

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**EFECTO DE TRES DOSIS DE HUMUS DE LOMBRIZ (*Eisenia foetida*) EN EL
CULTIVO DE SAÚCO (*Sambucus peruviana* L.)**

T E S I S

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado por la Bachiller:

DINA DÍAZ CERQUÍN

Asesor:

Dr. GLICERIO EDUARDO TORRES CARRANZA

CAJAMARCA-PERÚ

2021



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Fundada por Ley N° 14015 del 13 de febrero de 1962

"Voto de la Universidad Peruana"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Secretaría Académica

—000—

ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los **once** días del mes de **mayo** del año dos mil veintiuno, se reunieron en la Plataforma Virtual de la Universidad Nacional de Cajamarca, a través del Google Meet, los miembros del Jurado, designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N° **095-2021-FCA-UNC**, de fecha 13 de abril del 2021, con el objeto de evaluar la sustentación del trabajo de Tesis titulado: **"INFLUENCIA DE TRES DOSIS DE HUMUS DE LOMBRIZ (*Eisenia foetida*) EN EL CULTIVO DE SAUCO (*Sambucus peruviana*)"**, ejecutado(a) por la Bachiller en **Agronomía, DÍAZ CERQUÍN DINA**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las once horas, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el evento, invitando a la sustentante a exponer su trabajo de Tesis y, luego de concluida la exposición, el jurado procedió a la formulación de preguntas. Concluido el acto de sustentación, el Jurado procedió a deliberar, para asignarle la calificación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad con el calificativo de dieciséis (**16**); por tanto, la Bachiller queda expedito para que inicie los trámites y se le otorgue el Título Profesional de **Ingeniero Agrónomo**.

A las doce horas y cinco minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.


Dr. Wilfredo Poma Rojas
PRESIDENTE


Ing. Días Mostacero Plasencia
SECRETARIO


Dr. Eduardo Torres Garza
VOCAL

DEDICATORIA

A:

Dios por brindarme los regalos maravillosos como son la vida y su amor que me acompaña siempre y me da las fuerzas para que día a día cumpla mis metas.

Mis padres Hipólito y Victoria por su amor, confianza y su apoyo incondicional para culminar mis estudios. Por sus sacrificios durante todos estos años y llenar mi vida con sus valiosos consejos.

Mis hermanos y demás familiares por apoyarme en diversos aspectos de mi vida y estar presentes en mis logros.

LA AUTORA

AGRADECIMIENTO

Expreso mi sincero agradecimiento a:

Mi asesor Dr. Glicerio Eduardo Torres Carranza, por brindarme su apoyo, paciencia y orientación profesional constante; en la organización y realización del presente trabajo de investigación.

Mi alma mater, la Universidad Nacional de Cajamarca y a cada uno de los docentes que formaron parte en mi formación profesional.

Mi amiga Deysi Guevara Delgado, por brindarme su apoyo en el presente trabajo.

La asociación civil ADEFOR, por el espacio e información dada, para el establecimiento y desarrollo del experimento.

Todos mis amigos que de alguna manera ayudaron en la elaboración de esta investigación.

LA AUTORA

ÍNDICE

Contenido	Paginación
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II	3
MARCO TEORICO.....	3
2.1. Antecedentes de la investigación	3
2.2. Bases teóricas.....	7
2.2.1. Cultivo de sauco (<i>Sambucus peruviana</i> L.)	7
2.2.1.1. Historia.....	7
2.2.1.2. Distribución	7
2.2.1.3. Clasificación taxonómica del género <i>Sambucus</i>	7
2.2.1.4. Nombres comunes.....	8
2.2.1.5. Morfología de la especie	8
2.2.1.6. Utilización de la especie	10
2.2.1.7. Principales requerimientos para el cultivo.....	12
2.2.1.8. Labores culturales.....	13
2.2.1.9. Producción	13
2.2.1.10. Cosecha y post cosecha.....	14

2.2.1.11. Plagas y enfermedades	14
2.2.1.12. Propagación.....	14
2.2.1.13. Asociación.....	14
2.2.1.14. Fenología del saúco.....	15
2.2.1.15. Maduración del fruto de saúco.....	16
2.2.1.16. Especies del género Sambucus.....	17
2.2.2. Lombricultura.....	21
1. Clasificación taxonómica de la lombriz	22
2. Descripciones morfológicas y características	22
3. Reproducción.....	25
4. Sanidad.....	25
5. Etapas de desarrollo	26
2.2.3. Humus de lombriz (<i>Eisenia foetida</i>).....	27
2.2.3.1. Factores que deben ser tomados en cuenta para una plantación de (<i>Eisenia foetida</i>), según Guzmán (2004), son:	27
2.2.3.2. Densidad de Población	29
2.2.3.3. Pasos para el establecimiento del proceso de lombricultura	30
2.2.3.4. Medición de parámetros	33
2.2.3.5. Calidad del humus	34
2.2.3.6. Producción	35
2.2.3.7. Tiempo de elaboración	36
2.2.4. Corteza descompuesta de pino.....	36
2.2.4.1. Origen y utilidades	36
2.2.4.2. Ventajas al usar la corteza de pino como sustrato.....	37
Según Toval (2015), son:	37
2.2.4.3. Desventajas	37
2.2.4.4. Definición de términos básicos	39

CAPÍTULO III	40
MARCO METODOLÓGICO	40
3.1. Ubicación geográfica del experimento.....	40
3.1. Materiales.....	41
3.2. Metodología.....	42
3.2.1. Conducción del experimento	44
3.2.2. Evaluaciones experimentales realizadas	53
 CAPÍTULO IV	 54
RESULTADOS Y DISCUSIONES	54
4.1. Resultado de los análisis del sustrato	54
4.2. Procesamiento y análisis de datos	56
4.2.1. Análisis estadístico de los tratamientos en estudio	56
4.2.1.1. Altura de planta.....	56
4.2.1.2. Número de ramas	58
4.2.1.3. Número de hojas.....	59
4.2.1.4. Número de folíolos	61
4.2.1.5. Diámetro de ramas	63
4.2.1.6. Área foliar	64
 CAPÍTULO V	 67
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
4.1. Conclusiones.....	67
4.2. Recomendación	67
 CAPÍTULO VI	 73
BIBLIOGRAFÍA	69
ANEXOS	75

ÍNDICE DE TABLAS

Número

Paginación

1:	Usos actuales y potenciales de las hojas, flores y frutos de <i>Sambucus peruviana</i> L.	12
2:	Distribución por departamentos del género <i>Sambucus</i> en el Perú	18
3:	Proporciones para una mezcla de corteza de pino con fertilizantes minerales	38
4:	Dosis y código de cada tratamiento	43
5:	Análisis de sustratos	54
6:	Análisis de materia orgánica	54
7:	Resultados del análisis de suelo	55
8:	Análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta.	56
9:	Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad para altura de planta.	57
10:	Análisis de varianza (ANVA) para número de ramas.....	58
11:	Análisis de varianza (ANVA) para número de hojas.	59
12:	Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad para número de hoja.	60
13:	Análisis de varianza (ANVA) para número de folíolos.....	61
14:	Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad para número de folíolos.....	62
15:	Análisis de varianza (ANVA) para diámetro de ramas.	63
16:	Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad para diámetro de ramas.....	63
17:	Análisis de varianza (ANVA) para área foliar.	64
18:	Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad para área foliar.	65
19:	Datos meteorológicos promedios anuales registrados	79
20:	Evaluación realizada al trasplantar	84
21:	Primera evaluación	85
22:	Segunda evaluación	86
23:	Tercera evaluación	87

24:	Cuarta evaluación	88
25:	Quinta evaluación	89
26:	Sexta evaluación.....	90
27:	Séptima evaluación.....	91
28:	Octava evaluación	92
29:	Novena evaluación	93
30:	Composición química del humus de lombriz.....	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Número	Paginación
1: Características morfológicas del <i>Sambucus peruviana</i> L.....	9
2: Vista panorámica del sauco (<i>Sambucus peruviana</i> L.).....	16
3: <i>Sambucus canadiensis</i> L.....	19
4: <i>Sambucus mexicana</i>	20
5: Humus de lombriz.....	22
6: Anatomía de <i>Eisenia foetida</i>	24
7: Camas de lombriz.....	29
8: Mapa de ubicación de ADEFOR.....	40
9: <i>Características del campo experimental y distribución de los tratamientos</i>	43
10: <i>Plantas de saúco (Sambucus peruviana) en ADEFOR</i>	44
11: Obtención de estacas de saúco.....	44
12: Siembra de estacas con indicaciones del asesor.....	45
13: Estacas enraizadas.....	46
14: Mapa de ubicación geográfica de Aylambo.....	47
15: Parque forestal Aylambo.....	48
16: Suelo de Aylambo.....	48
17: Cernido de corteza.....	49
18: Pesado de humus de lombriz.....	49
19: Trasplante de sauco (<i>Sambucus peruviana</i>) en invernadero.....	50
20: Pulgón en hojas y yema apical de sauco (<i>Sambucus peruviana</i>).....	51
21: Control de pulgón.....	52
22: Temperatura y humedad relativa en el invernadero.....	52
23: Promedios de altura de planta por tratamiento.....	57
24: Promedio de ramas obtenido por los tratamientos.....	59
25: Promedio de hojas por tratamiento.....	60
26: Promedio de folíolos por tratamientos.....	62
27: Promedio de diámetro de ramas por tratamiento.....	64
28: Promedios de área foliar por tratamiento.....	65
29: Promedios de temperatura y lluvia de Cajamarca en 2019.....	80

30:	Medición de altura de planta	81
31:	Conteo de hojas.....	81
32:	Experimento en invernadero a los 2 meses.....	82
33:	Experimento en invernadero a los 4 meses.....	82
34:	Plantas listas para pasar a campo definitivo.....	83

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal determinar la dosis más eficiente de humus de lombriz para el crecimiento de saúco (*Sambucus peruviana* L.). La investigación fue realizada en la Asociación Civil ADEFOR, ubicada en la ciudad de Cajamarca, carretera al aeropuerto km 3; bajo condiciones de invernadero, para lo cual se empleó el modelo estadístico de Diseño Completamente al Azar (DCA) para valorar el nivel de significancia de los tratamientos; resultando 5 tratamientos y 4 repeticiones cada uno. Las variables en estudio fueron: Altura de planta, número de ramas, número de hojas, número de folíolos, diámetro de ramas y área foliar. Los resultados obtenidos fueron: En altura de planta, el tratamiento con mejor resultado fue: T2 (corteza de pino), con promedio de 30.56 cm de altura; en número de ramas tenemos el mejor resultado con H3 (suelo agrícola + humus de lombriz (10 t ha^{-1})), dando un promedio de 2 ramas por tratamiento; en número de hojas encontramos al H3 (suelo agrícola + humus de lombriz (10 t ha^{-1})) con promedio de 11 hojas por tratamiento; en cuanto a número de folíolos el mejor resultado se obtuvo con H3 (suelo agrícola + humus de lombriz (10 t ha^{-1})) con un promedio de 80 folíolos por tratamiento; en diámetro de ramas el mejor tratamiento fue H3 (suelo Aylambo + humus de lombriz (10 t ha^{-1})) con 0.64 cm de promedio y finalmente en área foliar el mejor resultado se obtuvo con H3 (suelo agrícola + humus de lombriz (10 t ha^{-1})) encontrándose un promedio de 37.42 cm^2 .

ABSTRACT

The main objective of this research work was to determine the most efficient dose of earthworm humus for the growth of elderberry (*Sambucus peruviana* L.). The investigation was carried out at the ADEFOR Civil Association, located in the city of Cajamarca, highway to the airport km 3; under greenhouse conditions, for which the Completely Random Design (DCA) statistical model was used to assess the level of significance of the treatments; resulting in 5 treatments and 4 repetitions each. The variables under study were: plant height, number of branches, number of leaves, number of leaflets, diameter of branches and leaf area. The results obtained were: In plant height, the treatments with the best result were: T2 (pine bark), with an average height of 30.56 cm; in number of branches we have the best result with H3 (agricultural soil + earthworm humus (10 t ha⁻¹)), giving an average of 2 branches per treatment; in number of leaves we find H3 (agricultural soil + earthworm humus (10 t ha⁻¹)) with an average of 11 leaves per treatment; As for the number of leaflets, the best result was obtained with H3 (agricultural soil + earthworm humus (10 t ha⁻¹)) with an average of 80 leaflets per treatment; in branch diameter the best treatment was H3 (Aylambo soil + earthworm humus (10 t ha⁻¹)) with an average of 0.64 cm and finally in leaf area the best result was obtained with H3 (agricultural soil + earthworm humus (10 t ha⁻¹)) with an average of 37.42 cm².

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Perú Acorde (2000), menciona que el saúco (*Sambucus peruviana* L.), es una especie nativa del Perú y se halla distribuida en todos los andes peruanos; generalmente se cultiva en los cercos o márgenes de chacras cerca de viviendas en zonas comprendidas entre 2800 a 3900 m de altitud. Se encuentra principalmente en los Departamentos de Ancash, Lima, Junín, Cusco, Arequipa y Cajamarca. No hay referencias sobre su cultivo en otros Países, sin embargo, se sabe que crece en Bolivia, Norte de Argentina.

Techno Server (2003), nos dice que, las provincias productoras del fruto de saúco en el departamento de Cajamarca son: Contumazá, San Miguel, Encañada, Santa Cruz, Chota, Hualgayoc, Celendín, San Marcos, Cajamarca y San Pablo. En el 2002, la producción del fruto de saúco se estima que fue alrededor de 27.5 t pero solo 24 t fueron comercializadas, ya que alrededor de 3.5 t se echaron a perder por falta de un adecuado manejo. El 25 % de la producción comercializada de esta especie es destinada a la elaboración de mermeladas, el 62.5 % a la elaboración de licores y el 12.5 % son utilizados para otros usos o destinos.

Para cultivar saúco se necesita de un clima templado, en donde las heladas no le afecten, el suelo es mejor si es profundo, franco y limoso con pH neutro a ligeramente alcalino. Requiere de agua, buen riego o estar ubicado cerca de acequia. Además, debe ser propagado en zonas con altitudes menores a los 3300 m, a fin de obtener mejor crecimiento de los árboles, además de mejor calidad y rendimiento del fruto. Siendo un cultivo de importancia en la industria debido a sus condiciones para ser aprovechado con fines alimenticios, medicinales, ornamentales, artesanales, agroquímico y para suplementación animal.

En Cajamarca, la baja producción se debe principalmente a que los agricultores se ven limitados debido a varios factores como climáticos, edafológicos, tecnológicos, productivos, baja calidad de semillas. Un aspecto importante en la producción agronómica es el manejo del suelo, así como la fertilidad de éstos.

Por lo que se hace necesario formar al agricultor en conocimientos y tecnologías que les permita superar esta problemática, un aspecto muy importante es la fertilidad del suelo, considerando que los suelos de Cajamarca son pobres en materia orgánica es imprescindible buscar fuentes de materia orgánica, así como dosis adecuadas para una buena producción.

Uno de los aspectos que influye en la buena productividad de los suelos como se menciona anteriormente es la materia orgánica. Existen diferentes fuentes de materia orgánica, pero las que tienen mejores resultados son aquellas tratadas como por ejemplo el humus de lombriz (*Eisenia foetida*) que viene a ser el producto final que se obtiene cuando los residuos animales y vegetales son consumidos por las lombrices. En varios trabajos que se vienen conduciendo principalmente en papas y hortalizas se han obtenido excelentes resultados, pero muy poco se trabaja con saúco, por lo que con el presente trabajo de investigación perseguimos los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Probar diferentes dosis de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) en el crecimiento del cultivo de saúco.

Objetivos específicos

- Determinar la dosis más eficiente para el crecimiento del cultivo de saúco.
- Caracterización de humus de lombriz (con fines de fertilidad).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Condori y Borda (2014), en su tesis **“Influencia del humus de lombriz en el rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum*) variedad única en la zona Yunga – La Cantuta durante el año 2011”**. Refiere que para esta investigación utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con cinco tratamientos y tres repeticiones: T1=0 kg humus/ planta, T2=0.25 kg humus/ planta, T3= 0.50 kg humus/planta, T4=1 kg humus/ planta y T5=1.5 kg humus/ planta. Alcanzando de esta manera el mayor rendimiento el tratamiento T5 con 20.31 t ha^{-1} , en cambio con el T1 se obtuvo 11.89 t ha^{-1} . Esto nos permite comprender la importancia de aplicar la cantidad adecuada de humus de lombriz en el cultivo de papa.

Quiroz (2014), en su trabajo titulado **“Efecto de tres tipos de abonos orgánicos (humus de lombriz, estiércol de ovino y estiércol de vacuno) en la producción de plántones de durazno”**. Menciona que las dosis de 9 tratamientos estaban distribuidos de la siguiente manera: (T1=100 % de tierra agrícola, T2=20 % humus de lombriz (HL)+20 % estiércol vacuno (EV) + 20 % estiércol de ovino (EO), T3=20 % HL+ 20% EV + 30% EO, T4=20% HL + 30% EV+ 20% EO, T5=20% HL+ 30% EV + 30% EO, T6=30% HL+ 20% EV + 20% EO, T7=30% HL+ 20% EV+ 30% EO, T8=30% HL+30% EV+20% EO y T9=30% HL+ 30% EV+30% EO. El diseño experimental utilizado fue Completamente al Azar con 9 tratamientos donde se evaluó factores como altura de planta, diámetro del tallo y número de hojas. La investigación da como resultado a los 150 días que el mejor tratamiento es el T6 con 1.45 de espesor, 22 hojas por planta y 25.90 cm en altura de planta; siendo los mejores resultados en comparación con los demás tratamientos.

Ríos (2014), en su estudio **“Efecto de tres dosis de humus de lombriz en el rendimiento de col (*Brassica oleracea*) L. var. *Itálica plenck* cv. *Imperial*”**. Nos dice que determinó la mejor dosis para el rendimiento para lo cual se empleó el Diseño de Bloques Completamente al Azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos fueron: T1 (1 t humus de lombriz ha^{-1}), T2 (2 t humus de lombriz ha^{-1}), T3 (3 t humus de lombriz ha^{-1}) y T0 (testigo sin aplicación de humus de lombriz). La evaluación estadística fue en base al análisis de varianza y a la prueba de Duncan al 0.01% de significancia. Los resultados mostraron que los tratamientos en estudio han originado diferente rendimiento, pues con el tratamiento T3 se obtiene mayor rendimiento (26676.7 kg ha^{-1}), a diferencia del tratamiento T0 que obtuvo (13783.7 kg ha^{-1}) de *Brassica oleracea*.

Huamán, Tamayo y León (2017), en su trabajo de investigación **“obtención de licor de saúco (*Sambucus peruviana*) por destilación en el Laboratorio de Agroindustrias de la Escuela Profesional de Agronomía”**. Se logró producir licor de saúco mediante el método de destilación obteniendo sabor y aroma aceptable, según el proceso de destilación se trabajó con tres parámetros, siendo la cantidad del volumen de los macerados 40 L para las tres corridas del proceso de destilado, cada una con diferentes tiempos. Siendo el tiempo la variable que permite determinar la variación del grado de alcohol para cada corrida de destilado, determinándose así tres corridas de destilado en tiempo 1 con 4 horas; tiempo 2 con 3:30 horas; tiempo 3 con 5 horas. Logrando obtener el producto final del destilado en el tiempo 1 con 13 L de licor de saúco, mediante el método de destilación.

Albares y Arnulfo (2017), en el trabajo de investigación **“Interacción de tres sustratos y tres morfotipos en la propagación de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) mediante nudos de tallo”**. Realizado en Cajamarca – Perú, da como resultado que el mejor sistema radicular, el mayor largo de brotes y las mejores plántulas se obtuvieron en el sustrato de tierra agrícola más humus de lombriz (1:1). Este fue superior estadísticamente al resto de tratamientos.

Luján (2017), en su tesis **“Efecto de tres dosis de “humus de lombriz” *Eisenia foetida* (Lumbricidae) y tres dosis de estiércol de “Vacuno” *Bos Taurus* (Bovidae) en el rendimiento del cultivo de “papa” *Solanum tuberosum* L. (Solanaceae) var. Serranita en la Provincia de Otuzco – Región La Libertad – Perú.”** Sugiere que para aumentar la producción del cultivo de papa empleó tres dosis tanto para humus de lombriz y estiércol de vacuno; utilizando 7 tratamientos y 3 repeticiones, de la siguiente manera: T1 (1 t ha^{-1} humus de lombriz + 0 t ha^{-1} estiércol), T2 (2 t ha^{-1} humus de lombriz + 0 t ha^{-1} estiércol), T3 (3 t ha^{-1} humus de lombriz + 0 t ha^{-1} estiércol), T4 (0 t ha^{-1} humus de lombriz + 1 t ha^{-1} estiércol), T5 (0 t ha^{-1} humus de lombriz + 2 t ha^{-1} estiércol), T6 (0 t ha^{-1} humus de lombriz + 3 t ha^{-1} estiércol), T7 (testigo). Como resultados se obtuvo que el tratamiento T3 (3 t ha^{-1} de humus de lombriz) logró el mejor rendimiento de tubérculos de primera calidad con 34.78 t ha, superando al tratamiento T7 (Testigo) el cual solamente obtuvo 16.63 t ha^{-1} . De la misma manera para los tubérculos de segunda y tercera calidad también lo obtuvo el T3 con (14.47 t ha^{-1}) y (7.66 t ha^{-1}) respectivamente.

