

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA TROPICAL



TESIS

INFLUENCIA DE SUSTRATOS ELABORADOS A PARTIR DE *Melinis minutiflora* e *Inga edulis* INOCULADOS CON MICROORGANISMOS EFICIENTES ACIDO LÁCTICAS , EN PLANTULAS DE REPOLLO EN EL DISTRITO DE HUAYOPATA - LA CONVENCION - CUSCO.

PRESENTADO POR:

Br. ELIAQUIN PUMAHUILLCA VARGAS

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO AGRÓNOMO TROPICAL.**

ASESOR:

Dr. RICARDO GONZALES QUISPE.

CUSCO - PERÚ

2026



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor RICARDO GONZALEZ
QUISPE quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesistitulada: INFLUENCIA DE SUSTRATOS

ELABORADOS A PARTIR DE MELINIS MINUTIFLORA E INGA
EDULZIS INOCULADOS CON MICROORGANISMOS EFICIENTES ACIDO
LACTICAS EN PLANTULAS DE REPOLLO EN EL DISTRITO DE HUAYOPATA
LA CONVENCIÓN - CUSCO.

Presentado por: ELIAQUIN PUMAHUILCA VARGAS DNI N° 47858740 ;
presentado por: DNI N°:

Para optar el título Profesional/Grado Académico de INGENIERO
AGRONOMO TROPICAL

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 01 veces, mediante el
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de**
Similitud en la UNSAAC y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 8 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	<input checked="" type="checkbox"/>
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	<input type="checkbox"/>
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	<input type="checkbox"/>

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 22 de Abri de 2026

.....
Firma

Post firma Ricardo Gonzalez Quispe

Nro. de DNI 23903799

ORCID del Asesor 0000-0003-0227-8770

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: oid: 27259:581548264

ELIAQUIN PUMAHUILLCA VARGAS

INFLUENCIA DE SUSTRATOS ELABORADOS A PARTIR DE Melinis minutiflora e Inga edulis INOCULADOS CON MICROO...

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:581548264

131 páginas

Fecha de entrega

21 abr 2026, 7:51 p.m. GMT-5

25.688 palabras

Fecha de descarga

21 abr 2026, 8:07 p.m. GMT-5

116.488 caracteres

Nombre del archivo

Tesis Eliaquin Pumahuillca 35 (3).pdf

Tamaño del archivo

3.2 MB




8% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe


- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 7%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 3%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**
12 caracteres sospechosos en N.º de página
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

Con el corazón lleno de gratitud y humildad, dedico este trabajo de investigación a las personas más importantes en mi vida, cuyo amor, apoyo incondicional y sacrificios han sido el faro que guía mi camino y la fuerza que me impulsa a alcanzar mis metas.

A mi madre, Beatriz Vargas Cárdenas, que ha sido una fuente constante de amor, sabiduría y perseverancia en mi vida. Su ejemplo y creencia en mí me han impulsado a alcanzar este logro, que comparto con ella con orgullo.

De la misma forma a mi padre, Santiago Pumahuilca Huayta, cuyo trabajo duro, honestidad y valores inculcados han sido un ejemplo a seguir. Gracias, padre, por tus enseñanzas, por tu apoyo constante y por inculcar en mí la pasión por el conocimiento y la dedicación al trabajo.

A mis hermanas, Vanessa Campana Vargas e Indira Pumahuilca Vargas, compañeras de vida, siento un gran cariño por cada una de ustedes, gracias por su apoyo incondicional, por estar a mi lado en los buenos y malos momentos, las quiero muchísimo.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, mi más profundo agradecimiento. A la Escuela Profesional de Agronomía Tropical, por abrirme las puertas del conocimiento y brindarme una formación de excelencia. A sus docentes, por compartir su sabiduría y exigirme siempre dar lo mejor de mí. Su dedicación y compromiso fueron fundamentales en mi desarrollo profesional.

A la Universidad Intercultural de Quillabamba, mi gratitud por facilitarme el uso de sus laboratorios. El acceso a estos recursos fue invaluable para la realización de la presente investigación y el desarrollo de mis habilidades prácticas.

Al Colegio Monte Salvado, donde despertó en mí el amor por la agricultura y la conexión con la tierra. Las experiencias y conocimientos adquiridos en sus aulas fueron la semilla que germinó en mi pasión por esta ciencia.

Mi especial agradecimiento al Dr. Ricardo Gonzales Quispe, mi asesor de tesis. Su guía experta, sus consejos oportunos y su apoyo constante fueron fundamentales para la culminación de este trabajo.

A mi pareja, Lizbeth Centeno Castillo, cuyo amor, comprensión y paciencia han sido mi mayor motivación. Gracias por tu apoyo incondicional, por tus palabras de aliento en los momentos de duda y por compartir conmigo este sueño. Este logro es nuestro.

A mis familiares, cuyo cariño y apoyo han sido fundamentales en mi desarrollo personal y profesional. Agradezco su confianza, apoyo en mi vida.

Detrás de este logro hay muchas personas que aportaron su esfuerzo y dedicación, a quienes estaré eternamente agradecido. Esta tesis es mi humilde tributo a su amor, apoyo y confianza.

A mis amigos y compañeros Linder Alberto Rojas y Miguel Tillca Ccolque, gracias por compartir vuestros conocimientos para realizar este camino, las risas, los desafíos y las experiencias vividas juntos fortalecieron nuestros lazos y enriquecieron mi formación.

A mis compañeros de trabajo, gracias por su colaboración, su apoyo y por hacer del ambiente laboral un espacio de aprendizaje y crecimiento.

Detrás de este logro hay innumerables horas de dedicación y esfuerzo por parte de muchas personas. Les estaré siempre agradecido.

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	x
INTRODUCCIÓN	1
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN	3
1.1. Identificación del problema objeto de investigación	3
1.2. Formulación del problema	4
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN	5
2.1. Objetivo general.....	5
2.2. Objetivos específicos	5
2.3. Justificación	5
III. HIPÓTESIS	7
3.1. Hipótesis general	7
3.2. Hipótesis específicas	7
IV. MARCO TEORICO	8
4.1. Antecedentes	8
4.2. Bases teóricas	9

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	25
5.1. Tipo de investigación	25
5.2. Ubicación espacial.....	25
5.3. Materiales	27
5.4. Métodos.....	28
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
6.1. Fase de elaboración de sustratos, procesamiento de muestras y análisis físico - químico de sustratos.....	50
6.2. Fase de evaluación de las características agronómicas, índice de calidad de Dickson e índice de robustez de plantitas de repollo (<i>Brassica oleracea var. Capitata</i>), producidas en almácigo	66
VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.....	83
7.1. Conclusiones	83
7.2. Sugerencias.....	85
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	86
ANEXOS.....	91

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características físicas y químicas de un sustrato ideal como base para el cultivo de semillas de plantas en semilleros.....	11
Tabla 2: Características físico químicas del sustrato comercial en base a turba.....	13
Tabla 3: Combinación de tratamientos del experimento.....	30
Tabla 4: Nivel óptimo de propiedades físicas y químicas.....	38
Tabla 5: Operacionalización de variables de análisis físico químico de sustratos.....	39
Tabla 6: Combinación de tratamientos del experimento.....	40
Tabla 7: Operacionalización de variables en la determinación de la influencia de los sustratos en los índices de calidad de almácigo de repollo.....	49
Tabla 8: Resultados de densidad aparente (g/cm^3).....	50
Tabla 9: Análisis de varianza para la densidad aparente de los sustratos elaborados.....	50
Tabla 10: Prueba de Tukey densidad aparente.....	51
Tabla 11: Resultados de la densidad real (g/cm^3).....	52
Tabla 12: Análisis de varianza de densidad real (g/cm^3).....	52
Tabla 13: Prueba de Tukey de densidad real.....	53
Tabla 14: Resultados de espacio poroso (%).....	54
Tabla 15: Análisis de varianza del espacio poroso.....	54
Tabla 16: Resultados del pH por tratamiento.....	55
Tabla 17: Análisis de varianza de pH.....	56
Tabla 18: Prueba de Tukey para pH.....	56
Tabla 19: Resultados de la conductividad eléctrica (dS/m).....	57
Tabla 20: Análisis de varianza de conductividad eléctrica.....	57

Tabla 21: Prueba de Tukey conductividad eléctrica	58
Tabla 22: Resultados de capacidad de intercambio catiónico (cmol/Kg)...	59
Tabla 23: Análisis de varianza de capacidad de intercambio catiónico	59
Tabla 24: Prueba de Tukey capacidad de intercambio catiónico	59
Tabla 25: Promedio de la materia orgánica (%)	60
Tabla 26: Análisis de varianza de materia orgánica	61
Tabla 27: Prueba de Tukey para materia orgánica	61
Tabla 28: Resultados de la relación carbono nitrógeno (C/N).....	62
Tabla 29: Análisis de varianza de relación carbono nitrógeno (C/N).....	63
Tabla 30: Prueba de Tukey para relación carbono nitrógeno.....	63
Tabla 31: Resultados del nitrógeno total (%).....	64
Tabla 32: Análisis de varianza de nitrógeno total (%)	64
Tabla 33: Prueba Tukey nitrógeno total (%).....	65
Tabla 34: Resultados de porcentaje de germinación (%)	66
Tabla 35: Análisis de porcentaje de germinación (%)	66
Tabla 36: Resultados de longitud de tallo (cm)	67
Tabla 37: Análisis de varianza de longitud de tallo (cm)	67
Tabla 38: Prueba Tukey para longitud de tallo	67
Tabla 39: Resultados de diámetro de tallo (mm)	68
Tabla 40: Análisis de varianza de diámetro de tallo (mm)	68
Tabla 41: Prueba Tukey para diámetro de tallo	69
Tabla 42: Resultados de peso fresco foliar (g).....	70
Tabla 43: Análisis de varianza de peso fresco foliar (g)	70
Tabla 44: Prueba Tukey peso fresco foliar	70
Tabla 45: Resultados de peso seco foliar (g)	71

Tabla 46: Análisis de varianza de peso seco foliar (g).....	71
Tabla 47: Prueba de Tukey para peso seco foliar	72
Tabla 48: Resultados peso fresco radicular (g).....	73
Tabla 49: Análisis de varianza de peso fresco radicular (g)	73
Tabla 50: Prueba de Tukey para peso fresco radicular.....	73
Tabla 51: Resultados de peso seco radicular (g)	74
Tabla 52: Análisis de varianza de peso seco radicular (g)	74
Tabla 53: Prueba Tukey peso seco radicular.....	75
Tabla 54: Resultados de Número de hojas(%).....	76
Tabla 55: Análisis de varianza de número de hojas (unidad)	76
Tabla 56: Prueba de Tukey para número de hojas	76
Tabla 57: Resultados de biomasa seca total (g).....	77
Tabla 58: Análisis de peso de biomasa seca total (g).....	77
Tabla 59: Prueba Tukey peso de biomasa seca total.....	78
Tabla 60: Resultados de índice calidad de Dickson (altura/diámetro).....	79
Tabla 61: Análisis varianza de índice de calidad de Dickson	79
Tabla 62: Prueba de Tukey índice de Dickson.....	79
Tabla 63: Resultados de Índice de robustez.....	81
Tabla 64: Análisis de varianza de índice de robustez	81
Tabla 65: Tabla de índice de robustez de los sustratos.....	82

RESUMEN

El trabajo de investigación titulado INFLUENCIA DE SUSTRATOS ELABORADOS A PARTIR DE *Melinis minutiflora* e *Inga edulis* INOCULADOS CON MICROORGANISMOS EFICIENTES ACIDO LÁCTICOS EN PLÁNTULAS DE REPOLLO EN EL DISTRITO DE HUAYOPATA – LA CONVENCION – CUSCO se desarrolló del 1 de julio al 30 de diciembre de 2024, en el sector Aputinya. Tuvo como objetivo evaluar sustratos para almácigos como alternativa tecnológica sustentable.

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro tratamientos: A (50% *Melinis minutiflora* + 50% *Inga edulis* + microorganismos eficientes), B (75% *Melinis* + 25% *Inga* + microorganismos), C (100% *Melinis* + microorganismos) y D (sustrato comercial Sungro), con tres repeticiones (12 unidades experimentales). La investigación incluyó dos fases: análisis físico-químico (densidad, porosidad, pH, conductividad, relación C/N, materia orgánica y nitrógeno) y evaluación del crecimiento de plántulas (altura, diámetro, peso fresco y seco, biomasa e índice de Dickson).

El tratamiento A destacó en propiedades físico-químicas (densidad aparente 0.25 g/cm³, porosidad 74.10%, pH 5.88, materia orgánica 48.71%) y en calidad de plantas (altura 5.94 cm, diámetro 1.30 mm, biomasa total 0.0973 g), superando al sustrato comercial.

Se concluyó que la mezcla 50% *Melinis minutiflora* + 50% *Inga edulis* con microorganismos eficientes es la mejor opción, por su bajo costo, fácil elaboración y óptimo desarrollo de plántulas.

Palabras clave: *Melinis minutiflora*, *Inga edulis*, Sustrato, Índice de calidad de planta, Análisis físico químico.

INTRODUCCIÓN

La producción de plántulas de alta calidad es un pilar fundamental de la agricultura moderna, ya que el éxito en el campo depende directamente del vigor y la sanidad del material vegetal inicial. Dentro de este proceso, la elección del sustrato de crecimiento en el almacigado es una de las decisiones más críticas, influyendo directamente en la germinación, el desarrollo radicular y la resistencia de las plantas jóvenes. Un sustrato ideal debe proporcionar un equilibrio óptimo de aireación, retención de agua y estabilidad química, características esenciales para un desarrollo temprano saludable en condiciones controladas de vivero o invernadero.

Los sustratos comerciales tienen costos elevados y suelen estar compuestos por turba, material no renovable cuya extracción causa impactos ambientales negativos. Por ello, existe interés en desarrollar alternativas a partir de materiales locales de bajo costo y mayor sostenibilidad.

La *Melinis minutiflora* o pasto gordura es una gramínea introducida que prosperó abundantemente en la selva alta del Perú. Esta especie tiene buena disponibilidad en la zona de Huayopata y su biomasa podría ser aprovechado en la preparación de sustratos de almácigo. El uso de esta biomasa representa una opción ecológica al reemplazar componentes como la turba y dar valor agregado a un recurso local.

Inga edulis o pacay o pacay mono, es una planta de la selva alta del Perú conocida por sus propiedades beneficiosas en la agricultura, dichas propiedades permiten mejorar la calidad del suelo, controlar la erosión y proporcionar sombra, lo que la convierte en una aliada importante en sistemas agroforestales. La presencia de esta especie en la selva alta del Perú ha tenido implicaciones positivas para la sostenibilidad agrícola. En el distrito de Huayopata se usa como sombra para los cafetales y teales donde genera bastante mulch, que sirve como abono natural para estas plantas.

Los microorganismos eficientes (EM) son una combinación de bacterias, levaduras y hongos beneficiosos que se utilizan en la agricultura para mejorar la calidad del suelo, estimular el crecimiento de las plantas y aumentar la producción agrícola, los microorganismos eficientes son esenciales para acelerar la descomposición de residuos orgánicos, incluyendo restos de cosechas y otros materiales orgánicos. Esto ayuda a reducir los desechos y a crear abono orgánico útil para la agricultura esto permite la liberación de nutrientes esenciales para las

plantas, razones muy importantes de la presencia de los microorganismos eficientes en la agricultura.

El objetivo principal de esta tesis fue comparar las características físico químicas y los índices de calidad de las plántulas, comparando los sustratos elaborados de diferentes proporciones de biomasa de *Melinis minutiflora* e *Inga edulis* frente al sustrato comercial Sungro. La investigación buscó determinar la proporción óptima de estos residuos orgánicos que permitieron obtener plántulas con los mejores indicadores de calidad estableciendo así una alternativa viable, económica y más sostenible al uso de los sustratos comerciales en la producción de almácigos.

El autor.

I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación del problema objeto de investigación

La preparación de almácigos representa la primera etapa del cultivo de hortalizas, flores y plantas forestales. El uso de sustratos de calidad es indispensable para lograr plántulas vigorosas con sistema radicular bien desarrollado. Los sustratos comerciales como turba, vermiculita, perlita o fibra de coco tienen alta efectividad, pero su elevado costo limita su acceso a los pequeños productores. En el distrito de Huayopata, los agricultores carecen de recursos para adquirir sustratos comerciales para sus almácigos; sin embargo, el sustrato más utilizado en el distrito es la turba.

Ante esta problemática se requiere evaluar materiales locales de bajo costo como alternativas sustentables para la preparación de sustratos. La *Melinis minutiflora* o pasto gordura es una gramínea introducida que crece vigorosamente en esta parte del país. En Huayopata esta especie se encuentra en forma silvestre y sus residuos orgánicos son abundantes. El aprovechamiento integral de estos residuos mediante la elaboración de sustratos para almácigo significaría darles valor agregado.

Pero, se conoce muy poco sobre el uso de sustrato elaborado a partir de *Melinis minutiflora*, y de su impacto en la germinación y desarrollo inicial de las plántulas. Es necesario investigar proporciones apropiadas de uso de *Melinis minutiflora* y otros materiales como las hojas de paca (*Inga edulis*), que permitan condiciones óptimas de porosidad, retención de humedad, pH y nutrientes para los almácigos.

Esta investigación tuvo como objetivo elaborar y evaluar sustratos con proporciones de mezclas a partir de *Melinis minutiflora* e *Inga edulis*, para su preparación de almácigos. Cuyos resultados de esta evaluación nos permite garantizar como una opción económica y ecológica para la localidad.

1.2. Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo son los sustratos elaborados para almácigos a partir de *Melinis minutiflora* e *Inga edulis* combinado con microorganismo eficientes, en condiciones del distrito de Huayopata - La Convención - Cusco?

1.2.2 Problemas específicos

- 1) ¿Cómo son las propiedades físicas: densidad aparente, densidad real y espacio poroso, propiedades químicas: pH, conductividad eléctrica (C.E.), capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.), materia orgánica (M.O.), relación carbono nitrógeno (C/N) y nitrógeno total (N total), de los sustratos elaborados para almácigos con diferentes proporciones de *Melinis minutiflora* e *Inga edulis* más microorganismos eficientes?

- 2) ¿Cómo son las características agronómicas, índice de calidad de Dickson e índice de robustez de plántulas de repollo (*Brassica oleracea var? Capitata L.*), producidas en almácigos con sustratos preparados a partir de *Melinis minutiflora* e *Inga edulis* más microorganismos eficientes?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1. Objetivo general

Evaluar los sustratos elaborados para almácigos a partir de *Melinis minutiflora* e *Inga edulis* combinado con microorganismo eficientes, en condiciones del distrito de Huayopata - La Convención - Cusco.

2.2. Objetivos específicos

- 1) Determinar las propiedades físicas: densidad aparente, densidad real y espacio poroso, propiedades químicas: pH, conductividad eléctrica (C.E.), capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.), materia orgánica (M.O.), relación carbono nitrógeno (C/N) y nitrógeno total (N total), de los sustratos elaborados para almácigos con diferentes proporciones de *Melinis minutiflora* e *Inga edulis* más microorganismos eficientes.
- 2) Determinar las características agronómicas, índice de calidad de Dickson e índice de robustez de plántulas de repollo (*Brassica oleracea var. Capitata L.*), producidas en almácigos con sustratos preparados a partir de *Melinis minutiflora* e *Inga edulis* más microorganismos eficientes.

2.3. Justificación

Esta investigación aportará información novedosa sobre la influencia de las diferentes proporciones de *Melinis minutiflora* e *Inga edulis* en las características físicas y químicas de sustratos, así como el efecto en el desarrollo de las plántulas de repollo en almácigo. Los resultados generados beneficiarán directamente a los productores de Huayopata, proponiendo alternativas accesibles con uso del recurso disponible en la zona.

La investigación busca optimizar recursos locales, como *Melinis minutiflora* e *Inga adulis*, para obtener sustratos mejorados. Esto se alinea con la necesidad de maximizar la eficiencia en el uso de recursos disponibles en la región y reducir la dependencia del sustrato importado.

Este estudio se centra en la necesidad de encontrar alternativas económicas a los sustratos comerciales, lo que justifica su relevancia en

términos de costos en la producción de almácigos, que sean accesibles a los agricultores del distrito de Huayopata.

En términos sociales, este proyecto de investigación busca impactar positivamente en la vida social de la comunidad de Huayopata, fortaleciendo la seguridad alimentaria, generando empleo, promoviendo prácticas sostenibles y empoderando a los agricultores locales.

Desde el punto de vista ambiental, al utilizar especies locales como *Melinis minutiflora* e *Inga adulis* en la elaboración de sustratos, se trabaja para mantener y proteger la diversidad biológica propia de la zona. La promoción de plantas que se desarrollan en el sector, puede contribuir a mantener un equilibrio ecológico en el ecosistema local.

El uso de la *Melinis minutiflora* e *Inga edulis*, representan una opción prometedora, debido a la abundante disponibilidad de estas especies en la zona de estudio. Los residuos orgánicos de estas especies pueden ser incorporados en diferentes proporciones para formular sustratos de almácigo de bajo costo para el uso de los agricultores.

Esta investigación aportará información novedosa sobre el efecto de *Melinis minutiflora* e *Inga edulis*, en las características físicas y químicas de los sustratos, así como el impacto en el desarrollo de las plántulas de repollo durante la etapa de crecimiento en almácigo. El resultado de esta F aportará conocimientos a los productores de Huayopata, proponiendo alternativas tecnológicas accesibles a través del uso de recursos propios de la zona.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

La elaboración de sustratos a partir de la combinación de *Melinis minutiflora* e *Inga edulis* con la adición de microorganismos eficientes, permitirá obtener un material con propiedades físico-químicas similares y/o superiores al sustrato comercial, brindando una alternativa sostenible para almácigos en el distrito de Huayopata, La Convención, Cusco.

3.2. Hipótesis específicas

- 1) Las propiedades físicas y químicas de los sustratos elaborados para almácigos, a partir de especies como *Melinis minutiflora* e *Inga edulis* más microorganismos eficientes, son similares al sustrato importado.
- 2) Las características agronómicas, índice de calidad de Dickson e índice de robustez de plántulas de repollo (*Brassica oleracea var. Capitata L.*), producidas en almácigos con sustratos preparados a partir de *Melinis minutiflora* e *Inga edulis* más microorganismos, presentan resultados superiores al sustrato importado.

IV. MARCO TEORICO

4.1. Antecedentes

4.1.1 Antecedentes internacionales

(**Quesada & Méndez, 2005**), en el estudio “Evaluación de sustratos para almácigos de hortalizas”, desarrollado en la Universidad de Costa Rica, obtuvieron los mejores resultados en hortalizas del grupo de brassicaceas como el brócoli, en sustrato combinado de Abono orgánico + lombricompost + granza (40:40:20) con valores de porosidad 82.88%, densidad aparente de 0.295 g/ml, CE con valores de 4.06 mS/cm, pH 6.70; además, obtuvieron los siguientes resultados, con 6 días a la emergencia, 83% de germinación, 23 mm de altura, 2 mm de grosor de tallo y 80 cm² de área foliar, a los 25 días de la siembra.

Hernández C. T. 2013, Hizo un estudio en Ecuador donde uso materiales alternativos provenientes de subproductos agroindustriales, como la fibra de palma africana, la cascarilla de arroz carbonizada y el humus de lombriz, con estos subproductos hizo diferentes combinaciones y los comparo con un testigo sustrato comercial Promix, en sus resultado, el testigo (sustrato comercial) tubo mejores resultados en las características agronómicas de almácigos de lechuga brocoly y rabano, en altura de planta , numero de hojas, altura de planta y peso seco de la raíz. Este sustrato comercial tenia las siguientes características físicas y química, porosidad total 63.25%, capacidad de retención de agua 50.23%, densidad de aparente 0.16 g/ml, conductividad eléctrica de 0.53 dS/m.

Tombion & et al, 2016, realizo una investigacion donde compararon la incorporacion de lombricompuesto en 0% , 20% y 40 % a un sustrato comercial para el uso en alamacigos de lechuga, en sus resultados hallaraon que la incorporación de 20% de lombricompuesto mejoro las característica del sustrato y las condiciones de crecimiento para la planta. , dicho sustrato tuvo la siguientes caracterizticas fisico quimicas , pH:5.92, coductividad electrica 1.36 dS/m. materia organica de 52%, densidad aparente de 0.17 g/ml, porosidad total de 91%.

4.1.2 Antecedentes nacionales y/o locales

Haciendo una búsqueda de investigaciones a nivel, nacional, regional y/local en los repositorios institucionales como de la UNSAAC, UNAMBA, Universidad Andina, sobre el uso de sustratos alternativos para almácigos de repollo y otras hortalizas, no se halló información relevante, de igual forma respecto a investigaciones del uso de sustratos comerciales en los almácigos de cultivos mencionados anteriormente solo se halló investigaciones del uso de compost y otros sustratos usados como enmiendas para la producción de repollo y otras hortalizas mas no de almácigos.

4.2. Bases teóricas

4.2.1 Sustrato

El término sustrato se aplica en la agricultura a todo material sólido, natural o de síntesis, que, colocado en un contenedor, en forma pura o mezcla, permite el desarrollo del sistema radical y el crecimiento del cultivo pudiendo éste intervenir o no en la nutrición de la planta y menciona las características que debe tener un buen sustrato son los siguientes: Porosidad, granulometría, curvas de retención de agua, pH, CE, relación C/N. (Castro & et al, 2019)

Los sustratos, se pueden dividir por su origen en:

- Sustrato de origen orgánico

Cruz & et al. (2013), en la Revista de Biociencias menciona que, la denominación de los sustratos se debe a su composición orgánica, ya que provienen de fuentes naturales como la fibra de coco, la turba, el compost y las fibras de diferentes plantas cultivadas.

Imagen 01. Extracción de turba en Canadá.



- **Sustrato de origen inorgánico**

Cruz & et al. (2013), menciona que se trata de un sustrato de naturaleza mineral, como la perlita, lana de roca o tezontle, entre muchos otros.

