

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROECOLÓGICA Y
DESARROLLO RURAL**



TESIS

Efecto de dos sustratos orgánicos sobre las características biométricas del cultivo de Moringa (*Moringa oleifera*) en condiciones de vivero, Distrito de Vilcabamba, Grau – Apurímac

Presentado por:

Julio Rolando Blas Quispe.

Para optar el Título de Ingeniero Agroecólogo Rural

Abancay - Perú

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROECOLÓGICA Y
DESARROLLO RURAL



TESIS

“EFECTO DE DOS SUSTRATOS ORGÁNICOS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS DEL CULTIVO DE MORINGA (*Moringa oleífera*) EN CONDICIONES DE VIVERO, DISTRITO DE VILCABAMBA, GRAU – APURÍMAC”

Presentado por **Julio Rolando Blas Quispe**, para optar el Título de:

INGENIERO AGROECÓLOGO RURAL

Sustentado y aprobado el 28 de diciembre del 2022, ante el jurado evaluador:

Presidente:

PhD. José Luis Pimentel Flores

Primer Miembro:

Ing. Niki Franklin Flores Pacheco

Segundo Miembro:

Mag. Aydee Kari Ferro

Asesor:

Mag. Celinda Alvarez Arias

Agradecimiento

Agradezco a los docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroecológica y Desarrollo Rural, por los conocimientos compartidos, sus consejos y su experiencia durante mi formación profesional

Agradezco a todos mis compañeros de estudios, con los que compartí aulas, momentos gratos de aprendizaje y reflexión y ahora son grandes profesionales.

Agradezco a los trabajadores administrativos de la Escuela profesional, por sus servicios brindados y recomendaciones durante mi formación profesional



Dedicatoria

Este trabajo va dedico a mis padres Benedicta Quispe Ccoyuri y Julio Blas Portilla, quienes me han apoyado incondicionalmente en el proceso de mi educación, a mi madre por la vida que me dio y a mi padre por los buenos ejemplos que me enseñó para ser una buena persona y a mi hijo Yjhanmel Jhanzee Julio Blas, por ser el motivo de lograr metas trazadas en mi vida.

“Efecto de dos sustratos orgánicos sobre las características biométricas del cultivo de moringa (*Moringa oleifera*) en condiciones de vivero, distrito de Vilcabamba, Grau – Apurímac”

Línea de investigación: Agua, agricultura, silvicultura y pecuaria sostenible

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



ÍNDICE

| | Pág. |
|---|------|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| RESUMEN | 2 |
| ABSTRACT | 4 |
| CAPÍTULO I | 5 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 5 |
| 1.1 Descripción del problema | 5 |
| 1.2 Enunciado del Problema | 6 |
| 1.2.1 Problema general | 6 |
| 1.2.2 Problemas específicos | 6 |
| 1.2.3 Justificación de la investigación | 6 |
| CAPÍTULO II | 8 |
| OBJETIVOS E HIPÓTESIS | 8 |
| 2.1 Objetivos de la investigación | 8 |
| 2.2.1 Objetivo general | 8 |
| 2.2.2 Objetivos específicos | 8 |
| 2.2 Hipótesis de la investigación | 8 |
| 2.2.3 Hipótesis general | 8 |
| 2.2.4 Hipótesis específicas | 8 |
| 2.3 Operacionalización de variables | 9 |
| CAPÍTULO III | 10 |
| MARCO TEÓRICO REFERENCIAL | 10 |
| 3.1 Antecedentes | 10 |
| 3.2 Marco teórico | 14 |
| 3.2.1 La Moringa | 14 |
| 3.2.1.1 Origen y distribución | 14 |
| 3.2.1.2 Altitud | 15 |
| 3.2.1.3 Clima | 15 |
| 3.2.1.4 Taxonomía | 16 |
| 3.2.1.5 Fruto | 16 |
| 3.2.1.6 Semilla | 17 |
| 3.2.1.7 Tallo | 17 |
| 3.2.1.8 Raíz | 17 |



| | | |
|-------------------------|--|-----------|
| 3.2.1.9 | Las hojas | 18 |
| 3.2.2 | Fenología de la planta | 19 |
| 3.2.2.1 | Etapas de desarrollo del cultivo..... | 19 |
| 3.2.3 | Sistema de cultivo en vivero..... | 24 |
| 3.2.3.1 | Riego..... | 24 |
| 3.2.3.2 | Fertilización..... | 25 |
| 3.2.3.3 | Crecimiento de la planta..... | 25 |
| 3.2.3.4 | Funciones del sustrato..... | 26 |
| 3.2.3.5 | Características de los sustratos..... | 26 |
| 3.2.4 | Propiedades físico-químicas del sustrato | 27 |
| 3.2.4.1 | Propiedades físicas..... | 27 |
| 3.2.4.2 | Propiedades químicas del sustrato..... | 28 |
| 3.2.5 | Abonos orgánicos | 29 |
| 3.2.5.1 | Compost..... | 29 |
| 3.2.5.2 | Humus de lombriz..... | 30 |
| 3.2.6 | Plagas y enfermedades de la moringa..... | 31 |
| 3.2.6.1 | Plagas..... | 31 |
| 3.2.6.2 | Enfermedades..... | 31 |
| 3.3 | Marco conceptual..... | 32 |
| CAPÍTULO IV..... | | 34 |
| METODOLOGÍA..... | | 34 |
| 4.1 | Tipo y nivel de investigación..... | 34 |
| 4.1.1 | Tipo de investigación..... | 34 |
| 4.1.2 | Nivel de investigación..... | 34 |
| 4.2 | Diseño de la investigación..... | 34 |
| 4.2.1 | Diseño experimental utilizado..... | 35 |
| 4.2.2 | Estructura del diseño experimental..... | 36 |
| 4.3 | Descripción ética de la investigación..... | 38 |
| 4.4 | Población y muestra..... | 38 |
| 4.4.1. | Tamaño de la población..... | 38 |
| 4.4.2. | Cálculo de la muestra..... | 38 |
| 4.5 | Procedimiento..... | 39 |
| 4.5.1. | Ubicación y preparación del experimento..... | 39 |
| 4.5.2. | Prueba de viabilidad de la semilla..... | 39 |
| 4.5.3. | Siembra..... | 40 |
| 4.5.4. | Labores culturales..... | 40 |
| 4.5.5. | Evaluaciones..... | 40 |
| 4.5.6. | Procesamiento de los datos..... | 41 |



| | | |
|---|---|----|
| 4.6 | Técnica e instrumentos. | 41 |
| 4.6.1. | Técnicas. | 41 |
| 4.6.2. | Instrumentos. | 41 |
| 4.7 | Análisis estadístico. | 42 |
| 4.7.1. | Homogeneidad de varianza. | 42 |
| 4.7.2. | Normalidad de datos. | 43 |
| 4.7.3. | Hipótesis estadística. | 43 |
| CAPÍTULO V | | 46 |
| RESULTADOS Y DISCUSIONES | | 46 |
| 5.1 | Análisis de resultados. | 46 |
| 5.1.1. | Efecto de los sustratos orgánicos en la emergencia de moringa. | 46 |
| 5.1.2. | Efecto de los sustratos orgánicos en el número de hojas de moringa. | 47 |
| 5.1.3. | Efecto de los sustratos orgánicos en la altura de planta de moringa. | 52 |
| 5.1.4. | Efecto de los sustratos orgánicos en la longitud de la raíz de moringa. | 56 |
| 5.2 | Contrastación de hipótesis | 57 |
| 5.2.1. | Prueba de hipótesis para el porcentaje de emergencia de moringa | 57 |
| 5.2.2. | Prueba de hipótesis para el numero de hojas de moringa, primera evaluación. | 60 |
| 5.2.3. | Prueba de hipótesis para el numero de hojas de moringa segunda evaluación. | 64 |
| 5.2.4. | Prueba de hipótesis para el numero de hojas de moringa, tercera evaluación | 67 |
| 5.2.5. | Prueba de hipótesis para la altura de la planta de moringa, primera evaluación. | 70 |
| 5.2.6. | Prueba de hipótesis para la altura de la planta de moringa segunda evaluación | 73 |
| 5.2.7. | Prueba de hipótesis para la altura de la planta de moringa tercera evaluación | 77 |
| 5.2.8. | Prueba de hipótesis para la longitud de la raíz de Moringa. | 80 |
| 5.3 | Discusiones. | 84 |
| 5.3.1. | Discusión sobre el efecto de los sustratos en la emergencia de moringa. | 84 |
| 5.3.2. | Discusión sobre el efecto de los sustratos en el número de hojas de moringa. | 84 |
| 5.3.3. | Discusión sobre el efecto de los sustratos en la altura de la planta de moringa. | 85 |
| 5.3.4. | Discusión sobre el efecto de los sustratos en la longitud de la raíz de moringa. | 85 |
| CAPÍTULO VI | | 87 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | | 87 |
| 6.1 | Conclusiones. | 87 |
| 6.2 | Recomendaciones. | 88 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | | 89 |
| ANEXOS | | 95 |



ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1 — Operacionalización de las variables | 9 |
| Tabla 2 — Ciclo fenológico inicial de cultivo de (<i>Moringa oleífera</i>) | 19 |
| Tabla 3 — Aporte nutricional del Compost | 30 |
| Tabla 4 — Tratamientos y descripción..... | 35 |
| Tabla 5 — Diseño del experimento (DBCA) | 37 |
| Tabla 6 — prueba de homogeneidad de varianza para las variables..... | 42 |
| Tabla 7 — Prueba de normalidad..... | 43 |
| Tabla 8 — ANOVA..... | 44 |
| Tabla 9 — Estadísticos descriptivos para emergencia de moringa | 46 |
| Tabla 10 — Estadísticos descriptivos del número de hojas de moringa, primera evaluación . | 48 |
| Tabla 11 — Estadísticos descriptivos del número de hojas de moringa, segunda evaluación . | 49 |
| Tabla 12 — Estadísticos descriptivos del número de hojas de moringa, tercera evaluación ... | 50 |
| Tabla 13 — Estadísticos descriptivos altura de planta de moringa, primera evaluación | 52 |
| Tabla 14 — Estadísticos descriptivos de la altura de planta de moringa, segunda evaluación | 53 |
| Tabla 15 — Estadísticos descriptivos de la altura de planta de moringa, tercera evaluación .. | 55 |
| Tabla 16 — Estadísticos descriptivos para longitud de la raíz de moringa..... | 56 |
| Tabla 17 — Análisis de variancia del porcentaje de emergencia de moringa..... | 59 |
| Tabla 18 — Prueba de Tukey al 95%, para la variable emergencia de la moringa..... | 60 |
| Tabla 19 — Análisis de variancia del número de hojas de moringa, primera evaluación | 62 |
| Tabla 20 — Prueba de Tukey al 95%, para la variable número de hojas de moringa, primera evaluación..... | 63 |
| Tabla 21 — Análisis de variancia del número de hojas de moringa, segunda evaluación..... | 65 |
| Tabla 22 — Prueba de Tukey al 95%, para la variable número de hojas de moringa, segunda evaluación..... | 66 |
| Tabla 23 — Análisis de variancia del número de hojas de moringa, tercera evaluación | 68 |
| Tabla 24 — Prueba de Tukey al 95%, para la variable número de hojas de moringa, tercera evaluación..... | 69 |
| Tabla 25 — Análisis de variancia de la altura de la planta de moringa, primera evaluación .. | 71 |
| Tabla 26 — Prueba de Tukey al 95%, para la variable altura de la planta de moringa, primera evaluación..... | 72 |



| | |
|---|----|
| Tabla 27 — Análisis de variancia de la altura de la planta de moringa, segunda evaluación.. | 74 |
| Tabla 28 — Prueba de Tukey al 95%, para la variable altura de la planta de moringa, segunda evaluación..... | 76 |
| Tabla 29 — Análisis de variancia de la altura de la planta de moringa, tercera evaluación | 78 |
| Tabla 30 — Prueba de Tukey al 95%, para la variable altura de la planta de moringa, tercera evaluación..... | 79 |
| Tabla 31 — Análisis de variancia de longitud de raíz de la planta de moringa, | 81 |
| Tabla 32 — Prueba de Tukey al 95%, para la variable longitud de raíz de la planta de moringa | 82 |



ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 — Distribución geográfica de las plantas de (<i>Moringa oleífera</i>) | 15 |
| Figura 2 — Semilla de (<i>Moringa oleífera</i>)..... | 17 |
| Figura 3 — Raíz de (<i>Moringa oleífera</i>)..... | 18 |
| Figura 4 — Hojas de (<i>Moringa oleífera</i>)..... | 18 |
| Figura 5 — Siembra de (<i>Moringa oleífera</i>) en bolsas..... | 26 |
| Figura 6 — Diagrama de medias para porcentaje de emergencia | 47 |
| Figura 7 — Diagrama de medias del número de hojas, primera evaluación..... | 48 |
| Figura 8 — Diagrama de medias número de hojas, segunda evaluación | 50 |
| Figura 9 — Diagrama de medias número de hojas, tercera evaluación | 51 |
| Figura 10 — Diagrama de medias altura de planta, primera evaluación | 53 |
| Figura 11 — Diagrama de medias altura de planta, segunda evaluación..... | 54 |
| Figura 12 — Diagrama de medias para altura de planta, tercera evaluación | 56 |
| Figura 13 — Diagrama de medias para longitud de la raíz | 57 |
| Figura 14 — Diagrama de emergencia de la semilla de moringa. | 60 |
| Figura 15 — Diagrama de numero de hojas de moringa..... | 63 |
| Figura 16 — Diagrama de numero de hojas de moringa..... | 66 |
| Figura 17 — Diagrama de numero de hojas de moringa..... | 69 |
| Figura 18 — Diagrama de altura de la planta de moringa..... | 73 |
| Figura 19 — Diagrama de altura de la planta de moringa..... | 76 |
| Figura 20 — Diagrama de altura de la planta de moringa..... | 79 |
| Figura 21 — Diagrama de longitud de raíz de la planta de moringa..... | 83 |



INTRODUCCIÓN

La planta de moringa (*Moringa oleífera*), tiene su origen al sur del Himalaya, cuya característica resaltante es estar verde todo el tiempo, fue introducido a la India, al sur de Asia, Asia occidental, África y así a todas las indias occidentales que va desde Brasil, Perú, Paraguay, México y el sur de Florida en EEUU.

La planta de Moringa, tiene diferentes beneficios como cortina de romper viento en cercos vivos; es multipropósito y versátil; porque las diferentes partes de esta planta se puede utilizar en la alimentación animal y humana; también sirve como combustible. Otras características importantes que presenta son los siguientes, su rápido crecimiento y tipo de raíz podemos usar para evitar la erosión de los suelos, también sus diferentes órganos como la hoja y semilla para la purificación del agua, y por ultimo como medicina tradicional por sus diferentes propiedades alimenticias y curativas.

En el estudio del cultivo de Moringa, se ha utilizado los sustratos orgánicos como (humus de lombriz y compost) y se ha aplicado en diferentes niveles o dosificaciones para determinar los efectos en las características biométricas bajo condiciones de vivero. Estos sustratos están disponibles ya que están generados a partir de los desechos que se producen de la agricultura y ganadería en Vilcabamba, las cuales utilizados adecuadamente sirve para la producción de moringa (*Moringa oleífera*), logrando el aprovechamiento en humus de lombriz y compost que, al momento de usarlos en viveros son altamente beneficiosos.

La presente investigación plantea como una alternativa el uso de sustratos orgánicos a base de compost y humus de lombriz, para lograr las características biométricas adecuadas en la producción de plántulas de moringa (*Moringa oleífera*), a nivel de vivero; asimismo controlando las variables intervinientes como la temperatura y la humedad con una infraestructura adecuada, se lograron evaluar las variables como la emergencia, la altura de la planta, el número de hojas y longitud de la raíz donde se encontró que si hay efectos con la aplicación de estos sustratos.

RESUMEN

La investigación en mención tuvo como propósito evaluar el efecto de los sustratos orgánicos (humus de lombriz y compost) en las características biométricas del cultivo de moringa (*Moringa oleifera*) en condiciones de vivero en Vilcabamba Grau - Apurímac; para la realización del trabajo se adoptó el enfoque cuantitativo, de nivel experimental transaccional y el diseño fue experimental, en razón a que se manipulo las variables independientes y los niveles de sustratos para medir el efecto en las características biométricas de la Moringa.

La población estuvo conformada por plantas de moringa en un número total de 420 unidades y 210 unidades experimentales de plántones, y la técnica que fue usada para recolectar los datos fue observación, utilizando como instrumentos de medición la fichas de recolección de datos, en consiguiente los resultados obtenidos por el dicho instrumento en la evaluación de emergencia tiene efectos significativos ($\text{Sig.} < 0.05$), obteniendo el promedio del T1 = (20% Compost + 80% TA) con 92.00% de emergencia superior a los otros tratamientos y al testigo T7 = (TA-Testigo) que tiene 87.33% de emergencia.

Así mismo la evaluación del número de hojas tiene efectos significativos ($\text{Sig.} < 0.05$), para ello se realizó tres evaluaciones en diferentes dichas, la primera evaluación a los 30 días de la emergencia donde, el T4 = (20% HL +80% TA) tiene una media de 6.03, y el T7 = TA (Testigo) tiene una media de 3.93 y segunda evaluación 45 días de la emergencia donde el T4 = (20% HL +80% TA), tiene una mayor media de 12.17, y el T7 = TA (Testigo) que tiene una media de 7.83, y la tercera evaluación a los 60 días de emergencia donde, el T4 = (20% HL +80% TA), tiene una media de 16.60 y el T7 = TA (Testigo) que tiene una media de 12.20 hojas por planta.

De igual forma la evaluación de altura de planta se realizó en 3 etapas indicando las mismas fechas de la evaluación de número hojas, la primera evaluación, tiene efectos significativos ($\text{Sig.} < 0.05$), el T4 = (20% HL +80% TA), tiene una mayor media de 2.42 cm, frente al T7 = TA (Testigo) que tiene una media de 1.38 cm, La segunda evaluación el T4 = (20% HL +80% TA), tiene una media de 5.06 cm, frente al T7 = TA (Testigo) con una media de 2.80 cm y la tercera evaluación el T4 = (20% HL +80% TA), una mayor media de 9.77 cm superior a los otros tratamientos y al T7 = TA (Testigo) con una media de 3.91 cm de altura de planta.



La longitud de la raíz en su única etapa de evaluación tubo efectos significativos ($\text{Sig.} < 0.05$), el T4 = (20% HL +80% TA) presenta una mayor media de 7.06 cm, seguido por el T1 = (20% Compost + 80% TA) con 5.74 cm, el T5 = (30% HL + 70% TA) con 5.19 cm de longitud de raíz, el T3 = (100% compost) con 4.24 cm, el T2 = (30% compost + 70% TA) con 4.16 cm, el T6 = (100% HL) con 3.85 cm de longitud de raíz, y finalmente el T7 = TA (Testigo) con una media de 2.94 cm de longitud de raíz. Por lo que si existen efectos atribuibles a los sustratos en las características biométricas de la moringa (*Moringa oleífera*) a nivel de vivero, mediante las pruebas aplicadas como ANOVA y Tukey al 95%.

Palabras clave: *Características biométricas, sustratos orgánicos y Moringa oleífera.*



ABSTRACT

The purpose of the research was to evaluate the effect of organic substrates (worm humus and compost) on the biometric characteristics of moringa (*Moringa oleifera*) cultivation under nursery conditions in Vilcabamba, Grau - Apurímac. The quantitative, experimental, transactional approach was adopted. The design was experimental, since the independent variables were manipulated, substrate levels to measure the effect on the biometric characteristics of Moringa. The population was made up of Moringa plants in a number of 420 units and the technique used to collect the data was observations using measurement instruments and data collection sheets.; the emergency evaluation does not have significant effects (Sig.<0.05), obtaining the average of T1 = (20% Compost + 80% TA) with 92.00% higher emergence than the other treatments and the control T7 = (TA-Control) which has 87.33% emergency. The evaluation of the number of leaves has significant effects (Sig.<0.05), for this three evaluations were carried out, the first evaluation, the T4 = (20% HL +80% TA) has a mean of 6.03, and the T7 = TA (Witness) has a mean of 3.93. Second evaluation, T4 = (20% HL +80% TA), has a higher mean of 12.17, and T7 = TA (Control) which has a mean of 7.83, and third evaluation, T4 = (20% HL + 80% TA), has an average of 16.60 and the T7 = TA (Control) that has an average of 12.20 leaves per plant. Plant height evaluation first evaluation, has significant effects (Sig.<0.05), T4 = (20% HL +80% TA), has a greater mean of 2.42 cm, compared to T7 = TA (Control) that has a mean of 1.38 cm. Second evaluation T4 = (20% HL +80% TA), has a mean of 5.06 cm, compared to T7 = TA (Control) with a mean of 2.80 cm and the third evaluation T4 = (20% HL +80% TA), a higher average of 9.77 cm, superior to the other treatments and to T7 = TA (Control) with an average of 3.91 cm of plant height. Root length has significant effects (Sig.<0.05), T4 = (20% HL +80% TA) presents a greater mean of 7.06 cm, followed by T1 = (20% Compost + 80% TA) with 5.74 cm, T5 = (30% HL + 70% TA) with 5.19 cm root length, T3 = (100% compost) with 4.24 cm, T2 = (30% compost + 70% TA) with 4.16 cm, T6 = (100% HL) with 3.85 cm root length, and finally T7 = TA (Control) with a mean root length of 2.94 cm. Therefore, there are effects attributable to the substrates in the biometric characteristics of moringa (*Moringa oleifera*) at the nursery level, through the tests applied such as ANOVA and Tukey at 95%.

Keywords: *Biometric characteristics, organic substrates and Moringa oleifera.*

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

La (*Moringa oleífera*), es una planta que su auge es reciente en el Perú a pesar de tener beneficios económicos potenciales, la mayoría de los productores en la zona, tienen deficiente desconocimiento en el proceso de dosificación de los abonos orgánicos en la producción del cultivo de Moringa, por ello, presenta resultados inadecuados en la producción, por lo tanto nunca antes se ha dado mayor importancia en la producción de esta planta, el contenido de sus numerosos nutrientes hace posible diversas aplicaciones en beneficio del ser humano, así como para recuperar el suelo, agua y realizar crianza de animales mayores y menores con el uso de su materia verde. Así mismo, presenta grandes ventajas en la agricultura, ya que su producción no es tan dificultosa y no requiere el uso de tecnologías, sólo necesita recursos de bajo costo para su producción.

En Vilcabamba - Grau, los agricultores cuentan con las condiciones climáticas y suelos agrícolas favorables para la producción de árboles frutales, existiendo viveros artesanales gestionado por los mismos agricultores, sin embargo aún desconocen las potencialidades y características nutricionales que ofrece tanto para el ser humano como para los animales la planta de moringa (*Moringa oleífera*), además con la aplicación de sustratos orgánicos como el humus de lombriz y compost se pueden producir plantones de moringa con las características biométricas adecuadas, que puede convertirse en una oportunidad de emprendimiento para las familias.

En la actualidad la producción de la moringa (*Moringa oleífera*) en Vilcabamba - Grau, presenta dificultades tanto en el manejo y producción del cultivo, esto se debe a su reciente introducción a la zona y al desconocimiento de sus prácticas agrícolas y sus características biométricas adecuadas.

En la instalación de la moringa (*Moringa oleífera*), utilizando recursos orgánicos (compost y humus de lombriz), que son abonos mejoradores de la calidad de los sustratos de producción a nivel de vivero, pueden mejorar las características biométricas de la

moringa. Aun no se pudo observar hasta el momento alguna iniciativa de los agricultores por este cultivo, muy a pesar que la zona cuenta con el clima y tierra a disponibilidad que pueden ser muy bien aprovechadas.

Por lo que la investigación tiene la finalidad de ofrecer alternativas de producción a los agricultores en cultivo de la moringa (*Moringa oleífera*) con la utilización de sustratos orgánicos (humus de lombriz y compost) se puede obtener las características biométricas deseadas en este cultivo por lo que se plantea las siguientes preguntas.

1.2 Enunciado del Problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es el efecto de los sustratos orgánicos humus de lombriz y compost, en las características biométricas del cultivo de moringa (*Moringa oleífera*) en condiciones de vivero, distrito de Vilcabamba, Grau-Apurímac?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es el efecto del sustrato orgánico humus de lombriz en las características biométricas del cultivo de moringa (*Moringa oleífera*) en condiciones de vivero, en Vilcabamba, Grau- Apurímac?
- ¿Cuál es el efecto del sustrato orgánico compost en las características biométricas del cultivo de moringa (*Moringa oleífera*) en condiciones de vivero, en Vilcabamba, Grau- Apurímac?

1.2.3 Justificación de la investigación

La planta de moringa (*Moringa oleífera*) tiene una gran diversidad de usos como en la alimentación animal y del hombre, tanto sus semillas como la materia verde que produce esta planta es así que es utilizado en la industria alimenticia y de forrajes. Su producción posibilitara y aumentara el interés de los agricultores como alternativa productiva, al ser una especie de gran adaptación ecológica, y a diferentes suelos, niveles de precipitación y temperaturas adversas.

La importancia de la investigación es dar a conocer las potencialidades de la moringa (*Moringa oleífera*) y producir esta planta con un enfoque Agroecológico, utilizando los sustratos orgánicos existentes en la zona; como el

humus de lombriz y compost, para determinar las características biométricas adecuadas de este cultivo a nivel de vivero.

Justificación práctica. La presente investigación permitirá obtener resultados precisos, confiables, acorde a la realidad y contextos aplicables según el entorno local, a partir de la determinación del efecto de los sustratos orgánicos humus de lombriz y compost, en las características biométricas del cultivo de moringa (*Moringa oleífera*) en condiciones de vivero, para el beneficio de productores, e instituciones públicas y privadas dedicadas a la producción del cultivo Moringa.

Justificación ambiental. La Moringa es una planta, muy amigable con el medio ambiente su producción no afecta negativamente al medio ambiente.

Justificación social y económica. Al adoptar la producción de cultivo de Moringa, los productores rurales podrán mejorar sus deficientes ingresos económicos y alimentación familiar, los resultados de la investigación se darán a conocer a los pobladores de Vilcabamba y al país.

Justificación metodológica. La investigación, permitió generar conocimiento sobre el cultivo de moringa (*Moringa oleífera*). Según las variables utilizadas niveles de sustratos orgánicos (humus de lombriz y compost) y su efecto en las características biométricas del cultivo, su utilizo las técnicas metodológicas como el análisis mediante el ANOVA y la prueba de Tukey para evaluar el tratamiento que muestra mejor resultado.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos de la investigación

2.2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de dos sustratos orgánicos sobre las características biométricas del cultivo de moringa (*Moringa oleífera*), en condiciones de vivero en el Distrito de Vilcabamba, Grau - Apurímac.

2.2.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto del sustrato orgánico humus de lombriz en las características biométricas del cultivo de moringa (*Moringa oleífera*) en condiciones de vivero, en Vilcabamba, Grau – Apurímac.
- Determinar el efecto del sustrato orgánico compost en las características biométricas del cultivo de moringa (*Moringa oleífera*) en condiciones de vivero, en Vilcabamba, Grau - Apurímac.

2.2 Hipótesis de la investigación

2.2.3 Hipótesis general

Los sustratos orgánicos humus del lombriz y compost tienen diferentes efectos sobre las características biométricas de la moringa (*Moringa oleífera*), en condiciones de vivero en Vilcabamba, Grau - Apurímac.

2.2.4 Hipótesis específicas

- Los sustratos orgánico humus de lombriz tiene diferencia entre las características biométricas del cultivo de moringa (*Moringa oleífera*) en condiciones de vivero, en Vilcabamba, Grau - Apurímac.
- Los sustratos orgánico compost tiene diferencias entre las características biométricas del cultivo de moringa (*Moringa oleífera*) en condiciones de vivero, en Vilcabamba, Grau - Apurímac.

