



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



Compost a partir de diferentes tipos de estiércol, enriquecido con microorganismos eficaces (ME), para el crecimiento de plántulas de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*) con fines de reforestación. Rioja-2017

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Bach. Sandra Villegas Cáceres

ASESOR:

Blgo. M.Sc. Alfredo Iban Díaz Visitación

Código: 6051717

Tarapoto –Perú

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



Compost a partir de diferentes tipos de estiércol, enriquecido con microorganismos eficaces (ME), para el crecimiento de plantones de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*) con fines de reforestación. Rioja-2017

AUTOR:

Bach. Sandra Villegas Cáceres

Sustentada y aprobada el día 10 de octubre del 2018, por los siguientes jurados:

.....
Blgo. M. Sc. Luis Eduardo RODRÍGUEZ PÉREZ

PRESIDENTE

.....
Ing. Juan José PINEDO CANTA

SECRETARIO

.....
Ing. Alfonso ROJAS BARDALEZ
MIEMBRO

.....
Blgo. M. Sc. Alfredo Iban DÍAZ VISITACIÓN
ASESOR

Declaratoria de Autenticidad

Yo, **Sandra Villegas Cáceres**, egresado de la Facultad de Ecología, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, identificado con DNI N° 47508787, con la tesis titulada **“Compost a partir de diferentes tipos de estiércol, enriquecido con microorganismos eficaces (ME), para el crecimiento de plantones de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*) con fines de reforestación. Rioja-2017”**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Moyobamba, 10 de octubre del 2018.




.....
Bach. Sandra Villegas Cáceres
DNI N° 47508787

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	SANDRA VILLEGAS CÁCERES	
Código de alumno :	105163	Teléfono: 942025808
Correo electrónico :	Savka18@gmail	DNI: 47508787

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	Ecología
Escuela Profesional de:	INGENIERIA AMBIENTAL

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título:	COMPOST A PARTIR DE DIFERENTES TIPOS DE ESTIERCO, ENRIQUECIDO CON MICROORGANISMOS EFICACES (ME), PARA EL CRECIMIENTO DE PLANTONES DE "CAOBA" (SWietenia Macrophylla) (ON FUNGI DE REFORESTACION. RIOJA - 2017)
Año de publicación:	2018

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia No Exclusiva, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".



Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento:

16/11/2018



Firma del Responsable de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM - T.

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

DEDICATORIA

A Dios

En primer lugar y con infinita gratitud
por darme la vida y la Sabiduría y guiarme
con su Luz y Esperanza.

A mi Madre

Celia Cáceres Barrantes con mucha
gratitud y amor, mi fuente de
superación y pilar de apoyo durante
toda mi vida.

A mi Padre

Santos Villegas Rojas cuyo arduo
trabajo con sus hijos no quedara en
vano, sus consejos y enseñanzas
apoyaron mi camino a convertirme
en una profesión.

Sandra

AGRADECIMIENTO

A mis padres y hermanos por su apoyo y comprensión en el proceso de mi formación profesional, otorgándome apoyo para cumplir y culminar mis objetivos sin la ayuda de ellos no hubiera sido posible.

A mi asesor Blgo. M.Sc. Alfredo Iban Díaz Visitación, por ser gran maestro, por brindarme su dedicación, orientación, ser mi guía en este trabajo de investigación.

A la Universidad Nacional de San Martín Facultad de Ecología, por su misión de formación y crecimiento en nuestros conocimientos, formándonos como profesionales al servicio de la sociedad.

A todas aquellas personas por haberme acompañado en el transcurso de mi formación universitaria, y haberme brindado su apoyo incondicional.

Sandra

INDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
1.1. Antecedentes de la investigación.....	3
a. Internacional.....	3
b. Nacional.....	3
b. Regional.....	4
1.2. Bases Teóricas.....	4
1.2.1. Microorganismos eficaces (ME).....	4
1.2.2. Compostaje.....	8
1.2.3. Compost.....	13
1.2.4. Estiércol.....	15
1.2.5. Caoba.....	16
1.2.6. Deforestación.....	19
1.2.7. Reforestación.....	19
1.3. Definición de términos.....	20
CAPÍTULO II.....	22
MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
2.1. Materiales.....	22
2.2. Metodología.....	22
2.2.1. Características del experimento.....	22

2.2.2. Ejecución del Experimento.....	23
2.2.3. Diseño y características del experimento	27
2.3. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	28
 CAPÍTULO III.....	 29
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
3.1. Resultados.....	29
3.1.1. Determinación de la dosis específica de microorganismos eficaces (ME), para la elaboración del compost a partir de los diferentes tipos de estiércol .	29
3.1.2. Evaluación de las características biométricas (altura, número de hojas) de los plántones de “Caoba” (<i>Swietenia macrophylla</i>) en el campo experimental	33
3.1.3. Mejorar el efecto de los diferentes tipos de estiércol (cuyaza, gallinaza) en función al análisis químico del compost obtenido, crecimiento y producción de los plántones de “caoba” (<i>Swietenia macrophylla</i>) enriquecido con microorganismos eficaces.....	52
3.2. Discusiones	53
 CONCLUSIONES	 55
 RECOMENDACIONES.....	 56
 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 57
 ANEXOS	 60
Anexo A: Datos de altura de planta de la caoba en (cm).....	60
Anexo B: Datos de Numero de hojas por cada planta de Caoba en (cm).....	63
Anexo C: Diseño del campo experimental del compostaje	66
Anexo D: Medición de temperaturas tomadas durante el compostaje (en °c)	68
Anexo E: Análisis físico –químicos del compost	69
Anexo F: Panel fotográfico.....	72
Anexo G: Ubicación geográfica	84

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Composición Nutricional de la Gallinaza.....	15
Tabla 2 Cantidad y calidad del estiércol fresco	16
Tabla 3 Composición química de la excreta de cuyes	16
Tabla 4 Tratamientos en estudio.....	28
Tabla 5 El Anova	28
Tabla 6 Tratamientos con mayor valor promedio de altura de planta (cm) y número de hojas de <i>Swietenia macrophylla</i> “caoba”	29
Tabla 7 Tratamientos con mayor valor promedio de hojas/planta de <i>Swietenia</i> <i>macrophylla</i> “caoba”.....	30
Tabla 8 Clave de los Tratamientos en Estudio	30
Tabla 9 T Resumen del promedio de altura de planta mensual del crecimiento de <i>Swietenia macrophylla</i> “caoba”	31
Tabla 10 Resumen del promedio del número de hojas por planta de <i>Swietenia</i> <i>macrophylla</i> “Caoba”	32
Tabla 11 Resultado del análisis químico de los tratamientos en estudio.....	32
Tabla 12 Análisis de Varianza (ANVA) de altura de planta (cm) a la edad de un mes de los plántones de “Caoba” (<i>Swietenia macrophylla</i>).....	33
Tabla 13 Prueba de Duncan a 0.05 de probabilidad para altura (cm) de los plántones de “caoba” (<i>Swietenia macrophylla</i>). a un mes de edad	34
Tabla 14 Análisis de Varianza (ANVA) de altura de planta (cm) a la edad de dos meses de los plántones de “Caoba” (<i>Swietenia macrophylla</i>)	35
Tabla 15 Prueba de Duncan a 0.05 de probabilidad para altura de planta (cm). a dos meses de edad de los plántones de “Caoba” (<i>Swietenia macrophylla</i>)	35
Tabla 16 Análisis de Varianza (ANVA) de altura de planta (cm) a tres meses de edad de los plántones de “Caoba” (<i>Swietenia macrophylla</i>).....	36
Tabla 17 Prueba de Duncan a 0.05 de probabilidad para altura de planta (cm). a tres (3) meses de edad de los plántones de “caoba” (<i>Swietenia macrophylla</i>).....	37
Tabla 18 Análisis de Varianza (ANVA) de altura de planta (cm) a cuatro (4) meses de edad de los plántones de “Caoba” (<i>Swietenia macrophylla</i>). Tratamientos en campo definitivo	38

Tabla 19 Prueba de Duncan a 0.05 de probabilidad para altura de planta (cm) de los plantones de “caoba” (<i>Swietenia macrophylla</i>). a cuatro (4) meses de edad (05/01/2018) en campo definitivo	38
Tabla 20 Análisis de varianza de altura de planta (cm) a la edad de cinco meses de los plantones de “caoba” (<i>Swietenia macrophylla</i>).....	39
Tabla 21 Prueba de Duncan a 0.05 de probabilidad para altura de planta (cm). a edad de cinco meses de los plantones de “Caoba” (<i>Swietenia macrophylla</i>).....	40
Tabla 22 Análisis de Varianza (ANVA) de altura de planta (cm) a la edad de seis (6) meses de los plantones de “Caoba” (<i>Swietenia macrophylla</i>).....	41
Tabla 23 Prueba de Duncan a 0.05 de probabilidad para altura de planta (cm). A la edad de seis meses de los plantones de “caoba” (<i>Swietenia macrophylla</i>).....	41
Tabla 24 Análisis de Varianza (ANVA) del N° de hojas/planta a un mes de la edad de la “Caoba” (<i>Swietenia macrophylla</i>).....	42
Tabla 25 Prueba de Duncan a 0.05 de probabilidad para el N° de hojas/ planta a un mes de edad de los plantones de “caoba” (<i>Swietenia macrophylla</i>)	43
Tabla 26 Análisis de Varianza (ANVA) para el N° de hojas/ planta a dos meses de edad de los plantones de “Caoba” (<i>Swietenia macrophylla</i>)	44
Tabla 27 Prueba de Duncan a 0.05 de probabilidad para el n° de hojas/ planta de “Caoba” (<i>Swietenia macrophylla</i>) a dos (2) meses de edad.....	44
Tabla 28 Análisis de Varianza (ANVA) para el N° de hojas/ planta a tres meses de edad de los plantones de “Caoba” (<i>Swietenia macrophylla</i>)	45
Tabla 29 Prueba de Duncan a 0.05 de probabilidad para el N° de hojas/ planta de “Caoba” (<i>Swietenia macrophylla</i>) a tres (3) meses de edad.....	46
Tabla 30 Análisis de Varianza (ANVA) para el N° de hojas/ planta de “Caoba” (<i>Swietenia macrophylla</i>) a cuatro (4) meses de edad	47
Tabla 31 Prueba de Duncan a 0.05 de probabilidad para el n° de hojas/ planta de “Caoba” (<i>Swietenia macrophylla</i>) a cuatro (4) meses de edad. Fecha.....	47
Tabla 32 Análisis de Varianza (ANVA) para el N° de hojas/ planta de “Caoba” (<i>Swietenia macrophylla</i>) a cinco (5) meses de edad.....	48
Tabla 33 Prueba de Duncan a 0.05 de probabilidad para el N° de hojas/ planta de “caoba” (<i>Swietenia macrophylla</i>) a cinco (5) meses de edad.....	49

Tabla 34 Análisis de Varianza (ANVA) para el N° de hojas/ planta de “Caoba” (<i>Swietenia macrophylla</i>) a seis (6) meses de edad	50
Tabla 35 Prueba de Duncan a 0.05 de probabilidad para el N° de hojas/ planta de “caoba” (<i>Swietenia macrophylla</i>) a seis (6) meses de edad.	50
Tabla 36 Análisis Químico de los Tratamientos.....	52
Tabla 37 Análisis químico de los tratamientos.....	52
Tabla 34 Análisis de Varianza (ANVA) para el N° de hojas/ planta de “Caoba” (<i>Swietenia macrophylla</i>) a seis (6) meses de edad	50

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Altura de planta a un mes de edad	34
Figura 2: Altura de planta a dos meses de edad.....	36
Figura 3: Altura de planta a tres meses de edad	37
Figura 4: Altura de planta a cuatro meses de edad	39
Figura 5: Altura de planta a cinco meses de edad	40
Figura 6: Altura de planta a seis meses de edad	42
Figura 7: Numero de hojas por planta a un mes de edad.....	43
Figura 8: Numero de hojas por plantas a dos meses de edad	45
Figura 9: Numero de hojas por plantas a tres meses de edad	46
Figura 10: Numero de hojas por plantas a cuatro meses de edad	48
Figura 11: Numero de hojas por plantas a cinco meses de edad	49
Figura 12: Numero de hojas por plantas a seis meses de edad.....	51

RESUMEN

La investigación se realizó en la ciudad de Rioja, teniendo como objetivos: determinar la dosis específica de microorganismos eficaces (ME) para la elaboración del compost a partir de los diferentes tipos de estiércol; evaluar las características biométricas (altura, número de hojas) de los plantones de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*) en el campo experimental y buscar mejorar el efecto de los diferentes tipos de estiércol (cuyaza, gallinaza) enriquecido con microorganismos eficaces, en función al crecimiento y producción de los plantones de “Caoba” (*S. macrophylla*). Se estudió tres fuentes de abonos orgánicos (Residuos sólidos orgánicos, gallinaza y cuyaza) enriquecidos con microorganismos eficaces en una y dos dosis, comparadas con una sin dosis. El diseño utilizado fue un DCA con nueve tratamientos y dos repeticiones, en la comparación y análisis se utilizó la prueba de Duncan al 5% de significación. En los resultados de la dosis de microorganismos eficaces (ME) ubicados en diferentes tipos de estiércol fue mejor la dosis dos (2) equivalente a 3 litros de solución de ME, el Tratamiento nueve (T9); las plantas de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*) presentaron mayores valores en número de hojas con 24,2 unidades y altura con 35.6 cm de planta en el mismo tratamiento; el mejor efecto de los estiércoles fue adicionando residuos sólidos orgánicos y doble dosis de ME, alcanzando mayor contenido de Nitrógeno con una dosis (0,42, 0,476 y 0,392 % , con dos dosis fue superior T9 con 1,008 % de N; y aceptables contenidos de Fósforo (0,039, 0,048 y 0,048 %) y el Potasio (0,476, 0,306 y 0,322 %) , además mejorando el contenido de Calcio (0,360, 0,416 y 0,408 %), Magnesio con 0,033, 0,038 y 0,037 % .

Palabras clave: Compost, caoba, cuyaza, dosis, abonos, gallinaza, microorganismos eficaces.

ABSTRACT

The following research was conducted in the city of Rioja, with the following objectives: to determine the specific dose of effective microorganisms (ME) for the compost production from the different types of manure; evaluate the biometric characteristics (height, number of leaves) of the "Mahogany" (*Swietenia macrophylla*) seedlings in the experimental field and seek to improve the effect of the different types of manure (hen, chicken) enriched with effective microorganisms, depending on the growth and production of "Caoba" seedlings (*S. macrophylla*). Three sources of organic fertilizers (organic solid wastes, chicken manure and curassow) enriched with effective microorganisms in one and two doses, compared with one without a dose, were studied. The design used was a DCA with nine treatments and two repetitions, in the comparison and analysis the Duncan test at 5% significance was used. In the results of the dose of effective microorganisms (ME) located in different types of manure was better the dose two (2) equivalent to 3 liters of ME solution, Treatment nine (T9); the plants of "Caoba" (*Swietenia macrophylla*) had higher values in number of leaves with 24.2 units and height with 35.6 cm of plant in the same treatment; the best effect of manures was adding organic solid waste and double dose of ME, reaching a higher Nitrogen content with a dose (0.42, 0.476 and 0.392%, with two doses was higher T9 with 1.008% N, and acceptable contents of Phosphorus (0.039, 0.048 and 0.048%) and Potassium (0.476, 0.306 and 0.322%), also improving the content of Calcium (0.360, 0.416 and 0.408%), Magnesium with 0.033, 0.038 and 0.037%.

Keywords: Compost, mahogany, suza, dose, fertilizers, poultry litter, effective microorganisms.



INTRODUCCIÓN

El aumento de la generación de residuos sólidos orgánicos domésticos se viene dando de una manera muy acelerada lo cual está asociado al crecimiento poblacional y a la globalización que genera cultura consumista; donde la problemática sobre los residuos resulta un problema complejo en el cual se integran conceptos ambientales, económicos, institucionales y sociales. En la actualidad uno de los problemas que aqueja a la ciudad de Rioja es el desperdicio de los residuos sólidos que suelen verse a simple vista que cuyos residuos son arrojados en las sequias en el monte y en las calles que están cerca de las viviendas por los propios moradores, la mayor parte de la población no sabe aprovechar sus residuos puesto que no saben el valor que estos pueden tener en el ámbito ambiental y su solución está en darles un tratamiento ya sea aplicando técnicas como la elaboración de compostaje para obtener compost, frente esta problemática se planteó el siguiente problema: ¿En qué medida el compost a partir de diferentes tipos de estiércol y enriquecido con microorganismos eficaces favorecerá en el crecimiento de plantones de “caoba” (*Swietenia macrophylla*) con fines de reforestación Rioja-2017?

Frente a los resultados obtenidos en esta investigación la hipótesis alterna es aceptable ya que el compost a partir de diferentes tipos de estiércol, enriquecido con microorganismos eficaces, incrementó el crecimiento y desarrollo de los plantones de “caoba” (*Swietenia macrophylla*) con fines de reforestación.

La importancia de esta investigación es que los pobladores logren que mediante el compost enriquecido con EM (microorganismos eficaces), y con diferentes tipos de estiércol se convierta en una forma de tratamiento positivo que ayude a la producción de plantones de caoba que sirvan para reforestar y recuperar suelos que han sido deforestados y brindarles mejores condiciones ópticas para no ser suelos débiles.

Se tuvo en cuenta las siguientes variables: Variable Independiente (x): Compost a partir de diferentes tipos de estiércol con microorganismos eficaces, Variable Dependiente (y): crecimiento de plantones de “caoba”.

La investigación tiene como objetivo general: Producir compost a partir de diferentes tipos de estiércol, enriquecido con microorganismos eficaces (ME), para el crecimiento de plantones de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*) con fines de reforestación. Rioja-2017 Así como también tenemos como los objetivos específicos que son los siguientes:

Determinar la dosis específica de microorganismos eficaces (ME), para la elaboración del compost a partir de los diferentes tipos de estiércol, Evaluar las características biométricas (altura, número de hojas) de los plantones de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*) en el campo experimental y mejorar el efecto de los diferentes tipos de estiércol (cuyaza, gallinaza) en función al crecimiento y producción de los plantones de “caoba” (*Swietenia macrophylla*) enriquecido con microorganismos eficaces.

La investigación consta de tres capítulos: Capítulo I: trata sobre antecedentes de la investigación tanto internacional y nacional, bases teóricas como: microorganismo, tipos y utilidad de los microorganismos, compostaje, sistemas del compostaje, compost, su composición del compost y ventajas. Se menciona también términos básicos de la investigación. Capítulo II: Tenemos los materiales utilizados en el laboratorio, campo y se menciona los equipos utilizados, las técnicas de procesamiento y análisis de datos siendo utilizado el diseño completamente al azar (DCA), usando el (ANVA) y la prueba de rango múltiple de (DUNCAN) para el análisis comparativo de los tratamientos, y en el Capítulo III: Tenemos los resultados Tenemos como de determinar la dosis específica de los microorganismos eficaces (ME), Evaluar las características biométricas (altura, número de hojas) de los plantones y Mejorar el efecto de los diferentes tipos de estiércol (cuyaza, gallinaza). Finalmente, las conclusiones y recomendaciones de la investigación realizada

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Antecedentes de la investigación.

a. Internacional

Uribe, (2001). En su revista titulada “Evaluación de los microorganismos eficaces (E.M) en producción de abono orgánico a partir del estiércol de aves de jaula.”, llegó a la conclusión que el compost a partir de estiércol de animales proporciona una materia orgánica valiosa, que constituye en la mayoría de los suelos de 3 - 6% en peso, mejora el cultivo de la tierra, disminuye la erosión hídrica y eólica, mejora la aireación y tiene un efecto benéfico sobre los microorganismos; además de estimular el crecimiento vegetal. Igualmente, los microorganismos, especialmente, hongos y bacterias utilizan la materia orgánica como fuente de alimento, pues, aporta, nitrógeno y energía, sin ella la actividad bioquímica sería prácticamente nula.