- **Sustratos inertes**

Cruz & et al, (2013), menciona que los sustratos inertes son aquellos cuyo comportamiento químico no influye en la interacción entre el sustrato y las raíces de las plantas. La principal ventaja de emplear este tipo de sustratos radica en que, al conocer en detalle sus características físicas, se puede optimizar el uso del agua y de los fertilizantes, lo que se traduce en un incremento de la productividad de los cultivos y en una disminución del impacto ambiental negativo derivado de la aplicación intensiva de fertilizantes.

- **Propiedades de un buen sustrato para almácigo**

Abad & et al. (1993), en un estudio titulado "Evaluación agronómica de los sustratos de cultivo" menciona que, la elección del sustrato es un factor clave en la producción agrícola. Un sustrato ideal debe equilibrar la retención de agua y la aireación, ser ligero y mantener su estructura. Para tomar la mejor decisión, los agricultores deben conocer y analizar las propiedades físicas de los sustratos disponibles y seleccionar el que mejor se adapte a sus necesidades y condiciones específicas.

Tabla 1: Características físicas y químicas de un sustrato ideal como base para el cultivo de semillas de plantas en semilleros.

Propiedad	Nivel óptimo
Tamaño de partículas (mm)	0.25 - 2.5
Densidad aparente (g/cm ³)	< 0.4
Densidad real (g/cm ³)	1.45 - 2.65
Espacio poroso total (% en volumen)	> 85 %
Retención de agua (% en volumen) a:	
10 cm	55 – 70
50 cm	31 – 40
100 cm	25 – 31
Capacidad de aireación (% en volumen)	10 -30
Agua total disponible (% en volumen)	24 – 40
pH	5.2 - 6.3
CE (dS/m)	0.75 -3.49
CIC (cmol(+) Kg ⁻¹)	> 20
Cenizas (%)	< 20
M.O. (%)	> 80
C/N	20 – 40

Fuente: Abad et al. (1993).

- **Propiedades del sustrato comercial**

Domínguez (2017), en su artículo de “¿Cómo utilizar la turba rubia de Sphagnum en horticultura?” menciona las características que debe tener un sustrato comercial:

- Capacidad de retención de agua: el sustrato en base a turba puede contener hasta 20 veces su peso en líquido. Esto contribuye a mejorar la capacidad del sustrato para mantener la humedad, lo cual es fundamental para el desarrollo de las plantas.

Imagen 02. Imagen de un sustrato comercial.



Fuente: <https://www.hydroenv.com.mx/>

- **Baja densidad:** Tiene una densidad baja, entre 0.1 a 0.25 g/cm³. Esto proporciona una estructura liviana al sustrato.
- **Porosidad:** Posee una alta porosidad, entre 85-95%. Permite una adecuada aireación y circulación de oxígeno en la raíz.
- **Acidez:** Su pH natural es ácido, entre 3.5 a 4.5. Requiere encalado previo para moderar la acidez.
- **Bajo contenido de nutrientes:** Contiene bajas cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio. Se deben agregar fertilizantes al sustrato.
- **Estructura fibrosa:** Sus fibras le confieren estabilidad estructural al sustrato y evitan su compactación.
- **Material orgánico:** Compuesto por musgo descompuesto, es un recurso renovable. Pero su extracción causa impactos ambientales.

El sustrato comercial siempre ha sido utilizado como un sustrato de almácigos por excelencia, por lo que indicaremos sus características en la siguiente tabla:

Tabla 2: Características físico químicas del sustrato comercial en base a turba.

Granulometría:	0 - 10 mm
pH:	3,6 - 4,4 aprox.
C.E.:	0,0 - 0,2 mS/cm
Nivel de fertilización:	No tiene fertilizantes agregados
Humedad:	50 - 60%
Materia seca:	50 - 70 g/L
Materia orgánica:	98%

Fuente: Domínguez (2017).

- **Densidad aparente. (Dap)**

Se conoce como densidad aparente del suelo a la masa de suelo seco, en una unidad específica de volumen, el cual comprende la fase sólida y los poros del suelo. El valor de esta medida está influenciado por el porcentaje de poros presentes en ese volumen, un suelo con Dap de un valor alto relativo a cada clase textural es indicador de menor aireación, mayor resistencia a la penetración, alteraciones desfavorables en los procesos hidrológicos (infiltración y la percolación) lo cual genera condiciones inapropiadas para el crecimiento de las raíces. **(Salgado & Ottos, 2025).**

- **Densidad real (Dr)**

La densidad real del suelo es la masa de la fracción sólida del suelo por unidad de volumen sólido, sin incluir los poros (ni de aire ni de agua). La densidad real indica la composición mineralógica y orgánica del suelo. A diferencia de la densidad aparente, no mide la compactación, sino la naturaleza de los materiales sólidos que forman el suelo. **(Ramires, 1997).**

- **Espacio poroso**

(Rucks & García, 2004), refiere que el espacio poroso del suelo (también llamado porosidad total), es el volumen de los poros o huecos que existen entre las partículas sólidas del suelo. Estos poros pueden estar ocupados por aire, agua o ambos, dependiendo del grado de humedad del suelo. Se halla a partir de los valores de la densidad aparente y densidad real, según la siguiente fórmula:

$$\text{Porosidad (\%)} = 100 \times (1 - (\text{Densidad aparente} / \text{Densidad real}))$$

- pH

El pH del suelo es una medida que indica el grado de acidez o alcalinidad del suelo. Se expresa en una escala de 0 a 14. El pH determina la disponibilidad de nutrientes para las plantas y la actividad biológica del suelo. Es uno de los factores más importantes que influyen en la fertilidad del suelo. En suelos ácidos (pH bajo), algunos nutrientes como el fósforo, calcio, magnesio y molibdeno se vuelven menos disponibles, mientras que elementos tóxicos como aluminio y manganeso pueden aumentar. En suelos alcalinos (pH alto), el hierro, zinc, cobre y fósforo pueden quedar bloqueados y no ser absorbidos por las plantas. **(Salgado & Ottos, 2025).**

- Conductividad eléctrica (CE)

La conductividad eléctrica del suelo es una medida que indica la cantidad de sales disueltas en la solución del suelo (es decir, en el agua que rodea las partículas del suelo), se expresa generalmente en decisiemens por metro (dS/m) o milimhos/cm, y refleja el grado de salinidad del suelo. Permite saber si el suelo tiene exceso de sales que pueden afectar el crecimiento de las plantas. La salinidad alta impide la absorción de agua por las raíces, incluso cuando el suelo parece húmedo. Cuanto mayor es la concentración de sales, mayor es la conductividad eléctrica. **(Salgado & Ottos, 2025).**

- Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)

La capacidad de intercambio catiónico es una medida de la capacidad del suelo para retener y suministrar cationes (nutrientes con carga positiva) a las plantas. Se expresa normalmente en centimoles de carga positiva por kilogramo de suelo (cmol(+)/kg) o en meq/100 g de suelo. Un suelo con alta CIC puede almacenar más nutrientes y liberarlos gradualmente según las necesidades de la planta y un suelo con baja CIC pierde fácilmente nutrientes por lixiviación (lavado por el agua). Es un indicador clave de la fertilidad, suelos ricos en arcilla fina o materia orgánica suelen tener mayor CIC y mejor capacidad nutritiva. **(Ramires, 1997).**

- **Materia orgánica (MO)**

La materia orgánica del suelo es el conjunto de todos los restos de origen vegetal, animal y microbiano que se encuentran en diferentes grados de descomposición dentro del suelo. La materia orgánica es fundamental para la salud y fertilidad del suelo, ya que cumple múltiples funciones físicas, químicas y biológicas. **(Aguilera, 2000).**

- Aumenta la porosidad y aireación, facilitando el crecimiento de las raíces.
- Mejora la estructura del suelo, ayudando a formar agregados estables.
- Incrementa la retención de agua, especialmente en suelos arenosos.
- Reduce la erosión, ya que mejora la cohesión entre las partículas.
- La materia orgánica libera nutrientes esenciales (N, P, S) a medida que se descompone.
- Aumenta la capacidad de intercambio catiónico (CIC), ayudando al suelo a retener más nutrientes.
- Favorece la disponibilidad de micronutrientes (Fe, Zn, Cu, Mn).
- Amortigua los cambios de pH, evitando acidez o alcalinidad extremas.

- **Relación carbono nitrógeno (C/N)**

La relación carbono nitrógeno es la proporción entre la cantidad de carbono (C) y la cantidad de nitrógeno (N) presente en la materia orgánica del suelo. Se expresa como un número, por ejemplo: C/N = 10:1, que significa que hay 10 partes de carbono por cada parte de nitrógeno. Si la relación C/N es alta (>25:1), los microorganismos usan el nitrógeno del suelo para degradar la materia orgánica, provocando deficiencia temporal de N para las plantas. Una relación C/N baja (<10:1) indica materia orgánica muy descompuesta, estable, pero con poca energía microbiana. Una relación C/N equilibrada (entre 10:1 y 12:1) favorece la actividad microbiana y la liberación sostenida de nutrientes. **(Soto & et al, 2016).**

- **Nitrógeno total (N total)**

El nitrógeno total es la cantidad total de nitrógeno presente en el suelo, incluyendo todas sus formas: Orgánicas (dentro de la materia orgánica como proteínas, aminoácidos, humus) e inorgánicas (como nitratos (NO_3^-), nitritos (NO_2^-) y amonio (NH_4^+)). En general, más del 90% del nitrógeno total se

encuentra en forma orgánica, unida a la materia orgánica del suelo. **(Salgado & Ottos, 2025).**

Es importante porque es un nutriente esencial para la formación de proteínas, clorofila y enzimas. Promueve un follaje verde intenso y mayor crecimiento vegetativo, Incrementa la producción si está en niveles adecuados. Indicador de fertilidad refleja la capacidad del suelo para suministrar nitrógeno a los cultivos a mediano plazo. **(Ramires, 1997).**

4.2.2 Pasto gordura (*Melinis minutiflora*)

Parson & James (1972), en su libro de “Propagación de las gramíneas africanas a los trópicos americanos” indica que, el pasto gordura, originario de África, es una gramínea perenne que crece en forma de macollos con tallos erectos de hasta 1.5 metros de altura. Se caracteriza por no tener rizomas ni estolones, pero sí pequeñas raíces en los nudos de sus tallos. Sus hojas son vellosas y presenta flores rojas en forma de panoja de hasta 25 centímetros de largo, con semillas ligeras y aristas largas. Esta especie de pasto puede crecer en suelos pobres, pero su desarrollo óptimo se da en suelos bien drenados y fértiles con un pH entre 4.0 y 7.5. Se adapta a altitudes de 0 a 2 200 metros y a temperaturas entre 15 y 27°C. Además, tolera tanto la exposición directa al sol como la sombra parcial y requiere de precipitaciones anuales de 900 – 3 200 mm.

Parson & James (1972), menciona que la introducción del pasto *Melinis minutiflora* a Puerto Rico (1890), se introdujo accidentalmente como contaminante en semillas de pasto forrajero. Posteriormente se introdujo como pasto de forraje en Brasil con el fin de mejorar la calidad de los pastos, en el año 1913; luego se introdujo a Colombia por el año 1940 con el mismo fin de mejorar la calidad del forraje. De ahí el pasto gordura se expandió rápidamente por el continente americano debido a su facilidad de adaptación. Crece en una amplia variedad de suelos y climas tropicales.

Crecimiento rápido: Produce una gran cantidad de forraje en poco tiempo.

Resistencia a plagas y enfermedades: Es menos susceptible a plagas y enfermedades que otras especies de pasto.

- **Taxonomía**

Según Cronquist A. citado por **Ramiro & et al (2018)**, en su libro “Pastos y forrajes del Ecuador, Siembra y producción de pasturas” menciona la clasificación taxonómica del pasto gordura.

Reino: Plantae

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Subfamilia: Panicoideae

Tribu: Paniceae

Género: Melinis

Especie: *Melinis minutiflora*

Imagen 03. Pasto gordura en plena floración.



Fuente: Ramiro & et al (2018).

4.2.3 Pacae mono (*Inga edulis*)

Novoa. (1992), menciona que es un árbol que puede alcanzar entre 4 y 30 metros de altura, con un diámetro de tronco de hasta 1 metro. Tiene una copa extensa y aplanada, con follaje poco denso que permite el paso de luz solar, creando una sombra ligera. Su tronco es recto y posee ramas largas. La corteza es de color gris pálido, más o menos lisa, con algunas fisuras delgadas y

lenticelas. La parte interna de la corteza es de color rosado a marrón, tiene un sabor ligeramente amargo y sus ramitas más jóvenes son de textura aterciopelada y color rojizo. Sus hojas, de 10 a 18 centímetros de largo, son pinnadas, lanceoladas, alternas y caducas. Los pecíolos miden de 0.3 a 2 centímetros de largo, pueden ser redondos o alados y las hojas están dispuestas en dos filas. El raquis, de 7 a 11 centímetros de largo, es alado y tiene un margen liso. Ambas superficies de las hojas son ligeramente vellosas, de forma elíptica, con folíolos de 3.5 a 6 centímetros de largo por 1.5 a 3.5 centímetros de ancho, lanceolados a ovados, a veces elípticos. La parte superior de las hojas es de color gris ceniza a marrón amarillento, mientras que la parte inferior es opaca. Las flores se encuentran en inflorescencias de pocas espigas pedunculadas en las axilas de las hojas o en panículas. Las espigas miden de 6 a 8 centímetros de largo. Legumbre de hasta 1 m de largo y hasta 2 cm ancho o más ancho.

Inga edulis conocido comúnmente como guama, o pacay mono, es una leguminosa arbórea nativa de América tropical que se ha utilizado ampliamente como árbol de sombra en plantaciones de café. Esta especie provee una sombra ligera o moderada, la cual es ideal para el café, permitiendo un equilibrio entre la producción de biomasa del café y los rendimientos de grano. Comparado con otras especies de sombra, *Inga edulis* tiene varias ventajas clave. Primero, fija nitrógeno atmosférico en asociación simbiótica con rizobios, mejorando así la fertilidad del suelo. Sus hojas contienen altos niveles de nutrientes y su descomposición libera nutrientes importantes para el crecimiento del café. Además, *Inga edulis* tiene un sistema radicular superficial que no compite substancialmente con el café por nutrientes y agua en capas más profundas del suelo. **(Marin & et al, 2012)**

- **Taxonomía de *Inga edulis***

Según Cronquist A. citado por **Marin & et al, (2012)**, indica que la clasificación taxonómica del pacay mono es:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Género: *Inga*

Especie: *Inga edulis*

4.2.4 Elaboración de sustrato

El proceso de elaboración de sustrato a partir de pasto gordura y hojas de pacay, pasa por un proceso similar a la elaboración de compost, según Gabriela Soto: El compost es el material resultante de la transformación de los residuos orgánicos en humus a través de una descomposición aeróbica. **(Soto m. G., 2004)**

Para obtener el compost se pasa por varias fases, que a continuación describiremos, la fase mesófila, fase termófila y la fase de enfriamiento. Como se puede apreciar en el siguiente grafico el proceso de compostaje pasa por 4 fases diferentes con diferentes temperaturas, para la obtención de sustrato lo que debemos evitar es llegar a la fase termófila esto con el fin de buscar el desarrollo de hongos en el sustrato y no de bacterias, además cuando se llega a temperaturas superiores a 45° los materiales usados se comenzaran a degradar. **(Rojas & Zeledon, 2007)**

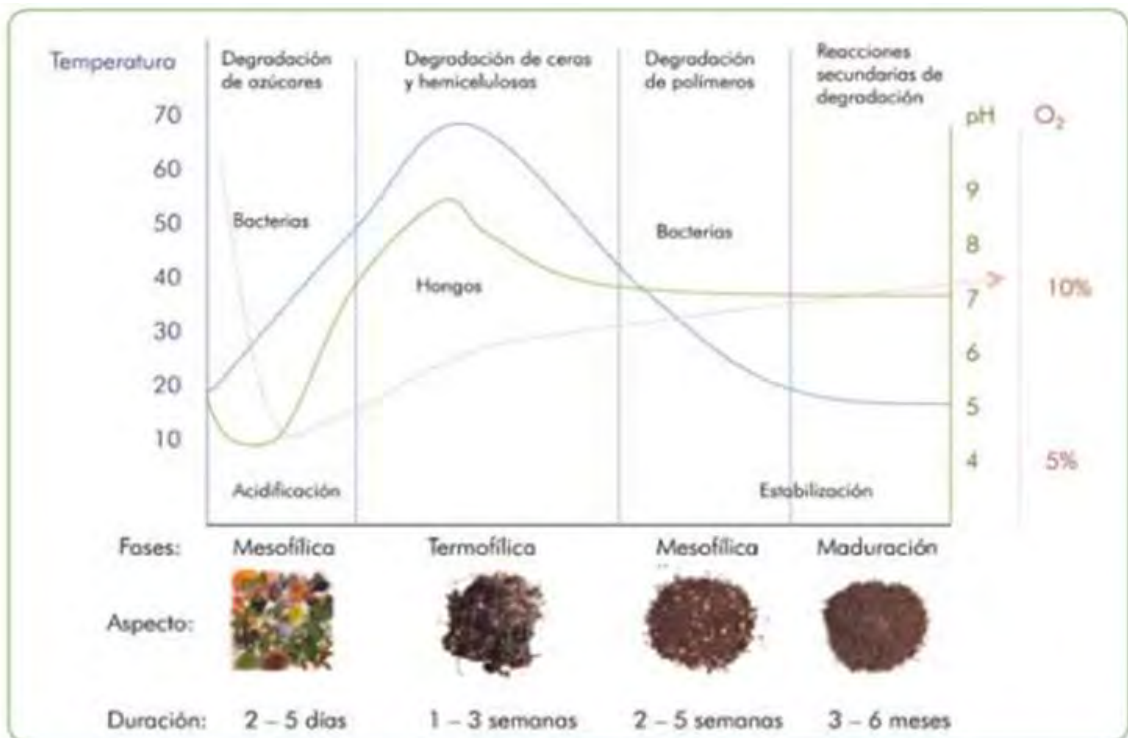
Roman & et al, 2013. señala que la eficiencia del proceso de descomposición está directamente influenciada por la relación C/N, siendo el rango óptimo entre 25:1 y 30:1, lo cual permite una adecuada actividad microbiana sin generar pérdidas excesivas de nitrógeno o ralentización del proceso. Cuando existe un exceso de carbono, la descomposición se torna lenta debido a la limitada disponibilidad de nitrógeno para los microorganismos; por el

contrario, un exceso de nitrógeno puede provocar pérdidas por volatilización y generar compuestos indeseables.

La *Melinis minutiflora*, por su naturaleza fibrosa y lignificada, se comporta como un material rico en carbono. **(Ramiro & et al, 2018)** Por otro lado, *Inga edulis*, al ser una leguminosa, presenta un mayor contenido de nitrógeno debido a su capacidad de fijación biológica, lo que favorece la actividad microbiana y la disponibilidad de nutrientes **(Marin & et al, 2012)**

Al elaborar estos sustratos lo que se busca es tener buenas propiedades físicas y químicas de los sustratos, tales como la porosidad, retención de humedad, aireación y disponibilidad de nutrientes. **(Abad & et al, 1993)**

Figura 1: Fases del compostaje.



Fuente: Rojas & Zeledon. (2007).

4.2.5 Microorganismos eficientes ácido lácticos

Las bacterias ácido lácticas son un grupo diverso de microorganismos benignos que tienen la capacidad de generar ácido láctico durante la fermentación. Se encuentran en diversos entornos naturales, así como en el cuerpo humano, específicamente en el sistema digestivo. Si bien su aplicación más extendida es en la producción de lácteos, estas bacterias también son

utilizadas en la industria alimentaria para la curación de productos como pescado, carne y embutidos y acelerar procesos de compostaje. Un aspecto que se destaca es su capacidad de solubilizar fósforo. **(Higa & Parr, 2000)**.

Hoyos et al. citado por **Morocho & Leiva, 2019**, menciona que los macroorganismos eficientes “consisten en productos formulados líquidos que contienen más de 80 especies de microorganismos, algunas especies son aeróbicas, anaeróbicas e incluso especies fotosintéticas cuyo logro principal es que pueden coexistir como comunidades microbianas e incluso pueden complementarse”.

Gama, 2025, menciona en su trabajo de investigación donde aplico las siguientes dosis de microorganismos eficientes : T1 (prueba testigo); T2 (1.5 L de E.M); T3 (2 L de E.M); T4 (2.5 L de E.M), en sus resultados evaluó la evolución de la temperatura a lo largo del proceso de compostaje de residuos orgánicos, se dedujo que la aplicación de microorganismos eficientes no tiene implicancias estadísticas significativas con la variación de la temperatura en comparación con los procesos de compostaje sin el uso de microorganismos, sin embargo, estos aceleran los períodos de compostaje al descomponer de manera más rápida la materia orgánica. En este sentido el tratamiento T4B con una dosis de 2.5 L de E.M obtuvo la mejor performance al reducir el proceso de compostaje a 31 días. Esto puede resultar útil cuando se trata de procesar rápidamente materia orgánica, como las que solemos encontrar en domicilios.

De la Peña, 2019, menciona en sus conclusiones que la inoculación de 300 mililitros de microorganismos eficientes a la excreta fresca de pollos de engorde (pollinaza), su tiempo de descomposición fue de 143 días, significativamente menor que cuando no se aplicó microorganismos eficientes que duró 157,95 días; este valor, estadísticamente es similar cuando se inoculó 100 ml (166,37 días) o cuando se trató con 200 ml (158,49 días) de microorganismos eficientes. Entonces se puede mencionar que a mayor dosis de (ME) se reduce el tiempo (días) de descomposición de la pollinaza, también en el análisis de las propiedades químicas del compost de pollinaza las unidades experimentales inoculadas con 300 ml de microorganismos eficientes , el pH disminuyó de 8,46 hasta 7,84., respecto al testigo, el fósforo aumentó de

1,6933% (testigo) hasta 2,6833%, el potasio se incrementó de 1,01% hasta 3,05%.

4.2.6 Almacigo

Se le llama almacigo al sitio, ya sea un pedazo de tierra o un recipiente, donde se siembran las semillas y se cuidan las plántulas en sus primeros días de vida, dándoles las condiciones óptimas para su desarrollo inicial, antes de ser trasplantadas a su ubicación definitiva en el campo. Es un paso importante en la producción de plantas de calidad especialmente para aquellas semillas que requieren cuidados especiales por diversos factores como tamaño, susceptibilidad o bajo poder germinativo. **(Quesada & Méndez, 2005)**.

El almacigo es un método de cultivo donde las semillas se siembran en un entorno protegido y controlado para su germinación y desarrollo inicial, antes de ser trasplantadas a su lugar definitivo en el jardín o huerto.

4.2.7 Requerimientos edafoclimáticos de almacigos

Dentro de los factores que se deben tomar en cuenta para producir un buen plantín de cualquier hortaliza se debe tener la temperatura, humedad (del ambiente) y sustrato, la calidad de la semilla, la calidad del sustrato, el manejo general (riego, fertilización y manejo fitosanitario), el tipo de bandeja y la infraestructura de soporte adecuados para los almacigos **(Laurente, 2021)**. A continuación, describiremos algunas condiciones necesarias.

- pH

El pH recomendado para las hortalizas es 5.5 a 6.8, valores superiores e inferiores a estos rangos indicados generan deficiencias de algunos nutrientes. **(Mejía & Jaramaillo, 2018)**, en caso del repollo su rango óptimo de pH es de 6.5 a 7.5 .

- Temperatura

Es un factor muy importante en el manejo de los semilleros, ya que influye en la totalidad de los fenómenos bioquímicos (fotosíntesis, respiración y transpiración) y tiene influencia en todos los procesos físicos y fisicoquímicos de la planta (permeabilidad celular, estabilidad enzimática, translocación de

líquidos, etc.). La temperatura afecta tanto la capacidad como la tasa de germinación. El efecto que tiene sobre la germinación estaría relacionado con las enzimas que regulan la velocidad de las reacciones bioquímicas que ocurren en la semilla tras su rehidratación. **(Laurente, 2021)**, en caso del repollo su temperatura óptima de germinación se halla entre 24 a 30 °C .

- **Humedad relativa**

Por el término humedad relativa se entiende la cantidad de agua en forma de vapor que existe en la atmósfera o la cantidad de agua contenida en el aire, con respecto a la cantidad máxima que sería capaz de contener a la misma temperatura. La humedad relativa ayuda a una mayor expansión de las hojas de los almácigos. Lo ideal es que este en un rango de 70% a 85% de humedad relativa. **(Enriquez & Moreno, 2003)**.

- **Materia orgánica**

La materia orgánica es crucial en los almácigos porque proporciona nutrientes esenciales para el desarrollo de las plántulas, mejora la estructura del suelo, aumenta la capacidad de retención de agua y fomenta la actividad microbiana. Un suelo con materia orgánica es más fértil, estable y capaz de soportar el crecimiento inicial de las plantas. Es recomendable que este por encima de 2–5% mediante el uso de sustratos con compost o humus. **(Hernandez, 2013)**.

4.2.8 Índice de Robustez

El índice de robustez de plantas es un indicador clave en la evaluación de la calidad de plántulas, especialmente en viveros forestales, pero también aplicable a otras especies. Refleja la relación entre la altura de la planta y el diámetro de su cuello de raíz. Un valor bajo en este índice suele indicar una plántula más "robusta", es decir, más baja y gruesa, lo que se asocia con una mayor capacidad para sobrevivir y crecer en condiciones adversas de campo, como sequías, vientos fuertes y heladas. **(Bernaola & et al, 2015)**.