Sánchez (2018), en su trabajo de investigación **“Efecto de tres niveles de humus de lombriz en el rendimiento y calidad comercial de *Lactuca sativa* L. híbrido raider plus, en Moche, Trujillo-La Libertad”**. Refiere que evaluó el efecto de tres niveles de humus de lombriz, además de determinar la mejor dosis que permita obtener el mayor rendimiento de *Lactuca sativa* híbrido raider plus. Utilizando el Diseño de Bloques Completamente al Azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones: 0.5 t ha^{-1} de humus de (T1), 0.75 t ha^{-1} de humus de lombriz (T2), 1 t ha^{-1} de humus de lombriz (T3), y un testigo (T0) sin aplicación de humus de lombriz. La evaluación estadística fue basándose en los análisis de varianza; y en la prueba de Duncan, al 0.01 % de significancia. Los resultados obtenidos demostraron que los tratamientos en estudio han originado diferentes rendimientos; y, que con el tratamiento T3, se obtiene el mejor rendimiento por ha^{-1} de *Lactuca sativa* L. var. Híbrido Raider plus.

Trujillo (2017). En su tesis **“Efecto de cuatro dosis de humus de lombriz en el cultivo de Caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp) variedad Blanco cumbaza en la zona del alto Huallaga – Tocache”**. Menciona que su objetivo principal fue

contribuir con el desarrollo tecnológico para aumentar el rendimiento del cultivo de caupí en los suelos de la zona, se utilizó el Diseño Estadístico de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con cuatro bloques y cinco tratamientos. Los tratamientos fueron: T1 (7000 kg ha^{-1} de humus de lombriz), T2 (8000 kg ha^{-1} de humus de lombriz), T3 (9000 kg ha^{-1} de humus de lombriz), T4 (10000 kg ha^{-1} de humus de lombriz) y T0 (testigo, sin aplicación). Las variables evaluadas fueron: porcentaje de emergencia (%), altura de planta (cm), longitud de vainas (cm), número de vainas por planta, peso de 100 semillas (g), rendimiento (kg ha^{-1}) y análisis económico. Los resultados obtenidos señalan que la dosis de 10 t ha^{-1} de humus de lombriz (T4) fue el que presentó el mayor efecto en el rendimiento con 2564.9 kg ha^{-1} y el beneficio / costo de 0.12 y con un beneficio neto de 978 nuevos soles.

Morán (2016), en su tesis **“Evaluación de la dilución, caracterización y aceptabilidad en la elaboración del néctar de saúco (*Sambucus peruviana* L.)”**. Refiere que los objetivos fueron realizar el análisis físico – químico y análisis proximal del fruto del saúco y efectuar las diluciones del jugo de saúco con agua para la elaboración del néctar, para ello se realizó 6 tratamientos, cada uno con dos repeticiones diferentes entre sí para generar resultados confiables. El Diseño Experimental Utilizado fue con factorial de un solo factor con 6 tratamiento (T1, T2, T3, T4, T5, T6). La madurez del fruto de saúco fue la característica que se tomó en cuenta: color negro, diámetro promedio de 19.5655 cm y peso 0.1225 g. Además, el fruto de saúco cuenta con 6.25 de °brix, 3.39 de pH, 1.36 de acidez titulable, 87.03 % de humedad, 1.53 % de proteína, 0.25 de grasa, 0.8 % de ceniza, 0.67 % de fibra y 9.72 % de carbohidratos. El mejor tratamiento fue el cuarto (T4), siendo seleccionado mediante análisis sensorial con una dilución 1:2 (pulpa: agua). Las diluciones de pulpa de saúco y agua, fueron 1:0.5, 1:1, 1:1.5, 1:2, 1:2.5, 1:3 y la mejor fue 1:2 pulpa de saúco y agua.

Herrera (2018), en su tesis **“Efecto de los sustratos en la propagación por esquejes del saúco (*Sambucus peruviana*) en condiciones de vivero en la localidad de Huacrachuco – Marañón”**. Indica que evaluó el efecto de los sustratos en el porcentaje de supervivencia de esquejes en la propagación del saúco. Los tratamientos: T1(tierra agrícola, turba y arena fina), T2(turba y arena fina), T3(tierra agrícola, humus y arena fina) y T0(tierra agrícola y turba (testigo)).

El Diseño empleado fue Completamente al Azar (DCA), los factores evaluados fueron: porcentaje de supervivencia, número y longitud tanto de brotes como para raíces por esqueje. Se determinó que el mejor sustrato fue el T3 (1:1:1) en la propagación por esquejes de saúco a nivel de vivero; en número y longitud de brotes el mayor número lo obtuvo T3 a los 90 días después de la instalación con 5 brotes y 5.12 cm de longitud; el mayor número de raíces por esquejes lo obtuvo el T1 con 12.25 y la mayor longitud de raíz lo obtuvo el T2 con 9.33 cm, superando estadísticamente al testigo (T0).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Cultivo de saúco (*Sambucus peruviana* L.)

2.2.1.1. Historia

Perú Acorde (2000), el hombre se ha valido del saúco desde tiempos antiguos, como alimento, medicina, en ciertos ritos, como árbol de jardín, para fabricar silbatos valiéndose de su madera hueca. Al quemar las hojas se empleaban como insecticida y la infusión de las hojas se utilizó como repelente de mosquitos y, aplicada sobre las plantas, para evitar los daños de pulgones y orugas. El olor de sus hojas es desagradable, pero se cubre de hermosas flores blancas entre finales de primavera y principios de verano. En un jardín natural ofrece refugio y alimento a muchas aves.

2.2.1.2. Distribución

Pretell (1998), menciona que el saúco es originario del Perú e introducido a otras regiones, se encuentra distribuido desde Costa Rica hasta Argentina. En nuestro país, se encuentra a lo largo de los Andes, generalmente en los departamentos de Ancash, Lima, Huánuco, Junín, Cajamarca, Cusco y Apurímac.

2.2.1.3. Clasificación taxonómica del género *Sambucus*

Según Ayala (2003), taxonómicamente el género *Sambucus* se clasifica de la siguiente manera:

REINO: Vegetal

DIVISIÓN: Fanerógamas

SUB-DIVISIÓN: Angiospermas

CLASE: Dicotiledóneas

SUB-CLASE: Asteridae

ORDEN: Dipsacales

FAMILIA: Caprifoliaceae

GÉNERO: *Sambucus*

ESPECIE: *Peruviana* L.

NOMBRE CIENTÍFICO: *Sambucus peruviana* L.

2.2.1.4. Nombres comunes

Pretell et al. (1985), los nombres comunes varían de acuerdo a las zonas donde se distribuye esta especie como son: “Saúco” (Perú, Bolivia y Colombia), “Rayan o pintura de novia” (Cusco), “Uvas de la sierra”, “Uvilla del diablo”, “Pochko uvas” (Ancash), “Layan, “Ccola ccola”, “Kjola” (Aymara- Bolivia), “Saúco blanco”, “Tilo” (Ecuador).

2.2.1.5. Morfología de la especie

Pretell et al. (1985), la especie (*Sambucus peruviana* L.) está representada por árboles o arbustos, normalmente de 3 a 6 m de altura, puede llegar a medir hasta los 12 m cuando las condiciones son buenas, presenta un diámetro máximo de 40 cm, copa globosa, frondoso, fuste recto y robusto, a veces se encuentra torcido, follaje siempre verde claro y con flores blancas, sus tallos tiernos son poco resistentes debido a una medula esponjosa; a medida que la planta envejece, el fuste se endurece de tal manera que constituye una madera más fuerte y utilizada en construcciones rurales.

IDMA (2000), la médula central contiene abundante reserva de agua, haciendo que su consistencia sea suave. El grosor del fuste de los árboles de saúco, varían de acuerdo a la edad de la planta, condiciones de suelo y pisos ecológicos, adquiriendo abundantes ramificaciones cortas de médula hueca en

7la copa del árbol; si la planta es talada el tallo rebrota con facilidad varias varillas, las hojas de estos rebrotes son grandes, anchas y de color verde oscuro.

Hinostroza et al. (1988), la corteza externa es áspera, suavemente agrietada, las grietas son de 2 - 4 mm de profundidad, menos agrietada hasta lisas en árboles jóvenes de color cenizo. Mientras, la corteza interna es de color blanquecino, quebradiza, delgada de 2 - 4 mm de espesor.



Figura 1: Características morfológicas del *Sambucus peruviana* L.

Fuente: Montero y Huari (2004).

Ramas terminales

Reynel et al. (1990), son cilíndricas o angulosas, a veces huecas, color marrón claro, robustas, aproximadamente de 0.8 - 1 cm diámetro, poseen cicatrices que las circundan en los nudos; son glabras, a veces lenticeladas.

Flores

Reynel et al. (1990), actinomorfas, en un promedio de 8 mm de diámetro; cáliz verde, gamosépalo, cortamente dentado; corola con 5 pétalos libres redondeados, blancos; cinco estambres, alternos con pétalos, aproximadamente 4 mm de longitud. Pistilo con ovario súpero, globoso; estilo corto; estigma capitado y carnoso.

Inflorescencias

Reynel et al. (1990), cimas umbeliformes terminales con una longitud de 15 cm a más.

Hojas

Galindo (2003), menciona que están compuestas de 7 a 9 folíolos, son imparipinnadas, opuestas, decusadas, ápice agudo; base asiforme; presentan un borde finamente aserrado, de 4 a 16 cm de longitud y 3 a 7 cm de ancho; tanto las nervaduras primarias y secundarias son bien marcadas.

Frutos

Galindo (2003), bayas triloculares de 7 a 12 mm de diámetro, con 4 a 6 semillas, embriones pequeños, carnosos y jugosos, sabor singular y dulceíno, comestibles, agrupados en racimos de color morado, intenso a negro cuando son maduros.

2.2.1.6. Utilización de la especie

Uso en agroforestería

Reynel et al. (1990), el saúco desde el punto de vista agroforestal, se emplea para la formación de cercos vivos, así como también cortinas rompe vientos, a fin de proteger los cultivos; esto lo facilita su propagación por estacas ya que da buenos resultados.

Utilización de la madera

Pretell et al. (1985), la madera de saúco es dura y resistente, que proviene de árboles maduros, se puede emplear en la construcción de casas de adobe como soporte de umbrales, manezuela de algunas herramientas, leña y cercos. Coinciden en afirmar que sus tallos jóvenes son utilizados por artesanos para la fabricación de ciertos juguetes, sopladores que aticen el fuego y quenás.

Tello (1984), nos dice que es utilizada como estacas en los viñedos, ya que esta especie tiene estructura micro fibrilar resistente.

Hinostroza et al. (1988), en la Universidad Nacional del Centro del Perú, se realizó un estudio biométrico de las fibras leñosas de saúco, dando como resultado que son buenas para la obtención de pulpa para papel; la clasificación que le dieron a estas fibras es de fibras medianas.

Utilización del fruto

Galindo (2003), el fruto del saúco es utilizado en estado fresco, pero también, se conserva seco, sin perder la originalidad tanto en propiedades o características naturales, aun cuando su superficie presente arrugas. Este fruto contiene sustancias amargas en pequeñas proporciones, también presenta significativa cantidad de glúcidos que son necesarios en la elaboración de conservas y mermeladas. Hoy en día, este fruto es procesado en la industria en forma de licores, mermeladas, yogurt, conservas, jugos, refrescos, dando así valor agregado y mejores ganancias al poblador rural.

Cahuana (1991), durante el procesado de mermeladas, yogures y néctares; la piel u hollejo que cubre las bayas debe ser eliminada en forma manual o mecánica para aprovechar totalmente la pulpa, porque a diferencia en la elaboración del licor de saúco, éstas son utilizadas con todo y cáscara, siendo estrujadas y prensadas, a fin de trasladar los pigmentos hasta el medio líquido del extracto desde la piel, adquiriéndose un color más intenso de éste.

ITDG (2000), en la actualidad, los frutos de saúco deben presentar una madurez industrial para la preparación de mermeladas, licores, yogures y néctares que son medidos mediante el pH y los grados brix. Los valores deben encontrarse entre 3.4 – 2.5 y 6.5 – 7.0, respectivamente.

Utilización de las hojas, flores y raíz

Cahuana (1991), dice que en la medicina tradicional las hojas se emplean para la curación de reumatismos, “chupus” y tumores; también es utilizado en el teñido de lanas como es el azul metálico.

Ortiz de Gómez et al. (2000), estudios de medicina humana demostraron que las hojas de saúco, presenta buenos resultados antiinflamatorios y depresor del crecimiento celular, sobre la glándula prostática hiperplásica.

IDMA (2000), las hojas también son utilizadas como alimentos para las cabras y ovejas, como repelente de insectos, insecticidas caseros (control de pulgones), y conjuntamente, las ramas sirven para cubrir la chicha de jora, durante el proceso de fermentación.

Pretell et al. (1985), por otro lado, los pobladores de nuestra serranía, utilizan las flores en la elaboración de refrescos, humedeciéndolas en vinagre blanco, agregando posteriormente azúcar y agua, en cocimiento sudorífico, las flores se mezclan con jabón para favorecer la supuración en forma de parches.

Rodríguez et al. (2003), también se extrae de las flores una sustancia química para la utilización de lociones y productos de fumigación.

IDMA (2000), la raíz es utilizada en infusión contra la hidropesía.

Galindo (2003), menciona los principales usos actuales y potenciales de las hojas flores y frutos de saúco (tabla 1).

Tabla 1: Usos actuales y potenciales de las hojas, flores y frutos de *Sambucus peruviana* L.

USO ACTUAL	PARTE USADA
En lociones y perfumes	Flores
Champagne	Flores
Alcaloides	Hojas
Ácido málico	Flores y frutos
Ácido tartárico	Flores y frutos
Refrescos	Frutos
Mermeladas y dulces	Frutos
Licores	Fermentación de frutos
USO POTENCIAL	PARTE USADA
Bebidas gaseosas	Flores
Condimentos	Flores hojas y médula
Puré y sopas	Médula
Bebidas alcohólicas	Frutos y médula
Esencias	Flores y frutos

2.2.1.7. Principales requerimientos para el cultivo

Brack (1999), afirma que el cultivo de saúco presenta los siguientes requerimientos:

Altitud

En Perú desde los 2800 hasta los 3900 m; presenta un alto rango altitudinal por lo que se lo puede encontrar incluso desde los 2300 m, pero el óptimo esta entre 3200 a 3800 m de modo que se lo puede encontrar en los departamentos de Ancash, Lima, Huánuco, Junín, Cusco y Apurímac.

Temperatura media

Se encuentra entre los 8 y 17 °C y no es afectado por las heladas. Entre 6 a 14°C (temperatura media anual).

Suelos

Es una especie poco exigente en suelos, aunque se desarrolla mejor en suelos francos, profundos y limosos, con pH neutro a ligeramente alcalino.

Distanciamiento

Para la plantación de saúco se recomienda un distanciamiento de 4 m entre planta por 5 m entre hileras.

Riego

Requiere buena dotación de agua, por lo que normalmente se le encuentra plantado cerca de una fuente de agua, como en los bordes de la chacra y huertos o cerca de acequias o canales.

2.2.1.8. Labores culturales

Tello (1984), nos dice que requiere de podas de formación, limpieza de arbustos y malas hierbas.

2.2.1.9. Producción

Tello (1984), empieza a producir a los 3 a 4 años, cada árbol bien cuidado puede producir entre 20 a 50 kg de fruto / año, durante varias decenas de años. Es una planta con follaje verde, puede llegar a medir hasta 7 a 10 m de altura, además de ser frondoso y coposo.

2.2.1.10. Cosecha y post cosecha

Tello (1984), su cosecha se realiza cuando los racimos presenten bayas oscuras y deben tratarse con cuidado. De preferencia darles uso inmediatamente porque se acidifican con facilidad.

2.2.1.11. Plagas y enfermedades. Según Pretell (1998) tenemos:

Plagas

Existen pocos insectos que habitan en este árbol: La hormiga cortadora es uno de ellos (perforan con facilidad en ramas tiernas del saúco), así como el pulgón negro. La hormiga cortadora suele cortar el follaje de la vegetación para luego ser llevado al hormiguero, una vez allí, lo mastican y lo adicionan a espacios subterráneos de hongos que proveen de alimento a la colonia. Las hormigas cortadoras, podadoras, deshojadoras, agricultoras, comedoras de hongos; debido a que con sus fuertes mandíbulas corta material vegetal y lo transporta al interior del hormiguero; no se alimenta de lo cosechado.

Enfermedades

Las enfermedades más comunes que afectan al saúco son, el botrytis y el oídium; ya sea a nivel de la planta o en el almacenamiento.

Malezas. La planta es muy competitiva con malas hierbas, sin embargo, le puede ocasionar estrés hídrico y como consecuencia abortar la fruta y luego reducir el crecimiento de las plantas.

2.2.1.12. Propagación

MINAG (1995), su propagación es asexual, a través de estacas de condición semileñosas. El saúco (*Sambucus peruviana* L.) tiene que ser cultivado, no se lo encuentra en estado silvestre debido a la infertilidad de sus semillas.

2.2.1.13. Asociación

Tello (1984), menciona que el saúco (*Sambucus peruviana* L.) crece generalmente asociado con otras especies, como *Mintostachis* sp. (Muña) *Cassia glandulosa* (mutuy), *Prunas capollin* (guinda), *Agnus jorullensis* (aliso),

Baccharis lanceolata (chilca), *Maspirus germanica* (níspero) y gramíneas que habitan generalmente en lugares húmedos, ribera de los ríos, quebradas, etc.

2.2.1.14. Fenología del saúco

Cahuana (1991), refiere que, la etapa de floración se inicia a fines del mes de noviembre y comienzos de diciembre, esto varía de acuerdo a las condiciones climáticas y el piso altitudinal en el que se desarrolla; después de realizada la fecundación, las bayas de saúco inician su crecimiento, obteniendo su mayor tamaño a fines del mes de enero e inicios del mes de febrero.

MINAG (2003), en el Perú, el período de fructificación se da de manera gradual durante todo el año, según el lugar y suministro de agua.

Palomino (2004), en el departamento de Cajamarca, cuenca de Chota, se logra obtener una fructificación dos veces al año en los meses de enero a marzo y julio a agosto.

Galindo (2003), en el departamento de Apurímac, provincia de Andahuaylas, la etapa de floración comienza entre los meses de setiembre a diciembre. De acuerdo a los pisos altitudinales es la maduración de los frutos, de esta manera, en los pisos altitudinales menores a 2800 m, se inicia entre enero y febrero, a comparación de los pisos altitudinales ubicados entre 2800 a 3500 m, el inicio se presenta de marzo a mayo; y los frutos no llegan a madurar en altitudes mayores a 3500 m, provocando la caída y el fracaso de la fructificación.



Figura 2: Vista panorámica de la planta de saúco (*Sambucus peruviana* L.)

2.2.1.15. Maduración del fruto de saúco

Cahuana (1991), en un inicio, los frutos son de coloración verdosa, luego cambian de tonalidad a marrón verdoso y en su madurez presentan una coloración morado intenso, pulpa color guinda y las semillas pequeñas e infértiles. Este periodo se desarrolla normalmente en los meses de febrero y marzo, adquiriendo las bayas el máximo contenido de azúcar y el menor contenido de ácidos. El progreso de la maduración de las bayas es notado exteriormente por su coloración y por su fácil desprendimiento de los frutos del escobajo.

Estudios realizados por Tello (1984), describe las etapas de maduración del fruto de saúco:

Fase 1 (inicio del crecimiento): El fruto inicia su crecimiento en los meses de diciembre y enero, presentando una coloración verde claro.

Fase 2 (crecimiento activo): A mediados de los meses de enero y febrero, la coloración del fruto cambia de tonalidad mulata a semi morado.

Fase 3 (maduración): El período se inicia en marzo y se prolonga hasta los primeros días de abril, determinándose por la maduración del fruto propiamente dicha.

Características del fruto de saúco

El fruto de saúco está constituido por bayas que en conjunto forman el racimo.

El racimo

Tello (1984), se encuentra constituido por las bayas y el escobajo, también presenta un vástago principal donde se asientan las bayas. El promedio del número de frutos de saúco se calculó por racimos en árboles de saúco en plena fructificación, indicando 420 bayas por racimo con un peso de 184 g; teniendo como extremos a 208 y 160 g.