Jácome, (2013). En su tesis titulada “Elaboración de compost utilizando cabello humano y aplicando dos fuentes de microorganismos: Microorganismos Eficientes (ME) y *Trichoderma* sp, como agentes aceleradores de compostaje.”, menciona que se demostró que el factor dosis de cabello humano influye significativamente en la calidad nutricional del compost, ya que, para obtener el mayor contenido de nutrientes primarios, Nitrógeno, Fósforo, Potasio y macro nutrientes Calcio, Azufre, Magnesio, el porcentaje de cabello humano a utilizar debe ser del 10%, además se evidenció que el contenido de nitrógeno y azufre se incrementó por el uso del cabello humano en el proceso de compostaje.

b. Nacional

Minaya, (2013). en su tesis titulada “obtención de compost a partir de residuos orgánicos impermeabilizados con geo membranas”, llegó a la conclusión que la técnica manual de elaboración de compost presentada es una forma sencilla, sanitaria y barata de resolver el problema de las basuras orgánicas en los diferentes proyectos mineros u de otro rubro, y además se puede obtener un

producto que pueda dar beneficio a los que necesitan un suelo sano y fértil como se ha demostrado con la calidad de compost obtenido en el transcurso del proceso

Rivera, (2011). En su tesis titulada “evaluación de los microorganismos eficaces en el proceso de compostaje en residuos de maleza”, llegó a la conclusión que mediante la aplicación de microorganismos eficaces se mostró más eficiente por tener menos tiempo de compostaje (mitad del tiempo que el método convencional) en su descomposición.

c. Regional

Oliveira, (2010). En su tesis titulada “Efectos de tres fuentes de materia orgánica (vacaza, gallinaza y cuyaza), enriquecidos con Microorganismos benéficos (ME) en cultivo de “lechuga” (*Lactuca sativa L.*) Lamas”, manifiesta que existe un efecto marcado en el porcentaje de prendimiento, al no existir una diferencia significativamente entre los tratamientos en estudio ($p=0.1323$)

Farge, (2012). En su tesis titulada “Elaboración de compost a partir de estiércol de ovino con cuatro (04) tipos de rastrojos de cosecha agrícola en el fundo Miraflores de la UNSM-T distrito Banda de Shilcayo” menciona que el análisis químico del compost elaborado a partir de estiércol de Ovino con cuatro (04) tipos de rastrojo de cosecha agrícola, registró que no existe significancia

1.2 . Bases Teóricas

1.2.1. Microorganismos eficaces (ME)

Se compone de diferentes tipos de microorganismos benéficos que existen en la naturaleza y que pueden aplicarse como inoculantes para incrementar la diversidad microbiana en los suelos. Esto a su vez aumenta la calidad y la salud de los suelos, que se evidencia en el crecimiento, la calidad y el rendimiento de los cultivos. ME contiene especies seleccionadas de microorganismos incluyendo poblaciones predominantes de bacterias fotosintéticas, bacterias ácido lácticas, levaduras, actinomicetos y hongos fermentadores, todos ellos mutuamente compatibles unos con otros coexistiendo en un medio líquido. **(Higa y Parr 2010).**

Hoy en día EM es usado no solo para producir alimentos de altísima calidad, libres de agroquímicos, sino también para el manejo de desechos sólidos y líquidos generados por la producción agropecuaria, la industria de procesamiento de alimentos, fábricas de papel, mataderos y municipalidades entre otros. **(Aprolab 2007)**

➤ **Microorganismos eficaces y el medio ambiente**

Felizmente desde el descubrimiento de la tecnología ME, muchos proyectos, alrededor del mundo, se han beneficiado con resultados significativos en el saneamiento ambiental. La tecnología ME es sumamente económica, natural, segura, fácil de usar y de alta calidad. Produce resultados sorprendentes en el control de malos olores, en la descontaminación de suelos y cuerpos de agua. La tecnología ME no sólo es capaz de amenizar los impactos en el manejo de los residuos, sino también con la integración de ciertos manejos que pueden representar una alternativa para la generación de renta; como, por ejemplo, la producción de biogás y de compuestos orgánicos. El uso de la tecnología ME es simple y totalmente adaptable a las condiciones existentes. **(Aprolab 2007)**

➤ **Microorganismos eficaces y la descontaminación del suelo**

En algunos casos, el ME podrá ser usado para la bioremediación de suelos contaminados a través de la fijación, vía latización, de metales pesados y residuos de agroquímicos. Vía compostaje, también se podrá neutralizar residuos de petróleo y otros aceites. La metodología y dosis varía de acuerdo con la fuente de contaminación. Por favor, entre en contacto para obtener mayores informaciones. **(Higa y Parr 2010)**

➤ **Tipos de microorganismos que conforman el complejo ME**

A continuación, se describen algunos de los principales tipos de microorganismos presentes en el ME y su acción. **(Aprolab 2007)**

Las bacterias fotosintéticas

Son microorganismos autosuficientes e independientes. Ellas sintetizan las sustancias útiles producidas por la secreción de las raíces, materia orgánica y/o gases perjudiciales (como el sulfuro de hidrógeno) utilizando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía.

Las sustancias benéficas están compuestas por aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias inactivas y azúcares, todas las cuales ayudan al crecimiento y desarrollo de las plantas. Estas sustancias generadas favorecen la presencia de micorrizas y de microorganismos fijadores de nitrógeno. **(Avellaneda 2003)**

Las bacterias ácido lácticas

Las bacterias ácido lácticas producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos desarrollados por bacterias fotosintéticas y levaduras. Las bacterias ácido lácticas tienen la habilidad de suprimir progresivamente microorganismos causantes de enfermedades como *Fusarium*, los cuales aparecen en sistemas de producción continua. **(Avellaneda 2003)**

Las levaduras

Las levaduras sintetizan sustancias antimicrobiales y otras sustancias útiles para el crecimiento de las plantas a partir de aminoácidos y azúcares secretados por las bacterias fotosintéticas, materia orgánica y raíces de las plantas. Las sustancias bioactivas producidas por las levaduras como las hormonas y enzimas, promueven la división activa de las células y raíces. **(Avellaneda 2003)**

Los actinomicetos

La estructura de los Actinomicetos, intermedia entre la de las bacterias y hongos, produce sustancias antimicrobianas a partir de los aminoácidos y azúcares producidos por las bacterias fotosintéticas y por la materia orgánica. Esas sustancias antimicrobianas (antibióticos) suprimen hongos dañinos y bacterias patógenas. Los Actinomicetos pueden coexistir con la bacteria fotosintética. Así, ambas especies mejoran la calidad de los suelos a través del incremento de la actividad microbiana. **(Higa y Parr 2010)**

Hongos de fermentación

Los hongos de fermentación como el *Aspergillus* spp y el *Penicilium* spp actúan descomponiendo rápidamente la materia orgánica para producir alcohol, esteres y sustancias antimicrobianas. Esto es lo que produce la desodorización y previene la aparición de insectos perjudiciales y gusanos. **(Higa y Parr 2010)**

➤ **Utilidad**

Los ME han sido ampliamente utilizados en el sector agropecuario tanto en suelos como en cultivos, tratamiento de residuos orgánicos, aguas servidas, reducción drástica de plagas (moscas), eliminación de olores molestos producidos por la descomposición de excretas y orina. (Vargas 2007)

En propagación

Aumento de velocidad y porcentaje de germinación por efecto hormonal. Aumento del vigor, crecimiento del tallo y raíces desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas por su efecto como rizo bacterias promotoras del crecimiento vegetal. (Aprolab 2007)

En agricultura

Los efectos de los microorganismos en los suelos tratados con materia orgánica enriquecida con los ME, está enmarcado en el mejoramiento de las características físicas, químicas, biológicas y supresión de enfermedades. Los E.M, como inoculante microbiano, reestablecen el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementa la producción de los cultivos y su protección, además conserva los recursos naturales, generando una agricultura y medio ambiente más sostenible. (Avellaneda 2003)

En los Suelos

Los efectos de los microorganismos eficaces en el suelo, están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, químicas y biológicas y supresión de enfermedades. (Avellaneda 2003)

En producción animal

La tecnología ME es utilizada en la producción animal para controlar malos olores y patógenos en los galpones, como parte de la alimentación para mejorar la flora bacteriana de los intestinos, para descomponer los desechos fecales de los animales en las lagunas de oxidación, etc.

En el manejo de desechos sólidos orgánicos

En este ámbito, los ME son utilizados para degradar sólidos presentes en las lagunas de oxidación, para transformar desechos orgánicos en compost a través de su fermentación, para contrarrestar la producción de malos olores en procesos de descomposición, evita la proliferación de insectos vectores, como

moscas, ya que estas no encuentran un medio adecuado para su desarrollo. (Aprolab 2007)

1.2.2. Compostaje

El Compostaje se puede definir como una biotécnica donde es posible ejercer un control sobre los procesos de biodegradación de la materia orgánica. Los productos finales de esta degradación dependerán de los tipos de metabolismo y de los grupos fisiológicos que hayan intervenido. Es por estas razones, que los controles que se puedan ejercer. Siempre estarán enfocados a favorecer el predominio de determinados metabolismos y en consecuencia a determinados grupos fisiológicos. (Flores 2005)

El compostaje proporciona la posibilidad de transformar de una manera segura los residuos orgánicos en insumos para la producción agrícola. La FAO define como compostaje a la mezcla de materia orgánica en descomposición en condiciones aeróbicas que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes.

Es un proceso complejo y dinámico, se puede dividir en cuatro fases de acuerdo a los cambios de temperatura: fase mesófila (10-40°C), fase termófila (40-60°C), fase de enfriamiento y finalmente fase de maduración (estabilización a temperatura de ambiente). Durante este proceso, la materia orgánica heterogénea es transformada en un producto homogéneo conocido como “compost”. Cuya calidad es variable y dependerá principalmente del tipo de materia orgánica utilizada, técnica de compostaje y tiempo de duración del proceso. (Avellaneda 2003)

➤ Química y biología del proceso de compostaje

Para lograr reproducirse y crecer, los microorganismos deben degradar los residuos para la formación de energía y sintetizar nuevo material celular. Los dos modos de obtención de energía son la respiración y la fermentación, siendo la primera más eficiente ya que existe una mayor producción de adenosin trifosfato y permite la finalización del compost en un menor tiempo. Existen dos tipos de respiración, la aeróbica y la anaeróbica, en ésta última los microorganismos utilizan aceptores de electrones diferentes al oxígeno como nitrato (NO₃), Sulfato (SO₂-) y carbonatos (CO₃). (Alexander 1977)

➤ **Sistemas de compostaje**

Se han diseñado distintas formas de realizar el compostaje, algunas de ellas difieren significativamente unas de otras. Los distintos sistemas de compostaje pretenden conseguir una aireación óptima y llegar a las temperaturas termófilas.

Se debe de tratar de eliminar los microorganismos patógenos durante el proceso, ya que muchos de los residuos a compostar pueden contenerlos. Por lo que se considera un sistema efectivo aquel que lograr transformar gran parte de la materia orgánica contenida en los residuos. **(Dios M 2008)**

Se pueden distinguir dos tipos de sistemas: abiertos y cerrados.

Sistemas abiertos o pilas de compostaje: Se basan en la formación de pilas, agrupando los residuos en montones. Si los montones ocupan superficies aproximadamente cuadradas, se denominan mesetas.

Los materiales a compostar se deben de apilar sin que se compriman mucho, para permitir que el aire quede retenido, los montones o pilas deben ser aireados por volteo o ventilarlos por aireación a través de un sistema de distribución de aire. **(Dios M 2008)**

Sistemas cerrados o reactores: Se basa en la utilización de un reactor o digestor. Son sistemas que tienen unos costos de instalación superiores al de las pilas, pero tienen la ventaja de poder controlar las condiciones necesarias permitiendo la aceleración del proceso, además se necesita de menos espacio para trabajar con el mismo volumen los residuos a compostar.

El compost producido en el interior del reactor no alcanza un correcto estado de estabilidad, por lo que se le somete a un proceso de compostaje en pilas en la etapa de maduración (etapa final) de este proceso.

➤ **Calidad de los materiales para el compostaje**

El material seleccionado para ser utilizado en el proceso de compostaje es un factor importante respecto a la calidad del producto final a obtenerse, siendo necesario analizar los materiales que se van a compostar para poder establecer las características tales como: pH, tamaño de partículas, contenido de nitrógeno total, contenido de humedad y contenido de sales. **(Cantanhede, Monge, Wharwood. 1993)**

➤ **Fases del compostaje**

Es posible interpretar el compostaje como el sumatorio de procesos metabólicos complejos realizados por parte de diferentes microorganismos que, en presencia de oxígeno, aprovechan el nitrógeno (N) y el carbono (C) presentes para producir su propia biomasa. En este proceso, adicionalmente, los microorganismos generan calor y un sustrato sólido, con menos C y N, pero más estable, que es llamado compost. (Alexander 1977)

▪ **Fase mesófila.**

Hasta los 45°C. Este aumento de temperatura es debido a actividad microbiana, ya que en esta fase los microorganismos utilizan las fuentes sencillas de C y N generando calor. La descomposición de compuestos solubles, como azúcares, produce ácidos orgánicos y, por tanto, el pH puede bajar (hasta cerca de 4.0 o 4.5). Esta fase dura pocos días (entre dos y ocho días).

▪ **Fase termófila o de higienización**

Cuando el material alcanza Temperaturas mayores que los 45°C, los microorganismos que se desarrollan a temperaturas medias (microorganismos mesófilos) son reemplazados por aquellos que crecen a mayores temperaturas, en su mayoría bacterias (bacterias termófilas), que actúan facilitando la degradación de fuentes más complejas de C, como la celulosa y la lignina.

Estos microorganismos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco por lo que el pH del medio sube. En especial, a partir de los 60 °C aparecen las bacterias que producen esporas y actinobacterias, que son las encargadas de descomponer las ceras, hemicelulosas y otros compuestos de C complejos. Esta fase puede durar desde unos días hasta meses, según el material de partida, las condiciones climáticas del lugar, y otros factores. Esta fase también recibe el nombre de fase de higienización ya que el calor generado destruye bacterias y contaminantes de origen fecal como *Escherichia coli* y *Salmonella spp.* Igualmente, como se verá en el capítulo esta fase es importante pues las temperaturas por encima de los 55°C eliminan los quistes y huevos de helminto. (Dios 2008)

▪ **Fase de enfriamiento o mesófila II**

Agotadas las fuentes de carbono y, en especial el nitrógeno en el material en compostaje, la temperatura desciende nuevamente hasta los 40-45°C.

Durante esta fase, continúa la degradación de polímeros como la celulosa, y aparecen algunos hongos visibles a simple vista. Al bajar de 40 °C, los organismos mesófilos reinician su actividad y el pH del medio desciende levemente, aunque en general el pH se mantiene ligeramente alcalino. Esta fase de enfriamiento requiere de varias semanas y puede confundirse.

- **Fase de maduración**

Es un período que demora meses a temperatura Ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos.

- **Factores a considerar en el proceso de compostaje**

El proceso de compostaje se basa en la actividad de microorganismos que viven en el entorno, ya que son los responsables de la descomposición de la materia orgánica. Para que estos organismos puedan vivir y desarrollar la actividad descomponedor se necesitan unas condiciones óptimas de temperatura, humedad y oxigenación. **(Gray y Biddleston 1981)**

Temperatura

Se consideran óptimas las temperaturas del intervalo 35-55 °C para conseguir la eliminación de patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas. A temperaturas muy altas, muchos microorganismos. Interesantes El compostaje inicia a temperatura ambiente y puede subir hasta los 65°C sin necesidad de ninguna actividad antrópica (calentamiento externo), para llegar nuevamente durante la fase de maduración a una temperatura ambiente. Es deseable que la temperatura no decaiga demasiado rápido, ya que, a mayor temperatura y tiempo, mayor es la velocidad de descomposición y mayor. **(Gray y Biddleston, 1981)**

Humedad

En el proceso de compostaje es importante que la humedad alcance unos niveles óptimos del 40-60 %. Si el contenido de humedad es mayor, el agua ocupará todos los poros y por lo tanto el proceso se volvería anaeróbico, es decir se produciría la putrefacción de la materia. Si la humedad es excesivamente baja se disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso es más lento. El rango óptimo de humedad para compostaje es del 45% al 60% de agua en peso

de material base. Una manera sencilla de monitorear la humedad del compost, es aplicar la “técnica del puño”. (Alexander 1977)

pH

El pH influye en el proceso debido a su acción sobre los microorganismos. En general los hongos toleran un margen de pH entre 5-8, mientras que las bacterias tienen menor capacidad de tolerancia (pH=6-7,5). No obstante pH cercano al neutro (6,5-7,5), ligeramente ácido o ligeramente alcalino nos asegura el desarrollo favorable de la gran mayoría de los grupos fisiológicos.

El pH del compostaje depende de los materiales de origen y varía en cada fase del proceso (desde 4.5 a 8.5). En los primeros estadios del proceso, el pH se acidifica por la formación de ácidos orgánicos. En la fase termófila, debido a la conversión del amonio en amoniaco, el pH sube y se alcaliniza el medio, para finalmente estabilizarse en valores cercanos al neutro. El pH define la supervivencia de los microorganismos y cada grupo tiene pH óptimos de crecimiento y multiplicación. La mayor actividad bacteriana se produce a pH 6,0-7,5, mientras que la mayor actividad fúngica se produce a pH 5,5-8,0. El rango ideal es de 5,8 a 7,2.

Tamaño de partícula

La actividad microbiana está relacionada con el tamaño de la partícula, esto es, con la facilidad de acceso al sustrato. Si las partículas son pequeñas, hay una mayor superficie específica, lo cual facilita el acceso al sustrato. El tamaño ideal de los materiales para comenzar el compostaje es de 5 a 20 cm. La densidad del material, y por lo tanto la aireación de la pila o la retención de humedad, están estrechamente relacionados con el tamaño de la partícula, siendo la densidad aproximadamente 150 -250 kg/m³, conforme avanza el proceso de compostaje, el tamaño disminuye y, por tanto, la densidad aumenta, 600-700 kg/m³.

➤ **El compostaje y su beneficio para el medio ambiente**

Realizar este tipo de acción permite disminuir la cantidad de residuos o desperdicios que desechamos, obtenemos un buen fertilizante ecológico para abonar las plantas, se evita contaminar el agua, la tierra y otros seres vivos con fertilizantes químicos. Otro aspecto a tener en cuenta en cuanto a la fertilidad propia de los compost es la forma en que estos nutrientes están disponibles en él

y, además, cómo se van a ir liberando a lo largo del tiempo. Los compost poseen la mayor parte del nitrógeno (N) en forma orgánica y éste se irá mineralizando en función de las condiciones del suelo en el que se aplique. Desde este punto de vista, la aplicación de compost como fertilizante origina incertidumbre en cuanto a la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Por ello, una vez que el compost se incorpora, es necesario analizar el suelo para controlar los niveles de nutrientes y ajustar la fertilización en función de la liberación que se produzca y de las necesidades del cultivo. **(Alexander 1977)**

1.2.3. Compost

El compost es un producto obtenido a partir de diferentes materiales de origen orgánico (estiércol, residuos sólidos, y otros, obtenemos un buen fertilizante ecológico para abonar las plantas, se evita contaminar el agua, la tierra y otros seres vivos con fertilizantes químicos. Otro aspecto a tener en cuenta en cuanto a la fertilidad propia de los compost es la forma en que estos nutrientes están disponibles en él y, además, cómo se van a ir liberando a lo largo del tiempo.