2.3 Operacionalización de variables

Se describe a continuación:

a) Variable independiente

Niveles de sustratos. - Son las diferentes cantidades o dosis de sustratos orgánicos humus de lombriz y compost utilizados en el experimento, que serán aplicados en cada tratamiento.

b) Variables dependientes

Características biométricas del cultivo de moringa

Emergencia. - Es un proceso donde la semilla de la planta, recibe las condiciones adecuadas de humedad y calor, el embrión se desarrolla y aparece en la superficie del suelo.

Numero de hojas. - Es la cantidad de hojas presentes en la planta, al momento de realizar la evaluación.

Altura de la planta. - Es la distancia entre el suelo o el cuello de la planta hasta el ápice de la planta.

Longitud de raíz. - Es la distancia entre el suelo o el cuello de la planta hasta el ápice de la raíz.

Tabla 1 — Operacionalización de las variables

| Variable | Indicador | Índice |
|-------------------------------|---------------------|--|
| Variable Independiente | | T1= 20% Compost + 80% Tierra agrícola T2= 30% Compost + 70% Tierra agrícola T3= 100% Compost |
| Niveles de sustratos | Dosis de sustratos | T4= 20% Humus de lombriz +80% Tierra agrícola T5= 30% Humus de lombriz + 70% Tierra agrícola T6=100% Humus de lombriz 100% T7= Testigo 100% Tierra agrícola |
| Variables dependientes | Emergencia | % |
| Características biométricas | Numero de hojas | Conteo |
| | Altura de la planta | Cm |
| | Longitud de raíz | Cm. |



CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1 Antecedentes

- a) **CADILLO (2022)**, en el estudio Efecto de Bioestimulantes en las características agronómicas del cultivo de moringa (*Moringa oleífera*) bajo condiciones de vivero en Vegueta - Huaura, tuvo como propósito evaluar el efecto de bioestimulantes en características agronómicas de la moringa. Comprendido la evaluación de la emergencia y desarrollo vegetativo para obtención de hoja. Metodología: probó ácidos: Giberélico, Fúlvico y la mezcla (Giberélico + Fúlvico), cuyo tratamiento fueron las dosis: 0.00ppm., 100ppm., 150 ppm. y 200 ppm. Las variables dependientes: emergencia, diámetro y peso de raíces, tamaño y diámetro de tallos, tamaño y peso de hojas. La población y muestra fueron: 960 y 240 plantas. El diseño fue experimental, enfoque cualitativo-cuantitativo. La validación estadística con análisis de varianza (error =5%) y prueba de Tukey (alfa=0.05%). Resultados: el mejor resultado para las características morfológicas en tratamientos con Ácido Giberélico (la obtuvo: 200ppm y 150 ppm), superando estadística al testigo. Respecto al Ácido Fúlvico vs testigo la dosis de 150 ppm (alcanzando 85% de plantas emergidas, y supero a los demás tratamientos). La mezcla de Ácido Fúlvico + Ácido Giberélico (100 ppm.), superó estadísticamente hasta un 20% frente al testigo y a todos los demás tratamientos. Conclusiones: todas las semillas tratadas con cualquiera de los bioestimulantes estudiados superaron al testigo, asimismo la mezcla Ácido Fúlvico + Ácido Giberélico expresó mejores características agronómicas en el cultivo. Sobre la emergencia para las semillas de moringa tratadas con diferentes dosis de bioestimulantes: Àc. Giberélico (1), Àc. Giberélico + Àc. Fúlvico (2) y Àc. Fúlvico (3), apreciándose diferencias significativas para (2) y (3) para tratamientos y para (1) para repeticiones, y los coeficientes de variabilidad (CV), fueron:(1)9.25%, (3)4.91% y (2)6.64%.
- b) **ANCCO (2021)**, en el estudio Diferentes sustratos en la propagación de moringa bajo condiciones de invernadero, en Arequipa, tuvo como objetivo de determinar el mejor sustrato en la propagación sexual de moringa (*Moringa oleífera*), bajo condiciones de invernadero. Se utilizó un diseño (DBCA), 8 tratamientos, 3 repeticiones, con 24 UE,

sometidos al análisis ANVA, se efectuó la prueba de Duncan ($p < 0,05$). Los parámetros evaluados fueron: porcentaje de emergencia, tiempo de emergencia, altura de plántula, longitud de raíz, número de hojas, análisis económico y porcentaje de plantas logradas. Los resultados, el tratamiento T0, T6 y T7 con temperatura promedio mínima de $10,4^{\circ}\text{C}$ y una máxima de $32,4^{\circ}\text{C}$, presentan una categoría de emergencia excelente, el T0, con una emergencia de 98,9% en trece días, a los 135 días obtiene 5,67 hojas en promedio, una longitud de raíz de 18,11 cm., el T7 presenta una emergencia de 93,3% en 15 días, a los 135 días obtiene mayor altura de 18,64 cm, con 9,23 hojas por planta, un desarrollo radicular de 26,68 cm. alcanzando mayor porte aéreo y desarrollo radicular, el T1 presenta una emergencia de 53.3%, T2 con una emergencia de 54,4% y T3 con una emergencia de 56,7%. La mejor rentabilidad en la propagación de moringa se obtiene con el tratamiento promix, por tener menor costo y logrando un alto porcentaje en la emergencia, el T6 y T7 con un índice de rentabilidad de 399 y 390.

- c) **CHUQUIHUARACA (2020)**, en su estudio evaluación de tratamientos pre germinativos y tipos de sustratos en la producción de plántulas de moringa (*Moringa oleífera Lam.*) en vivero. Tuvo como objetivo determinar el tipo de sustrato más óptimo en la producción de plántulas de moringa. Los tratamientos más óptimos en la germinación de moringa, fueron los tratamientos T2 (Remojo en agua destilada fría a 4°C x 24 horas), T1 (Remojo en agua destilada a 50°C x 3 minutos), T3 (Tierra agrícola 50% + Arena 25% + Cascarrilla de arroz 25%) y T6 (Escarificación manual (50% de la testa rota)) con un promedio de 99.75% (88.57% (dato transformado)) de germinación. Existe diferencia estadística altamente significativa entre los tipos de sustratos en la producción de plántulas de moringa (*Moringa oleífera Lam.*) en vivero para las variables: altura de planta, peso fresco de la planta y peso seco de la planta, donde se observa que el tratamiento T1 (Tierra agrícola 50% + Arena 25% + Compost de café 25%) muestra los mejores promedios de 64.91 cm, 0.153 kg y 0.075 kg respectivamente. En contraste para las variables longitud de raíz y diámetro de tallo, no se presenta diferencia estadística significativa, presentando como promedios de 8.88 cm para la longitud de raíz y 0.46 cm. para diámetro de tallo respectivamente. La evaluación de germinación se ha realizado de 30 días, altura de la planta, longitud de raíz de 60 y 90 días.
- d) **QUEVEDO y GARCÍA (2019)**, en su estudio efecto de 3 niveles de fertilización (NPK) con dos enmiendas orgánicas en la producción de materia verde del cultivo de

moringa (*Moringa oleífera* Lam.) en el distrito de Oxapampa. Tomaron los indicadores productivos del cultivo como: diámetro de rebote, altura de rebrote, número de rebrotes, peso de materia verde fresca, peso de materia verde seca, número de días hasta el rebrote y número de hojas por planta. Las plantas que se tomaron en cuenta tenían un año de instaladas y se inició con un corte de homogenización en toda el área de trabajo. El diseño empleado fue de bloques al azar con un arreglo factorial de 3 X 2. Los tratamientos realizados fueron: T1; ovino y sin fertilizante, T2; gallinaza y sin fertilizante, T3; ovino y 1-1-1 (NPK), T4; gallinaza y 1-1-1 (NPK), T5; ovino y 3 2-1 (NPK), T6; gallinaza y 3-2-1 (NPK).

- e) **CERVANTES (2017)**, en su estudio efecto de sustratos y la propagación sexual del cultivo de moringa (*Moringa oleífera*) en etapa de vivero en la zona de Vinces - Ecuador. Su propósito era; determinar cuál de los sustratos tenía un mejor rendimiento en el desarrollo de la biomasa radicular y foliar en las plantas de moringa de acuerdo a los tratamientos, aplicando el diseño de bloques al azar con 4 tratamientos y 4 repeticiones, en las pruebas hasta de 3 meses de desarrollo de la siembra, el que más sobresale fue el T3 compuesto por 70% suelo y 20% humus de lombriz, 10% de cascarilla de arroz, sobresaliendo en las variables: longitud de la hoja con 37,80cm, diámetro con 10,29 mm, longitud de la raíz con 22,8cm, cantidad de raíces 13, peso de la raíz con 20,34g, como siguiente el T4 y por último el T2, los que resaltaron en su desarrollo de las plantas. De acuerdo a los análisis obtenidos en los resultados de las variables evaluadas se ha llegado a las siguientes conclusiones. Las plantas de (*Moringa oleífera*) en la etapa de vivero se desarrollaron mejor en un sustrato compuesto por 70 % de suelo, 20 % de humus de lombriz, 10 % de cascarilla de arroz representado con el T3. El tratamiento T3 compuesto 70 % de suelo, 20 % de humus de lombriz y 10 % de cascarilla de arroz, fue el de mejor crecimiento radicular y foliar en las plantas de (*Moringa oleífera*). La germinación se ha evaluado a los 10 días de la siembra en la cama, altura de la planta, número de hojas, longitud de la raíz de la planta se ha evaluado de 15 días de la siembra y cada 15 días durante 60 días calendarios.
- f) **MORA y GARCÍA (2017)**, en su estudio características físicas, capacidad de germinación y crecimiento en vivero de la (*Moringa oleífera* Lam), bajo cuatro sustratos en el Municipio de Turbo. El método adoptado fue el experimental. Se empleó un diseño completamente al azar con 4 sustratos; (T1 cascarilla de arroz 75% + arena 25%, T2 escombros de palo 75%+ arena 25%, T3 aserrín 75% + arena 25%, T4 testigo 100%



tierra). Las variables que se midieron en el experimento, tamaño de la plantas, longitud de la raíz, cantidad de hojas, peso de la planta de semillero fresca, índice de rapidez de germinación, lo cual fue examinado en porcentajes y se concluye que el mejor sustrato en germinación fue el testigo (tierra), teniendo como fruto un 95 % sin indicar una diferencia significativa entre los experimentos, y durante la evaluación de la medición de los cambios del largo de la planta, la que tuvo mejor resultado fue el sustrato de palo, dando como resultado de 21,6 cm. La germinación de semilla se ha dado dentro de 15 días, Esta fase se desarrolló mediante la toma de datos de crecimiento en centímetros cada 8 días por un periodo de 2 meses para un total de 8 mediciones de las plantas que se encontraban en cada sustrato, midiendo 10 plantas de cada repetición, de una cantidad variable entre 24 y 40 plantas germinadas en la repetición, en total fueron medidas 30 plantas por tratamiento.

- g) **VALDÉS, MUÑOZ, PÉREZ y MARTÍNEZ (2014)**, en su investigación titulada “Análisis y ajuste de curvas de crecimiento de (*Moringa oleífera* Lam). en diferentes sustratos”. Con el objetivo de analizar las curvas de crecimiento de las plántulas de moringa oleífera en condiciones de invernadero y tomando seis sustratos con diferente contenido. El experimento se realizó en campus de Veracruz. Se sembraron 114 semillas de (*Moringa oleífera*) en bolsas de 15*20 cm con seis sustratos de diferente textura y contenido nutrimental. Estos sustratos fueron del tipo arenoso (A), franco-arenoso (FA), arcilloso (AC) y composta de cachaza de caña (C) mezclada en proporciones de A1 : C1, A1: Ca y A1:C2. Se llegó a la conclusión que una combinación de A1 : C1 era suficiente para obtener elevadas tasas de crecimiento en la (*Moringa oleífera*) y que los modelos Gompertz y Logístico permitieron predecir el crecimiento en diferentes sustratos el tiempo que se encontraron en el vivero.
- h) **SAAVEDRA y GUTIÉRREZ (2014)**, en el estudio evaluación del efecto de tres sustratos en el desarrollo de plantas de *Moringa oleífera* en vivero. Se empleó un diseño completamente aleatorio (DCA) con 3 tratamientos y 20 repeticiones por tratamiento. Para determinar el sustrato adecuado en el desarrollo de plántulas de moringa como en crecimiento de tamaño, diámetro, cantidad de hojas, reacción de la raíz y la señal de la cantidad de la planta al sustrato 3 o denominado suelo, para tal caso se aplicó la estrategia de la instalación de un vivero en la universidad. La experimentación de esta especie, se pusieron 180 plantas de moringa por cada casilla experimental, para un total de 540 plantas para los tres tratamientos indicados, y que las semillas se sembraron en

bolsas de polietileno de 20 x 30 cm (diámetro de bolsa), plantándose dos semillas por bolsa, y dichos tratamientos se dieron en tres tipos de sustratos, sustrato 1 que consiste en 70% compost más 30 % suelo; Sustrato 2 o estiércol, que consiste en 70% estiércol más 30% suelo y, sustrato 3 o suelo, correspondiendo a 100% de suelo común. El sustrato que expreso mayor % de desarrollo fue el compost con 98.33%, seguido del sustrato suelo con 96.62% y por último el estiércol con 94.31%. Y en cuanto a la altura, diámetro, cantidad de hojas, y raíz de las plantas fue el sustrato compost, y respecto al comportamiento del índice de calidad de la planta fue el sustrato compost con 0.64, seguido del suelo con 0.37, y estiércol con 0.19, donde estos resultados demostrados indican que es factible sembrar esta especie en viveros, siempre en cuando tomando en cuenta las condiciones ambientales favorables para esta especie, demostraron óptimos resultados en la tasa de germinación con valores de 100, 98.9 y 97.8% y tasa de sobrevivencia de 98.3, 96.6 y 94.3%, para compost, estiércol y suelo respectivamente. Llega a la conclusión de que el mejor desarrollo en todo aspecto de plántulas de (*Moringa oleífera*) en vivero se logra con el sustrato suelo más compost, donde se demuestra la mejor reacción de las variables evaluadas: como la altura de plantas (104.9 cm), el diámetro del tallo (11.55 mm), el número de hojas (15.2), peso seco de la parte aérea, la longitud y el diámetro de la raíz principal, y por último el número de raíces.

3.2 Marco teórico

3.2.1 La Moringa

Según MAGAÑA (2012), la planta moringa (*Moringa oleífera*) es una planta que crece muy rápido de acuerdo como está preparado la tierra donde esta plantado, sin embargo, no pasa de 12 m de altura, tampoco es frondoso, puede tener uno o varios tallos inicia a florecer en otoño y sus frutos son vainas con semillas similares al garbanzo (p, 171).

3.2.1.1 Origen y distribución

Según FOIDL, MAKKAR y BECKER (2001), afirma que es una planta neta de la india y luego se ha importado a diferentes partes del mundo.

AL-AZHARIA, MUSNAD y BURGSTALLER (1986), afirman que la moringa fue introducida y se ha adaptado en otras partes de la India, Paquistán, Afganistán, Bangladesh, Sri Lanka, el sudeste de Asia, Asia



occidental, la península Arábiga, África del este y oeste, el sur de la Florida, todas las Indias Occidentales, y desde México a Perú, Paraguay y Brasil.

MUÑOZ, GARCÍA y ALCARAZ (2020), afirma que el fruto de la Moringa se compra por primera vez de México en el año 2007 -2008, para experimentar en Lima y Huaral en 2009 y hoy en día se plantan en 13 regiones del Perú.



Figura 1 — Distribución geográfica de las plantas de (*Moringa oleífera*)
Extraído de Árboles para la vida (2006).

3.2.1.2 Altitud

Los autores PÉREZ, SÁNCHEZ, ARMENGOL y REYES (2010), afirman que, en la región de Kashmir (Himalaya), la moringa llega a crecer y es habitual ver de 1.500 msnm de altura, asimismo confirman que en altitudes bajas a 600 msnm es normal encontrar plantas de Moringa de este tamaño e incluso en otras zonas tropicales suele desarrollarse hasta los 1.200 msnm según (p. 351).

3.2.1.3 Clima

Según GÓMEZ (2010), indica que, la *Moringa oleífera* requiere una fluctuación de temperatura entre 25 a 30° C, una precipitación anual de 1000 a 2000 mm, una alta radiación y suelos ricos en materia orgánica y bien drenados.

Asimismo, la *Moringa oleífera*, para su buen desarrollo requiere una temperatura que fluctúe entre 24 °C a 48 °C durante los meses fríos y los

meses más calientes y una precipitación anual entre 750 y 2200 m. m. (GÓMEZ 2010).

La planta de Moringa, logra una resistencia a periodos cortos de bajas temperatura (2-3° C) y por debajo de 14°C no florece y solo produce material vegetativo; logra un desarrollo óptimo cuando la temperatura oscila entre 26°C a 40° C, puede tolerar hasta seis meses de estación seca, y se adapta muy bien en zonas con precipitaciones de 500 a 1500 mm/año; importante es conocer que en un prolongado período de sequía puede provocar pérdidas de sus hojas. (FLORES y JAIME, 2004).

Mientras que MEZA, OLIVARES, GUTIÉRREZ, BERNAL y ARANDA (2014), consideran que la planta de moringa tiene una velocidad de crecimiento variable con un rango de temperatura de 14°C a 21°C en la producción de forraje.

3.2.1.4 Taxonomía

Según OLSON y FAHEY (2011), el árbol de Moringa se ubica taxonómicamente, de acuerdo a lo siguiente:

Reino : *Plantae*
División : *Embryophyta*
Sub división : *Diploidalia*
Clase : *Dicotiledoneae*
Sub-clase : *Archichlamydeae*
Orden : *Rhoeadale*
Familia : *Moringácea*
Género : *Moringa*
Especie : *Moringa oleífera*.

3.2.1.5 Fruto

OLSON y FAHEY (2011), “afirma que el fruto de Moringa, es de color pardo y de tres lados, con surcos longitudinales, con una medida de 20 a 45 cm de largo, pero varía hasta 120 cm, mientras el ancho varía de 2 a 2.5 cm”.



3.2.1.6 Semilla

Las semillas tienden a un color pardo oscuro, con formas globulares de un centímetro de diámetro aproximadamente, cuenta con alas de consistencia papirácea, las vainas maduras permanecen en el árbol por largos periodos hasta que se parten y liberan semillas como se muestra en la figura 2. (PARROTTA 1993).



Figura 2 — Semilla de (*Moringa oleífera*).

Extraído de PARROTTA (1993).

3.2.1.7 Tallo

Según OLARTE (2008), la Moringa cuenta con un tallo poco ramificado, puede lograr entre 10 m a 12m de altura, con una corteza grisácea o parduzca. Es utilizado como árbol de múltiples propósitos en los que destaca en los sistemas silvopastoril (asociación de árboles, gramíneas y animales-vacunos), incrementando la productividad (leche, carne).

3.2.1.8 Raíz

Las características de la raíz de Moringa, destacan por ser gruesa y profunda, con un sistema extenso de raíces laterales tuberosas; esta característica le permite reservar agua para épocas de sequía, retener el suelo. Esta característica le valió para que se planifique plantaciones para la prevención de deslizamientos de tierras, al ser de mucha utilidad. (SARMIENTO, 2008) Citado Por. (MORA y GACHARNA 2015).



Figura 3 — Raíz de (*Moringa oleífera*).

Extraído de PARROTA (1993).

3.2.1.9 Las hojas

La Moringa posee hojas compuestas, formadas por 4 a 5 pares de folíolos opuestos. Las flores odoríficas cuelgan en racimos de color blanco amarillo. Asimismo las hojas compuestas miden entre 20 cm de largo, con hojuelas delgadas oblongas u ovaladas, color verde claro de 1-2 cm. de largo. (OLARTE, 2008).

Las hojas son las que tienen mayores usos, ya que sirven como fuente de alimento humano como animal; sus contenidos nutricionales de la planta y el bajo costo de la producción de biomasa son ideales para la alimentación de ovinos, aves, peces y cerdos. (PÉREZ *et al.*, 2010), citado por (MORA y GACHARNÁ 2015).



Figura 4 — Hojas de (*Moringa oleífera*).

Extraído de PARROTA (1993).

3.2.2 Fenología de la planta

Tabla 2 — Ciclo fenológico inicial de cultivo de (*Moringa oleífera*).

| Estadio | Descripción |
|---------|---|
| 1 | Germinación, emergencia, brotación y desarrollo de yemas |
| 2 | Desarrollo de las hojas (brote de tallo principal) |
| 3 | Formación de brotes laterales/macollamiento y ahijamiento |
| 4 | Crecimiento longitudinal del tallo o crecimiento en roseta, desarrollo de brotes (retoños)/encañado (tallo principal) |

Extraído de PARROTA (1993).

3.2.2.1 Etapa de desarrollo del cultivo

Según NAVARRO (2015), la semilla después de 5 a 12 días luego del cultivo puede permanecer 3 meses en el vivero, cumplido estos días se debe trasplantar al campo definitivo”

a) Latencia de las semillas

Según DORIA (2010), la latencia o estado de dormición es la condición en la que la semilla viable no llega a germinar, por más que se encuentre en condiciones de humedad, oxígeno y temperatura óptimos.

La mayoría de las semillas de variadas especies no germina de inmediato, puesto que en la madurez entra en estado de latencia por un tiempo no fijado que puede ser semanas, meses o años, mientras otras semillas germinan a continuación después de un corto almacenamiento, esto es debido a la impenetrabilidad de la capa de la semilla y el reposo interna del propio embrión, son casos que presentan algunas semillas, a veces una sola causa y otras las dos causas.

La demora en la absorción del agua y oxígeno de las semillas es un defecto que suele pasar a veces, lo cual afecta en la pronta germinación. Muchas semillas no llegan a germinar por más que les quite la cascara o cubierta protectora, y se siembre en condiciones adecuadas, este caso es muy visto en semillas de árboles, esto pasa por las condiciones fisiológicas del embrión, ya que necesita un tiempo de post maduración y humedad y baja temperatura para completar dicho proceso.

También de manera modificada se puede producir este hecho, mediante la encapsulación, que consta en instalar la semilla en arena remojada a temperatura de 16 C° durante un tiempo, constantemente por algunos meses. (DORIA 2010).

b) Germinación

García, RUIZ, LIRA, VERA y MÉNDEZ (2016), Aclara el término germinación, como el cambio que sufre la semilla sembrada para empezar a crecer”.

La germinación se analiza, para estudiar su crecimiento y a la vez maximizar dicho proceso y para ello se debe tener en cuenta 3 aspectos primordiales. (GARCÍA, *et al* 2016).

- **Capacidad de Germinación.**

Según GARCÍA *et al.* (2016) se analiza la cantidad de semillas que germinan en un ambiente adecuado bajo tratamiento, es decir cuántos crecen y cuantos mueren.

N=número de semillas sembradas

n= número de semillas germinadas

$$CG\% = n \cdot 100 / N$$

Se califica aceptable el terreno cuando crece para arriba de 60% caso contrario se busca otro tratamiento.

- **Velocidad de Germinación.**

Se evalúa la rapidez de su crecimiento en el terreno preparado

$$VG = \frac{\sum (seg.)}{t}$$

VG = Velocidad de germinación

Sg = Total de semilla germinadas

T = Número de días después de la siembre hasta la germinación de la última semilla.

- **Índice de germinación (IG)**

La germinación se evalúa en cuantos días germina.

$$IG = \frac{\sum (sg \times t)}{ss}$$

Donde:

IG: Índice de Germinación.

sg: total de semillas germinadas en el día



t: número de días después de la siembra

ss: total de semillas sembradas

El resultado de cada proceso mencionado determinara la posibilidad del terreno para su cultivo.

- **Proceso de germinación.** Según BERNAL *et al.* (2003), el embrión no se alimenta por si solo hasta crecer y sea capaz de realizar fotosíntesis, durante ese proceso hay factores x que ayudan en su desarrollo.
- **La semilla absorbe agua.** El agua remoja a la semilla, se hincha y recién se hace permeable al aire ya que se rompe la cascara y los nutrientes se ablandan volviéndose más aceptable para las hormonas de crecimiento de la semilla.
- **Las sustancias de reserva son utilizables.** Los nutrientes de la tierra se convierten en su alimentación de la semilla infiltrándose en todas las partes del embrión y gracias a ello se desarrolla, e inicia su proceso de crecimiento saliendo al exterior y tomando color verde gracias a la luz del sol.
- **La semilla respira intensamente.** La evolución de las raíces, tallo, y de las hojas, ocasiona o requiere una respiración profunda de los alimentos de reserva, ya que son elementos que necesita la semilla para desarrollarse o formarse.

BERNAL *et al.* (2003), afirman que las semillas secas no respiran mucho hasta que tenga agua en ella, una vez que absorbe líquido, entonces recién inicia con la fase de respiración.

c) Emergencia

Considerado como un evento de importancia en el cultivo de Moringa, en la que se observamos la presencia o aparición de las plantas en la superficie del suelo, en la que influyen los factores ambientales y físicos para que se de este suceso. Es la etapa posterior a la germinación de la semilla o brotamiento de yemas.

Según Ancco 2021, se evalúa adoptando la siguiente formula:

$$\% \text{ emergencia} = \frac{N^{\circ} \text{ semillas emergidas}}{N^{\circ} \text{ de semillas plantadas}} \times 100$$

d) Primera fase.

La semilla incrementa la respiración en tierra húmeda antes de llegar a 12 horas. Entre las 12 a 24 h se fija la actividad respiratoria. A partir de las 24 h aumenta la respiración del oxígeno, esto se da por el desprendimiento de la cascara de semilla interno al salir la radícula y permite mayor ingreso de aire.

e) Segunda fase.

Baja la respiración cuando las primeras hojas se mueren luego de haber 15 descargado las reservas al embrión.

- **La planta adquiere autonomía.** Los nutrientes en la tierra se acaban y las semillas se van arrugando y mueren terminando de nutrir a la planta y desde entonces la planta genera su propia comida.
- **Las sustancias de reserva son transformadas.** Los alimentos guardados o hallados en la tierra, así tal cual, en su estado, no pueden alimentar al embrión, para que esta pueda nutrir o actuar deben intervenir los siguientes elementos; el agua, el calor y las enzimas, una vez modificadas por estos factores recién puede nutrir.
- **Requisitos para que ocurra la germinación.** BERNAL, *et al* (2003), afirman que aparte de lo que puede entrar en latencia la semilla, hay otros factores que se necesita para que esta pueda desarrollarse.
- **Requisitos para que ocurra la germinación.** BERNAL, *et al* (2003), “afirman que aparte de lo que puede entrar en latencia la semilla, hay otros factores que se necesita para que esta pueda desarrollarse”.

f) Imbibición

Según BERNAL *et al.* (2003), “la imbibición se identifica por desarrollar el tamaño, lo cual se debe a la absorción de alimentos gracias a la intervención del agua, que actúa en este proceso, ya que una parte de esta ocupa los espacios libres de la semilla y otras se mezclan y sin embargo el tamaño final de la semilla no es más grande que del inicio”.

- **Temperatura.** El aumento de 10° C en la temperatura dobla la tasa de absorción al inicio del desarrollo del embrión.
- **Presión hidrostática.** Cuando el agua remoja la semilla, esta aumenta de volumen y presión en la capa o cascara y estas se ponen resistentes a este proceso.
- **Área de la semilla en contacto con agua.** Algunas semillas de otras variedades, son más penetrables que otras. Ejemplo, el hilo de las semillas de leguminosas.
- **Contenido de humedad mínimo para que ocurra la germinación.** El excedente de H₂O, es muy dañino, así como la insuficiencia del mismo, en el proceso de la germinación, ya que, si el agua limita la entrada de oxígeno, el desarrollo alarga y no llega a germinar como se espera.
- **Efecto de la temperatura.** Las semillas son distintas en su germinación y requieren una mínima o máxima de temperatura de acuerdo a su especie.

g) Rango de temperatura de germinación.