Las bayas

Cahuana (1991), son de forma redonda u ovalada, su color característico es rojiazulado oscuro, presenta de 200 a 400 bayas por racimo, su diámetro varía de 0.8 a 1 cm, el peso oscila entre 0.4 a 0.7 g; y son frágiles a la acción mecánica. Estas bayas se encuentran constituídas por una película u hollejo, pulpa y semillas. Además, presenta una estructura similar a la baya de uva.

2.2.1.16. Especies del género *Sambucus*

Ayala (2003), el género *Sambucus* se encuentra distribuido a través de 20 a 40 especies principalmente en zonas templadas y en los trópicos. En nuestro país, este género se encuentra representado por 3 especies distribuidas ampliamente (tabla 2).

Tabla 2: Distribución por departamentos del género *Sambucus* en el Perú.

Especie	Altitud (m)	Distribución	Especie nativa	Especie introducida
<i>Sambucus canadienses</i> L.	0 – 1500	Huánuco y Lima		X
<i>Sambucus peruviana</i> L.	2000 – 4000	Amazonas, Cajamarca, Cusco, Huánuco, Lima, Pasco, Junín	X	
<i>Sambucus mexicana</i>	0 – 2000	Huánuco, Loreto, San Martín	X	

Fuente: Brako y Zarucchi (1993)

1. *Sambucus canadienses* L.

Según Galindo (2003), menciona lo siguiente para ésta especie:

Descripción

Árbol o arbusto frondoso de 3 - 8 m de altura, fuste retorcido con 10 a 20 cm de diámetro y una copa globosa; los brotes aéreos son emitidos por las raíces más superficiales; en invierno presenta follaje desfoliado, la especie alcanza su porte arbóreo en el período de un año. Las fases de floración y fructificación se dan entre los meses de setiembre a febrero y enero a julio, respectivamente.



Figura 3: *Sambucus canadensis* L.

Fuente: Montero y Huari (2004)

Hojas

Opuestas, imparipinnadas, pecioladas, generalmente con un par de folíolos subsésiles en la base del folíolo terminal y los dos pares inferiores con tres folíolos peciolados; éstos son lanceolados y aserrados.

Flores

Blancas, pequeñas y de corola rotácea.

Inflorescencia

Cimas compuestas en umbela de umbelas.

Fruto

De color negro con 3 a 5 semillas con un sabor desagradable y no comestible. Presentan forma ovoide, de 4 a 5 mm de diámetro. Sirve de alimento a las aves silvestres.

Utilización

Habitualmente se utiliza de manera ornamental en parques y jardines.

2. *Sambucus mexicana*

Distribución

Mac Bride (1937), se distribuye en el Sud-oeste de los EE.UU., México, América Central y en Sud-América, principalmente en Venezuela y Perú. En nuestro país, se encuentra básicamente distribuida en los departamentos de San Martín.

Descripción de la especie

Galindo (2003), árbol o arbusto pequeño de 2 - 4 m de altura de tronco torcido, frondoso, copa globosa, follaje siempre verde y floración durante todo el año. Presenta ramificación simpodial con ramas principales desde la base y la corteza externa del tronco es áspera.



Figura 4: *Sambucus mexicana*

Fuente: Montero y Huari (2004)

Hojas

Opuestas bipinnadas, los folíolos inferiores generalmente se presentan partidos o trifoliados, folíolos laterales reducidos, color verde oscuro brillantes, sin pubescencia, con 3 a 5 folíolos ovadolanceoladas, con borde aserrado, dientes muy distantes del ápice.

Frutos

Pequeñas bayas elipsoidales de 2 a 3 mm de diámetro, color negro, 3 a 4 semillas, poco apetecibles por los consumidores, sin embargo, satisfacen la dieta de muchas aves silvestres, son poco jugosas y diminutas cuando alcanzan la madurez. El período de fructificación se inicia en enero hasta marzo.

Utilización

En nuestro país, se emplea las hojas, flores y frutos en medicina popular, además es utilizada en Agroforestería.

Flores

Gilman et al. (1994), color blanco, actinomorfas, bisexuales, aproximadamente de 4 a 6 mm de diámetro.

3. *Sambucus peruviana* L.

Es una especie nativa de Perú. Con esta especie se ha realizado la presente investigación y se lo ha descrito en la página 8.

2.2.2. Lombricultura

Gutiérrez (2007), la lombricultura es uno de los primeros pasos biotecnológicos en el aprovechamiento de los desechos en beneficio del hombre, que consiste en la crianza intensiva de las lombrices capaces de transformar a través de un proceso de digestión, grandes cantidades de desechos orgánicos en humus, por consiguiente, a esta actividad se le denomina como recuperadora. Así mismo menciona que esta capacidad se refiere a la acción, transformación y eliminación de desechos orgánicos.

Ferruzzi (2001), considera que la lombricultura es un agente recuperador, tiene beneficio propio, pues reduce los costos de eliminación de los desechos orgánicos, lo que significa una mayor utilización en el resultado final: humus como fertilizante y proteínas como recurso alimenticio.



Figura 5: Humus de lombriz

1. Clasificación taxonómica de la lombriz

Hernández (2006), clasifica taxonómicamente a la especie (*Eisenia foetida*) de la siguiente manera:

Reino: Animal
Phylum: Anélido
Clase: Oligoqueto
Orden: Opisthoro
Familia: Lombricidae
Género: *Eisenia*
Especie: *foetida*

Nombre científico: *Eisenia foetida*

2. Descripciones morfológicas y características

Juárez (2010), la lombriz roja *Eisenia foetida* posee un cuerpo alargado cilíndrico, achatado ventralmente y con extremos delgados, con una longitud de 6 cm a 8 cm, presenta una respiración a través de la piel, son hermafroditas requieren una temperatura ideal de 16 a 25 °C, requieren una humedad ideal de 70 % a 85 % y un pH ideal entre 6.8 a 7.2; no obstante, pueden sobrellevar rangos que pueden oscilar entre 5.5 a 8.

Sullcata (2014), las lombrices del género *Eisenia* son capaces de tolerar rangos de pH que van desde 4.2 hasta 8.0 y que una cualidad propia a su proceso digestivo es la de contribuir a la regulación del equilibrio ácido – básico del suelo, procurando neutralizar los valores del pH aun teniendo valores mayores a nueve. En casos muy extremos en el que los valores de pH se encuentren inclinados hacia uno u otro extremo, se puede tratar de neutralizar añadiendo pequeñas cantidades de cal disuelta para casos de acidez o vinagre en forma disuelta para reducir alcalinidad en el sustrato que sirve como alimento para la lombriz.

Según Serrano (2004), las características de *Eisenia foetida* son:

- Su cuerpo es cilíndrico, anillado y presenta de 120 a 175 segmentos, y está recubierta de una fina cutícula, con una longitud adulta de 6 cm a 8 cm y un diámetro de 3 mm a 5 mm, su color va de blanco rosa y ya adulta color rojo oscuro.
- Respira a través de la epidermis, por lo que la cutícula debe mantenerse húmeda.
- Clitelo: Tiene forma de anillo de color blanco rosado, está situado en el tercio anterior dotado de una glándula que se encarga de secretar las sustancias que forman los cocones o cápsulas donde se alojan los huevos fecundados, dicho capullo tiene forma de pera de 2-3 mm de diámetro, de color verde amarillo hasta verde rojizo que se abre de los 14 a 21 días en ambientes propicios, humedad, temperatura, etc. dichas lombrices al salir miden 1 mm aproximadamente y tienen un peso en estado adulto de 0.8 a 1 g e ingieren diariamente el 100 % de su peso en materia orgánica en descomposición y del cual el 50 % a 60 % es excretado abono orgánico y el 40 % es asimilado y se convierte en biomasa de lombriz.
- La madurez sexual la adquieren a los 3 meses y a partir que se forma el clitelo están aptas sexualmente para el apareamiento el cual se produce con un espacio mínimo de 7 días y su tiempo de duración es de 15 minutos.

- Elevada prolificidad de 2 a 21 lombrices que en condiciones óptimas dan lugar hasta 1,500 descendientes lombrices al año.
- Glándulas calcíferas (glándulas de Morren): Son unos órganos que segregan carbonato de calcio y cumplen la función de controlar el pH e impiden su desarrollo de ciertos hongos y bacterias que se encuentran en los sustratos orgánicos que consume.
- Regeneración: Solo si la lesión o destrucción causa daño en la última fracción del intestino, sin embargo, si la lesión es la región anterior la lombriz muere.
- Una lombriz es 80 % agua y 20 % materia seca, posee el 65 % de proteína.
- Si son expuestas a los rayos ultravioletas mueren en poco tiempo.

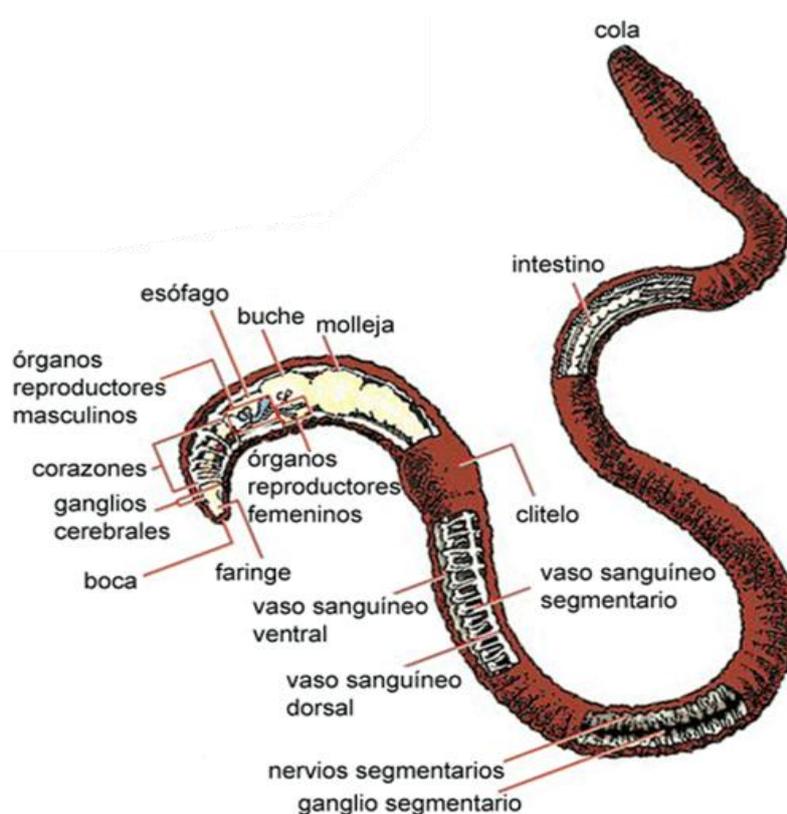


Figura 6: Anatomía de *Eisenia foetida*

3. Reproducción

Juárez (2010), se debe tener presente que la vida media de la lombriz común es de cuatro años y que sufre una etapa de letargo en los meses con temperaturas bajas e inicia sus actividades en los meses templados. La lombriz *Eisenia foetida* presenta un tiempo de vida entre 12 a 14 años. Durante los cuales se acopla regularmente, cada 7 días, esto sucede luego del día 90 de edad, cuando la temperatura y la humedad del medio sean las apropiadas.

Serrano (2004), *Eisenia foetida* es hermafrodita incompleta lo que significa que no está en condiciones de auto fecundarse, debido a un mecanismo fisiológico llamado “protandria”, esto sucede porque las células sexuales masculinas maduran antes que las femeninas, por lo que necesita de otra lombriz y como resultado del acoplamiento de las dos lombrices se origina dos huevos o cápsula (uno de cada lombriz). Dichas cápsulas se abrirán entre 14 a 21 días, según sea la temperatura del medio donde se ubiquen. Cada una contiene de 2 a 21 lombrices pequeñas. Las cápsulas contienen un líquido que constituyen la fuente alimenticia de las pequeñas lombrices durante el período de incubación.

4. Sanidad

Sullcata (2014), *Eisenia foetida* es un animal confiable dado que no sufre ni transmite enfermedades y lo mejor es que no ocasiona ningún daño ecológico cuando ocurre una fuga a un medio natural. Las lesiones e infecciones causadas por insectos, parásitos u hormigas la pueden ocasionar serias lesiones a las lombrices. Si esta llega a ser herida cerca del clitelo puede infectarse y ocasionarle la muerte.

Según Sánchez (2003), si hay presencia de sustancias peligrosas en la comida puede causar una disminución de las lombrices y también una pérdida de peso. En ciertos casos afectan a la musculatura impidiendo su traslado o el apareamiento.

5. Etapas de desarrollo

Ferruzzi (2001), menciona las siguientes etapas de desarrollo de la lombriz:

a. Cápsula - capullo o cocón

Las glándulas del clitelium producen el capullo o cápsula (cocón). La cápsula tiene un color amarillo-verdoso, tiene la forma semejante a una pequeña pera, ovalada por una parte y acuminada por la otra. Por esta última parte emergen las lombrices después de 14 - 21 día de incubación, las crías rompen la envoltura la cual ha adquirido un color más oscuro. En general cuando salen menos de 3 lombricitas por capsula son básicamente de color rosado y de tamaño más grandes (de 2 a 3 mm).

b. Juveniles

Están entre los tres cm, su color va desde rosado fuerte hasta un color rojo oscuro el tiempo transcurrido para adquirir estas características es de 45 a 90 días y su crecimiento es de 2 a 3 cm aproximadamente.

c. Adultas

La madurez la alcanza aproximadamente a los 3 meses de edad y se caracteriza por presentar la formación de clitelo, puede llegar a medir hasta 3 o más cm y su color es rojo oscuro.

d. Madurez o desarrollo definitivo

La madurez lo alcanza entre 6 o 7 meses llegando a una longitud entre 6 y 10 cm, con un grosor de 3 a 5 mm, su color es rojo oscuro. El autor refiere que la *Eisenia foetida* ocupa los primeros 50 cm del suelo, por lo que, es muy susceptible a los cambios climáticos. Es fotofóbica, los rayos ultravioletas pueden afectarla de manera negativa, además de la gran cantidad de humedad, la acidez del medio y la incorrecta alimentación. Cuando la lombriz realiza conductos en el suelo blando y húmedo, succiona la tierra con la faringe o bulbo.

2.2.3. Humus

2.2.3.1. Factores que deben ser tomados en cuenta para una plantación de (*Eisenia foetida*), según Guzmán (2004), son:

- **Ubicación de las camas:** En lugares sombreados evitando con ello la evaporación. La superficie debe ser casi plana, no tener una pendiente mayor de 20 % y no expuesta a inundaciones, se debe realizar zanjas de drenaje con una buena disponibilidad de agua.
- **Humedad:** La humedad de las camas se debe mantener del 75 % al 80 % ya que debajo del 70 % son perjudiciales para la cría y debajo de 55 % son niveles que puede ocasionar su muerte. Así también indica que la elevada humedad en el alimento provoca la baja producción de cápsulas.
- **Temperatura:** La ideal está entre 15 a 24 °C lo más cercano posible a lo corporal de la lombriz que es de 19 °C, por encima de 30 °C la resiste, pero no da muy buenos resultados ya que su reproducción es baja y la producción de humus se ve afectada. Por otro lado, cabe señalar que la temperatura promedio del sustrato es de 20 °C, y cuando ésta desciende a los 15 °C la reproducción de lombrices es nula, además muchas de sus crías pueden morir, con temperaturas mayores a 35 °C huyen o también mueren. Al aumentar las temperaturas, por encima de 25 °C inician a producir cápsulas, disminuyendo de esta manera el tiempo promedio transcurrido para que alcancen la madurez sexual. El comportamiento de la lombriz es directamente influido por la temperatura respecto a producción y fecundación; su actividad sexual en los meses fríos y los calurosos se restringe, siendo mayor durante los meses templados. Cuando la temperatura de su ambiente oscila alrededor de los 20 °C, su actividad sexual es la ideal.
- **pH:** Es un factor determinante de una buena plantación, se debe tener un pH comprendido entre 6.5 y 7.5 y siendo los valores adecuados los que van de 6.8 a 7.2, sin embargo, las lombrices pueden prosperar adecuadamente con un pH entre 5 (ligeramente ácido) y 8 (ligeramente alcalino).

- **Aireación:** La lombriz requiere aire para su proceso vital, por lo tanto, es necesario remover las camas con rastrillo por lo menos cada siete días. La garantía de la existencia de una atmósfera intersticial con suficiente oxígeno puede verse reducida por un exceso de agua o por la compactación del material debida a una estructura demasiado densa o por un exceso de peso. Cualquiera de ambas circunstancias provocará la desaparición de los espacios destinados a la presencia de aire; su colmatamiento con agua, y el desarrollo de condiciones anaeróbicas, son causas para la muerte de las lombrices.

Otros factores: según Sullcata (2014), son los siguientes:

1. Los escarabajos, moscas, babosas, compiten con las lombrices para alimentarse, de esta manera agotan el alimento alterando las condiciones del medio que los rodea. Por lo que se debe tener un manejo cuidadoso y así evitar la presencia de éstos.
2. Existe un tipo de hormigas que ingiere los azúcares de los alimentos destinados a las lombrices. Pero se puede evitar humedeciendo un poco la cama y terminan buscándose un sitio más tranquilo.
3. Entre los depredadores directos se encuentran las ratas, ratones, serpientes, sapos, pájaros, topes, ciempiés, milpiés, y algunos otros, que pueden ocasionar daños severos en su ambiente si no se colocan defensas apropiadas.
4. Los pájaros encuentran a las lombrices con facilidad, excavando la tierra con sus patas y pico, por lo que se debe cubrir la cama con ramas o redes media sombra.



Figura 7: Camas de lombriz.

2.2.3.2. Densidad de población

Serrano (2004), es importante tener presente que aparte de las condiciones ambientales, un factor muy poco estudiado y que afecta al desarrollo de los procesos de lombricultura es la densidad de población de lombrices existente en el medio orgánico. En condiciones naturales, las lombrices que se utilizan muestran una población activa distinto a lo que ocurre en las camas artificiales. En el medio natural, la colonización se controla directamente por la temperatura, la humedad y el alimento, dando como resultado una producción baja de biomasa. Observaciones sobre el crecimiento y reproducción de *Eisenia foetida* en instalaciones de lombricultura han puesto de manifiesto los siguientes hechos:

- La abundancia total de lombrices se estabiliza alrededor de un cierto número, esto indica que posiblemente exista un mecanismo de autorregulación.
- A corto plazo se observa que el crecimiento y la tasa reproductiva parecen asociados con la fase de colonización y, una vez que finaliza esta fase, las camas de lombrices tienden a superpoblarse, disminuyendo la tasa reproductiva; las lombrices son mucho más pequeñas en condiciones de superpoblación, a pesar de que haya abundante alimento, mientras que son mucho más activas cuando se presenta bajas densidades alcanzando tallas mayores y son mucho más activas.

2.2.3.3. Pasos para el establecimiento del proceso de lombricultura

Somarriba et al. (2004), los pasos que recomiendan para el establecimiento son:

1. **Obtención** de pie de cría de lombrices, equipos y las herramientas adecuadas.
2. **Preparación de camas**, las camas son el hábitat en la cual las lombrices hallarán todos sus requerimientos y así no podrán escapar ni por debajo ni por los costados. Su orientación debe permitir la salida del exceso de agua en el proceso de riego ya que la detención de agua mata a las lombrices.

Las medidas más comunes para construcción de camas son: Largo 2 m o más, ancho 1 m y alto 0.40 m. Se lo puede realizar con más longitud, pero se debe tener en cuenta, si son manejables. Cuando presenta más de 1 m de ancho se hace incómodo el manejo, puede construirse sobre el mismo piso de tierra, haciéndose necesario entonces colocarle una capa de grava y de esta manera se utiliza como drenaje, por lo cual la altura sería de 0.50 m.

3. **Materiales a incorporar en las camas**, si los materiales no son convenientes (o no se acondicionan bien), las lombrices sentirán este efecto, llegándose a interrumpir el proceso. Existen dos ingredientes fundamentales, cuyo equilibrio es esencial para la velocidad del proceso, estos son nitrógeno y carbono.
 - a) **Carbono**, siempre que añadimos restos estamos introduciendo carbono en una proporción u otra, habitualmente los restos de vegetación seca contienen mayor cantidad de carbono. El carbono o fibra (celulosa), se usa para preparar el material haciéndolo más esponjoso y aireado. Asimismo, una vez terminado el proceso, dejan finas partículas de fibra que mejora las cualidades del humus.
 - b) **Nitrógeno**, los materiales con mayor contenido en nitrógeno, se pueden mencionar dos tipos: Residuos domésticos y vegetación verde.

Residuos domésticos, los restos de cáscaras de frutas y verdura presenta bastante nitrógeno, es decir, su relación C/N es bastante baja. Una vez agregado se puede cubrir con papel o tierra para que no atraigan a las moscas.