4.2.9 Índice de calidad de Dickson

El índice de calidad de Dickson (ICD) es una herramienta ampliamente utilizada para evaluar la calidad morfológica de plántulas forestales, ya que combina varios parámetros como la altura, el diámetro del cuello de la raíz, la biomasa seca aérea y la biomasa seca de la raíz. Un valor más alto del ICD generalmente indica una mejor calidad de la planta y, por lo tanto, una mayor probabilidad de supervivencia y buen desarrollo en campo. (Dickson & et al, 1960), Este índice se obtiene según la siguiente fórmula:

$$ICD = \frac{\text{Peso seco total (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}} + \frac{\text{Peso seco parte aérea (g)}}{\text{Peso seco raíz (g)}}}$$

Los rangos de calidad de índice de Dickson (ICD) es una herramienta para evaluar la calidad de las plantas, especialmente en viveros forestales. Los rangos según diversos estudios, pueden variar ligeramente entre diferentes estudios y especies, y ellos son: Calidad Baja: menor a 0.2, Calidad Media: entre 0.2 y 0.5, Calidad Alta: mayores a 0.5.

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Tipo de investigación

Tipo experimental y descriptivo.

5.2. Ubicación espacial

Este estudio se llevó a cabo en el sector de Huyro, a 40 minutos de la ciudad de Quillabamba, en el distrito de Huayopata, provincia La Convención, región Cusco, donde se instaló la infraestructura para la elaboración de sustratos y la parcela experimental de acuerdo al diseño previamente determinado.

5.2.1 Ubicación política

- Región : Cusco
- Provincia : La Convención
- Distrito : Huayopata
- Sector : Huyro

5.2.2 Ubicación geográfica

- Altitud : 1 547 m
- Latitud : 12°59'28.03"S
- Longitud : 72°34'30.60"O

5.2.3 Ubicación hidrográfica

- Vertiente : Atlántico
- Cuenca mayor : Amazonas
- Cuenca mediana : Alto Urubamba
- Cuenca : Lucumayo
- Microcuenca : Aputinya

5.2.4 Ubicación ecológica

Municipalidad provincial de La Convención (2025) en libro titulado zonificación ecológica y económica de la provincia de La Convención se indica la existencia de 25 zonas de vida, asimismo se determinó que el distrito de

Huayopata (lugar del experimento) está situado en un ecosistema clasificado como zona de vida natural “bosque húmedo Sub-Tropical (bh – St)” tomando en consideración lo siguiente:

- Zona de vida : Bosque húmedo – Sub tropical.
- Clima :Semicálido muy lluvioso
- Temperatura media anual : 20.4 °C
- Precipitación anual total : 1 200 – 2 100 mm/año
- Suelos : Profundos, textura media a pesada y ácidos.

Imagen 04: Ubicación de sector de Huyro.

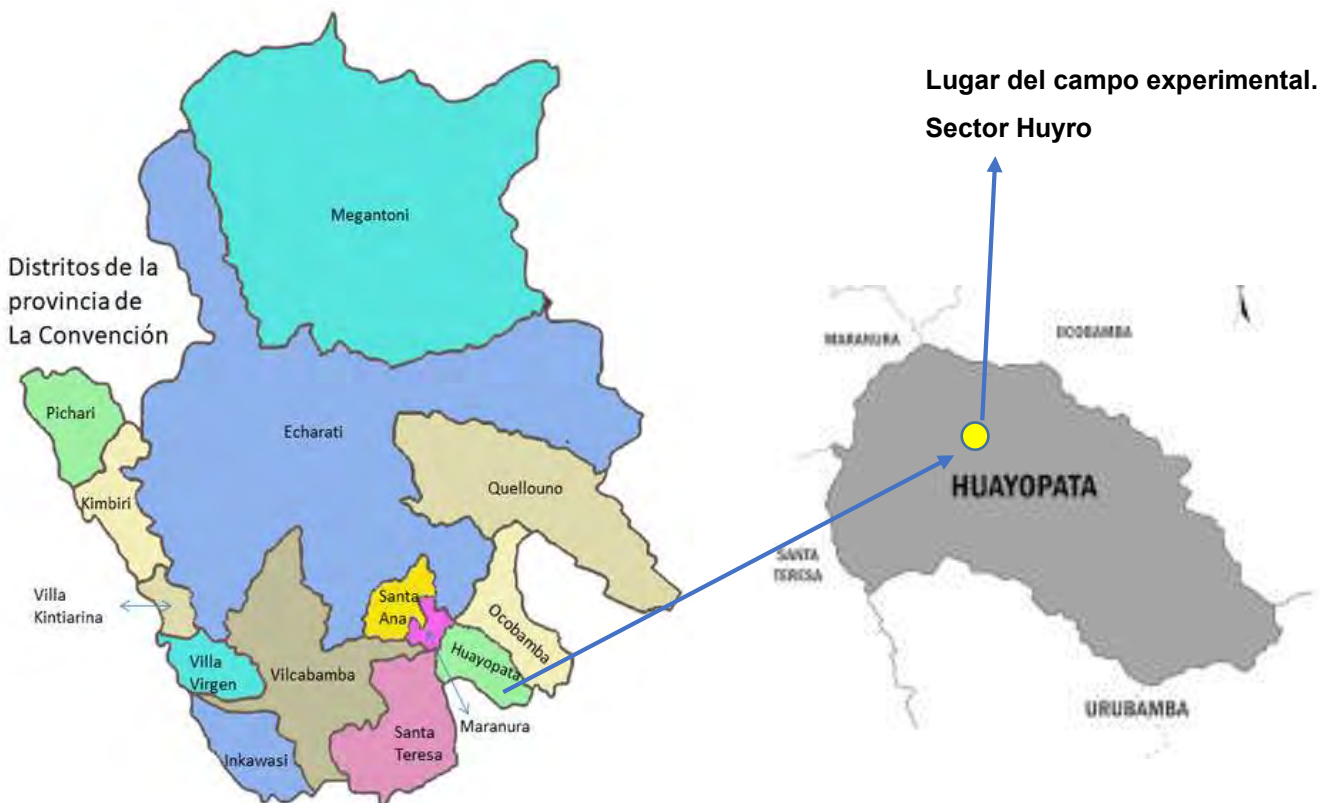


Imagen 05. Ubicación de sector de Huyro.



Fuente: Google earth, (<https://earth.google.com/web/@-13.00913724,-72.56571086,1454.74148677a,2962.23682004d,35y,-0h,0t,0r>).

5.2.5 Ubicación temporal

El tiempo de duración del presente trabajo de investigación fue del 1 de julio del 2024 hasta el 30 de diciembre de 2024, donde se marcó el fin de evaluaciones en campo.

5.3. Materiales

5.3.1 Materiales de construcción

- Madera corriente: 200 pies
- Rollizos: 20 palos de 5" x 3"
- Clavo: 3 kilos

5.3.2 Herramientas y equipos

- Serrucho
- Motosierra

- Desbrozadora
- Martillo
- Pico
- Machete
- Pala
- Timbo
- Baldes
- Jarra de 2 litros y 1 litro
- Saquillos de polietileno
- Bandejas de germinación de 72 celdas

5.3.3 Insumos

- Microorganismos eficientes (producto BIOEM) : 1 litro
- Broza de *Melinis minutiflora* : 2.25 m³
- Hojas de pacay: 2.25 m³
- Semillas de hortalizas (repollo): 20 g

5.3.4 Equipos de gabinete

- Metro
- Cámara fotográfica
- Cuaderno de campo
- Lapiceros
- Laptop
- Bolsas de plástico
- Vernier electrónico
- Balanza analítica
- Estufa de la marca Boxa

5.4. Métodos

La metodología del análisis estadístico adoptado es el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), 4 tratamientos, 3 repeticiones y 12 unidades

experimentales. Para los cálculos se utilizaron el ANVA, prueba comparativa de Tukey y significancia al 0.05 y 0.01.

Desde la preparación y mezcla de hojas de pasto gordura y pacay combinados con microorganismos eficientes (M.E.), hasta la evaluación del sustrato en bandejas almacigueras, se describe en dos fases:

- **Fase I:** Corresponde al periodo de procesamiento de muestras y análisis físico y químico de sustratos, realizado en laboratorio de química agrícola “Valle Grande” en San Vicente de Cañete – Lima – Perú. Cuyos resultados se adjunta en Anexo.
- **Fase II:** Se trata de un periodo de evaluación del efecto del sustrato en las características agronómicas, índice de calidad de Dickson e índice de robustez de plantitas de repollo (*Brassica oleracea var. Capitata*), producidas en almácigo.

5.4.1 Fase 1. Elaboración de sustratos, procesamiento de muestras y análisis físico - químico de sustratos

En base al método estadístico de Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con cuatro tratamientos, tres bloques o repeticiones y un total de 12 unidades experimentales distribuidas de manera aleatoria. Para la evaluación de las diversas variables, en esta fase se prepararon contenedores de madera para la descomposición de residuos orgánicos y la obtención de sustratos, de donde se tomaron las muestras y se procesaron para obtener los resultados en laboratorio de análisis físicos y químicos. La investigación tuvo una orientación cuantitativa, puesto que se emplearon métodos estadísticos para la evaluación como análisis de varianza y la prueba de Tukey con una probabilidad de 95% y 99% .

- Tratamientos

Los tratamientos resultaron de la combinación de rastrojos de *Melinis minutiflora* y hojas de *Inga edulis* en diferentes proporciones más los M.E. Estas proporciones se realizaron en base a lo que recomienda **Roman & et al, 2013**. Que indica para una adecuada compostacion debe haber una relación C/N de 30, el pasto gordura tiene la relación C/N de 60 y las hojas de pacaee una relación

C/N de 20, se hizo el cálculo de la relación C/N con las diferentes proporciones de pasto gordura y de paca, se identificó que la relación óptima fue 50:50 de ambos materiales, obteniendo un valor inicial de C/N de 40 (próximo a la recomendación) para el proceso de elaboración de sustrato, y de ahí se fue incrementando la cantidad de pasto gordura hasta llegar al 100%.

Tabla 3: Combinación de tratamientos del experimento

Clave	Descripción de tratamientos
A	<i>Melinis minutiflora</i> 50% + hojas de <i>Inga edulis</i> 50%+ M.E.
B	<i>Melinis minutiflora</i> 75% + hojas de <i>Inga edulis</i> 25%+ M.E.
C	<i>Melinis minutiflora</i> al 100% + M.E.
D	Testigo (sustrato comercial Sungro)

- **Características del campo experimental**

Es el área de terreno, específicamente destinada y acondicionada para la elaboración de sustratos.

➤ **Dimensión del campo experimental**

- Largo: 8 m
- Ancho: 6 m
- Área: 48 m²
- Numero de bloques: 3

➤ **Dimensiones del bloque**

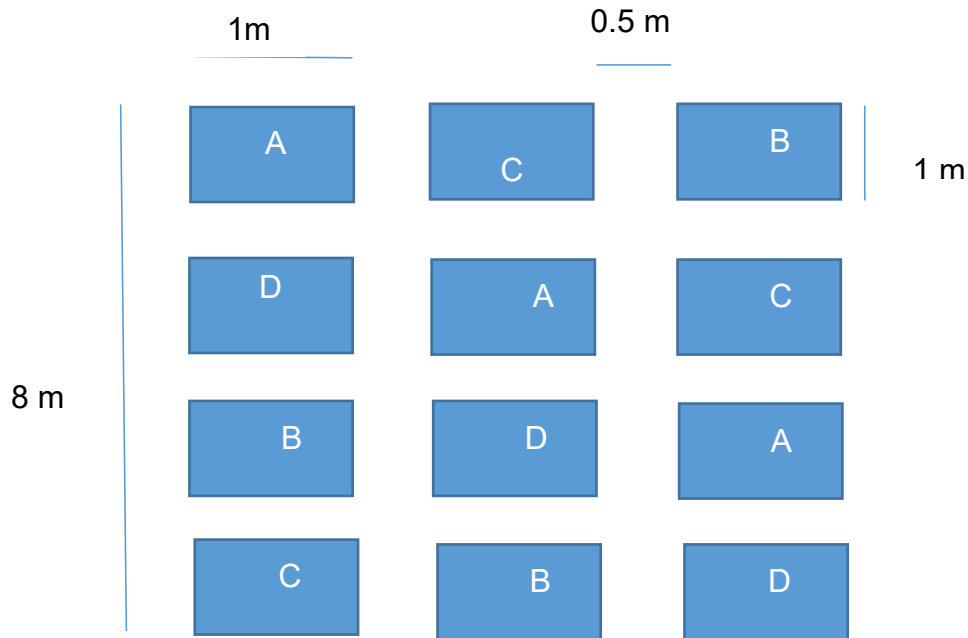
- Largo de bloque: 8 m
- Ancho de bloque: 2 m
- Área: 16 m²
- Número de unidades experimentales: 4

➤ **Unidad experimental:**

- Ancho: 1 m
- Largo: 1 m

- Área: 1 m²
- Altura: 0.5 m
- Volumen: 0.5 m³

Figura 2: Distribución del campo experimental.

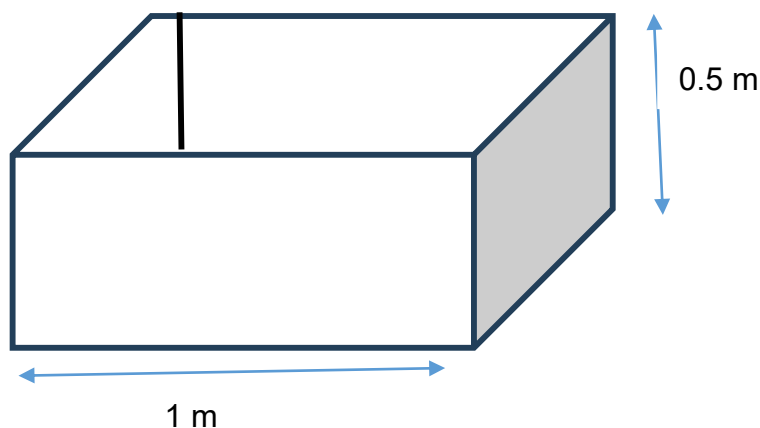


- **Características de la unidad experimental**

Una unidad experimental es el elemento individual o el grupo de elementos al que se le aplica un tratamiento o intervención en un experimento. Es la unidad más pequeña sobre la cual se realiza una medición independiente del efecto de los tratamientos. A continuación, las características de la unidad experimental de la elaboración de sustratos, es:

- Largo de unidad experimental: 1 m
- Ancho de unidad experimental: 1 m
- Área de cada unidad experimental: 1.0 m²
- Altura por unidad experimental: 0.50 m
- Volumen de la unidad experimental: 0.50 m³

Figura 3: Imagen de la unidad experimental (contenedor para la elaboración de sustrato) con capacidad de 0.5 m³.



- **Preparación de sustrato**

Para responder al objetivo: Determinar las propiedades físicas: densidad aparente, densidad real y espacio poroso, propiedades químicas: pH, conductividad eléctrica (C.E.), capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.), materia orgánica (M.O.), relación carbono nitrógeno (C/N) y nitrógeno total (N total), de los sustratos elaborados para almácigos con diferentes proporciones de *Melinis minutiflora* e *Inga edulis* más microorganismos eficientes; se empezó el 01 de julio dl 2025, con las siguientes actividades:

- Recolección de brozas del pasto gordura (*Melinis minutiflora*), se realizó en el mes de Julio, cuando en esta época el rastrojo de pasto gordura está maduro y seco, un total de 4 m³ para las unidades experimentales.
- Se recolecto las hojas de pacay (*Inga edulis*) seco, dentro de las parcelas de café, esto debido a que el clima en la zona es de estiaje , en la cantidad de 1.5 m³ para las unidades experimentales correspondientes.

Fotografía 01. Rastrojos del pasto gordura



Fotografía 02. Hojas de pacay (*Inga edulis*)



- Se realizó el picado de los 4 m³ de broza de *Melinis minutiflora* de manera inmediata , posterior a la recolección de la broza .
- Asimismo, se realizó el picado de 1.5 m³ de hoja de *Inga edulis* igual de manera inmediata posterior a la recolección de las hojas

Fotografía 03. Rastrojos de pasto gordura ya picadas



Fotografía 04. Hojas de pacay picadas



- **Activación de microorganismos eficientes**

Se activaron los microorganismos eficientes EM COMPOST de la empresa BIOEM, este producto contiene bacterias ácido lácticas (104 UFC/ml), bacterias fotosintéticas (103 UFC/ml) y levaduras (103 UFC/ml).

La activación de estos microorganismos se procedió de la siguiente forma: Se mezclaron en proporción de 1 litro de EM-Compost con + 1 Kg de melaza + 18 litros de agua, en un balde de 20 litros; en total se activaron 40 litros. Esta labor se realizó una semana antes de preparar los sustratos con aplicación de esta solución activada.

Fotografía 05. Activación de EM COMPOST



- **Instalación de las mezclas en los contenedores**
 - Se procedió con el mezclado de los materiales ya picados, según la descripción de tratamientos planteados. Culminándose esta actividad el 05 de julio del 2024.
 - Tratamiento A (50% *Melinis minutiflora* + 50% *Inga edulis*): 0.25 m³ de *Melinis minutiflora* más 0.25 m³ de hoja de pacay (*Inga edulis*).
 - Tratamiento B (75% *Melinis minutiflora* + 25% *Inga edulis*): 0.375m³ de *Melinis minutiflora* más 0.125 m³ de hojas de pacay (*Inga edulis*).
 - Tratamiento C (100% *Melinis minutiflora*): 0.5 m³ de *Melinis minutiflora*.
 - (Tratamiento D (sólo sustrato comercial Sungro))
 - Se humedecieron a capacidad de campo, los sustratos en cada uno de los contenedores de madera contruidos.
 - Se aplicaron dos litros de microorganismos eficientes activados por cada una de las unidades experimentales.

Fotografía 06. Aplicación de los Microorganismos Eficientes a los sustratos



Fotografía 07. Instalación de contenedores con sustratos + ME, según tratamientos



- Se realizó el volteado de los sustratos, 1 vez por semana, durante el primer mes, luego cada mes hasta el cuarto mes; con el fin airear la el sustrato más ME.
- Se realizó un monitoreo de la temperatura del sustrato, observando que la temperatura no sobrepase más de 45°C.

- Al finalizar la preparación de sustratos, se puede observar la descomposición de los materiales orgánicos empleados, así como el cambio de color de los sustratos en estudio.
- **Muestreo de sustratos para análisis de las características físicas y químicas**

Posterior al cuarto mes, se recolectaron muestras de sustrato de cada uno de los tratamientos. Para su evaluación, lo primero que se hizo fue tamizar en una malla de 5 mm x 5 mm cada uno de los tratamientos, hasta obtener una muestra aproximada de 2 Kg, luego se procedió a secar en sombra. Una vez secado la muestra, se procedió a empaquetar en una cantidad de 1 kg, para luego enviar al Laboratorio de Suelos de Valle Grande.

Fotografía 08. Sustrato producido antes del tamizado



Fotografía 09. Sustratos después del tamizado



- **Análisis de propiedades físico químicas de los sustratos**

Con los resultados del laboratorio de química agrícola Valle Grande, se realizaron los análisis estadísticos, siguiendo el Diseño de Bloques Completos al Azar.

Sin embargo, como criterio de comparación, se tomaron como valores óptimos los siguientes resultados:

Tabla 4: Nivel óptimo de propiedades físicas y químicas

N°	Propiedades físico química de los sustratos	Unidad	Nivel óptimo
1	Densidad aparente	g/cm^3	< 0.4
2	Densidad real	g/cm^3	1.45 - 2.65
3	Espacio poroso total	%	> 85 %
4	pH		5.2 - 6.3
5	C.E.	dS/m	0.75 -3.49
6	C.I.C.	cmol /Kg	> 20
7	M.O.	%	> 80
8	C/N		20 – 40

Elaboración propia en base a Abad et al. (1993).

5.4.1.9. Operacionalización de variables e indicadores

Tabla 5: Operacionalización de variables de análisis físico químico de sustratos

Variables independientes	Variables dependientes		Técnica	Indicadores
Pasto gordura (<i>Melinis minutiflora</i>) 50% + Hojas de pacay (<i>Inga edulis</i>) 50%	I. Fase: Características físicas de sustratos	Densidad aparente	Gravimétrico	g/cm ³
Pasto gordura (<i>Melinis minutiflora</i>) 75% + Hojas de paca (<i>Inga edulis</i>) 25%		Densidad real	Gravimétrico	g/cm ³
Pasto gordura (<i>Melinis minutiflora</i>) 100%	Características químicas de sustratos	Espacio poroso	Cálculo	%
Sustrato comercial Sungro		pH	Electrométrico	dS/m
		Conductividad eléctrica (C.E.)	Electrométrico	
		Capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.)	Formaldehido	Cmol(+)/Kg ⁻¹
	Relación carbono nitrógeno (C/N)	Cálculo		
	Materia orgánica (M.O.)	Gravimétrico	%	
	Nitrógeno total	Dumas	%	

5.4.2 Fase II. Evaluación de las características agronómicas, índice de calidad de Dickson e índice de robustez de plantitas de repollo (*Brassica oleracea* var. *Capitata*), producidas en almácigo

En esta fase, a fin de responder al segundo objetivo específico, se evaluaron las variables correspondientes a las plantitas de repollo producidas en almácigos a base de sustratos orgánicos de pasto gordura y hojas de pacay con aplicación de ME.

- **Tratamientos**

Los tratamientos que se evaluaron fueron los sustratos elaborados a partir de las diferentes combinaciones de rastrojos de *Melinis minutiflora* y hojas de *Inga edulis* en diferentes proporciones más M.E., estos sustratos descompuestos se usaron para hacer almácigos de repollo para ver su influencia en las características agronómicas, índices de calidad de Dickson e índice de robustez.

Tabla 6: Combinación de tratamientos del experimento

Clave	Descripción de tratamientos
A	Sustrato producto de descomposición de <i>Melinis minutiflora</i> 50% + hojas de <i>Inga edulis</i> 50%+ M.E.
B	Sustrato producto de descomposición de <i>Melinis minutiflora</i> 75% + hojas de <i>Inga edulis</i> 25% + M.E.
C	Sustrato producto de descomposición de <i>Melinis minutiflora</i> al 100% + M.E.
D	Sustrato comercial Sungro (Testigo).

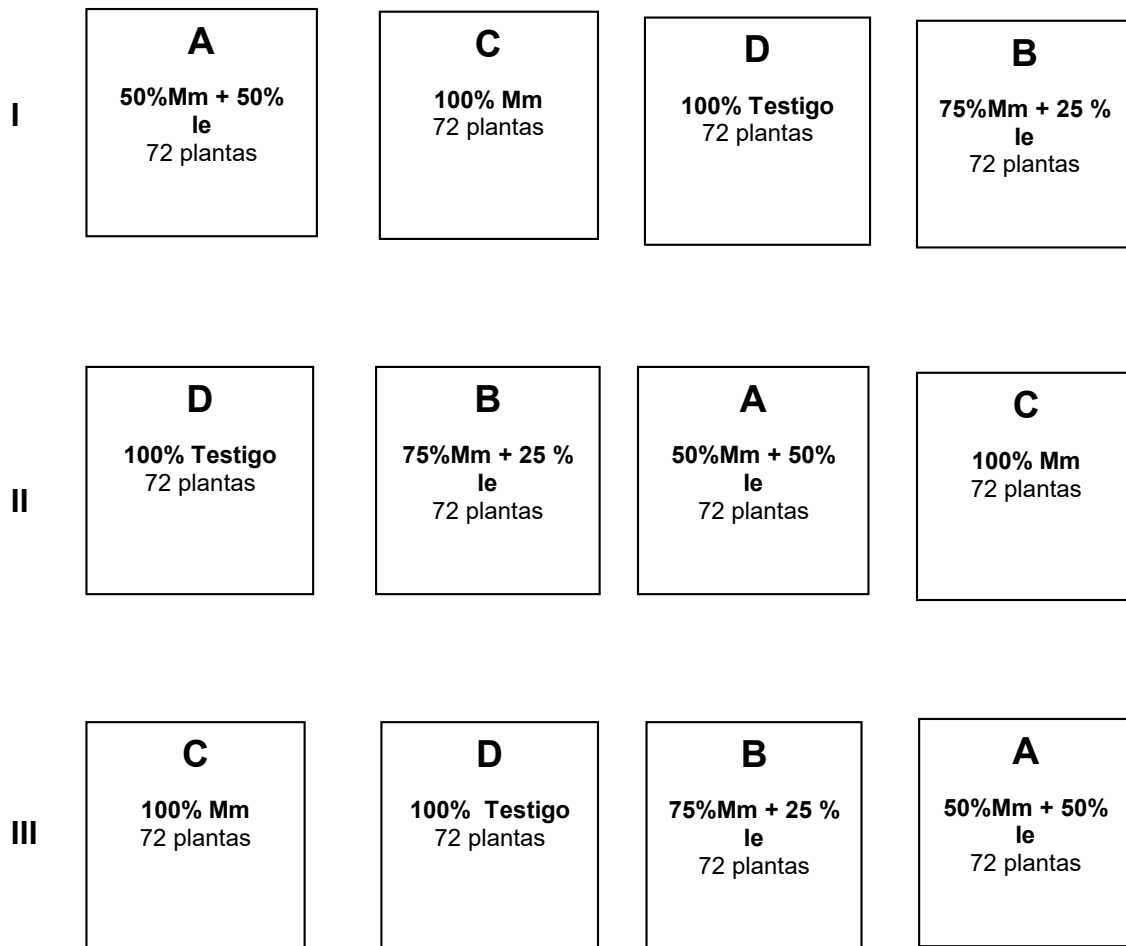
- **Características del campo experimental**

El efecto de los sustratos elaborados a partir de *Melinis minutiflora* e *Inga edulis* más M.E., se evaluaron en bandejas germinadoras de 72 celdas.