Los compost poseen la mayor parte del nitrógeno (N) en forma orgánica y éste se irá mineralizando en función de las condiciones del suelo en el que se aplique. Desde este punto de vista, la aplicación de compost como fertilizante origina incertidumbre en cuanto a la disponibilidad de nutrientes para la planta. Por ello, una vez que el compost se incorpora, es necesario analizar el suelo para controlar los niveles de nutrientes y ajustar la fertilización en función de la liberación que se produzca y de las necesidades del cultivo. **(Trinidad y Santos 1999)**

➤ Elaboración de compost

Para la elaboración de abonos orgánicos (compost), el primer paso es espaciar los materiales, acomodando los mismos sin comprimirlos, formar una pila agregando los materiales por capas. El orden es variable dependiendo de las tecnologías utilizadas, pero es importante la estabilidad de la pila a medida que aumentan las capas. Humedecer las capas sin que exista exceso de agua. La pila de composta puede hacerse al aire libre y pueden utilizarse arcones o cajones de lados para mantener la pila con espacios libres para que circule el aire. **(Trinidad y Santos 1999)**

La composta debe moverse semanal o quincenal para airearse, se debe cubrir para evitar que se laven los nutrientes con la lluvia. El primer paso para la elaboración de compost, es la elección del lugar en donde se va a elaborar el mismo, debe ser un lugar ventilado, con una fuente cercana de agua y debe estar orientada de tal manera que el sol le llegue todo el día. Una vez que ya tenemos determinado el lugar, pasamos a la selección de los materiales. Los materiales que se necesitan se encuentran principalmente como restos de cosecha y residuos orgánicos de cocina. Además, se necesita cualquier tipo de estiércol de animales, ya sea vacunos, ovinos, porcinos, caprinos, aves. Luego se procede a la formación de las camas de compost que requiere de los siguientes pasos. **(Gray y Biddleston 1981)**

➤ **Composición química del compost.**

los 13 elementos químicos que las plantas necesitan tomar del suelo para poder vivir, su clasificación en función de la abundancia relativa en la composición vegetal y la proporción media aproximada de cada elemento dentro del conjunto.

➤ **Ventajas del compost**

Mejora las propiedades físicas del suelo. La materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad, y aumenta su capacidad de retención de agua en el suelo. Se obtienen suelos más esponjosos y con mayor retención de agua. **(Alexander 1977)**

- Mejora las propiedades químicas. Aumenta el contenido en macronutrientes N, P, K, y micronutrientes, la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) y es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos.
- Mejora la actividad biológica del suelo. Actúa como soporte y alimento de los microorganismos ya que viven a expensas del humus y contribuyen a su mineralización.
- La población microbiana es un indicador de la fertilidad del suelo.

1.2.4. Estiércol

Los estiércoles son los excrementos de los animales que resultan como desechos del proceso de digestión de los alimentos que consumen. Generalmente entre el 60 y 80% de lo que consume el animal lo elimina como estiércol. La estimación de la cantidad producida por un animal puede hacerse de la siguiente manera: La calidad de los estiércoles depende de la especie, del tipo de cama y del manejo que se les da a los estiércoles antes de ser aplicados. El contenido promedio de elementos químicos es de 1,5% de N, 0,7% P y 1,7% K.

Los estiércoles mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, particularmente cuando son utilizados en una cantidad no menor de 10 t/ha al año. (Moriya 2007)

✓ Gallinaza

Uno de los fertilizantes más completos y que mejores nutrientes puede dar al suelo, es la gallinaza o estiércol de gallina, pues contiene nitrógeno, fósforo y potasio en buena cantidad. Sin embargo, para su buen aprovechamiento, primero se le debe hacer un buen curado. El estiércol de gallina es un fertilizante que cuenta con mayor concentración que el estiércol de vaca, debido a la alimentación que reciben los pollos y que son a base de balanceados concentrados. (Moriya 2007)

Tabla 1
Composición nutricional de la Gallinaza

Composición nutricional	Unidad	Cantidad
Materia seca	%	89,00
Energía metabolizable	Mcal/kg	0,80
Proteína	%	17,40
Metionina	%	0,10
Metionina + cistina	%	0,21
Lisina	%	0,32
Calcio	%	3,50
Fósforo disponible	%	1,30
Ácido linoleico	%	0,00
Grasa	%	1,30
Fibra	%	15,20
Ceniza	%	24,00

Fuente: Damaris (2008).

✓ Cuyaza

Así como la capacidad de ingestión e incremento de peso es mayor en esta especie, la cantidad de excreta sólida y líquida es también mayor. Un estudio demuestra este hecho y sus resultados comparados con otras especies domésticas, que se muestran en el estiércol. (Aliaga 1979)

Tabla 2

Cantidad y calidad del estiércol fresco

PRODUCTORES DE ESTIÉRCOL	TM/AÑO	N Kg/TM	Kg N/AÑO	VALOR ESTIÉRCOL EN FUNCIÓN DEL PRODUCIDO	DEL EN N
Cuy	29,2	15,08	43,62	2789,82	
Gallina	10,00	14,02	142,00	905,6	

Fuente: Aliaga (1979).

Tabla 3

Composición química de la excreta de cuyes

NUTRIENTE	ALFALFA (%)	GRAMA (%)	CHINA (%)	HOJA DE CAMOTE (%)	MAÍZ CHALA (%)
PROTEINA	19,78	11,67		19,01	9,47
GRASA	4,47	3,25		4,77	1,91
FIBRA CRUDA	41,68	24,04		31,67	33,5
CENIZA	8,52	12,39		12,46	9,1
E.N.N	25,55	48,65		32,55	45,62

Fuente: Saravia (1992).

1.2.5. Caoba

✓ Distribución geográfica y ecológica

El rango de distribución natural de la caoba (*Swietenia macrophylla*) en el Perú comprende el ámbito de 9 regiones del país, estas son de norte a sur las siguientes: Loreto, Amazonas, San Martín, Ucayali, Huánuco, Junín, Cuzco, Madre de Dios y Puno .En el Perú, la caoba se encuentra distribuida en las zonas de vida bosque seco Tropical (bs-T) y bosque húmedo Tropical (bh-T), así como en las formaciones correspondientes de la franja Subtropical(bs-S y bh-S) y en las zonas transicionales entre ellas . (Barrena y Vargas 2004)

✓ Taxonomía

La familia se encuentra distribuida en américa, áfrica y Asia e incluye cerca de 50 géneros y 1 000 especies. En los neotrópicos se han descrito ocho géneros:

cabralea, carapa, cedrela, guarea, ruegea, schmardea, swietenia y trichilia, siendo swietenia y cedrela los géneros más importantes desde el punto de vista forestal. (Navarro 1999)

✓ **Descripción botánica**

La caoba es una especie forestal que pertenece a la familia meliaceae, conocida también como caoba americana, palo santo, puede alcanzar los 70 m de altura, con copa abierta redonda. (Navarro 1999)

✓ **Distribución ecológica**

La distribución generalmente corresponde a los bosques clasificados como "tropical seco", con temperatura anual promedio de igual o superior a 24 °c, con precipitaciones anuales que van desde los 1 000 mm/año hasta los 2 000 mm/año y con un coeficiente de evapotranspiración de 1,0 - 2,0. (Holdridge 1967)

✓ **Biología reproductiva**

La caoba (*Swietenia macrophylla*) es una especie monoica. Presenta inflorescencias en panículas de 15 - 25 cm de longitud, con flores pequeñas y unisexuales por atrofia de uno de los dos sexos. Los frutos maduros son de color café claro, tienen forma de cápsulas erectas, ovoides, de 15 - 20 cm de largo y 6 - 8 cm de diámetro en su parte más ancha. La cubierta o pericarpio se raja, abriéndose en cinco valvas y exponiendo las 45 - 70 semillas aladas de unos 8 cm de longitud y 2 cm de ancho que contiene dispuestas en una columna interior. Al caer el pericarpio. Las semillas de color pardo van desprendiéndose poco a poco, y con ayuda del viento, se dispersan por el lado de sotavento. Los frutos demoran en madurar aproximadamente seis meses. (Holdridge 1967)

✓ **Almacigo o semillero**

La caoba se produce fácilmente por semilla y la germinación y formación de plántulas ocurre aproximadamente en veinte días si la semilla está fresca y madura. La semilla debe ser colocada en forma vertical enterrado toda la base del ala para facilitar el crecimiento. (Navarro 1999)

✓ **Condiciones del suelo para la germinación**

La caoba crece en gran variedad de condiciones edafológicas, desde suelos arcillosos hasta suelos con arenas gruesas. El pH preferido se encuentra en un rango entre alcalino y neutro, aunque se conocen plantaciones con buenos resultados en suelos ácidos con pH de 4,5. Con relación a la cantidad de agua

en el suelo, la caoba prefiere suelos bien drenados, pero en los climas más secos prefiere suelos con mayor capacidad de retención de agua. Por otro lado, se sabe de plantaciones que sobreviven sin efectos apreciables en suelos que sufren periodos de inundación. La caoba tolera suelos con deficiencias en nutrimentos que otras especies no toleran, pero el crecimiento es lento en suelos excesivamente cultivados y con su materia orgánica degradada. (**Adolfo 2007**)

✓ **Tiempo de germinación**

La semilla no requiere tratamientos pre germinativos; se puede sembrar en camas germinadoras para repique posterior o directamente en bolsas, colocando en este caso 1-2 semillas por bolsa, en un lugar ligeramente sombreado. Aunque se han utilizado profundidades de siembra de hasta 8 cm, lo más recomendable es enterrarlas a 2-3 cm en el sustrato, ya sea acostada o vertical, con el lado del ala hacia arriba, que es como la semilla está adaptada a germinar en forma natural. Bajo condiciones favorables la germinación comienza a los 10 días de la siembra y continúa por 20 días. (**Cordero y Boshier 2003**).

✓ **Regeneración natural**

La regeneración natural de *S. macrophylla* King, va a depender de la presencia de fuentes de semilla y condiciones aptas para la germinación y desarrollo posterior. Ambas condiciones podrían cumplirse mediante la implementación de un sistema parecido al TSS (Tropical Shelterwood System) utilizado en Trinidad. En este sistema, la regeneración se estimula dejando un dosel abierto de árboles semilleros, para así asegurar la fuente de semilla y a la vez la suficiente luz para permitir el desarrollo posterior de la regeneración. (**Catie 1996**).

✓ **Trasplante**

Una vez producida las plántulas y cuando este alcance una altura de 10 cm, se trasplantan a bolsas de polietileno negro de 18 x30, los plantones de caoba se pueden mantener hasta el año de edad dentro del vivero.

Sin embargo, a partir de los cinco o siete meses, cuando alcancen una altura de 501 cm, están listas para ser en terreno definitivo.

1.2.6. Deforestación

La deforestación es la pérdida de bosque debida a la acción humana para: Explotar su madera y minerales del subsuelo, Tener tierras cultivables y pastos. La construcción de carreteras, ferrocarriles, viviendas. **(Infoagro 2000)**

✓ **El suelo**

El suelo es un recurso natural no renovable y todos los seres vivos dependemos directa o indirectamente de él. El suelo tiene capacidad para sustentar la vida. La pérdida de suelo fértil ocurre de manera natural debido a la erosión del suelo por agentes como el agua y el viento. La erosión del suelo reduce su fertilidad porque provoca la pérdida de minerales y materia orgánica de la capa más superficial del mismo, esto ocurre especialmente en terrenos secos y sin vegetación. **(Infoagro 2000)**

✓ **Principales zonas deforestadas**

Pero los lugares en que la deforestación es más grave son en las selvas lluviosas o pluviosas, ya que, aunque no sean los bosques más extensos, acogen a más de la mitad de especies animales y vegetales del mundo y la pérdida de estos bosques es un daño irreparable para el planeta.

✓ **La erosión del suelo**

Con frecuencia, el resultado de la deforestación es la erosión del suelo. Cuando no hay árboles cubriendo el suelo, la lluvia golpea directamente el suelo en lugar de gotear gradualmente desde las ramas y caer suavemente sobre el piso forestal. Esto significa que cuando llueve, más agua golpea más fuertemente el suelo, arrastrándolo. Sobre el suelo de la mayoría de los bosques, hay una capa de material orgánico, como hojas en descomposición y madera, que absorbe el agua. La lluvia puede ser absorbida por esta capa en lugar de escurrirse sobre el suelo. **(Catie 1996).**

1.2.7. Reforestación

Es la medida principal que se toma en las zonas deforestadas pero estas especies que se plantarán serán aquellas que sean adecuadas para el suelo deforestado, ya que tras una deforestación el suelo queda expuesto a radiaciones solares, pierde espesor debido a la erosión, Reforestación con especies nativas: Establecimiento

de bosques en tierras deforestadas mediante la siembra de semillas o plántulas de árboles, la mayoría nativos de la zona a restaurar. Es un proceso intensivo en el uso de recursos de las especies con valor social o económico: Proveen productos y servicios que generan ingresos o beneficios para los habitantes.

- El nivel de degradación del sitio determina el tipo/intensidad de acciones apropiadas para iniciar y favorecer el crecimiento de nueva vegetación.
- El potencial de regeneración determina el tipo/intensidad del esfuerzo necesario para restaurar la diversidad de especies en el sitio.
- Especies con función ecológica: Las que cumplen funciones ecológicas claves para la restauración del bosque: mejorar los suelos, facilitar la RN, o proveer alimento para la fauna silvestre. Valor social o función ecológica 1 2 3 En restauración, no todos los árboles son iguales.

Para determinar cuáles especies se utilizan es necesario tener claros los objetivos de la restauración.

Otro factor clave para seleccionar las especies es qué tan adaptadas están a las características del sitio:

- luminosidad
- humedad
- condiciones del suelo, etc.

Algunos recursos útiles para identificar las especies mejor adaptadas al sitio: Conocimiento local de las especies del bosque, Información documentada sobre el uso de estas especies para reforestación, Pruebas de selección de especies. **(Infoagro 2000)**

1.3. Definición de términos

- **Abono orgánico**

Sustancia de origen natural procedente de los seres vivos, que aporta al suelo y las plantas nutrientes para su buen desarrollo. **(Alexander 1977)**

- **Agricultura**

Actividades y conocimientos desarrollados por el hombre, destinados a cultivar la tierra y cuya finalidad es obtener productos vegetales (como verduras, frutos,

granos y pastos) para la alimentación del ser humano y del ganado. (**Jácome 2013**)

- **Biodegradable**

Sustancia que puede ser descompuesta con cierta rapidez por organismos vivientes. Los más importantes de los cuales son bacterias aerobias. Sustancia que se descompone o desintegra con relativa rapidez. (**Higa y Parr 2010**)

- **Compost o abono orgánico**

Es el producto resultante del proceso de compostaje. (**Farge 2012**)

- **Compostaje**

Es un proceso de reciclaje completo de la materia orgánica mediante el cual ésta es sometida a fermentación en estado sólido. (**Farge 2012**)

- **Estiércol**

Los estiércoles son los excrementos de los animales que resultan como desechos del proceso de digestión de los alimentos que consumen. (**Moriya 2007**)

- **Proceso microbiológico**

Se basan en modificar un microorganismo para obtener un buen rendimiento del producto deseado, habitualmente para métodos genéticos. (**Rivera 2011**)

- **Propagación**

Se llama propagación al conjunto de fenómenos físicos que conducen a las ondas del transmisor al receptor. Esta propagación puede realizarse siguiendo diferentes fundamentos físicos. (**Navarro 1999**)

CAPITULO II

MATERIALES Y METODOS

2.1 Materiales

- Libreta de campo
- Lapiceros
- Wincha
- Botas
- Guantes
- Mascarilla
- Madera
- Bolsas de polietileno
- Calaminas
- palana
- Tierra
- Estiércol (cuyaza, gallinaza)
- Semilla de “caoba”

Equipos

- Cámara fotográfica digital (Sony)
- Balanza
- Termómetro
- Laptop

2.2 Metodología

El trabajo de investigación fue a partir de la fecha de instalación de las camas composteras, que fue en el mes de mayo del 2017; hasta el final de la siembra y monitoreo en campo definitivo de los plantones de caoba del 2018.

2.2.1. Características del experimento

Camas composteras

Largo: 18 m

Ancho: 5 m

Área total: 90 m²

Número de camas: 18

Nº de tratamientos: 9

Nº de repeticiones: 2

Diseño de la cama almaciguera

Largo: 1.50 m

Ancho: 1 m

Área total: 1,50 m²

Cantidad de semillas: 1,50 kg

Campo experimental (campo definitivo)

Área del terreno: 270 m

Distanciamiento: 3 x 3

Técnica: los tres bolillos

Numero de plantones: 90

2.2.2. Ejecución del Experimento

a) Limpieza del terreno

Se utilizó machete y lampa para eliminar las malezas, para la construcción de las camas composteras.

b) Construcción de las camas composteras

Para la construcción se limpió el terreno y luego se formó las camas para el compostaje donde la cobertura fue de calamina, el material de bambú, cada cama tiene una medida de 2,50 x 2 metros.

c) Recolecciones de los residuos sólidos domiciliarios orgánicos

Una vez formado las camas para el compostaje se pasó a la recolección de los residuos sólidos domiciliarios (alimentos, excedentes de comida, entre otros) donde se tomó un tiempo de una semana para la recolección y el transporte de los Residuos.

d) Recolección del estiércol (Gallinaza, Cuyaza)

Se recolecto estiércol fresco tanto de gallinaza y cuyaza, nos llevó un tiempo de tres días para la recolección, fueron sacos dos sacos de 50 kg por cada diferente tipo de estiércol.

e) Preparación de los microorganismos eficaces (ME)

Se utilizó el método casero para cosechar bacterias con arroz donde se utilizó los siguientes materiales:

- Un envase de regular tamaño de boca ancha

- 5 kg de arroz cocido
- Un pedazo de tela de nailon
- Aislamiento de bacterias
- Batea para el triturado de bacterias

Se tapó y se amarro bien la boca del envase con la tela de nailon. Se enterró el recipiente en un talud de tierra húmeda, se cubrió el envase con materia orgánica en descomposición.

f) Cosecha de bacterias

- Después de dos semanas se desenterró el envase.
- El arroz estaba lleno de bacterias se pasó al triturado.
- Se mesclo el arroz con tres litros de melaza de caña con 6 litros de agua limpia no clorada, así se obtuvo la solución. Cada dosis era de 1,5 litros

g) Preparaciones de los RRSS en las camas composteras

La incorporación de los residuos a las camas composteras fue de una manera manual, donde en cada cama se llenó dos sacos de 50 kilos cada saco por cama de residuos sólidos.

h) Mezcla del estiércol (gallinaza, cuyaza) a las camas composteras.

Una vez todo lleno las camas de residuos sólidos se pasó al mesclado de estiércol con los residuos sólidos donde la cual para cada tratamiento se hecho 5 kg de gallinaza y 5kg de cuyaza, eran 9 tratamientos con 2 repeticiones.

i) Volteo o ventilación de las camas composteras.

El volteo o ventilación de las camas se hizo normalmente semanal durante las 3 a 4 semanas, luego se lo hizo una vez quincenal para que sea correlativo y el compost se mantuviera en un buen estado. Se produjo un compost maduro de 4 meses desde junio hasta septiembre.

j) Medición de la temperatura de compostaje

Consistió en la medición de la temperatura utilizando un termómetro ambiental donde la cual se midió dos veces por semana durante los 2 a 5 días y también 2 veces a la semana durante de 2 a 5 semanas, luego se hizo la medición de una sola vez por semana durante los 3 a 4 meses.

k) Preparación de la cama almaciguera

La producción de caoba se hizo por semilla dentro de una cama

almaciguera o almacigo como se lo puede decir, donde la germinación y formación de plántulas ocurrió aproximadamente en 20 días, la semilla está fresca y muy bien fisiológicamente, la semilla se enterró de forma vertical aplicando la técnica de las hileras de forma vertical enterrado toda la base de la semilla para su crecimiento de la radícula y el hipocotíleo .Se instaló la cama almaciguera para la geminación de las semillas de caoba donde se hizo en almacigo un 1.50 kg de semillas. El material fue de arena para avanzar el crecimiento de las semillas y para la facilite la filtración de agua.

l) Preparación del sustrato para los plantones

Se preparó la tierra negra o tierra orgánica, se zarandó o tapizado por cada número tratamiento, debidamente mezclado con el compost obtenido de cada tratamiento.

m) Embolsado

Esta actividad consistió en llenar las bolsas de polietileno de dimensiones de 5x9 con el sustrato formado, de (50% y 20%) por cada tratamiento ,labor realizada manualmente, este proceso consistió en llenar la bolsa con el sustrato poco a poco, aplicando golpecitos a la bolsa contra el suelo, para que el sustrato se distribuya sin dejar espacios vacíos, asegurando una buena distribución y lograr la rigidez deseada, compactando la bolsa con la ayuda de una pequeña presión con los dedos, pero sin que esta presión sea demasiado fuerte que la haga demasiado compacta, lo que originaría el rompimiento de la bolsa durante el repique. Por último, se colocó el sustrato embolsado ordenadamente en las camas.

n) Muestreo del compost

Se hizo la selección del compost usando el método del cuarteo por cada tratamiento la cual cada muestra fueron llevados al laboratorio constituyéndose en una muestra representativa de 500 g. para su respectivo análisis físico-químico.

o) Repique de las plántulas

Consistió en trasplantar las plántulas del almacigo a las bolsas de polietileno llenas de sustrato. El momento oportuno del repique. Repique

se realizó cuando la plántula tenía con 4 hojas verdaderas y 10 cm de altura.