Vegetación verde, se lo llama de tal forma a cualquier resto vegetal que sea verde y fresco, con grandes cantidades de nitrógeno. Sin embargo, se debe tener en cuenta que cierto grupo de plantas pueden llegar a crear problemas de acidez y sustancias tóxicas. De tal forma no añadir toda la siega de un solo día de las casas con jardín y césped. Es recomendable añadir poca cantidad o mezclar con material seco para prevenir un aumento excesivo de la humedad que llevaría a un proceso de putrefacción. Si se produce bastante cantidad de césped, éste se puede almacenar y dejar que seque para agregar como material seco (carbono). Primero se debe elaborar el compost y posteriormente incorporar a la cama.

c) Calcio, los restos de cáscaras de huevos machacados aportan calcio que siempre es bastante agradecido por las lombrices. Siempre debe añadirse bien triturado para facilitar la ingestión

d) Otros

Esteve (2012), menciona que, el café y las bolsas de té usadas, también pueden utilizarse como materia orgánica para las lombrices, siempre que no sea en grandes cantidades para no modificar gravemente el pH. En el caso de presentar pelo no existe ningún problema, se degrada sin ninguna dificultad y no presenta inconvenientes de transmisión de enfermedades (aunque proceda de animales domésticos o de granja). Es importante recordar que añadir materiales con diferente aportación de Carbono y Nitrógeno, es necesario para llegar a obtener un buen resultado en nuestro vermicompostador. Y mientras más fino sea el tamaño de los gránulos de la comida más alimento ingiere la lombriz.

4. Incorporación o siembra de lombrices

Mendoza (2012), primero se colocará en la cama de producción el material compostado, la altura dependerá del volumen de composta que se ha realizado, para el caso de las camas de concreto realizadas se recomienda que sean llenadas de composta y que después de realizado las pruebas a la composta se colocan las lombrices distribuidas a lo largo de la cama, luego recubriremos esta con material como paja o pasto seco o costales. A medida que el material orgánico que se haya aplicado es transformado por la lombriz, podremos continuar aplicando capas de aproximadamente 15 cm, se deben estar haciendo sondeos de la temperatura la cual se indica que sea de 20 °C.

5. Alimentación de las lombrices

El alimento se debe suministrar frecuentemente, ya sea quincenal o mensual, según la cantidad del alimento y la densidad poblacional de lombrices.

6. Riego de las camas

Teniendo en cuenta que la lombriz succiona los alimentos, es importante que los sustratos se mantengan húmedos entre un 75 % y 80 % de humedad. Para lograr medir el contenido de humedad entre se puede tomar una muestra de sustrato que alcance en el puño de la mano, que, al presionar, se liberan entre 2 a 6 gotas de agua.

7. Recolección de lombriz

Se tiene distintos procesos para la extracción de las lombrices.

a) Un método es interrumpir el suministro de comida sobre la cama y hacer cordones de estiércoles por los lados de las camas y de esta manera se introducirán en el nuevo sustrato, finalmente se separa dicho sustrato de la cama a los 5 días.

b) Sistema de lomo de toro: Se ubica el sustrato en una capa de 5 cm. en el centro de la cama, previamente no se le suministrado alimento por 3 a 4 semanas, de este modo las lombrices se encuentran hambrientas aptas para repoblar el nuevo sustrato el cual se retira a los 3 días.

8. Cosecha de humus

Al haber retirado las lombrices queda solo el humus con un 3% de lombrices, este se lo traslada en carretilla a un lugar indicado por el productor donde se orea hasta lograr tener el 50 % de humedad, dicho almacenamiento se tendrá que realizar bajo sombra.

2.2.3.4. Medición de parámetros

Según Ferruzzi (2004), son:

▪ Medición de humedad

El método manual de medición de humedad de los sustratos es a través de la prueba del puño, que se basa en tomar una porción de alimento apretándole con la mano y que éste no debe soltar agua. Por otro lado, la “prueba de puño”, consiste en agarrar una cantidad de mezcla uniforme con el puño y comprimirlo, y si caen de 5 a 10 gotas de agua la humedad se encuentra en un 80 % aproximado. Otra forma de medir la humedad es con un instrumento llamado higrómetro, la desventaja es que la lectura efectuada corresponderá únicamente a la humedad del punto o zona donde se haya introducido, no a la totalidad

▪ Medición de temperatura

Para medir la temperatura del sustrato se debe introducir el termómetro a varias profundidades, dando preferencia el medio donde viven las lombrices, que es de 5-10 cm por debajo de la superficie. El uso del termómetro es indispensable para un buen manejo

▪ Medición de pH

Es necesario realizar la prueba de acidez en el sustrato que se les dará como alimento a las lombrices. Existen dos métodos para medir el pH de una sustancia orgánica y son: Los papelitos de tornasol y el potenciómetro. Para la prueba de papelito tornasol se elige una muestra muy húmeda con la mano, se introduce una tira de papel tornasol en medio, luego se comprueba el color con los diferentes “colores muestra” que están representados en la caja que contiene el papel tornasol.

Para el uso del potenciómetro se introduce el electrodo en el lecho o cama, posteriormente repetir las operaciones a distintos puntos y profundidades, durante el transcurso de unos días o luego de realizar tratamientos.

2.2.3.5. Calidad del humus

Durán y Henríquez (2007), menciona que, es el conjunto de características químicas, físicas, y microbiológicas, son las que definirán la calidad final del producto. Desde el punto de vista microbiológico, se tiene presente que el humus posee una gran riqueza de microorganismos, así como un efecto supresor sobre algunos patógenos del suelo. Nos muestra que no existen patógenos humanos como Salmonella y Escherichia coli de acuerdo al tipo de microorganismos que se presentan en los materiales. El humus de lombriz está compuesto por C, O, N, asimismo de macro y micro nutrientes en diversas proporciones, tales como Ca, K, Fe, Mn y Zn entre otros. Los contenidos finales por t de material dependerán fundamentalmente de la fuente en donde se originan y del nivel de humedad del material cuando el proceso finaliza. Las propiedades nutricionales del humus pueden variar mucho entre sí. Esto se debe a los tipos de desecho utilizados, las proporciones de cada uno, el estado de descomposición de los materiales utilizados, los ambientes en los cuales se realice el humus y el tiempo de almacenamiento.

Es importante saber que en el intestino de la lombriz ocurren procesos de fraccionamiento, desdoblamiento, síntesis y enriquecimiento enzimático y microbiano, lo cual tiene como consecuencia un aumento significativo en la velocidad de degradación y mineralización del residuo además de un aporte biológico, obteniendo un producto de calidad. Esta transformación hace que los niveles de pérdida de nutrientes como nitrógeno, potasio, etc., sean mínimos con relación a los sistemas tradicionales de compostaje, también ocasiona una disminución de metales pesados, y el producto final incluye hormonas que acelera el crecimiento de las plantas.

Fernández (2013), por otra parte, estas hormonas son sustancias producidas por el metabolismo secundario de las lombrices; y es rico en elementos nutritivos, llegando a alcanzar buenos resultados en fertilidad orgánica varias veces más que el estiércol común.

Según Gámez (2016), los principales macronutrientes son:

Nitrógeno (N): Entre sus funciones están alimentar a los microorganismos del suelo y favorecer para que la materia orgánica lleve una buena descomposición, beneficiando al aumento de la biomasa vegetal.

Fósforo (P): Es el componente esencial en las enzimas vegetales implicadas en la transferencia de energía de los procesos metabólicos, favorece el desarrollo radicular. Cuando éste es deficiente, la planta es más débil, no crece al mismo ritmo, no desarrolla sus raíces y las plantas son menos resistentes al frío. Un efecto notorio de la deficiencia de fósforo es la disminución en la expansión celular, razón por la cual, las plantas pueden presentar enanismo.

Potasio (K): Mejora la resistencia de las plantas a enfermedades, parásitos y heladas. Cuando el potasio es deficiente, las plantas suelen romperse por culpa de la flacidez y están más expuestas a enfermedades.

Calcio (Ca): Es un nutriente necesario para que la planta pueda absorber otros nutrientes. Forma parte de la estructura de la pared celular vegetal, de enzimas vegetales y fitohormonas. Favorece la resistencia a altas temperaturas. También contribuye en la resistencia a enfermedades.

Magnesio (Mg): Participa en todas las reacciones químicas del metabolismo de las plantas. También forma parte de la pared celular vegetal, es un componente básico de la clorofila, es indispensable para la formación de azúcar, ayuda a la asimilación de otros nutrientes.

2.2.3.6. Producción

- **Humus de lombriz**

Mayorga y Urey (2015), es la excreta de la lombriz que se alimenta de desechos en descomposición, asimilando una parte (40 %) para cubrir sus necesidades fisiológicas y la otra parte (60 %) es la excreta. Este producto es conocido también como lombriabono y humus de lombriz.

2.2.3.7. Tiempo de elaboración

Mayorga y Urey (2015), la duración del proceso varía según el número de lombrices con que se está trabajando, mientras exista mayor número de lombrices menor será el tiempo de producción de humus. El tiempo promedio es de 12 semanas, pues este es el tiempo que tarda las lombrices para alcanzar su estado adulto. Un parámetro importante es el color del vermicompost que varía entre el negro, café oscuro y gris, y depende de los restos usados en la alimentación de las lombrices, además de no presentar olor y ser granulado.

▪ Población de lombrices

Sánchez (2003), si el ambiente es ideal durante toda esta etapa, la población de lombrices californianas puede llegar a duplicarse mensualmente. Se acoplan regularmente en promedio cada 7 días depositando cada lombriz una cápsula o cocón que puede albergar hasta 9 lombrices; con un promedio de 2 a 4 lombricitas por cápsula. Generalmente la cantidad de lombrices se triplica y hasta se cuadruplica cuando se realiza la cosecha final que incluye hasta un 90 % de las lombrices.

2.2.4. Corteza descompuesta de pino

2.2.4.1. Origen y utilidades

Rubén (2014), los orígenes del uso generalizado de la corteza de pino como sustrato se remontan a la década de 1960, con el propósito de aprovechar los desechos generados por la explotación industrial de especies coníferas que advertían en volverse en un factor de contaminación, a causa de su enorme acumulación y a su casi nula descomposición. La corteza de pino es un residuo forestal que ha demostrado ser de gran utilidad para el mejoramiento del suelo en jardines, huertos y viveros, ya sea que se lo utilice como sustrato o como parte de la materia orgánica que es usada para cubrir el suelo, conocida como acolchado. Se utilizan diferentes métodos para preparar la corteza de pino como sustrato para jardinería y horticultura. Uno de ellos consiste en triturarla en trozos muy pequeños, de no más de 1 o 2 cm, y combinarlos con estiércol de vacuno, restos vegetales y dejarlos fermentar. Esta técnica permite adquirir un sustrato

con buenas características, pero demanda un mayor tiempo de compostaje. Otro proceso, la mezcla de la corteza de pino molida con turba o con fertilizantes minerales, una medida que posibilita disponer de un sustrato enriquecido de aplicación inmediata. Para ambos tipos de mezcla se puede utilizar el aserrín, pero en ese caso se debe tener cuidado de que no proceda de maderas que hayan sido tratadas con productos tóxicos para las plantas.

2.2.4.2. Ventajas al usar la corteza de pino como sustrato

Según Toval (2015), son:

- Evita las malas hierbas. Donde se encuentre corteza de pino, es difícil ver crecer una hierba. Se puede filtrar alguna semilla, por supuesto, pero, de todas formas, si germina, se vería enseguida y se podría quitar con facilidad.
- Ayuda a ahorrar agua. Al estar sobre el suelo, evita que el agua se evapore con tanta rapidez. Así, cada vez que se riega las plantas, se aseguran de que podrán disponer de prácticamente toda el agua proporcionada.
- Protege las plantas del frío. Es uno de los materiales más utilizado para acolchar las plantas en otoño-invierno. La corteza de pino absorbe el calor, por lo que el sistema radicular no sentirá el frío.
- A diferencia de otros materiales, éste se puede pisar sin problema.
- Da color y desprende buen aroma.
- Debido a su porosidad, favorece la formación de un sistema de raíces ramificado en todas las direcciones y fibroso, lo que repercute favorablemente en el desarrollo de la parte aérea de las plantas
- La corteza de pino, una vez regada, tiene un comportamiento de material higroscópico absorbiendo y reteniendo mejor la humedad de la tierra.
- El pH en agua lo hace apropiado para la mayoría de los cultivos.
- Su costo es bajo

2.2.4.3. Desventajas

- Uno de los principales inconvenientes que tiene este recurso es que no aporta hidrógeno, por lo que requiere necesariamente hacer aportes de dosis adicionales de abonos nitrogenados para superar esa carencia.

- Otro de los puntos en contra del uso de estos residuos forestales es la dificultad que implica humedecer la corteza de pino por primera vez, debido a que las partículas más finas de corteza repelen el agua y a la vez se forman pequeños canales por las que el líquido es llevado de manera rápida hasta los orificios de drenaje de los recipientes. Sin embargo, esta desventaja puede superarse fácilmente llenando un recipiente en un tercio de su capacidad de agua, completando luego con corteza y a continuación ejerciendo una moderada presión hacia el fondo para que el agua suba humedeciendo por completo el sustrato.

En un principio se utilizó la corteza mezclándola con estiércol de vacuno y desechos vegetales, obteniendo un sustrato de buenas características, pero con los inconvenientes de su lenta formación, lo que supone una previsión bastante precisa de las necesidades futuras, además de tener que ocupar parte de la superficie del vivero con las pilas de fermentación.

Posteriormente se llegó a la conclusión de que, mezclando íntimamente la corteza con fertilizantes minerales, tal como se encuentran en el mercado y en las proporciones de la Tabla 1, se obtenía un medio de características apropiadas para el cultivo en vivero de especies forestales y de aplicación casi inmediata.

Tabla 3: Proporciones para una mezcla de corteza de pino descompuesta con fertilizantes minerales.

Corteza de pino molida (10 m³)	
Fertilizantes minerales	cantidad
Sulfato amónico (21 % N)	7 kg
Superfosfato de cal (18 % P ₂ O ₅)	11 kg
Sulfato potásico (50 % K ₂ O)	4 kg

2.2.4.4. Definición de términos básicos

Humus de lombriz

Fertilizante orgánico que se origina debido a las modificaciones químicas de los residuos cuando son digeridos por las lombrices (*Eisenia foetida*).

Saúco

Es un árbol pequeño que alcanza una altura de aproximadamente 10 metros, procedente del Perú y regiones adyacentes. Se distribuye desde Argentina hasta Costa Rica.

Corteza de pino

Desechos generados por la explotación industrial de especies coníferas.

Subsésiles

Órgano de una planta que tiene el peciolo, pedicelo o pedúnculo muy corto.

Ovadolanceoladas

Término medio que se refiere entre la forma ovado (forma de huevo) y lanceolado (forma de lanza, alargado).

Prolificidad

Se puede definir como el número de huevos por cada puesta y puede modificarse en función a las condiciones ambientales y del componente genético del animal.

Clitelo

Grupo de anillos que, en algunos gusanos anélidos, como la lombriz, segregan una especie de mucosidad en que el animal envuelve sus huevos.

Intersticial

Se refiere al espacio que existe entre las células.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación geográfica y política del experimento

La investigación se realizó en ADEFOR (Asociación Civil para la Investigación y Desarrollo Forestal), que está ubicado en Av. Cesar Miranda Zunico n° 104; carretera al Aeropuerto km 3 Predio- Tartar. En el distrito Cajamarca, provincia Cajamarca y departamento Cajamarca.

Coordenadas:

Altitud:

Latitud: 7° 08' 49.2" S

2620 m

Longitud: 78° 29' 16.9" W

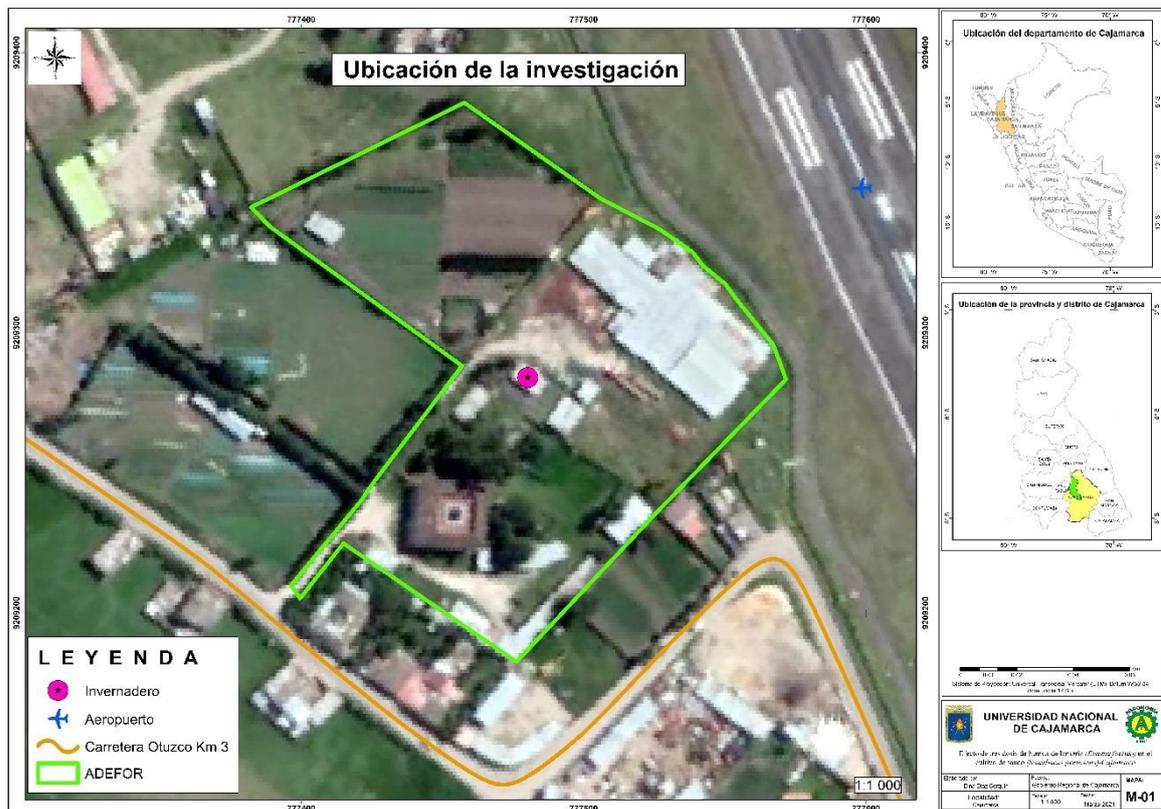


Figura 8: Mapa de ubicación de ADEFOR

3.1. Materiales

3.1.1. Material vegetal

- Saúco (estacas)

3.1.2. Equipos de laboratorio

- Balanza
- Estufa

3.1.3. Material de campo

- Palana
- Pico
- GPS
- Eclímetro
- Libreta de apuntes
- Bolsas para muestreo
- Regla graduada en cm
- Bolsas de 5 kg de capacidad
- Cernidor
- Zaranda
- Carretilla
- Regadera
- Tijera de podar
- Wincha
- Cámara fotográfica
- Vernier

3.1.4. Material de escritorio

- Calculadora
- Laptop
- Impresora
- Bolígrafos

3.1.5. Insumos

- Humus de lombriz
- Suelo de Aylambo
- Corteza de pino
- Sustrato para el enraizamiento de estacas; tierra de vivero más arena lavada en una dosis 2:1

3.2. Metodología

Se tomó la muestra de suelo del Centro Experimental Aylambo, el humus de lombriz se adquirió del Centro Comercial Maestro ya que el centro de producción de Abonos Orgánicos del área de suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional de Cajamarca estaba en proceso de preparación. Las estacas se obtuvieron de las plantaciones de ADEFOR. El sustrato se preparó en bolsas de plástico de 5 kg de capacidad, las dosis de humus fueron 12.5 g; 17 g, 21 g por cada planta según el tratamiento establecido y 6, 8, 10 t ha^{-1} .

Se realizó cinco repeticiones por tratamiento; los testigos, uno con suelo agrícola sin humus de lombriz y otro con corteza de pino descompuesta. Se evaluó cada 15 días durante cuatro meses y medio.

Diseño experimental

La investigación se realizó con un Diseño Experimental Completamente al Azar (DCA), con cinco tratamientos y cinco repeticiones.