➤ Dimensión del campo experimental:

- Largo: 3 m
- Ancho: 2 m
- Area: 6 m²
- Número de bloques: 3
- Número de unidades experimentales:12

Figura 4: Distribución del campo experimental de almácigos



Leyenda:

Mn : *Melinis minutiflora*

le : *Inga edulis*

Testigo : sustrato comercial Sungro

- **Manejo de almácigo**

- ✓ Las semillas de repollo germinaron al quinto día, y solo se quedaron bajo la cobertura de malla rashed.
- ✓ Se aplicaron riegos ligeros en los almácigos, durante las horas de la mañana y tarde.
- ✓ Se aplicaron pesticidas a base de Alfa cipermetrina, y de Sulfato de cobre, para de prevenir el ataque de plagas y enfermedades.
- ✓ No se aplicó fertilizantes, tampoco ningún abono foliar.
- ✓ El manejo de almácigo se realizó hasta el día 26 de diciembre del 2024. Después, de esa fecha se realizaron las evaluaciones de características agronómicas, índice de calidad de Dickson y robustez en las plantitas de repollo.

5.4.2.6. Evaluación de variables

a.- Porcentaje de germinación

La evaluación de semillas germinadas en almácigo por tratamiento, se hizo en base al conteo de plántulas emergidas al quinto día posterior a la siembra. Después de un cálculo aritmético de conversión a porcentaje, se procedió con la tabulación de datos ya análisis estadístico.

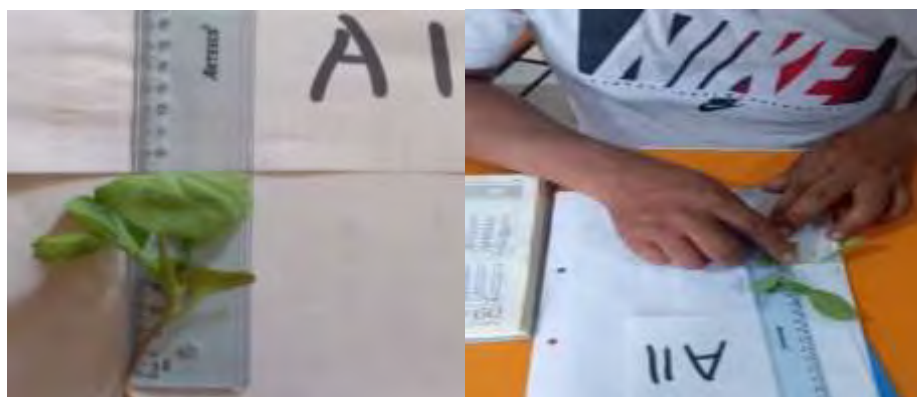
Fotografía 10. Conteo de plántulas germinadas y/o emergidas.



b.- Longitud de tallo

Se realizó la evaluación a los 28 días de la siembra. Para realizar la medición de longitud de tallo, se consideró un total de 32 plantitas centrales por tratamiento, sin considerar a las de efecto borde. Donde, se midieron en centímetro con ayuda de una regla milimétrica. Datos, que fueron registradas en un cuaderno de campo, considerando como longitud de tallo desde el cuello de la planta insertada a la raíz hasta la inserción de la primera hoja de la plantita.

Fotografía 11. Medición de longitud de tallo



c.- Diámetro de tallo

La evaluación se llevó a cabo 28 días después de la siembra, para lo cual se midieron un total de 32 plantitas centrales de la almaciguera. El grosor del tallo que equivale a diámetro, se midió en milímetro a la altura del cuello basal de cada plantita, esto con ayuda de un vernier electrónico digital.

Fotografía 12. Medición de diámetro del cuello de la planta



e.- Peso fresco foliar y radicular

La evaluación se llevó a cabo 28 días después de la siembra, para lo cual se pesaron un total de 32 plantitas centrales de la almáciguera. El pesado se hizo en el laboratorio de química de la Universidad Intercultural de Quillabamba, en una balanza analítica de marca Mettler Toledo; cuyo procedimiento fue de la siguiente manera: La planta se separó en dos: parte foliar (tallo y hojas) y parte radicular. Los que se pesaron en forma separada.

Fotografía 13. Peso fresco de la parte foliar y raíz de las plantitas de repollo



f.- Peso seco foliar y radicular

Para realizar estas evaluaciones, se procedió a tomar las muestras de cada unidad experimental en un total de 32 plantitas, procediendo de la siguiente manera: las raíces como la parte foliar se colocaron sobre papel de aluminio, con su respectiva etiqueta por tratamiento, luego se pusieron en una estufa de la marca BOXA a 40 °C durante 9 horas. Posteriormente se pesaron en una balanza analítica de la marca Mettler Toledo, todos ellos en el laboratorio de química de la Universidad Intercultural de Quillabamba.

Fotografía 14. Secado de la parte foliar y radicular



Fotografía 15. Pesado de la parte foliar y radicular en seco



g.- Número de hojas

Para realizar esta evaluación, se procedió a tomar las muestras de cada unidad experimental en un número de 32 plantitas, descartando las demás por estar considerado como efecto borde.

Fotografía 16. Número de hojas por plantita de repollo



h.- Peso seco de biomasa total

El peso seco de biomasa total de una planta se calcula sumando el peso seco de sus raíces y el peso seco de la parte foliar de la plantita.

$P_t = \text{Peso seco de raíz} + \text{peso seco de parte foliar (tallos y hojas)}$.

i.- Índice de calidad de Dickson (ICD)

Se realizó esta evaluación a los 28 días de la siembra según el método de Dickson (1960). Este índice se obtiene a partir de la fórmula aritmética siguiente:

$$ICD = \frac{\text{Peso seco total (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diametro (mm)}} + \frac{\text{Peso seco parte aerea (g)}}{\text{Peso seco raiz (g)}}$$

Los rangos de calidad de este índice según el mismo Dickson son los siguientes:

Calidad Baja: menor a 0.2.

Calidad Media: entre 0.2 y 0.5.

Calidad Alta: mayores a 0.5.

j.- Índice de robustez (IR)

El índice de robustez se calculó dividiendo la altura de la planta por el diámetro de su tallo (diámetro del cuello de la raíz). Esta relación proporciona una medida de la fortaleza y estabilidad de la planta lo que nos indicara su tasa de supervivencia en campo una vez trasplantada.

$$IR = \frac{\text{Altura de la planta (cm)}}{\text{Diámetro del cuello de la raíz (mm)}}$$

El índice de robustez tiene los siguientes rangos:

1. IR < 6: Generalmente se considera un valor óptimo o de alta calidad. Indica que la plántula es robusta, con un tallo proporcionalmente grueso en relación a su altura.
2. IR entre 6 y 10 (aproximadamente): Se podría considerar una calidad media. Las plantas en este rango pueden tener un buen desarrollo, pero su resistencia a condiciones extremas podría ser menor en comparación con las de IR más bajo.
3. IR > 10: Generalmente se considera un valor de baja calidad o no deseado. Indica que la plántula es demasiado esbelta (alta y delgada), lo que la hace vulnerable a daños por diversos factores.

- **5.4.2.7 Operacionalización de variables en la determinación de la influencia de los sustratos en los índices de calidad.**

Cada tratamiento consta de 72 plantas de repollo cuyo sustrato proviene de una poza elaborada y analizada en el anterior objetivo. A continuación, se presenta la tabla de operacionalización de variables para la determinación de la influencia de los sustratos en los índices de calidad.

Tabla 7: Operacionalización de variables en la determinación de la influencia de los sustratos en los índices de calidad de almácigo de repollo

Variables independientes	Variables dependientes	Indicadores
A.- Pasto gordura (<i>Melinis minutiflora</i>) 50% + Hoja de pacay (<i>Inga edulis</i>) 50%	I. Fase: Características agronómicas Porcentaje de germinación Longitud de tallo	% cm
B.- Pasto gordura (<i>Melinis minutiflora</i>) 75% + Hoja de pacay (<i>Inga edulis</i>) 25%	Diámetro de tallo Peso fresco foliar Peso seco foliar Peso fresco radicular Peso seco radicular	mm g g g g
C.- Pasto gordura (<i>Melinis minutiflora</i>) 100%	Número de hojas Peso de biomasa seca total	Unidad g
D.- Sustrato comercial Sungro	Dickson Índice de robustez	

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Fase de elaboración de sustratos, procesamiento de muestras y análisis físico - químico de sustratos

6.1.1 Resultado de parámetros físicos

- Densidad aparente

Tabla 8: Resultados de densidad aparente (g/cm³)

Repeticiones	Tratamiento			
	A	B	C	D
I	0.27	0.25	0.17	0.16
II	0.25	0.24	0.19	0.17
III	0.24	0.23	0.18	0.21

Tabla 9: Análisis de varianza para la densidad aparente de los sustratos elaborados

F. V.	GL	SC	CM	F	Ft 5%	Ft 1%	P. VALOR
REPETICIONES	2	0.000017	0.000008	0.022	5.14	10.924	0.9781
TRATAMIENTO	3	0.013600	0.004533	12.09	4.7	9.78	0.0059
ERROR	6	0.002250	0.000375				
TOTAL	11	0.02					C.V: 9.08 %

De acuerdo a la Tabla 9 se observa que el coeficiente de varianza es 9.08% lo que indica que no posee una dispersión elevada respecto a la media, la diferencia entre bloques el P valor es mayor en tal sentido no existe diferencia significativa entre los mismos. Sin embargo, a nivel de tratamientos el P valor es menor a 0.01 e indica que existe una diferencia significativa, por lo que se realizó la prueba de Tukey.

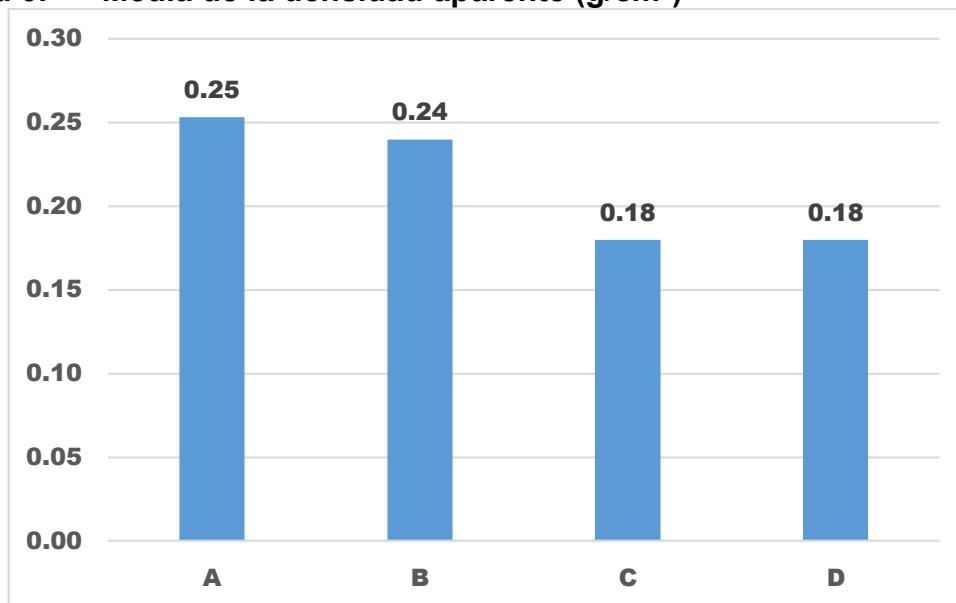
Tabla 10: Prueba de Tukey densidad aparente

Alfa=0.05, Error: 0.00038, gl: 6

TRATAMIENTO	MEDIAS (g/cm ³)	SIGNIFICANCIA 5%	SIGNIFICANCIA 1%
A	0.25	A	A
B	0.24	A	A
C	0.18	B	B
D	0.18	B	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

Figura 6: Media de la densidad aparente (g/cm³)



De la Tabla 10 de los resultados de la prueba estadística de Tukey 99% de probabilidad para densidad aparente, indica existir diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, el tratamiento A con densidad aparente de 0.25 g/cm³ y el tratamiento B con densidad aparente de 0.24 g/cm³ son estadísticamente iguales y superiores al tratamiento C y D. Como se indica en la Tabla 4 el valor óptimo para un buen sustrato es <0.4 g cm³, se deduce que los sustratos del experimento cumplen esta característica necesaria para ser sustrato.

El concepto de densidad aparente indica que es la masa de suelo seco por unidad de volumen edáfico, y este contribuye a la aireación de un buen sustrato (Murray & et al, 2014), según la tabla n° 1 propuesta por Abat & et

al (1993) en densidad aparente todos los sustratos serian aceptables pero siempre siendo superiores los sustrato B y A, la densidad aparente un sustrato puede tener una densidad aparente de 0.17 g/ml (Tombion & et al)

-Densidad real

Tabla 11: Resultados de la densidad real (g/cm³)

Repeticiones	Tratamiento			
	A	B	C	D
I	1.02	1.08	0.80	0.74
II	0.93	1.00	0.82	0.75
III	0.97	0.99	0.79	0.78

Tabla 12: Análisis de varianza de densidad real (g/cm³)

F. V	SC	gl	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%	P. VALOR
REPETICIONES	0.0027	2	0.0014	1.079	5.14	10.92	0.3977
TRATAMIENTO	0.1500	3	0.0500	39.74	4.75	9.779	0.0002
ERROR	0.0075	6	0.0012				
TOTAL	0.16	11					C.V: 3.99 %

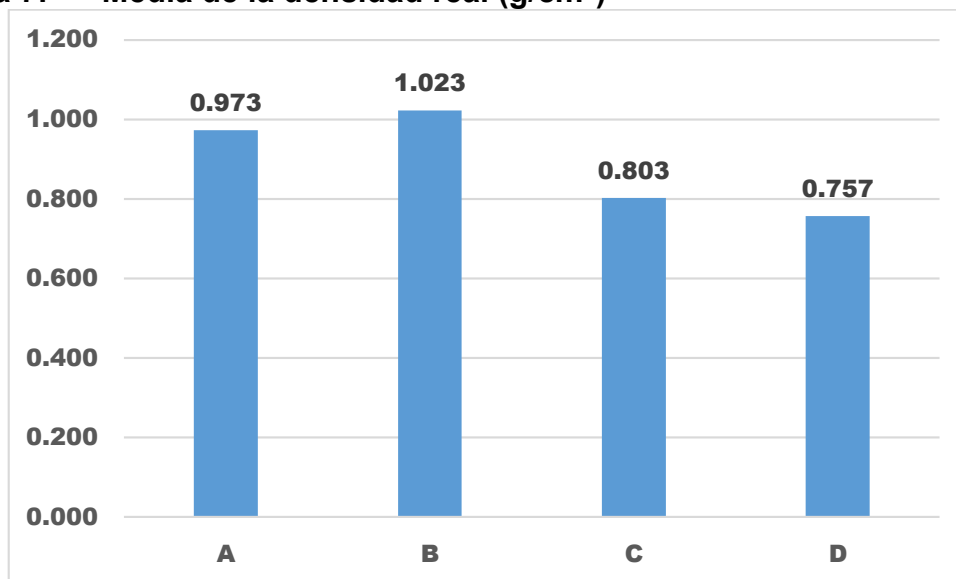
De acuerdo a la Tabla 12 se observa que el coeficiente de varianza es 3.99% lo que indica que no posee una dispersión elevada respecto a la media, la diferencia entre bloques el P valor es mayor en tal sentido no existe diferencia significativa entre los mismos. Sin embargo, a nivel de tratamientos el P valor es menor a 0.01 e indica que existe una diferencia significativa, por lo que se realizó la prueba de Tukey.

Tabla 13: Prueba de Tukey de densidad real

TRATAMIENTO	MEDIAS (g/cm ³)	SIGNIFICANCIA 5%	SIGNIFICANCIA 1%
B	1.02	A	A
A	0.97	A	A
C	0.80	B	B
D	0.76	B	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

Figura 7: Media de la densidad real (g/cm³)



De la Tabla 13 de los resultados de la prueba estadística de Tukey 99% de probabilidad para densidad real, indican que el sustrato B con densidad real de 1.02 g/ cm³ y A con densidad real de 0.97 g/cm³ son estadísticamente iguales y superiores a los sustratos C y D, esto indica según la Tabla 4 el rango de densidad real se ubica en 1.45 – 2.65 %, ningún sustrato cumpliría dicho rango y el tratamiento que más se aproximó fue el tratamiento B.

La densidad real, no varía significativamente con el grado de compactación o la estructura del suelo, ya que solo considera la fase sólida. Su valor es más un reflejo de la mineralogía intrínseca del suelo. **(Rucks & García, 2004)** en este caso indicaría que los sustratos elaborados y el testigo son materiales que tienen alta porosidad.

- **Espacio poroso**

Tabla 14: Resultados de espacio poroso (%)

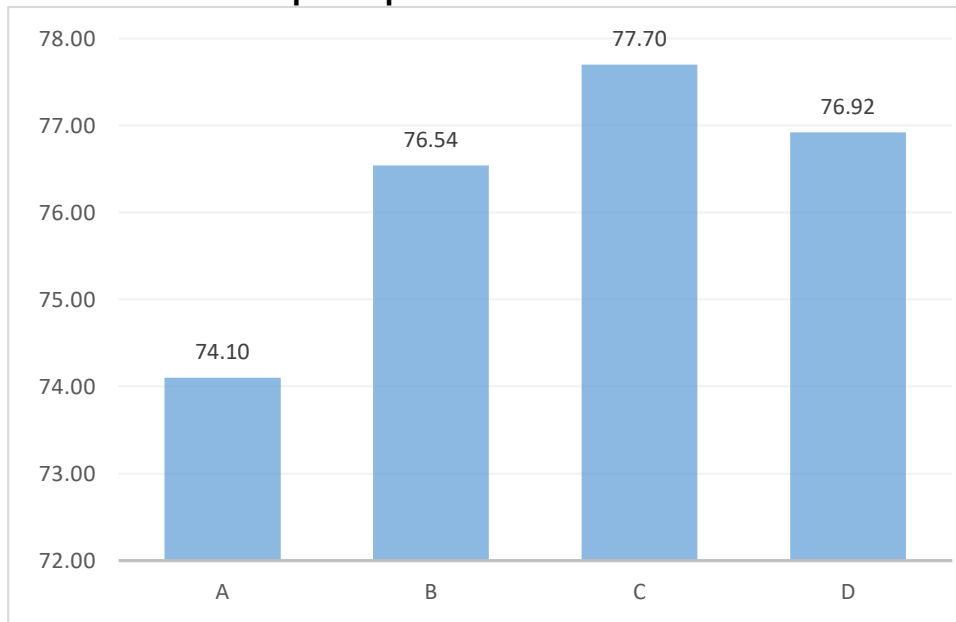
Repeticiones	Tratamiento			
	A	B	C	D
I	73.69	77.17	78.77	75.3
II	73.33	75.68	77.16	76.17
III	75.29	76.77	77.18	79.3

Tabla 15: Análisis de varianza del espacio poroso

F.V.	SC	GL	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%	P. VALOR
REPETICIONES	4.8484	2	2.424	1.602	5.14	10.92	0.2769
TRATAMIENTO	21.7188	3	7.239	4.785	4.75	9.77	0.0494
ERROR	9.0762	6	1.51				
TOTAL	35.64	11					C.V: 1.61 %

De acuerdo a la Tabla 15 se observa que el coeficiente de varianza es 1.61% lo que indica que no posee una dispersión elevada respecto a la media, la diferencia entre bloques el P valor es mayor a 0.01 en tal sentido no existe diferencia significativa entre los mismos. A nivel de tratamientos el P valor es mayor a 0.01 e indica que no existe una diferencia significativa, por lo que no se realizó la prueba de Tukey los resultados de las medias de los sustratos comparados con la Tabla 4 indica que el espacio poroso de un sustrato tiene que ser mayor a 85%, en este parámetro ningún sustrato cumpliría con el indicado anteriormente. Sin embargo otros autores como **Castro & et al (2019)** sugieren que un buen sustrato es aquel que tiene el espacio poroso a partir de 70%.

Figura 8: Media del espacio poroso



En base al resultado obtenido al 99% de probabilidad en el espacio poroso, no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

6.1.2 Resultado de parámetros químicos

- pH

Tabla 16: Resultados del pH por tratamiento

Repeticiones	Tratamiento			
	A	B	C	D
I	5.71	6.86	7.08	4.9
II	6.12	6.56	7.4	5.19
III	5.8	7.04	6.9	5.31

Tabla 17: Análisis de varianza de pH

FV	SC	GL	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%	P. VALOR
REPETICIONES	0.0681	2	0.0340	0.57	5.14	10.92	0.5944
TRATAMIENTO	7.4379	3	2.4793	41.38	4.75	9.77	0.0002
ERROR	0.3595	6	0.0599				
TOTAL	7.865	11				C.V: 3.92 %	

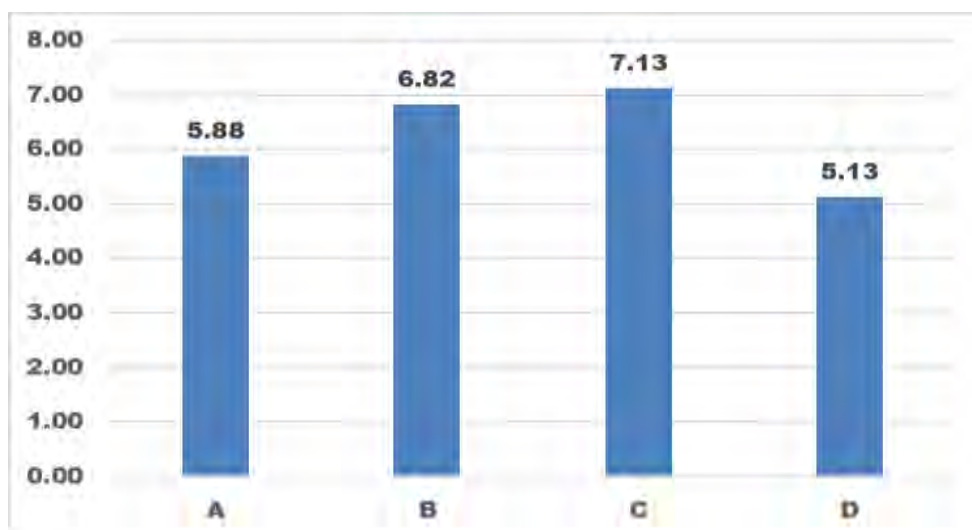
De acuerdo a la Tabla 17 se observa que el coeficiente de varianza es 3.92% lo que indica que no posee una dispersión elevada respecto a la media, la diferencia entre bloques el P valor es mayor en tal sentido no existe diferencia significativa entre los mismos. Sin embargo, a nivel de tratamientos el P valor es menor a 0.01 e indica que existe una diferencia significativa, por lo que se realizó la prueba de Tukey.

Tabla 18: Prueba de Tukey para pH

TRATAMIENTO	MEDIAS (pH)	SIGNIFICANCIA 5%	SIGNIFICANCIA 1%
C	7.13	A	A
B	6.82	A	A B
A	5.88	B	B C
D	5.13	C	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

Figura 9: Media del pH



De la Tabla 18 los resultados de la prueba estadística de Tukey 99% de probabilidad para pH, indica que el tratamiento C tiene 7.13 de pH y B tiene 6.82 de pH ambos son iguales estadísticamente y superiores al tratamiento A y D.

Estos resultados comparados con la Tabla 4 indica que el rango de pH aceptable para un sustrato se ubica entre los valores de 5.2 – 6.3, según las medias de los tratamientos B tiene 6.82 de pH y C tiene 7.13 de pH estarían fuera de ese rango por tener valores neutro y ligeramente alcalino. Y el sustrato D tiene 5.13 de pH, también estaría fuera por tener un rango de acidez fuertemente ácido. El tratamiento A sería, según la tabla 4, sería el sustrato más óptimo. El pH del sustrato determinara la disponibilidad de nutrientes, ya sea en condiciones de ácidos o de alcalinidad. **(Salgado & Ottos, 2025)**

- **Conductividad eléctrica (C.E.)**

Tabla 19: Resultados de la conductividad eléctrica (dS/m)

Repeticiones	Tratamiento			
	A	B	C	D
I	2.43	0.98	0.81	1.16
II	2.42	1.37	1.42	1.25
III	2.45	1.44	1.02	1.41

Tabla 20: Análisis de varianza de conductividad eléctrica

FV	SC	GL	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%	P. VALOR
REPETICIONES	0.1725	2	0.086	2.96	5.14	10.92	0.1278
TRATAMIENTO	3.4542	3	1.151	39.48	4.75	9.77	0.0002
ERROR	0.1750	6	0.0292				
TOTAL	3.8	11				C.V: 11.29 %	

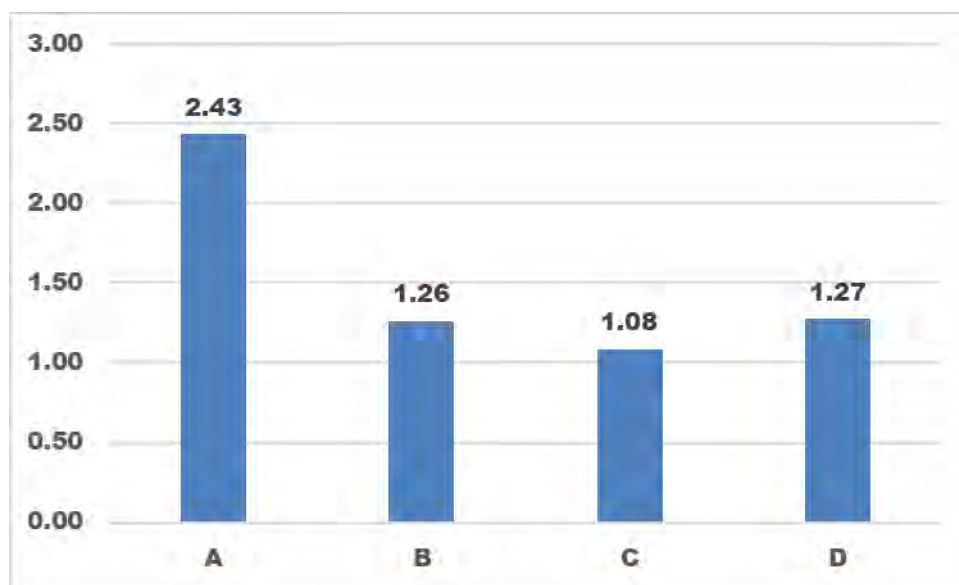
De acuerdo a la Tabla 20 se observa que el coeficiente de varianza es 11.29% lo que indica que no posee una dispersión elevada respecto a la media. La diferencia entre bloques el P valor es mayor, en tal sentido no existe diferencia significativa entre los mismos. Sin embargo, a nivel de tratamientos el P valor es menor a 0.01 e indica que existe una diferencia significativa, por lo que se realizó la prueba de Tukey.