El repicado se realizó en días nublados, por las mañanas o tardes, para proceder a ello, previamente se realizó un riego a las camas de almacigo.

p) Siembra de plántones en campo

- **Reparación del campo definitivo**

La preparación del sitio en la reforestación se realizó con la finalidad de eliminar malezas y evitar competencia para las plántulas por suelo, agua, luz y nutrientes. La adecuada y oportuna preparación del terreno es un factor fundamental en las plantaciones, ésta proporciona a las plantas las condiciones necesarias para su adecuado crecimiento y desarrollo.

- **Espaciamiento y marcación de la plantación**

La distancia (espaciamiento) entre los plántones fue de 3x3 metros usando la técnica de los tres bolillos donde tiene mucha trascendencia en su crecimiento y productividad.

- **Apertura de hoyos**

Después de la marcación se pasó a la apertura de hoyos para favorecer la penetración de las raíces, acelerar la infiltración del agua, aumentar la cantidad de agua que puede captar una unidad de suelo y mejorar la aireación del suelo, la profundidad de los hoyos fue de 30 a 40 cm.

- **Plantación de la caoba**

Se efectuó el trabajo hasta esta etapa, se contó con una planta de buena calidad de una especie apropiada al lado de un hoyo bien preparado en un sitio adecuado para lograr el objetivo de la plantación.

- **Mantenimiento de la plantación**

Después de realizarse la plantación se pasó al cuidado y a la evaluación de los plántones hay que manejarla y protegerla. De otra manera, el trabajo y la investigación serán en vano.

Cuando el riego es necesario y posible, este se hace normalmente en la primera temporada de sequía, aunque si la plantación se ha hecho en la época oportuna, generalmente no será necesario regar las plantas. Es importante desyerbar primero, para que sean tan solo los árboles los que aprovechen la humedad.

El deshierbe alrededor de los arbolitos tiene mucha trascendencia y su frecuencia varía según la rapidez del crecimiento de la maleza. Los deshierbes más importantes, sin ser los únicos, son los que se hacen en dos épocas en particular.

- **Riego**

Los riegos se realizaron en forma constante de acuerdo a la capacidad de campo del suelo.

q) Parámetros evaluados

- **Altura por planta**

se tomó la medida de la altura de cada planta de cada tratamiento lo cual se lo hizo desde que estaba en plántulas hasta en el campo definitivo.

- **Número de hojas por planta**

Se contó el número de hojas de cada planta desde que estaban en plantones hasta en el campo definitivo, desde allí se iba viendo la producción de cada planta en hojas.

2.2.3. Diseño y características del experimento

Diseño Experimental

Se evaluó la dosis correcta de los microorganismos eficaces para el compostaje con un total de nueve (9) tratamientos y de con dos (2) repeticiones.

Tabla 4*Tratamientos en estudio*

N° del tratamiento	Descripción de tratamiento	Dosis de ME
1	Gallinaza + RRSS	Sin dosis
2	Gallinaza + RRSS	Con 1 dosis (1,5 L)
3	Gallinaza+ RRSS	Con 2 dosis (3 L)
4	Cuyaza + RRSS	Sin dosis
5	Cuyaza + RRSS	Con 1 dosis (1,5 L)
6	Cuyaza +RRSS	Con 2 dosis (3 L)
7	Gallinaza + Cuyaza +RRSS	Sin dosis
8	Gallinaza + Cuyaza +RRSS	Con 1 dosis (1,5 L)
9	Gallinaza + Cuyaza +RRSS	Con 2 dosis (3 L)

2.3. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Se utilizó el diseño completamente al azar (DCA), usando el (ANVA) y la prueba de rango múltiple de (DUNCAN) para el análisis comparativo de los tratamientos.

Tabla 5

El Anova

Fuente Variación	Gl	SC	CM	FC	Ft	SIGNIFIC
Tratamiento	GLt	SCt	CMt	CMt/CME	0.05-0.01	.
Error		SCEij	CMEij			
Total						

Fuente: Manuel Córdova, estadística inferencial, segunda edición, 2002. Lima

Con un nivel de

- Confiabilidad: 95% y un nivel de significancia: 5 %

La prueba de rango múltiple que se empleó en el presente trabajo de investigación fue la prueba de Duncan cuyo procedimiento:

$$I: s\tilde{x} = \sqrt{\frac{C.M.E}{R}}$$

II: Ordenación del tratamiento

III: Comparación del tratamiento

IV: Interpretación

- **Software utilizado para el procesamiento y análisis de datos**

Los datos recolectados fueron organizados y procesados con la ayuda del software Microsoft Excel.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

3.1.1. Determinación de la dosis específica de microorganismos eficaces (ME), para la elaboración del compost a partir de los diferentes tipos de estiércol.

En esta determinación se consideró los resultados del crecimiento mensual (altura en cm) y el número de hojas de la planta indicadora consistente en *Swietenia macrophylla* “Caoba”, sembrada en suelo tratado con cada compost obtenido.

Tabla 6

Tratamientos con mayor valor promedio de altura de planta (cm) y número de hojas de *Swietenia macrophylla* “caoba”.

REPETICIONES	DOSIS X RESIDUOS en Altura de Planta (cm) a seis meses de edad						
	SIN DOSIS (D0)			DOSIS UNO (D1)	DOSIS DOS (D2) (3 L)		
	R1	R4	R7	R2 (1,5 L)	R3	R2	R3
1	38	25	35	20	25	35	35
2	39	25	32	30	28	36	40
3	35	27	30	25	24	38	38
4	39	25	30	22	24	32	34
5	40	25	32	25	22	29	35
6	35	25	34	26	24	28	36
7	32	20	32	23	25	31	35
8	35	20	29	25	25	30	36
9	39	22	35	28	24	35	35
10	35	20	23	25	28	36	32
SUMATORIA	367	234	319	249	249	330	356
PROMEDIO	36,7	23,4	31,9	24,9	24,9	33,0	35,6
Total Dosis x residuo.	D0 = 92,0			D1 = 49,80		D3 = 68,60	
Prom. Dosis x Residuo	30,67			24,9		34,30	

Interpretación: Según los promedios de altura de planta evaluado a los seis (6) meses después de instalado la plantación de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*), la dosis dos (2) de ME utilizado en los residuos presentó un compost en la cual las plantas alcanzaron la mayor altura.

Tabla 7

Tratamientos con mayor valor promedio de hojas/planta de *Swietenia macrophylla* “caoba”.

REPETICIONES	DOSIS X RESIDUOS en N° Hojas por Planta a seis meses de edad						
	SIN DOSIS (D0)			DOSIS UNO (D1)		DOSIS DOS (D2) (3 L)	
	R1	R4	R7	R2 (1,5 L)	R3	R2 L)	R3
1	26	22	20	22	16	22	20
2	25	20	21	18	16	23	28
3	25	19	19	19	16	24	25
4	26	20	20	18	16	19	25
5	24	20	20	16	15	19	24
6	25	21	20	19	16	22	23
7	23	18	20	18	16	20	25
8	25	18	21	18	16	19	25
9	22	18	19	17	14	22	24
10	20	17	20	16	15	19	23
SUMATORIA	241	193	200	181	156	209	242
PROMEDIO	24,1	19,3	20,0	18,1	15,6	20,9	24,2
Total Dosis x resid.		63,40			33,7		45,1
Prom. Dosis x Residuo		21,13			16,85		22,55

Interpretación: Según los promedios del N° de Hojas por planta evaluado a los seis (6) meses después de instalado la plantación de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*), la dosis dos (2) de ME utilizado en los residuos presentó un compost en la cual las plantas alcanzaron el mayor N° de hojas por planta, superando significativamente a la dosis uno y con semejanza a la dosis uno.

Tabla 8

Clave de los Tratamientos en Estudio.

SIN DOSIS DE ME	CON UNA (1) DOSIS DE ME	CON DOS (2) DOSIS DE ME
T1 (Gallinaza +RR. SS.)	T2 (Gallinaza + RR.SS.)	T3 (Gallinaza +RR.SS.)
T4 (Cuyaza +RR. SS.)	T5 (Cuyaza+ RR.SS.)	T6 (Cuyaza + RR.SS.)
T7 (Gallinaza +Cuyaza + RR.SS)	T8 (Gallinaza+ Cuyaza + RR. SS.)	T9 (Gallinaza+ Cuyaza + RR. SS.)

Interpretación: Para la elaboración del compost es mejor la doble dosis, es decir Dos (2) dosis ubicados en los residuos sólidos orgánicos fue mejor, debido a su buen contenido de N y aceptables cantidades de elementos químicos requeridos por la planta.

Tabla 9

Resumen del promedio de altura de planta mensual del crecimiento de *Swietenia macrophylla* “caoba”.

ALTURA DE PLANTA (Cm)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
A UN MES 05/10/2017	9,90 b	10,90 a b	10,90 a b	11,50 a b	10,90 a b	11,00 a b	12,40 a	12,00 a b	11,50 a b
A DOS MESES 05/11/2017	13,80 b	13,50 b	13,20 b	14,50 a b	14,40 b	13,90 b	15,70 a	14,60 a b	15,10 a b
A TRES MESES 05/12/2017	16,60 b c d	16,20 b c d	15,80 b c d	15,40 d	16,90 b c	17,00 b	18,90 a	17,00 b	16,70 b c d
A CUATRO MESES 05/01/2018	28,70 a	21,80 h	24,60 b c d e f g	20,90 h	24,90 b c d e f	24,90 b c d e	26,00 b	25,40 b c d	25,90 b c
A CINCO MESES 05/02/2018	33,00 a b	26,40 e	24,0 e f g h	20,0 i	24,90 e f g	24,90 e f	28,60 d	31,00 c	33,50 a
A SEIS MESES 05/03/2018	36,70 a	30,40 d	27,60 e	23,40 f	24,90 f	24,90 f	31,90 c d	33,00 c	35,60 a b

Interpretación: En la Tabla 09, Dos dosis en residuos sólidos más gallinaza más cuyaza) observamos que la altura de planta fue superior durante los dos últimos meses de evaluación.

Tabla 10

Resumen del promedio del número de hojas por planta de *Swietenia macrophylla* “Caoba”

N° DE HOJAS	T R A T A M I E N T O S								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
A UN MES 05/10/2017	2,40	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	3,0	3,1
A DOS MESES 05/11/2017	10,60 b c d e f	11,70 a	11,50 a b	10,80 a b c d e	9,60 g	9,50 g	10,00 e f g	11,00 a b c	10,90 a b c d
A TRES MESES 05/12/2017	11,40 a b c d	7,70 e f g	6,50 h	7,20	12,00 a b	12,00 a	7,0 e f	8,10 e	11,70 a b c
A CUATRO MESES 05/01/2018	15,50 a b c	12,20 g	11,70 g	16,30 a	15,20 a b c d	15,10 b c d e	13,80 f	13,80 f	15,80 a b
A CINCO MESES 05/02/2018	11,40 d	15,30 b c d	11,70 c d	16,40 b c d	15,20 b c d	15,10 b c d	18,20 a b	17,40 a b c	21,0 a
A SEIS MESES DE EDAD: 05/03/2018	24,10 a b	18,10 e f	15,60 g	19,30 d e	15,20 g	15,40 g	20,00 c d	20,90 c	24,20 a

Interpretación: En la Tabla 10 (T9: Dos dosis en residuos sólidos más gallinaza más cuyaza) observamos que el número de hojas fue superior numéricamente y estadísticamente durante los dos últimos meses de evaluación.

Tabla 11

Resultado del análisis químico de los tratamientos en estudio.

Caract. Químicas	T R A T A M I E N T O S								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
% P2O5	0,0298	0,0305	0,0397	0,0392	0,0472	0,0487	0,0497	0,0467	0,0487
% K2O	0,6240	0,5925	0,4763	0,4590	0,3090	0,3060	0,3083	0,3180	0,3225
% Ca	0,3447	0,3928	0,3607	0,3928	0,4248	0,4168	0,4008	0,3928	0,4088
% Mg	0,0314	0,0358	0,0328	0,0358	0,0387	0,0379	0,0365	0,0358	0,0372
% Na	0,0078	0,0074	0,0069	0,0083	0,0071	0,0078	0,0069	0,0078	0,0083
% Ca O	0,4816	0,5488	0,5040	0,5488	0,5936	0,5824	0,5600	0,5488	0,5712
% MgO	0,0519	0,0591	0,0543	0,0591	0,0639	0,0627	0,0603	0,0591	0,0615

Interpretación: En la Tabla 11 observamos que el Tratamiento nueve (T9) Dos dosis en residuos sólidos más gallinaza más cuyaza) presenta mayores contenidos porcentuales de Fósforo y Calcio, con un buen contenido de Magnesio.

3.1.2. Evaluación de las características biométricas (altura, número de hojas) de los plantones de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*) en el campo experimental.

Los resultados de las características biométricas obtenidos en la presente evaluación se indican a continuación.

➤ Altura de planta (cm) a la edad de un mes de la “caoba”

Tabla 12

Análisis de Varianza (ANVA) de altura de planta (cm) a la edad de un mes de los plantones de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*).

F.V	G.L.	S. C.	C. M.	Fc	F t 0,05	0,01	SIGNIFICANCIA
Tratamientos	8	42,089	5,261	2,232	2,05	3,76	*
Error Exper.	81	190,90	2,357				
Total	89						

Coeficiente de Variación (CV) = $[(\text{CMEE})^{1/2} / \text{Promedio general}] \times 100$

$$\text{CV} = 13.7 \%$$

Error Standard = $[\text{CMEE}/\text{repeticiones}]^{1/2}$.

Entonces el **Error Estándar** = 0,49

Interpretación: Indica que tan disperso están los datos con respecto al promedio, lo cual necesita realizarse la prueba de Duncan.

Tabla 13

Prueba de Duncan a 0.05 de probabilidad para altura (cm) de los plántones de “caoba” (*Swietenia macrophylla*) a un mes de edad.

Clave	Duncan a 0.05 de probabilidad (*) de promedios de altura de planta (cm) de los plántones de “caoba” (<i>Swietenia macrophylla</i>) a un mes de edad.
T7	12,40 a
T8	12,00 a b
T9	11,50 a b
T4	11,40 a b
T6	11,00 a b
T5	10,90 a b
T3	10,90 a b
T2	10,90 a b
T1	9,90 b

(*): Promedios con la misma letra son iguales, en caso contrario son significativos.

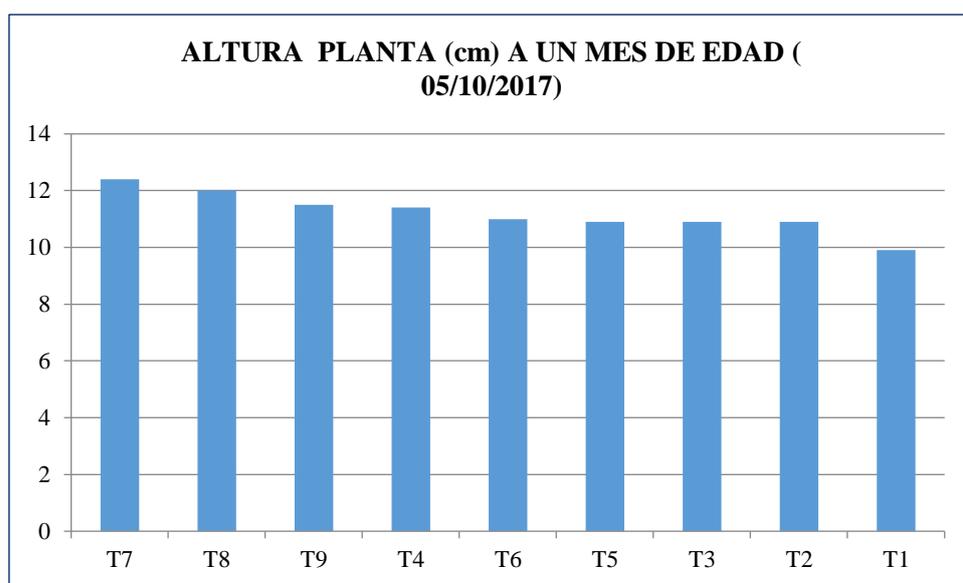


Figura 1: Altura de planta a un mes de edad.

Interpretación:

Según el ANVA de altura de planta expresado en centímetros a la edad de un mes de los plántones de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*), evaluado el 05/10/2017, presentó significancia entre los tratamientos estudiados.

La prueba de Duncan de los promedios de altura (cm) de los plántones de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*) a un mes de edad, indica que el tratamiento siete (Residuos sólidos más gallinaza mas cuyaza, sin dosis), numéricamente fue superior a todos los

tratamientos, sin embargo, estadísticamente fue igual a los demás con excepción al tratamiento uno (residuos sólidos más gallinaza) y sin dosis.

En la figura observamos que el tratamiento siete (T7) supera numéricamente a los demás tratamientos evaluados.

➤ **Altura de planta (cm) a la edad de dos meses de los plántones de “caoba”**

Tabla 14

Análisis de Varianza (ANVA) de altura de planta (cm) a la edad de dos meses de los plántones de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*).

F.V	G.L.	S. C.	C. M.	Fc	F t	SIGNIFICANCIA
					0,05	0,01
Tratamientos	8	50	6,250	3,754	2,05	3,76
Error Exper.	81	134,90	1,665			
Total	89					*

$$\text{Coeficiente de Variación (CV)} = [(\text{CMEE})^{1/2} / \text{Promedio general}] \times 100$$

$$\text{CV} = 9,02 \%$$

$$\text{Error Standard} = [\text{CMEE}/\text{repeticiones}]^{1/2}$$

$$\text{Error Estándar} = 0,41$$

Tabla 15

Prueba de Duncan a 0.05 de probabilidad para altura de planta (cm). a dos meses de edad de los plántones de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*).

Clave	Duncan a 0.05 de probabilidad (*) de promedios de altura de planta (cm) de los plántones de “Caoba” (<i>Swietenia macrophylla</i>) a dos meses de edad (05/11/2017)
T7	15,70 a
T9	15,10 a b
T8	14,60 a b
T4	14,50 a b
T5	14,40 b
T6	13,90 b
T1	13,80 b
T2	13,50 b
T3	13,20 b

(*): Promedios con la misma letra son iguales, en caso contrario son significativos.