Croquis

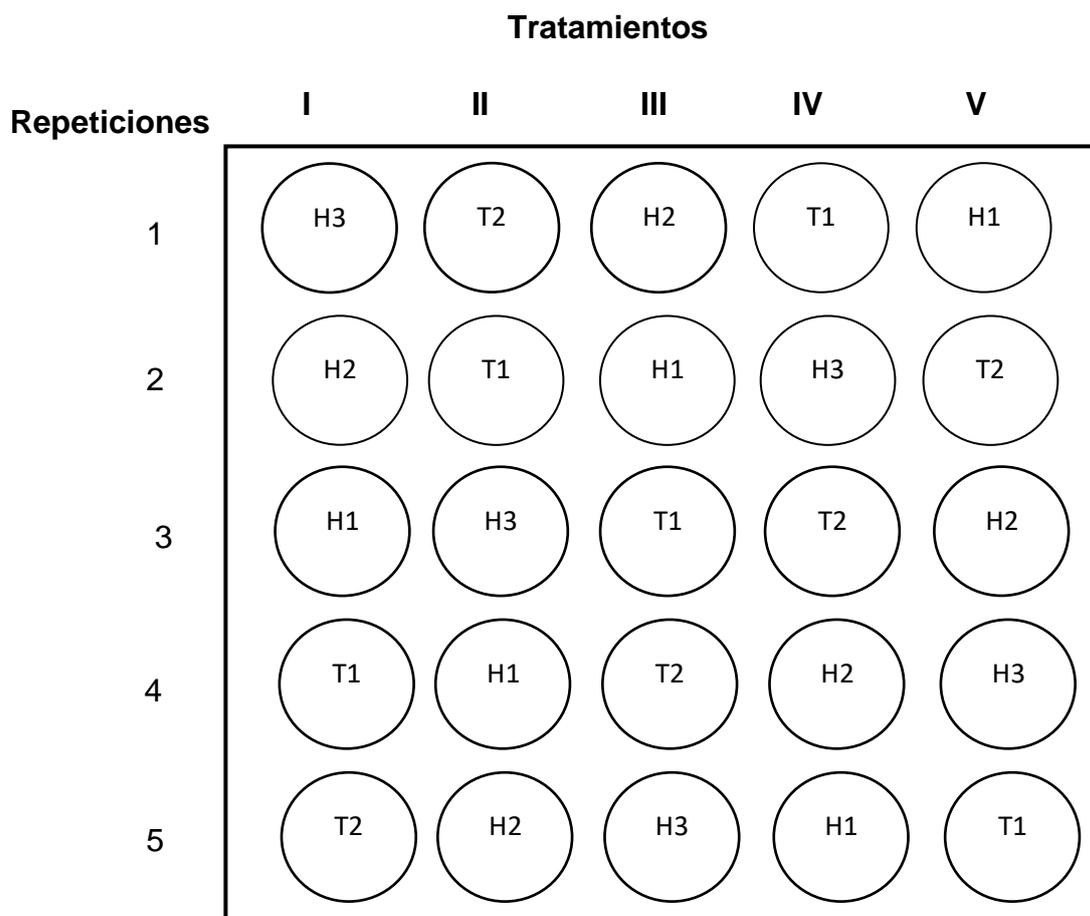


Figura 9: Características del campo experimental y distribución de los tratamientos

Tabla 4: Dosis y código de cada tratamiento

Tratamiento	Código	Nº de Repetición
Sustrato suelo (testigo)	T1	5
Sustrato corteza de pino descompuesta (testigo)	T2	5
Sustrato suelo + humus de lombriz 6 t ha^{-1}	H1	5
Sustrato suelo + humus de lombriz 8 t ha^{-1}	H2	5
Sustrato suelo + humus de lombriz 10 t ha^{-1}	H3	5

3.2.1. Conducción del experimento

Obtención de estacas

Se cortaron ramas de plantas madres ubicadas en ADEFOR, de las cuales se obtuvo estacas de 20 a 30 cm de largo, con 3 a 4 yemas de acuerdo a la distancia entre ellas, en total se obtuvo 54 estacas.



Figura 10: Plantas de saúco (*Sambucus peruviana*) en ADEFOR



Figura 11: Obtención de estacas de saúco.

Preparación del sustrato

El sustrato utilizado fue el que utiliza ADEFOR en sus camas de enraizamiento y que consiste en suelo más arena lavada (2:1), colocadas en bandejas de madera a una altura de 1 m del suelo; esto lo hacen con la finalidad de evitar encharcamiento, además se utilizó un tinglado para evitar el efecto directo de los rayos solares.

Plantación

Las estacas se plantaron en 9 filas, en cada fila 6 estacas con las yemas hacia arriba, una de ellas bajo el sustrato para el crecimiento de raíces. Finalmente se procedió a regar.



Figura 12: Siembra de estacas con indicaciones del asesor

Enraizamiento de estacas

Se obtuvo 33 estacas enraizadas a los 3 meses después de su plantación, ya que algunas se marchitaron y se secaron. Sin embargo, fue la cantidad suficiente para el experimento ya que el número de plantas requeridas fue 25.



Figura 13: Estacas enraizadas

Suelo usado en la investigación (trasplante)

Se obtuvo del centro experimental Aylambo – de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, ubicada en Cruz Blanca a 3.5 km de la ciudad de Cajamarca, carretera a la costa. Este centro experimental es el resultado de una serie de prácticas Silvo Agropecuarias realizados por la Facultad de Ciencias Agrarias, siendo su objetivo principal la cosecha del agua y formación de suelos.

Coordenadas y altitud de Aylambo:

Latitud: 7° 11' 19" S

Longitud: 78° 31' 12.9" W

Altitud: 2889 m



Figura 14: Mapa de ubicación geográfica de Aylambo



Figura 15: Parque forestal Aylambo



Figura 16: Suelo de Aylambo

Corteza de pino descompuesto

Nos facilitó ADEFOR, ya que disponen de dicho material. Este producto lo obtienen del aserradero de la misma institución; la corteza es recolectada y picada luego se almacena en un lugar para favorecer su descomposición. La corteza utilizada en el presente trabajo tuvo un año de descomposición.



Figura 17: Cernido de la corteza de pino

Peso de las diferentes dosis de humus de lombriz y sustratos. Se realizó en el laboratorio de ADEFOR.



Figura 18: Pesado de humus

Trasplante de estacas enraizadas

Se tomó 25 plantas para el trasplante, el cual se efectuó de la siguiente manera:

1. Se pesó 5 kg del suelo de Aylambo, y se mezcló con la dosis de humus correspondiente; esto se repitió para cada tratamiento. Además de los testigos (Suelo de Aylambo sin humus de lombriz y Corteza de pino descompuesta).
2. Dicha mezcla se relleno en las bolsas hasta la mitad, luego se colocó la plántula, y finalmente se completó con el sustrato respectivo.



Figura 19: Trasplante de saúco (*Sambucus peruviana* L.) en invernadero

Labores culturales

Riegos

Se realizó de 2 a 3 veces a la semana los dos primeros meses; luego de 1 a 2 veces según como requería los sustratos utilizados.

Control de plagas

La plaga que atacó a las plantas de saúco fue el pulgón (*Aphis* sp), a los 3 meses luego de su instalación en invernadero.

Su control se realizó manualmente y mediante una mezcla de agua con jabón (10 g de jabón en 1 l de agua), realizando una aplicación de 2 veces por semana.



Figura 20: A) Pulgón en hojas B) Pulgón en yema apical de saúco (*Sambucus peruviana*)



Figura 21: control de pulgón (agua + jabón)

Temperatura y humedad relativa en invernadero

Se determinó la temperatura promedio máxima, mínima y humedad relativa (con un termohigrometro), dentro del invernadero donde se colocó las plantas durante el tiempo que duró la investigación. La temperatura promedio máxima alcanzada fue 26 °C, t mínima fue de 11.8 °C y la humedad relativa promedio fue de 83 %.



Figura 22: Temperatura y humedad relativa en el invernadero

3.2.2. Evaluaciones experimentales realizadas

- ❖ **Altura de planta.** Ésta medición se efectuó cada 15 días durante 4 meses y medio, cuando las plantas alcanzaron un desarrollo y crecimiento adecuado para ser llevadas a campo definitivo. La medida se tomó desde la base o cuello de la planta (a nivel del suelo) hasta el ápice de la rama más alta, con ayuda de una regla.

- ❖ **Número de ramas / planta,** número de hojas y folíolos / planta; se realizaron cada 15 días durante 4 meses y medio.

- ❖ **Diámetro de ramas.** Para la medición de este parámetro se trabajó con un vernier, sacando promedios por cada tratamiento para el análisis.

- ❖ **Área foliar.** Se tomó una hoja de cada tratamiento como muestra, todas las hojas fueron de la parte superior de la rama. Posteriormente con ayuda del Programa Adobe Photoshop se determinó el área foliar.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Resultado de los análisis del sustrato

Tabla 5: Análisis de sustratos

N° LAB	CLAVES	M.O. %
750	Corteza de Pino	87.50
752	Humus de lombriz	23.22

Fuente: Laboratorio de Análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes, Universidad Nacional Agraria La Molina

Según se observa en la tabla 5, la corteza de pino presenta un nivel alto en materia orgánica (87.50%) y el humus de lombriz adquirido en el centro comercial El Maestro presenta un contenido de 23.22% de M.O, este valor nos indica que el contenido de M.O de dicho humus, es bajo comparado con la corteza de pino, sin embargo, como es un producto orgánico, este nivel (23.22%) es considerado alto en comparación con los suelos agrícolas.

Tabla 6: Análisis de materia orgánica

N° LAB	CLAVES	Ph	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
174		7.49	5.22	23.22	1.20	1.61	4.88

N° LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
174		3.81	0.95	38.43	0.17

Fuente: Laboratorio de Análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes, Universidad Nacional Agraria La Molina

Según la tabla 6, podemos observar que el pH es ligeramente alcalino (7.49); la Conductividad Eléctrica es ligeramente mayor al límite considerado para suelos (5.22 dS/m) pero es conveniente mencionar que este es un valor promedio

expresado en los diferentes análisis realizados al humus de lombriz, el contenido de M.O se puede considerar como bajo (23.22%), en relación a análisis realizados a los diferentes tipos de humus de lombriz que manifiestan un rango de (30-70%), pero a pesar de este valor bajo es superior a los contenidos de materia orgánica de los suelos agrícolas; el nitrógeno presenta un valor medio (1.2%), el fósforo es bajo (1.61%), potasio alto (4.88%), óxido de calcio medio (3.81%), óxido de magnesio bajo (0.95%), humedad disponible es medio (38.43%) y el sodio es medio (0.17%). Es conveniente indicar que no existen tablas estándares para determinar la riqueza del humus de lombriz, la presente interpretación se ha realizado en base a análisis de humus de lombriz promedios obtenidos de los diferentes trabajos de investigación como se expresa en las figuras que se adjuntan en el anexo 3. Barbado, J. (2004).

Tabla 7: Resultados del análisis de suelo

Número de muestra		pH (1:1)	$CE_{(1:1)}$ dS / m	$CaCO_3$ %	M.O. %	P ppm	K Ppm	$Al^{+3} + H^+$ Meq / 100
Lab	Claves							
230		7.72	0.31	0.40	2.17	7.3	149	0.00

Fuente: Laboratorio de Análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes, Universidad Nacional Agraria La Molina

Según Landa, C. et al (1978), menciona que de acuerdo a la escala adaptada para la interpretación de análisis químicos de suelos; podemos ver que el suelo de Aylambo, presenta un pH medianamente alcalino (7.72), una Conductividad Eléctrica baja (0.31 dS/m), un contenido de carbonato de calcio bajo (0.40%), un contenido de materia orgánica medio (2.17%), contenido de fósforo medio (7.3 ppm), potasio disponible alto (149 ppm), aluminio e hidrogeno nulo (0 meq/100g). por lo tanto, los datos observados podemos indicar que es un suelo pobre en nivel de fertilidad asociado a un horizonte superficial delgado (20 cm).

4.2. Procesamiento y análisis de datos

Los datos obtenidos en las evaluaciones, fueron ordenados, clasificados y agrupados en una hoja Excel de acuerdo a las exigencias de los análisis. Posteriormente se hizo el análisis de varianza (ANVA) y la prueba de Tukey.

4.2.1. Análisis estadístico de los tratamientos en estudio

4.2.1.1. Altura de planta

Tabla 8: Análisis de Varianza (ANVA) para la altura de planta.

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	F tabular	
					5 %	1 %
Tratamiento	258.25	4	64.56	17.60**	2.87	4.43
Error	73.35	20	3.67			
Total	331.60	24				

Altamente significativo ()**

CV = 7.39 %

En la tabla 8, según el Análisis de Varianza (ANVA) observamos que existe una alta significación estadística para los tratamientos, ya que el valor del F calculado supera a la F tabular en las probabilidades del 5 y 1 %, lo que indica que los promedios de tratamientos se diferencian con respecto a la altura de planta.

El coeficiente de variación (CV = 7.39 %) nos indica la variabilidad en la altura de planta obtenidos dentro de los tratamientos; esta variabilidad es adecuada y también lo es la conducción del experimento y los resultados obtenidos son confiables.

Tabla 9: Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad para altura de planta.

Tratamientos	Altura de planta	Agrupación por Tukey
T2 (Corteza de pino)	30.56	A
H3 (Suelo Aylambo + 10 t ha^{-1} de humus de lombriz)	27.16	A B
H2 (Suelo Aylambo + 8 t ha^{-1} de humus de lombriz)	26.48	B
H1 (Suelo Aylambo + 6 t ha^{-1} de humus de lombriz)	24.56	B
T1 (Suelo Aylambo)	20.6	C

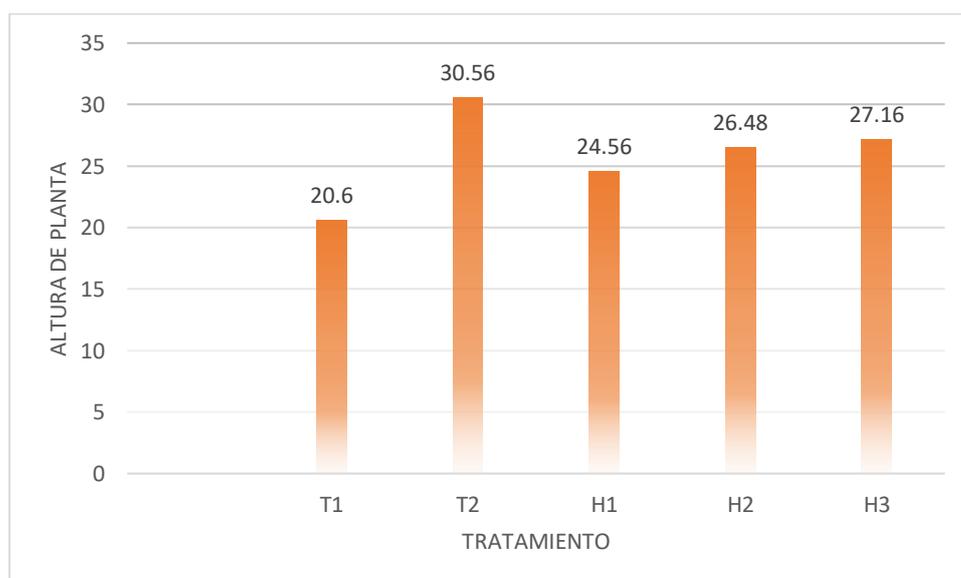


Figura 23: Promedios de altura de planta por tratamiento.

En la tabla 9 y figura 26, se presentan los resultados de la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para la altura de planta obtenido por el efecto de los diferentes tratamientos. La altura obtenida con los tratamientos el T2 (corteza de pino descompuesta) y H3 (suelo Aylambo + humus de lombriz (10 t ha^{-1})) fue 30.76 y 27.16 cm respectivamente, los cuales son estadísticamente diferentes y superiores al resto, con el H2 (suelo Aylambo + humus de lombriz (8 t ha^{-1})) y

H1 (suelo Aylambo + humus de lombriz (6 t ha⁻¹)) se obtuvieron 26.48 y 24.56 cm de altura respectivamente, siendo estos resultados estadísticamente similares entre sí y la menor altura lo obtuvo el T1 (Suelo Aylambo) el cual obtuvo 20.78 cm. Este resultado probablemente se debe a que las raíces del saúco requieren un sustrato suelto y oxigenado como lo menciona Guerrero (1987), la corteza de pino se caracteriza por ser un material con una elevada capacidad de aireación, siendo por lo tanto adecuada para cultivos que sean sensibles a asfixia radicular.

4.2.1.2. Número de ramas

Tabla 10: Análisis de Varianza (ANVA) para número de ramas.

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	F calculado	F tabular	
					5 %	1 %
Tratamiento	0.07	4	0.02	0.30 NS	2.87	3.43
Error	1.18	20	0.06			
Total	1.25	24				

No significativo (NS)

CV = 20.94%

En la tabla 9, según el Análisis de Varianza (ANVA), se observa que no existe significación estadística para los tratamientos, ya que el valor del F calculado es menor a la F tabular a las probabilidades del 5 y 1%, esto indica, que los promedios de los tratamientos no se diferencian entre sí y que estadísticamente no hay diferencias entre tratamientos, podemos decir, que el efecto del humus de lombriz en el número de ramas no se diferenció de los testigos.

El coeficiente de variación (CV = 20.94 %), indica la variabilidad del número de hojas obtenidos en los tratamientos

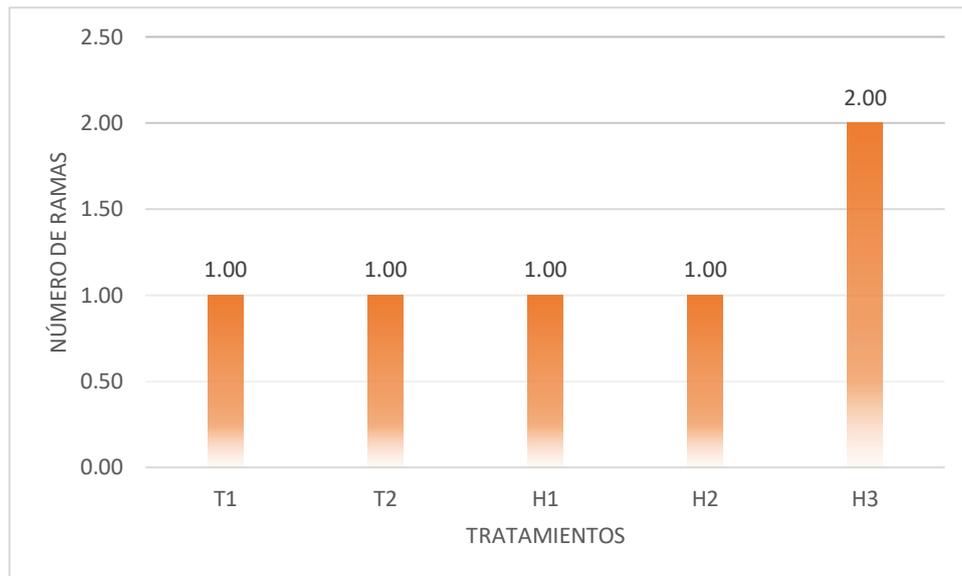


Figura 24: Promedio de ramas obtenido por los tratamientos.

En la figura 27, nos muestra que numéricamente el tratamiento H3 (Suelo Aylambo + humus de lombriz (10 t ha^{-1})) obtuvo 2 hojas por planta en promedio, mientras que, con el T1 (Suelo Aylambo), T2 (Corteza de pino), H1 (Suelo Aylambo + humus de lombriz (6 t ha^{-1})) y H2 (Suelo Aylambo + humus de lombriz (8 t ha^{-1})) encontramos 1 hoja en promedio, respectivamente.

4.2.1.3. Número de hojas

Tabla 11: Análisis de Varianza (ANVA) para número de hojas.

Fuente Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	F calculado	F tabular	
					5 %	1 %
Tratamiento	1.59	4	0.40	7.15**	2.87	4.43
Error	1.11	20	0.06			
Total	2.70	24				

Altamente significativo ()**

CV = 8.10 %

En la tabla 10 se observa los resultados de Análisis de Varianza (ANVA) para número de hojas, los cuales indican que existe una alta significación estadística para los tratamientos, dado que el valor del F calculado es mayor a la F tabular a las probabilidades del 5 y 1 %, respectivamente, es decir, los resultados difieren uno del otro en altura de planta de saúco. Muestra que los mayores

resultados lo obtienen los tratamientos que presentan humus de lombriz, el cual influyó en el crecimiento de hojas.

En el Coeficiente de Variación (CV = 8.10 %), es adecuado, lo cual indica la variabilidad de los resultados obtenidos en los tratamientos.

Tabla 12: Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad para número de hoja.