AMAYA y JULCA (2006), indican lo siguiente:

- **Temperatura mínima.** En condiciones de temperatura mínima, no se pueden visualizar el proceso de germinación, dentro de este ciclo de espacio las bajas temperaturas, pero por encima del punto de congelación no son malas para semillas.
- **Temperatura máxima.** Son condiciones de temperatura, que no permiten el proceso de la germinación o el crecimiento de la semilla, es muy contraste a la temperatura mínima, asimismo las temperaturas máximas causan daños irreversibles a las semillas (excepción a esta regla son las semillas que entran en latencia a altas temperaturas).
- **Temperatura óptima.** Es la temperatura que garantiza en su mayoría la germinación en su debido tiempo, normalmente las semillas de diferentes especies germinan mejor entre 20 y 25°C de temperatura.

- **Presencia de oxígeno.** Para la afirman que, el proceso de respiración de la semilla puede controlarse por velocidad, de acuerdo como llega el aire a las mitocondrias de sus células activas. Afirman que el oxígeno y el agua, son factores muy importantes para que una semilla germine, es decir si no alcanza el oxígeno a la semilla no germina, por ello debe estar sembrada al ras de la superficie y así mismo no se debe exagerar con el agua, sino la semilla se pudre.
- **Luz.** Según LAGOS *et al.* (2015), la iluminación es un elemento importante en la etapa de germinación de muchas semillas, por ser un impulsor en este proceso y gracias al fitocromo, que viene a ser un pigmento proteico sensible a la luz, actúa como motor del inicio de crecimiento de la semilla.
- **Viabilidad.** Es la cantidad de órganos sexuales vivos que se pueden encontrar en la planta al momento de su análisis, mediante una reacción fisicoquímica, lo cual indicara que si son o no capaces de germinar o reproducirse en lugares frescos (2-5 °C) y secos.
- **Dormición de semilla.** MATILLA (2008). considera “es un procedimiento en el que la semilla impide completar la germinación en condiciones óptimas, mientras la semilla se encuentra en este estado de durmientes”

3.2.3 Sistema de cultivo en vivero.

VERA, VELIZ, JÁCOME, CABRERA, RAMOS y SEGOVIA (2016), “afirman que la plantación de semillas en bolsas debe cumplir tres acciones u operaciones básicas, primero Obtención, transporte y acumulación de tierra y materia orgánica, segundo el tamizado y por último el llenado de bolsas con 1 m³ de tierra”

3.2.3.1 Riego.

Las grandes siembras requieren cuidados intensivos para no tener mayor cantidad de perdida, ya que está demostrado que el fracaso es parte del estudio en el proceso de germinación de las plantas, el número de la perdida de las plantas dependerá mucho de las condiciones que ofrece el suelo y el clima en el que se encuentra. En lugares con climas elevados se debe tener en cuenta un buen régimen de riesgos en el primer año para no tener la pérdida de plantas, y para ello hay que tener los sistemas de riego que son



más factibles, como riego por aspersión, riego por goteo o por surcos, y su funcionalidad de cada uno.

3.2.3.2 Fertilización.

ALPI y TOGNONI (1999), afirma que, la tierra es posible ser controlado y manejado por el hombre, en ser enriquecido de minerales, ya que se puede nutrir de una manera artificial el terreno para lograr un crecimiento eficaz de las plantas a lo que se llama o es conocido como ley del óptimo.

Según PIÑUELA, GUERRA Y PÉREZ, E. (2013), las razones el por qué se usa los fertilizantes: Se usa para para aumentar los niveles naturales de fertilidad del suelo y acceder a un balance entre los nutrientes o alimentos y así fortalecer la capacidad a los nutrientes para que mejoren tasas de crecimiento aceptable y predeterminado.

3.2.3.3 Crecimiento de la planta.

PIÑUELA *et al.* (2013), afirman que el crecimiento de las plantas es el aumento de tamaño, altura, incremento de las hojas, número de raíces y tallos, lo cual está directamente relacionado con los tratamientos realizados con la tierra en donde se halla plantado o sembrado. Sustrato para plantas forestales.

Según VALENZUELA (2015), a medida que se desarrolla la planta, la evapotranspiración aumenta, por ello es necesario que el sustrato proporcione un suministro continuo de agua y de elementos nutritivos, a la vez que proporcione la aireación suficiente. Por tanto, las propiedades físicas y químicas son importantes al momento de seleccionar y formular el tipo de sustrato a aplicarse.

El principal aspecto restrictivo de estos sustratos es el pequeño tamaño de contenedor, que en el caso de plántulas de hortícolas y esquejes viene agravando por la baja altura de este. Ellos obligan a seleccionar sustratos de muy elevada retención de agua retenida a bajas tensiones, a la vez que el sustrato debe garantizar la óptima aireación de las raíces. (VALENZUELA 2015).





Figura 5 — Siembra de (*Moringa oleifera*) en bolsas

Extraído de ANSORENA (1994).

3.2.3.4 Funciones del sustrato.

Según PASTOR (1999), los sustratos cumplen las siguientes funciones: Provee humedad a las semillas. Mantienen aireación a las semillas durante el proceso de germinación.

Asimismo, juegan un papel importante en la germinación de las semillas, ya que suministra la humedad que necesitan las semillas, y provee aire durante la etapa de germinación. La cantidad de semillas germinadas tiene que ver directamente con la influencia del sustrato, asimismo la formación del sistema radicular de las semillas, ya que actúa como portador de sustancia nutritiva.

3.2.3.5 Características de los sustratos.

STEVERDING (1991) y citado por LEONARDO (2013), el sustrato debe cumplir con ciertos requisitos para ser utilizado como tierra de cultivo, y a veces no cumple con estas condiciones, por esa razón en muchas ocasiones se tiene que realizar algunas modificaciones como combinar o mezclar con otros componentes que ayuden a cumplir los requisitos que requiere para ser apto.

STEVERDING (1991) y citado por LEONARDO (2013), consideran los siguiente:

- a) Ser liviano en peso y homogéneo, barato y fácilmente disponible.

- b) Tener una alta capacidad de intercambio de cationes.
- c) Tener un pH de 5.5 a 7.
- d) Libre de insectos, enfermedades y semillas de malezas. Retener suficiente humedad no necesitar riegos muy frecuentes, pero drenar con facilidad permitiendo así una buena aireación
- e) Tener la cohesión necesaria para formar un pilón que no se deshaga al quitar el envase.

3.2.4 Propiedades físico-químicas del sustrato

3.2.4.1 Propiedades físicas.

Según HUACUJA (2009), citado por LEONARDO, (2013), el sustrato debe ser capaz de conservar líquido y a la vez tener en reserva una buena cantidad de agua y aire en vista que la casilla donde se encuentra la semilla es muy pequeña, y por lo tanto debe recibir las condiciones que requiere para germinar. Para cumplir este requisito el sustrato debe poseer un 20% a 30% de agua asimilable, y de un 4% a 10% de agua de reserva.

- a) **Suministro de aire (Porosidad).** Según HUACUJA (2009), citado por LEONARDO (2013) “una buena oxigenación de aire en las raíces permite crecer de forma adecuada, por eso el sustrato debe ser apto y proveer una buena cantidad de agua y la oxigenación requerida de este proceso de la planta”. Asimismo, HUACUJA (2009), considera que el espacio poroso debe ser mayor del 80% y la capacidad de aireación debe estar entre el 20% a 30% pero menos de 20% no.
- b) **Textura.** Según HUACUJA (2009), citado por LEONARDO (2013) “debe ser fina, manejable y fácil de combinar con otros componentes, pero en este proceso se debe evitar el uso de sustratos gruesos, puesto que la semilla podría dificultar en su geminación y desarrollo”
- c) **Densidad aparente.** HUACUJA (2009), citado por LEONARDO (2013), “se debe mantener una baja densidad aparente, para contar con la presencia del micro y los macro poros, debido a que será más ligero y facilitará el transporte y manejo de la maceta”.

- d) **Estabilidad.** El sustrato debe ser estable aparentemente, para evitar problemas de endurecimiento y otros acontecimientos que puede suscitarse” (LEONARDO 2013).
- e) **Humedad.** La humedad es la capacidad de ablandar el sustrato endurecido, es decir debe hacer que recupere el agua que ha perdido con mayor facilidad en un tiempo de 5 minutos. (LEONARDO 2013).

3.2.4.2 Propiedades químicas del sustrato.

- a) **Capacidad de retención de nutrientes.** Según HUACUJA (2009), citado por LEONARDO (2013), indica que la capacidad de conservar los alimentos en su etapa de evolución, controlando el intercambio catiónico expresada en meq / 10g. Valores entre 15 y 50 meq / 100 g, son aceptables para los sustratos.
- b) **Fertilidad del sustrato.** Según HUACUJA (2009), citado por LEONARDO (2013) los nutrientes serán asimilables si el nitrógeno se da en forma nítrica favorablemente, puesto a que la forma amoniacal puede intoxicar solo un 51 mg /l es suficiente en el sustrato, el fosforo entre 19 mg /l_55, potasio entre 51 mg/l_250 mg/l y el magnesio entre 16 mg /l.
- c) **Salinidad.** HUACUJA (2009), citado por LEONARDO (2013) “indica que una vez expulsado la toxicidad al obtener raíces, dependerá de su habilidad de conservar las sales y las cenizas, asimismo será un valor bajo al 20% en los sustratos naturales”
- d) **Velocidad de descomposición.** HUACUJA (2009), citado por LEONARDO (2013), “confirma que la descomposición debe efectuarse de manera lenta, para que de esta forma no cambien o se pierdan las particularidades propias del sustrato, mientras esté en los establecimientos de vivero”



3.2.5 Abonos orgánicos

Según MOSQUERA (2010), los abonos se obtienen de la descomposición, degradación y mineralización de materiales orgánicos (entre los que destacan los estiércoles, restos de la cocina, pastos incorporados al suelo en estado verde, entre otros) que utilizamos en suelos agrícolas con el propósito de activar e incrementar la actividad microbiana de la tierra, el abono es una fuente importante de materia orgánica, energía y microorganismos, pero bajo en elementos inorgánicos.

Los abonos orgánicos son esenciales y necesarios para la vida microbiana (hongos, bacterias, líquenes entre otros) del suelo y cumple una función importante en la nutrición de las plantas. Los abonos orgánicos facilitan y posibilitan la descomposición y degradación de los nutrientes del suelo, para que las plantas puedan asimilar de manera óptima y esta asegure el desarrollo de los cultivos. (MOSQUERA 2010).

Los abonos orgánicos, al aumentar las condiciones nutritivas del suelo, también mejoran las características físicas es decir su estructura del suelo, incrementan la absorción del agua y mantienen la humedad del suelo. Tiene una acción prolongada y duradera en los suelos lo que mejora sus características y permite ahorrar recursos al dejar de aplicar elementos químicos al suelo. (MOSQUERA 2010).

3.2.5.1 Compost.

Según INFOAGRO (2016), el compost es un componente donde los microorganismos actúan sobre los desechos orgánicos y esta composta está formada por excrementos de animales, restos de cosecha y otros, la descomposición de estos es excelente abono para la agricultura.

Para MUSTIN (1987), citado por SOTO y MUÑOZ (2012), el compost es un proceso biológico donde los compuestos orgánicos se descomponen hasta la formación de producto estable y rico en sustancias húmicas, este producto está formado por compuestos de estiércol de animales y restos de las plantas que sirve para nutrir la tierra donde se va cultivar, lo cual es muy bueno y además es orgánico de muy buena calidad para ser usada en campos de cultivo.



Tabla 3 — Aporte nutricional del Compost.

| Nutrientes | Cantidad (%) |
|------------------|------------------------------------|
| Materia Orgánica | 10-20 |
| P205 | 0.5 |
| N | 0.5 |
| Mgo | 0.3 |
| Calcio | 2.5 |
| K2O | 0.5 |
| Micro elementos | Rico (Cu, Mg, Mn, Fe, Zn, B, etc.) |

Extraído de CABALLERO P. (2013).

3.2.5.2 Humus de lombriz.

Según TOMÍN (1995), citado por LUJAN (2018), el humus de lombriz por su proceso de elaboración y composición, contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que incrementa la solubilización de los nutrientes presentes en el suelo, haciendo que puedan ser inmediatamente asimilables por las raíces de las plantas.

Asimismo, impide que estos nutrientes sean lavados por el agua de riego, manteniéndolos por más tiempo en el suelo. Influye de forma efectiva en la germinación de las semillas y en el desarrollo de las plantas. (TOMÍN 1995), citado por (LUJAN 2018).

Según SCHULDT *et al.* (2007), el humus por su proceso de elaboración, está compuesto de elementos esenciales como el magnesio evitando la deficiencia de componentes menores como hierro, zinc y el cobre.

Según SHIPITALO (2000), citado por LUJAN (2018), el humus de lombriz es un abono orgánico 100% natural, que se obtiene de la transformación de residuos orgánicos, por medio de la lombriz roja californiana. Es totalmente natural, mejora la porosidad y la retención de humedad, aumenta la colonia bacteriana y su sobredosis no genera problemas en los suelos.

Su composición es de calidad, están presentes de manera balanceada todos los elementos nutritivos para las plantas como el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, manganeso, hierro, cobre, cinc, carbono, en

cantidades suficientes para garantizar el desarrollo de las plantas, por su alto contenido en materia orgánica, que enriquece el suelo (SHIPITALO 2000) citado por (LUJAN 2018).

Según, CERVANTES, (2017), el humus de lombriz es un abono orgánico producido por las excretas de las lombrices conocido como vermicompost, es el abono orgánico más exacto, completo y de fácil manejo, su presencia física es de coloración oscuro, similar a la borra de café, muy liviano e inodoro.

El humus de lombriz, posee los nutrientes esenciales y fundamentales para las plantas entre los que destacan el N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn y Mo, tiene la capacidad de convertir el nitrógeno y el fósforo orgánico a formas asimilables para las plantas. (CERVANTES 2017).

El humus de lombriz, tiene una composición química muy compleja, ya que se trata de un compuesto de alto peso molecular, constituido por diferentes grupos, ácido húmico, fúlvico y humina, estas características le hacen especial a este abono muy completo. (CERVANTES 2017).

3.2.6 Plagas y enfermedades de la moringa

3.2.6.1 Plagas.

Según, PÉREZ *et al* (2010), Indica que, " en Cuba se puede encontrar plagas como el gusano de foliador, picudo abultado y la *hormiga atta*, para controlar estas plagas se pueden utilizar métodos manuales ya que son en pocas cantidades".

3.2.6.2 Enfermedades.

Según LEZCANO *et al* (2014), encontraron a los 22 días, después de la siembra de moringa, la aparición de dos patógenos fungosos (*Colletotrichum demathium* y *Fusarium* sp.) en la variedad Supergenius, con índices de infestación superiores al 50%, que provocaron la devastación de la plantación.

Se observó, en condiciones de siembras en organopónico, la presencia de hongos de los géneros: *Colletotrichum*, *Alternaria*, *Curvularia*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Phoma*, *Helminthosporium* y *Cercospora*. (LEZCANO *et al* 2014).

3.3 Marco conceptual

- a) **Abono Orgánico.** Son sustratos que tienen un origen en la descomposición de los materiales orgánicos (estiércoles, desechos de la cocina, pastos incorporados al suelo en estado verde, etc.) que se utilizan para fertilizar el suelo agrícola.
- b) **Altura de la planta.** Es la distancia entre el suelo o el cuello de la planta hasta el ápice de la planta.
- c) **Características biométricas.** Es un conjunto de manifestaciones distintivos propias de las plantas de moringa, como la altura de planta, número de hojas, longitud de raíz, días de emergencia, durante el desarrollo de sus fases biológicas.
- d) **Compost.** Es un abono o sustrato orgánico que se produce de las descomposiciones de excrementos de animales, restos de cosecha y otros, con la ayuda de microorganismos benéficos descomponen la materia orgánica para convertirlo en un abono.
- e) **Efecto.** Es el producto final o resultado derivada de una causa, la causa vendría a ser la manipulación de acciones para producir un efecto deseado.
- f) **Emergencia.** Es la acción de salir de una semilla del sustrato o suelo agrícola al exterior y convertirse en una nueva planta, cuando se le brinda las condiciones óptimas para su desarrollo.
- g) **Fenofase.** Es considerado cada etapa del crecimiento de un ser vivo propiamente con las características propias, tales como la apertura de las yemas, el crecimiento de las hojas, la floración y el fructificación.

- h) Germinación.** La germinación es el desarrollo o cambio físico del embrión de una planta dentro de la semilla al madurar.
- i) Humus de Lombriz.** Es un abono orgánico o sustrato orgánico que se obtiene de las excretas de las lombrices y contiene una carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de los nutrientes y que las plantas puedan asimilarlos por sus raíces.
- j) Longitud de raíz.** Es la distancia entre el suelo o el cuello de la planta hasta el ápice de la raíz.
- k) Numero de hojas.** - Es la cantidad de hojas presentes en la planta, al momento de realizar la evaluación.
- l) Suelo agrícola.** Es el área o superficie de interés, que hombre dispone para el desarrollo de las actividades agrícolas y que cuenta con características de fertilidad, materia orgánica y nutrientes para las plantas.
- m) Sustrato.** Es el material o superficie en la que un animal o una planta se establece es decir se arraiga. En las plantas el sustrato le garantiza un soporte y nutrición.
- n) Vivero forestal.** Son áreas adaptadas para la producción de plántulas de árboles forestales y frutícolas que logren calidad y a un menor costo. Es un lugar donde se realiza producción de plantones forestales y frutícolas de diferentes especies en condiciones de calidad requerida, para ello se emplean ciertas técnicas adecuadas para en la instalación de plántulas forestales y frutícolas para trasladar al campo definitivo.



CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1 Tipo y nivel de investigación.

4.1.1 Tipo de investigación.

La presente investigación es:

Según el propósito el estudio, es aplicada: ya que permitió explicar los efectos de diferentes dosis de sustratos de humus de lombriz y compost en las características biométricas de la Moringa, a nivel de vivero.

Según la temporalidad del estudio, es transversal: porque la investigación se desarrolló en un solo momento, es decir en la campaña agrícola 2021-2022.

Según la naturaleza de los datos es cuantitativa: porque los datos recolectados de las variables e indicadores de la investigación, son numéricos, es decir toman valores.

4.1.2 Nivel de investigación.

De acuerdo a los objetivos, esta investigación es experimental puro, debido a que las variables independientes, es decir la aplicación de dosis de sustratos de humus de lombriz y compost, fueron manipulados con la finalidad de medir el efecto de los sustratos orgánicos sobre las características biométricas de la Moringa a nivel de vivero.

De acuerdo a la observación realizada es, descriptiva, porque se describe las características biométricas de la Moringa a nivel de vivero, como efecto de la aplicación de diferentes dosis de humus de lombriz y compost tal y como se presenta en la realidad.

4.2 Diseño de la investigación.

En razón que nuestra investigación, es un experimento en el cual se manipula y controla la variable independiente dosis de humus de lombriz y compost y el efecto en las variables dependientes para medir las variaciones en las características biométricas de la Moringa. (AGUDELO y AIGNEREN 2008).



El diseño adoptado es de post test con grupo control, por lo que se aplicó tratamientos es decir dosis de humus de lombriz y compost en un periodo determinado a un grupo de población homogénea de plantas de Moringa, mientras que el grupo control continuara con la misma técnica de cultivo. (MURILLO 2011).

En nuestro experimento, realizamos las mediciones ante la aplicación de los tratamientos, de manera que el tratamiento niveles de sustratos de humus de lombriz y compost solamente se aplicará sobre el grupo experimental, para medir las variaciones que han surgido tras la aplicación de los tratamientos en las plantas de moringa y se comparó con el comportamiento del tratamiento testigo. (MURILLO 2011).

4.2.1 Diseño experimental utilizado.

Utilice el diseño de bloques completamente al azar (DBCA), y tomando en cuenta los principios de la realización de experimentos como la repetición, la aleatorización y el control local.

Las unidades experimentales fueron distribuidas en grupos homogéneos, cada grupo ese denomina bloque, y en cada bloque se distribuye las unidades experimentales de manera aleatoria el número de tratamientos incluidos en el experimento. Utilice este diseño tomando en consideración la dirección del viento, gradiente de temperatura, entre otros factores.

Aplique en el experimento los niveles de sustratos y el testigo, quedando de la siguiente manera:

Tabla 4 — Tratamientos y descripción

| Código | Tratamiento | Descripción |
|---------------|--------------------|---|
| T1 | Tratamiento 1 | Compost 20%+Tierra Agrícola 80% |
| T2 | Tratamiento 2 | Compost 30% + Tierra Agrícola 70% |
| T3 | Tratamiento 3 | Compost al 100% |
| T4 | Tratamiento 4 | Humus de Lombriz 20%+ Tierra Agrícola 80% |
| T5 | Tratamiento 5 | Humus de Lombriz 30%+ Tierra Agrícola 70% |
| T6 | Tratamiento 6 | Humus de Lombriz al 100% |
| T7 | Testigo | Tierra Agrícola. Al 100% |

El modelo matemático del diseño experimental fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ijk}$$

$i = 1, 2, \dots$, Tratamiento

$j = 1, 2, \dots$, Repeticiones

Donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta observada o medida en la ij - ésima unidad experimental

μ = Media general a estimar a partir de los datos del experimento

τ_i = Efecto del i - ésimo tratamiento a estimar a partir de los datos del experimento

β_j = Estimador del efecto del j - ésimo bloque

ε_{ij} = Efecto aleatorio de variación

Este modelo asume:

$H_0: \sum \tau_i = 0$ Si H_0 es cierto

$H_a: \sum \beta_j = 0$ Si H_0 es cierto

ε_{ij} : Sigue la distribución normal con $(0, S^2)$

4.2.2 Estructura del diseño experimental.

Aleatorización

El diseño utilizó unidades experimentales con post prueba y grupo control, siendo un diseño de investigación $2*3+1$ siguiente:

RUE1 X1 O1

RUE2 X2 O2

RUE3 X3 O3

RUE4 X4 O4

RUE5 X5 O5

RUE6 X6 O6

RUE7 -- O7

Donde:

R: Asignación aleatoria, de los tratamientos a las unidades experimentales. UE_i :

Unidad experimental $i = 1, 2, \dots$

X: tratamiento o estímulo

O_i : observación a la variable de respuesta dependiente $i = 1, 2, \dots$

--: Ausencia de tratamiento (control- testigo).



Repetitividad

Se realizó el cumplimiento de las condiciones necesarias que todo diseño experimental debe cumplir y se calculó mediante el criterio de comparar diferencia entre las medias de los grupos en tratamientos, es decir las repeticiones fueron planteadas independientemente para cada tratamiento y se obtuvo de acuerdo a la siguiente expresión.

$$r \geq 2 \left(z_{\alpha/2} + z_{\beta} \right)^2 \left(\frac{\sigma}{\delta} \right)^2$$

Dónde:

α = Error tipo I (nivel de significancia)

β = Error tipo II, además $1 - \beta$ es llamada potencia de la prueba

σ = Desviación estándar

δ = La magnitud de la diferencia entre las medias

$Z_{\alpha/2}$ = Cuantil $\alpha/2$ de la distribución normal

Z_{β} = Cuantil β de+ la distribución normal.

Control local

El uso de control local (testigo) coloca algunas restricciones en la asignación de los tratamientos a las unidades experimentales. Para alcanzar la máxima eficiencia con el bloqueo, es necesario el conocimiento relacionado con diversos factores extraños que pueden afectar las unidades experimentales, información que tomamos como el viento, temperatura entre otros.

Tabla 5 — Diseño del experimento (DBCA)

| Tratamiento | Bloques | | |
|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | I | II | III |
| T1 | Y ₁₁ | Y ₁₂ | Y ₁₃ |
| T2 | Y ₂₁ | Y ₂₂ | Y ₂₃ |
| T3 | Y ₃₁ | Y ₃₂ | Y ₃₃ |
| T4 | Y ₄₁ | Y ₄₂ | Y ₄₃ |
| T5 | Y ₅₁ | Y ₅₂ | Y ₅₃ |
| T6 | Y ₆₁ | Y ₆₂ | Y ₆₃ |
| T7 | Y ₇₁ | Y ₇₂ | Y ₇₃ |



4.3 Descripción ética de la investigación.

La investigación, se desarrolló tomando en cuenta los criterios de la ética en la investigación establecidas en el código de ética de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. La investigación cumple con los criterios de originalidad, artículos o párrafos tomados de autores, fueron citados y referenciados cumpliendo los derechos de autor.

En la ejecución de la investigación, no se utiliza material biológico que esté en peligro de extinción y que su manipulación no está dentro del enfoque destructivo. Los insumos utilizados son compuestos orgánicos (sustratos de humus de lombriz y compost) que provienen de la descomposición de la materia orgánica.

4.4 Población y muestra.

Se describe a continuación:

4.4.1. Tamaño de la población.

La población estuvo conformada por plantas de moringa (*Moringa oleífera*), en un número de 420 unidades experimental, distribuidas en la parcela experimental.

4.4.2. Cálculo de la muestra.

Para el cálculo del tamaño de la muestra se utilizó el método no probabilístico, y se calculó adoptando una prueba de 95% de probabilidades de acierto y 5 % de error. Una variación positiva y negativa (p=q) del 50% y de acuerdo a la ecuación siguiente:

$$n = \frac{N * z^2 * p * q}{(N - 1) * e^2 + z^2 * p * q}$$

Dónde:

n: Tamaño de la muestra

N: población de plantas de moringa, 420 unidades experimental

Z: Parámetro estadístico a un nivel de confianza, de 95% de probabilidades es = 1.96

p: Probabilidad de que ocurra el evento estudiado es 50%

q: (1-p) Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado es 50%

e: error igual al 5 %

Calculando la muestra se obtiene 210 plantas de moringa.



4.5 Procedimiento.

El procedimiento de la ejecución de la tesis se detalla de la siguiente forma:

4.5.1. Ubicación y preparación del experimento.

Se describe en función a las etapas de la investigación:

Etapas I. Preparación, nivelación, eliminación de material excedente e instalación de cobertura con malla Raschell:

Se preparó, acomodó y eliminó los restos vegetales existente en el área de ejecución o instalación de vivero. Se realizó la nivelación o corte de terreno natural existente en el área proyectada hasta llegar a un nivel adecuado o la pendiente determinada. También se realizó el proceso de instalación de rollizos de eucalipto de 2mx4”, lo cual sirvió como soporte para la cobertura de vivero y al techo se le colocó malla Rachell.

Etapas II. Traslado de sustrato y preparación:

Esta actividad se realizó la adquisición y transporte de material sustrato al lugar determinado o escogido para la ejecución del proyecto. Después se procedió a preparar el sustrato de acuerdo al cuadro de dosificación para cada tratamiento.

Etapas III. Embolsado y colocado con contenido de sustrato:

En la siguiente actividad se realizó el embolsado de los sustratos preparados de cada dosificación y luego se colocó al área asignado o (a la cama) al tratamiento correspondiente.

4.5.2. Prueba de viabilidad de la semilla.

Etapas IV. Prueba de la viabilidad de la semilla.

a) Flotación.

Se realizó mediante el método de flotación, se tomó una muestra de 200 semillas en un contenedor con agua por 24 horas, transcurrido el tiempo las semillas vanas flotaron y las viables cayeron al fondo del contenedor. (DE LOS SANTOS - RODRÍGUEZ 2015).

b) Procedimiento de la prueba de flotación.

Se ha extraído una muestra de 200 semillas con una o tres repeticiones. Si son tres repeticiones se realizan tres veces los pasos siguientes.

Se agregó 500 ml de agua a un contenedor.

Se agregó la muestra de semillas al contenedor con agua.