Tabla 21: Prueba de Tukey conductividad eléctrica

TRATAMIENTO	MEDIAS C.E (dS/m)	SIGNIFICANCIA	
		5%	1%
A	2.43	A	A
D	1.27	B	A
B	1.26	B	B
C	1.08	B	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

Figura 10: Media de conductividad eléctrica (C.E)



De la Tabla 21 los resultados de la prueba de Tukey al 99% de probabilidad para la conductividad eléctrica (C.E.), muestran que el tratamiento A con una conductividad eléctrica de 2.43 dS/m y D con una conductividad eléctrica de 1.27 dS/m son estadísticamente iguales y superior a los tratamientos B y C a la vez ambos tratamientos son iguales estadísticamente.

En la Tabla 4 indica que los tratamientos están dentro del rango de 0.75 a 3.49 dS/m son buenos para sustrato, con esto nos indica que todos los sustratos son aceptables.

La conductividad eléctrica es importante en la calidad del sustrato porque indica presencia de sales que serían perjudiciales para el desarrollo de los cultivos, por eso la conductividad de todos los sustratos que se evaluaron están en una clasificación ligeramente salina. (Universidad Agraria la Molina, 2024)

- Capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.)

Tabla 22: Resultados de capacidad de intercambio catiónico (cmol/Kg)

Repeticiones	Tratamiento			
	A	B	C	D
I	107.54	86.03	90.05	104.3
II	98.69	97.89	84.06	108.32
III	102.71	97.49	87.84	112.41

Tabla 23: Análisis de varianza de capacidad de intercambio catiónico

F.V.	SC	GL	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%	P. VALOR
REPETICIONES	24.1752	2	12.088	0.46	5.14	10.92	0.6508
TRATAMIENTO	790.4443	3	263.48	10.07	4.75	9.77	0.0093
ERROR	157.0502	6	26.175				
TOTAL	971.6697	11					C.V: 5.21 %

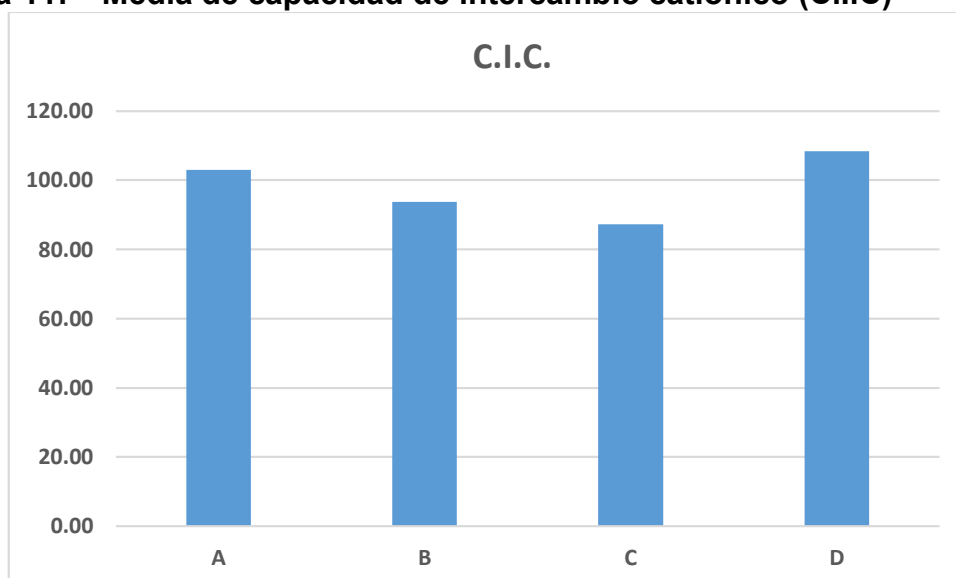
De acuerdo a la Tabla 23 se observa que el coeficiente de varianza es 5.21% lo que indica que no posee una dispersión elevada respecto a la media. La diferencia entre bloques el P valor es mayor, en tal sentido no existe diferencia significativa entre los mismos. Sin embargo, a nivel de tratamientos el P valor es menor a 0.01 e indica que existe una diferencia significativa, por lo que se realizó la prueba de Tukey.

Tabla 24: Prueba de Tukey capacidad de intercambio catiónico

TRATAMIENTO	MEDIAS C.I.C. (cmol/Kg)	SIGNIFICANCIA 5%		SIGNIFICANCIA 1%	
D	108.34	A		A	
A	102.98	A	B	A	B
B	93.80		B C	A	B
C	87.32			C	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

Figura 11: Media de capacidad de intercambio catiónico (C.I.C)



De la Tabla 24 los resultados de la prueba de Tukey indica que existen diferencias significativas entre los diferentes tratamientos con un 99% de probabilidad, el tratamiento D con un CIC de 108.34 cmol/Kg, A con un CIC de 102.98 cmol/Kg y B con un CIC de 93.8 cmol/Kg son iguales y superiores estadísticamente al tratamiento C.

Un suelo con un CIC alto, tiene una mayor capacidad para almacenar nutrientes, lo que se traduce en una mayor fertilidad. Esto permite un suministro más constante de nutrientes a los cultivos y reduce la necesidad de aplicar grandes cantidades de fertilizantes. El CIC también influye en la capacidad del suelo para resistir cambios bruscos en el pH (capacidad buffer). **(Cruz & et al, 2020)**

Pero según la Tabla 4 el rango de C.I.C. que menciona es todos aquellos tratamientos que tengan mayor a 20 cmol/Kg por lo que se deduce que todos los tratamientos serían aceptables.

- Materia orgánica (M.O.)

Tabla 25: Promedio de la materia orgánica (%)

Repeticiones	Tratamiento			
	A	B	C	D
I	48.35	45.33	52.17	29.1
II	44.19	42.75	44.21	32.17
III	53.58	51.05	48.78	36.9

Tabla 26: Análisis de varianza de materia orgánica

FV	SC	GL	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%	P. VALOR
REPETICIONES	91.6372	2	45.819	5.34	5.14	10.92	0.0466
TRATAMIENTO	522.5939	3	174.19	20.28	4.75	9.77	0.0015
ERROR	51.5201	6	8.5867				
TOTAL	665.7512	11					C.V: 6.65 %

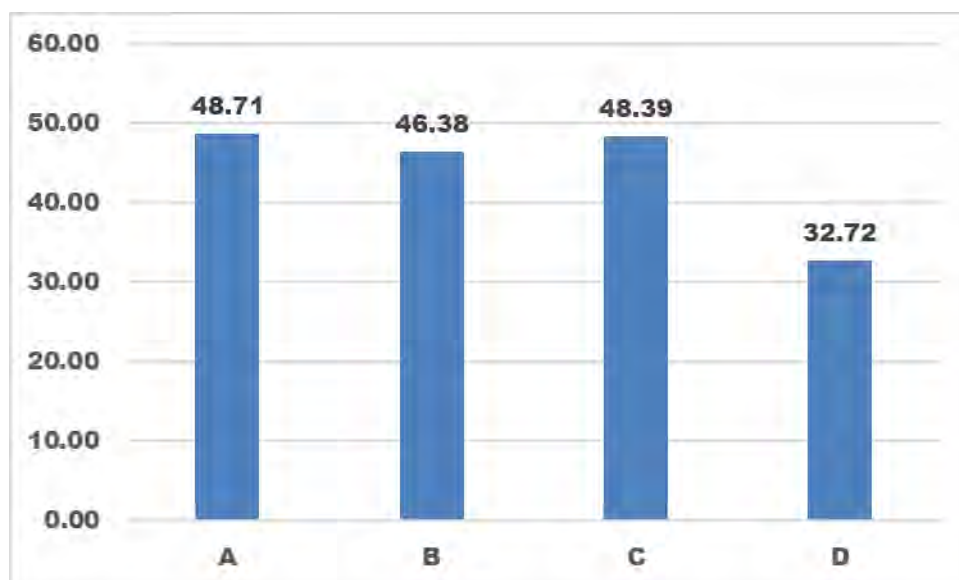
De acuerdo a la Tabla 26 se observa que el coeficiente de varianza es 6.65% lo que indica que no posee una dispersión elevada respecto a la media. El P valor es mayor entre bloques, en tal sentido no existe diferencia significativa entre los mismos. Sin embargo, a nivel de tratamientos el P valor es menor a 0.01 e indica que existe una diferencia significativa, por lo que se realizó la prueba de Tukey.

Tabla 27: Prueba de Tukey para materia orgánica

TRATAMIENTO	MEDIAS (%)	SIGNIFICANCIA 5%	SIGNIFICANCIA 1%
A	48.71	A	A
C	48.39	A	A
B	46.38	A	A
D	32.72	B	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

Figura 12: Media de materia orgánica (%)



De la Tabla 27 los resultados de la prueba de Tukey muestran que existen diferencias significativas en los niveles de materia orgánica con un 99% de probabilidad, los tratamientos A con 48.71% de M.O, C con 48.39 % de M.O y B con 46.38 % de M.O son estadísticamente iguales y superior al tratamiento D que tiene 32.72 % de M.O.

Estos resultados comparados con la Tabla 4 indica el rango de un buen sustrato es mayor a 80% de contenido de materia orgánica, pero en los análisis de los sustratos los valores en contenido de materia orgánica son menores, tratamiento A (48.71%), B (46.38 %), C (48.39 %) y D sustrato comercial (32.72 %) el alto contenido. (Aguilera, 2000)

- **Relación carbono nitrógeno (C/N)**

Tabla 28: Resultados de la relación carbono nitrógeno (C/N)

Repeticiones	Tratamiento			
	A	B	C	D
I	15.46	17.95	26.79	33.5
II	15.28	17.35	24.84	36.3
III	14.69	17.41	26.68	42.6

Tabla 29: Análisis de varianza de relación carbono nitrógeno (C/N).

FV	SC	GL	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%	P. VALOR
REPETICIONES	9.7416	2	4.87	0.80	5.14	10.92	0.4930
TRATAMIENTO	916.621	3	305.54	50.02	4.75	9.77	0.0001
ERROR	36.648	6	6.11				
TOTAL	963.0111	11					C.V: 10.27 %

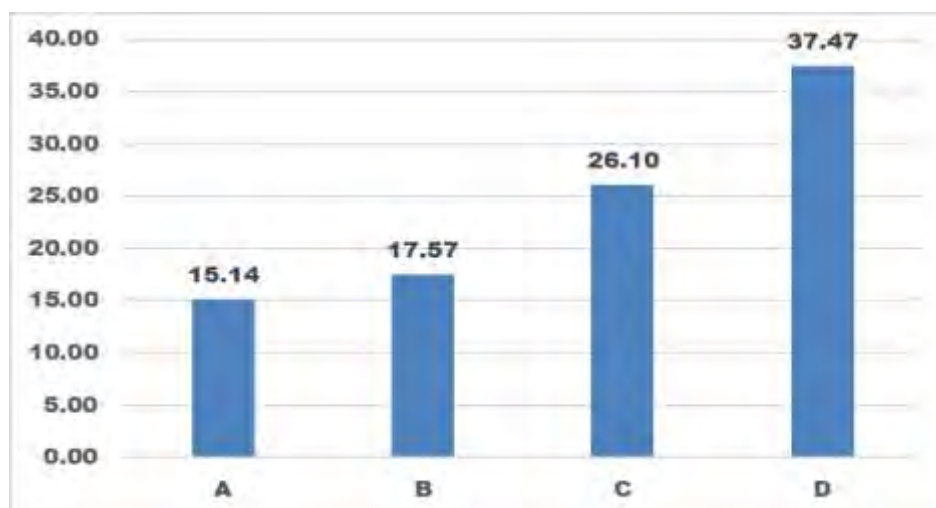
De acuerdo a la Tabla 29 se observa que el coeficiente de varianza es 10.27% lo que indica que no posee una dispersión elevada respecto a la media. El P valor es mayor entre bloques, en tal sentido no existe diferencia significativa entre los mismos. Sin embargo, a nivel de tratamientos el P valor es menor a 0.01 e indica que existe una diferencia significativa, por lo que se realizó la prueba de Tukey.

Tabla 30: Prueba de Tukey para relación carbono nitrógeno

TRATAMIENTO	MEDIAS	SIGNIFICANCIA 5%	SIGNIFICANCIA 1%
D	37.47	A	A
C	26.10	B	B
B	17.57	C	B C
A	15.14	C	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

Figura 13: Media de relación carbono nitrógeno (C/N)



De la Tabla 30 con un nivel de probabilidad del 99%, la prueba de Tukey revela que la relación carbono nitrógeno presenta variaciones significativas.

Entonces el tratamiento D con una relación de 37.47 es significativamente diferente a los tratamientos C y B, siendo ambos tratamientos estadísticamente iguales y superiores al tratamiento A.

Estos resultados comparados con la Tabla 4 indica el rango de un buen sustrato se halla entre 20 a 40 de relación C/N y los resultados obtenidos de los tratamientos D con una relación de 37.47 y C con una relación de 26.1 se hallan en ese rango, pero los tratamientos A con una relación de 17.57 y B con una relación de 15.14 tienen valores menores a 20, lo cual indica que no cumplirían dicho rango. **Romero (2013)** menciona que valores menores a 20 indican mayor estabilidad de sustrato y mayor contenido de nutrientes.

- **Nitrógeno total (%)**

Tabla 31: Resultados del nitrógeno total (%)

Repeticiones	Tratamiento			
	A	B	C	D
I	1.81	1.47	1.13	0.41
II	1.68	1.43	1.03	0.49
III	2.12	1.7	1.06	0.6

Tabla 32: Análisis de varianza de nitrógeno total (%)

F.V.	SC	GL	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%	P. VALOR
REPETICIONES	0.0995	2	0.0498	4.351	5.14	10.92	0.0680
TRATAMIENTO	3.1748	3	1.0583	92.54	4.75	9.77	0.00002
ERROR	0.0686	6	0.0114				
TOTAL	3.3429	11					C.V: 8.59 %

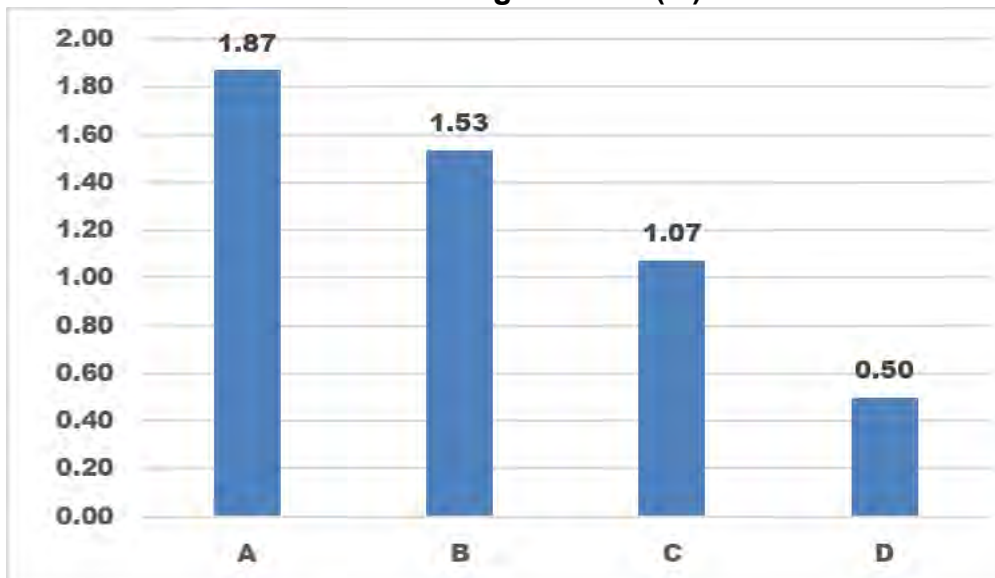
De acuerdo a la tabla 32 se observa que el coeficiente de varianza es 8.59% lo que indica que no posee una dispersión elevada respecto a la media. El P valor es mayor entre bloques, en tal sentido no existe diferencia significativa entre los mismos. Sin embargo, a nivel de tratamientos el P valor es menor a 0.01 e indica que existe una diferencia significativa, por lo que se realizó la prueba de Tukey.

Tabla 33: Prueba Tukey nitrógeno total (%)

TRATAMIENTO	MEDIAS (%)	SIGNIFICANCIA 5%	SIGNIFICANCIA 1%
A	1.87	A	A
B	1.53	B	A
C	1.07	C	B
D	0.5	D	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

Figura 14: Media de relación Nitrógeno total (%)



De la tabla 33 se desprende que la prueba de Tukey al 99% de probabilidad para nitrógeno total, se determinó que existen diferencias significativas entre los tratamientos, El tratamiento A con 1.87 % de N y B con 1.53 % de N son estadísticamente iguales y superiores al tratamiento C y D

El nitrógeno es un componente fundamental de las proteínas, enzimas, ácidos nucleicos (ADN y ARN), clorofila y hormonas vegetales. En la etapa de almácigos, donde las plántulas están en sus primeras fases de desarrollo, el nitrógeno juega un papel crucial en su desarrollo. se ha reportado que un contenido de nitrógeno total de 0.4% a 1.0% en sustratos puede ser adecuado para el desarrollo de almácigos. Por ejemplo, en la evaluación de un residuo inestabilizado rico en yerba mate como componente de sustrato para almácigos de albahaca, se encontró un nitrógeno total entre 0.4% a 1.0% las plántulas de albahaca se desarrollaron adecuadamente. **(González & et al, 2023)**

6.2. Fase de evaluación de las características agronómicas, índice de calidad de Dickson e índice de robustez de plantitas de repollo (*Brassica oleracea var. Capitata*), producidas en almácigo

- **Porcentaje de germinación (%)**

Tabla 34: Resultados de porcentaje de germinación (%)

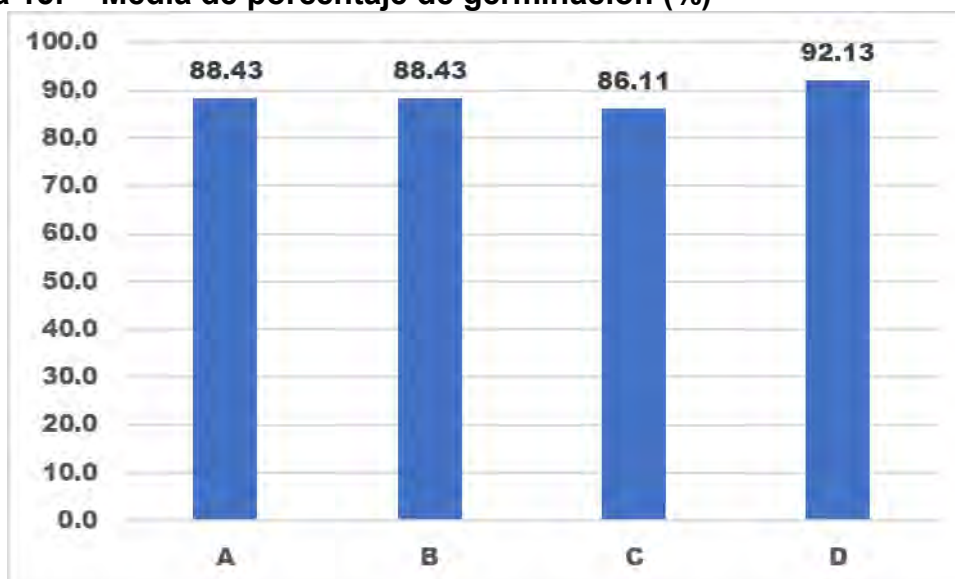
Repeticiones	Tratamiento			
	A	B	C	D
I	86.11	90.28	83.33	93.06
II	91.67	86.11	90.28	94.44
III	87.5	88.89	84.72	88.89

Tabla 35: Análisis de porcentaje de germinación (%)

F.V.	SC	GL	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%	P. VALOR
REPETICIONES	21.5381	2	10.769	1.3469	5.14	10.92	0.3287
TRATAMIENTO	55.8027	3	18.60	2.3265	4.75	9.77	0.1743
ERROR	47.9713	6	7.995				
TOTAL	125.3121	11					C.V: 3.19 %

De acuerdo a la Tabla 35 se observa que el coeficiente de varianza es 3.19% lo que indica que no posee una dispersión elevada respecto a la media. El P valor es mayor entre bloques, en tal sentido no existe diferencia significativa entre los mismos. Sin embargo, a nivel de tratamientos el P valor es menor a 0.01 e indica que existe una diferencia significativa, por lo que se realizó la prueba de Tukey.

Figura 15: Media de porcentaje de germinación (%)



- Longitud de tallo

Tabla 36: Resultados de longitud de tallo (cm)

Repeticiones	Tratamiento			
	A	B	C	D
I	6.08	7.06	3.86	5.05
II	6.10	6.62	3.39	6.08
III	5.63	6.40	3.09	6.36

Tabla 37: Análisis de varianza de longitud de tallo (cm)

F.V.	SC	GL	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%	P. VALOR
REPETICIONES	0.0707	2	0.0354	0.14	5.14	10.92	0.8747
TRATAMIENTO	17.8129	3	5.9376	22.99	4.75	9.77	0.0011
ERROR	1.5495	6	0.2582				
TOTAL	19.4331	11					C.V: 9.27 %

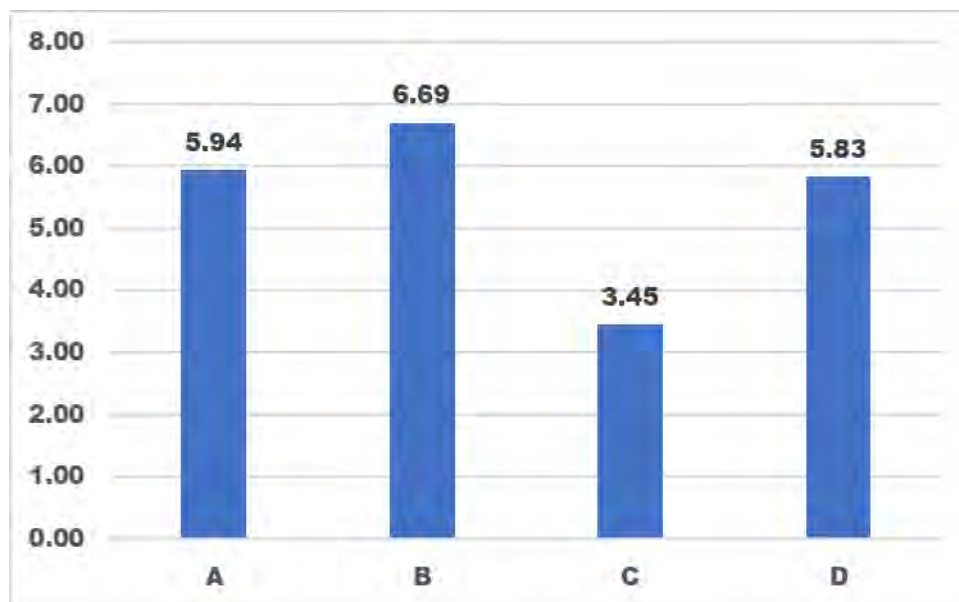
De acuerdo a la Tabla 37 se observa que el coeficiente de varianza es 9.27% lo que indica que no posee una dispersión elevada respecto a la media. El P valor es mayor entre bloques, en tal sentido no existe diferencia significativa entre los mismos. Sin embargo, a nivel de tratamientos el P valor es menor a 0.01 e indica que existe una diferencia significativa, por lo que se realizó la prueba de Tukey

Tabla 38: Prueba Tukey para longitud de tallo

TRATAMIENTO	MEDIAS (cm)	SIGNIFICANCIA 5%	SIGNIFICANCIA 1%
B	6.69	A	A
A	5.94	A	A
D	5.83	A	A
C	3.45	B	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

Figura 16: Media de longitud de tallo (cm)



De la Tabla 38 se desprende de la prueba estadística de Tukey al 99% de probabilidad para la Longitud de tallo, indica que los tratamientos B , A y D son estadísticamente iguales y superior al tratamiento C.

- **Diámetro de tallo**

Tabla 39: Resultados de diámetro de tallo (mm)

Repeticiones	Tratamiento			
	A	B	C	D
I	1.26	0.90	0.74	1.19
II	1.30	1.06	0.96	1.16
III	1.34	1.28	0.94	1.23

Tabla 40: Análisis de varianza de diámetro de tallo (mm)

F.V.	SC	GL	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%	P. VALOR
REPETICIONES	0.0593	2	0.0296	3.66	5.14	10.92	0.0913
TRATAMIENTO	0.2895	3	0.0965	11.93	4.75	9.77	0.0061
ERROR	0.0485	6	0.0081				
TOTAL	0.3973	11					C.V: 8.05 %

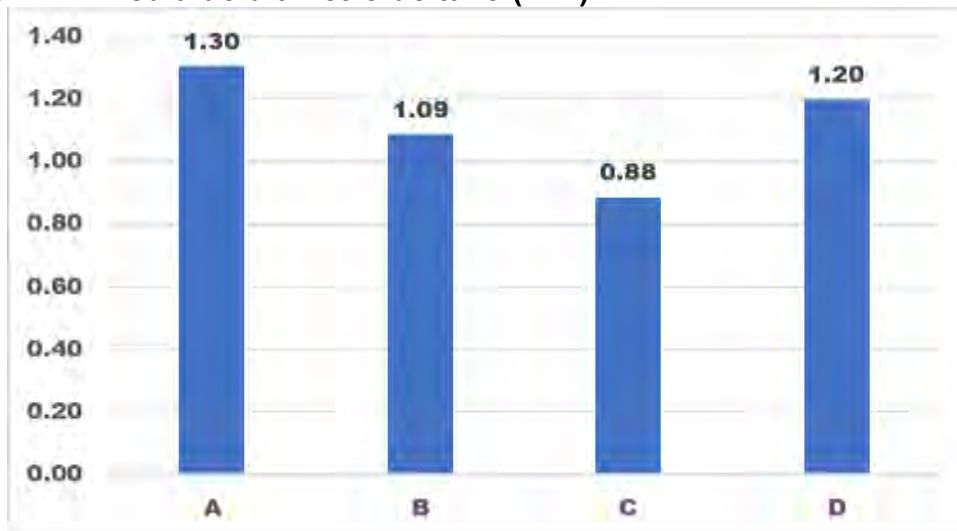
De acuerdo a la tabla 40 se observa que el coeficiente de varianza es 8.05% lo que indica que no posee una dispersión elevada respecto a la media. El P valor es mayor entre bloques, en tal sentido no existe diferencia significativa entre los mismos. Sin embargo, a nivel de tratamientos el P valor es menor a 0.01 e indica que existe una diferencia significativa, por lo que se realizó la prueba de Tukey

Tabla 41: Prueba Tukey para diámetro de tallo

TRATAMIENTO	MEDIAS (mm)	SIGNIFICANCIA 5%	SIGNIFICANCIA 1%
A	1.30	A	A
D	1.20	A	A
B	1.09	A B	A
C	0.88	B	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

Figura 17: Media de diámetro de tallo (mm)



De la Tabla 41 los resultados de la prueba estadística de Tukey al 99% de probabilidad de diámetro de tallo indica que los tratamientos A, D y B son estadísticamente iguales y superior al tratamiento C.