Tratamientos	Número de hojas	Agrupación por Tukey
H3 (Suelo Aylambo + 10 t ha^{-1} de humus de lombriz)	11	A
H2 (Suelo Aylambo + 8 t ha^{-1} de humus de lombriz)	9	A
T2 (Corteza de pino descompuesta)	8	B
H1 (Suelo Aylambo + 6 t ha^{-1} de humus de lombriz)	8	B
T1 (Suelo Aylambo)	7	B

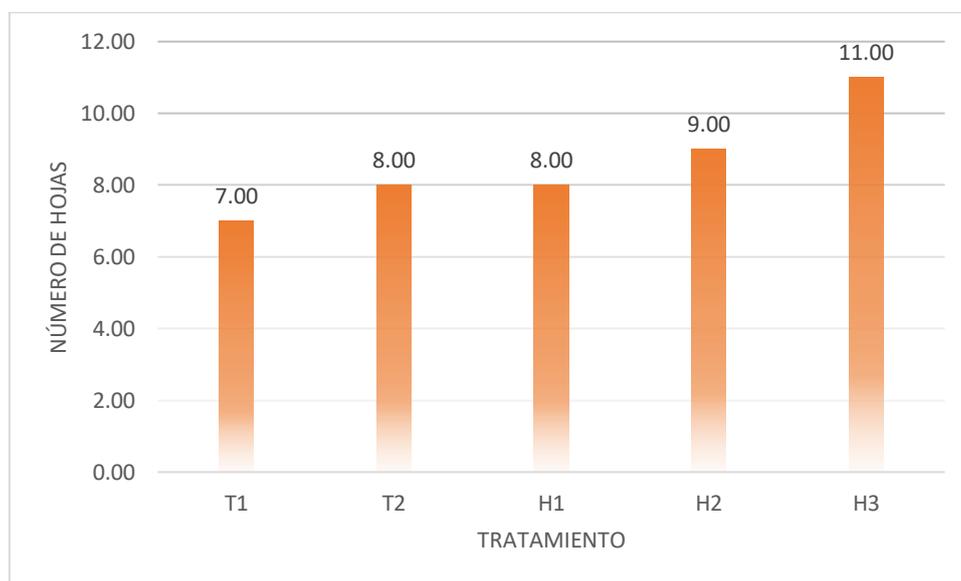


Figura 25: Promedio de hojas por tratamiento

Según la Tabla 11 y figura 28 de la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, se observa que el mayor número de hojas lo obtuvo H3 (Suelo Aylambo + humus de lombriz (10 t ha^{-1})) con un promedio de 11 hojas por tratamiento, siendo

estadísticamente superior al resto. Seguido del H2 (Suelo Aylambo + humus de lombriz (8 t ha^{-1})), H1 (Suelo Aylambo + humus de lombriz (6 t ha^{-1})) y T2 (corteza de pino descompuesta) cuyos promedios son 9, 8 y 8 hojas respectivamente y son estadísticamente iguales; el menor número de hojas se encontró con el T1 con un promedio de 7 hojas. Esto concuerda con Arévalo et al. (2004), el éxito del desarrollo de los plántones, depende de la riqueza nutritiva del sustrato a usar en los viveros.

4.2.1.4. Número de folíolos

Tabla 13: Análisis de Varianza (ANVA) para número de folíolos.

Fuente Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	F calculado	F tabular	
					5%	1%
Tratamiento	15.01	4	3.75	80.31**	2.87	4.43
Error	0.93	20	0.05			
Total	15.95	24				

Altamente significativo ()**

CV = 2.68 %

La tabla 12 del Análisis de Varianza (ANVA), nos indica que existe alta significación estadística para los tratamientos, dado que el valor F calculado es mayor a la F tabular a las probabilidades al 5 y 1 %, es decir que los resultados obtenidos se diferencian entre tratamientos en número de folíolos.

El coeficiente de variación (CV = 2.68 %), es adecuado, lo cual indica la variabilidad de los resultados obtenidos en los tratamientos, por lo que los resultados son confiables.

Tabla 14: Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad para número de foliolos.

Tratamientos	Número de foliolos	Agrupación por Tukey
H3 (Suelo Aylambo + 10 t ha^{-1} de humus de lombriz)	80	A
H2 (Suelo Aylambo + 8 t ha^{-1} de humus de lombriz)	74	B
T2 (corteza de pino descompuesta)	71	B
H1 (Suelo Aylambo + 6 t ha^{-1} de humus de lombriz)	55	C
T1 (Suelo Aylambo)	48	D

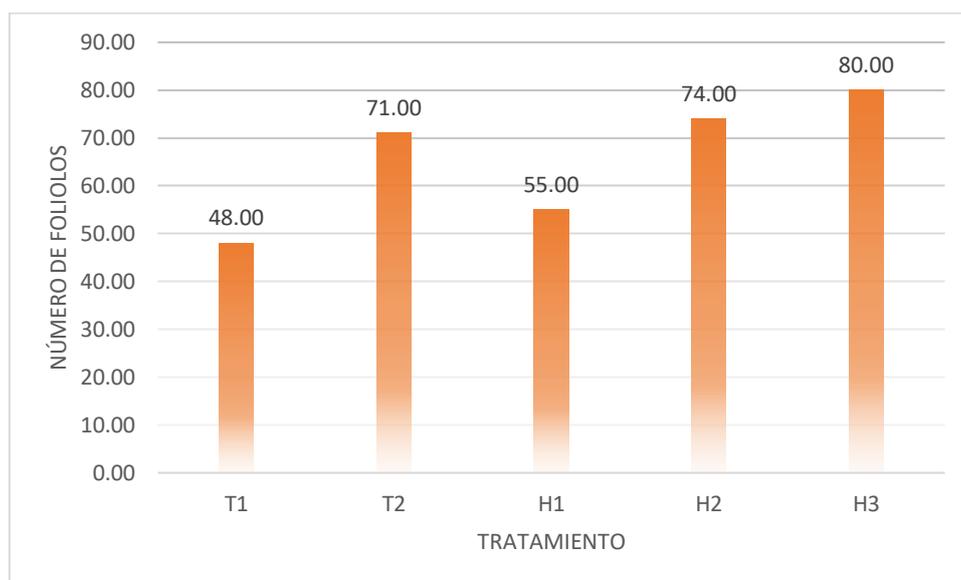


Figura 26: Promedio de foliolos por tratamientos

Según la tabla 13 y figura 29 de la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, muestra que el tratamiento con mejor resultado lo obtuvo H3 (Suelo Aylambo + humus de lombriz (10 t ha^{-1})) con un promedio de 80 foliolos, el cual es estadísticamente superior y diferente al resto, seguido de H2 (Suelo Aylambo + humus de lombriz (8 t ha^{-1})) y T2 (corteza de pino descompuesta) con promedios de 74 y 71 foliolos respectivamente, y son estadísticamente iguales; en tercer lugar, está el H1 (Suelo Aylambo + humus de lombriz (6 t ha^{-1})) con

55 foliolos de promedio y el menor resultado lo encontramos con T1 (Suelo Aylambo) cuyo promedio fue de 48 foliolos por tratamiento. Probablemente se deba a la influencia del humus de lombriz sobre el número de foliolos.

4.2.1.5. Diámetro de ramas

Tabla 15: Análisis de Varianza (ANVA) para diámetro de ramas.

Fuente Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	F calculado	F tabular	
					5%	1%
Tratamiento	0.08	4	0.02	4.48**	2.87	4.43
Error	0.09	20	4.6E-03			
Total	0.17	24				

Altamenten significativo ()**

CV = 11.94 %

En la tabla 15 se observa el Análisis de Varianza (ANVA) para diámetro de ramas, nos indica que existe alta significación estadística entre tratamientos, dado que, el valor del F calculado supera a la F tabular a las probabilidades 5 y 1 % sin embargo, es decir que los resultados difieren uno del otro en diámetro de ramas de saúco.

El coeficiente de variación (CV = 11.94 %), muestra la variabilidad de los resultados obtenidos en los tratamientos en sus cinco repeticiones.

Tabla 16: Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad para diámetro de ramas.

Tratamientos	Diámetro de ramas	Agrupación por Tukey
H3 (Suelo Aylambo + 10 t ha^{-1} de humus de lombriz)	0.64	A
H2 (Suelo Aylambo + 8t ha^{-1} de humus de lombriz)	0.56	A B
T2 (Corteza de pino descompuesta)	0.56	B
H1 (Suelo Aylambo + 6 t ha^{-1} de humus de lombriz)	0.54	B
T1 (Suelo Aylambo)	0.54	B

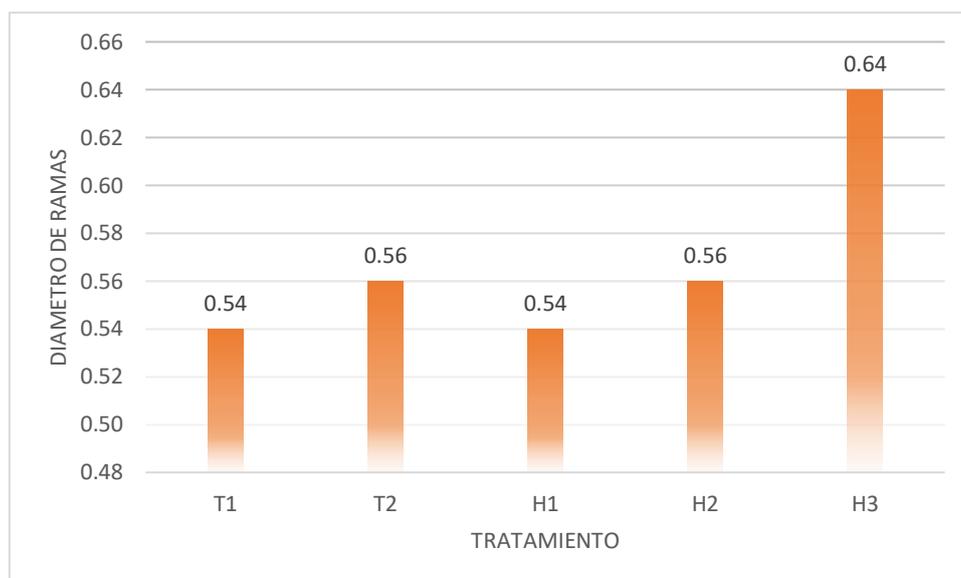


Figura 27: Promedio de diámetro de ramas por tratamiento

Al realizar la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad (tabla 16) muestra que H3 (Suelo Aylambo + humus de lombriz (10 t ha⁻¹)) es estadísticamente superior al resto, mientras que los demás tratamientos son estadísticamente iguales. En la figura 30 observamos que numéricamente el H3 obtuvo el mayor diámetro de rama con un promedio de 0.64 cm, mientras y H2 (Suelo Aylambo + humus de lombriz (8 t ha⁻¹)) y T2 (Corteza de pino descompuesta) obtuvieron un promedio de 0.56 cm y el menor diámetro lo encontramos con H1 (Suelo Aylambo + humus de lombriz (6 t ha⁻¹)) y T1 (Suelo Aylambo) con 0.54 cm de promedio.

4.2.1.6. Área foliar

Tabla 17: Análisis de Varianza (ANVA) para área foliar.

Fuente Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	F calculado	F tabular	
					5%	1%
Tratamiento	1297.91	4	324.48	73.41**	2.87	4.43
Error	88.41	20	4.42			
Total	1386.32	24				

Altamente significativo ()**

CV = 8.25 %

En la tabla 16 del el Análisis de Varianza (ANVA) para área foliar, nos indica que existe alta significación para los tratamientos, dado que, el valor del F calculado supera a la F tabular a las probabilidades del 5 y 1 %, lo que indica que los

resultados obtenidos difieren uno del otro en área foliar. Podemos decir que el humus de lombriz influyó en el área foliar.

El coeficiente de variación (CV = 8.25 %), es adecuado, indica la variabilidad de los resultados obtenidos en los tratamientos en sus cuatro repeticiones.

Tabla 18: Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad para área foliar.

Tratamientos	Área foliar	Agrupación por Tukey
H3 (Suelo Aylambo + 10 t ha^{-1} de humus de lombriz)	37.42	A
H2 (Suelo Aylambo + 8 t ha^{-1} de humus de lombriz)	28.54	B
H1 (Suelo Aylambo + 6 t ha^{-1} de humus de lombriz)	24.65	B
T2 (Corteza de pino descompuesta)	20.13	C
T1 (Suelo Aylambo)	16.63	C

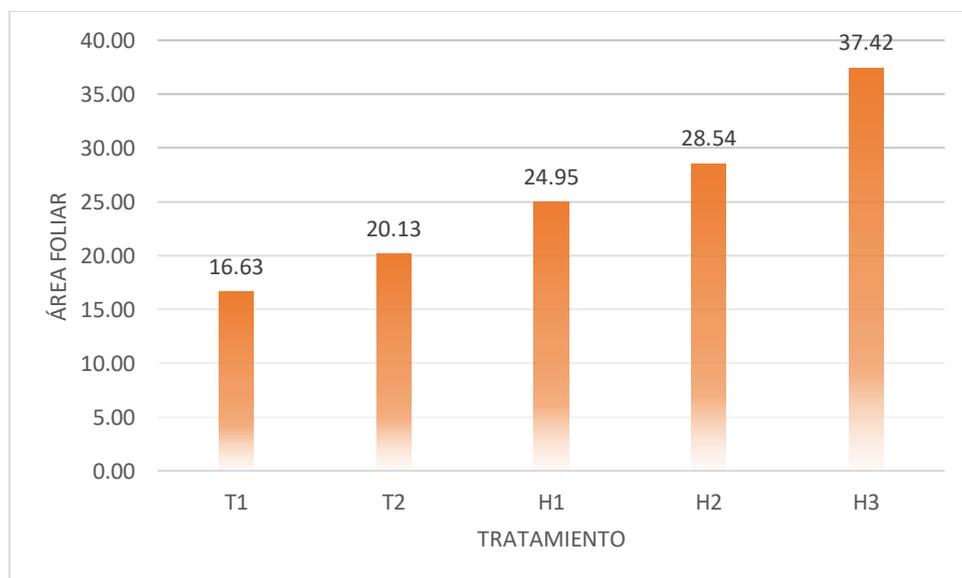


Figura 28: Promedios de área foliar por tratamiento

Según la tabla 18 y figura 31 de la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, se observa que el mayor promedio lo obtuvo H3 (Suelo Aylambo + humus de lombriz (10 t ha^{-1})) con un promedio de 37.42 cm^2 de área foliar, siendo estadísticamente diferente y superior al resto de tratamientos, seguido de H2 (Suelo Aylambo + humus de lombriz (8 t ha^{-1})) y H1 (Suelo Aylambo + humus de lombriz (6 t ha^{-1})) que son estadísticamente iguales entre sí (grupo B) con 28.54 y 24.95 cm^2 de área foliar y en último lugar encontramos al T1 (suelo Aylambo) y T2 (corteza de pino descompuesta) que conforman el grupo C , presentan promedios de 20.13 y 16.63 cm^2 respectivamente.

Los resultados muestran que a medida que se aumenta la dosis de humus de lombriz se incrementa el índice de área foliar, lo que demuestra la importancia de nutrientes para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Al respecto Uhart (1995) Citado por Hoyos (2009), afirma que adecuados contenidos de N incrementan las tasas de división y diferenciación celular y la actividad fotosintética, esto se traduce en mayor biomasa vegetativa o reproductiva en los cultivos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Para altura de planta el mejor resultado se obtuvo con el tratamiento T2 (corteza de pino) con un promedio de 30.56 cm y la menor altura se obtuvo con el tratamiento T1 (suelo agrícola sin humus de lombriz), con 20.6 cm de promedio.

Para número de ramas el mejor resultado se obtuvo con el tratamiento H3 (suelo agrícola + humus de lombriz (8 t ha^{-1})) con un promedio de 2 ramas y el resto de tratamientos presentaron 1 rama en promedio.

En número de hojas el mejor resultado se obtuvo con el tratamiento H3 (suelo agrícola + humus de lombriz (10 t ha^{-1})) con un promedio de 11 hojas y el menor número de hojas lo obtuvo el tratamiento suelo agrícola (T1) con un promedio de 7 hojas.

En número de folíolos tuvo mejor respuesta el H3 (suelo agrícola + humus de lombriz (10 t ha^{-1})) con un promedio de 80 y el menor número de folíolos lo obtuvo el tratamiento suelo agrícola (T1) con un promedio de 48 folíolos.

En diámetro de ramas el tratamiento con mejor resultado fue H3 (suelo Aylambo + humus de lombriz (10 t ha^{-1})) con un promedio de 0.64 cm, y el menor diámetro lo encontramos con T1 (Suelo Aylambo) con 0.54 cm de promedio.

En área foliar el mejor resultado se encontró con H3 (suelo agrícola + humus de lombriz (10 t ha^{-1})) con un promedio de 37.42 cm^2 y la menor área foliar se obtuvo con suelo agrícola (T1) con un promedio de 16.63 cm^2 .

El humus utilizado en la presente investigación se caracteriza por presentar M.O en un nivel bajo (23.22%), pH ligeramente alcalino (7.49), CE en nivel alto (5.22 dS/m), N en nivel medio (1.2%), P_2O_5 en nivel bajo (1.61%), K_2O en nivel alto (4.88%), CaO nivel medio (3,81%), MgO con un nivel bajo

(0.95%), Hd con un nivel medio (38.43%), Na con un nivel medio (0.17%).
Según estos valores se considera un abono de alto potencial.

4.2. Recomendación

Continuar con la investigación probando diferentes dosis de humus de lombriz en el cultivo ya mencionado, pero en campo definitivo.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFIA

Álvarez Cabrera, A. 2017. Interacción de tres sustratos y tres morfotipos en la propagación de yacón (*smallanthus sonchifolius* (Poep & Endl.) H. Rob.) mediante nudos de tallo. Tesis Ing. Cajamarca, Perú, Universidad Nacional de Cajamarca. 73p.

Américo, G. 2006. Crecimiento Inicial de *Guazuma crinita* trasplantada a campo abierto con aplicación de tres dosis de humus de lombriz y a tres distanciamientos. Folia Amazónica (6): 151-153.

Américo, S; Samuel del Castillo, G. 2006. Crecimiento inicial de *Ceiba samauma* trasplantadas en campo abierto con aplicación de humus de lombriz. Folia Amazónica (6): 197-210.

Arévalo, G.; zúñiga, C.; Arévalo, A., y Adriazola, J. 2004. Manejo integrado del cultivo cacao y transferencia de tecnología en la amazonia peruana. Edit. Arévalo, G. E. Perú. 167 p.

Ayala, F. 2003. Taxonomía Vegetal. Gymnospermae y Angiospermae de la Amazonía Peruana. Iquitos

Barbado, J. 2004. El humus de lombriz. (en línea). Consultado 08 nov. 2019. <https://www.notasagropecuariasjaviermarin.blogspot.com/2017/08/el-humus-de-lombriz.html>

Brack, A. 1999. Diccionario enciclopédico de plantas útiles del Perú. Cusco, PE. Centro de estudios regionales andinos “Bartolome de las casas” (CBC).

Brako, L. y Zarucchi, J. (1993). Catalogue of the flowering plants and gymnosperms of Perú.

Cahuana, J. 1991. Elaboración de una bebida alcohólica a partir de “Saúco” (*Sambucus peruviana* H.B.K.). Tesis Ing. Lima, PE. UNALM. 76p.

Condori, M. y Borda, A. 2014. Influencia del humus de lombriz en el rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum*) variedad única. Tesis Lic. Lima, Perú, Universidad Nacional de Educación. 102p.

cantero, J.; Espitia, L.; Cardona, C.; Vergara, C.; Araméndiz, H. 2015. Efectos del compost y lombrifertilizante sobre el crecimiento y rendimiento de berenjena *Solanum melongena* L. Rev. Cienc. Agr. 32(2):56 - 67.

Durán, L y Henríquez, C. 2007. Caracterización química, física y microbiológica de vermicompostes producidos a partir de cinco sustratos orgánicos. Agronomía Costarricense. 67p.

Esteve, JA. 2012. Manual práctico de técnicas de compostaje y lombricultura (en línea). Consultado 08 nov. 2019. Disponible en [//www.hortsecologics.net/documentacion/dosier_cursos_compost.pdf](http://www.hortsecologics.net/documentacion/dosier_cursos_compost.pdf)

Fernández Cusquisibán, M. 2013. Efecto de tres densidades y cuatro niveles de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) en el rendimiento de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) en el valle de Cajamarca. Tesis Ing. Agr. Cajamarca – Perú. Universidad Nacional de Cajamarca. 67p.

Ferruzzi, C. 2001. Manual de lombricultura. Primera Edición. Editorial MundiPrensa. Madrid-España.139 p.

Galindo, M. 2003. Dendrología y propagación vegetativa de “Saúco” *Sambucus peruviana* H.B.K con muestras tomadas a tres niveles de la rama. Tesis Ing. Forestal. Lima, PE. UNALM. 92p.

Gámez, L. 2016. Efectos de los microorganismos eficientes autóctonos (mea) en la producción de vermicompostaje. Tesis Ing. En Gestión Ambiental. Esmeraldas, Ecuador. Pontificia Universidad Católica Del Ecuador. 87p.