Se dejó a remojar por 24 horas.

Se contó las semillas que floten y anotarlas en el formato de evaluación

Se Calculó el porcentaje de viabilidad con la siguiente formula:

$$\% \text{ viabilidad por flotacion} = \frac{(N^{\circ} \text{ total de semilla} - N^{\circ} \text{ de semillas flotantes}) \times 100}{N^{\circ} \text{ total de semillas}}$$

Para el caso de tres repeticiones se suman los resultados obtenidos y se dividen entre tres. Las semillas viables se utilizan en las siguientes pruebas.

4.5.3. Siembra.

Etapas V. Siembra de la semilla.

Este proceso de siembra se ha realizado directamente a cada sustrato embolsado en su respectivo tratamiento.

4.5.4. Labores culturales.

Etapas VI. Riego durante el tiempo de ejecución o crecimiento inicial de plántulas de Moringa.

El primer riego se ha realizado antes de la siembra con 40 litros de agua con una regadera de 8 litros un día antes.

El riego de mantenimiento se ha realizado en un periodo de cada 7 días calendarios durante la ejecución o crecimiento inicial de las plántulas de la Moringa, en total con una cantidad de 320 litros de agua.

Etapas VII. Deshierbe durante la ejecución o crecimiento inicial de plántulas de moringa.

Esta actividad se ha realizado el proceso de eliminación de las malezas existente en el campo de diseño durante la ejecución o crecimiento inicial de las plántulas de Moringa en un periodo de cada 20 días calendarios.

4.5.5. Evaluaciones.

Evaluación de la emergencia de semillas.



El proceso de evaluación de emergencia de la semilla se llevó a cabo a partir de los siete días calendarios, lo cual se midió por conteo y se calculó el porcentaje de emergencia de acuerdo a lo establecido por (MORA y GARCÍA 2017).

Evaluación del número de hojas.

El proceso de evaluación de número de hojas se determinó a los 30, 45 y 60 días después de la siembra, lo cual se midió por conteo la cantidad de hojas por planta de acuerdo a lo establecido por (CERVANTES 2017).

Evaluación de la altura de la planta.

El proceso de evaluación de la altura de la planta se llevó a cabo a los 30, 45 y 60 días después de la siembra, lo cual se midió la altura de la planta, de acuerdo a lo establecido por (MORA y GARCÍA 2017).

Evaluación de la Longitud de la raíz.

El proceso de evaluación de longitud de raíz se llevó a cabo a los 45 días después de la siembra lo cual se midió la longitud de la raíz de la planta de acuerdo a lo establecido por (CERVANTES 2017).

4.5.6. Procesamiento de los datos.

Etapa VIII. Procesamiento de datos.

En esta actividad se ha realizado el procesamiento de datos obtenidos de ficha de recolección de datos, utilizando programa o software SSPS – 25.

4.6 Técnica e instrumentos.

Se describe a continuación:

4.6.1. Técnicas.

La técnica utilizada, es la observación, porque nuestro objetivo principal fue observar el desarrollo de las características biométricas de la planta de moringa, como efecto del uso de sustratos, para recopilar la información y registrarla para luego procesar y realizar analizarla.

4.6.2. Instrumentos.

El instrumento utilizado en el recojo de la información es la ficha de evaluación para cada tratamiento.

Los instrumentos para realizar la medición de las características biométricas de la moringa (*Moringa olifera*) fue la cinta métrica, el vernier generando información secuencial y ordenada, y así facilitar el procesamiento de los datos.

4.7 Análisis estadístico.

Antes del análisis estadístico, se homogenizaron los datos bajo el sistema internacional de medida y antes de procesar los resultados cumplen los siguientes supuestos:

4.7.1. Homogeneidad de varianza.

Para verificar esta condición que es necesaria, se realizó la prueba de Levene, llevando a cabo un ANOVA de los factores, utilizando como variable dependiente la diferencia en valor absoluto entre cada puntuación individual y la media de su grupo. La hipótesis de homogeneidad, planteada es:

H₀: Las varianzas de las variables estudiadas no son diferentes (iguales)

H₁: Las varianzas de las variables estudiadas son diferentes

La regla para rechazar la hipótesis de homogeneidad fue si el valor p (Sig.) es inferior que 0.05.

Tabla 6 — Prueba de homogeneidad de varianza para las variables

| | Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|------------------------|-----------------------|-----|-----|-------|
| % Emergencia | 0.401 | 6 | 14 | 0.867 |
| Nº hojas x planta Eva1 | 0.751 | 6 | 14 | 0.619 |
| Nº hojas x planta Eva2 | 1.195 | 6 | 14 | 0.364 |
| Nº hojas x planta Eva3 | 1.209 | 6 | 14 | 0.358 |
| Altura planta Eva1 | 2.446 | 6 | 14 | 0.079 |
| Altura planta Eva2 | 0.712 | 6 | 14 | 0.646 |
| Altura planta Eva3 | 1.252 | 6 | 14 | 0.339 |
| Longitud raíz | 1.582 | 6 | 14 | 0.224 |

De acuerdo a lo observado en la tabla 6; el valor de la significancia es superior a 0.05 (Sig. > 0.05). por lo que no rechazamos la hipótesis nula, y aceptamos que las variables en estudio no son diferentes (iguales), podemos afirmar que son homogéneas.

4.7.2. Normalidad de datos.

Se realiza la prueba utilizando el estadístico de Shapiro-Wilk, para contrastar la hipótesis de que las muestras obtenidas proceden de una población normal.

Donde la hipótesis de normalidad.

Ho: Los datos provienen de una distribución normal

Ha: Los datos no provienen de una distribución normal

La regla para rechazar la hipótesis de normalidad fue si el valor p (Sig.) es menor que 0.05.

Tabla 7 — Prueba de normalidad

| Variable | Significancia de los tratamientos al 95% | | | | | | |
|------------------------|--|----------------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------------|---------------|--------------------|
| | T1 =20% Compost + 80% TA | T2=30% Compost + 70% TA | T3=100% Compost | T4=20% HL +80% TA | T5=30% HL + 70% TA | T6=100% HL | T7=TA (Testigo) |
| % Emergencia | 1.000 | 0.637 | 0.780 | 0.637 | 0.780 | 0.637 | 0.780 |
| N° hojas x planta Eva1 | 0.463 | 0.235 | 0.843 | 0.843 | 0.688 | 1.000 | 0.253 |
| N° hojas x planta Eva2 | 0.637 | 0.194 | 0.843 | 0.942 | 0.780 | 0.433 | 0.463 |
| N° hojas x planta Eva3 | 0.948 | 0.174 | 0.220 | 0.826 | 0.274 | 0.780 | 1.000 |
| Altura planta Eva1 | 0.765 | 0.823 | 0.720 | 0.419 | 0.702 | 0.851 | 0.780 |
| Altura planta Eva2 | 0.743 | 0.518 | 0.813 | 0.117 | 0.784 | 0.489 | 0.685 |
| Altura planta Eva3 | 0.624 | 0.742 | 0.698 | 0.217 | 0.485 | 0.496 | 0.935 |
| Longitud raíz | 0.986 | 0.741 | 0.584 | 0.442 | 0.556 | 0.923 | 0.476 |

En la tabla 7, se muestra los niveles de significancia para cada variable y se observa que tienen valores mayores a 0.05 (Sig.>0.05) por lo que no se rechaza el Ho, y aceptamos que los datos de la investigación proceden de una distribución normal.

4.7.3. Hipótesis estadística.

Para la contratación de la hipótesis se trabajará con la tabla de ANOVA a través del estadístico F de Fisher.



Tabla 8 — ANOVA

| Modelo | Suma de cuadrados | Grados libertad | Media cuadrática | Fc |
|-------------|-------------------|-----------------|-------------------|--------------------|
| Bloque | SCBL | b-1 | MCBL=SCBL/(b-1) | <u>MCTR</u> MCE |
| Tratamiento | SCTR | t-1 | MCTR=SCTR/(t-1) | |
| Error | SCE | n-b-t+1 | MCE=SCE/(n-b-t+1) | |
| Total | SCT | n-1 | | |

Extraído y adaptado de VIÑAN (2018).

Donde:

SCBL : Suma de cuadrados del bloque

SCTR : Suma de cuadrados del tratamiento

SCE : Suma de cuadrados del error

SCT : Suma de cuadrados del total

B : Número de bloques

t : Número de tratamientos

MCBL: Media cuadrática de bloques

MCTR: Media cuadrática de tratamientos

MCE : Media cuadrática del error experimental

Fc : F de Fisher calculado.

a) Hipótesis estadísticas:

Formulación de hipótesis nula y alterna

En la prueba de hipótesis, se planteó las hipótesis nulas y alternas tomando en consideración las hipótesis de investigación, de acuerdo a los siguiente:

Hipótesis para tratamientos:

H₀: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7$; (El efecto de los tratamientos en la variable Xi es el mismo)

H₁: $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5 \neq \mu_6 \neq \mu_7$; (Existe un efecto atribuible a los tratamientos en la variable Xi)

Donde:

H₀: Hipótesis nula

H₁: Hipótesis alterna

μ_1 : Promedio de las variables Xi en el tratamiento 1

μ_2 : Promedio de las variables Xi en el tratamiento 2



- μ_3 : Promedio de las variables X_i en el tratamiento 3
- μ_4 : Promedio de las variables X_i en el tratamiento 4
- μ_5 : Promedio de las variables X_i en el tratamiento 5
- μ_6 : Promedio de las variables X_i en el tratamiento 6
- μ_7 : Promedio de las variables X_i en el tratamiento 7

Hipótesis para bloques.

H_0 : $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 =$; (El efecto de los bloques en la variable X_i es el mismo)

H_1 : $\beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3$; (Existe un efecto atribuible a los bloques en la variable X_i)

Donde:

β_1 : Promedio de las variables X_i en el bloque 1

β_2 : Promedio de las variables X_i en el bloque 2

β_3 : Promedio de las variables X_i en el bloque 3

Estadístico.

La selección del estadístico para la prueba de hipótesis, fue mediante la significancia (Sig.) definido como la máxima probabilidad de cometer el error tipo I, fijando alfa en 0.05, luego tomamos la decisión de rechazar la hipótesis nula (H_0) si la significancia de la tabla ANOVA es menor que 0.05 (Sig.< 0.05).

b) Nivel de significancia.

El nivel de significancia definido es de 0.05 para la prueba de hipótesis para cada factor independiente. Para la prueba de comparación múltiple de promedios con el método de Tukey el nivel de significancia es de 0.05

c) Región crítica o regla de decisión.

Se contrastó la hipótesis nula H_0 : $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7$ frente a la hipótesis alterna: H_1 : $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5 \neq \mu_6 \neq \mu_7$

Condición para rechazar o aceptar las hipótesis.

Se rechazó H_0 cuando el valor de la significancia (Sig.) < 0,05



CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Análisis de resultados.

5.1.1. Efecto de los sustratos orgánicos en la emergencia de moringa.

La evaluación se realizó a los 7 días después de la siembra en las bolsas en el vivero, los resultados se expresan a continuación en porcentajes.

Tabla 9 — Estadísticos descriptivos para emergencia de moringa

| Tratamiento | Media | Desviación estándar | Intervalo de confianza al 95,0% para la media | |
|-------------------------|-------|---------------------|---|-----------------|
| | | | Límite inferior | Límite superior |
| T1=20% Compost + 80% TA | 92.00 | 4.00 | 82.06 | 101.94 |
| T2=30% Compost + 70% TA | 90.67 | 3.06 | 83.08 | 98.26 |
| T3=100% Compost | 88.67 | 5.03 | 76.16 | 101.17 |
| T4=20% HL +80% TA | 88.67 | 6.11 | 73.49 | 103.84 |
| T5=30% HL + 70% TA | 88.67 | 5.03 | 76.16 | 101.17 |
| T6=100% HL | 90.67 | 3.06 | 83.08 | 98.26 |
| T7=TA (Testigo) | 87.33 | 5.03 | 74.83 | 99.84 |

En la tabla 9, se muestra el resultado de emergencia de moringa a los 7 días después de la siembra, tratamiento T1 = (20% Compost + 80% TA) con 92.00% de emergencia, tiene una mayor media, seguido por los tratamientos T6 = 100% HL y T2 = (30% compost + 70% TA) con 90.00% de emergencia, y esta a su vez seguido por los tratamientos T3 = (100% compost), T4 = (20% HL +80% TA) y T5 = (30% HL + 70% TA) con 88.67% de emergencia y finalmente el tratamiento T7 = TA (Testigo) tiene una media de 87.33%, muy inferior a los demás tratamientos.

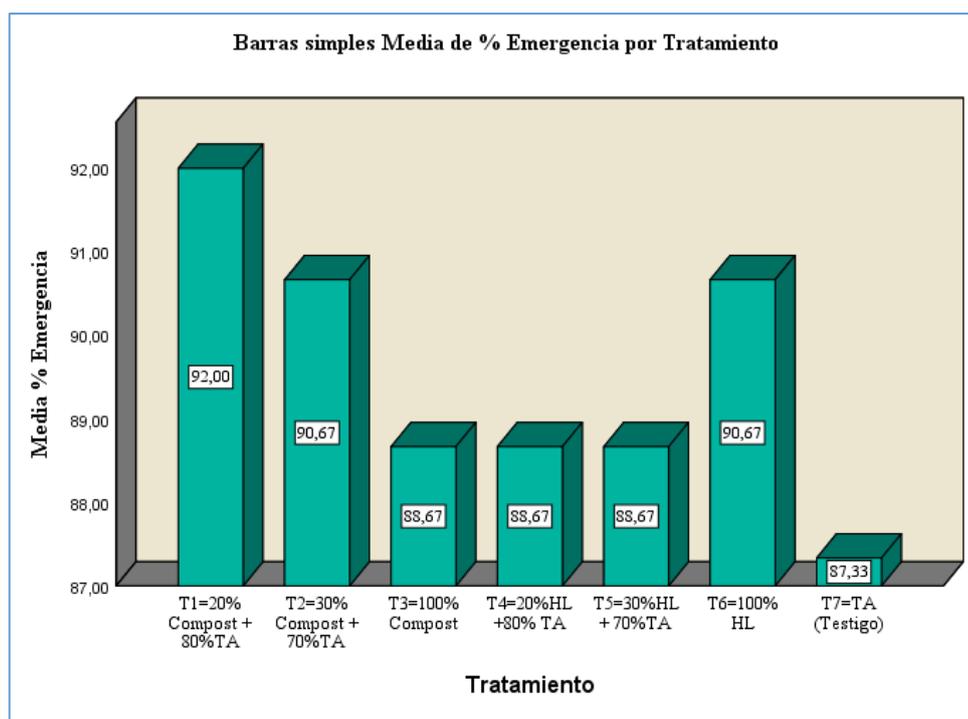


Figura 6 — Diagrama de medias para porcentaje de emergencia.

En la tabla 9 y la figura 6, se observa que el tratamiento T1 = (20% Compost + 80% TA) con 92.00% de emergencia es superior a los otros tratamientos y al testigo T7 = (TA-Testigo) que tiene 87.33 de emergencia, por lo que los sustratos de compost y humus de lombriz tienen efectos significativos en la emergencia de la moringa, a nivel de vivero.

5.1.2. Efecto de los sustratos orgánicos en el número de hojas de moringa.

La evaluación se realizó en tres evaluaciones a los 30, 45 y 60 días respectivamente, después de la siembra, los resultados se expresan a continuación en cantidades por planta.

a) Primera evaluación del número de hojas de moringa

La primera evaluación se realizó a los 30 días después de la siembra, los resultados se expresan a continuación en cantidades de hojas por planta.

Tabla 10 — Estadísticos descriptivos del número de hojas de moringa, primera evaluación

| Tratamiento | Media | Desviación estándar | Intervalo de confianza al 95,0% para la media | |
|-------------------------|-------|---------------------|---|-----------------|
| | | | Límite inferior | Límite superior |
| T1=20% Compost + 80% TA | 4.47 | 0.42 | 3.43 | 5.50 |
| T2=30% Compost + 70% TA | 4.43 | 0.81 | 2.41 | 6.46 |
| T3=100% Compost | 4.03 | 0.35 | 3.16 | 4.91 |
| T4=20% HL +80% TA | 6.03 | 0.70 | 4.29 | 7.78 |
| T5=30% HL + 70% TA | 5.07 | 0.71 | 3.30 | 6.83 |
| T6=100% HL | 4.30 | 0.60 | 2.81 | 5.79 |
| T7=TA (Testigo) | 3.93 | 0.38 | 2.99 | 4.87 |

En la tabla 10, se muestra el resultado de la primera evaluación del número de hojas de Moringa a los 30 días después de la siembra, el tratamiento T4 = (20% HL +80% TA) tiene una media mayor de 6.03 hojas por planta, seguido por el tratamiento T5 = (30% HL + 70% TA) con una media de 5.07 hojas por planta, continua el tratamiento T1 = (20% Compost + 80% TA) tiene una media de 4.47 hojas por planta, continua el tratamiento T2 = (30% compost + 70% TA) con una media de 4.43 hojas por planta, continua, continua el tratamiento T6 = (100% HL) con una media de 4.30 hojas por planta y posteriormente el T3 = (100% compost) con una media de 4.03 hojas por planta y finalmente el tratamiento T7 = TA (Testigo) tiene una media de 3.93 hojas por planta, inferior a los demás tratamientos.

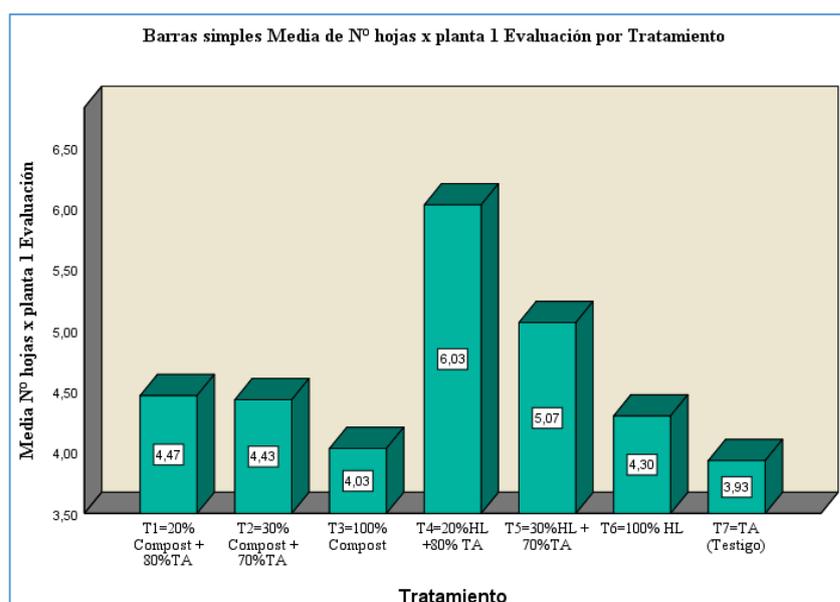


Figura 7 — Diagrama de medias del número de hojas, primera evaluación.

En la tabla 10 y la figura 7, se observa que el tratamiento T4 = (20% HL +80% TA) tiene una media mayor de 6.03 hojas por planta, superior a los otros tratamientos y al testigo T7 = (TA-Testigo) que tiene 3.93 hojas por planta. Por lo que los sustratos de compost y humus de lombriz tienen efectos en el número de hojas en la moringa, a nivel de vivero.

b) Segunda evaluación del número de hojas de moringa

La segunda evaluación se realizó a los 45 días después de la siembra, los resultados se expresan a continuación en cantidades de hojas por planta.

Tabla 11 — Estadísticos descriptivos del número de hojas de moringa, segunda evaluación

| Tratamiento | Media | Desviación estándar | Intervalo de confianza al 95,0% para la media | |
|-------------------------|-------|---------------------|---|-----------------|
| | | | Límite inferior | Límite superior |
| T1=20% Compost + 80% TA | 9.43 | 0.76 | 7.54 | 11.33 |
| T2=30% Compost + 70% TA | 8.83 | 0.49 | 7.61 | 10.06 |
| T3=100% Compost | 8.73 | 0.35 | 7.86 | 9.61 |
| T4=20% HL +80% TA | 12.17 | 0.95 | 9.81 | 14.53 |
| T5=30% HL + 70% TA | 8.93 | 0.25 | 8.31 | 9.56 |
| T6=100% HL | 8.40 | 0.89 | 6.19 | 10.61 |
| T7=TA (Testigo) | 7.83 | 0.83 | 5.76 | 9.90 |

En la tabla 11, se muestra el resultado de la segunda evaluación del número de hojas de Moringa a los 45 días después de la siembra, el tratamiento T4 = (20% HL +80% TA), con una mayor media de 12.17 hojas por planta, seguido por el tratamiento el T1 = (20% Compost + 80% TA) tiene una media de 9.43 hojas por planta, continua el tratamiento T5 = (30% HL + 70% TA) con una media de 8.93 hojas por planta, continua el T2 = (30% compost + 70% TA) con una media de 8.83 hojas por planta, continua el T3 = (100% compost) con una media de 8.73 hojas por planta, posteriormente el tratamiento T6 = (100% HL) con una media de 8.40 hojas por planta y finalmente el tratamiento T7 = TA (Testigo) tiene una media de 7.83 hojas por planta, inferior a los demás tratamientos.



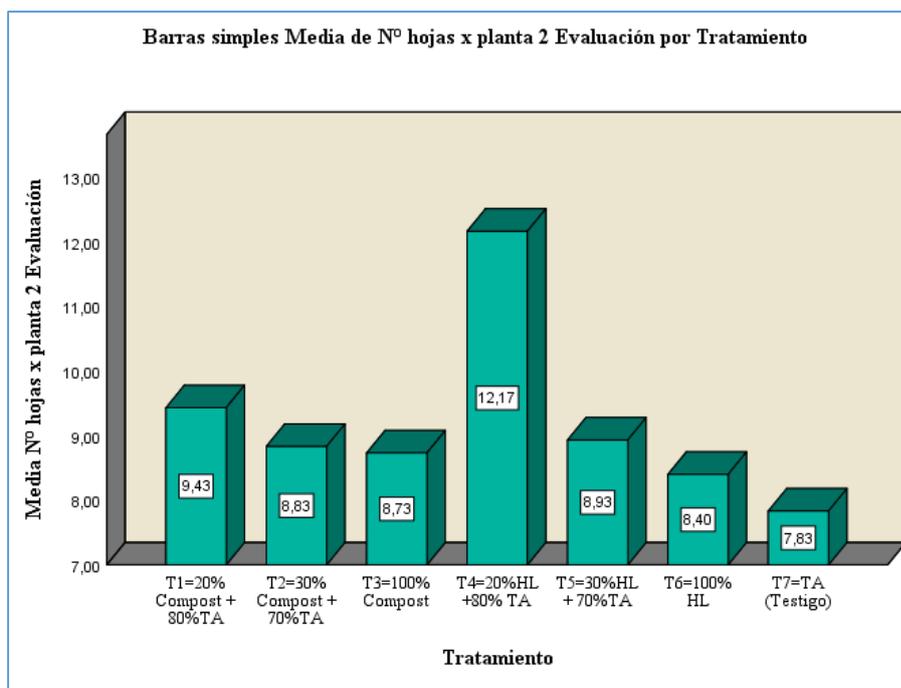


Figura 8 — Diagrama de medias número de hojas, segunda evaluación.

En la tabla 11 y la figura 8, se observa que el tratamiento T4 = (20% HL +80% TA) con una media de 12.17 hojas por planta es superior a los otros tratamientos y al testigo T7 = (TA-Testigo) que tiene 7.83 hojas por planta. Por lo que los sustratos de compost y humus de lombriz tienen efectos significativos en el número de hojas en la moringa, a nivel de vivero.

c) Tercera evaluación del número de hojas de moringa

La tercera evaluación se realizó a los 60 días después de la siembra, los resultados se expresan a continuación en cantidades de hojas por planta.

Tabla 12 — Estadísticos descriptivos del número de hojas de moringa, tercera evaluación

| Tratamiento | Media | Desviación estándar | Intervalo de confianza al 95,0% para la media | |
|-------------------------|-------|---------------------|---|-----------------|
| | | | Límite inferior | Límite superior |
| T1=20% Compost + 80% TA | 14.37 | 1.05 | 11.76 | 16.98 |
| T2=30% Compost + 70% TA | 15.23 | 1.10 | 12.50 | 17.97 |
| T3=100% Compost | 13.20 | 0.44 | 12.12 | 14.28 |
| T4=20% HL +80% TA | 16.60 | 0.95 | 14.23 | 18.97 |
| T5=30% HL + 70% TA | 12.70 | 0.70 | 10.96 | 14.44 |
| T6=100% HL | 12.67 | 0.25 | 12.04 | 13.29 |
| T7=TA (Testigo) | 12.20 | 0.60 | 10.71 | 13.69 |



En la tabla 12, se muestra el resultado de la tercera evaluación del número de hojas de Moringa a los 60 días después de la siembra, el tratamiento T4 = (20% HL +80% TA), presenta mayor media de 16.60 hojas por planta, seguido por el tratamiento T2 = (30% compost + 70% TA) con una media de 15.23 hojas por planta, continua el tratamiento T1 = (20% Compost + 80% TA) con una media de 14.37 hojas por planta, continua el tratamiento T3 = (100% compost) con una media de 13.20 hojas por planta, continua el tratamiento T5 = (30% HL + 70% TA) con una media de 12.70 hojas por planta y posteriormente el tratamiento T6 = (100% HL) con una media de 12.67 hojas por planta y finalmente el tratamiento T7 = TA (Testigo) tiene una media de 12.20 hojas por planta, inferior a los demás tratamientos.

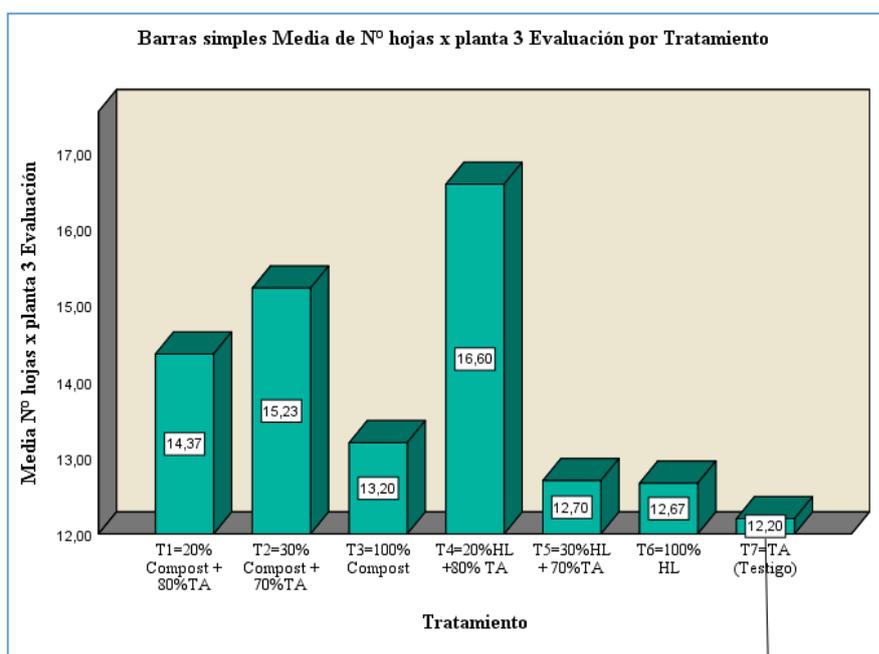


Figura 9 — Diagrama de medias número de hojas, tercera evaluación-

En la tabla 12 y la figura 9, se observa que el tratamiento T4 = (20% HL + 80% TA) con una media de 16.60 hojas por planta es superior a los otros tratamientos y al testigo T7 = (TA-Testigo) que tiene 12.20 hojas por planta. Por lo que los sustratos de compost y humus de lombriz tienen efectos significativos en el número de hojas en la moringa, a nivel de vivero.