- **Peso fresco foliar (g)**

Tabla 42: Resultados de peso fresco foliar (g)

Repeticiones	Tratamiento			
	A	B	C	D
I	1.062	0.884	0.180	0.638
II	0.993	0.758	0.156	0.826
III	0.843	0.898	0.083	0.781

Tabla 43: Análisis de varianza de peso fresco foliar (g)

F.V.	SC	GL	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%	P. VALOR
REPETICIONES	0.0036	2	0.0018	0.184	5.14	10.92	0.8361
TRATAMIENTO	1.2183	3	0.4061	42.16	4.75	9.77	0.0002
ERROR	0.0578	6	0.0096				
TOTAL	1.2797	11					C.V: 14.536 %

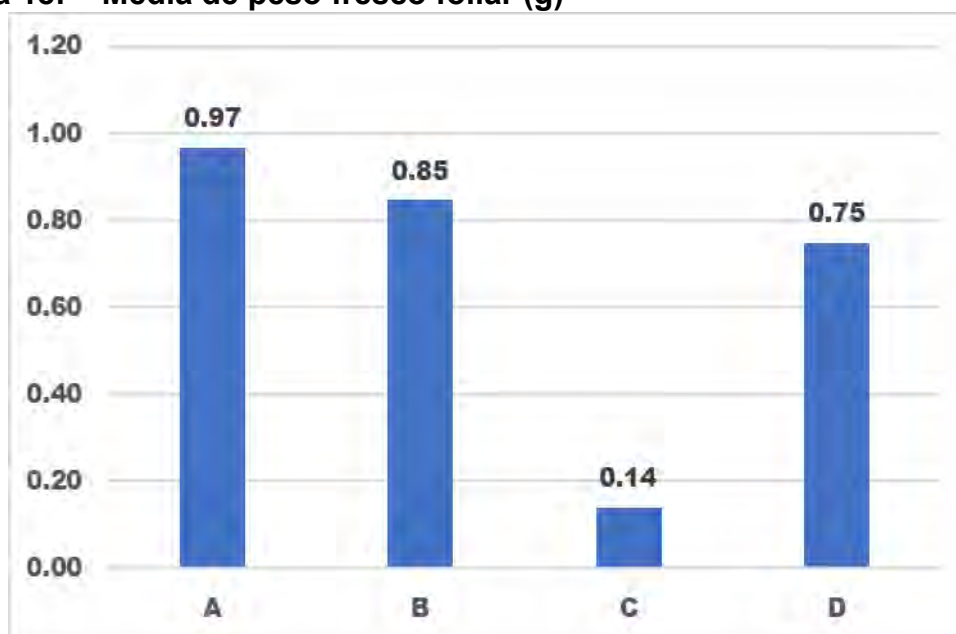
De acuerdo a la Tabla 43 se observa que el coeficiente de varianza es 14.53% lo que indica que no posee una dispersión elevada respecto a la media. El P valor es mayor entre bloques, en tal sentido no existe diferencia significativa entre los mismos. Sin embargo, a nivel de tratamientos el P valor es menor a 0.01 e indica que existe una diferencia significativa, por lo que se realizó la prueba de Tukey.

Tabla 44: Prueba Tukey peso fresco foliar

TRATAMIENTO	MEDIAS (g)	SIGNIFICANCIA 5%	SIGNIFICANCIA 1%
A	0.966	A	A
B	0.846	A	A
D	0.748	A	A
C	0.139		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

Figura 18: Media de peso fresco foliar (g)



De la Tabla 44 los resultados de la prueba estadística de Tukey al 99% de probabilidad para el peso fresco foliar indica que los tratamientos A, B y D son estadísticamente iguales y superior al tratamiento C.

- **Peso seco foliar (g)**

Tabla 45: Resultados de peso seco foliar (g)

Repeticiones	Tratamiento			
	A	B	C	D
I	0.0975	0.0910	0.0146	0.0519
II	0.0814	0.0615	0.0106	0.0547
III	0.0743	0.0686	0.0126	0.0657

Tabla 46: Análisis de varianza de peso seco foliar (g)

F.V.	SC	GL	CM	F	Ft 5%	Ft 1%	P. VALOR
REPETICIONES	0.00029	2	0.00015	1.51	5.14	10.92	0.2941
TRATAMIENTO	0.00900	3	0.00300	31.08	4.75	9.77	0.0005
ERROR	0.00058	6	0.00010				
TOTAL	0.00987	11					C.V: 17.23%

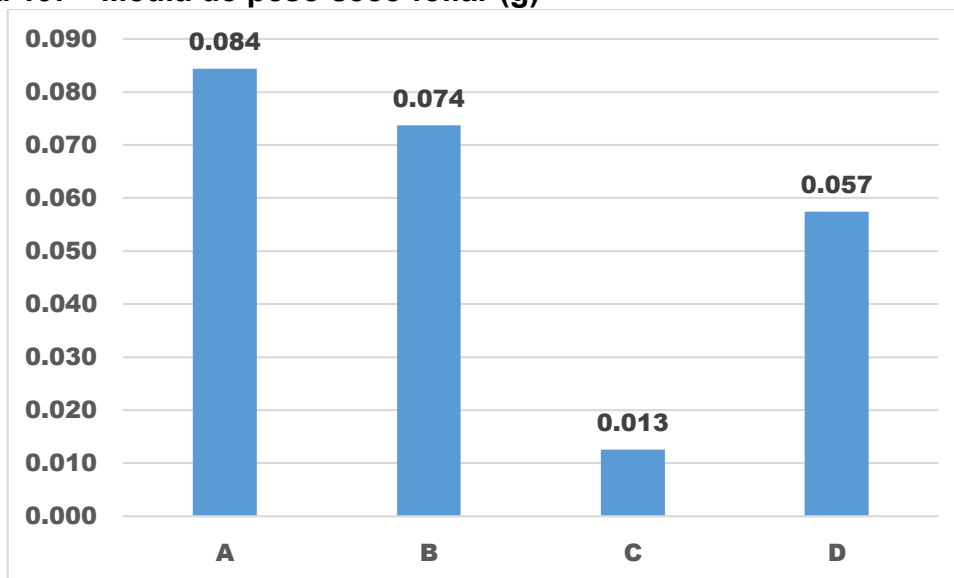
De acuerdo a la Tabla 46 se observa que el coeficiente de varianza es 17.23% lo que indica que no posee una dispersión elevada respecto a la media. El P valor es mayor entre bloques, en tal sentido no existe diferencia significativa entre los mismos. Sin embargo, a nivel de tratamientos el P valor es menor a 0.01 e indica que existe una diferencia significativa, por lo que se realizó la prueba de Tukey

Tabla 47: Prueba de Tukey para peso seco foliar

TRATAMIENTO	MEDIAS (g)	SIGNIFICANCIA 5%	SIGNIFICANCIA 1%
A	0.0844	A	A
B	0.0737	A	A
D	0.0574	A	A
C	0.0126	B	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

Figura 19: Media de peso seco foliar (g)



De la Tabla 47 los resultados de la prueba estadística de Tukey al 99% de confianza para el peso seco foliar que los tratamientos A, B y D son estadísticamente iguales y superiores al tratamiento C.

- **Peso fresco radicular (g)**

Tabla 48: Resultados peso fresco radicular (g)

Repeticiones	Tratamiento			
	A	B	C	D
I	0.127	0.076	0.021	0.068
II	0.085	0.062	0.018	0.066
III	0.090	0.050	0.016	0.075

Tabla 49: Análisis de varianza de peso fresco radicular (g)

F.V.	SC	GL	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%	P. VALOR
REPETICIONES	0.00062	2	0.00031	2.25	5.14	10.92	0.1871
TRATAMIENTO	0.01038	3	0.00346	25.05	4.75	9.77	0.0009
ERROR	0.00083	6	0.00014				
TOTAL	0.01182	11				C.V: 18.70 %	

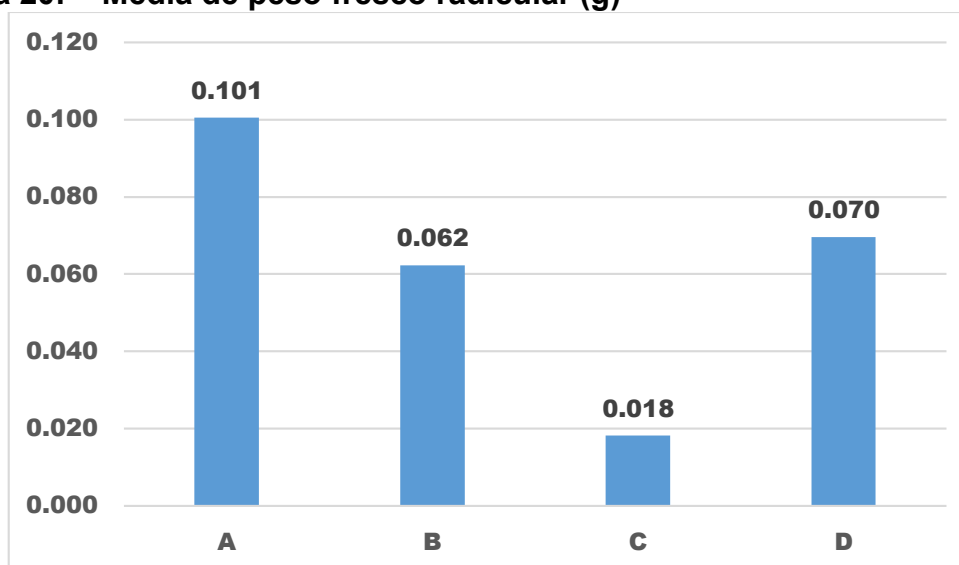
De acuerdo a la Tabla 49 se observa que el coeficiente de varianza es 18.70% lo que indica que no posee una dispersión elevada respecto a la media. El P valor es mayor entre bloques, en tal sentido no existe diferencia significativa entre los mismos. Sin embargo, a nivel de tratamientos el P valor es menor a 0.01 e indica que existe una diferencia significativa, por lo que se realizó la prueba de Tukey

Tabla 50: Prueba de Tukey para peso fresco radicular

TRATAMIENTO	MEDIAS (g)	SIGNIFICANCIA 5%		SIGNIFICANCIA 1%	
A	0.101	A		A	
D	0.070	A	B	A	
B	0.063	B		A	B
C	0.018	C		B	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

Figura 20: Media de peso fresco radicular (g)



De la Tabla 50 los resultados de la prueba estadística de Tukey al 99% de probabilidad para el peso fresco radicular, los tratamientos A, D y B son estadísticamente iguales y superiores al tratamiento C.

- **Peso seco radicular (g)**

Tabla 51: Resultados de peso seco radicular (g)

Repeticiones	Tratamiento			
	A	B	C	D
I	0.0154	0.0116	0.0040	0.0083
II	0.0121	0.0082	0.0030	0.0063
III	0.0108	0.0072	0.0041	0.0088

Tabla 52: Análisis de varianza de peso seco radicular (g)

F.V.	SC	GL	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%	P. VALOR
REPETICIONES	0.000014	2	0.000007	3.39	5.14	10.92	0.1035
TRATAMIENTO	0.000126	3	0.000042	20.47	4.75	9.77	0.0015
ERROR	0.000012	6	0.000002				
TOTAL	0.000152	11					C.V: 17.19 %

De acuerdo a la Tabla 52 se observa que el coeficiente de varianza es 17.19% lo que indica que no posee una dispersión elevada respecto a la media. El P valor es mayor entre bloques, en tal sentido no existe diferencia significativa

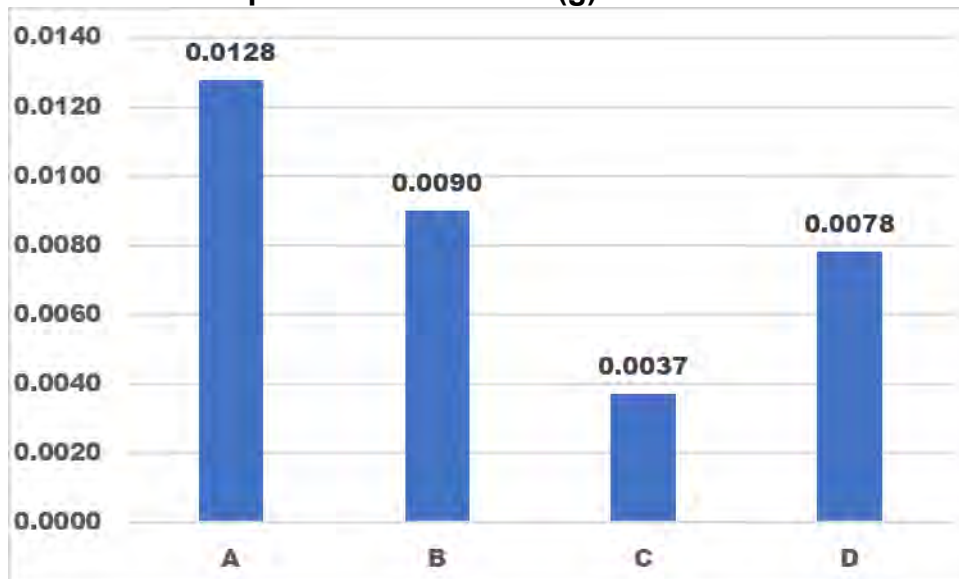
entre los mismos. Sin embargo, a nivel de tratamientos el P valor es menor a 0.01 e indica que existe una diferencia significativa, por lo que se realizó la prueba de Tukey

Tabla 53: Prueba Tukey peso seco radicular

TRATAMIENTO	MEDIAS (g)	SIGNIFICANCIA 5%		SIGNIFICANCIA 1%	
A	0.0127	A		A	
B	0.0090	A	B	A	B
D	0.0078		B	A	B
C	0.0037		C		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

Figura 21: Media de peso seco radicular (g)



De la Tabla 53 los resultados de la prueba estadística de Tukey al 99% de probabilidad para el peso seco radicular, que los tratamientos A, B y D son estadísticamente iguales y superiores al tratamiento C.

- **Número de hojas (unidad)**

Tabla 54: Resultados de Número de hojas(%)

Repeticiones	Tratamiento			
	A	B	C	D
I	3.2	2.9	1.7	3.1
II	2.9	3.0	1.8	2.9
III	3.0	3.0	1.2	2.8

Tabla 55: Análisis de varianza de número de hojas (unidad)

F.V.	SC	GL	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%	P. VALOR
REPETICIONES	0.1254	2	0.0627	1.61	5.14	10.92	0.2751
TRATAMIENTO	4.6239	3	1.5413	39.64	4.75	9.77	0.0003
ERROR	0.2333	6	0.0389				
TOTAL	4.9827	11					C.V: 7.50 %

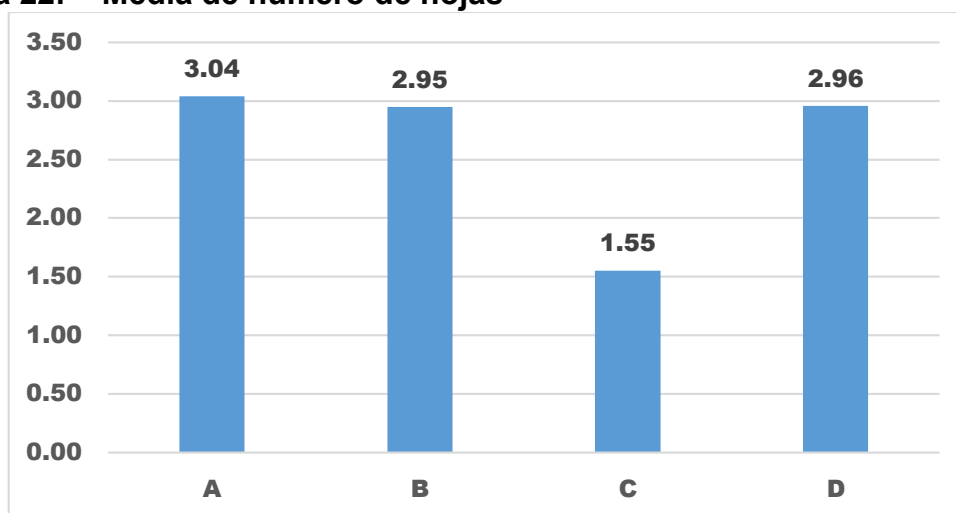
De acuerdo a la Tabla 55 se observa que el coeficiente de varianza es 7.50% lo que indica que no posee una dispersión elevada respecto a la media. El P valor es mayor entre bloques, en tal sentido no existe diferencia significativa entre los mismos. Sin embargo, a nivel de tratamientos el P valor es menor a 0.01 e indica que existe una diferencia significativa, por lo que se realizó la prueba de Tukey.

Tabla 56: Prueba de Tukey para número de hojas

TRATAMIENTO	MEDIAS (unidad)	SIGNIFICANCIA 5%	SIGNIFICANCIA 1%
A	3.04	A	A
D	2.96	A	A
B	2.95	A	A
C	1.55	B	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

Figura 22: Media de número de hojas



En la Tabla 56 los resultados de la prueba estadística de Tukey al 99% de probabilidad para el número de hojas, los tratamientos A, D y B son estadísticamente iguales y superiores al tratamiento C.

- **Peso de biomasa seca total (g)**

Tabla 57: Resultados de biomasa seca total (g)

Repeticiones	Tratamiento			
	A	B	C	D
I	0.113	0.103	0.019	0.060
II	0.094	0.070	0.014	0.061
III	0.085	0.076	0.017	0.075

Tabla 58: Análisis de peso de biomasa seca total (g)

F.V.	SC	GL	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%	P. VALOR
REPETICIONES	0.00042	2	0.00021	1.69	5.14	10.92	0.2623
TRATAMIENTO	0.01111	3	0.00370	29.43	4.75	9.77	0.0006
ERROR	0.00076	6	0.00013				
TOTAL	0.01229	11				C.V: 17.11 %	

De acuerdo a la Tabla 58 se observa que el coeficiente de varianza es 17.11% lo que indica que no posee una dispersión elevada respecto a la media.

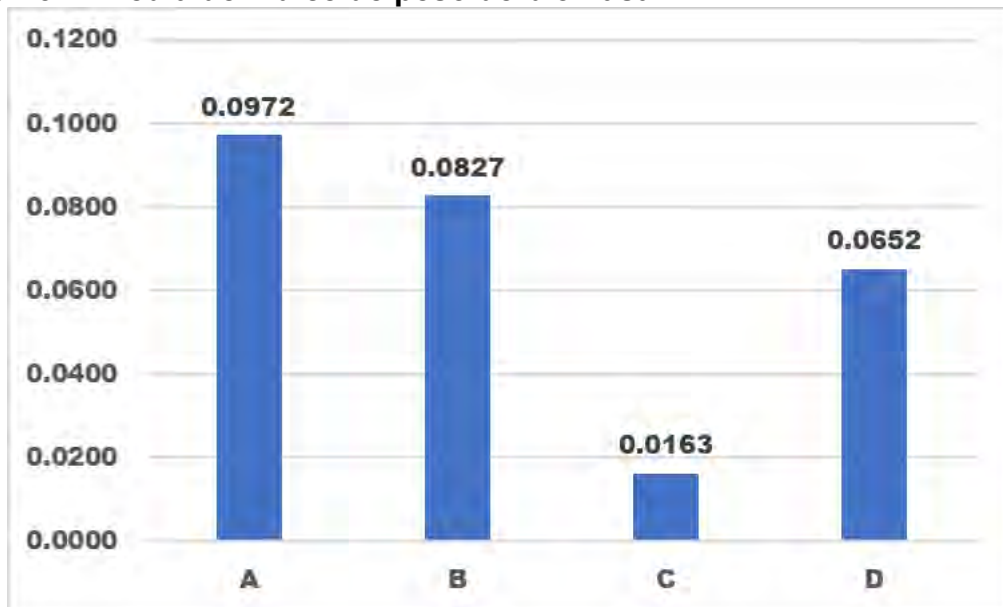
El P valor es mayor entre bloques, en tal sentido no existe diferencia significativa entre los mismos. Sin embargo, a nivel de tratamientos el P valor es menor a 0.01 e indica que existe una diferencia significativa, por lo que se realizó la prueba de Tukey.

Tabla 59: Prueba Tukey peso de biomasa seca total

TRATAMIENTO	MEDIAS (g)	SIGNIFICANCIA 5%	SIGNIFICANCIA 1%
A	0.0972	A	A
B	0.0827	A B	A
D	0.0652	B	A
C	0.0163	C	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

Figura 23: Media de índice de peso de biomasa



De la Tabla 59 los resultados de la prueba estadística de Tukey al 99% de probabilidad para peso de biomasa, los tratamientos A, B y D son estadísticamente iguales y superiores al tratamiento C.

6.2.1 Índice de calidad de Dickson (ICD)

Tabla 60: Resultados de índice calidad de Dickson (altura/diámetro)

Repeticiones	Tratamiento			
	A	B	C	D
I	0.0101	0.0066	0.0021	0.0058
II	0.0082	0.0051	0.0019	0.0044
III	0.0077	0.0052	0.0027	0.0059

Tabla 61: Análisis varianza de índice de calidad de Dickson

F.V	SC	GL	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%	P. VALOR
REPETICIONES	0.000003	2	0.0000016	3.00	5.14	10.92	0.1248
TRATAMIENTO	0.000062	3	0.0000207	39.09	4.75	9.77	0.0002
ERROR	0.000003	6	0.0000005				
TOTAL	0.000069	11				C.V: 13.30 %	

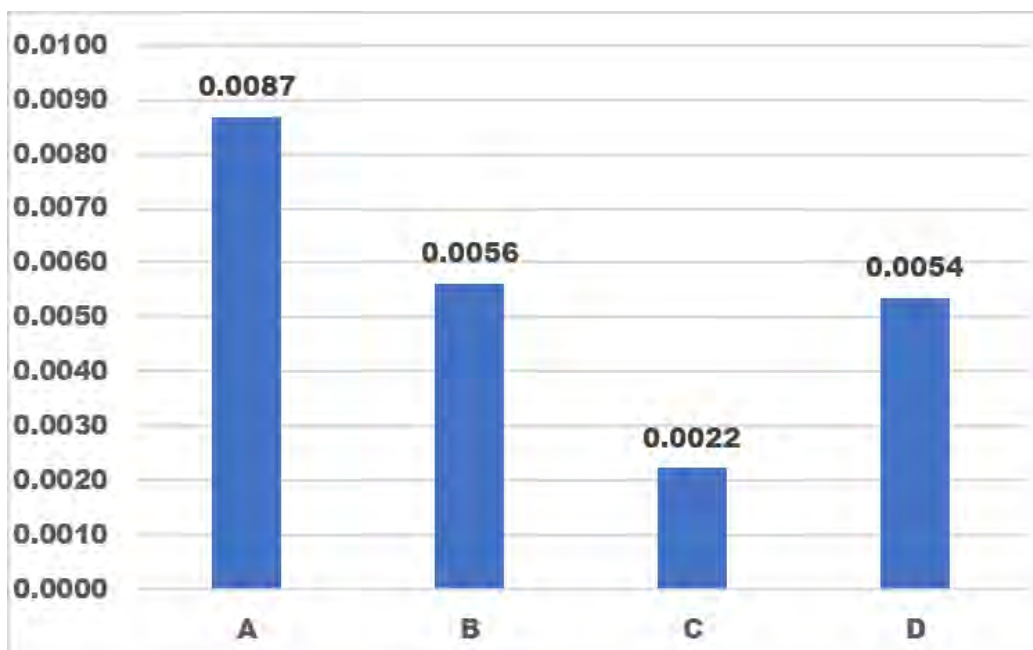
De acuerdo a la Tabla 61 se observa que el coeficiente de varianza es 13.30 % lo que indica que no posee una dispersión elevada respecto a la media. El P valor es mayor entre bloques, en tal sentido no existe diferencia significativa entre los mismos. Sin embargo, a nivel de tratamientos el P valor es menor a 0.01 e indica que existe una diferencia significativa, por lo que se realizó la prueba de Tukey

Tabla 62: Prueba de Tukey índice de Dickson

TRATAMIENTO	MEDIAS	SIGNIFICANCIA 5%	SIGNIFICANCIA 1%
A	0.0087	A	A
B	0.0056	B	B
D	0.0054	B	B
C	0.0022	C	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

Figura 24: Media de índice de calidad de Dickson (ICD)



De la Tabla 62 los resultados de la prueba estadística de Tukey al 99% de Probabilidad para el índice de calidad de Dickson, el tratamiento A es significativamente superior al tratamiento B y D, y ambos tratamientos son iguales estadísticamente y a la vez son superiores al tratamiento C.