Gilman, E. y Watson, D. 1994. Document adapted from Fact Sheet ST-580, a series of the Environmental Horticulture Department (en línea). Florida, EU, Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Consultado 20 oct. 2019. Disponible en <http://hort.ufl.edu/trees/SAMMEXA.pdf>

Guerrero, F. 1987. Estudio de las propiedades físicas y químicas de algunas turbas españolas y su posible aprovechamiento agrícola. Tesis Doctorales INIA.

Gutiérrez, R. J. 2007. Lombricultura. Alternativa ambientalista Socioeconómica ilimitada. Universidad Nacional de Trujillo. 50 p.

Hernández, J. A 2006. Caracterización del crecimiento de la lombriz roja (*Eisenia foetida*), bajo condiciones climas cálidos. Segunda Edición. Editorial limusa. México. 250 p.

Herrera, B. A. 2018. Efecto de los sustratos en la propagación por esquejes del saúco (*Sambucus peruviana*) en condiciones de vivero en la localidad de Huacrachuco – Marañón. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Hermilio Valdizan. Marañón – Perú. 68p.

Hinostroza, C.; Arizapana, P.; Quispe, T. 1988. Estudio biométrico de las fibras leñosas de *Salix humboldtiana* Willd y *Sambucus peruviana* K. del valle del Mantaro. Huancayo, PE. 45 p.

Hoyos, V. (2009). Análisis del crecimiento de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) bajo el efecto de diferentes fuentes y dosis de nitrógeno. Colombia. 175 – 186 pp.

Huamán Alcarráz, J; Tamayo Mendoza, B; León Sánchez, J. 2017. Obtención de licor de sauco por destilación en el laboratorio de agroindustrias. Tesis Ing. Agroind. Apurímac - Perú, Universidad Tecnológica de los Andes. 173p.

IDMA (Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente). 2000. El saúco y sus bondades. Abancay, PE. Programa de Desarrollo Rural Sostenible.

ITDG (Intermediate Technology Development Group). 2000. Procesamiento de mermeladas de frutas nativas (en línea). Lima, PE. Consultado 05 set. 2019. Disponible en www.itdg.org.pe/archivos/sistemasdeproduccion/cartillamermeladas.pdf

Juárez Uribe, R. 2010. Reciclaje de lodos residuales de la industria del papel mediante lombricultura utilizando la especie “Lombriz roja californiana” *Eisenia foétida*. Tesis (Magister Scientiae). Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 108p.

Landa C., Poma W., Mestanza José (1979). Los Suelos de la Cuenca del Río Cajamarquino. Cajamarca. Perú.

Luján Meregildo, Y. E. 2017. Efecto de tres dosis de “humus de lombriz” *Eisenia foetida* (Lumbricidae) y tres dosis de estiércol de “Vacuno” *Bos Taurus* (Bovidae)

en el rendimiento del cultivo de “papa” *Solanum tuberosum* L. (Solanaceae) var. Serranita. Tesis Ing. Agr. La Libertad – Perú. Universidad Privada Antenor Orrego. 74p.

Mac Bride, J. (1937). Flora of Perú. field museum of natural history botany. Chicago: EU. 128p.

Marcañaupa Quiroz, E. 2014. Efecto de tres tipos de abonos orgánicos (humus de lombriz, estiércol de ovino y estiércol de vacuno) en la producción de plantones de durazno. Tesis Ing. Agr. Huancavelica - Perú, Universidad Nacional de Huancavelica. 87p

Mayorga, K y Urey, D. 2015. Evaluación de la reproducción de lombrices de tierra Roja Californiana (*Eisenia foetida*), Roja Cubana (*Eudrillus* sp) y características químicas del lombriabono con diferentes residuos orgánicos. Tesis Ing. en Agroecología Tropical. Nicaragua. Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua-León. 98p.

Mendoza, L. 2008. Manual de Lombricultura (en línea). Secretaria de educación pública. Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del estado de México Chiapas. Consultado 08 nov. 2019. Disponible en: <http://www.cecyltech.edu.mx/Pdf/manuallombricultura.pdf>

MINAG (Ministerio de Agricultura). 1995. “La Fruticultura en el Perú 1970-1994”. Lima (Perú). 156p.

MINAG (Ministerio de Agricultura), Oficina de Información Agraria. 2003. La fruticultura en el Perú. Lima-Perú. 143p.

Montero, R. y Huari, A. 2004. Agroindustria de frutales nativos en Cajamarca (fase de producción) (en línea). Cajamarca, PE. “Jornada de negocios”. Consultado 05 febrero. 2015. Disponible en 90 http://www.losandes.org.pe/jornadas2004/ppt/agroindustrias_delvalle.pdf_resultad osuplementario.

Morán, W. C. 2016. Evaluación de la dilución, caracterización y aceptabilidad en la elaboración del néctar de sauco (*Sambucus Peruviana* HBK). Tesis IIA. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Huaraz – Perú. 110p.

Ortiz de Gómez, H.; Yon de Prentice, M.; Cruzalegui, R.; Ortiz, Z.; Ascoy R. 2000. Efecto de la hoja de *Sambucus peruviana* (saúco), en pacientes con hiperplasia benigna de glándula prostática. Lima, PE, Revista del Museo de Historia Natural "Arnaldoa". 132p.

Palomino, T. 2004. Experiencias sobre el desarrollo del saúco (*Sambucus peruviana* H.B.K.) en dos caseríos ubicados en diferentes altitudes. Cajamarca, PE. EDAC (Equipo de Desarrollo Agropecuario en Cajamarca). 91p.

Paucar Quispe, MJ. 2014. Influencia de la adición del saúco (*Sambucus peruviana* L.) en las características fisicoquímicas y organolépticas del yogurt natural. Tesis Ing. Agroind. Huancavelica, Perú, Universidad Nacional de Huancavelica. 76p.

Perú Acorde. 2000. Saúco "Estudio económico Productivo del Perú". Lima-Perú. Lamina 81-A. 52p.

Pretell, C. et al. 1998. "Apuntes sobre algunas especies frutales Nativas de la sierra peruana. Proyecto FAO/Holanda/INFOR, Lima. 120 pág.

Pretell, C.; Ocaña, V.; John, J. y Barahona, Ch. 1985. Apuntes sobre algunas especies forestales nativas de la sierra peruana. Lima, PE. Proyecto FAO/Holanda/INFOR.

Reynel, C. y León, J. 1990. Árboles y arbustos andinos para agroforestería y conservación de suelos. Lima, PE. Ministerio de Agricultura / FAO. Tomo I y II.

Ríos, C. P. 2014. Efecto de tres dosis de humus de lombriz en el rendimiento de *Brassica oleracea* L. var *italica* plenck cv. Imperial. Tesis Ing. Agr. Trujillo, Perú, Universidad Nacional de Trujillo. 56p.

Ruben. 2014. Uso de la corteza de pino como sustrato en jardines, huertos y viveros (en línea). Revista de fertilizantes y suelos. Consultado 16 dic. 2019. Disponible en <https://www.flordeplanta.com.ar/fertilizantes-suelos/uso-de-la-corteza-de-pino-como-sustrato-en-jardines-huertos-y-viveros/>

Sánchez, C. S. 2018. Efecto de tres niveles de humus de lombriz en el rendimiento y calidad de *Lactuca Sativa* L. híbrido raider plus. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de Trujillo. La Libertad – Perú. 81p.

- Sánchez, C. 2003. Abonos orgánicos y lombricultura. Ed. Ripalme. Lima Perú. 68p.
- Serrano, T. 2004. Evaluación de procesos de vermicompostaje para el tratamiento de residuos sólidos urbanos de la localidad de Tiahuanaco. Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. Universidad Católica Boliviana "San Pablo". 72p.
- Somarriba, R y Guzmán, F. 2004. Guía de lombricultura. Guía Técnica No. 4. Universidad Nacional Agraria. Managua. Nicaragua. 79p.
- Sullcata, R. 2014. Desarrollo poblacional de la lombriz roja (*Eisenia foetida*) en relación a sustratos a base de estiércol y rastrojo de cebada. Tesis Ing. Agr. La paz, Bolivia. Universidad Mayor De San Andrés. 64p.
- Techno Server Inc. 2003. Estudio subsectorial- mermeladas de frutas nativas en la provincia de Cajamarca. PE, 48 p.
- Tello, L. 1984. Aspectos silviculturales del *Sambucus peruviana* L. (valle del Mantaro) (microficha). Tesis Ing. Forestal. Huancayo, PE. Universidad Nacional del Centro del Perú. 83 p.
- Toval, G. 2015. Utilización de la corteza de pinos como sustrato en viveros (en línea). Artículo del trabajo realizado por el INIA. Consultado 16 dic. 2019. Disponible en https://informadera.net/uploads/articulos/archivo_1256_17133.pdf
- Torres, E.; Ahumada, E. 1993. Alternativa al uso de los desechos agropecuarios de la Universidad Nacional de Cajamarca con la lombricultura. Tesis Ing. Agr. Cajamarca, Perú. Universidad Nacional de Cajamarca. 78 p.
- Torres, E.; Suárez, M. 1993. Obtención de fosfocompost a partir de desechos biodegradables de la Universidad Nacional de Cajamarca. Tesis. Ing. Agr. Cajamarca, Perú. Universidad Nacional de Cajamarca. 67p.
- Trujillo, E. 2017. Efecto de cuatro dosis de humus de lombriz en el cultivo de Caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp) variedad Blanco cumbaza en la zona del alto Huallaga. Tesis Ing. Agr. Tocache – Perú. 86p.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de suelo



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS DE SUELO - FERTILIDAD

SOLICITANTE : EDUARDO TORRES CARRANZA
PROCEDENCIA : CAJAMARCA/ CAJAMARCA/ CAJAMARCA
REFERENCIA : H.R. 69380
BOLETA : 3330
FECHA : 08/08/2019

Número Muestra		pH	CE _(1:1)	CaCO ₃	M.O.	P	K	Al ³⁺ + H ⁺
Lab	Claves	(1:1)	dS/m	%	%	ppm	ppm	meq/100
230		7.72	0.31	0.40	2.17	7.3	149	0.00



Ing. Braulio La Torre Martínez
Jefe del Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Anexo 2. Análisis de humus de lombriz y corteza de pino descompuesta



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : EDUARDO TORRES CARRANZA
PROCEDENCIA : CAJAMARCA/ CAJAMARCA/ CAJAMARCA
REFERENCIA : H.R. 69381
BOLETA : 3330
FECHA : 13/08/19

Nº LAB	CLAVES	M.O %
750	Corteza de Pino	87.50
751	Humus La Victoria	52.32
752	Humus Maestro	23.22

Metodología:

% *Materia orgánica*: Determinación del carbono orgánico por el método de Walkley y Black


Ing. Braulio La Torre Martínez
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

TABLA DE INTERPRETACION

Salinidad		Reacción o pH	
Clasificación del Suelo	CE(es)	Clasificación del Suelo	pH
*muy ligeramente salino	<2	*Fuertemente ácido	<5.5
*ligeramente salino	2 - 4	*Moderadamente ácido	5.6 - 6.0
*moderadamente salino	4 - 8	*Ligeramente ácido	6.1 - 6.5
*fuertemente salino	>8	*Neutro	7.0
		*Ligeramente alcalino	7.1 - 7.8
		*Moderadamente alcalino	7.9 - 8.4
		*Fuertemente alcalino	>8.5

	Materia Orgánica	Fósforo disponible	Potasio disponible
CLASIFICACIÓN	%	ppm P	ppm K
*bajo	<2.0	<7.0	<100
*medio	2 - 4	7.0 - 14.0	100 - 240
*alto	>4.0	>14.0	>240

Relaciones Catiónicas			Distribución de Cationes %		
Clasificación	K/Mg	ca/Mg	Ca⁺²	=	60 - 75
*Normal	0.2-0.3	5	Mg ⁺²	=	15 - 20
*defc. Mg	<0.5		K ⁺	=	3 - 7
*defc. K	<0.2		Na ⁺	=	<15
*defc. Mg		>10			

Resultado de análisis de humus de lombriz



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : EDUARDO TORRES CARRANZA
PROCEDENCIA : CAJAMARCA / CAJAMARCA / CAJAMARCA
MUESTRA : HUMUS DE LOMBRIZ
REFERENCIA : H.R 69381
BOLETA : 3330
FECHA : 13/08/2019

Nº LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
174		7.49	5.22	23.22	1.20	1.61	4.88

Nº LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
174		3.81	0.95	38.43	0.17


Ing. Braulio La Torre Martínez
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM
Telf: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Anexo 3. Registro de información de campo

Tabla 19: Datos meteorológicos promedios anuales registrados

Mes	Temperatura Máxima °C	Temperatura Mínima °C	Precipitación (Lluvia) ML.
Enero	21.5	9.3	79
Febrero	21.2	9.7	106
Marzo	21.2	9.6	119
Abril	21.5	9	73
Mayo	21.9	7	28
Junio	21.9	5.6	10
Julio	21.7	4.9	6
Agosto	22.1	5.6	8
Setiembre	22.2	7.1	29
Octubre	22	8.2	66
Noviembre	22.1	8	67
Diciembre	21.9	8.9	78

Fuente: SENAMHI, 2019

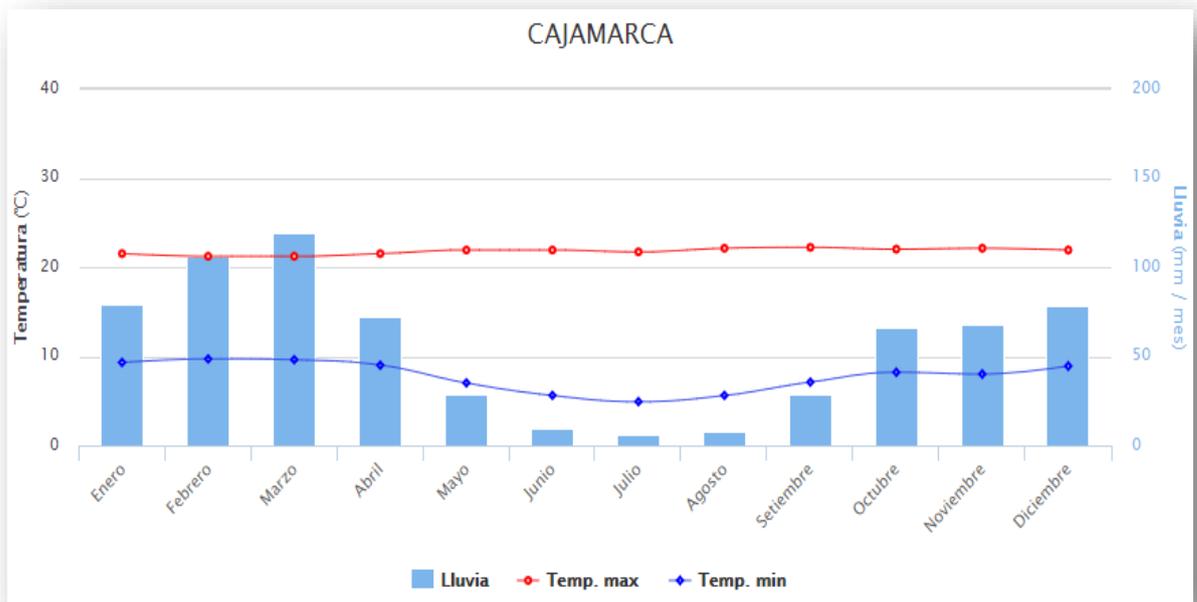


Figura 29: Promedios de temperatura y lluvia de Cajamarca en 2019

Fuente: SENAMHI, 2019

Anexo 4. Evaluaciones en invernadero



Figura 30: Medición de altura de planta



Figura 31: Conteo de hojas



Figura 32: Experimento en invernadero a los 2 meses



Figura 33: Experimento en invernadero a los 4 meses



Figura 34: Plantas listas para pasar a campo definitivo.

Anexo 3. Datos obtenidos durante las evaluaciones realizadas

Fecha: 09/08/19

Tabla 20: Evaluación realizada al trasplantar

T1 (tierra)	Tamaño de raíz (cm)	Tamaño de estaca (cm)	N° de ramas	Tamaño de ramas (cm)	N° de hojas	N° de folíolos por hoja	Altura de planta (cm)
T1	6	20	2	0.5	2	4;5	15
				3.7	4	9;11;7;7	
T1	8.5	24	3	0.2	2	5;6	21.8
				2.6	3	5, 3, 4	
				1.5	2	6, 7	
T1	13.5	21	1	2.2	4	7;7;4;5	15.3
T1	11	22.5	1	3	4	7;8;5;7	11
T1	10.5	28	1	1.4	4	5;7;3;2	19.4
T2	13	25.5	2	0.5	3	4, 5, 4	19.5
				1.5	5	7, 6, 5, 5, 5	
T2	16.5	21	2	1	4	3;6;7;5	14.2
				0.5	3	4;5;5	
T2	11.5	21	1	3.5	4	9;8;5;4;7	15.8
T2	9.5	20.5	1	4	5	8;2;7;7;5;7	4.1
T2	9.5	23.5	1	3.4	4	8;9;7;7	18
H1							
H1	11.5	23	2	3	4	5;5;9;7	14.6
H1	9.5	28	2	3	2	3;9	22.5
				5.5	6	5;5;5;8;9;9	
H1	12	24	2	1.3	5	2;5;5;7;7	14.9
				1	3	4;7;7	
H1	16	24	2	0.5	3	3;5;5	17
				3.3	7	4;5;5;6;8;8;7	
H1	10	23	1	2.2	6	2;2;3;5;7;7	10.8
H2	17.5	22.5	1	1	4	1;5;7;7	15
H2	14	20	1	2.3	4	3;3;5;5	12.5
H2	16	23	1	2	4	2;3;5;6	15.7
				4	4	5;7;7;9	
H2	10.5	25	3	4.7	4	7;7;9;9	17
				0.7	2	5;5	
H2	8.5	21	2	3	5	5;2;5;7;7	10
				2	6	3;3;5;5;7;5	
H3	13.5	21.5	2	4.2	4	5;5;7;7	12.5
				1.5	4	3;5;7;7	
H3	11.5	22	1	1.3	5	4;5;5;7;7	10.3
				0.3	1	7	
H3	10	21.5	3	0.5	2	7;5	10
				0.5	2	7;7	
H3	13.5	20	2	1.3	3	5;4;1	13.2
				3	4	4;7;7;7	
H3	16.5	19.5	1	2.2	4	5;5;5;9	5

Fecha: 24/08/19

Tabla 21: Primera evaluación

EVALUACIÓN 1					
T1	Nº de ramas	Tamaño de ramas (cm)	Nº de hojas	Nº de foliolos	Altura de planta (cm)
T1	2	0.5	1	4	19
		4.3	4	7, 7, 9, 11	
T1	3	0.2	2	9, 9	22.4
		2.9	3	7, 6, 6	
		1.7	3	4, 9, 9	
T1	1	2.2	4	4, 5, 7, 7	16
T1	1	3.2	4	5, 7, 8, 8	11.5
T1	1	1.3	4	2, 3, 5, 7	20
T2	2	0.5	3	4, 4, 5	20.4
		1.5	5	5, 5, 5, 6, 6	
T2	2	1	4	5, 3, 6, 7	15
		0.8	3	5, 5, 4	
T2	1	3.4	4	7, 5, 9, 8	16.2
T2	1	3.5	5	7, 2, 7, 7, 6	4.6
T2	1	3.7	4	7, 7, 9, 8	18.7
H1	2	2.9	4	5, 5, 7, 9	15.1
		0.6	2	7, 6	
H1	1	5.6	4	8, 5, 9, 9	23.6
H1	2	1.3	5	5, 4, 1	15.3
		0.8	3	4, 6, 7	
H1	2	0.5	2	5, 5	17.8
		3.3	6	5, 5, 6, 8, 8, 7	
H1	1	2.7	4	5, 3, 7, 7	12
H2	1	1	3	5, 7, 8	15.8
H2	1	2.6	5	3, 3, 5, 5, 2	13.2
H2	1	2.5	5	3, 5, 6, 7, 8	16.6
H2	3	0.8	2	3, 5	18.2
		5	6	5, 7, 9, 9, 1, 1	
		2.8	4	2, 5, 7, 7	
H2	2	2	5	5, 5, 7, 5, 1	
H3	2	4.3	6	5, 5, 7, 7, 1, 1	13
		1.6	5	4, 5, 7, 7, 1	
H3	1	1.7	4	5, 5, 7, 7	11
H3	3	0.5	1	7	10.5
		0.7	4	7, 4, 6, 1	
		0.7	4	6, 7, 5, 5	
H3	2	1.6	3	5, 4, 1	14
		3	4	4, 7, 7, 7	
H3	1	2.3	4	5, 5, 9, 5	6