5.1.3. Efecto de los sustratos orgánicos en la altura de planta de moringa.

La evaluación se realizó en tres evaluaciones a los 30, 45 y 60 días respectivamente, después de la siembra, los resultados se expresan a continuación en centímetros por altura de planta.

a) Primera evaluación de la altura de la planta de moringa

La primera evaluación se realizó a los 30 días después de la siembra, los resultados se expresan a continuación en centímetros por altura de planta.

Tabla 13 — Estadísticos descriptivos altura de planta de moringa, primera evaluación

| Tratamiento | Media | Desviación estándar | Intervalo de confianza al 95,0% para la media | |
|-------------------------|-------|---------------------|---|-----------------|
| | | | Límite inferior | Límite superior |
| T1=20% Compost + 80% TA | 1.49 | 0.14 | 1.14 | 1.84 |
| T2=30% Compost + 70% TA | 1.44 | 0.16 | 1.06 | 1.83 |
| T3=100% Compost | 1.45 | 0.22 | 0.91 | 1.99 |
| T4=20% HL +80% TA | 2.42 | 0.48 | 1.23 | 3.62 |
| T5=30% HL + 70% TA | 1.56 | 0.17 | 1.15 | 1.97 |
| T6=100% HL | 1.47 | 0.19 | 1.01 | 1.93 |
| T7=TA (Testigo) | 1.38 | 0.13 | 1.07 | 1.70 |

En la tabla 13, se muestra el resultado de la primera evaluación de la altura de la planta de Moringa a los 30 días después de la siembra, el tratamiento T4 = (20% HL +80% TA), tiene una mayor media de 2.42 cm de altura de planta; seguido por el tratamiento T5 = (30% HL + 70% TA) con una media de 1.56 cm de altura de planta; a continuación los tratamientos T1 = (20% Compost + 80% TA) con una media de 1.49 cm de altura de planta, continua el tratamiento T3 = (100% compost) con una media de 1.45 cm de altura por planta, continua el tratamiento T2 = (30% compost + 70% TA) con una media de 1.44 cm de altura de planta, posteriormente el tratamiento T6 = (100% HL) con una media de 1.47 cm de altura de planta y finalmente el tratamiento T7 = TA (Testigo) tiene una media de 1.38 cm de altura de planta. Al analizar se concluye que los sustratos humus de lombriz y compost tienen efecto en la altura de la planta.

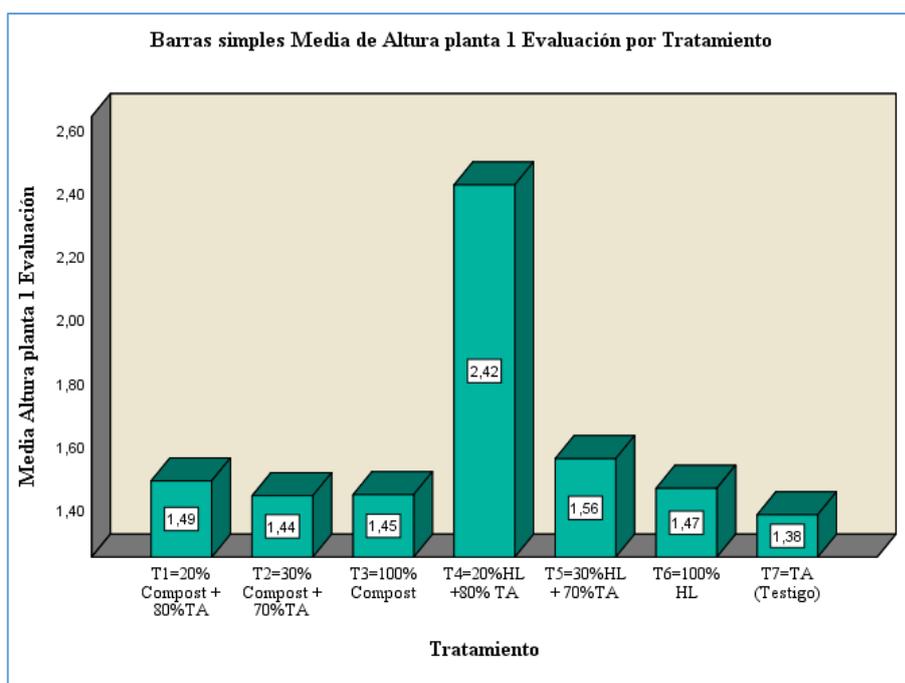


Figura 10 — Diagrama de medias altura de planta, primera evaluación.

En la tabla 13 y la figura 10, se observa que el tratamiento T4 = (20% HL + 80% TA) con una media de 2.42 cm de altura de planta es superior a los otros tratamientos, incluidos al testigo T7 = (TA-Testigo) que tiene 1.38 cm de altura de planta. Por lo que los sustratos de compost y humus de lombriz tienen efectos en la altura de planta de la moringa, a nivel de vivero.

b) Segunda evaluación de la altura de planta de moringa

La segunda evaluación se realizó a los 45 días después de la siembra, los resultados se expresan a continuación en centímetros por altura de planta.

Tabla 14 — Estadísticos descriptivos de la altura de planta de moringa, segunda evaluación

| Tratamiento | Media | Desviación estándar | Intervalo de confianza al 95,0% para la media | |
|-------------------------|-------|---------------------|---|-----------------|
| | | | Límite inferior | Límite superior |
| T1=20% Compost + 80% TA | 4.50 | 0.41 | 3.49 | 5.52 |
| T2=30% Compost + 70% TA | 3.16 | 0.73 | 1.35 | 4.97 |
| T3=100% Compost | 3.16 | 0.47 | 1.99 | 4.34 |
| T4=20% HL +80% TA | 5.06 | 0.65 | 3.43 | 6.68 |
| T5=30% HL + 70% TA | 3.24 | 0.56 | 1.84 | 4.64 |
| T6=100% HL | 3.61 | 0.51 | 2.33 | 4.88 |
| T7=TA (Testigo) | 2.80 | 0.30 | 2.06 | 3.55 |



En la tabla 14, se muestra el resultado de la segunda evaluación de la altura de la planta de Moringa a los 45 días después de la siembra, el tratamiento T4 = (20% HL +80% TA), tiene una media de 5.06 cm de altura de planta, seguido por el tratamiento T1 = (20% Compost + 80% TA) con una media de 4.50 cm de altura de planta, continua el tratamiento T6 = (100% HL) con una media de 3.61 cm de altura de planta, continua el tratamiento T5 = (30% HL + 70% TA) con una media de 3.24 cm de altura de planta, continua los tratamientos T2 = (30% compost + 70% TA) y T3 = (100% compost) con una media de 3.16 cm de altura por planta, finalmente el tratamiento T7 = TA (Testigo) con una media de 2.80 cm de altura de planta. Al analizar se concluye que los sustratos humus de lombriz y compost tienen efecto en la altura de la planta.

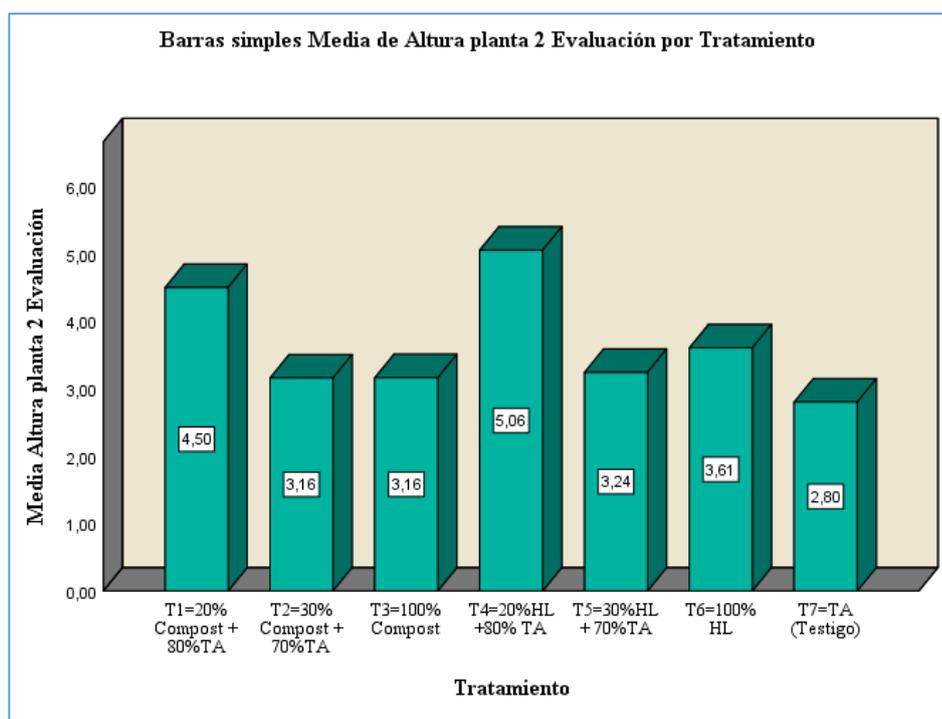


Figura 11 — Diagrama de medias altura de planta, segunda evaluación.

En la tabla 14 y la figura 11, se observa que el tratamiento T4 = (20% HL + 80% TA) con una media de 5.06 cm de altura de planta es superior a los otros tratamientos, incluidos al testigo T7 = (TA-Testigo) que tiene 2.83 cm de altura de planta, Por lo que el sustrato humus de lombriz y compost tienen efectos en la altura de planta de la moringa, a nivel de vivero.



c) Tercera evaluación del número de altura de planta de moringa

La tercera evaluación se realizó a los 60 días después de la siembra, los resultados se expresan a continuación en centímetros por altura de planta.

Tabla 15 — Estadísticos descriptivos de la altura de planta de moringa, tercera evaluación

| Tratamiento | Media | Desviación estándar | Intervalo de confianza al 95,0% para la media | |
|-------------------------|-------|---------------------|---|-----------------|
| | | | Límite inferior | Límite superior |
| T1=20% Compost + 80% TA | 8.41 | 1.42 | 4.89 | 11.93 |
| T2=30% Compost + 70% TA | 4.87 | 0.92 | 2.58 | 7.17 |
| T3=100% Compost | 4.48 | 0.88 | 2.29 | 6.67 |
| T4=20% HL +80% TA | 9.77 | 1.14 | 6.92 | 12.61 |
| T5=30% HL + 70% TA | 5.73 | 0.50 | 4.49 | 6.96 |
| T6=100% HL | 5.70 | 1.21 | 2.70 | 8.69 |
| T7=TA (Testigo) | 3.91 | 0.43 | 2.86 | 4.97 |

En la tabla 15, se muestra el resultado de la tercera evaluación de la altura de la planta de Moringa a los 60 días después de la siembra, el tratamiento T4 = (20% HL +80% TA), presente una mayor media de 9.77 cm de altura de planta, seguido por el tratamiento T1 = (20% Compost + 80% TA) con una media de 8.41 cm de altura de planta, continua el tratamiento T5 = (30% HL + 70% TA) con una media de 5.73 cm de altura de planta, continua el tratamiento T6 = (100% HL) con una media de 5.70 cm de altura de planta, continua el tratamientos T2 = (30% compost + 70% TA) con una media de 4.87 cm de altura de planta, posteriormente el tratamiento T3 = (100% compost) con una media de 4.48 cm de altura por planta y finalmente el tratamiento T7 = TA (Testigo) con una media de 3.91 cm de altura de planta. Al analizar se concluye que los sustratos humus de lombriz y compost tienen efecto en la altura de la planta.

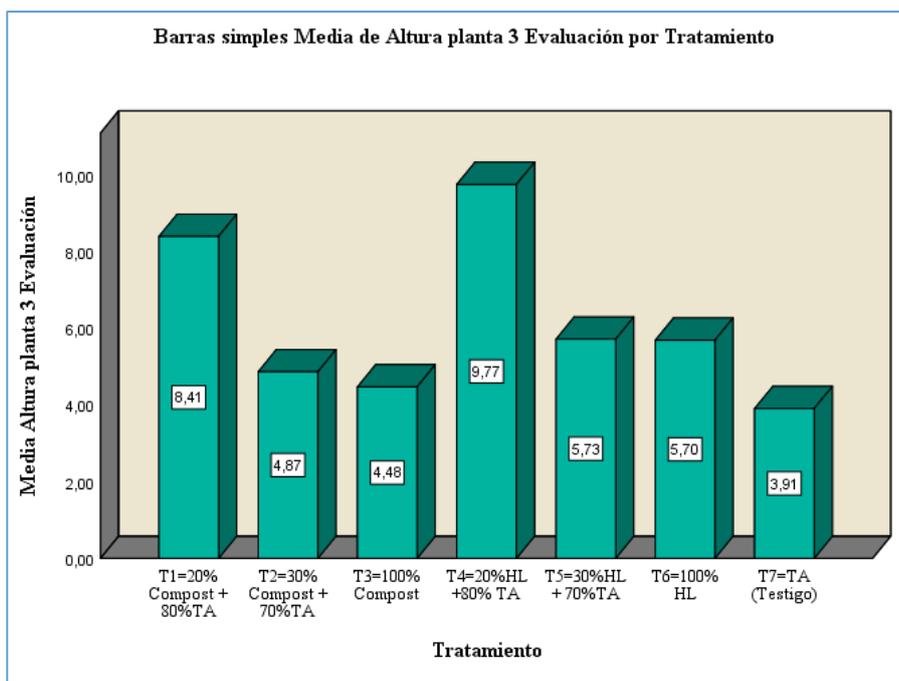


Figura 12 — Diagrama de medias para altura de planta, tercera evaluación.

En la tabla 15 y la figura 12, se observa que el tratamiento T4 = (20% HL + 80% TA) con una media de 9.77 cm de altura de planta es superior en tamaño a los otros tratamientos, incluidos al testigo T7 = (TA-Testigo) que tiene 3.91 cm de altura de planta. Por lo que el sustrato humus de lombriz y compost tienen efectos en la altura de planta de la moringa, a nivel de vivero.

5.1.4. Efecto de los sustratos orgánicos en la longitud de la raíz de moringa

La evaluación se realizó a los 60 días después de la siembra en las bolsas en el vivero, los resultados se expresan a continuación en porcentajes.

Tabla 16 — Estadísticos descriptivos para longitud de la raíz de moringa

| Tratamiento | Media | Desviación estándar | Intervalo de confianza al 95,0% para la media | |
|-------------------------|-------|---------------------|---|-----------------|
| | | | Límite inferior | Límite superior |
| T1=20% Compost + 80% TA | 5.74 | 0.40 | 4.76 | 6.72 |
| T2=30% compost + 70% TA | 4.16 | 0.73 | 2.35 | 5.96 |
| T3=100% compost | 4.24 | 0.68 | 2.55 | 5.93 |
| T4=20% HL +80% TA | 7.06 | 1.22 | 4.03 | 10.10 |
| T5=30% HL + 70% TA | 5.19 | 0.63 | 3.64 | 6.75 |
| T6=100% HL | 3.85 | 0.43 | 2.78 | 4.92 |
| T7=TA (Testigo) | 2.94 | 0.43 | 1.88 | 3.99 |

En la tabla 16, se muestra el resultado de longitud de la raíz de moringa a los 60 días después de la siembra, el tratamiento T4 = (20% HL +80% TA) presenta una mayor



media de 7.06 cm de longitud de raíz, seguido por el tratamiento T1 = (20% Compost + 80% TA) con una media de 5.74 cm de longitud de raíz, continua el tratamiento T5 = (30% HL + 70% TA) con una media de 5.19 cm de longitud de raíz, continua el tratamiento T3 = (100% compost) con una media de 4.24 cm de longitud de raíz, continua el tratamiento T2 = (30% compost + 70% TA) con una media de 4.16 cm de longitud de raíz, posteriormente el tratamiento T6 = (100% HL) con una media de 3.85 cm de longitud de raíz, y finalmente el testigo T7 = TA (Testigo) con una media de 2.94 cm de longitud de raíz. Al analizar se concluye que los sustratos humus de lombriz y compost tienen efecto en la longitud de la raíz de la planta moringa a nivel de vivero.

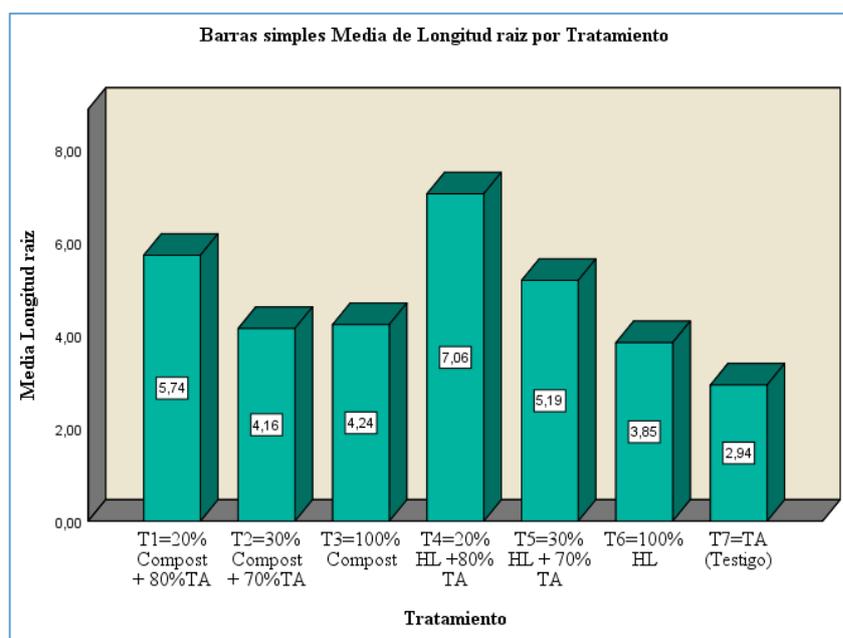


Figura 13 — Diagrama de medias para longitud de la raíz.

En la tabla 16 y la figura 13, se observa que el tratamiento T4 = (20% HL + 80% TA) con una media de 7.06 cm de longitud de raíz es superior a los otros tratamientos y al testigo T7 = (TA-Testigo) que tiene 2.94 cm de longitud. Por lo que los sustratos de humus de lombriz y compost tienen efectos en la longitud de la raíz de la moringa, a nivel de vivero.

5.2 Contratación de hipótesis

Se realiza la contratación de la hipótesis de acuerdo a lo siguiente:

5.2.1. Prueba de hipótesis para el porcentaje de emergencia de moringa



Planteamos las siguientes hipótesis para la prueba:

Para el modelo.

H₀: El modelo general no es lineal de la forma: $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + e_{ij}$

H₁: El modelo general es lineal de la forma: $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + e_{ij}$

Dónde:

Y_{ij} = es la j-ésima parcela dentro del i-ésimo tratamiento.

μ = es la media general del porcentaje de emergencia de moringa

T_i = efecto debido al i-ésimo tratamiento.

β_j = efecto del j-ésimo bloque.

E_{ij} = error experimental asociado al j-ésimo bloque del i-ésimo tratamiento.

Para tratamientos.

Hipótesis nula H₀: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7$

Hipótesis alterna H₁: $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5 \neq \mu_6 \neq \mu_7$

Donde.

μ_1 = Promedio del porcentaje de emergencia de moringa en el tratamiento 1

μ_2 = Promedio del porcentaje de emergencia de moringa en el tratamiento 2.

μ_3 = Promedio del porcentaje de emergencia de moringa en el tratamiento 3.

μ_4 = Promedio del porcentaje de emergencia de moringa en el tratamiento 4.

μ_5 = Promedio del porcentaje de emergencia de moringa en el tratamiento 5.

μ_6 = Promedio del porcentaje de emergencia de moringa en el tratamiento 6.

μ_7 = Promedio del porcentaje de emergencia de moringa en el tratamiento testigo.

Para bloques.

Hipótesis nula H₀: $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4$

Hipótesis alterna H₁: $\beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4$

Donde:

β_1 = Promedio del porcentaje de emergencia de moringa en el bloque I.

β_2 = Promedio del porcentaje de emergencia de moringa en el bloque II.

β_3 = Promedio del porcentaje de emergencia de moringa en el bloque III.

Para probar las hipótesis planteadas para el modelo, tratamientos y bloques se realizó la prueba de análisis de variancia a un nivel de confianza para la prueba del 95% se muestra en las siguientes tablas.



Tabla 17 — Análisis de variancia del porcentaje de emergencia de moringa

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|-------------|-------------------------------|----|------------------|---------|-------|
| Modelo | 168416,381 ^a | 9 | 18712.931 | 969.502 | 0.000 |
| Tratamiento | 47.238 | 6 | 7.873 | 0.408 | 0.860 |
| Bloque | 64.381 | 2 | 32.190 | 1.668 | 0.230 |
| Error | 231.619 | 12 | 19.302 | | |
| Total | 168648.000 | 21 | | | |

a. R al cuadrado = ,999 (R al cuadrado ajustada = ,998)

El modelo.

Se observa en la tabla 17, que el valor-p es inferior al valor de la probabilidad asumida (Sig. = 0.000 < alfa = 0.05), por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula, y aceptamos la hipótesis alterna. Concluyo que el modelo general es lineal y se cumple con el supuesto enunciados para el diseño de bloques completamente aleatorizados (DBCA). Asimismo, la variable dependiente se relaciona con las variables independientes en un 99.9%, que permite concluir que existe un efecto que se atribuye a la aplicación de los tratamientos de la investigación.

Tratamientos.

Se observa en la tabla 17, el valor-p es superior al valor que la significancia asumida (Sig= 0,860 > alfa = 0,05) por lo tanto se acepta la hipótesis nula y se concluye que no existe un efecto atribuible al uso de los sustratos orgánicos humus de lombriz y compost sobre el porcentaje de emergencia de la moringa en condiciones de vivero.

Bloque.

Se observa en la tabla 17, el valor – p es superior al valor que la significancia asumida (Sig. = 0,230 > alfa = 0,05) por lo tanto se acepta la hipótesis nula y concluimos que los bloques no influyen en el porcentaje de emergencia de la moringa en condiciones de vivero.

Con el propósito de establecer cuál de los sustratos orgánicos humus de lombriz y compost, tienen diferentes efectos sobre el porcentaje de emergencia de la moringa, realizamos la comparación de los promedios mediante la prueba de Tukey, con un nivel de probabilidad de 95%.

Tabla 18 — Prueba de Tukey al 95%, para la variable emergencia de la moringa

| Tratamiento | N | Subconjunto |
|-------------------------|---|-------------|
| | | 1 |
| T7=TA (Testigo) | 3 | 87.3333 |
| T3=100% Compost | 3 | 88.6667 |
| T4=20% HL +80% TA | 3 | 88.6667 |
| T5=30% HL + 70% TA | 3 | 88.6667 |
| T2=30% Compost + 70% TA | 3 | 90.6667 |
| T6=100% HL | 3 | 90.6667 |
| T1=20% Compost + 80% TA | 3 | 92.0000 |
| Sig. | | 0.839 |

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

b. Alfa = 0.05.

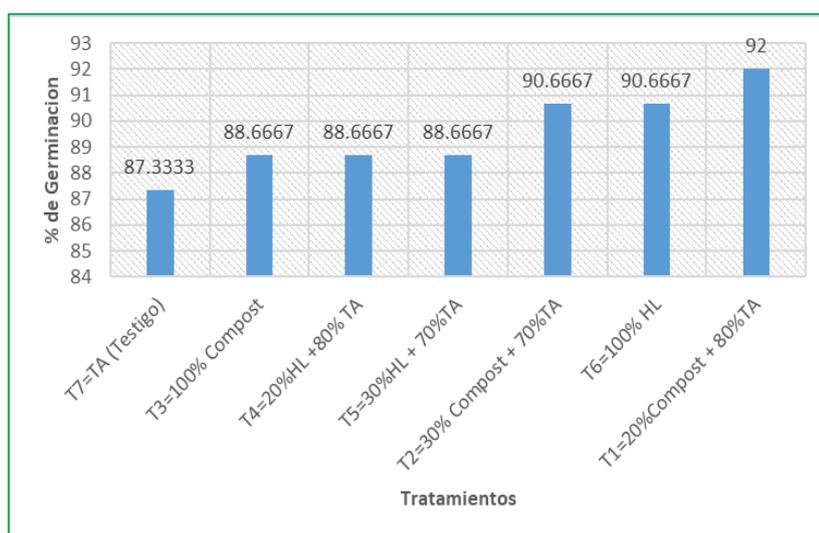


Figura 14 — Diagrama de emergencia de la semilla de moringa.

Al observar la tabla 18 y figura 14, en el sub conjunto homogéneo se observa que los tratamientos en estudio, es decir los sustratos orgánicos T1 tierra agrícola y compost, presenta diferencias estadísticas al 92 % de emergencia frente a los demás tratamientos, teniendo efectos significativos sobre el porcentaje de emergencia, es decir que T2 y T6 tienen efectos similares en la emergencia de la moringa, en condiciones de vivero.

5.2.2. Prueba de hipótesis para el número de hojas de moringa, primera evaluación.

Se enuncia las hipótesis para la prueba:

Para el modelo.

H₀: El modelo general no es lineal de la forma: $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + e_{ij}$

H₁: El modelo general es lineal de la forma: $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + e_{ij}$

Dónde:



Y_{ij} = es la j ésima parcela dentro del i ésimo tratamiento.

μ = es la media general del número de hojas de moringa primera evaluación

T_i = efecto debido al i ésimo tratamiento.

β_j = efecto del j ésimo bloque.

E_{ij} = error experimental asociado al j ésimo bloque del i ésimo tratamiento.

Para tratamientos.

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7$

Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5 \neq \mu_6 \neq \mu_7$

Donde:

μ_1 = Promedio del número de hojas de moringa primera evaluación en el tratamiento 1

μ_2 = Promedio del número de hojas de moringa primera evaluación en el tratamiento 2.

μ_3 = Promedio del número de hojas de moringa primera evaluación en el tratamiento 3.

μ_4 = Promedio del número de hojas de moringa primera evaluación en el tratamiento 4.

μ_5 = Promedio del número de hojas de moringa primera evaluación en el tratamiento 5.

μ_6 = Promedio del número de hojas de moringa primera evaluación en el tratamiento 6.

μ_7 = Promedio del número de hojas de moringa primera evaluación en el tratamiento testigo.

Para bloques.

Hipótesis nula $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4$

Hipótesis alterna $H_1: \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4$

Donde:

β_1 = Promedio del número de hojas de moringa primera evaluación en el bloque I.

β_2 = Promedio del número de hojas de moringa primera evaluación en el bloque II.

β_3 = Promedio del número de hojas de moringa primera evaluación en el bloque III.

Las hipótesis enunciadas, para el modelo, tratamientos y bloques, realice la prueba de análisis de variancia a un nivel de confianza para la prueba de 95%, que lo muestro en las siguientes tablas.

Tabla 19 — Análisis de variancia del número de hojas de moringa, primera evaluación

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|-------------|-------------------------------|----|------------------|---------|-------|
| Modelo | 458,052 ^a | 9 | 50.895 | 236.023 | 0.000 |
| Tratamiento | 9.518 | 6 | 1.586 | 7.357 | 0.002 |
| Bloque | 2.332 | 2 | 1.166 | 5.408 | 0.210 |
| Error | 2.588 | 12 | 0.216 | | |
| Total | 460.640 | 21 | | | |

a. R al cuadrado = ,994 (R al cuadrado ajustada = ,990)

El modelo.

Observamos en la tabla 19, que el valor-p es inferior al valor de la probabilidad asumida ($\text{Sig.} = 0.000 < \text{alfa} = 0.05$), por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula, y aceptamos la hipótesis alterna. Concluyo que el modelo general es lineal y se cumple con el supuesto enunciados para el diseño de bloques completamente aleatorizados (DBCA). Asimismo, la variable dependiente se relaciona con las variables independientes en un 99.4%, que permite concluir que existe un efecto que se atribuye a la aplicación de los tratamientos de la investigación.