Las mezclas abono orgánico + granza, lombricompost + abono orgánico + granza y abono orgánico Juan Viñas, produjeron mejores almácigos de coliflor comparados con los sustratos comerciales en la investigación que se hizo en Costa Rica con diversos almácigos de hortalizas (**Quesada & Méndez, 2005**)

Con todo lo mencionado anteriormente en la tabla de medias de índice de Dickson, el tratamiento que tiene mejor índice es el tratamiento A, el cual es significativamente diferente a los demás tratamientos, también este tratamiento destaca por sus características físico químicas adecuadas de sustrato en el que se desarrolló las plántulas repollo, pH (5.88), nitrógeno total (1.87%), materia orgánica (48.71%), conductividad eléctrica de 2,43 dS/m, espacio poroso 74.1% densidad aparente de 0.25 g/cm³, relación carbono/nitrógeno 15.14%, significa que hay una gran cantidad de nitrógeno fácilmente disponible para los cultivos, pero también que podría ser necesario añadir más materia orgánica rica en carbono para mantener la estabilidad del suelo a largo plazo.

El tratamiento C es el que menor índice de Dickson tiene, por que las plántulas no desarrollaron adecuadamente, esto podemos atribuir a el pH de este sustrato que es de 7.12 ubicándolo en ligeramente alcalino, en estos rangos de pH algunos microelementos no son asimilables, en suelos con un pH neutro o alcalino (superior a 6.5), la presencia abundante de iones hidroxilo (OH-) provoca que ciertos elementos como el hierro, manganeso, boro, cobre y zinc formen compuestos que no se disuelven en agua. Esto puede afectar la disponibilidad de estos nutrientes para las plantas de esta manera estos micronutrientes se vuelven no disponibles para su absorción por las raíces de las plantas. (Irantzu & Mariscal, 2002)

6.2.2 Índice de robustez (altura/diámetro)

Tabla 63: Resultados de Índice de robustez

Repeticiones	Tratamiento			
	A	B	C	D
I	4.80	7.76	5.18	4.21
II	4.68	6.24	3.52	5.24
III	4.20	4.96	3.27	5.17

Tabla 64: Análisis de varianza de índice de robustez

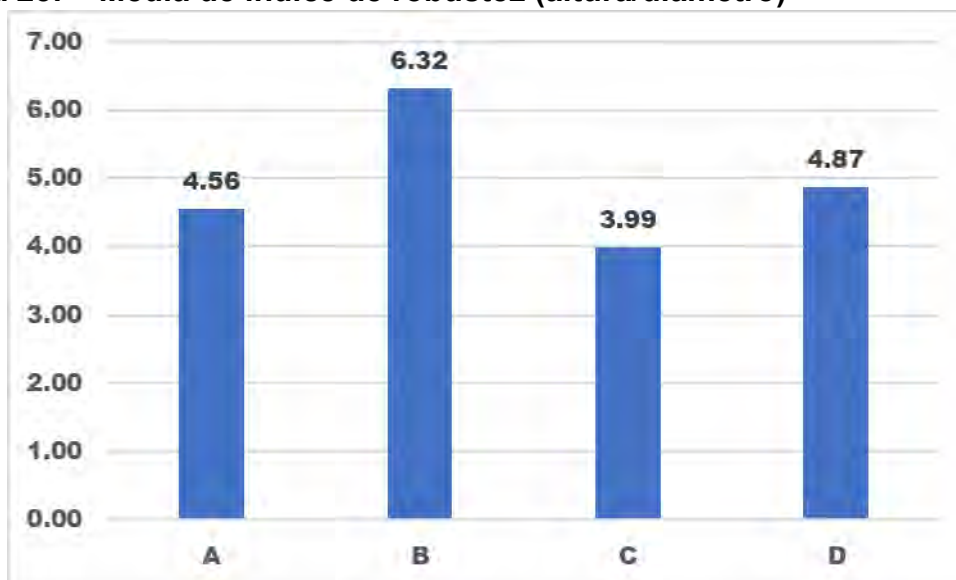
F.V.	SC	GL	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%	P. VALOR
REPETICIONES	2.3822	2	1.1911	1.57	5.14	10.92	0.2836
TRATAMIENTO	8.8446	3	2.9482	3.88	4.75	9.77	0.0743
ERROR	4.5627	6	0.7605				
TOTAL	15.7895	11					C.V: 17.66 %

De acuerdo a la Tabla 64 se observa que el coeficiente de varianza es 17.66 % lo que indica que no posee una dispersión elevada respecto a la media. El P valor es mayor entre bloques, en tal sentido no existe diferencia significativa entre los mismos. A nivel de tratamientos el P valor es mayor a 0.01 e indica que no existe una diferencia significativa, por lo que no se realizó la prueba de Tukey.

Tabla 65: Tabla de índice de robustez de los sustratos

TRATAMIENTO	MEDIAS
B	6.32
D	4.87
A	4.56
C	3.99

Figura 25: Media de índice de robustez (altura/diámetro)



El índice de robustez es un parámetro de calidad que mide la relación entre altura de planta y diámetro de tallo el cual nos indica la robustez de la planta, generalmente en este índice es más deseable tener valores bajos a 6, porque se interpretan como una planta que va a resistir mejor al trasplante, al estrés por el viento, a los daños mecánicos (**Bernaola & et al, 2015**). En la presente investigación se pudo determinar que las plántulas de repollo obtenidas de los diferentes tratamientos tienen un índice de robustez menor a 6 lo que indica adecuada robustez de las plantas y no presentaron diferencias significativas entre los diferentes sustratos.

VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

7.1. Conclusiones

1.- Propiedades físicas y químicas de los diferentes sustratos elaborados

a.- El sustrato elaborado con *Melinis minutiflora* y *Inga edulis* en proporción 50:50, inoculado con microorganismos eficientes, presentó las mejores propiedades físicas, destacando una porosidad elevada (74.10%), adecuada retención de agua y aireación, y una densidad aparente óptima (0.25 g/cm³). Estas características reflejan una estructura estable y bien equilibrada superior a los sustratos comerciales, favorable para el desarrollo radicular y el crecimiento de cultivos hortícolas, posicionándolo como el sustrato más adecuado entre los evaluados.

b.- En cuanto a sus propiedades químicas, este mismo sustrato (50:50 + ME) presenta valores óptimos, con un pH de 5.88, CIC de 102.98 cmol/kg, materia orgánica de 48.71%, relación C/N de 15.14 y nitrógeno total de 1.87%. Estos parámetros reflejan un sustrato químicamente equilibrado, con pH adecuado, alta capacidad de retener y liberar nutrientes, elevado contenido de materia orgánica y una buena estabilidad y madurez. Asimismo, su alto nivel de nitrógeno favorece el establecimiento y crecimiento inicial de las plántulas, lo que confirma que se trata de un sustrato idóneo para el desarrollo óptimo de los almácigos.

2.- Índices de calidad de Dickson y de robustez.

En relación con los índices de calidad de planta, se concluye que el sustrato A (*Melinis minutiflora* + *Inga edulis* + ME, en proporción 50:50) mostró una influencia significativa en el desarrollo de los almácigos de *Brassicáceas* (repollo). Este tratamiento registró un Índice de Calidad de Dickson (ICD) de 0.0086, superando de manera estadísticamente significativa a los demás sustratos evaluados. Asimismo, presentó índices de robustez (IR) inferiores a 6, lo que indica la formación de plántulas compactas, con una adecuada relación entre altura y diámetro del tallo. Estas características reflejan una mayor calidad fisiológica de las plantas, lo que se traduce en mejor resistencia al estrés y mayor capacidad de establecimiento y crecimiento después del trasplante en campo.

7.2. Sugerencias

1.- Se sugiere un estudio integral del pasto gordura, enfocándose en su impacto en los suelos donde prospera, ya que en la investigación donde el tratamiento C fue elaborado con pasto gordura tuvo un pH que se caracteriza como ligeramente alcalino.

2.- Se sugiere realizar pruebas con otros tipos de pastos y leguminosas de la región, siguiendo las proporciones usadas en la tesis y de esta manera identificar recursos valiosos para la producción de sustratos.

3.- Se sugiere realizar un estudio más profundo en las diferencias entre el índice de robustez e índice de Dickson, en la investigación hubo resultados positivos en el índice de robustez de todos los tratamientos (IR), se observó que el tratamiento C, a pesar de tener un valor de IR dentro del rango deseable, presentó una baja biomasa y signos de estrés. Este hallazgo subraya una limitación clave del Índice de Robustez al centrarse únicamente en la relación altura/diámetro, no considera la acumulación de biomasa (peso seco) ni el desarrollo del sistema radicular. Una plántula puede ser "robusta" en apariencia (baja y gruesa) debido a un crecimiento atrofiado por estrés o deficiencias nutricionales, en lugar de un desarrollo equilibrado y saludable. En estos casos, aunque el IR sea óptimo, la planta podría tener una baja reserva energética y un sistema radicular deficiente, lo que comprometería seriamente su supervivencia y crecimiento una vez trasplantada.

4.- Se sugiere socializar mediante la Municipalidad Provincial de la Convención e integrar la producción de este sustrato en base a *Melinis minutiflora* e *Inga edulis* como una alternativa dentro del ciclo de manejo de la finca hortícolas convirtiendo desechos orgánicos en un insumo de alto valor.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Abad, M., & et al. (1993). Evaluacion agronómica de los sustratos de cultivo.

Valencia, España: Universidad Politecnica de Valencia.

Aguilera, S. S. (2000). Importancia de la proteccion de la materia organica.

Santiago, Chile.

Bernaola, P. R., & et al. (2015). Efecto del volumen del contenedor en la

calidad y supervivencia de *Pinus hartwegii Lindl.* en sistema doble-

trasplante. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Mexico.: Revista

mexicana de ciencias forestales.

Castro, G. S., & et al. (2019). Caracterización física y química de sustratos.

Madera y Bosques, 4.

Cruz, C. E., & et al. (2013). Sustratos en la Horticultura. Xalisco, Nayarit,

Mexico: Revista Biociencias.

Cruz, M., & et al. (2020). Efecto de la materia orgánica y la capacidad de

intercambio catiónico en la acidez desuelos cultivados con maíz en dos

regiones de Chiapas, México. Chiapas, Mexico: Terra Latinoamericana.

De la Peña, C. (2019). Microorganismos eficientes en la produccion de compost

con pollinaza en Rio Negro. Satipo, Peru.: Universidad Nacioanal del

Centro del Peru.

Dickson, A., & et al. (1960). Quality appraisal of white spruceand white pine

seedling stock in nurserie. Canada: Forestry crhonicle.

Domínguez, E. (2017). Como utilizar la turba rubia de Sphagnum en

horticultura. Punta Arenas, Chile : INIA Kampenaike.

- Enriquez, S., & Moreno, M. (2003). Tecnologías para la producción de Hortalizas. Bogotá, Colombia.: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria .
- Gama, A. (2025). Influencia de microorganismos eficientes en la temperatura del proceso de compostaje de residuos orgánicos. Pucallpa, Perú: Universidad Continental.
- Gomez, B. L. (2024). Efecto de nueve sustratos en la producción de plantones de pino (*Pinus radiata* L), en un vivero de tecnología media en el distrito de Incahuasi - Ferreñafe 2022-2023. Lambayeque, Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- González, C. A., & et al. (2023). Evaluación de un residuo bioestabilizado rico en yerba mate como componente de sustrato para almácigos de albahaca. Corrientes, Argentina: Horticultura Argentina.
- Hernandez, C. T. (2013). Evaluación técnica y económica del desarrollo de un sustrato natural a base de fibra de palma africana (*Elaeis guineensis*), cascarilla de arroz carbonizada (*Oryza sativa*) y humos de lombriz (*Eisenia foetida*) para la germinación de varias hortalizas. Quito, Ecuador.: Universidad de las Américas.
- Higa, T., & Parr, J. F. (2000). Microorganismos beneficios y efectivos para una agricultura y medio ambiente sostenible. Beltsville, Maryland, Estados Unidos.: FUNDASES.
- Irantzu, G., & Mariscal, S. I. (2002). Incidencia de los fertilizantes sobre el pH del suelo. Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid.

- Laurente, P. M. (2021). Producción y transplante de plantines de hortalizas. Lima-Peru: Universidad Agraria La Molina.
- Marín, G. O., & et al. (2012). Fenología del Guamo *Inga edulis* (Fabales: Mimosoideae) en dos agroecosistemas del Quindío, Colombia. Quindío, Colombia.: Universidad del Quindío.
- Martínez, M., Pantoja, A., & Roman, P. (2013). Manual de compostaje del agricultor, experiencias en América Latina. Santiago de Chile, Chile.: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Mejía, P. V., & Jaramaillo, J. (2018). Guía para la preparación y manejo de semilleros. Instituto Colombiano Agropecuario.
- Morocho, T. M., & Leiva, M. M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. Riobamba, Ecuador: Centro Agrícola.
- Municipalidad Provincial de la Convención. (2005). Zonificación Ecológica y Económica de la Provincia de La Convención. Quillabamba: Municipalidad provincial de La Convención.
- Murray, R., & et al. (2014). El sistema agroforestal modifica el contenido de materia orgánica y las propiedades físicas del suelo. Universidad Autónoma de Nayarit, Ciudad de la Cultura, Tepic, Nayarit, México.
- Noriega, C. S. (2024). Sustratos alternativos para la producción de almacigos de hortalizas. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Novoa, S. O. (1992). Crecimiento inicial de guaba salada (*Inga densiflora* Benth), guaba chilillo (*Inga edulis* Mart) y guaba machete (*Inga*

- espectabilis Vahl) en dos sistios de Costa Rica.[Tesis de Maestria].
Turrialba, Costa Rica.: Centro Agronomico de Investigacion y
Enseñanza.
- Parson, S., & James, J. (1972). Spread of African Pasture Grasses to the
American Tropics. Berkeley, California: University of California.
- Quesada, R. G., & Méndez, S. C. (2005). Evaluacion de sustratos para
almacigos de hortalizas. Alajuela - Costa Rica: Universidad de Costa
Rica.
- Ramires, C. R. (1997). Propiedades Fisico Quimicos y Bilogicas de los suelos.
Bogota, Colombia: PRODUMEDIOS.
- Ramiro, L., & et al. (2018). Pastos y forrajes del Ecuador, Siembra y producción
de pasturas. Cuenca, Ecuador.
- Rojas, P. F., & Zeledon, V. E. (2007). Efecto de diferentes residuos de origen
vegetal y animal en algunas características física , química y biológica
del compost. hacienda las Mercedes, Managua . 2005. Managua,
Nicaragua: Univerdidad Nacional Agraria.
- Romero, f. J. (2013). Relacion carbono nitrogeno en el proceso de
lombricompostaje y su potencial nutrimental en jitomate y menta.
Instituto de Enseñanza e Investigacion en Ciencia Agricolas., Montecillo,
Texcoco, Mexico.
- Rucks, L., & García, F. (2004). Propiedades físicas del suelo. Montevideo,
Uruguay.: Universidad de la Republica.

- Salgado, V. N., & Ottos, D. E. (2025). Manual Técnico: Interpretación de análisis de suelos, cálculos de enclavado y fertilización para los cultivos de café y cacao. Lima: Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) .
- Soto, A. E. (2019). Rendimiento de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica* cv. Calabrese) en tres sustratos orgánicos diferentes y la aplicación de biofertilizante en el centro agronómico K'ayra- 2019. Cusco, Perú: Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.
- Soto, M. E., & et al. (2016). Evaluación del contenido de materia orgánica en suelos agrícolas y su relación carbono/nitrógeno. Tlaxcala, México: Universidad Autónoma de Tlaxcala .
- Soto, m. G. (2004). Como medir la calidad de los abonos orgánicos. Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- Tombion, L., Puerta, A., & Lorena, B. (2016). Características del sustrato y calidad de plantines de lechuga (*Lactuca Sativa L.*) según dosis de Lombricompost. Buenos Aires, Argentina: Agrociencia.
- Universidad Agraria la Molina. (2024). métodos seguidos en el análisis de suelo.

ANEXOS

ANEXO 1: Galería fotográfica



Fotografía 17: Preparación de los cajones para la elaboración de sustratos.



Fotografía 18: Preparación de los cajones para la elaboración de sustratos



Fotografía 19: Recolección de hojas de pacay



Fotografía 20: Recolección de rastrojos de pasto gordura



Fotografía 21: EM Compost (Microorganismos eficientes)



Fotografía 22: Activación de microorganismos eficientes.



Fotografía 23: Picado de rastrojos de pasto gordura



Fotografía 24: Picado de hojas de pacay



Fotografía 25: Preparación de los sustratos.



Fotografía 26: Contenedores con sustratos.



Fotografía 27: Inoculación de microorganismos eficientes en sustrato.



Fotografía 28: Vista del lugar de experimento.



Fotografía 29: Vista de contenedores con sustratos en elaboración.



Fotografía 30: Vista de contenedores con sustratos en elaboración.



Fotografía 31: Muestra de sustrato recolectado tercer mes.



Fotografía 32: Muestra de sustrato tamizado.



Fotografía 33: Almacigado de repollo.



Fotografía 34: Plántulas de repollo a los 28 días del almacigado.



Fotografía 35: Plántulas de repollo de los tratamientos A,B.



Fotografía 36: Plántulas de repollo de los tratamientos C,D.



Fotografía 37: Imagen de la plántulas de repollo de diferentes tratamiento.



Fotografía 38 :medición de longitud de tallo de repollo.



Fotografía 39: Medición de diámetro de tallo.



Fotografía 40: Pesado de raíces y tallo de las plántulas de repollo de diferentes tratamientos.



Fotografía 41: Pesado de muestras en los laboratorios de la UNIQ.



Fotografía 42: Plántulas de repollo para el secado en estufa.



Fotografía 43: Secado de área foliar y radicular en estufa.



Fotografía 44: Secado de área foliar y radicular en estufa.



Fotografía 45: Medición de la humedad de hojas, tallo y raíz.



Fotografía 46: Medición del peso y raíz secos en una balanza de precisión.

ANEXO 2: Cuadro de características físico-químicas de los sustratos elaborados y sustrato importado sungro.

Parámetro		pH a Tem 23.7 °C (E.S)	Conductividad Eléctrica a 25 °C.(E.S.)	Materia Orgánica (M.O)	Nitrógeno Total	Relación: C / N	C.I.C
Tratamiento	Repeticiones		dS/m	%	%		Cmol/Kg
A	I	5.71	2.43	48.35	1.81	15.46	107.54
	II	6.12	2.42	44.19	1.68	15.28	98.69
	III	5.8	2.45	53.58	2.12	14.69	102.71
B	I	6.86	0.98	45.33	1.47	17.95	86.03
	II	6.56	1.37	42.75	1.43	17.35	97.89
	III	7.04	1.44	51.05	1.7	17.41	97.49
C	I	7.08	0.81	52.17	1.13	26.79	90.05
	II	7.4	1.42	44.21	1.03	24.84	84.06
	III	6.9	1.02	48.78	1.06	26.68	87.84
D	I	4.9	1.16	29.1	0.41	33.5	104.3
	II	5.19	1.25	32.17	0.49	36.3	108.32
	III	5.31	1.41	36.9	0.6	42.6	112.41

ANEXO 3: Cuadro de características físico-químicas de los sustratos elaborados y sustrato importado Sungro.

Parámetro		Densidad Real	Densidad Aparente	Espacio Poroso
Tratamiento	Repeticiones	g / cm ³	g / cm ³	%
A	I	1.02	0.27	73.69
	II	0.93	0.25	73.33
	III	0.97	0.24	75.29
B	I	1.08	0.25	77.17
	II	1	0.24	75.68
	III	0.99	0.23	76.77
C	I	0.8	0.17	78.77
	II	0.82	0.19	77.16
	III	0.79	0.18	77.18
D	I	0.74	0.16	75.3
	II	0.75	0.17	76.17
	III	0.78	0.21	79.3

ANEXO 4: Etiquetas de sustratos comercial marca sungro.



sungro

HORTICULTURE

USAGE

This product is designed for professional growers using standard commercial horticultural practices as required by the crop being grown. Contact your regional Technical Specialist for additional assistance in choosing a mix to match your production practices.

FERTILIZATION

Initial plant germination and plant development will occur without immediate fertilization. However, we strongly recommend starting immediately upon fertilization, with a high quality water soluble fertilizer such as Technigrow no later than the third irrigation after planting. Nutrient mix and tissue samples should be analyzed to monitor the fertilizer program during production. Tissue analysis is preferred since nutrient imbalance is very difficult to detect with only mix analysis. Consult with your regional Technical Specialist for additional cultural advice.

IRRIGATION MIX PREPARATION

The mix is formulated so that containers can be filled without pre-mixing. If mix has caked during storage, or in potting equipment before use, it may be necessary to pre-mix the mix to a point where the mix just holds together in a ball when squeezed by hand. Avoid overmixing the mix when filling containers or when planting to preserve desirable air porosity. Sun Gro® mix is not sterilized and need not be sterilized. However, if you combine it with soil or any other unsterile components, they should be sterilized separately prior to mixing.

DETERMINING MANUFACTURE DATE

On the black and white label on the side of the bag, there is a Lot Code consisting of one, two or three letters followed by five numbers. The letters represent the production location. The first two numbers represent the year and the next three numbers represent the Julian date (numerical day of the year). For example, a bag Lot Code E17063 was produced at our Elme (E) location in 2018 on the 63rd day of September 20, 2018.

This product is sold by volume. The net weight is 32 lbs. (14.5 kg) for 3.8 cu. ft.

NOTICE: Wear gloves when handling this product. Do not swallow. Avoid breathing dust. Avoid contact with eyes, open sores or cuts. Wash exposed skin thoroughly after use. Keep out of the reach of children and pets.

Information regarding the contents and levels of metals in this product is available on the Internet at: <http://sepfoo.org/metals.html>

LIMITED WARRANTY: Sun Gro Horticulture Canada Ltd. expressly warrants that the composition of this product conforms to the description on the label. This warranty is given in lieu of any other warranty of any kind. See disclaimer of warranties below.

DISCLAIMER OF WARRANTIES: THIS PRODUCT IS SOLD AS IS, AND, EXCEPT FOR THE LIMITED WARRANTY REFERENCED ABOVE, EACH OF SUN GRO HORTICULTURE CANADA LTD., SUN GRO HORTICULTURE DISTRIBUTION INC., SUN GRO HORTICULTURE PROCESSING INC. AND ANY AND ALL OTHER AFFILIATES OF SUCH ENTERPRISES, SPECIFICALLY EXCLUDES ANY AND ALL WARRANTIES, WHATEVER WRITTEN OR ORAL, OR IMPLIED, INCLUDING ANY WARRANTY OF PERFORMANCE, QUALITY, MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.

LIMITATION OF REMEDY: In all cases, the liability of any and all of Sun Gro Horticulture Canada Ltd., Sun Gro Horticulture Distribution Inc., Sun Gro Horticulture Processing Inc. and any and all other affiliates for an alleged defective product shall be limited to replacement of the product or a refund of the purchase price, at Sun Gro Horticulture Canada Ltd.'s option. This is an exclusive remedy, and in no case shall Sun Gro Horticulture Canada Ltd. or any of its affiliates (including those referenced above) be liable for special, incidental or consequential damages.

If the purchaser decides to accept this Limited Warranty, Disclaimer of Warranties and/or Limitation of Remedies, then the purchaser shall retain the package returned to the actor and Sun Gro Horticulture Canada Ltd. will guarantee a refund of the purchase price.

It is hereby provided to incorporate this product for resale, with or without identification of the original manufacturer, without the advanced written consent of Sun Gro Horticulture Canada Ltd.

sungro
SUN GRO HORTICULTURE

Produced and Distributed in Canada by
Sun Gro Horticulture Canada Ltd.
22195 NR 45, R5L 0A4 1E1
Saskatoon, AB T0E 2S0 Canada

Distributed and Controlled in the United States by
Sun Gro Horticulture Distribution Inc. F1001
170 Street Street
Agawam, MA 01001

1-800-723-8000

www.sungro.com

To speak with one of our Technical Specialists call:
Western Region: 1-800-297-7228
Central Region: 1-800-560-4200
Eastern Region: 1-800-360-1322
Southeast Region: 1-800-883-7200

© Sun Gro, Elmeville, Palco, Technigrow and Sun Gro are trademarks and registered trademarks of Sun Gro Horticulture Canada Ltd.

© Sun Gro and Palco are registered trademarks of Horticulture Canada Limited Partnership, United States Canada.

© 2018 Sun Gro Horticulture Canada Ltd. All Rights Reserved.



ANEXO 5: Análisis físico químico de los sustratos elaborados y el sustrato comercial marca Sungro



SOLICITANTE : ELIAQUIN PUMAHUILLCA VARGAS
 PREDIO : ELIAQUIN PUMAHUILLCA VARGAS
 MATRIZ : ENMIENDA ORGANICA SOLIDA

ANÁLISIS N° : 1138-01EOS -2024
 LUGAR : Cusco
 FECHA DE RECEP: 19/11/2024

INFORME DE ANÁLISIS DE ENMIENDA ORGÁNICA SÓLIDA - ESPECIAL

MUESTRA : TRATAMIENTO – A I

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
pH a Tem 23.7 °C (E.S)	5.71		MEOS - 001	Electrométrico
Conductividad Eléctrica a 25 °C.(E.S.)	2.43	dS/m	MEOS - 002	Electrométrico
Materia Orgánica (*) (M.O)	48.35	%	MEOS - 005	Gravimétrico
Nitrógeno Total (N _T)	1.81	%	MEOS - 008	Dumas
Capacidad de intercambio catiónico (C.I.C)	107.54	cmol(+).Kg ⁻¹	MEOS - 035	Formaldehido.
Relación : C / N	15.46		MEOS - 026	Cálculo
Densidad Real	1.02	g / cm ³	MEOS - 061	Gravimétrico
Densidad Aparente	0.27	g / cm ³	MEOS - 062	Gravimétrico
Espacio Poroso	73.69	%	MEOS - 063	Cálculo

(*) : Expresado en muestra original. (Base Húmeda)

DONDE:

% : Masa/Masa.
 (E.S) : Extracto de saturación.
 MEOS: Método propio de laboratorio.