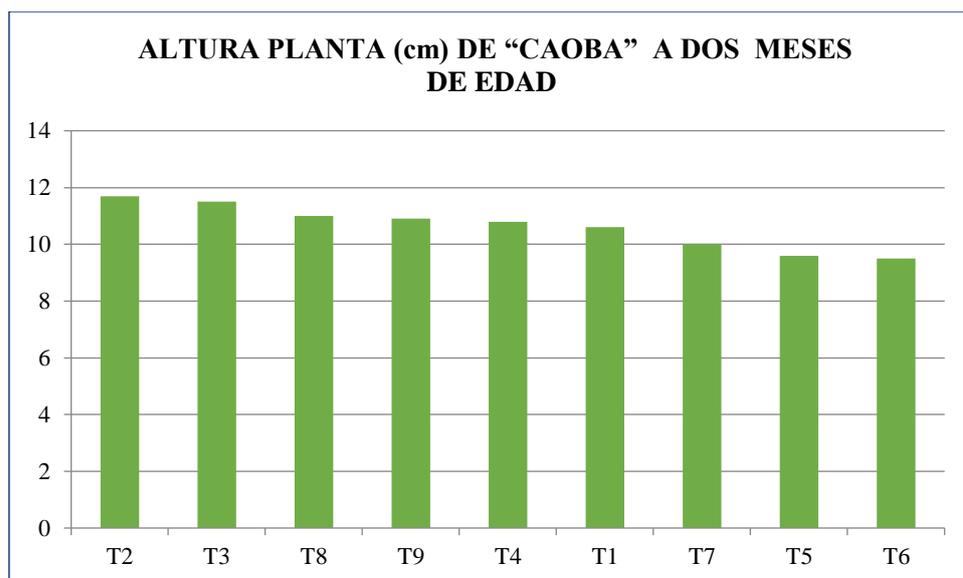


Figura 2: Altura de planta a dos meses de edad.

Interpretación:

Según el ANVA de altura de planta expresado en centímetros a la edad de dos meses de los plántones de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*), evaluado el 05/11/2017, presentó significancia entre los tratamientos estudiados.

La prueba de Duncan de los promedios de altura (cm) de los plántones de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*) a dos meses de edad, indica que el tratamiento siete (Residuos sólidos más gallinaza mas cuyaza, sin dosis), numéricamente fue superior a todo los tratamientos, sin embargo estadísticamente fue igual a T9, T8 y T4, en el cual el tratamiento tres (residuos sólidos más gallinaza) y con dos dosis presentó el menor valor numérico, sin embargo presentó similitud estadística con todo los tratamientos evaluados, a excepción de T7.

➤ **Altura de planta (cm) a tres meses de edad**

Tabla 16

Análisis de Varianza (ANVA) de altura de planta (cm) a tres meses de edad de los plántones de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*).

F.V	G.L.	S. C.	C. M.	Fc	F t	SIGNIFICANCIA
Tratamientos	8	78,16	9,77	5,142	0,05 2,05	0,01 3,76
Error Exper.	81	153,90	1,9			**
Total	89					

Coefficiente de Variación (CV) = $[(\text{CMEE})^{1/2} / \text{Promedio general}] \times 100$

CV = 8,24 %

Error Standard = [CMEE/repeticiones]^{1/2}

Error Estándar = 0,44

Tabla 17

Prueba de Duncan a 0.05 de probabilidad para altura de planta (cm). a tres (3) meses de edad de los plántones de “caoba” (*Swietenia macrophylla*).

Clave	Duncan a 0.05 de probabilidad (*) de promedios de altura de planta (cm) de los plántones de “caoba” (<i>swietenia macrophylla</i>) a tres meses de edad (05/10/2017)	
T7	18,90	a
T8	17,00	b
T6	17,00	b
T5	16,90	b
T9	16,70	b
T1	16,60	b
T2	16,20	b
T3	15,80	b
T4	15,40	c

(*): Promedios con la misma letra son iguales, en caso contrario son significativos.

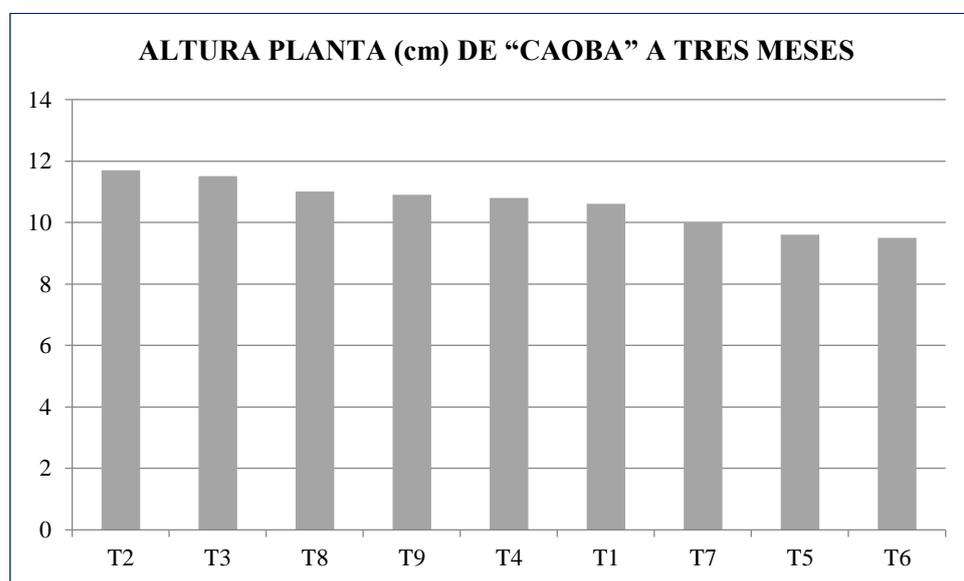


Figura 3: Altura de planta a tres meses de edad.

Interpretación: Según el ANVA de altura de planta expresado en centímetros a la edad de tres meses de los plántones de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*), evaluado el 05/12/2017, presentó alta significancia entre los tratamientos estudiados.

En la presente prueba el tratamiento siete (Residuos sólidos más gallinaza más cuyaza) fue superior numéricamente y estadísticamente a todos los tratamientos evaluados. Y el T4 (Residuos sólidos más cuyaza y sin dosis) presentó el menor valor numérico.

➤ **Altura de planta (cm) a cuatro meses de edad.**

Tabla 18

Análisis de Varianza (ANVA) de altura de planta (cm) a cuatro (4) meses de edad de los plantones de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*). Tratamientos en campo definitivo.

F.V	G.L.	S. C.	C. M.	Fc	F t	SIGNIFICANCIA
					0,05	0,01
Tratamientos	8	424,889	53,11	10,438	2,05	3,76
Error Exper.	81	412,10	5,088			
Total	89					

Coefficiente de Variación (CV) = $[(\text{CMEE})^{1/2} / \text{Promedio general}] \times 100$

CV = 9,09 %

Error Standard = $[\text{CMEE}/\text{repeticiones}]^{1/2}$

Error Estándar = 0,1

Tabla 19

Prueba de Duncan a 0.05 de probabilidad para altura de planta (cm) de los plantones de “caoba” (*Swietenia macrophylla*). a cuatro (4) meses de edad (05/01/2018) en campo definitivo.

clave	Duncan a 0.05 de probabilidad (*) de promedios de altura de planta (cm) de los plantones de “caoba” (<i>Swietenia macrophylla</i>) a cuatro (4) meses de edad (05/01/2018)	
T1	28,70	a
T7	26,00	b
T9	25,90	b
T8	25,40	b
T6	24,90	b
T5	24,90	b
T3	24,60	b
T2	21,80	c
T4	20,90	c

(*): Promedios con la misma letra son iguales, en caso contrario son significativos.

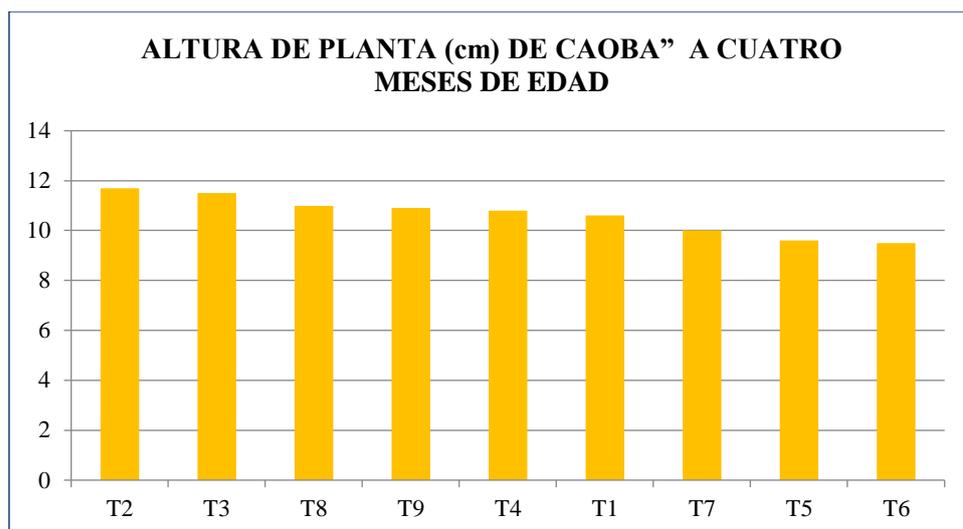


Figura 4: Altura de planta a cuatro meses de edad.

Interpretación:

Según el ANVA de altura de planta expresado en centímetros a la edad de cuatro meses de los plántones de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*), evaluado el 05/01/2018, presentó alta significancia entre los tratamientos estudiados.

En la presente prueba el tratamiento uno (Residuos sólidos más gallinaza y sin dosis) fue superior numéricamente y estadísticamente a todos los tratamientos evaluados. Y el T4 (Residuos sólidos más cuyaza y sin dosis) presentó el menor valor numérico.

➤ **Altura de planta (cm) a cinco meses de edad**

Tabla 20

Análisis de varianza de altura de planta (cm) a la edad de cinco meses de los plántones de “caoba” (*Swietenia macrophylla*).

F.V	G.L.	S. C.	C. M.	Fc	F t	SIGNIFICANCIA
					0,05	0,01
Tratamientos	8	1464,0	183	39,61	2,05	3,76
Error Exper.	81	374,40	4,62			
Total	89					

Coefficiente de Variación (CV) = [(CMEE)^{1/2} / Promedio general] x 100

CV = 7,81 %

Error Standard = [CMEE/repeticiones]^{1/2}

Error Estándar = 0,68

Tabla 21

Prueba de Duncan a 0.05 de probabilidad para altura de planta (cm). a edad de cinco meses de los plantones de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*).

Clave	Duncan a 0.05 de probabilidad (*) de promedios de altura de planta (cm) de los plantones de “caoba” (<i>Swietenia macrophylla</i>) a cinco (5) meses de edad (05/02/2018)	
T9	33,50	a
T1	33,00	a b
T8	31,00	c
T7	28,60	d
T2	26,40	e
T6	24,90	e
T5	24,90	e
T3	24,60	e
T4	20,90	f

(*): Promedios con la misma letra son iguales, en caso contrario son significativos.

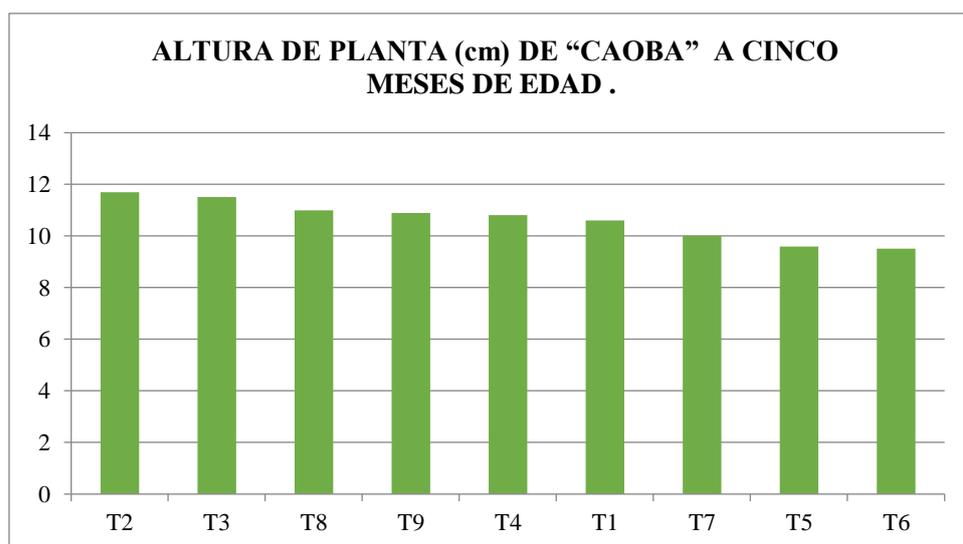


Figura 5: Altura de planta a cinco meses de edad.

Interpretación:

Según el ANVA de altura de planta expresado en centímetros a la edad de cinco meses de los plantones de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*), evaluado el 05/02/2018, presentó alta significancia entre los tratamientos estudiados.

En la presente prueba el tratamiento nueve (Residuos sólidos más gallinaza, más cuyaza y con dos dosis) fue superior numéricamente a todos los tratamientos evaluados, pero con similitud estadística a T1 (Residuos sólidos más gallinaza y sin dosis). Y el T4 (Residuos

sólidos más cuyaza y sin dosis) presentó el menor valor numérico y menor valor estadístico

➤ **Altura de planta (cm) a la edad de seis meses de la “caoba” (*Swietenia macrophylla*).**

Tabla 22

Análisis de Varianza (ANVA) de altura de planta (cm) a la edad de seis (6) meses de los plántones de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*).

F.V	G.L.	S. C.	C. M.	Fc	F t	SIGNIFICANCIA
					0,05	0,01
Tratamientos	8	1900,756	237,595	35,35	2,05	3,76
Error Exper.	81	544,40	6,721			
Total	89					

Coefficiente de Variación (CV) = $[(\text{CMEE})^{1/2} / \text{Promedio general}] \times 100$

CV = 8,69 %

Error Standard = $[\text{CMEE}/\text{repeticiones}]^{1/2}$

Error Estándar = 0,82

Tabla 23

Prueba de Duncan a 0.05 de probabilidad para altura de planta (cm). A la edad de seis meses de los plántones de “caoba” (*Swietenia macrophylla*).

clave	Duncan a 0.05 de probabilidad (*) de promedios de altura de planta (cm) a seis (6) meses de edad de los plántones de “caoba” (<i>Swietenia macrophylla</i>). fecha 05/03/2018)	
T1	36,70	a
T9	35,60	a b
T8	33,00	c
T7	31,90	c d
T2	30,40	d
T3	27,60	e
T6	24,90	f
T5	24,90	f
T4	23,40	f

(*): Promedios con la misma letra son iguales, en caso contrario son significativos.

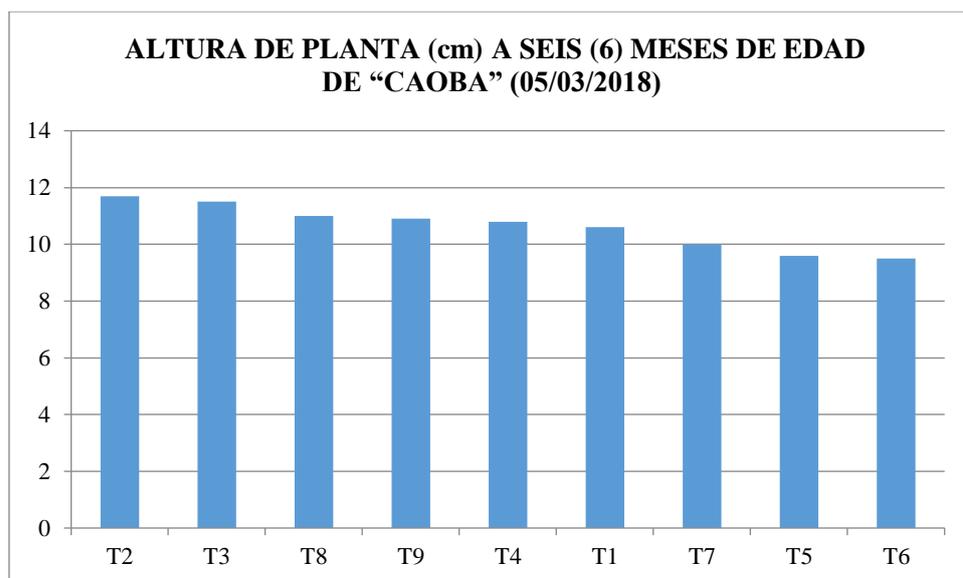


Figura 6: Altura de planta a seis meses de edad.

Interpretación: Según el ANVA de altura de planta expresado en centímetros a la edad de seis meses de los plántones de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*), evaluado el 05/03/2018, presentó alta significancia entre los tratamientos estudiados. En la presente prueba el tratamiento uno (Residuos sólidos más gallinaza y sin dosis) fue superior numéricamente a todos los tratamientos evaluados, pero con similitud estadística a T9 (Residuos sólidos más gallinaza y con dos dosis). Y el T4 (Residuos sólidos más cuyaza y sin dosis) presentó el menor valor numérico y con similitud estadística a T5 y T6 en el caso de inferioridad.

- **Numero de hojas/planta a un mes de edad de los plántones de “caoba” (*Swietenia macrophylla*).**

Tabla 24

Análisis de Varianza (ANVA) del N° de hojas/planta a un mes de la edad de la “Caoba” (*Swietenia macrophylla*).

F.V	G.L.	S. C.	C. M.	Fc	F t	SIGNIFICANCIA	
					0,05	0,01	
Tratamientos	8	5,09	0,363	0,915	2,05	3,76	N. S.
Error Exper.	81	56,30	0,695				
Total	89						

Coefficiente de Variación (CV) = $[(\text{CMEE})^{1/2} / \text{Promedio general}] \times 100$

CV = 31,9 %

Error Standard = $[\text{CMEE}/\text{repeticiones}]^{1/2}$

Error Estándar = 0,26

Tabla 25

Prueba de Duncan a 0.05 de probabilidad para el N° de hojas/ planta a un mes de edad de los plantones de “caoba” (*Swietenia macrophylla*).

Clave	Duncan a 0.05 de probabilidad (*) de promedios del n° de hojas/ planta de “caoba” (<i>Swietenia macrophylla</i>) a un mes de edad.
T9	3,1
T8	3,0
T7	2,50
T6	2,50
T5	2,50
T4	2,50
T3	2,50
T2	2,50
T1	2,40

(*): promedios con la misma letra son iguales, en caso contrario son significativos.

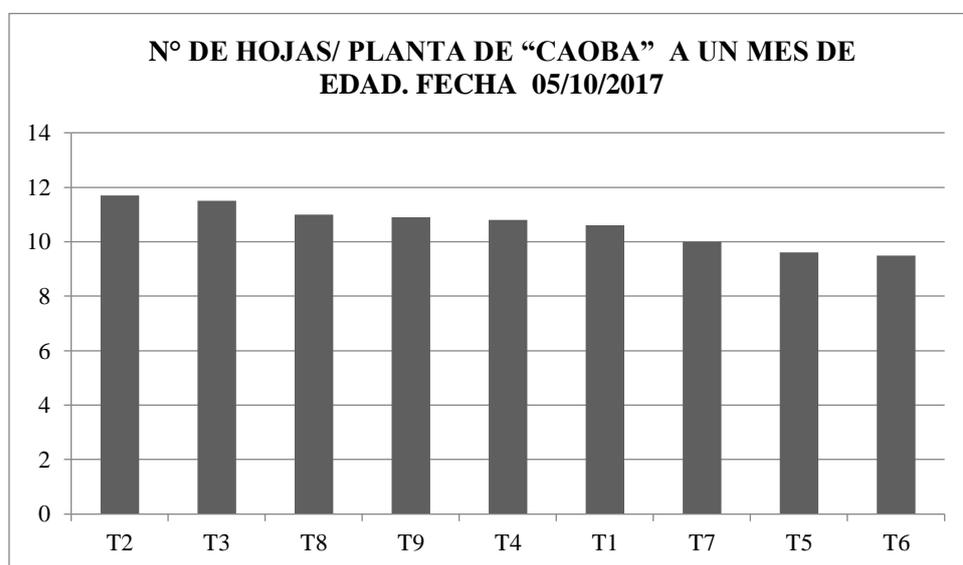


Figura 7. Numero de hojas por planta a un mes de edad.