Tratamientos.

Se observa en la tabla 19, el valor-p es inferior que el valor de la significancia asumida ($\text{Sig.} = 0,002 < \text{alfa} = 0,05$) por lo tanto rechazamos la hipótesis nula y concluimos que existe un efecto atribuible al uso de los sustratos orgánicos humus de lombriz y compost sobre el número de hojas de la moringa (primera evaluación) en condiciones de vivero.

Bloque.

Se observa en la tabla 19, el valor-p es superior que el valor de la significancia asumida ($\text{Sig.} = 0,210 > \text{alfa} = 0,05$) por lo tanto aceptamos la hipótesis nula y concluimos que los bloques no influyen en el número de hojas de la moringa, primera evaluación en condiciones de vivero.

Con el propósito de establecer cuál de los sustratos orgánicos humus del lombriz y compost, tienen diferentes efectos sobre el número de hojas de la moringa (*Moringa oleífera*), realizamos la comparación de los promedios mediante la prueba de Tukey, con un nivel de probabilidad de 95%.

Tabla 20 — Prueba de Tukey al 95%, para la variable número de hojas de moringa, primera evaluación

| Tratamiento | N | Subconjunto | |
|-------------------------|---|-------------|--------|
| | | 1 | 2 |
| T7=TA (Testigo) | 3 | 3.9333 | |
| T3=100% Compost | 3 | 4.0333 | |
| T6=100% HL | 3 | 4.3000 | |
| T2=30% Compost + 70% TA | 3 | 4.4333 | |
| T1=20% Compost + 80% TA | 3 | 4.4667 | |
| T5=30% HL + 70% TA | 3 | 5.0667 | 5.0667 |
| T4=20% HL +80% TA | 3 | | 6.0333 |
| Sig. | | 0.115 | 0.224 |

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.
- b. Alfa = .05.

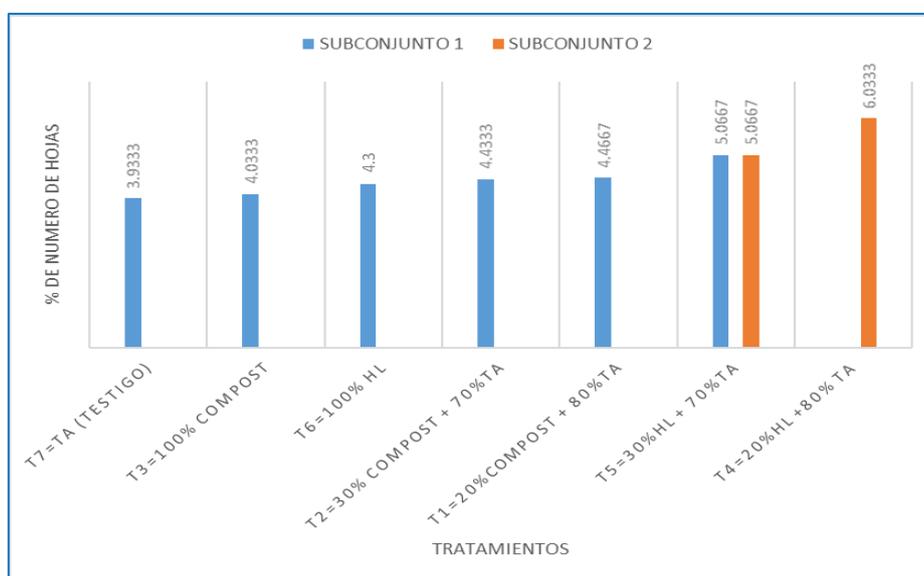


Figura 15 — Diagrama de numero de hojas de moringa.

Se observan los resultados en la tabla 20 y figura 15, en donde se concluye que el tratamiento que se comporta mejor en el número de hojas de moringa (*Moringa oleífera*), es el tratamiento T4 = (20% HL +80% TA) con 6.03 hojas por planta, perteneciente al sub conjunto 2, es decir que al aplicar 20% de humus de lombriz y 80% de tierra agrícola obtenemos mayor número de hojas de moringa a nivel de vivero, frente a los otros tratamientos.

En seguida se encuentra el tratamiento T5 = (30% HL + 70% TA) con 5.06 hojas de moringa por planta, que pertenecen al sub conjunto 1 y 2, que muestra mayor número de hojas de moringa a nivel de vivero, frente a los otros tratamientos. Los otros



tratamientos están en el sub conjunto 1, es decir en este grupo no hay diferencias significativas en cuanto al número de hojas moringa.

5.2.3. Prueba de hipótesis para el número de hojas de moringa segunda evaluación.

Se enuncia las hipótesis para la prueba:

Para el modelo.

H_0 : El modelo general no es lineal de la forma: $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + e_{ij}$

H_1 : El modelo general es lineal de la forma: $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + e_{ij}$

Dónde:

Y_{ij} = es la j ésima parcela dentro del i ésimo tratamiento.

μ = es la media general del número de hojas de moringa segunda evaluación

T_i = efecto debido al i ésimo tratamiento.

β_j = efecto del j ésimo bloque.

E_{ij} = error experimental asociado al j ésimo bloque del i ésimo tratamiento.

Para tratamientos.

Hipótesis nula H_0 : $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7$

Hipótesis alterna H_1 : $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5 \neq \mu_6 \neq \mu_7$

Donde:

μ_1 = Promedio del número de hojas de moringa segunda evaluación en el tratamiento 1

μ_2 = Promedio del número de hojas de moringa segunda evaluación en el tratamiento 2.

μ_3 = Promedio del número de hojas de moringa segunda evaluación en el tratamiento 3.

μ_4 = Promedio del número de hojas de moringa segunda evaluación en el tratamiento 4.

μ_5 = Promedio del número de hojas de moringa segunda evaluación en el tratamiento 5.

μ_6 = Promedio del número de hojas de moringa segunda evaluación en el tratamiento 6.

μ_7 = Promedio del número de hojas de moringa segunda evaluación en el tratamiento testigo.

Para bloques.

Hipótesis nula H_0 : $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4$

Hipótesis alterna H_1 : $\beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4$

Donde:

β_1 = Promedio del número de hojas de moringa segunda evaluación en el bloque I.

β_2 = Promedio del número de hojas de moringa segunda evaluación en el bloque II.



$\beta 3$ = Promedio del número de hojas de moringa segunda evaluación en el bloque III. Las hipótesis enunciadas, para el modelo, tratamientos y bloques, realice la prueba de análisis de variancia a un nivel de confianza para la prueba de 95%, que lo muestro en las siguientes tablas.

Tabla 21 — Análisis de variancia del número de hojas de moringa, segunda evaluación

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | Gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|-------------|-------------------------------|----|------------------|---------|-------|
| Modelo | 1812,061 ^a | 9 | 201.340 | 626.082 | 0.000 |
| Tratamiento | 35.358 | 6 | 5.893 | 18.325 | 0.000 |
| Bloque | 2.941 | 2 | 1.470 | 4.573 | 0.533 |
| Error | 3.859 | 12 | 0.322 | | |
| Total | 1815.920 | 21 | | | |

a. R al cuadrado = ,998 (R al cuadrado ajustada = ,996).

El modelo.

Se observa en la tabla 21, que el valor-p es inferior al valor de la probabilidad asumida (Sig. = 0.000 < alfa = 0.05), por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula, y aceptamos la hipótesis alterna. Concluyo que el modelo general es lineal y se cumple con el supuesto enunciados para el diseño de bloques completamente aleatorizados (DBCA). Asimismo, la variable dependiente se relaciona con las variables independientes en un 99.8%, que permite concluir que existe un efecto que se atribuye a la aplicación de los tratamientos de la investigación.

Tratamientos.

Se observa en la tabla 21, el valor-p es inferior que la significancia asumida (Sig.=0,000 < alfa = 0,05) por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y concluimos que existe un efecto atribuible al uso de los sustratos orgánicos humus del lombriz y compost sobre el número de hojas de la moringa, segunda evaluación, en condiciones de vivero.

Bloque.

Se observa en la tabla 21, el valor-p es superior que la significancia asumida (Sig.=0,533 > alfa = 0,05) por lo tanto se acepta la hipótesis nula y concluimos que los bloques no influyen en el número de hojas de la moringa, segunda evaluación en condiciones de vivero.

Con el propósito de establecer cuál de los sustratos orgánicos humus de lombriz y compost, tienen diferentes efectos sobre el número de hojas de la moringa, segunda evaluación, realizamos la comparación de los promedios mediante la prueba de Tukey, con un nivel de probabilidad de 95%.

Tabla 22 — Prueba de Tukey al 95%, para la variable número de hojas de moringa, segunda evaluación

| Tratamiento | N | Subconjunto | |
|-------------------------|---|-------------|---------|
| | | 1 | 2 |
| T7=TA (Testigo) | 3 | 7.8333 | |
| T6=100% HL | 3 | 8.4000 | |
| T3=100% Compost | 3 | 8.7333 | |
| T2=30% Compost + 70% TA | 3 | 8.8333 | |
| T5=30% HL + 70% TA | 3 | 8.9333 | |
| T1=20% Compost + 80% TA | 3 | 9.4333 | |
| T4=20% HL +80% TA | 3 | | 12.1667 |
| Sig. | | 0.054 | 1.000 |

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.
- b. Alfa = .05.

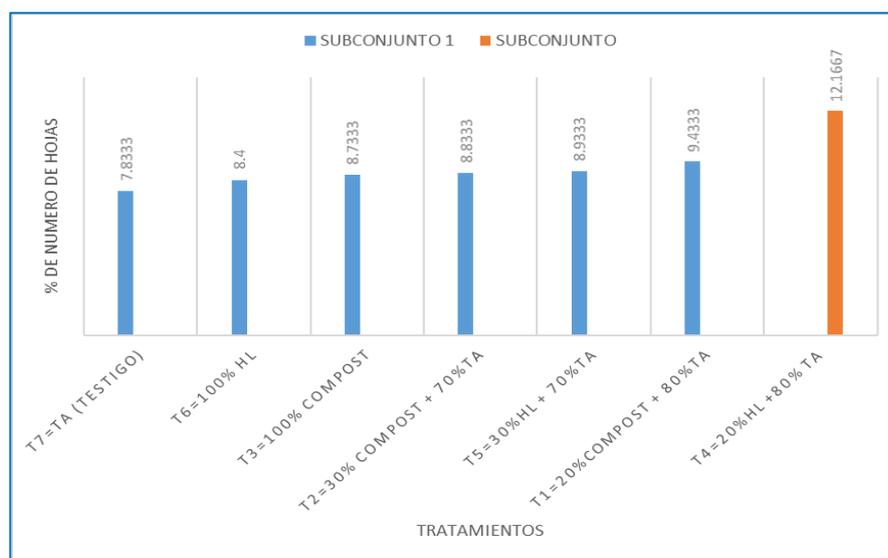


Figura 16 — Diagrama de número de hojas de moringa.

Se observa los resultados en la tabla 22 y figura 16 en donde se concluye que el tratamiento que se comporta mejor en el número de hojas de moringa, es el tratamiento T4 = (20% HL +80% TA) con 12.16 hojas por planta, perteneciente al sub conjunto 2, es decir que al aplicar 20% de humus de lombriz y 80% de tierra agrícola obtenemos mayor número de hojas de moringa a nivel de vivero, frente a los otros tratamientos.



En seguida se encuentra el tratamiento T1 = 20% Compost + 80% TA, con 9.43 hojas de moringa por planta que pertenecen al sub conjunto 1, que muestra mayor número de hojas frente a los otros tratamientos que pertenecen al sub conjunto 1, es decir en este grupo no hay diferencias significativas en cuanto al número de hojas de moringa.

5.2.4. Prueba de hipótesis para el número de hojas de moringa, tercera evaluación

Se enuncia las hipótesis para la prueba:

Para el modelo.

H₀: El modelo general no es lineal de la forma: $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + e_{ij}$

H₁: El modelo general es lineal de la forma: $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + e_{ij}$

Dónde:

Y_{ij} = es la j ésima parcela dentro del i ésimo tratamiento.

μ = es la media general del número de hojas de moringa tercera evaluación

T_i = efecto debido al i ésimo tratamiento.

β_j = efecto del j ésimo bloque.

E_{ij} = error experimental asociado al j ésimo bloque del i ésimo tratamiento.

Para tratamientos.

Hipótesis nula H₀: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7$

Hipótesis alterna H₁: $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5 \neq \mu_6 \neq \mu_7$

Donde:

μ_1 = Promedio del número de hojas de moringa tercera evaluación en el tratamiento 1

μ_2 = Promedio del número de hojas de moringa tercera evaluación en el tratamiento 2.

μ_3 = Promedio del número de hojas de moringa tercera evaluación en el tratamiento 3.

μ_4 = Promedio del número de hojas de moringa tercera evaluación en el tratamiento 4.

μ_5 = Promedio del número de hojas de moringa tercera evaluación en el tratamiento 5.

μ_6 = Promedio del número de hojas de moringa tercera evaluación en el tratamiento 6.

μ_7 = Promedio del número de hojas de moringa tercera evaluación en el tratamiento testigo.

Para bloques.

Hipótesis nula H₀: $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4$

Hipótesis alterna H₁: $\beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4$

Donde:



$\beta 1$ = Promedio del número de hojas de moringa tercera evaluación en el bloque I.
 $\beta 2$ = Promedio del número de hojas de moringa tercera evaluación en el bloque II.
 $\beta 3$ = Promedio del número de hojas de moringa tercera evaluación en el bloque III.
 Para probar las hipótesis enunciadas, para el modelo, tratamientos y bloques, se realizó la prueba de análisis de variancia a un nivel de confianza de 95%, que lo muestro en las siguientes tablas.

Tabla 23 — Análisis de variancia del número de hojas de moringa, tercera evaluación

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | Gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|-------------|-------------------------------|----|------------------|---------|-------|
| Modelo | 4077,865 ^a | 9 | 453.096 | 746.374 | 0.000 |
| Tratamiento | 46.832 | 6 | 7.805 | 12.858 | 0.000 |
| Bloque | 1.375 | 2 | 0.688 | 1.133 | 0.354 |
| Error | 7.285 | 12 | 0.607 | | |
| Total | 4085.150 | 21 | | | |

a. R al cuadrado = ,999 (R al cuadrado ajustada = ,998).

El modelo.

Se observa en la tabla 23, que el valor-p es inferior al valor de la probabilidad asumida (Sig. = 0.000 < alfa = 0.05), por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula, y aceptamos la hipótesis alterna. Concluyo que el modelo general es lineal y se cumple con el supuesto enunciados para el diseño de bloques completamente aleatorizados (DBCA). Asimismo, la variable dependiente se relaciona con las variables independientes en un 99.9%, que permite concluir que existe un efecto que se atribuye a la aplicación de los tratamientos de la investigación.

Tratamientos.

Se observa en la tabla 23, el valor – p es inferior al valor de la significancia asumida (Sig = 0,000 < alfa = 0,05) por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe un efecto atribuible al uso de los sustratos orgánicos humus de lombriz y compost sobre el número de hojas de la moringa, tercera evaluación, en condiciones de vivero.

Bloque.

Se observa en la tabla 23, el valor – p es superior que el valor de la significancia asumida (Sig.= 0,354 > alfa= 0,05) por lo tanto aceptamos la hipótesis nula y

concluimos que los bloques no influyen en el número de hojas de la moringa, tercera evaluación en condiciones de vivero.

Con el propósito de establecer cuál de los sustratos orgánicos humus de lombriz y compost, tienen diferentes efectos sobre el número de hojas de la moringa, realizamos la comparación de los promedios mediante la prueba de Tukey, con un nivel de probabilidad de 95%.

Tabla 24 — Prueba de Tukey al 95%, para la variable número de hojas de moringa, tercera evaluación

| Tratamiento | N | Subconjunto | | |
|-------------------------|---|-------------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| T7=TA (Testigo) | 3 | 12.2000 | | |
| T6=100% HL | 3 | 12.6667 | | |
| T5=30% HL + 70% TA | 3 | 12.7000 | | |
| T3=100% Compost | 3 | 13.2000 | 13.2000 | |
| T1=20% Compost + 80% TA | 3 | 14.3667 | 14.3667 | |
| T2=30% Compost + 70% TA | 3 | | 15.2333 | 15.2333 |
| T4=20% HL +80% TA | 3 | | | 16.6000 |
| Sig. | | 0.058 | 0.082 | 0.386 |

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.
- b. Alfa = .05.

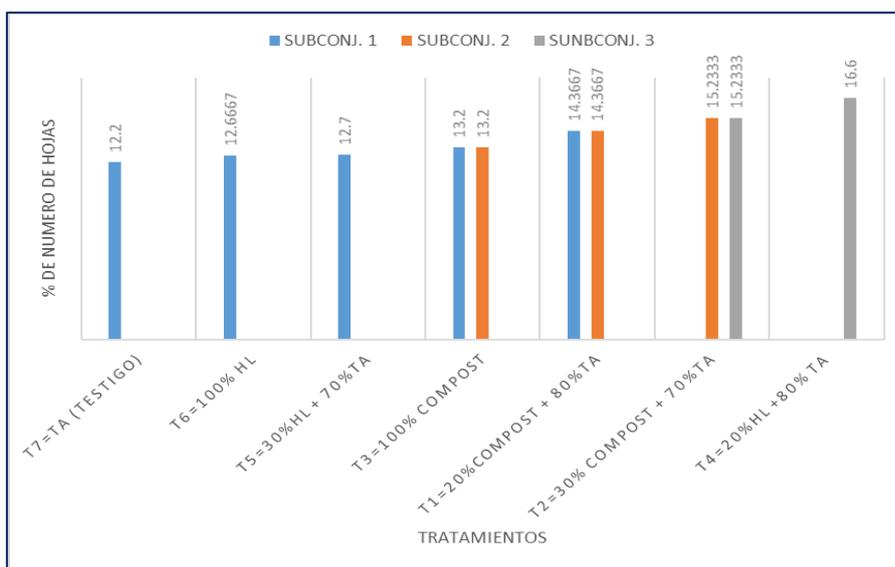


Figura 17 — Diagrama de numero de hojas de moringa.

Se observa los resultados en la tabla 24 y figura 17 en donde se concluye que el tratamiento que se comportan mejor en el número de hojas de moringa (*Moringa oleífera*) es el tratamiento T4 = (20% HL +80% TA) con 16.60 hojas por planta, perteneciente al sub conjunto 3, es decir que al aplicar 20% de humus de lombriz y



80% de tierra agrícola obtenemos mayor número de hojas de moringa a nivel de vivero, frente a los otros tratamientos.

En seguida se encuentra el tratamiento T2 = 30% Compost + 70% TA, con 15.23 hojas de moringa por planta que pertenecen al sub conjunto 2 y 3, que muestra mayor número de hojas, frente a los otros tratamientos; asimismo tenemos al T1=20% Compost + 80% TA con 14.36 hojas de moringa que pertenecen al sub conjunto 1 y 2 que tiene mayor cantidad de hojas frente a los otros tratamientos que pertenecen al sub conjunto 1, es decir en este grupo no hay diferencias significativas en cuanto al número de hojas Moringa.

5.2.5. Prueba de hipótesis para la altura de la planta de moringa, primera evaluación

Se enuncia las hipótesis para la prueba:

Para el modelo.

H₀: El modelo general no es lineal de la forma: $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + e_{ij}$

H₁: El modelo general es lineal de la forma: $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + e_{ij}$

Dónde:

Y_{ij} = es la j ésima parcela dentro del i ésimo tratamiento.

μ = es la media general de la altura de planta de moringa primera evaluación

T_i = efecto debido al i ésimo tratamiento.

β_j = efecto del j ésimo bloque.

e_{ij} = error experimental asociado al j ésimo bloque del i ésimo tratamiento.

Para tratamientos.

Hipótesis nula H₀: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7$

Hipótesis alterna H₁: $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5 \neq \mu_6 \neq \mu_7$

Donde:

μ_1 = Promedio de la altura de planta de moringa primera evaluación en el tratamiento 1

μ_2 = Promedio de la altura de planta de moringa primera evaluación en el tratamiento 2.

μ_3 = Promedio de la altura de planta de moringa primera evaluación en el tratamiento 3.

μ_4 = Promedio de la altura de planta de moringa primera evaluación en el tratamiento 4.

μ_5 = Promedio de la altura de planta de moringa primera evaluación en el tratamiento 5.

μ_6 = Promedio de la altura de planta de moringa primera evaluación en el tratamiento 6.



μ_7 = Promedio de la altura de planta de moringa primera evaluación en el tratamiento testigo.

Para bloques.

Hipótesis nula $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4$

Hipótesis alterna $H_1: \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4$

Donde:

β_1 = Promedio de la altura de planta de moringa primera evaluación en el bloque I.

β_2 = Promedio de la altura de planta de moringa primera evaluación en el bloque II.

β_3 = Promedio de la altura de planta de moringa primera evaluación en el bloque III.

Para la prueba de las hipótesis enunciadas, para el modelo, tratamientos y bloques, realice la prueba de análisis de variancia a un nivel de confianza de 95%, que lo muestro en las siguientes tablas.

Tabla 25 — Análisis de variancia de la altura de la planta de moringa, primera evaluación

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | Gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|-------------|-------------------------------|----|------------------|---------|-------|
| Modelo | 56,450 ^a | 9 | 6.272 | 114.935 | 0.000 |
| Tratamiento | 2.413 | 6 | 0.402 | 7.369 | 0.002 |
| Bloque | 0.149 | 2 | 0.075 | 1.366 | 0.292 |
| Error | 0.655 | 12 | 0.055 | | |
| Total | 57.105 | 21 | | | |

a. R al cuadrado = ,989 (R al cuadrado ajustada = ,980)

El modelo.

Observamos en la tabla 25, que el valor-p es inferior al valor de la probabilidad asumida (Sig. = 0.000 < alfa = 0.05), por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula, y aceptamos la hipótesis alterna. Concluyo que el modelo general es lineal y se cumple con el supuesto enunciados para el diseño de bloques completamente aleatorizados (DBCA). Asimismo, la variable dependiente se relaciona con las variables independientes en un 98.9%, que permite concluir que existe un efecto que se atribuye a la aplicación de los tratamientos de la investigación.

Tratamientos.

Se observa en la tabla 25, el valor-p es inferior que la significancia asumida (Sig = 0,002 < alfa = 0,05) por tanto se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe un



efecto atribuible al uso de los sustratos orgánicos humus de lombriz y compost sobre la altura de la planta de la moringa, primera evaluación, en condiciones de vivero.

Bloque.

Se observa en la tabla 25, el valor-p es superior que la significancia asumida (Sig.= 0,292 > alfa = 0,05) por lo tanto se acepta la hipótesis nula y concluimos que los bloques no influyen en la altura de planta de la moringa (*Moringa oleífera*), primera evaluación en condiciones de vivero.

Con el propósito de establecer cuál de los sustratos orgánicos humus de lombriz y compost, tienen diferentes efectos sobre el número de hojas de la moringa, realizamos la comparación de los promedios mediante la prueba de Tukey, con un nivel de probabilidad de 95%.

Tabla 26 — Prueba de Tukey al 95%, para la variable altura de la planta de moringa, primera evaluación

| Tratamiento | N | Subconjunto | |
|-------------------------|---|-------------|--------|
| | | 1 | 2 |
| T7=TA (Testigo) | 3 | 1.3833 | |
| T2=30% Compost + 70% TA | 3 | 1.4433 | |
| T3=100% Compost | 3 | 1.4467 | |
| T6=100% HL | 3 | 1.4667 | |
| T1=20% Compost + 80% TA | 3 | 1.4900 | |
| T5=30% HL + 70% TA | 3 | 1.5600 | |
| T4=20% HL +80% TA | 3 | | 2.4233 |
| Sig. | | 0.961 | 1.000 |

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.
- b. Alfa = .05.



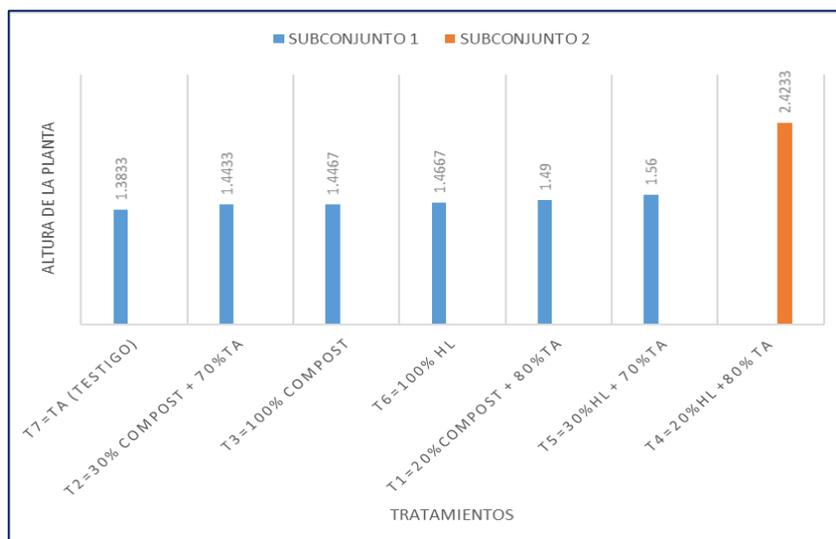


Figura 18 — Diagrama de altura de la planta de moringa.

Se observa los resultados en la tabla 26 y figura 18 en donde se muestra que el tratamiento que se comportan mejor en altura de la planta de moringa, es el tratamiento T4 = (20% HL +80% TA) con 2.42 cm de altura de planta, perteneciente al sub conjunto 2, es decir que al aplicar 20% de humus de lombriz y 80% de tierra agrícola obtenemos mayor altura de planta de moringa a nivel de vivero, frente a los otros tratamientos.

En seguida se encuentra el tratamiento T5 = 30% HL + 70% TA, con 1.56 cm de altura de planta de moringa que pertenecen al sub conjunto 1, que muestra mayor altura, frente a los otros tratamientos; que pertenecen al sub conjunto 1, es decir en este grupo no hay diferencias significativas en cuanto a la altura de planta de Moringa.

5.2.6. Prueba de hipótesis para la altura de la planta de moringa segunda evaluación

Se enuncia las hipótesis para la prueba:

Para el modelo.

H_0 : El modelo general no es lineal de la forma: $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + e_{ij}$

H_1 : El modelo general es lineal de la forma: $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + e_{ij}$

Dónde:

Y_{ij} = es la j ésima parcela dentro del i ésimo tratamiento.

μ = es la media general de la altura de planta de moringa segunda evaluación

T_i = efecto debido al i ésimo tratamiento.

β_j = efecto del j ésimo bloque.

E_{ij} = error experimental asociado al j ésimo bloque del i ésimo tratamiento.

Para tratamientos.

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7$

Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5 \neq \mu_6 \neq \mu_7$

Donde:

μ_1 = Promedio de la altura de planta de moringa segunda evaluación en el tratamiento 1

μ_2 = Promedio de la altura de planta de moringa segunda evaluación en el tratamiento 2.

μ_3 = Promedio de la altura de planta de moringa segunda evaluación en el tratamiento 3.

μ_4 = Promedio de la altura de planta de moringa segunda evaluación en el tratamiento 4.

μ_5 = Promedio de la altura de planta de moringa segunda evaluación en el tratamiento 5.

μ_6 = Promedio de la altura de planta de moringa segunda evaluación en el tratamiento 6.

μ_7 = Promedio de la altura de planta de moringa segunda evaluación en el tratamiento testigo.

Para bloques.

Hipótesis nula $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4$

Hipótesis alterna $H_1: \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4$

Donde:

β_1 = Promedio de la altura de planta de moringa segunda evaluación en el bloque I.