Fecha: 08/09/19

Tabla 22: Segunda evaluación

EVALUACIÓN 2					
T1	Nº de ramas	Tamaño de ramas (cm)	Nº de hojas	Nº de foliolos	Altura de planta (cm)
T1	1	4.4	4	7, 6, 9, 11	20
T1	3	0.4	1	9	22.9
		3.3	4	7;9;7;7	
		2.8	5	4; 9; 9; 9; 9	
T1	1	2.5	4	4, 5, 7, 7	16.5
T1	1	3.2	4	5, 7, 8, 8	12
T1	1	1.5	4	2, 3, 5, 7	20.5
T2	2	0.6	3	4, 4, 5	21.5
		1.5	5	5, 5, 5, 6, 7	
T2	2	1.2	4	5, 3, 6, 7	15.7
		1	4	5, 5, 4; 7	
T2	1	3.7	4	7, 5, 9, 8	16.5
T2	1	4.3	6	7, 2, 7, 7, 7; 8	5.3
T2	1	4.2	4	7, 7, 9, 8	20
H1	2	3	4	5, 5, 7, 9	15.2
		0.7	2	7, 6	
H1	1	5.7	6	8, 5, 9, 9;8; 9	24.7
H1	2	1.3	3	2; 7; 7	15.3
		1	3	5, 7, 6	
H1	2	0.6	2	5, 5	18.2
		4.3	6	5, 5, 6, 8, 9, 9	
H1	1	3.5	6	5, 3, 7, 7; 7; 9	12.5
H2	1	1.5	5	5, 7, 8; 7; 7	16.5
H2	1	2.7	6	3, 3, 5, 5, 9; 9	14
H2	1	3.3	5	3, 5, 5, 7, 8	18
H2	3	0.8	2	4, 5	18.2
		6	6	5, 7, 9, 9, 9, 9	
		5.7	4	7; 7; 9; 9	
H2	2	3	4	2, 5, 7, 7	11.5
		2.2	5	5, 5, 7, 5, 8	
H3	2	4.5	6	5, 5, 7, 7, 9, 9	13
		2	5	4, 5, 7, 7, 7	
H3	1	2	4	5, 5, 7, 7	11.5
H3	3	0.5	1	5	11
		0.7	4	7, 5, 6, 7	
		1	6	7, 7, 5, 5; 8; 9	
H3	2	1.6	3	5, 4, 1	14.5
		3.2	4	4, 7, 7, 7	
H3	1	2.5	3	5, 5, 9	7

Fecha: 23/09/19

Tabla 23: Tercera evaluación

EVALUACIÓN 3					
T1	Nº de ramas	Tamaño de ramas (cm)	Nº de hojas	Nº de foliolos	Altura de planta (cm)
T1	1	5	6	3;7; 11; 9; 11; 11	20.5
T1	3	0.5	1	7	23
		3.4	4	9;7;6;8	
		3.2	4	8;9;9;9	
T1	1	3	6	4, 5, 7, 7; 9; 9	17.3
T1	1	4.5	6	5, 7, 8, 8;9;9	12.5
T1	1	2	6	2, 3, 5, 7;8;9	21.6
T2	2	2	7	4, 4, 5;7;4;9;9	22.5
		3.5	9	5, 5, 5, 6, 7;9;9;9;9	
T2	2	3	8	5, 3, 6, 7;9;7;9;9	17.4
		2.5	7	5, 5, 4;7;5;9;9	
T2	1	6.5	6	4;7; 9, 8;9;9	19
T2	1	7	8	7, 2, 7, 7, 9;9;9;8	8.6
T2	1	6.5	6	6, 7, 9, 8;9;9	22
H1	2	3.5	6	5, 5, 7, 9;8;7	15.5
		1	2	7, 6	
H1	1	6.8	6	8, 5, 9, 9;9;8	25.5
H1	3	2.5	3	1;8;9	16.2
		1	2	3;7	
H1	2	0.5	2	5, 5	19.5
		4.6	6	5, 5, 6, 8, 9;9	
H1	1	4.2	5	7, 3, 7, 7;9	13
H2	1	2.8	7	5, 7, 8;7;7;7;9	18
H2	1	3.5	6	3, 3, 5, 5, 9;9	14.2
H2	1	4.2	4	3, 6, 7, 8	18.3
H2	3	0.8	2	3, 5	20.5
		6.3	6	7, 7, 9, 9, 9;9	
		6.8	6	7;5;9;9;4;7	
H2	2	3.5	4	2, 5, 7, 7	12
		2.5	6	5, 5, 7, 5, 7;4	
H3	2	5	6	5, 5, 7, 7, 9, 9	13.2
		2.2	6	4, 5, 7, 7, 7;7	
H3	1	3.5	8	5, 5, 7, 7;9;9;9;9	13.5
H3	3	0.5	1	5	12
		0.8	4	7, 4, 6, 7	
		2	6	7, 7, 5, 5;9;7	
H3	2	1.9	3	5, 4, 1	14.7
		3.5	4	4, 7, 7, 6	
H3	1	2.6	5	5, 5, 9, 9;9	7.3

Fecha: 08/10/19

Tabla 24: Cuarta evaluación

EVALUACIÓN 4					
T1	Nº de ramas	Tamaño de ramas (cm)	Nº de hojas	Nº de foliolos	Altura de planta (cm)
T1	1	5	5	4;9; 9; 11; 10	20.5
T1	3	0.5	1	7	23.5
		4	4	9;7;10;10	
		4.5	6	7;4;6;9;10;11	
T1	1	5.3	8	4, 7, 7, 5; 9; 9;11;11	19
T1	1	5.5	7	5, 7, 8, 8;9;9;9	14
T1	1	3.1	6	2, 3, 7, 9;8;5	21.8
T2	2	4.1	8	4, 4, 5;7;4;9;9;5	24.7
		5.4	9	5, 5, 5, 6, 7;9;9;9;9	
T2	2	4.5	6	5, 3, 7, 9;9;9	21
		6.6	8	3, 5, 4;9;9;9;7;6	
T2	1	10.2	8	4;7; 8, 7;9;9;9;9	24
T2	1	12	9	7, 5, 9, 7, 9;9;9;9;9	13.5
T2	1	9.1	8	4;6, 7, 8, 9;9;9;9	25.2
H1	2	4	6	5, 5, 7, 9;8;8	16.1
		1	2	7; 6	
H1	1	7.3	6	4, 7, 8, 8;8;9	26
H1	2	2.5	4	8;9;9;9	17.3
		1.6	2	9;9	
H1	1	5	7	3, 6, 8, 9, 9;9;11	20
H1	1	5	5	7, 3, 7, 7;9	14
H2	1	3.2	9	5;5;8;6;8;7;9;5;6	20.3
H2	1	4	8	3, 3, 5, 5, 9;9;10;11	15.4
H2	1	4.7	5	3, 6, 2;9;9	18.8
H2	3	0.9	1	4	21.2
		6.3	6	6, 5, 2, 9, 9;9	
		7.7	4	5;9;10;11	
H2	2	3.5	5	2, 5, 7, 8;9	12
		2.8	6	4; 5, 5, 7, 4, 7	
H3	2	5	5	4,7, 5, 9, 9	14
		2.5	5	5,9, 6, 7;7	
H3	1	4.2	8	5, 5, 7, 7;9;9;9;9	14.2
H3	3	1	1	5	12.5
		2	4	7, 6, 5, 6	
		2.2	6	6, 5, 6, 5;8;9	
H3	2	1.9	4	5, 4, 1;8	15.5
		4	6	4, 7, 6, 6;9;10	
H3	1	3.6	7	3,, 5, 9, 9;9;11;9	8.3

Fecha: 23/10/19

Tabla 25: Quinta evaluación

EVALUACIÓN 5					
T1	Nº de ramas	Tamaño de ramas (cm)	Nº de hojas	Nº de foliolos	Altura de planta (cm)
T1	1	5.2	3	4;9; 10	20.5
T1	3	0.5	1	7	24.5
		5.2	6	7;4;8;9;10;11	
		5.3	4	5;9;10;11	
T1	1	7.5	9	4, 5, 5, 5;11;11;5;5	21
T1	1	7	9	6;5, 7, 8, 9;9;9;9;7	16.3
T1	1	4.6	8	2, 7, 9, 8;9;9;7;7	22.7
T2	2	5	9	4, 5;4,4;7;9;9;5;5	25.1
		6.6	6	8;9;9;9;5;5	
T2	2	6	7	5;4;4;9;9;5;5	23.7
		8.8	6	8;8;7;9;7;5	
T2	1	14.8	6	5;9;9;9;5;5	27.9
T2	1	14	7	8;7;2;6;9;9;5	13.5
T2	1	10.3	7	5;6;8;10;8;7;9	25.2
H1	1	4.3	8	4;5;4;7;7;7;11;11	16.6
H1	1	7.5	6	2;1;4;6;9;11	26.5
H1	2	3.2	3	8; 9; 9	17.8
		2.7	2	7; 8	
H1	1	5.8	4	7;11;10;11	20.6
H1	1	5.7	6	1;2;9;9;9;8	15
H2	1	5	4	8;4;7;5	21
H2	1	4.5	3	2;10;11	15.6
H2	1	5	4	9;9;9;10	19.3
H2	2	6.3	4	2;3;8;7	21.5
		8.2	3	11;7;9	
H2	2	3.6	3	1;1;9	13
		3.2	3	1;9;9	
H3	2	5.5	1	9	14
		2.7	2	11;11	
H3	1	6	3	1;5;7	15.5
H3	2	1	0	0	13
		2.5	2	7;7	
H3	2	1.9	1	8	16
		4	4	9;9;8;7	
H3	1	4	3	9;11;7	9

Fecha: 07/11/19

Tabla 26: Sexta evaluación

EVALUACIÓN 6					
T1	Nº de ramas	Tamaño de ramas (cm)	Nº de hojas	Nº de foliolos	Altura de planta (cm)
T1	1	5.4	3	8;8;5	20.6
T1	2	6.8	4	4;8;11;10	27.6
		6.7	4	11;9;10;11	
T1	1	9	2	5;5	22.5
T1	1	8.2	3	9;7;7	18
T1	1	6.2	3	1;7;7	25
T2	2	6.6	6	2;4;9;9;5;5	26.3
		8.3	5	7;9;8;5;5	
T2	2	6.1	4	1;3;5;5	25.1
		11	5	6;5;9;5;7	
T2	1	17	6	7;7;5;5;11;11	29.5
T2	1	17	4	5;7;11;11	19.5
T2	1	11.4	2	9;9	26.5
H1	2	4.6	2	11;11	17.4
H1	1	8.7	4	9;11;7;9	27.7
H1	2	4.2	2	8;9	18.6
		3.8	4	11;9;9;9	
H1	1	7.1	6	3;6;10;11;5;5	22.2
H1	1	6.7	6	1;9;8;9;8;7	16.2
H2	1	5.2	2	9;9	21.5
H2	1	5.2	6	9;9;10;10;6;7	16,2
H2	1	5.7	5	5;8;9;10;9	20.3
H2	2	7.5	4	1;1;8;9	22
		8.5	5	2;7;7;8;7	
H2	2	3.7	3	2;9;10	14
		3.6	2	9;9	
H3	2	6.6	2	9;8	15.3
		2.7	3	9;9;8	
H3	1	6.3	4	7;2;9;9	16.3
H3	1	3	4	7;6;9;9	13.5
H3	2	1.9	3	3;9;9	17.3
		5.2	6	9;8;8;7;7;7	
H3	1	5.3	2	7;7	10.5

Fecha: 22/11/19

Tabla 27: Séptima evaluación

EVALUACIÓN 7					
T1	Nº de ramas	Tamaño de ramas (cm)	Nº de hojas	Nº de foliolos	Altura de planta (cm)
T1	1	5.8	2	7;9	20.8
T1	3	8	4	9;11;7;7	28.9
		7.7	4	4;11;7;7	
		0.7	1	7	
T1	1	9.5	4	2;1;8;7	23.5
T1	1	9.3	4	7;7;9;9	19.5
T1	1	7	4	7;2;7;7	26.3
T2	2	8	6	7;7;5;5;8;9	28
		8.5	3	1;9;9	
T2	2	7.5	2	9;9	27
		12.5	5	2;1;4;10;9	
T2	1	18	4	4;5;11;11	32.2
T2	1	19	2	11;11	21
T2	1	12.2	4	2;9;9;11	28.3
H1	1	5.3	4	6;7;9;9	18.5
H1	1	11.5	6	11;9;7;7;7	30.5
H1	2	6	4	13;10;9;10	19.8
		5	2	9;9	
H1	1	9.5	7	3;10;11;5;5;9;9	25.3
H1	1	8	6	1;9;9;8;8;7	17.3
H2	1	7.2	4	9;9;10;11	23.3
H2	1	5.6	6	8;4;10;10;7;8	18
H2	1	6.7	7	1;8;9;9;10;6;9	21.8
H2	2	8.5	5	2;7;7;7;8	23.2
		9.2	5	1;9;8;9;9	
H2	2	3.8	5	1;10;10;7;9	15.7
		5.6	6	7;9;9;9;7;8	
H3	2	8.6	5	10;8;8;7;10	17.7
		3.3	5	9;7;9;8;9	
H3	1	7.5	6	1;7;9;9;10;11	17.6
H3	1	3.5	5	6;7;9;9	14.5
H3	2	2.3	4	4;8;9;5	18,7
		6.7	6	8;8;7;8;7;7	
H3	1	6.5	4	7;7;9;9	12

Fecha: 07/12/19

Tabla 28: Octava evaluación

EVALUACIÓN 8					
T1	Nº de ramas	Tamaño de ramas (cm)	Nº de hojas	Nº de foliolos	Altura de planta (cm)
T1	1	6.2	3	4;8;7	21.2
T1	3	8.8	4	5;7;9;9	30.2
		8.5	4	7;7;9;9	
		0.14	3	6;8;10	
T1	1	10.5	4	8;7;9;9	24.2
T1	1	11	5	4;9;9;11;11	21.5
T1	1	8.7	5	5;7;7;11;10	27.5
T2	2	9	5	3;5;5;8;9	28
		9.2	2	9;9	
T2	2	7.5	2	9;9	29
		13	2	10;9	
T2	1	19.5	4	11;11;11;11	32.2
T2	1	21.2	6	11;10;11;11;11;11	23.2
T2	1	15.2	4	11;9;11;10	30.3
H1	1	7.4	5	2;9;8;8;9	20.5
H1	1	14.2	6	10;6;7;7;9;9	33
H1	2	6.7	4	13;9;9;10	20.6
		5.3	3	3;7;9	
H1	1	12.2	8	9;2;5;8;6;9;9;8	27.5
H1	1	10.5	9	1;6;9;7;8;9;9;11;9	19.8
H2	1	9	6	8;9;10;11;9;9	25
H2	1	7	6	10;9;7;8;9;9	19.5
H2	1	8.5	8	6;10;9;9;9;6;9;9	23.3
H2	2	10	6	8;7;7;7;7;5	24.6
		11	6	7;9;8;9;6;7	
H2	2	4.7	5	9;10;7;10;9	18.2
		7.7	8	2;9;6;8;7;8;7;7	
H3	2	10.3	6	11;8;8;7;9;10	19
		3.7	5	9;8;7;8;9	
H3	1	9.5	7	2;9;9;10;11;11;11	19.7
H3	1	5.7	8	7;6;9;9;9;9;9;9	16.8
H3	2	3.4	4	5;8;9;5	19.5
		8	8	7;8;7;9;7;7;7;9	
H3	1	8.5	6	7;5;8;8;10;10	14.5

Fecha: 22/12/19

Tabla 29: Novena evaluación

EVALUACIÓN 9						
T1	Nº de ramas	Tamaño de ramas (cm)	Diámetro de ramas	Nº de hojas	Nº de foliolos	Altura de planta (cm)
T1	1	6.7	0.4	4	8; 6; 9	21.7
T1	3	10.1	0.6	5	6;4;9;9;9	30.2
		9.8	0.6	4	6;7;9;9	
		1.2	0.2	4	6;7;5;5	
T1	1	13.6	0.6	5	1;7;8;11;11	26.6
T1	1	14.8	0.6	5	2;11;10;11;8	24.4
T1	1	11.2	0.5	6	4;6;8;10;9;9	29.5
T2	2	10.2	0.5	8	1;5;9;8;9;9;7;7	28.7
		10	0.4	4	9;9;9;9	
T2	2	8	0.6	4	7;9;9;9	29.2
		13.5	0.4	6	4;4;11;11;7;8	
T2	1	21.6	0.4	6	11;11;11;11;11;11	35.2
T2	1	23.7	0.5	7	4;11;7;11;11;11;9	26.2
T2	1	17.3	0.5	6	7;11;11;10;9;9	34.5
H1	1	10.3	0.5	7	6;4;4;9;9;7;7	23.2
H1	1	18.2	0.5	7	2;4;2;9;10;9;9	37.5
H1	2	8.3	0.6	7	11;7;7;9;7;9;9	21.5
		5.5	0.6	3	4;7;9	
H1	1	15.6	0.5	7	3;2;2;8;9;9;9	31.1
H1	1	13.4	0.6	8	6;4;6;8;11;9;9;9	22.5
H2	1	12.2	0.5	7	6;5;7;9;9;9;9	28.3
H2	1	9	0.6	7	1;5;9;9;9;9;9	21.5
H2	2	10.7	0.6	9	2;4;6;1;8;9;9;9;9	26
		1.3	0.5	2	3;5	
H2	2	11.4	0.4	8	8;7;7;7;7;5;8;9	26.5
		12.6	0.6	8	8;9;8;7;7;6;6;7	
H2	2	5.7	0.4	7	9;10;7;10;9;6;5	20.5
		10	0.5	8	1;3;6;8;7;11;7;7;10	
H3	2	13.3	0.6	8	7;8;6;7;9;10;11;10	22.6
		4	0.6	5	8;8;8;7;8	
H3	1	12.4	0.7	7	8;3;7;11;11;10;9	23
H3	1	8.7	0.6	7	6;7;7;9;9;9;10	19.6
H3	2	3.4	0.8	4	5;9;9;5	21.5
		9.7	0.7	8	7;8;7;7;9;5;9;9	
H3	1	10.8	0.5	6	8;5;11;10;11;11	17.2

Anexo 4. Escalas adoptadas para la interpretación de análisis químicos

<u>POTASIO DISPONIBLE</u>		<u>Definición</u>
<u>ppm</u>		
<	75	Bajo
75	- 125	Medio
125	- 250	Alto
>	250	Muy alto

ppm x 1.20 = Kg K₂O/Ha.

Fuente: Landa, C. et al (1978)

<u>SATURACION DE BASES</u>		<u>Definición</u>
<u>%</u>		
<	35	Bajo
35	- 80	Medio
>	80	Alto

<u>MATERIA ORGANICA</u>		<u>Definición</u>
<u>%</u>		
0	- 2	Bajo
2	- 4	Medio
>	4	Alto

<u>NITROGENO TOTAL</u>		<u>Definición</u>
<u>%</u>		
<	0.15 %	Bajo
0.15	- 0.30 %	Medio
>	0.30 %	Alto

<u>FOSFORO DISPONIBLE</u>		<u>Definición</u>
<u>ppm</u>		
0	- 7	Bajo
7	- 14	Medio
>	14	Alto

ppm x 5.8 = Kg P₂O₅/ha.

Fuente: Landa, C. et al (1978)

CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO

<u>meq/100 gr.</u>	<u>Definición</u>
Menor de 4.0	Muy baja
4.0 a 8.0	Moderadamente baja
8.0 a 12.0	Baja
12.0 a 20.0	Moderadamente alta
Mayor de 20.0	Alta

pH

<u>Escala de Valores</u>	<u>Definición</u>
Menor de 4.5	Extremadamente ácido
4.5 a 5.0	Muy fuertemente ácido
5.1 a 5.5	Fuertemente ácido
5.6 a 6.0	Medianamente ácido
6.1 a 6.5	Ligeramente ácido
6.6 a 7.3	Neutro
7.4 a 7.8	Medianamente alcalino
7.9 a 8.4	Moderadamente alcalino
8.5 a 9.0	Fuertemente alcalino
Mayor de 9.0	Muy fuertemente alcalino

CARBONATO DE CALCIO (CO₃Ca), CALCAREO

<u>%</u>	<u>Definición</u>
0 - 1	Bajo
1 - 5	Medio
Mayor de 5	Alto

Valores de 15% o más son generalmente tóxicos para los culti

Fuente: Landa, C. et al (1978)

Tabla 30: Composición química del humus de lombriz

Humedad	30 – 60%
pH	6.8 – 7.2
Nitrógeno	1 – 2.6%
Fósforo	2 – 8 %
Potasio	1 – 2.5%
Calcio	2 – 8 %
Magnesio	1 – 2.5 %
Materia orgánica	30 – 70%
Carbono orgánico	14 – 30%
Ácido fulvónicos	14 – 30 %
Ácidos húmicos	2.8 – 5.8
Sodio	0.02 %
Cobre	0.05 %
Hierro	0.02 %
Manganeso	0.006 %
Relación C/N	10 – 11%

Fuente: Barbado, J. (2004)