Interpretación:

Según el ANVA del N° de hojas por planta en la edad de un mes de los plantones de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*), evaluado el 05/10/2017, no presentaron significancia

entre los tratamientos estudiados. Por tal motivo ya no es necesario hacer la siguiente prueba, es decir la prueba de Duncan.

No amerita hacer la prueba porque el Anva indica que no hay significancia entre los tratamientos. Solamente indicamos los promedios en la presente tabla.

➤ **Numero de hojas/ planta a dos meses de edad de los plantones de “caoba” (*Swietenia macrophylla*).**

Tabla 26

Análisis de Varianza (ANVA) para el N° de hojas/ planta a dos meses de edad de los plantones de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*).

F.V	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	F t	SIGNIFICANCIA
					0,05	0,01
Tratamientos	8	48,756	6,095	7,433	2,05	3,76
Error Exper.	81	66,40	0,820			
Total	89					**

Coefficiente de Variación (CV) = $[(\text{CMEE})^{1/2} / \text{Promedio general}] \times 100$

CV = 8,53 %

Error Standard = $[\text{CMEE}/\text{repeticiones}]^{1/2}$

Error Estándar = 0,29

Tabla 27

Prueba de Duncan a 0.05 de probabilidad para el n° de hojas/ planta de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*) a dos (2) meses de edad.

CLAVE	Duncan a 0.05 de probabilidad (*) del n° de hojas/ planta de “caoba” (<i>Swietenia macrophylla</i>) a dos (2) meses de edad.
T2	11,70 a
T3	11,50 a b
T8	11,00 a b
T9	10,90 a b
T4	10,80 a b
T1	10,60 b c
T7	10,00 c d
T5	9,60 d
T6	9,50 d

(*): Promedios con la misma letra son iguales, en caso contrario son significativos.

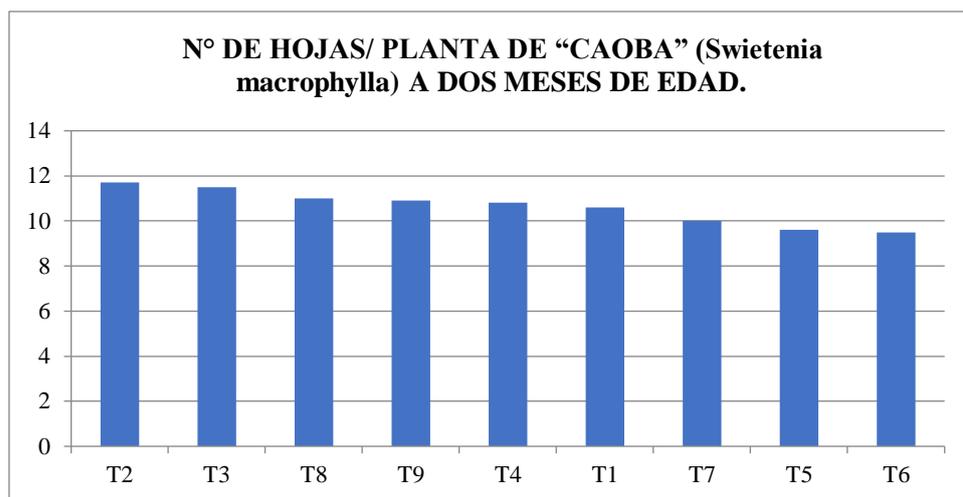


Figura 8: Numero de hojas por plantas a dos meses de edad

Interpretación:

Según el ANVA del N° de hojas por planta a dos meses de edad de los plántones de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*), evaluado el 05/11/2017, presentaron alta significancia entre los tratamientos estudiados. Por tal motivo fue necesario hacer la siguiente prueba, es decir la prueba de Duncan.

En la presente prueba el tratamiento dos (Residuos sólidos más gallinaza y con una dosis) fue superior numéricamente a todos los tratamientos evaluados, pero con similitud estadística a T3, T8, T9 y T4. Y el T6 (Residuos sólidos más cuyaza y con dos dosis) presentó el menor valor numérico y con similitud estadística a T7 y T5 en el caso de inferioridad.

- **Numero de hojas/ planta a tres meses de edad de “caoba” (*Swietenia macrophylla*).**

Tabla 28

Análisis de Varianza (ANVA) para el N° de hojas/ planta a tres meses de edad de los plántones de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*).

F.V	G.L.	S. C.	C. M.	Fc	F t	SIGNIFICANCIA
					0,05	0,01
Tratamientos	8	428,89	53,611	45,013	2,05	3,76
Error Exper.	81	96,50	1,191			
Total	89					

$$\text{Coeficiente de Variación (CV)} = [(\text{CMEE})^{1/2} / \text{Promedio general}] \times 100$$

CV = 11,62 %

Error Standard = [CMEE/repeticiones]^{1/2}

Error Estándar = 0,35

Tabla 29

Prueba de Duncan a 0.05 de probabilidad para el N° de hojas/ planta de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*) a tres (3) meses de edad.

Clave	Duncan a 0.05 de probabilidad (*) del N° de hojas/ planta de “caoba” (<i>Swietenia macrophylla</i>) a tres (3) meses de edad.	
T6	12,00	a
T5	12,00	a b
T9	11,70	a b
T1	11,40	a b
T8	8,10	c
T7	7,90	c
T2	7,70	c
T4	7,20	c d
T3	6,50	d

(*): Promedios con la misma letra son iguales, en caso contrario son significativos.

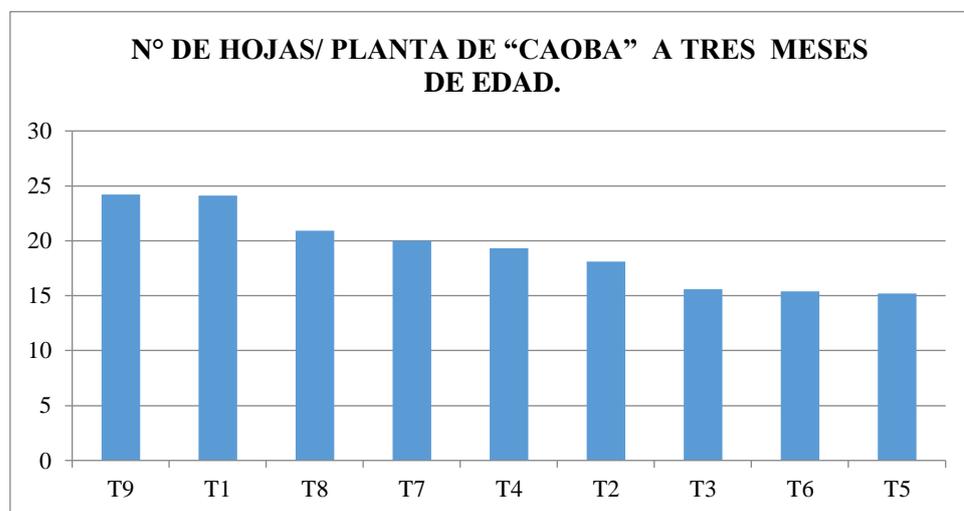


Figura 9: Numero de hojas por plantas a tres meses de edad

Interpretación:

Según el ANVA del N° de hojas por planta a tres meses de edad de los plantones de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*), evaluado el 05/12/2017, presentaron alta significancia entre los tratamientos estudiados. Por tal motivo fue necesario hacer la siguiente prueba, es decir la prueba de Duncan.

En la presente prueba el tratamiento seis (Residuos sólidos más cuyaza y con dos dosis) fue superior numéricamente a todos los tratamientos evaluados, pero con similitud estadística a T5, T9, y T1.

Mientras que el T3 (Residuos sólidos más gallinaza y con dos dosis) presentó el menor valor numérico y con similitud estadística a T4 (Residuos sólidos más cuyaza y sin dosis) en el caso de inferioridad.

➤ **Numero de hojas/ planta de “caoba” (*Swietenia macrophylla*) a cuatro (4) meses de edad.**

Tabla 30

Análisis de Varianza (ANVA) para el N° de hojas/ planta de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*) a cuatro (4) meses de edad.

F.V	G.L.	S. C.	C. M.	Fc	F t	SIGNIFICANCIA
Tratamientos	8	207,56	25,945	17,868	0,05 2,05	0,01 3,76
Error Exper.	81	117,60	1,452			**
Total	89					

Coefficiente de Variación (CV) = $[(\text{CMEE})^{1/2} / \text{Promedio general}] \times 100$

CV = 35,42 %

Error Standard = $[\text{CMEE}/\text{repeticiones}]^{1/2}$

Error Estándar = 0,38

Tabla 31

Prueba de Duncan a 0.05 de probabilidad para el n° de hojas/ planta de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*) a cuatro (4) meses de edad. Fecha.

CLAVE	Duncan a 0.05 de probabilidad (*) del N° de hojas/ planta de “caoba” (<i>Swietenia macrophylla</i>) a cuatro (4) meses de edad.
T4	16,30 a
T9	15,80 a b
T1	15,50 a b
T5	15,20 a b
T6	15,10 b
T8	13,80 c
T7	13,80 c
T2	12,20 d
T3	11,70 d

(*): Promedios con la misma letra son iguales, en caso contrario son significativos.

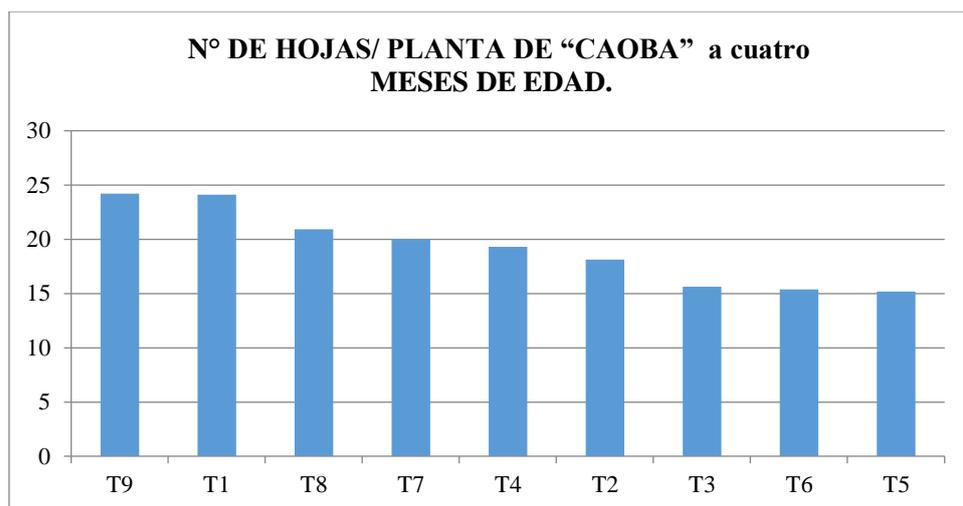


Figura 10: Numero de hojas por plantas a cuatro meses de edad

Interpretación:

Según el ANVA del N° de hojas por planta a cuatro (4) meses de edad de los plantones de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*), evaluado el 05/01/2018, presentaron alta significancia entre los tratamientos estudiados. Por tal motivo fue necesario hacer la siguiente prueba, es decir la prueba de Duncan.

En la presente prueba el tratamiento cuatro (Residuos sólidos más cuyaza y sin dosis) fue superior numéricamente a todos los tratamientos evaluados, pero con similitud estadística a T9, T1 y T5.

Mientras que el T3 (Residuos sólidos más gallinaza y con dos dosis) presentó el menor valor numérico y con similitud estadística a T2 (Residuos sólidos más gallinaza y con una dosis en el caso de inferioridad).

- **Numero de hojas/ planta de “caoba” (*swietenia macrophylla*) a cinco (5) meses de edad.**

Tabla 32

Análisis de Varianza (ANVA) para el N° de hojas/ planta de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*) a cinco (5) meses de edad.

F.V	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	F t	SIGNIFICANCIA
Tratamientos	8	729,622	91,203	2,723	0,05 2,05	0,01 3,76
Error Exper.	81	2711,50	33,475			
Total	89					*

Coeficiente de Variación (CV) = $[(\text{CMEE})^{1/2} / \text{Promedio general}] \times 100$

CV = 36,76 %

Error Standard = $[\text{CMEE}/\text{repeticiones}]^{1/2}$

Error Estándar = 1,83

Tabla 33

Prueba de Duncan a 0.05 de probabilidad para el N° de hojas/ planta de “caoba” (*Swietenia macrophylla*) a cinco (5) meses de edad.

CLAVE	Duncan a 0.05 de probabilidad (*) del n° de hojas/ planta de “caoba” (<i>Swietenia macrophylla</i>) a cinco (5) meses de edad. fecha 05/02/2018	
T9	21,0	a
T7	18,20	a b
T8	17,40	a b c
T4	16,40	b c d
T2	15,30	b c d
T5	15,20	b c d
T6	15,10	b c d
T3	11,70	c d
T1	11,40	d

(*): promedios con la misma letra son iguales, en caso contrario son significativos.

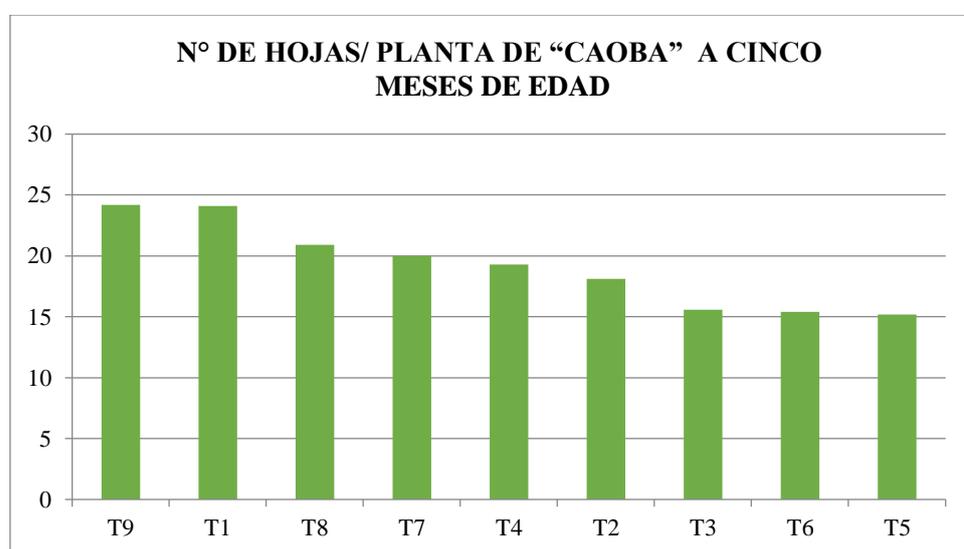


Figura 11: Numero de hojas por plantas a cinco meses de edad

Interpretación:

Según el ANVA del N° de hojas por planta a cinco (5) meses de edad de los plantones de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*), evaluado el 05/02/2018, presentaron significancia entre los tratamientos estudiados.

En la presente prueba, el tratamiento nueve (Residuos sólidos más gallinaza, más cuyaza y con dos dosis) fue superior numéricamente a todos los tratamientos evaluados, pero con similitud estadística a T7 y T8.

Mientras que el T1 (Residuos sólidos más gallinaza y sin dosis) presentó el menor valor numérico y con similitud estadística a T3 (Residuos sólidos más gallinaza y con dos dosis) en el caso de inferioridad.

➤ **Numero de hojas/ planta de “caoba” (*swietenia macrophylla*) a seis (6) meses de edad.**

Tabla 34

Análisis de Varianza (ANVA) para el N° de hojas/ planta de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*) a seis (6) meses de edad.

F.V	G.L.	S. C.	C. M.	Fc	F t	SIGNIFICANCIA
					0,05	0,01
Tratamientos	8	971,6	121,45	51,029	2,05	3,76
Error Exper.	81	192,8	2,380			
Total	89					**

Coeficiente de Variación (CV) = $[(\text{CMEE})^{1/2} / \text{Promedio general}] \times 100$

CV = 8,04 %

Error Standard = $[\text{CMEE}/\text{repeticiones}]^{1/2}$

Error Estándar = 0,49

Tabla 35

Prueba de Duncan a 0.05 de probabilidad para el N° de hojas/ planta de “caoba” (*Swietenia macrophylla*) a seis (6) meses de edad.

clave	Duncan a 0.05 de probabilidad (*) del n° de hojas/ planta de “caoba” (<i>Swietenia macrophylla</i>) a seis (6) meses de edad.
T9	24,20 a
T1	24,10 a b
T8	20,90 c
T7	20,00 c d
T4	19,30 d e
T2	18,10 e f
T3	15,60 g
T6	15,40 g
T5	15,20 g

(*): promedios con la misma letra son iguales, en caso contrario son significativos.

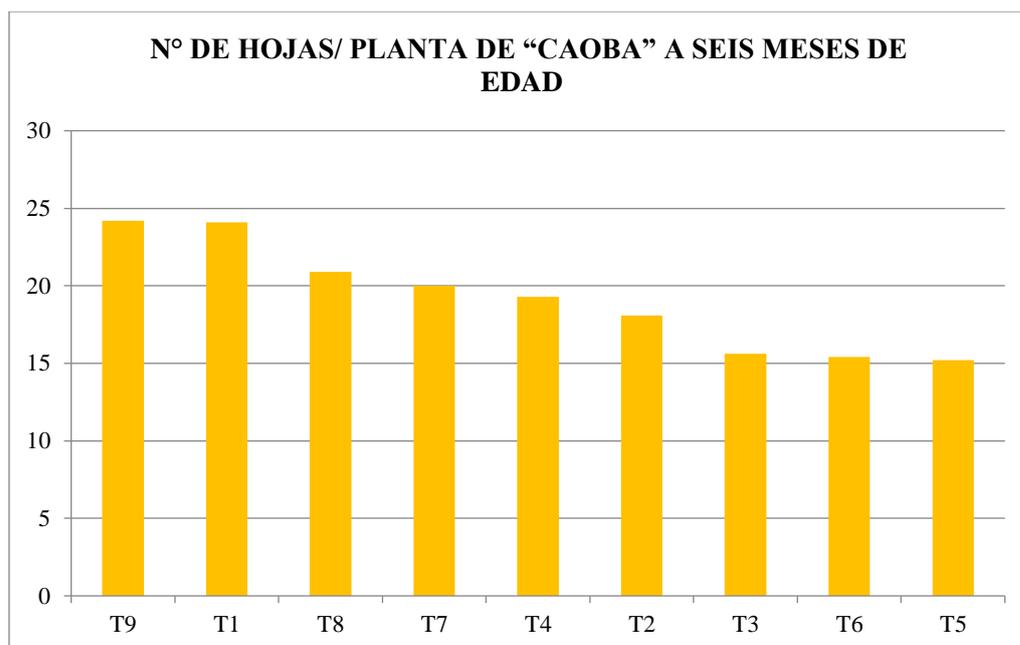


Figura 12: Numero de hojas por plantas a seis meses de edad

Interpretación:

Según el ANVA del N° de hojas por planta a seis (6) meses de edad de los plantones de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*), evaluado el 05/03/2018, presentaron alta significancia entre los tratamientos estudiados.

En la presente prueba el tratamiento nueve (Residuos sólidos más gallinaza, más cuyaza y con dos dosis) fue superior numéricamente a todos los tratamientos evaluados, pero con similitud estadística a T1.

Mientras que el T5 (Residuos sólidos más cuyaza y con una dosis) presentó el menor valor numérico y con similitud estadística a T3 (Residuos sólidos más gallinaza y con dos dosis), y T6 (Residuos sólidos más cuyaza con dos dosis) en el caso de inferioridad.

3.1.3. Mejorar el efecto de los diferentes tipos de estiércol (cuyaza, gallinaza) en función al análisis químico del compost obtenido, crecimiento y producción de los plántones de “caoba” (*Swietenia macrophylla*) enriquecido con microorganismos eficaces.