β_2 = Promedio de la altura de planta de moringa segunda evaluación en el bloque II.

β_3 = Promedio de la altura de planta de moringa segunda evaluación en el bloque III.

Para la prueba de las hipótesis enunciadas, para el modelo, tratamientos y bloques, realice la prueba de análisis de variancia a un nivel de confianza de 95%, que lo muestro en las siguientes tablas.

Tabla 27 — Análisis de variancia de la altura de la planta de moringa, segunda evaluación

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|-------------|-------------------------------|----|------------------|---------|-------|
| Modelo | 292,256 ^a | 9 | 32.473 | 112.501 | 0.000 |
| Tratamiento | 12.204 | 6 | 2.034 | 7.047 | 0.002 |
| Bloque | 0.572 | 2 | 0.286 | 0.991 | 0.400 |
| Error | 3.464 | 12 | 0.289 | | |
| Total | 295.720 | 21 | | | |

a. R al cuadrado = ,998 (R al cuadrado ajustada = ,996)



El modelo.

Observamos en la tabla 27, que el valor-p es inferior al valor de la probabilidad asumida ($\text{Sig.} = 0.000 < \text{alfa} = 0.05$), por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula, y aceptamos la hipótesis alterna. Concluyo que el modelo general es lineal y se cumple con el supuesto enunciados para el diseño de bloques completamente aleatorizados (DBCA). Asimismo, la variable dependiente se relaciona con las variables independientes en un 99.8%, que permite concluir que existe un efecto que se atribuye a la aplicación de los tratamientos de la investigación.

Tratamientos.

Se observa en la tabla 27, el valor – p es inferior que el valor de la significancia asumida ($\text{Sig} = 0,002 < \text{alfa} = 0,05$) por tanto se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe un efecto atribuible al uso de los sustratos orgánicos humus de lombriz y compost sobre la altura de la planta de la moringa, segunda evaluación, en condiciones de vivero.

Bloque.

Se observa en la tabla 27, el valor – p es mayor que la significancia asumida ($\text{Sig.} = 0,400 > \text{alfa} = 0,05$) por lo tanto se acepta la hipótesis nula y concluimos que los bloques no influyen en la altura de planta de la moringa (*Moringa oleífera*), segunda evaluación en condiciones de vivero en Vilcabamba, Grau-Apurímac.

Con el propósito de establecer cuál de los sustratos orgánicos humus de lombriz y compost, tienen diferentes efectos sobre el número de hojas de la moringa, realizamos la comparación de los promedios mediante la prueba de Tukey, con un nivel de probabilidad de 95%.

Tabla 28 — Prueba de Tukey al 95%, para la variable altura de la planta de moringa, segunda evaluación

| Tratamiento | N | Subconjunto | | |
|-------------------------|---|-------------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| T7=TA (Testigo) | 3 | 2.8033 | | |
| T2=30% Compost + 70% TA | 3 | 3.1600 | 3.1600 | |
| T3=100% Compost | 3 | 3.1633 | 3.1633 | |
| T5=30% HL + 70% TA | 3 | 3.2433 | 3.2433 | |
| T6=100% HL | 3 | 3.6067 | 3.6067 | 3.6067 |
| T1=20% Compost + 80% TA | 3 | | 4.5033 | 4.5033 |
| T4=20% HL +80% TA | 3 | | | 5.0567 |
| Sig. | | 0.553 | 0.102 | 0.069 |

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.
- b. Alfa = .05.

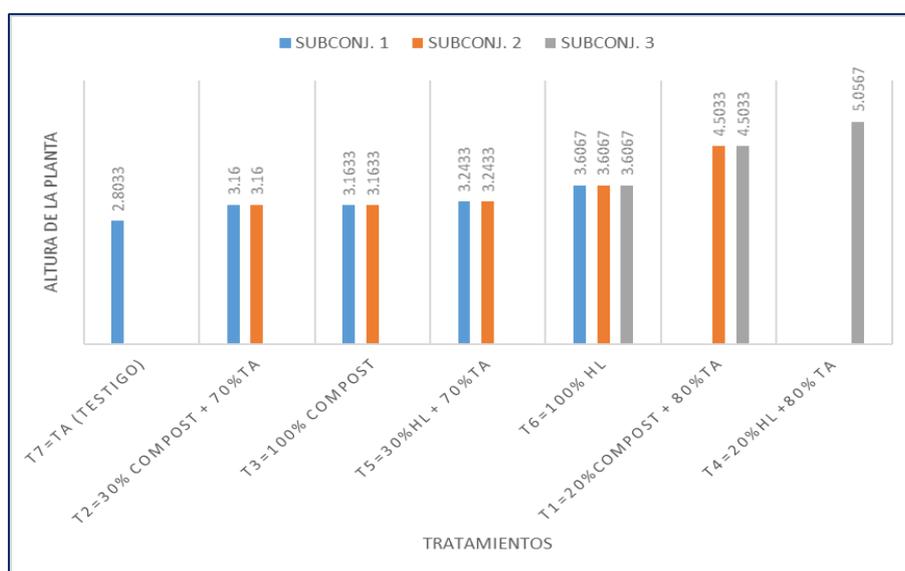


Figura 19 — Diagrama de altura de la planta de moringa.

Se observa los resultados en la tabla 28 y figura 19 en donde se determina que el tratamiento que se comportan mejor en la altura de la planta de moringa, es el tratamiento T4 = (20% HL +80% TA) con 5.05 cm de altura de planta, perteneciente al sub conjunto 3, es decir que al aplicar 20% de humus de lombriz y 80% de tierra agrícola obtenemos mayor número de hojas de moringa a nivel de vivero, frente a los otros tratamientos.

En seguida se encuentra el tratamiento T1 = 20% Compost + 80% TA, con 4.50 cm de altura de planta que pertenecen al sub conjunto 3 y 2, que muestra mayor altura, frente a los otros tratamientos; asimismo tenemos al T6 = 100% HL con 3.60 cm de altura de planta que pertenecen al sub conjunto 2 y 1 que tiene mayor altura de planta



frente a los otros tratamientos que pertenecen al sub conjunto 1, es decir en este grupo no hay diferencias significativas en cuanto a la altura de la planta de Moringa.

5.2.7. Prueba de hipótesis para la altura de la planta de moringa tercera evaluación

Se enuncia las hipótesis para la prueba:

Para el modelo.

H_0 : El modelo general no es lineal de la forma: $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + e_{ij}$

H_1 : El modelo general es lineal de la forma: $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + e_{ij}$

Dónde:

Y_{ij} = es la j ésima parcela dentro del i ésimo tratamiento.

μ = es la media general de la altura de planta de moringa tercera evaluación

T_i = efecto debido al i ésimo tratamiento.

β_j = efecto del j ésimo bloque.

E_{ij} = error experimental asociado al j ésimo bloque del i ésimo tratamiento.

Para tratamientos.

Hipótesis nula H_0 : $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7$

Hipótesis alterna H_1 : $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5 \neq \mu_6 \neq \mu_7$

Donde:

μ_1 = Promedio de la altura de planta de moringa tercera evaluación en el tratamiento 1

μ_2 = Promedio de la altura de planta de moringa tercera evaluación en el tratamiento 2.

μ_3 = Promedio de la altura de planta de moringa tercera evaluación en el tratamiento 3.

μ_4 = Promedio de la altura de planta de moringa tercera evaluación en el tratamiento 4.

μ_5 = Promedio de la altura de planta de moringa tercera evaluación en el tratamiento 5.

μ_6 = Promedio de la altura de planta de moringa tercera evaluación en el tratamiento 6.

μ_7 = Promedio de la altura de planta de moringa tercera evaluación en el tratamiento testigo.

Para bloques.

Hipótesis nula H_0 : $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4$

Hipótesis alterna H_1 : $\beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4$

Donde:

β_1 = Promedio de la altura de planta de moringa tercera evaluación en el bloque I.

β_2 = Promedio de la altura de planta de moringa tercera evaluación en el bloque II.



$\beta 3$ = Promedio de la altura de planta de moringa tercera evaluación en el bloque III. Para la prueba de las hipótesis enunciadas, para el modelo, tratamientos y bloques, realice la prueba de análisis de variancia a un nivel de confianza de 95%, que lo muestro en las siguientes tablas.

Tabla 29 — Análisis de variancia de la altura de la planta de moringa, tercera evaluación

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|-------------|-------------------------------|----|------------------|--------|-------|
| Modelo | 871,740 ^a | 9 | 96.860 | 86.635 | 0.000 |
| Tratamiento | 83.968 | 6 | 13.995 | 12.517 | 0.000 |
| Bloque | 0.250 | 2 | 0.125 | 0.112 | 0.895 |
| Error | 13.416 | 12 | 1.118 | | |
| Total | 885.156 | 21 | | | |

a. R al cuadrado = ,985 (R al cuadrado ajustada = ,973)

El modelo.

Observamos en la tabla 29, que el valor - p es inferior al valor de la probabilidad asumida (Sig. = 0.000 < alfa = 0.05), por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula, y aceptamos la hipótesis alterna. Concluyo que el modelo general es lineal y se cumple con el supuesto enunciados para el diseño de bloques completamente aleatorizados (DBCA). Asimismo, la variable dependiente se relaciona con las variables independientes en un 98.5%, que permite concluir que existe un efecto que se atribuye a la aplicación de los tratamientos de la investigación.

Tratamientos.

Se observa en la tabla 29, el valor-p es inferior que la significancia asumida (Sig = 0,000 < alfa = 0,05) por tanto se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe un efecto atribuible al uso de los sustratos orgánicos humus de lombriz y compost sobre la altura de la planta de la moringa, tercera evaluación, en condiciones de vivero.

Bloque.

Se observa en la tabla 29, el valor-p es superior que la significancia asumida (Sig.= 0,895 > alfa = 0,05) por lo tanto se acepta la hipótesis nula y concluimos que los bloques no influyen en la altura de planta de la moringa, tercera evaluación en condiciones de vivero.

Con el propósito de establecer cuál de los sustratos orgánicos humus de lombriz y compost, tienen diferentes efectos sobre la altura de la planta de moringa, tercera evaluación, realizamos la comparación de los promedios mediante la prueba de Tukey, con un nivel de probabilidad de 95%.

Tabla 30 — Prueba de Tukey al 95%, para la variable altura de la planta de moringa, tercera evaluación

| Tratamiento | N | Subconjunto | | |
|-------------------------|---|-------------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| T7=TA (Testigo) | 3 | 3.9133 | | |
| T3=100% Compost | 3 | 4.4800 | | |
| T2=30% Compost + 70% TA | 3 | 4.8733 | | |
| T6=100% HL | 3 | 5.6967 | 5.6967 | |
| T5=30% HL + 70% TA | 3 | 5.7267 | 5.7267 | |
| T1=20% Compost + 80% TA | 3 | | 8.4100 | 8.4100 |
| T4=20% HL +80% TA | 3 | | | 9.7667 |
| Sig. | | .409 | .090 | 0701 |

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.
- b. Alfa = .05.

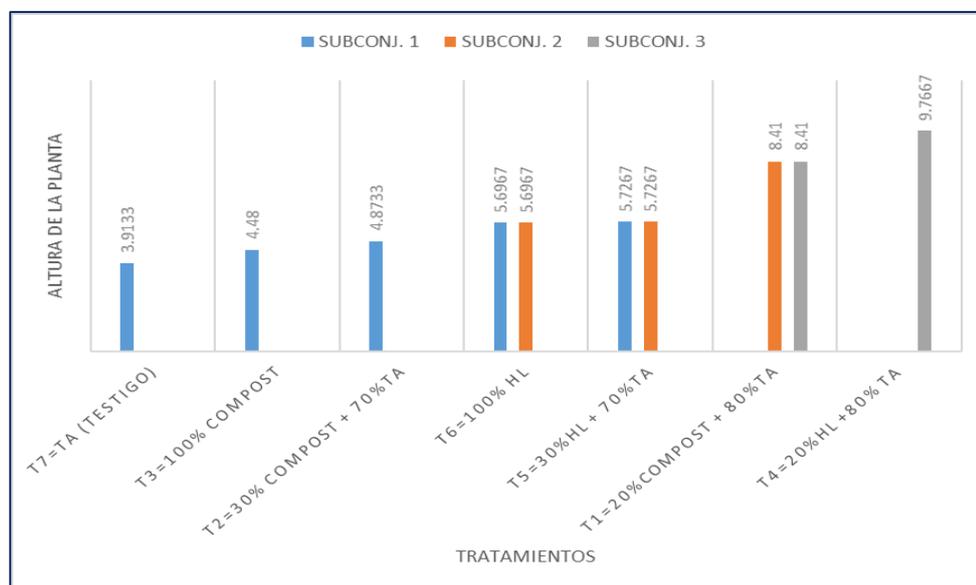


Figura 20 — Diagrama de altura de la planta de moringa.

Se observa los resultados en la tabla 30 y figura 20 en donde se muestra que el tratamiento que se comportan mejor en la altura de la planta de moringa, es el tratamiento T4 = (20% HL +80% TA) con 9.76 cm de altura de planta, perteneciente al sub conjunto 3, es decir que al aplicar 20% de humus de lombriz y 80% de tierra



agrícola obtenemos mayor altura de planta de moringa a nivel de vivero, frente a los otros tratamientos.

En seguida se encuentra el tratamiento T1 = 20% Compost + 80% TA, con 8.41 cm de altura de planta que pertenecen al sub conjunto 3 y 2, que muestra mayor altura, frente a los otros tratamientos; asimismo tenemos al tratamiento T5 = 30% HL + 70% TA con 5.72 cm de altura de planta que pertenecen al sub conjunto 2 y 1 que tiene mayor altura de planta frente a los otros tratamientos que pertenecen al sub conjunto 1, es decir en este grupo no hay diferencias significativas en cuanto a la altura de la planta de Moringa.

5.2.8. Prueba de hipótesis para la longitud de la raíz de Moringa

Se enuncia las hipótesis para la prueba:

Para el modelo.

H₀: El modelo general no es lineal de la forma: $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + e_{ij}$

H₁: El modelo general es lineal de la forma: $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + e_{ij}$

Dónde:

Y_{ij} = es la j ésima parcela dentro del i ésimo tratamiento.

μ = es la media general de la longitud de la raíz de moringa

T_i = efecto debido al i ésimo tratamiento.

β_j = efecto del j ésimo bloque.

e_{ij} = error experimental asociado al j ésimo bloque del i ésimo tratamiento.

Para tratamientos.

Hipótesis nula H₀: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7$

Hipótesis alterna H₁: $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5 \neq \mu_6 \neq \mu_7$

Donde:

μ_1 = Promedio de la longitud de raíz de moringa en el tratamiento 1

μ_2 = Promedio de la longitud de raíz de moringa en el tratamiento 2.

μ_3 = Promedio de la longitud de raíz de moringa en el tratamiento 3.

μ_4 = Promedio de la longitud de raíz de moringa en el tratamiento 4.

μ_5 = Promedio de la longitud de raíz de moringa en el tratamiento 5.

μ_6 = Promedio de la longitud de raíz de moringa en el tratamiento 6.

μ_7 = Promedio de la longitud de raíz de moringa en el tratamiento testigo.



Para bloques.

Hipótesis nula $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4$

Hipótesis alterna $H_1: \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4$

Donde:

β_1 = Promedio de la longitud de raíz de moringa en el bloque I.

β_2 = Promedio de la longitud de raíz de moringa en el bloque II.

β_3 = Promedio de la longitud de raíz de moringa en el bloque III.

Para la prueba de las hipótesis enunciadas, para el modelo, tratamientos y bloques, realice la prueba de análisis de variancia a un nivel de confianza de 95%, que lo muestro en las siguientes tablas.

Tabla 31 — Análisis de variancia de longitud de raíz de la planta de moringa

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|-------------|-------------------------------|----|------------------|---------|-------|
| Modelo | 507,757 ^a | 9 | 56.417 | 151.718 | 0.000 |
| Tratamiento | 33.693 | 6 | 5.616 | 15.101 | 0.000 |
| Bloque | 2.339 | 2 | 1.169 | 3.145 | 0.080 |
| Error | 4.462 | 12 | 0.372 | | |
| Total | 512.219 | 21 | | | |

a. R al cuadrado = ,991 (R al cuadrado ajustada = ,985)

El modelo.

Observamos en la tabla 31, que el valor-p es inferior al valor de la probabilidad asumida (Sig. = 0.000 < alfa = 0.05), por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula, y aceptamos la hipótesis alterna. Concluyo que el modelo general es lineal y se cumple con el supuesto enunciados para el diseño de bloques completamente aleatorizados (DBCA). Asimismo, la variable dependiente se relaciona con las variables independientes en un 99.1%, que permite concluir que existe un efecto que se atribuye a la aplicación de los tratamientos de la investigación.

Tratamientos.

Se observa en la tabla 31, el valor-p es inferior que la significancia asumida (Sig = 0,000 < alfa = 0,05) por tanto se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe un efecto atribuible al uso de los sustratos orgánicos humus del lombriz y compost sobre la longitud de la raíz de la planta de la moringa, en condiciones de vivero.

Bloque.

Se observa en la tabla 31, el valor p es superior que la significancia asumida ($\text{Sig.} = 0,080 > \alpha = 0,05$) por lo tanto se acepta la hipótesis nula y concluimos que los bloques no influyen en la longitud de la raíz de la planta de moringa, en condiciones de vivero.

Con el propósito de establecer cuál de los sustratos orgánicos humus de lombriz y compost, tienen diferentes efectos sobre la longitud de la raíz de plantas de moringa, realizamos la comparación de los promedios mediante la prueba de Tukey, con un nivel de probabilidad de 95%.

Tabla 32 — Prueba de Tukey al 95%, para la variable longitud de raíz de la planta de moringa

| Tratamiento | N | Subconjunto | | | |
|-------------------------|---|-------------|--------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| T7=TA (Testigo) | 3 | 2,9367 | | | |
| T6=100% HL | 3 | 3,8500 | 3,8500 | | |
| T2=30% Compost + 70% TA | 3 | 4,1567 | 4,1567 | 4,1567 | |
| T3=100% Compost | 3 | 4,2400 | 4,2400 | 4,2400 | |
| T5=30% HL + 70% TA | 3 | | 5,1933 | 5,1933 | |
| T1=20% Compost + 80% TA | 3 | | | 5,7367 | 5,7367 |
| T4=20% HL +80% TA | 3 | | | | 7,0633 |
| Sig. | | ,203 | ,180 | ,085 | ,189 |

- Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.
- Alfa = .05.

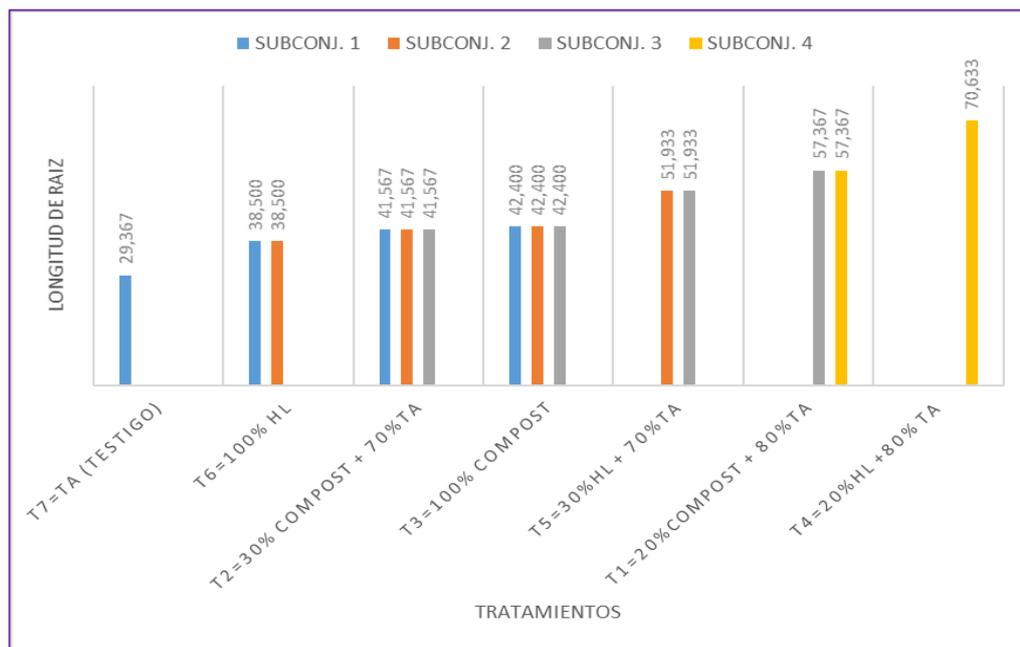


Figura 21 — Diagrama de longitud de raíz de la planta de moringa.

Se observa los resultados en la tabla 32 y figura 21 en donde se muestra que el tratamiento que se comportan mejor en la longitud de la raíz de la planta de moringa es el tratamiento T4 = (20% HL +80% TA) con 7.06 cm de longitud de raíz de planta, perteneciente al sub conjunto 4, es decir que al aplicar 20% de humus de lombriz y 80% de tierra agrícola obtenemos mayor longitud de raíz de planta de moringa a nivel de vivero, frente a los otros tratamientos.

En seguida se encuentra el tratamiento T1 = 20% Compost + 80% TA, con 5.73 cm de longitud de raíz de planta que pertenecen al sub conjunto 4 y 3, que muestra mayor longitud, frente a los otros tratamientos; asimismo tenemos al tratamiento T5 = 30% HL + 70% TA con 5.16 cm de longitud de raíz de planta que pertenecen al sub conjunto 3 y 2 que tiene mayor longitud de raíz frente a los otros tratamientos que pertenecen al sub conjunto 1, es decir en este grupo no hay diferencias significativas en cuanto a la altura de la plata de Moringa.

5.3 Discusiones.

5.3.1. Discusión sobre el efecto de los sustratos en la emergencia de moringa.

Con respecto al resultado de emergencia de moringa, el tratamiento T1 = (20% Compost + 80% TA) con 92.00% de emergencia, tiene una mayor media, seguido por los tratamientos T6 = 100% HL y T2 = (30% compost + 70% TA) con 90.00% de emergencia, y esta a su vez seguido por los tratamientos T3 = (100% compost), T4 = (20% HL + 80% TA) y T5 = (30% HL + 70% TA) con 88.67% de emergencia y finalmente el tratamiento T7 = TA (Testigo) tiene una media de 87.33%, muy inferior a los demás tratamientos. Por lo que el tratamiento T1 = (20% Compost + 80% TA) con 92.00% de emergencia es superior a los otros tratamientos y al testigo T7 = (TA-Testigo) que tiene 87.33% de emergencia; el cual tiene relación con los hallazgos de Cadillo (2022) sobre la emergencia para las semillas de moringa tratadas con diferentes dosis de bioestimulantes: Àc. Giberélico (1), Àc. Giberélico + Àc. Fúlvico (2) y Àc. Fúlvico (3), apreciándose diferencias significativas para (2) y (3) para tratamientos y para (1) para repeticiones, y los coeficientes de variabilidad (CV), fueron: (1)9.25%, (3)4.91% y (2)6.64%. Asimismo, **Ancco (2021)** menciona que el T1 presenta una emergencia de 53.3%, T2 con una emergencia de 54,4% y T3 con una emergencia de 56,7%, de igual manera **Chuquihuaraca (2020)** concluyo los tratamientos más óptimos en la determinación del porcentaje de germinación en la producción de plántones de moringa fueron los tratamientos T2 (Remojo en agua destilada fría a 4 °C x 24 horas), T1 (Remojo en agua destilada a 50 °C x 3 minutos), T3 (Tierra agrícola 50% + Arena 25% + Cascarilla de arroz 25%) y T6 (Escarificación manual (50% de la testa rota)) con un promedio de 99.75% (88.57% (dato transformado)) de germinación.

5.3.2. Discusión sobre el efecto de los sustratos en el número de hojas de moringa.

Con respecto a los resultados de primera evaluación, el tratamiento T4 = (20% HL + 80% TA) tiene una media mayor de 6.03 hojas por planta, es superior a los otros tratamientos y al tratamiento T7 = TA (Testigo) tiene una media de 3.93 hojas por planta. Seguidamente el resultado de la segunda evaluación, el tratamiento T4 = (20% HL + 80% TA), tiene una mayor media de 12.17 hojas por planta, es superior a los otros tratamientos incluido al tratamiento T7 = TA (Testigo) que tiene una media de 7.83 hojas por planta, y los resultados de la tercera evaluación, el tratamiento T4 = (20% HL + 80% TA), tiene una media de 16.60 hojas por planta, superior a los otros tratamientos incluido el tratamiento T7 = TA (Testigo) que tiene una media de 12.20



hojas por planta. El cual tiene relación con los hallazgos de **Ancco (2021)**, que tiene los resultados obtenidos en los tratamientos T0, T6 y T7, donde el T0, obtiene 5,67 hojas en promedio, el T7 presenta 9,23 hojas por planta. Asimismo, con los hallazgos de **Saavedra y Gutiérrez (2014)** que concluye que el mejor desarrollo de plántulas de (*Moringa oleífera*) en vivero se logra con el sustrato suelo más compost, donde obtiene que el número de hojas es de 15.2.

5.3.3. Discusión sobre el efecto de los sustratos en la altura de la planta de moringa.

Con respecto a los resultados de la primera evaluación, se tiene que el tratamiento T4 = (20% HL +80% TA), tiene una mayor media de 2.42 cm de altura de planta; superior a los otros tratamientos incluido al tratamiento T7 = TA (Testigo) que tiene una media de 1.38 cm de altura de planta. Seguidamente la segunda evaluación tenemos que el tratamiento T4 = (20% HL +80% TA), tiene una media de 5.06 cm de altura de planta, superior a los otros tratamientos incluidos al tratamiento T7 = TA (Testigo) con una media de 2.80 cm de altura de planta y la tercera evaluación con el tratamiento T4 = (20% HL +80% TA), que presente una mayor media de 9.77 cm de altura de planta, superior a los otros tratamientos incluido al tratamiento T7 = TA (Testigo) con una media de 3.91 cm de altura de planta. Los que tienen relación con los hallazgos de **Saavedra y Gutiérrez (2014)**. que concluye que el sustrato suelo más compost, muestra mejor reacción en la variable altura de plantas (104.9 cm); asimismo lo hallazgos de **Ancco (2021)**, que los tratamientos T0, T6 y T7 presentan un buen comportamiento, el T7 presenta una mayor altura de 18,64 cm, con 9,23 hojas por planta.

5.3.4. Discusión sobre el efecto de los sustratos en la longitud de la raíz de moringa.

Con respecto al resultado de longitud de la raíz de moringa, el tratamiento T4 = (20% HL +80% TA) presenta una mayor media de 7.06 cm de longitud de raíz, seguido por el tratamiento T1 = (20% Compost + 80% TA) con una media de 5.74 cm de longitud de raíz, continua el tratamiento T5 = (30% HL + 70% TA) con una media de 5.19 cm de longitud de raíz, continua el tratamiento T3 = (100% compost) con una media de 4.24 cm de longitud de raíz, continua el tratamiento T2 = (30% compost + 70% TA) con una media de 4.16 cm de longitud de raíz, posteriormente el tratamiento T6 = (100% HL) con una media de 3.85 cm de longitud de raíz, y finalmente el testigo T7 = TA (Testigo) con una media de 2.94 cm de longitud de raíz. ; los mejores resultados se muestran con el sustrato humus de lombriz y tierra



agrícola. El cual tiene relación con los hallazgos de **Ancco (2021)**, de los resultados obtenidos de los tratamientos el TO, obtiene en promedio una longitud de raíz de 18,11 cm., el T7 un desarrollo radicular de 26,68 cm. alcanzando mayor porte aéreo y desarrollo radicular. Asimismo, los hallazgos de **Chuquihuaraca (2020)** obtiene que los tipos de sustratos no tienen efecto en estas dos variables evaluadas, presentando como promedios de 8.88 cm para la longitud de raíz. De igual manera **Cervantes (2017)** obtiene los resultados el que más sobresale fue el T3 compuesto por 70% suelo y 20% humus de lombriz, 10% de cascarilla de arroz, sobresaliendo en las variables longitud de la raíz con 22,8 cm.