Tabla 36

Análisis Químico de los Tratamientos

Caract. Químicas	T R A T A M I E N T O S								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
%MO Total	76	79	78	77	74,4	80,4	76,4	75	69
%CO Total	44,08	45,82	45,24	44,66	43,16	46,64	44,32	43,50	40,02
%MO oxid.	5,8	5,5	5,1	5,47	5,28	5,18	5,70	5,4	6,2
% CFO	3,364	3,19	2,958	3,173	3,063	3,005	3,306	3,132	3,596
% N	0,56	0,42	0,28	0,42	0,476	0,252	0,280	0,392	1,008
Relación C/N	6,008	7,596	10,565	7,554	6,434	11,923	11,808	7,99	3,568
pH	8,31	8,00	8,33	7,40	6,95	7,83	6,69	7,58	7,63
C.E (d S)	0,0532	0,0444	0,0609	0,0323	0,0235	0,051	0,0206	0,0375	0,683
P Total	130	133,04	173,34	171,18	205,85	212,35	216,68	203,68	212,35
ppm K Total	5180,0	4918,54	3953,51	3810,31	2565,11	2540,21	2558,87	2639,82	2677,18
ppm K Cambiable	13,248	12,579	10,111	9,745	6,560	6,497	6,544	6,751	6,847
meq/100g Na Cambiable	0,34	0,32	0,30	0,36	0,31	0,34	0,30	0,34	0,36
meq/100g Ca Cambiable	17,20	19,60	18,0	19,60	21,20	20,80	20,0	19,60	20,40
meq/100g Mg cambiable	2,58	2,94	2,70	2,94	3,18	3,12	3,00	2,94	3,06

Nota: Sin dosis son T1, T4 y T7, con dos dosis son T3, T6 y T9

a: Carbono Orgánico total (C.O. Total) = M.O. total/ ,724

b: Carbono fácilmente oxidable (CFO) = M.O. oxidable / 1,724

c: pH por potenciómetro en suspensión suelo: agua 1:1

d: Conductividad eléctrica (C.E.) en extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1

Tabla 37*Análisis químico de los tratamientos*

Características Químicas	T R A T A M I E N T O S								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
% P ₂ O ₅	0,0298	0,0305	0,0397	0,0392	0,0472	0,0487	0,0497	0,0467	0,0487
% K ₂ O	0,6240	0,5925	0,4763	0,4590	0,3090	0,3060	0,3083	0,3180	0,3225
% Ca	0,3447	0,3928	0,3607	0,3928	0,4248	0,4168	0,4008	0,3928	0,4088
% Mg	0,0314	0,0358	0,0328	0,0358	0,0387	0,0379	0,0365	0,0358	0,0372
% Na	0,0078	0,0074	0,0069	0,0083	0,0071	0,0078	0,0069	0,0078	0,0083
% Ca O	0,4816	0,5488	0,5040	0,5488	0,5936	0,5824	0,5600	0,5488	0,5712
% MgO	0,0519	0,0591	0,0543	0,0591	0,0639	0,0627	0,0603	0,0591	0,0615

Fuente: laboratorio de análisis agrícolas de suelos

Nota: sin dosis son **T1, T4 y T7**; con **una** dosis **T2, T5 y T8**. Con **dos** dosis **T3, T6 y T9**

3.2. Discusiones

- La mejor dosis específica de microorganismos eficaces (ME) en la elaboración del compost a partir de los distintos tipos de estiércol, corresponde a la dosis dos (2) comprobado mediante los indicadores altura de planta y número de hojas por planta de la especie forestal “Caoba” (*Swietenia macrophylla*), alcanzando un valor promedio de 34,30 cm, y presentando el mayor promedio de hojas, correspondiente a 22,55 hojas por planta en promedio.
Este resultado cumple con la publicación de **APROLAB (2007)** cuando manifiesta que la inoculación con Microorganismos Eficaces (ME) disminuyen el tiempo de elaboración y mejoran el contenido nutricional del compost.
- En las evaluaciones de altura y número de hojas por planta la dosis dos fue superior a los demás tratamientos evaluados. Comprobado a lo indicado por **Moriya (2007)** quien manifiesta que entre las ventajas del compost es que aumenta el contenido en macronutrientes N, P, K, y micronutrientes, la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) y es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos.
- El análisis químico del compost obtenido a partir de los distintos tipos de estiércol, entre ellas la cuyaza y gallinaza fue enriquecido con los

microorganismos eficaces, indicado por **Avellaneda (2003)** la cual menciona que se mejora el contenido de macro elementos importantes, entre ellas el N, P y K, además los elementos menores como el calcio (Ca).

- El calcio se incrementa cuando el estiércol recibe dosis de micro organismos eficaces. Estos resultados obtenidos demuestran a lo manifestado por **Avellaneda (2003)**, al mencionar que los efectos de los microorganismos eficaces en el suelo, están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, químicas y biológicas. De igual modo **Aprolab (2007)** manifiesta que los microorganismos eficientes sirven para el manejo de desechos sólidos y líquidos generados por la producción agropecuaria, la industria de procesamiento de alimentos, fábricas de papel, mataderos y municipalidades entre otros.

CONCLUSIONES

Al terminar la investigación se obtuvo las siguientes conclusiones:

- La dosis específica de microorganismos eficaces (ME) para la elaboración del compost a partir de los diferentes tipos de estiércol fue la doble dosis o dosis dos (2) equivalente a 3 L de solución con ME, para 100 Kilos de la mezcla de residuos sólidos orgánicos más gallinaza y más cuyaza.
- En las características biométricas de altura de plantas con 35,60 cm y el número de hojas con 24,2 unidades promedios de los plantones de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*), presentaron mayores valores cuando los plantones crecieron en suelos con adiciones de compost obtenido con residuos orgánicos, más gallinaza, más cuyaza y con dos dosis de micro organismos eficientes (ME), designados como T9.
- Para mejorar el efecto de los diferentes tipos de estiércol, adicionado con 100 kilos de residuos sólidos orgánicos, gallinaza y cuyaza y tres litros de ME, una doble dosis, obteniendo 1,008 % de Nitrógeno, 0,039 y 0,048 % de Fósforo; 0,476, 0,306 y 0,322 % de Potasio; 0,360, 0,416 y 0,408 % de Calcio; 0,033, 0,038 y 0,037 % de Magnesio.
- Para producir compost a partir de diferentes tipos de estiércol, enriquecido con microorganismos eficaces (ME), para el crecimiento de plantones de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*) con fines de reforestación, es necesario utilizar tres litros de ME por cada 100 Kilos de residuos sólidos orgánicos.

RECOMENDACIONES

En las condiciones a las que se llevó a cabo la ejecución del presente proyecto de investigación se recomienda a otros investigadores y estudiantes lo siguiente:

- Hacer réplicas del proyecto en épocas secas y lluviosas en otros valles utilizando similares y otras dosis de Micro organismos eficaces.
- Evaluar características biométricas como altura de plantas, número de hojas, peso de frutos y rendimientos, en plantas alimenticias u otras especies.
- Evaluar al estiércol de ganado vacuno y sus combinaciones con cuyaza, gallinaza y residuos sólidos orgánicos urbanos y rurales.
- En proyectos similares utilizar el diseño de bloques completos con arreglo factorial, dosis de micro organismos eficientes por residuos sólidos orgánicos.
- difundir este tipo de estudios que pueden ser una buena oportunidad para mitigar la contaminación causada por residuos sólidos y al mismo tiempo, buscar disminuir la perdida de las plantas maderables haciendo uso de un sistema de reforestación, la cual ayudara a mejorar la calidad de vida de la población.
- se recomienda a los estudiantes de la carrera que este proyecto sirva como referencia para seguir investigando en temas ambientales como parte de la formación del ingeniero ambiental, ya que los suelos en la actualidad son fuente de vida para la supervivencia de las futuras generaciones, si estos se ven afectados por la contaminación que siguen persistiendo a pesar de que estos fueron introducidos años atrás, en un futuro sufriremos de escasez de recursos

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexander, S. (1977) *Abonos orgánicos*. Universidad EARTH. Guácimo, Limón, Costa Rica. 22 p.
- Aliaga, F. (1979). Producción de cuyes. Serie: obras de investigación. Dpto. de publicaciones de la universidad nacional del centro del Perú. Huancayo.
- Aprolap. (2007). Manual para la producción de compost con microorganismos eficaces. [http://www.em-la.com/archivos-de-usuario/basedatos/manual](http://www.em-la.com/archivos-de-usuario/basedatos/manual_elaboracion_de_compost.pdf) para [elaboracion_de_compost.pdf](http://www.em-la.com/archivos-de-usuario/basedatos/manual_elaboracion_de_compost.pdf).
- Avellaneda, M. (2003) *Abonos orgánicos*. Universidad EARTH. Guácimo, Limón, Costa Rica. 22 p.
- Barrena, V. y Vargas, C. (2004). Estudio de las Poblaciones de Caoba (*Swietenia macrophylla* King) en el Perú. Proyecto UNALM-ITTO.
- Cantanhede, A, y Monge, G. y Wharwood, G. (1993). Proyecto de investigación: "Compostificación de residuos de mercado". Lima-Perú. Disponible en <<http://www.bvsde.paho.org/bvsars/fulltext/comp>>. pp. 6.
- Catie, M. (1996). *Abonos orgánicos para la agricultura*. Disponible en la World Wide Web: <<http://www.cafedehonduras.hn/IHCAFE2005>>.
- Damarys, G. L. (2008). *Animales y producción*. [En línea]. [Citado 10 Octubre 2009]. Disponible en la World Wide Web: http://www.mundo-pecuario.com/tema60/monogastricos/gallinaza_piso-299.html
- Dios, M. (2008). Estudio y desarrollo de técnicas respirométricas para el control de la estabilidad del compost. (Tesis doctoral). Universidad Facultad de ciencias – Departamento de química inorgánica e ingeniería química. Córdoba –Argentina. pp. 49-53.

- Farge, D. (2012). Elaboración de compost a partir de estiércol de ovino con cuatro (04) tipos de rastrojos de cosecha agrícola en el fundo Miraflores de la unsm-t distrito banda de Shilcayo. Universidad nacional de San Martín, Tarapoto.
- Flores, D. (2005). Estudio comparativo para la elaboración de compost. Revista del Instituto de Investigaciones. Vol. 9, N° 17, 77,76.
- Gray, R. y Biddleston, d. (1981). The composing of agricultural waste. Biológica husbandry – a scientific approach to organicfarming. Stonehouse (Ed). Butterworths.
- Holdridge, J. (1967). Recuperación de las poblaciones de las especies caoba Cedro. Coeficiente de evapotranspiración de 1,0 - 2,0.
- Higa, T. y Parr, J. (2010). Manual de uso de EM microorganismos benéfico eficaces. Maryland, EE.UU.
- Infoagro, 2000. “Cultivo de Lechuga”. [En línea]. [Citado 10 octubre 2009]. Disponible en la World Wide Web: <<http://www.Infoagro.com>
- Jácome, G. (2013). Elaboración de compost utilizando cabello humano y aplicando dos fuentes de microorganismos: Microorganismos Eficientes (ME) y Trichoderma sp, como agentes aceleradores de compostaje, Universidad Politécnica estatal del Carchi, Ecuador.
- Manuel, C. (2002) estadística inferencial, segunda edición. Lima
- Minaya, K. (2013). Obtención de compost a partir de residuos orgánicos impermeabilizados con geomembranas. Universidad de Ingeniería, lima.
- Moriya, k. (2007). Suplemento rural: la gallinaza Paraguay. Disponible en laworld<<http://www.abc.com.py/suplementos/rural/articulos.php?pid=360310&abcdigital=472fa60ecfb2e5ad825ebe0c51a0d26c>

- Navarro, A. (1999) Diagnóstico de la caoba. (*Swietenia macrophylla* King) en Mesoamérica. Silvicultura-Genética. Centro Científico Tropical.
- Oliveira, (2010). “Efectos de tres fuentes de materia orgánica (vacaza, gallinaza y cuyaza), enriquecidos con Microorganismos benéficos (ME) en cultivo de lechuga (*láctuca sativa* L.) Lamas”
- Rivera, J. (2011). Evaluación de los microorganismos eficaces en el proceso compost en residuos de maleza. Universidad Cesar vallejo, Lima.
- Saravia, D. J. Ramírez, V. S. y MuscarI, G. J. (1992). Consumo alimentario y digestibilidad en cuyes de forrajes producidos en la Costa Central
- Trinidad-santos, A. (1999). El papel de los abonos orgánicos en la productividad de los suelos. Simposium Internacional y Primera reunión Nacional de Lombricultura y Abonos Orgánicos. 18-20 de octubre, Texcoco, UACH, México.
- Uribe, J. (junio, 2001). Evaluación de los microorganismos eficaces (E.M) en producción de abono orgánico a partir del estiércol de aves de jaula, Vol. 14: 2

ANEXOS

Anexo A: Datos de altura de planta de la caoba en (cm)

Anexo 1A: Altura de planta de un mes de edad

Repetic.	TRATAMIENTOS								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	9	10	10	10	10	10	15	13	10
2	10	12	12	12	12	12	12	12	12
3	9	10	10	12	10	10	14	10	12
4	11	13	13	15	13	13	13	13	13
5	8	10	10	11	10	10	10	10	10
6	10	10	10	10	10	10	10	10	10
7	13	13	13	13	13	13	13	13	13
8	11	11	11	11	11	11	11	11	11
9	8	9	9	9	9	10	15	16	13
10	10	11	11	11	11	11	11	12	11
Sumat.	99	109	109	114	109	110	124	120	115
Promed.	9,9	10,9	10,9	11,4	10,9	11,0	12,4	12,0	11,5

Anexo 2A: Altura de planta de dos meses de edad

Repetic.	TRATAMIENTOS								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	15	12	14	13	13	13	17	15	14
2	16	14	14	15	15	15	15	15	14
3	12	15	13	15	14	13	17	13	15
4	15	15	14	17	15	15	15	16	14
5	10	10	13	14	15	12	14	14	15
6	13	13	12	13	15	13	16	13	16
7	16	15	14	15	14	15	15	15	15
8	15	15	12	15	14	15	16	14	15
9	12	12	12	13	15	13	17	17	16
10	14	14	14	15	14	15	15	14	17
Sumat.	138	135	132	145	144	139	157	146	151
Promed.	13,8	13,5	13,2	14,5	14,4	13,9	15,7	14,6	15,1

Anexo 3A: Altura de planta de tres meses de edad

Repetic.	TRATAMIENTOS								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	18	15	16	15	16	17	20	18	18
2	18	16	17	19	18	18	18	15	18
3	15	17	15	18	18	16	22	16	19
4	18	18	17	17	17	18	18	19	18
5	15	15	15	14	17	15	17	16	15
6	15	15	15	13	17	16	19	15	16
7	18	17	17	15	16	18	18	17	15
8	18	17	15	15	16	18	19	18	15
9	15	15	15	13	18	16	20	19	16
10	16	17	16	15	16	18	18	17	17
Sumat.	166	162	158	154	169	170	189	170	167
Promed.	16,6	16,2	15,8	15,4	16,9	17,0	18,9	17,0	16,7

Anexo 4A: Altura de planta de cuatro meses de edad

Repetic.	TRATAMIENTOS								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	30	20	25	20	20	25	25	25	25
2	32	22	25	23	30	28	25	24	28
3	29	25	24	25	25	24	28	25	27
4	27	25	22	25	22	24	26	24	25
5	30	19	21	19	25	22	25	26	28
6	28	20	27	19	26	24	28	22	29
7	29	22	30	20	23	25	25	27	20
8	29	20	23	20	25	25	24	28	26
9	28	25	24	18	28	24	28	28	26
10	25	20	25	20	25	28	26	25	25
Sumat.	287	218	246	209	249	249	260	254	259
Promed.	28,7	21,8	24,6	20,9	24,9	24,9	26,0	25,4	25,9

Anexo 5A: Altura de planta de cinco meses de edad

Repetic.	TRATAMIENTOS								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	35	25	25	20	20	25	32	30	30
2	36	27	25	23	30	28	29	30	35
3	32	30	24	25	25	24	28	32	35
4	34	29	22	25	22	24	29	29	32
5	35	25	21	19	25	22	25	29	35
6	31	26	27	19	26	24	32	28	34
7	28	25	30	20	23	25	29	31	35
8	33	26	23	20	25	25	24	30	36
9	34	26	24	18	28	24	32	35	35
10	30	25	25	20	25	28	26	36	28
Sumat.	330	264	246	209	249	249	286	310	335
Promed.	33,0	26,4	24,6	20,9	24,9	24,9	28,6	31,0	33,5

Anexo 6A: Altura de planta de seis meses de edad

Repetic.	TRATAMIENTOS								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	38	30	28	25	20	25	35	35	35
2	39	32	29	25	30	28	32	36	40
3	35	35	27	27	25	24	30	38	38
4	39	32	26	25	22	24	30	32	34
5	40	28	25	25	25	22	32	29	35
6	35	28	28	25	26	24	34	28	36
7	32	30	35	20	23	25	32	31	35
8	35	32	25	20	25	25	29	30	36
9	39	29	26	22	28	24	35	35	35
10	35	28	27	20	25	28	23	36	32
Sumat.	367	304	276	234	249	249	319	330	356
Promed.	36,7	30,4	27,6	23,4	24,9	24,9	31,9	33,0	35,6

Anexo B: Datos de Numero de hojas por cada planta de Caoba en (cm)**Anexo 1B:** Número de hojas a mes de edad

Repetic.	TRATAMIENTOS								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	2	3	3	3	3	3	3	3	4
2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
3	1	2	2	2	2	2	2	2	2
4	3	3	3	3	3	3	3	3	3
5	2	2	2	2	2	2	2	2	3
6	4	4	4	4	4	4	4	4	4
7	3	3	3	3	3	3	3	3	3
8	1	1	1	1	1	1	1	3	3
9	2	2	2	2	2	2	2	4	4
10	4	2	2	2	2	2	2	3	2
Sumat.	24	25	25	25	25	25	25	30	31
Promed.	2,4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,0	3,1

Anexo 2B: Número de hojas a dos meses de edad

Repetic.	TRATAMIENTOS								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	10	10	10	10	9	10	10	10	11
2	10	12	11	10	10	10	10	11	10
3	10	12	12	11	11	10	10	12	10
4	11	12	12	12	9	9	10	12	10
5	10	13	13	12	9	8	10	10	10
6	12	12	12	12	10	10	10	11	12
7	10	13	12	10	11	10	10	11	12
8	12	13	10	10	9	9	10	10	10
9	10	10	11	10	9	10	10	13	12
10	11	10	12	11	9	9	10	10	12
Sumat.	106	117	115	108	96	95	100	110	109
Promed.	10,6	11,7	11,5	10,8	9,6	9,5	10,0	11,0	10,9

Anexo 3B: Número de hojas a tres meses de edad

Repetic.	TRATAMIENTOS								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	12	8	8	7	12	13	8	9	12
2	10	7	7	8	14	14	8	8	13
3	12	8	6	7	13	13	8	9	12
4	13	7	7	7	12	10	9	8	12
5	12	8	5	7	12	10	8	6	10
6	13	10	8	8	13	12	8	9	12
7	12	9	7	7	10	11	9	7	12
8	10	6	6	6	10	13	7	8	10
9	10	7	5	8	12	12	7	10	12
10	10	7	6	7	12	12	7	7	12
Sumat.	114	77	65	72	120	120	79	81	117
Promed.	11,4	7,7	6,5	7,2	12,0	12,0	7,9	8,1	11,7

Anexo 4B: Número de hojas a cuatro meses de edad

Repetic.	TRATAMIENTOS								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	18	15	12	18	15	16	14	14	16
2	17	13	13	16	16	18	13	14	17
3	16	12	12	17	15	13	14	15	16
4	16	10	12	18	14	15	12	13	16
5	15	12	10	16	15	15	14	13	15
6	16	15	13	18	16	16	15	15	15
7	15	11	12	16	14	15	15	14	16
8	14	10	12	15	15	13	14	13	15
9	14	12	10	14	16	15	14	15	16
10	14	12	11	15	16	15	13	12	16
Sumat.	155	122	117	163	152	151	138	138	158
Promed.	15,5	12,2	11,7	16,3	15,2	15,1	13,8	13,8	15,8