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones.

Primero. – Cumpliendo el objetivo general, concluyo que, si existe un efecto atribuible a los sustratos (humus del lombriz y compost) sobre las características biométricas de la moringa (*Moringa oleífera*), en condiciones de vivero en Vilcabamba Grau-Apurímac. Encontrando que hay una relación significativa Sig.< 0.000) de 100.00% entre las variables en estudio, como mejor resultado se obtuvo del tratamiento T4 = 20% HL +80% TA que está compuesta de 20% de humus de lombriz y 80% de tierra agrícola, en comparación con el tratamiento T7 = (testigo).

Segundo. – En atención al objetivo específico 1, concluyo que la aplicación de humus de lombriz y compost con adición de tierra agrícola no tiene efectos significativos (Sig.>0.05), en la emergencia de las plantas de moringa (*Moringa oleífera*), mostrando el tratamiento T1 = (20% Compost + 80% TA) con 92.00% de emergencia superior a los otros tratamientos y al testigo T7 = (TA-Testigo) que tiene 87.33% de emergencia, por lo que el uso de sustratos como el humus y el compost no influyo en la emergencia de las plantas de moringa.

Tercero. – En atención al objetivo específico 2, concluyo que, la aplicación de humus de lombriz y compost con adición de tierra agrícola tiene efectos significativos (Sig.<0.05), en el número de hojas de la moringa (*Moringa oleífera*), el mejor resultado lo brindó el tratamiento T4 = (20% HL +80% TA) en la primera evaluación con una media mayor de 6.03 hojas por planta, en la segunda evaluación con una media de 12.17 hojas por planta, y tercera evaluación con una media de 16.60 hojas por planta, muy superior a los otros tratamientos y al tratamiento T7 = TA (Testigo) con una media de 3.93 hojas por planta en la primera evaluación, con una media de 7.83 hojas por planta en la segunda evaluación y 12.20 hojas por planta en la tercera evaluación.

Cuarto. – En atención al objetivo específico 3, concluyo que, la aplicación de humus de lombriz y compost con adición de tierra agrícola tiene efectos significativos (Sig.<0.05), en la altura de la planta de la moringa (*Moringa oleífera*), el mejor resultado lo brindó el

tratamiento T4 = (20% HL +80% TA), en la primera evaluación con una mayor media de 2.42 cm de altura de planta, en la segunda evaluación con una media de 5.06 cm de altura de planta y en la tercera evaluación con una media de 9.77 cm de altura de planta superior a los otros tratamientos y al tratamiento T7 = TA (Testigo), que tiene una media de 1.38 cm de altura de planta en la primera evaluación, una media de 2.80 cm de altura de planta en la segunda evaluación y una media de 3.91 cm de altura de planta en la tercera evaluación, por lo que si hay efectos en los sustratos utilizados sobre todo en el humus de lombriz.

Quinto. – En atención al objetivo específico 4, concluyo que, la aplicación de humus de lombriz y compost con adición de tierra agrícola tiene efectos significativos (Sig.<0.05), en la longitud de la raíz de la planta de la moringa (*Moringa oleífera*), el mejor resultado lo brindo´ el tratamiento T4 = (20% HL +80% TA), con una mayor media de 7.06 cm de longitud de raíz, superior a los otros tratamientos y al tratamiento testigo T7 = TA (Testigo), que logro una media de 2.94 cm de longitud de raíz; los mejores resultados se muestran con el sustrato humus de lombriz y tierra agrícola.

6.2 Recomendaciones.

Los sustratos orgánicos humus de lombriz y compost con adición de tierra agrícola mejoran las características biométricas de las plantas de moringa (*Moringa oleífera*), a nivel de vivero, observándose que el mejor tratamiento es la mezcla de 20% de humus de lombriz y 80% de tierra agrícola T4 = (20% HL +80% TA).

Continuar con la investigación de mayores mezclas o interacciones de sustratos para evaluar las características biométricas de las plantas de moringa (*Moringa oleífera*), a nivel de vivero.

Continuar con las investigaciones sobre plagas y enfermedades que afectan a las plantas de moringa (*Moringa oleífera*), a nivel de vivero para identificar los controles adecuados. También se recomienda a otros investigadores para que continúan investigando, ya que la investigación realizado es solo emergencia, porque esta planta nos da grandes beneficios que cumple dentro de la seguridad alimentaria, porque se aprovecha casi todas las partes de la planta como hojas, raíz, semilla y tallo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUDELO Viana, L. G., y AIGNEREN ABURTO, J. M. (2008). Diseños de investigación experimental y no-experimental.

AL AZHARIA Jahn, S.; MUSNAD, H.A.; BURGSTALLER, H. (1986) El árbol que purifica el agua: cultivo de Moringaceae multipropósito en Sudán. Unasyuva (FAO)

ALPI, A., & TOGNONI, F. (1999). Cultivo en invernadero (3rd ed.). Mundi - Prensa.

AMAYA y JULCA (2006) Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Send.) Área Temática: Biodiversidad y Conservación de los Recursos Fitogenéticos Andinos. Gerencia Regional de Recursos Naturales y conservación del Medio Ambiente. 2006. 8 páginas

ANCCO GONZALES, D. R. (2021). Diferentes sustratos en la propagación de moringa bajo condiciones de invernadero. URI: <http://hdl.handle.net/20.500.12773/12915>

ANSORENA Miner, J. (1994). Sustratos : propiedades y caracterización.

BERNAL, J., DÍAZ, C., AMAYA, A., & VENEGAS, F. (2003). I. Generalidades del cultivo. *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria*.

CABALLERO VIÑAS, J. (2014). “Estudio de los efectos de la densidad de lombriz y la relación superficie/volumen en un vermireactor de alta tasa, alimentando con lirio acuático seco y lodo residual precomposteados”, en Avances de Tesis doctorado, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México

CADILLO ROJAS, G. A. (2022). Efecto de Bioestimulantes en las características agronómicas del cultivo de moringa (*Moringa oleifera*) bajo condiciones de vivero en Vegueta-Huaura.

CANADÁ, E., ESCOBEDO, G., & LEÓN, N. (2016). Crecimiento y producción de biomasa de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) bajo las condiciones climáticas del Noreste de México. *Tecnociencia Chihuahua*.



CERVANTES PERALTA, S. K. (2017). Efecto de sustratos sobre la propagación sexual del cultivo de moringa (*Moringa oleifera*) en etapa de vivero en la zona de Vinces-Ecuador.

CHUQUIHUARACA, J. (2020). Evaluación de tratamientos pre germinativos y tipos de sustratos en la producción de plántones de moringa (*Moringa oleifera Lam.*) en vivero. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

CONCHA, C., & Vanessa, J. (2020). Evaluación de tratamientos pre germinativos y tipos de sustratos en la producción de plántones de moringa (*Moringa oleifera Lam.*) en vivero.

DORIA, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, 31(1), 74–85.

DURAND, G., Jorky, M., CORDOVA, Q., & Margaret, H. (2018). Efecto de 3 niveles de fertilización (NPK) con dos enmiendas orgánicas en la producción de materia verde del cultivo de moringa (*Moringa oleifera Lam.*) en el distrito de Oxapampa. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

FLORES, B., & Jaime, F. (2004). Producción de Biomasa de *Moringa oleifera* sometida a diferentes densidades de siembra y frecuencias de corte, en el trópico de seco de Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria.

FOIDL, N., MAKKAR, H. P. S., & Becker, K. (2001). The potential of *Moringa oleifera* for agricultural and industrial uses. What development potential for Moringa products, 20.

GARCÍA, L., RUIZ, N., LIRA, R., VERA, I., & MÉNDEZ, B. (2016). Técnicas Para Evaluar Germinación, Vigor y Calidad Fisiológica de Semillas Sometidas a Dosis de Nanopartículas.

GÓMEZ GUTIÉRREZ, K. (2010). Eficiencia del coagulante de la semilla de *Moringa oleifera* en el tratamiento de agua con baja turbidez. *Zamorano*.

INFOAGRO (2016, October). *La valoración agronómica del compost - Revista Infoagro México*. Extraído el 09 de junio del 2022. <https://mexico.infoagro.com/la-valoracionagronomica-del-compost/>



LAGOS, T., BACCA, T., Milena, D., & DELGADO, J. (2015). Biología reproductiva y polinización del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (Cav.) . *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 19, 19(1), 60–73.

LEONARDO LÓPEZ, Rosario. (2013). "Biofertilizantes como una opción para la naturación de zonas urbana". (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, México. Recuperado de <https://repositorio.unam.mx/contenidos/299009>

LEONARDO, R. (2013). Biofertilizantes como opción de naturación de azoteas en zonas urbanas. Universidad Nacional Autónoma de México.

LEZCANO, J. C., Alonso, O., TRUJILLO, M., & MARTÍNEZ, E. (2014). Agentes fungosos asociados a síntomas de enfermedades en plántulas de Moringa oleifera Lamarck. *Pastos y Forrajes*, 37(2), 166–172.

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 en la provincia Otuzco-región La Libertad-Perú.

LUJÁN, Y. (2018). 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 Otuzco - Región La Libertad - Perú. Universidad privada Antenor Orrego .

MAGAÑA BENITES, W. (2012). Aprovechamiento postcosecha de la moringa (*Moringa oleifera*). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 13(2), 171–174.

MATILLA, A. J. (2008). Desarrollo y germinación de las semillas. University of Santiago de Compostela, 537–558.

MEZA, C., OLIVARES, E., GUTIÉRREZ, E., BERNAL, H., & ARANDA, J. (2014). Evaluación de la moringa (*Moringa oleifera* L.) Como alternativa forrajera de alto contenido nutricional para las partes bajas del estado de Nuevo León (tesis de grado). Universidad



Autónoma de Nuevo León, Nuevo León, México. Recuperado de https://nanopdf.com/download/anu305-25-2014-05-1_pdf. Bancos forrajeros de.

MORA, J. S., & GACHARNÁ, N. (2015). El árbol milagroso: la *Moringa oleifera*. *Biodiversidad Colombia*, 1(5), 45-58.

MORA, R., & GARCÍA, J. (2017). Características físicas, capacidad de germinación y crecimiento en vivero de la *Moringa oleífera* Lam, bajo cuatro sustratos en el Municipio de Turbo. Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente - ECAPMA.

MOSQUERA, B. (FONAG). (2010). Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos. *Fondo Para La Protección Del Agua*.

MUÑOZ, G., GARCÍA, Á., & ALCARAZ, A. (2020). Análisis de políticas agropecuarias en Perú, 2014-2018 | Publications.

MURILLO, J. (2011). Métodos de investigación de enfoque experimental. *Recuperado el*, 2011, vol. 2.

MUSTIN, M.1987. Le Compost, Gestion de la Matière organique. Paris, Editions François DUBU S C.954 p

NAVARRO, P. (2015). *Moringa oleífera*: Un aliado en la lucha contra la desnutrición.

OLARTE, O. (2008). *Moringa oleífera*. Recuperado el 07 de junio de 2021, de <http://oscarolarteblandon.blogspot.com/>: <http://oscarolarteblandon.blogspot.com/>

OLSON, M., & Fahey, J. (2011). *Moringa oleífera*: un árbol multiusos para zonas tropicales secas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82, 1071–1082.

PARROTTA, J. (1993). *Moringa oleífera* Lam. Reseda, árbol de rábano picante. United States Department of Agriculture.

PASTOR, N.(1999).Utilización de sustratos en viveros.Terra Latinoamericana, 17(3),231–235.



PÉREZ, A., SÁNCHEZ, T., ARMENGOL Nayda, & REYES, F. (2010). Características y potencialidades de *Moringa oleifera*, Lamark. Una alternativa para la alimentación animal. *Pastos y Forrajes*, 33, 349–362.

PIÑUELA, A., GUERRA, Á., & PÉREZ, E. (2013). Guía Para El Establecimiento Y Manejo De Viveros Agroforestales. Fundación Para La Investigación Agrícola Danac, 38.

QUEVEDO CÓRDOVA, H. M., & GARCÍA DURAND, M. J. (2019). Efecto de 3 niveles de fertilización (NPK) con dos enmiendas orgánicas en la producción de materia verde del cultivo de moringa (*Moringa oleifera Lam.*) en el distrito de Oxapampa.

SAAVEDRA MIRANDA, A. F., & GUTIÉRREZ GONZÁLES, S. L. (2014). Evaluación del efecto de tres sustratos en el desarrollo de plantas de *Moringa oleifera* en vivero (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).

SARMIENTO, D. (2008). Establecimiento de un sistema agroforestal con dos especies leguminosas para la recuperación de suelos degradados en la microcuenca de San Pedro Mixtepec, Juquila, Oaxaca. Universidad del Mar, Puerto Escondido, México.

SCHULDT, M., CHRISTIANSEN, R., SCATTURICE, L. A., & MAYO, J. P. (2007). Lombricultura. Desarrollo y adaptación a diferentes condiciones de temperie (Vermiculture. Development and adaptation to diverse climatic conditions). *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*, VIII, 1–10.

SHIPITALO, J. 2000. Cultivemos la Lombriz y Humus, 17-18.

SOTO, G., y MUÑOZ, C. (2002). Consideraciones teóricas y prácticas sobre el compost, y su empleo en la agricultura orgánica. *Agricultura Orgánica*, 123–129.

STEVERDING, E, (1991) Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agroecosystems. *GTZ Alemania* 371

TOMÍN, T. 1995. Lombricultura una Alternativa en la agricultura, 143



VALDÉS, O., MUÑOZ, C., PÉREZ, A., & MARTÍNEZ, E. (2014). Análisis y ajuste de curvas de crecimiento de *Moringa oleífera Lam.* en diferentes sustratos . *Revista Científica Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 6.

VÁLDES-RODRÍGUEZ, O. A., MUÑOZ-GAMBOA, C., PÉREZ-VÁZQUEZ, A., & MARTÍNEZ-PACHECO, L. E. (2014). Análisis y ajuste de curvas de crecimiento de *Moringa oleífera Lam.* en diferentes sustratos. *Revista Científica Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 2(2), 66-70.

VALENZUELA, O. . (2015). Tecnología de sustratos: propiedades de los diferentes componentes. *Simposio Regional de Viveros , Cítricos Bajo Cubierta*.

VERA, J., VELIZ, D., JÁCOME, G., CABRERA, R., RAMOS, R., & SEGOVIA, G. (2016). Guía para el establecimiento y manejo de un vivero de cacao (*Theobroma cacao L.*). *Edición y auspicio. Universidad Técnica Estatal De Quevedo SBN*, 978-9978.

VIÑÁN, A. (2018). Diseño estadístico experimental para el estudio de la respuesta del maíz (zea mays l.) a la aplicación edáfica complementaria de tres tipos de abono sintético a dos dosis en la comunidad de peñas, cantón tiwintza, provincia de Morona Santiago. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2014/1/226T0019.pdf>



ANEXOS



Anexo 1 — Matriz de consistencia metodológica.

Título: “Efecto de dos sustratos orgánicos sobre las características biométricas del cultivo de moringa (*Moringa oleifera*) en condiciones de vivero, distrito de Vilcabamba, Grau – Apurímac”

| Problema | Objetivo | Hipótesis | Variables |
|--|--|--|---|
| <p>Problema general</p> <p>¿Cuál es el efecto de los sustratos orgánicos humus de lombriz y compost, en las características biométricas de la moringa (<i>Moringa oleifera</i>) en condiciones de vivero, en Vilcabamba, Grau-Apurímac?</p> | <p>Objetivo general</p> <p>Evaluar el efecto de los sustratos orgánicos humus del lombriz y compost sobre las características biométricas de la moringa (<i>Moringa oleifera</i>), en condiciones de vivero en Vilcabamba, Grau-Apurímac.</p> | <p>Hipótesis general</p> <p>Los sustratos orgánicos humus del lombriz y compost tienen diferentes efectos sobre las características biométricas de la moringa (<i>Moringa oleifera</i>), en condiciones de vivero en Vilcabamba, Grau-Apurímac.</p> | <p>Variable Independiente</p> <p>Niveles de sustratos</p> |
| <p>Problema específico 1</p> <p>¿Cuál es el efecto del sustrato orgánico humus de lombriz en las características biométricas del cultivo de moringa (<i>Moringa oleifera</i>) en condiciones de vivero, en Vilcabamba, Grau-Apurímac?</p> | <p>Objetivo específico 1</p> <p>Determinar el efecto del sustrato orgánico humus de lombriz en las características biométricas del cultivo de moringa (<i>Moringa oleifera</i>) en condiciones de vivero, en Vilcabamba, Grau-Apurímac.</p> | <p>Hipótesis específica 1</p> <p>Los sustratos orgánicos humus de lombriz tienen diferencia entre las características biométricas del cultivo de moringa (<i>Moringa oleifera</i>) en condiciones de vivero, en Vilcabamba, Grau-Apurímac.</p> | <p>Variables dependientes</p> <p>Características biométricas</p> |
| <p>Problema específico 2</p> <p>¿Cuál es el efecto del sustrato orgánico compost en las características biométricas del cultivo de moringa (<i>Moringa oleifera</i>) en condiciones de vivero, en Vilcabamba, Grau-Apurímac?</p> | <p>Objetivo específico 2</p> <p>Determinar el efecto del sustrato orgánico compost en las características biométricas del cultivo de moringa (<i>Moringa oleifera</i>) en condiciones de vivero, en Vilcabamba, ¿Grau-Apurímac.</p> | <p>Hipótesis específica 2</p> <p>Los sustratos orgánicos compost tienen diferencias entre las características biométricas del cultivo de moringa (<i>Moringa oleifera</i>) en condiciones de vivero, en Vilcabamba, ¿Grau-Apurímac.</p> | <p>Características biométricas</p> |



Anexo 2 — Matriz de consistencia operacional.

Título: “Efecto de dos sustratos orgánicos sobre las características biométricas del cultivo de moringa (*Moringa oleífera*) en condiciones de vivero, distrito de Vilcabamba, Grau – Apurímac”

| Variable | Indicador | Índice |
|-------------------------------|---------------------|---|
| Variable Independiente | | |
| Niveles de Sustratos | Dosis de sustratos | T1= 20% Compost + 80% Tierra Agrícola |
| | | T2= 30% Compost + 70% Tierra Agrícola |
| | | T3= 100% Compost |
| | | T4= 20% Humus de Lombriz +80% Tierra Agrícola |
| | | T5= 30% Humus de Lombriz + 7% Tierra Agrícola |
| | | T6=100% Humus de Lombriz 100% |
| | | T7= Testigo 100% Tierra Agrícola |
| Variable Dependiente | | |
| Características biométricas | Emergencia | % |
| | Numero de hojas | Conteo |
| | Altura de la planta | Cm |
| | Longitud de raíz | Cm. |



Anexo 3 — Análisis de suelos.



**LABORATORIO DE ANALISIS
QUIMICO, FISICO DE SUELOS
AGUAS Y PLANTAS**

CALLE ALMAGRO N° 190
TELF.: 277471 - CEL: 984 163025
SAN JERÓNIMO - CUSCO



INFORME DE ANALISIS

TIPO ANALISIS : FERTILIDAD – FISICO – MECANICO.
 PROCEDENCIA DE MUESTRAS : EFECTO DE DOS SUSTRATOS ORGANICOS SOBRE LAS CARACTERISTICAS BIOMETRICAS DEL CULTIVO DE MORINGA(moringa Oleífera) EN CONDICIONES DE VIVERO, DEL DISTRITO DE VILCABAMBA, PROVINCIA DE GRAU – APURIMAC.
 INSTITUCION SOLICITANTE : JULIO ROLANDO BLAS QUISPE.

ANALISIS DE FERTILIDAD:

| N° | CLAVE | mmhos/cm. C.E. | pH | % CaCO ₃ | % M.ORG. | % N.TOTAL | ppm P ₂ O ₅ | ppm K ₂ O |
|----|-----------------|-------------------|------|------------------------|-------------|--------------|--------------------------------------|-------------------------|
| 01 | HUMUS - LOMBRIS | 8.00 | 6.90 | -- | 18.43 | 0.92 | 91.6 | 6,873 |
| 02 | ABONO-GANADO | 7.60 | 9.30 | -- | 22.07 | 1.09 | 87.1 | 7,620 |
| 03 | TIERRA-AGRICOLA | 0.28 | 6.60 | -- | 5.68 | 0.28 | 14.7 | 75 |

ANALISIS CARACTERIZACION:

| N° | CLAVE | % ARENA | % LIMO | % ARCILLA | CLASE-TEXTURAL |
|----|-----------------|------------|-----------|--------------|----------------|
| 01 | TIERRA-AGRICOLA | 52 | 40 | 8 | FRANCO |

CUSCO, 16 DE AGOSTO DEL 2,021.



ING. AGRO. Marco Antonio Yapura Cayo
CIP - 217601
QUIMICA DE SUELOS Y FERTILIZANTES



YUSTO YAPURA CONDORI
ANALISTA QUIMICA DE SUELOS AGUAS Y PLANTAS

Anexo 4 — Ubicación del campo experimental

| Ubicación | Localidad |
|---------------|-------------|
| Departamento | Apurímac |
| Provincia | Grau |
| Distrito | Vilcabamba |
| Sector | Ccoturumi |
| Latitud sur | 14° 4' 77" |
| Latitud oeste | 72° 37' 15" |
| Altitud | 2783 msnm |

Anexo 5 — Características agroecológicas del Campo Experimental

| Ubicación | Localidad |
|---------------------|--|
| Zona agroecológica | Valle |
| Franja latitudinal | Valle |
| Grupo ecológico | Valle andino |
| Zona de vida | dd-s (valle andino) |
| Cuenca hidrográfica | Vilcabamba |
| Temperatura | Bordea los 30 C O en verano y que fluctúan entre 15,9 C y O 19,9 C en invierno |

Anexo 6 — Antecedentes del campo experimental

| Campaña agrícola | Cultivos agrícolas |
|-------------------------|---------------------------|
| 2013-2014 | Producción de paltos |
| 2014-2015 | Producción de paltos |
| 2015- 2016 | Producción de limón |
| 2016-2017 | Producción de durazno |
| 2017 -2018 | Producción de paltos |
| 2019-2021 | Producción de uva – limón |

Anexo 7 — Procedimiento y duración del experimento (fechas de siembra y cosecha)

| Actividades | Fecha |
|---|--------------|
| Etapa I. Ubicación y determinación | 14/08/2021 |
| Etapa II. Análisis de suelo | 16/08/2021 |
| Etapa III. Limpieza de terreno | 10/11/2021 |
| Etapa IV. Trazado y distribución de parcelas | 15/11/2021 |
| Etapa V. Preparación de terreno y siembra | 17/11/2021 |
| Siembra | 25/11/2021 |
| Etapa VI. Manejo agronómico | |
| Control de malezas | 10/12/2021 |
| Evaluaciones | |
| Emergencia de las semillas | 02/12/2021 |
| Evaluación número de hojas (1ra evaluación) | 25/12/2022 |
| Evaluación número de hojas (2da evaluación) | 09/01/2022 |
| Evaluación número de hojas (3ra evaluación) | 25/01/2022 |
| Evaluación del tamaño de la planta | 20/07/2022 |
| Evaluación altura de la planta (1ra evaluación) | 25/12/2022 |
| Evaluación altura de la planta (2da evaluación) | 09/01/2022 |
| Evaluación altura de la planta (3ra evaluación) | 25/01/2022 |
| Evaluación longitud de raíz | 09/01/2022 |
| Procesamiento de datos | 25/03/2022 |

Anexo 8 — Costo de producción de la moringa

COSTO DE PRODUCCIÓN DE MORINGA

Variedad *Moringa oleífera*
 Época de siembra Julio - Diciembre
 Rendimiento 100 Kg/Ha

| ITMS. | Rubros | Unidades | Cantidades | Precio S/ | Sub total S/ |
|-----------------------------|------------------------------------|----------|------------|-----------|------------------|
| A. | COSTOS DIRECTOS | | | | 300.00 |
| 1 | PREPARACIÓN DEL SUSTRATO | | | | |
| | Preparación de sustrato | Jornada | 4 | 75.00 | 300.00 |
| 2 | SIEMBRA Y LABORES AGRÍCOLAS | | | | 12,066.00 |
| | Embolsado de sustrato | Jornada | 3 | 75.00 | 225.00 |
| | Repique de semillas a las bolsas | Jornada | 3 | 75.00 | 225.00 |
| | Riego | m2 | 2 | 10.00 | 20.00 |
| | Deshierbe | m2 | 30 | 10.00 | 300.00 |
| 3 | INSUMOS | | | | 1,850.00 |
| | Madera rollizos 50 m | und | 15 | 10.00 | 150.00 |
| | Clavos 4" | Kg | 35 | 4.00 | 140.00 |
| | Alambre 14 | Kg | 30 | 10.00 | 300.00 |
| | Sacos de yute | Und | 30 | 4.00 | 120.00 |
| | Rafia cinta | Und | 15 | 3.00 | 45.00 |
| | Etiquetas | Global | 1 | 100.00 | 100.00 |
| | Mantas de plástico 2 x 2 m | ml | 35 | 5.00 | 175.00 |
| | Tamiz metálico 0.8 X 1.0 m | Und | 10 | 5.00 | 50.00 |
| | Pala cuchara | Und | 3 | 25.00 | 75.00 |
| | Rastrillo | Und | 2 | 40.00 | 80.00 |
| | Carretilla bugui | Und | 2 | 150.00 | 300.00 |
| | Cordel algodón | ml | 15 | 1.00 | 15.00 |
| | Bidones | Und | 3 | 100.00 | 300.00 |
| 4 | COSTOS DIRECTOS | | | | 6,672.00 |
| | Gastos administración | % | 6% | | 384.00 |
| | Gastos financieros | % | 8% | | 540.00 |
| 5 | COSTOS INDIRECTOS | | | | 924.00 |
| TOTAL, ESTIMADO (s/) | | | | | 7,596.00 |



Anexo 9 — Panel fotográfico

Fotografía 1 — Se realiza la nivelación de terreno natural.



Fotografía 2 — Proceso de preparación de sustrato para el embolsado.



Fotografía 3 — Se realiza el proceso de embolsado de sustrato



Fotografía 4 — Se realiza el proceso de armado de bolsas en cada tratamiento.



Fotografía 5 — Colocado de cartel de identificación a cada tratamiento



Fotografía 6 — Remojado de semilla para el repique a cada bolsa



Fotografía 7 — Realización de repique de semilla a cada bolsa.



Fotografía 8 — Riego a cada tratamiento



Fotografía 9 — Herramientas utilizadas en proceso de instalación



Fotografía 10 — Proceso de determinación de la altura de la planta.



Fotografía 11 — Cantidad de hojas por planta



Fotografía 12 — Determinación número de hojas



Fotografía 13 — Se presenta los tratamientos



Fotografía 14 — Muestra de un tratamiento de las plantas



Fotografía 15 — Se presenta medición de la altura de las plantas



Fotografía 16 — Determinación de número de hojas



Fotografía 17 — Muestra de número de hojas



Fotografía 18 — Muestra de numero de hojas



Fotografía 19 — Muestra de cantidad de hojas por planta



Fotografía 20 — Muestra de cantidad de hojas de planta



Fotografía 21 — Muestra de altura de la planta



Fotografía 22 — Altura de la planta



Fotografía 23 — Proceso de medida de altura del tallo la planta



Fotografía 24 — Medición de altura de la planta



Fotografía 25 — Se aprecia la terminación longitud de la raíz



Fotografía 26 — Se aprecia la terminación longitud de la raíz



Fotografía 27 — Medición de la raíz



Fotografía 28 — Medición de raíz