Anexo 5B: Número de hojas a cinco meses de edad

Repetic.	TRATAMIENTOS								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	23	19	12	18	15	16	18	19	20
2	20	16	13	16	16	18	19	18	25
3	20	16	12	17	15	13	17	19	22
4	21	15	12	18	14	15	17	16	23
5	20	13	10	16	15	15	17	16	22
6	19	16	13	18	16	16	20	18	18
7	18	15	12	16	14	15	20	18	20
8	19	15	12	15	15	13	18	16	22
9	19	14	10	14	16	15	19	18	19
10	17	14	11	16	16	15	17	16	19
Sumat.	114	153	117	164	152	151	182	174	210
Promed.	11,4	15,3	11,7	16,4	15,2	15,1	18,2	17,4	21,0

Anexo 6B: Número de hojas a seis meses de edad

Repetic.	TRATAMIENTOS								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	26	22	16	22	15	16	20	22	20
2	25	18	16	20	16	18	21	23	28
3	25	19	16	19	15	13	19	24	25
4	26	18	16	20	14	15	20	19	25
5	24	16	15	20	15	15	20	19	24
6	25	19	16	21	16	16	20	22	23
7	23	18	16	18	14	15	20	20	25
8	25	18	16	18	15	13	21	19	25
9	22	17	14	18	16	15	19	22	24
10	20	16	15	17	16	18	20	19	23
Sumat.	241	181	156	193	152	154	200	209	242
Promed.	24,1	18,1	15,6	19,3	15,2	15,4	20,0	20,9	24,2

Anexo C: Diseño del campo experimental del compostaje

Anexo 1C: Diseño del tratamiento y repeticiones



R E P E T I C I O N E S	→								
	1 T ₁	2 T ₃	3 T ₅	4 T ₇	5 T ₄	6 T ₂	7 T ₉	8 T ₆	9 T ₈
	10 T ₈	11 T ₂	12 T ₅	13 T ₃	14 T ₉	15 T ₇	16 T ₁	17 T ₄	18 T ₆

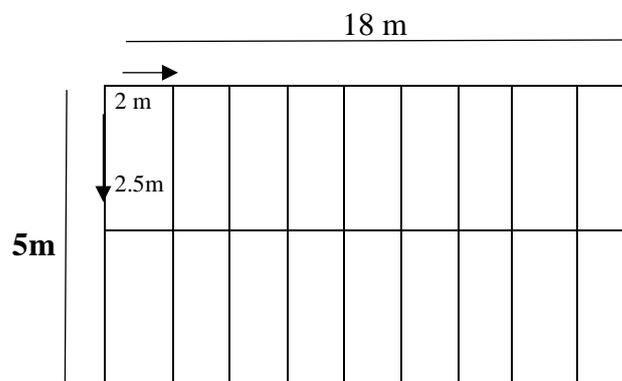
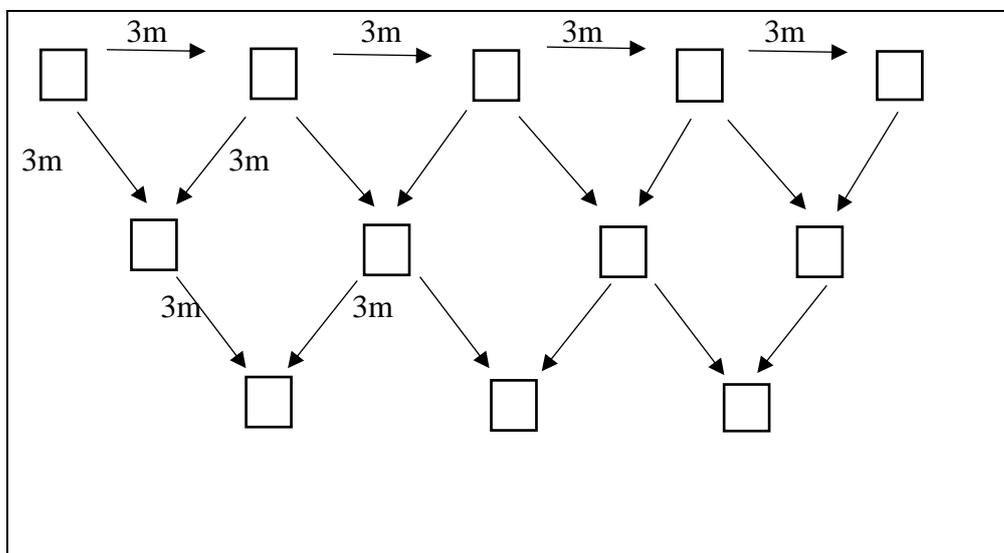
Las dimensiones del diseño experimental son:

Largo = 18 m

Ancho = 5 m

Anexo 2C: Clave de los tratamientos

N° del tratamiento	Descripción de tratamiento	Dosis de ME
1	Gallinaza + RRSS	Sin dosis
2	Gallinaza + RRSS	Con 1 dosis (1,5 L)
3	Gallinaza+ RRSS	Con 2 dosis (3 L)
4	Cuyaza + RRSS	Sin dosis
5	Cuyaza + RRSS	Con 1 dosis (1,5 L)
6	Cuyaza +RRSS	Con 2 dosis (3 L)
7	Gallinaza + Cuyaza +RRSS	Sin dosis
8	Gallinaza + Cuyaza +RRSS	Con 1 dosis (1,5 L)
9	Gallinaza + Cuyaza +RRSS	Con 2 dosis (3 L)

Anexo 3C. Visualización de la cama de un tratamiento**Anexo 4C.** Visualización de la técnica de los tres bolillos en la siembra

Anexo D: Medición de temperaturas tomadas durante el compostaje (en °c)

Anexo 1D: I Repetición

Semanas	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉
1	37,50	40,90	39,80	40,20	37,70	40,90	40,80	40,40	38,90
2	34,00	34,59	37,50	34,70	34,20	36,59	37,50	34,70	34,70
3	34,50	34,80	37,00	35,20	34,50	36,80	37,00	35,20	35,20
4	32,00	34,00	32,00	38,10	32,30	34,00	32,00	38,10	38,10
5	35,70	35,70	35,70	35,70	35,70	35,70	35,70	35,70	35,70
6	31,60	32,00	32,00	32,00	31,60	32,00	34,00	32,60	32,00
7	32,50	33,80	35,20	32,60	32,50	35,80	35,20	33,60	32,60
8	32,50	32,90	33,00	32,70	32,50	33,90	33,00	33,70	32,70
9	33,50	32,50	32,50	33,00	33,50	32,50	32,50	33,00	33,00
10	32,60	32,80	32,80	32,90	32,60	32,80	34,80	32,90	32,90
11	32,90	32,60	32,70	32,90	32,90	32,60	34,70	32,90	32,90
12	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80
13	32,80	33,00	32,80	32,80	32,80	33,00	33,80	32,80	32,80
14	35,40	32,80	35,70	32,60	36,40	32,80	35,70	32,60	32,60
15	35,00	35,20	32,70	32,70	35,00	35,20	32,70	32,70	33,20
16	34,20	34,40	33,60	42,70	34,20	34,40	33,60	42,70	32,70

Anexo 1D: II Repetición

Semanas	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉
1	38,80	37,80	43,00	37,20	37,70	38,90	38,80	37,40	38,90
2	33,50	34,50	37,50	34,70	34,20	36,59	37,50	34,70	33,70
3	34,00	37,10	37,00	35,20	34,50	36,80	37,00	35,20	34,20
4	33,00	32,00	32,00	38,10	32,30	34,00	32,00	38,10	38,10
5	35,70	37,70	35,70	35,70	35,70	35,70	35,70	35,70	35,70
6	31,30	31,00	32,00	32,00	31,60	32,00	34,00	32,60	32,30
7	32,80	33,80	35,20	32,60	32,50	35,80	35,20	33,60	32,60
8	32,90	32,90	33,00	32,90	32,50	33,90	33,00	33,70	32,70
9	32,70	32,50	32,50	33,00	33,50	32,50	32,50	33,00	33,90
10	32,70	32,80	32,80	31,90	32,60	32,80	34,80	32,90	32,90
11	32,80	32,60	32,70	32,90	32,90	32,60	34,70	32,90	32,90
12	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80
13	32,80	33,00	32,80	32,80	32,80	33,00	33,80	32,80	32,80
14	35,40	32,80	35,70	32,60	36,40	32,80	35,70	32,60	32,60
15	35,00	35,20	32,70	32,70	35,00	35,20	32,70	32,70	33,20
16	34,20	34,40	33,60	42,70	34,20	34,40	33,60	42,70	32,70

Anexo E: Análisis físico –químicos del compost



PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO
OFICINA NUEVA CAJAMARCA
LABORATORIO DE ANÁLISIS AGRÍCOLAS DE SUELOS

SANDRA VILLEGAS CÁCERES, UNSM – Facultad de Ecología, Moyobamba: Compost a partir de diferentes tipos de estiércol, enriquecido con microorganismos eficaces (ME), para el crecimiento de plántones de "Caoba" (Swietenia macrophylla) con fines de reforestación. Rioja 2017

FECHA INGRESO: 04-jul-18

MATERIA ORGÁNICA POR CALCINACIÓN:

MUFLA 500 °C x 4 horas

Código	Tara	Muestra	Peso Total	Peso Seco	Peso Cenizas	% Cenizas	% MO Total	% C.O. Total
ASC18 - 0597 Muestra 1	13.3100 g	5.0000 g	18.3100 g	17.1100 g	1.2000 g	24.00 %	76.00 %	44.08 %
ASC18 - 0598 Muestra 2	16.4700 g	5.0000 g	21.4700 g	20.4200 g	1.0500 g	21.00 %	79.00 %	45.82 %
ASC18 - 0599 Muestra 3	12.6500 g	5.0000 g	17.6500 g	16.5500 g	1.1000 g	22.00 %	78.00 %	45.24 %
ASC18 - 0600 Muestra 4	15.6900 g	5.0000 g	20.6900 g	19.5400 g	1.1500 g	23.00 %	77.00 %	44.66 %
ASC18 - 0601 Muestra 5	13.2900 g	5.0000 g	18.2900 g	17.0100 g	1.2800 g	25.60 %	74.40 %	43.16 %
ASC18 - 0602 Muestra 6	12.1200 g	5.0000 g	17.1200 g	16.1400 g	0.9800 g	19.60 %	80.40 %	46.64 %
ASC18 - 0603 Muestra 7	12.7700 g	5.0000 g	17.7700 g	16.5900 g	1.1800 g	23.60 %	76.40 %	44.32 %
ASC18 - 0604 Muestra 8	12.8300 g	5.0000 g	17.8300 g	16.5800 g	1.2500 g	25.00 %	75.00 %	43.50 %
ASC18 - 0605 Muestra 9	11.9200 g	5.0000 g	16.9200 g	15.3700 g	1.5500 g	31.00 %	69.00 %	40.02 %

Carbono Orgánico Total (C.O. Total) = M.O. Total / 1.724

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

Código	MO Oxidable	% C.F.O.	%N	Relación C/N	pH	C.E.
ASC18 - 0597 Muestra 1	5.8000 %	3.364 %	0.560 %	6.008	8.31	0.0532 dS
ASC18 - 0598 Muestra 2	5.5000 %	3.190 %	0.420 %	7.596	8.00	0.0444 dS
ASC18 - 0599 Muestra 3	5.1000 %	2.958 %	0.280 %	10.565	8.33	0.0609 dS
ASC18 - 0600 Muestra 4	5.4700 %	3.173 %	0.420 %	7.554	7.40	0.0323 dS
ASC18 - 0601 Muestra 5	5.2800 %	3.063 %	0.476 %	6.434	6.95	0.0235 dS
ASC18 - 0602 Muestra 6	5.1800 %	3.005 %	0.252 %	11.923	7.83	0.051 dS
ASC18 - 0603 Muestra 7	5.7000 %	3.306 %	0.280 %	11.808	6.69	0.0206 dS
ASC18 - 0604 Muestra 8	5.4000 %	3.132 %	0.392 %	7.990	7.58	0.0375 dS
ASC18 - 0605 Muestra 9	6.2000 %	3.596 %	1.008 %	3.568	7.63	0.0683 dS

Materia Orgánica Oxidable por Walkley y Black

Nitrogeno Total por Micro Kjeldahl

Carbono Fácilmente Oxidable (C.F.O.) = M.O. Oxidable / 1.724

pH por Potenciómetro en suspensión suelo:agua 1:1
 Conductividad Eléctrica en extracto acuoso en la relación suelo:agua 1:1

Av. Cajamarca Norte N° 1151, distrito de Nueva Cajamarca (sector Los Olivos), Provincia de Rioja – San Martín. Teléfono 042-556443.



CONTINUA CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

Código	P total	K total	K cambiabile	Na cambiabile	Ca cambiabile	Mg cambiabile
ASC18 - 0597 Muestra 1	130.00 ppm	5,180.00 ppm	13.248 meq/100 g	0.34 meq/100 g	17.20 meq/100 g	2.58 meq/100 g
ASC18 - 0598 Muestra 2	133.04 ppm	4,918.54 ppm	12.579 meq/100 g	0.32 meq/100 g	19.60 meq/100 g	2.94 meq/100 g
ASC18 - 0599 Muestra 3	173.34 ppm	3,953.51 ppm	10.111 meq/100 g	0.30 meq/100 g	18.00 meq/100 g	2.70 meq/100 g
ASC18 - 0600 Muestra 4	171.18 ppm	3,810.31 ppm	9.745 meq/100 g	0.36 meq/100 g	19.60 meq/100 g	2.94 meq/100 g
ASC18 - 0601 Muestra 5	205.85 ppm	2,565.11 ppm	6.560 meq/100 g	0.31 meq/100 g	21.20 meq/100 g	3.18 meq/100 g
ASC18 - 0602 Muestra 6	212.35 ppm	2,540.21 ppm	6.497 meq/100 g	0.34 meq/100 g	20.80 meq/100 g	3.12 meq/100 g
ASC18 - 0603 Muestra 7	216.68 ppm	2,558.87 ppm	6.544 meq/100 g	0.30 meq/100 g	20.00 meq/100 g	3.00 meq/100 g
ASC18 - 0604 Muestra 8	203.68 ppm	2,639.82 ppm	6.751 meq/100 g	0.34 meq/100 g	19.60 meq/100 g	2.94 meq/100 g
ASC18 - 0605 Muestra 9	212.35 ppm	2,677.18 ppm	6.847 meq/100 g	0.36 meq/100 g	20.40 meq/100 g	3.06 meq/100 g

Fósforo total por Olsen modificado

Sodio y Potasio cambiabile por Fotometría de Llama

Calcio y Magnesio cambiabile con Versenato E.D.T.A

Código	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	Na	CaO	MgO
ASC18 - 0597 Muestra 1	0.0298 %	0.6240 %	0.3447 %	0.0314 %	0.0078 %	0.4816 %	0.0519 %
ASC18 - 0598 Muestra 2	0.0305 %	0.5925 %	0.3928 %	0.0358 %	0.0074 %	0.5488 %	0.0591 %
ASC18 - 0599 Muestra 3	0.0397 %	0.4763 %	0.3607 %	0.0328 %	0.0069 %	0.5040 %	0.0543 %
ASC18 - 0600 Muestra 4	0.0392 %	0.4590 %	0.3928 %	0.0358 %	0.0083 %	0.5488 %	0.0591 %
ASC18 - 0601 Muestra 5	0.0472 %	0.3090 %	0.4248 %	0.0387 %	0.0071 %	0.5936 %	0.0639 %
ASC18 - 0602 Muestra 6	0.0487 %	0.3060 %	0.4168 %	0.0379 %	0.0078 %	0.5824 %	0.0627 %
ASC18 - 0603 Muestra 7	0.0497 %	0.3083 %	0.4008 %	0.0365 %	0.0069 %	0.5600 %	0.0603 %
ASC18 - 0604 Muestra 8	0.0467 %	0.3180 %	0.3928 %	0.0358 %	0.0078 %	0.5488 %	0.0591 %
ASC18 - 0605 Muestra 9	0.0487 %	0.3225 %	0.4088 %	0.0372 %	0.0083 %	0.5712 %	0.0615 %



Código	LEY (N - P - K)	Textura	Arena	Arcilla	Limo	Densidad Aparente
ASC18 - 0597 Muestra 1	0.56 - 0.03 - 0.62	Areno Franco	76.68 %	5.48 %	17.84 %	1.67 gr/cm ³
ASC18 - 0598 Muestra 2	0.42 - 0.03 - 0.59	Areno Franco	74.68 %	4.44 %	20.88 %	1.69 gr/cm ³
ASC18 - 0599 Muestra 3	0.28 - 0.04 - 0.48	Areno Franco	78.72 %	0.00 %	21.28 %	2.94 gr/cm ³
ASC18 - 0600 Muestra 4	0.42 - 0.04 - 0.46	Franco Arenoso	74.64 %	9.44 %	15.92 %	1.58 gr/cm ³
ASC18 - 0601 Muestra 5	0.48 - 0.05 - 0.31	Areno Franco	78.64 %	5.48 %	15.88 %	1.67 gr/cm ³
ASC18 - 0602 Muestra 6	0.25 - 0.05 - 0.31	Areno Franco.	77.76 %	0.00 %	22.24 %	2.93 gr/cm ³
ASC18 - 0603 Muestra 7	0.28 - 0.05 - 0.31	Franco Arenoso	72.72 %	7.44 %	19.84 %	1.62 gr/cm ³
ASC18 - 0604 Muestra 8	0.39 - 0.05 - 0.32	Areno Franco	78.76 %	3.40 %	17.84 %	1.74 gr/cm ³
ASC18 - 0605 Muestra 9	1.01 - 0.05 - 0.32	Areno Franco	78.68 %	2.40 %	18.92 %	1.79 gr/cm ³

Textura por Bouyoucos

Nueva Cajamarca, 11 de Julio del 2017


VºBº Ing. Carlos Hugo Egoávil De la Cruz
 Registro C.I.P. N° 32743




Gleoder Ruiz Flores
 Laboratorista de Suelos

Anexo F: Panel fotográfico

Anexo 1F: Recolección y transporte de los RRSS



Anexo 2F: Recolección del estiércol de “cuy” (cuyaza)



Anexo 3F: Recolección del Estiércol de “Gallina” (Gallinaza)



Anexo 4F: Entierro del envase con arroz cocido



Anexo 5F: Tapado total con tierra húmeda



Anexo 6F: Desentierro del envase



Anexo 7F: Trituración y machaqueo del arroz

Anexo 8F: Llenado de las camas composteras

Es el proceso donde se llena las camas de residuos sólidos en conjunto de del estiércol tanto de cuyaza y gallinaza y los microorganismos eficaces.



Anexo 9F: Volteo o ventilación de las camas composteras

Proceso lo cual se ventilaba las camas composteras con la finalidad que el compost reciba más aire y haya mayor descomposición de los residuos solidos



Anexo 10F: Siembra de las semillas de “Caoba” (*Swietenia macrophylla*)



Anexo 11F: Llenado de las bolsas



Anexo 12F: Muestra lista para Laboratorio



Anexo 13F: Limpieza del campo definitivo



Anexo 14F: Diseño la técnica de los tres bolillos

Proceso lo cual se diseñó la técnica de los tres bolillos y al mismo tiempo se hizo la apertura de los huecos



Proceso lo cual se diseñó la técnica de los tres bolillos y al mismo tiempo se hizo la apertura de los huecos



Anexo 15F: Plantones de caoba para la siembra



Anexo 16F: Siembra de los plantones



Anexo 17F: Medición de la altura**Anexo 18F:** Conteo de las hojas

Anexo 18F: Evaluación mensual las plantas por cada tratamiento

Anexo G: Ubicación geográfica

Anexo 1G: Mapa de ubicación del proyecto



Anexo 2G: Mapa de ubicación de campo definitivo