NOTA:

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola


MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
 JEFE DEL LABORATORIO




MSc. Agr. Julio Castro Lazo
 DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
 Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
 Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
 Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

**VALLE GRANDE**

Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : ELIAQUIN PUMAHUILLCA VARGAS

PREDIO : ELIAQUIN PUMAHUILLCA VARGAS

MATRIZ : ENMIENDA ORGANICA SOLIDA

ANÁLISIS N° : 1138-02EOS -2024

LUGAR : Cusco

FECHA DE RECEP: 19/11/2024

INFORME DE ANÁLISIS DE ENMIENDA ORGÁNICA SÓLIDA - ESPECIAL

MUESTRA : TRATAMIENTO - A II

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
pH a Tem 23.7 °C (E.S)	6.12		MEOS - 001	Electrométrico
Conductividad Eléctrica a 25 °C.(E.S.)	2.42	dS/m	MEOS - 002	Electrométrico
Materia Orgánica (*) (M.O)	44.19	%	MEOS - 005	Gravimétrico
Nitrógeno Total (N _T)	1.68	%	MEOS - 008	Dumas
Capacidad de intercambio catiónico (C.I.C)	98.69	cmol(+).Kg ⁻¹	MEOS - 035	Formaldehido.
Relación : C / N	15.28		MEOS - 026	Cálculo
Densidad Real	0.93	g / cm ³	MEOS - 061	Gravimétrico
Densidad Aparente	0.25	g / cm ³	MEOS - 062	Gravimétrico
Espacio Poroso	73.33	%	MEOS - 063	Cálculo


(*) : Expresado en muestra original. (Base Húmeda)

DONDE:

% : Masa/Masa.
(E.S) : Extracto de saturación.
MEOS: Método propio de laboratorio.

NOTA:

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola


MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO




MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe



SOLICITANTE : ELIAQUIN PUMAHULLCA VARGAS
 PREDIO : ELIAQUIN PUMAHULLCA VARGAS
 MATRIZ : ENMIENDA ORGANICA SOLIDA

ANÁLISIS N° : 1138-03EOS -2024
 LUGAR : Cusco
 FECHA DE RECEP: 19/11/2024

INFORME DE ANÁLISIS DE ENMIENDA ORGÁNICA SÓLIDA - ESPECIAL
MUESTRA : TRATAMIENTO – A III

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
pH a Tem 23.7 °C (E.S)	5.80		MEOS - 001	Electrométrico
Conductividad Eléctrica a 25 °C.(E.S.)	2.45	dS/m	MEOS - 002	Electrométrico
Materia Orgánica (*) (M.O)	53.58	%	MEOS - 005	Gravimétrico
Nitrógeno Total (N _T)	2.12	%	MEOS - 008	Dumas
Capacidad de intercambio catiónico (C.I.C)	102.71	cmol(+),Kg ⁻¹	MEOS - 035	Formaldehido.
Relación : C / N	14.69		MEOS - 026	Cálculo
Densidad Real	0.97	g / cm ³	MEOS - 061	Gravimétrico
Densidad Aparente	0.24	g / cm ³	MEOS - 062	Gravimétrico
Espacio Poroso	75.29	%	MEOS - 063	Cálculo

(*) : Expresado en muestra original. (Base Húmeda)

DONDE:

% : Masa/Masa.
 (E.S) : Extracto de saturación.
 MEOS: Metodo propio de laboratorio.

NOTA:

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola


MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO




MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular

Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
 Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
 Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

**VALLE GRANDE**

Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : ELIAQUIN PUMAHUILLCA VARGAS

ANÁLISIS N° : 1138-04EOS -2024

PREDIO : ELIAQUIN PUMAHUILLCA VARGAS

LUGAR : Cusco

MATRIZ : ENMIENDA ORGANICA SOLIDA

FECHA DE RECEP: 19/11/2024

INFORME DE ANÁLISIS DE ENMIENDA ORGÁNICA SÓLIDA - ESPECIAL

MUESTRA : TRATAMIENTO – B I

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
pH a Tem. 23,7 °C (E.S)	6.86		MEOS - 001	Electrométrico
Conductividad Eléctrica a 25 °C.(E.S.)	0.98	dS/m	MEOS - 002	Electrométrico
Materia Orgánica ^(*) (M.O)	45.33	%	MEOS - 005	Gravimétrico
Nitrógeno Total (N _t)	1.47	%	MEOS - 008	Dumas
Capacidad de intercambio catiónico (C.I.C)	86.03	cmol(+).Kg ⁻¹	MEOS - 035	Formaldehido.
Relación : C / N	17.95		MEOS - 026	Cálculo
Densidad Real	1.08	g / cm ³	MEOS - 061	Gravimétrico
Densidad Aparente	0.25	g / cm ³	MEOS - 062	Gravimétrico
Espacio Poroso	77.17	%	MEOS - 063	Cálculo

(*) : Expresado en muestra original. (Base Húmeda)

DONDE:

M : Masa/Masa.
(E.S) : Extracto de saturación.
MEOS: Método propio de laboratorio.

NOTA:

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola

MSc. Quim. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIOMSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

**VALLE GRANDE**

Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : ELIAQUIN PUMAHUILLCA VARGAS

ANÁLISIS N° : 1138-05EOS -2024

PREDIO : ELIAQUIN PUMAHUILLCA VARGAS

LUGAR : Cusco

MATRIZ : ENMIENDA ORGANICA SOLIDA

FECHA DE RECEP: 19/11/2024

INFORME DE ANÁLISIS DE ENMIENDA ORGÁNICA SÓLIDA - ESPECIAL

MUESTRA : TRATAMIENTO - B II

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
pH a Tem 23.7 °C (E.S)	6.56		MEOS -001	Electrométrico
Conductividad Eléctrica a 25 °C.(E.S.)	1.37	dS/m	MEOS -002	Electrométrico
Materia Orgánica ^(*) (M.O)	42.75	%	MEOS -005	Gravimétrico
Nitrógeno Total (N _T)	1.43	%	MEOS -008	Dumas
Capacidad de intercambio catiónico (C.I.C)	97.89	cmol(+).Kg ⁻¹	MEOS -035	Formaldehido.
Relación : C / N	17.35		MEOS -026	Cálculo
Densidad Real	1.00	g / cm ³	MEOS -061	Gravimétrico
Densidad Aparente	0.24	g / cm ³	MEOS -062	Gravimétrico
Espacio Poroso	75.68	%	MEOS -063	Cálculo

(*) : Expresado en muestra original. (Base Húmeda)

DONDE:

% : Masa/Mesa.
(E.S) : Extracto de saturación.
MEOS: Método propio de laboratorio.

NOTA:

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIOMSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular

Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú

Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563

Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe



SOLICITANTE : ELIAQUIN PUMAHUILLCA VARGAS
 PREDIO : ELIAQUIN PUMAHUILLCA VARGAS
 MATRIZ : ENMIENDA ORGANICA SOLIDA

ANÁLISIS N° : 1138-06EOS -2024
 LUGAR : Cusco
 FECHA DE RECEP: 19/11/2024

INFORME DE ANÁLISIS DE ENMIENDA ORGÁNICA SÓLIDA - ESPECIAL

MUESTRA : TRATAMIENTO – B III

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
pH a Tem 23.7 °C (E.S)	7.04		MEOS - 001	Electrométrico
Conductividad Eléctrica a 25 °C.(E.S.)	1.44	dS/m	MEOS - 002	Electrométrico
Materia Orgánica ^(*) (M.O)	51.05	%	MEOS - 005	Gravimétrico
Nitrógeno Total (N _T)	1.70	%	MEOS - 008	Dumas
Capacidad de intercambio catiónico (C.I.C)	97.49	cmol(+).Kg ⁻¹	MEOS - 035	Formaldehído.
Relación : C / N	17.41		MEOS - 026	Cálculo
Densidad Real	0.99	g / cm ³	MEOS - 061	Gravimétrico
Densidad Aparente	0.23	g / cm ³	MEOS - 062	Gravimétrico
Espacio Poroso	76.77	%	MEOS - 063	Cálculo

(*) : Expresado en muestra original. (Base Húmeda)

DONDE:

% : Masa/Masa.
 (E.S) : Extracto de saturación.
 MEOS: Método propio de laboratorio.

NOTA:

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola


MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO




MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
 Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
 Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
 Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe



SOLICITANTE : ELIAQUIN PUMAHUILCA VARGAS
 PREDIO : ELIAQUIN PUMAHUILCA VARGAS
 MATRIZ : ENMIENDA ORGANICA SOLIDA

ANÁLISIS N° : 1138-07EOS -2024

LUGAR : Cusco

FECHA DE RECEP: 19/11/2024

INFORME DE ANÁLISIS DE ENMIENDA ORGÁNICA SÓLIDA - ESPECIAL

MUESTRA : TRATAMIENTO - C I

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
pH a Tem 23.7 °C (E.S)	7.08		MEOS - 001	Electrométrico
Conductividad Eléctrica a 25 °C.(E.S.)	0.81	dS/m	MEOS - 002	Electrométrico
Materia Orgánica (*) (M.O)	52.17	%	MEOS - 005	Gravimétrico
Nitrógeno Total (N _t)	1.13	%	MEOS - 008	Dumas
Capacidad de intercambio catiónico (C.I.C)	90.05	cmol(+).Kg ⁻¹	MEOS - 035	Formaldehido.
Relación : C / N	26.79		MEOS - 026	Cálculo
Densidad Real	0.80	g / cm ³	MEOS - 061	Gravimétrico
Densidad Aparente	0.17	g / cm ³	MEOS - 062	Gravimétrico
Espacio Poroso	78.77	%	MEOS - 063	Cálculo

(*) : Expresado en muestra original. (Base Húmeda)

DONDE:

% : Masa/Masa.
 (E.S) : Extracto de saturación.
 MEOS: Método propio de laboratorio.

NOTA:

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola


 MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
 JEFE DEL LABORATORIO




 MSc. Agr. Julio Castro Lazo
 DIRECTOR DEL LABORATORIO



SOLICITANTE : ELIAQUIN PUMAHUILLCA VARGAS
 PREDIO : ELIAQUIN PUMAHUILLCA VARGAS
 MATRIZ : ENMIENDA ORGANICA SOLIDA

ANÁLISIS N° : 1138-08EOS -2024
 LUGAR : Cusco
 FECHA DE RECEP: 19/11/2024

INFORME DE ANÁLISIS DE ENMIENDA ORGÁNICA SÓLIDA - ESPECIAL

MUESTRA : TRATAMIENTO – C II

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
pH a Tem. 23.7 °C (E.S)	7.40		MEOS - 001	Electrométrico
Conductividad Eléctrica a 25 °C.(E.S.)	1.42	dS/m	MEOS - 002	Electrométrico
Materia Orgánica (*) (M.O)	44.21	%	MEOS - 005	Gravimétrico
Nitrógeno Total (N _T)	1.03	%	MEOS - 006	Dumas
Capacidad de intercambio catiónico (C.I.C)	84.06	cmol(+).Kg ⁻¹	MEOS - 035	Formaldehído.
Relación: C / N	24.84		MEOS - 026	Cálculo
Densidad Real	0.82	g / cm ³	MEOS - 061	Gravimétrico
Densidad Aparente	0.19	g / cm ³	MEOS - 062	Gravimétrico
Espacio Poroso	77.16	%	MEOS - 063	Cálculo

(*) : Expresado en muestra original. (Base Húmeda)

DONDE:

% : Masa/Masa.
 (E.S) : Extracto de saturación.
 MEOS: Método propio de laboratorio.

NOTA:

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola


MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO




MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO



SOLICITANTE : ELIAQUIN PUMAHULLCA VARGAS
 PREDIO : ELIAQUIN PUMAHULLCA VARGAS
 MATRIZ : ENMIENDA ORGANICA SOLIDA

ANÁLISIS N° : 1138-09EOS -2024

LUGAR : Cusco

FECHA DE RECEP: 19/11/2024

INFORME DE ANÁLISIS DE ENMIENDA ORGÁNICA SÓLIDA - ESPECIAL

MUESTRA : TRATAMIENTO – C III

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
pH a Tem 23.7 °C (E.S)	6.90		MEOS - 001	Electrométrico
Conductividad Eléctrica a 25 °C.(E.S.)	1.02	dS/m	MEOS - 002	Electrométrico
Materia Orgánica ^(*) (M.O)	48.78	%	MEOS - 005	Gravimétrico
Nitrógeno Total (N _T)	1.06	%	MEOS - 008	Dumas
Capacidad de intercambio catiónico (C.I.C)	87.84	cmol(+).Kg ⁻¹	MEOS - 035	Formaldehido.
Relación: C / N	26.68		MEOS - 026	Cálculo
Densidad Real	0.79	g / cm ³	MEOS - 061	Gravimétrico
Densidad Aparente	0.18	g / cm ³	MEOS - 062	Gravimétrico
Espacio Poroso	77.18	%	MEOS - 063	Cálculo

(*) : Expresado en muestra original. (Base Húmeda)

DONDE:

% : Masa/Masa.
 (E.S): Extracto de saturación.
 MEOS: Método propio de laboratorio.

NOTA:

- 1: Los resultados presentados corresponden solo a la muestra indicada.
- 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola


MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO




MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
 Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
 Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
 Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

**VALLE GRANDE**

Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : ELIAQUIN PUMAHUILLCA VARGAS

ANÁLISIS N° : 1138-10EOS -2024

PREDIO : ELIAQUIN PUMAHUILLCA VARGAS

LUGAR : Cusco

MATRIZ : ENMIENDA ORGANICA SOLIDA

FECHA DE RECEP: 19/11/2024

INFORME DE ANÁLISIS DE ENMIENDA ORGÁNICA SÓLIDA - ESPECIAL**MUESTRA : TRATAMIENTO - D I - SUSTRATO COMERCIAL PEAT MOST - MARCA SUNGRO**

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
pH a Tem. 23.7 °C (E.S)	4.90		MEOS - 001	Electrométrico
Conductividad Eléctrica a 25 °C.(E.S.)	1.16	dS/m	MEOS - 002	Electrométrico
Materia Orgánica ^(*) (M.O)	29.10	%	MEOS - 005	Gravimétrico
Nitrógeno Total (N _T)	0.41	%	MEOS - 008	Dumas
Capacidad de intercambio catiónico (C.I.C)	104.3	cmol(+).Kg ⁻¹	MEOS - 035	Formaldehído.
Relación: C / N	33.5		MEOS - 026	Cálculo
Densidad Real	0.74	g / cm ³	MEOS - 061	Gravimétrico
Densidad Aparente	0.16	g / cm ³	MEOS - 062	Gravimétrico
Espacio Poroso	75.3	%	MEOS - 063	Cálculo

(*) : Expresado en muestra original. (Base Húmeda)

DONDE:

M : Masa/Masa.
(E.S) : Extracto de saturación.
MEOS : Método propio de laboratorio.

NOTA:

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola

MSc. Quim. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIOMSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 583 2261 | Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe



SOLICITANTE : ELIAQUIN PUMAHUILLCA VARGAS
 PREDIO : ELIAQUIN PUMAHUILLCA VARGAS
 MATRIZ : ENMIENDA ORGANICA SOLIDA

ANÁLISIS N° : 1138-11EOS -2024
 LUGAR : Cusco
 FECHA DE RECEP: 19/11/2024

INFORME DE ANÁLISIS DE ENMIENDA ORGÁNICA SÓLIDA - ESPECIAL

MUESTRA : TRATAMIENTO – D II - SUSTRATO COMERCIAL PEAT MOST – MARCA SUNGRO

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
pH a Tem. 23.7 °C (E.S)	5.19		MEOS - 001	Electrométrico
Conductividad Eléctrica a 25 °C.(E.S.)	1.25	dS/m	MEOS - 002	Electrométrico
Materia Orgánica ^(*) (M.O)	32.17	%	MEOS - 005	Gravimétrico
Nitrógeno Total (N _t)	0.49	%	MEOS - 008	Dumas
Capacidad de intercambio catiónico (C.I.C)	108.32	cmol(+).Kg ⁻¹	MEOS - 035	Formaldehido.
Relación: C / N	36.3		MEOS - 026	Cálculo
Densidad Real	0.75	g / cm ³	MEOS - 061	Gravimétrico
Densidad Aparente	0.17	g / cm ³	MEOS - 062	Gravimétrico
Espacio Poroso	76.17	%	MEOS - 063	Cálculo

(*) : Expresado en muestra original. (Base Humeda)

DONDE:

% : Masa/Masa.
 (E.S) : Extracto de saturación.
 MEOS: Método propio de laboratorio.

NOTA:

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola


MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO




MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO



SOLICITANTE : ELIAQUIN PUMAHUILLCA VARGAS
 PREDIO : ELIAQUIN PUMAHUILLCA VARGAS
 MATRIZ : ENMIENDA ORGANICA SOLIDA

ANÁLISIS N° : 1138-12EOS -2024

LUGAR : Cusco

FECHA DE RECEP: 19/11/2024

INFORME DE ANÁLISIS DE ENMIENDA ORGÁNICA SÓLIDA - ESPECIAL

MUESTRA : TRATAMIENTO – D III - SUSTRATO COMERCIAL PEAT MOST – MARCA SUNGRO

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
pH a Tem 23.7 °C (E.S)	5.31		MEOS - 001	Electrométrico
Conductividad Eléctrica a 25 °C.(E.S.)	1.41	dS/m	MEOS - 002	Electrométrico
Materia Orgánica ^(*) (M.O)	36.9	%	MEOS - 005	Gravimétrico
Nitrógeno Total (N _t)	0.6	%	MEOS - 008	Dumas
Capacidad de intercambio catiónico (C.I.C)	112.41	cmol(+).Kg ⁻¹	MEOS - 035	Formaldehído.
Relación: C / N	42.6		MEOS - 026	Cálculo
Densidad Real	0.78	g / cm ³	MEOS - 061	Gravimétrico
Densidad Aparente	0.21	g / cm ³	MEOS - 062	Gravimétrico
Espacio Poroso	79.3	%	MEOS - 063	Cálculo

(*) : Expresado en muestra original. (Base Humeda)

DONDE:

% : Masa/Masa.
(E.S) : Extracto de saturación.
MEOS: Método propio de laboratorio.

NOTA:

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada
- 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola


MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO




MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
 Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
 Teléfono: (511) 581 2361 | Celular: 991 692 563
 Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

ANEXO 6: Características agronómicas

ANEXO 6.1: Porcentaje de germinación de semillas en tratamientos.

Tratamiento	Repeticiones	Porcentaje de germinación (%)
A	I	86.11
	II	91.67
	III	87.50
B	I	90.28
	II	86.11
	III	88.89
C	I	83.33
	II	90.28
	III	84.72
D	I	93.06
	II	94.44
	III	88.89

ANEXO 6.2 : Número de hojas

Número de hojas (unidad)												
Tratamiento	A			B			C			D		
Repeticiones	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	4	3	2	4	2	2	2	2	1	4	4	3
	3	3	3	3	4	4	2	1	2	3	2	4
	4	2	3	3	3	3	1	3	1	4	2	3
	2	2	4	3	3	3	2	1	2	3	3	3
	3	3	4	3	2	4	2	1	2	3	4	4
	4	2	3	2	4	4	2	2	1	4	3	2
	3	3	4	2	2	3	2	2	0	4	3	4
	3	3	3	4	4	3	2	2	1	2	3	3
	4	4	4	4	4	2	1	2	1	3	3	3
	3	3	3	3	2	3	2	2	2	2	3	2
	4	2	3	4	3	3	2	2	0	3	3	3
	3	3	3	3	3	3	1	1	2	4	4	3
	3	2	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3
	3	2	3	3	3	4	2	2	1	4	3	4
	3	4	3	2	2	3	1	2	1	3	3	3
	4	3	3	2	4	3	2	4	2	4	2	3
	3	3	3	3	4	3	2	2	1	3	2	2
	2	3	4	2	2	3	2	2	2	3	3	4
	4	4	3	4	3	3	1	2	2	3	3	2
	3	2	2	3	4	3	2	2	1	3	2	3
	4	3	2	2	3	3	2	2	1	4	3	2
	4	4	4	3	4	3	2	2	0	3	4	3
	3	3	4	3	3	3	1	2	1	3	2	3
	3	3	2	2	4	2	1	2	0	4	2	2
	2	3	3	2	3	3	2	2	2	3	3	3
	4	2	3	2	4	3	1	1	1	2	3	2
	3	3	3	3	2	4	1	1	0	2	3	2
	3	3	2	3	2	3	2	1	1	4	4	3
	3	4	3	2	2	2	2	1	1	3	3	3
	2	4	2	4	3	2	2	2	1	2	4	2
	4	3	2	3	2	3	1	2	1	3	3	2
	3	2	3	3	3	2	1	2	1	2	2	2
Promedio (unidad)	3.2	2.9	3.0	2.9	3.0	3.0	1.7	1.8	1.2	3.1	2.9	2.8

ANEXO 6.3: Peso fresco radicular (g).

Peso fresco radicular (g)												
Tratamiento	A			B			C			D		
Repeticiones	I	II	III	I	I	II	III	I	I	II	III	I
	0.21	0.053	0.055	0.08	0.121	0.048	0.0125	0.005	0.016	0.027	0.057	0.095
	0.2	0.039	0.104	0.044	0.011	0.026	0.038	0.014	0.004	0.065	0.045	0.081
	0.2	0.049	0.087	0.128	0.81	0.021	0.018	0.014	0.003	0.035	0.023	0.118
	0.17	0.04	0.043	0.029	0.02	0.054	0.025	0.02	0.021	0.04	0.016	0.1
	0.25	0.098	0.053	0.174	0.03	0.075	0.013	0.014	0.011	0.052	0.031	0.11
	0.08	0.064	0.023	0.08	0.023	0.028	0.038	0.019	0.012	0.023	0.075	0.047
	0.16	0.034	0.079	0.076	0.008	0.021	0.03	0.035	0.006	0.036	0.01	0.035
	0.06	0.058	0.062	0.09	0.044	0.073	0.013	0.044	0.002	0.033	0.019	0.09
	0.12	0.024	0.023	0.023	0.011	0.012	0.042	0.013	0.013	0.025	0.04	0.077
	0.15	0.041	0.028	0.108	0.035	0.015	0.043	0.021	0.015	0.69	0.045	0.055
	0.09	0.033	0.046	0.037	0.029	0.017	0.025	0.015	0.004	0.05	0.017	0.083
	0.16	0.034	0.14	0.055	0.029	0.035	0.023	0.011	0.012	0.05	0.016	0.032
	0.07	0.047	0.014	0.133	0.028	0.038	0.038	0.012	0.014	0.053	0.044	0.067
	0.08	0.136	0.034	0.032	0.006	0.049	0.012	0.015	0.018	0.028	0.065	0.063
	0.11	0.052	0.033	0.034	0.012	0.066	0.012	0.016	0.026	0.061	0.037	0.046
	0.09	0.066	0.21	0.082	0.021	0.072	0.02	0.057	0.023	0.034	0.082	0.135
	0.06	0.221	0.146	0.056	0.028	0.065	0.015	0.004	0.018	0.041	0.036	0.098
	0.55	0.185	0.087	0.068	0.092	0.027	0.008	0.027	0.017	0.046	0.036	0.055
	0.09	0.035	0.091	0.061	0.056	0.008	0.024	0.018	0.016	0.058	0.059	0.06
	0.11	0.025	0.098	0.113	0.018	0.027	0.016	0.014	0.029	0.064	0.049	0.129
	0.07	0.126	0.085	0.027	0.015	0.089	0.028	0.007	0.019	0.051	0.033	0.084
	0.12	0.062	0.093	0.121	0.019	0.041	0.012	0.026	0.033	0.084	0.042	0.115
	0.12	0.21	0.124	0.07	0.042	0.055	0.011	0.009	0.032	0.049	0.027	0.022
	0.06	0.057	0.046	0.029	0.02	0.065	0.012	0.022	0.011	0.039	0.048	0.096
	0.03	0.065	0.045	0.076	0.089	0.064	0.024	0.005	0.003	0.062	0.034	0.094
	0.23	0.189	0.233	0.153	0.021	0.036	0.026	0.006	0.01	0.041	0.037	0.043
	0.06	0.092	0.211	0.083	0.024	0.078	0.008	0.002	0.032	0.053	0.38	0.019
	0.065	0.102	0.059	0.125	0.082	0.065	0.013	0.012	0.01	0.056	0.56	0.048
	0.08	0.15	0.183	0.065	0.053	0.086	0.02	0.035	0.012	0.065	0.046	0.04
	0.05	0.084	0.165	0.017	0.092	0.056	0.01	0.01	0.029	0.065	0.039	0.091
	0.072	0.162	0.123	0.016	0.035	0.091	0.02	0.021	0.0122	0.045	0.023	0.085
	0.1	0.085	0.041	0.113	0.05	0.081	0.019	0.019	0.035	0.051	0.041	0.084
Promedio (g)	0.127	0.085	0.090	0.076	0.062	0.050	0.021	0.018	0.016	0.068	0.066	0.075

ANEXO 6.4: Peso fresco foliar (g)

Peso fresco foliar (g)												
Tratamiento	A			B			C			D		
Repeticiones	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	1.17	0.55	0.79	0.57	1.09	0.82	0.13	0.07	0.076	0.64	0.97	1.43
	1.37	1	1.84	0.56	0.83	0.89	0.18	0.05	0.095	0.43	1.08	0.42
	1.43	0.19	0.88	0.68	0.5	1.01	0.2	0.38	0.13	1.02	0.74	0.21
	0.87	0.57	0.85	0.8	0.89	0.69	0.25	0.15	0.066	0.71	1	1
	1.4	0.79	1.1	1.03	1.28	1.03	0.1	0.22	0.07	1.01	0.62	0.49
	1.14	1.13	0.36	1.01	0.43	1.17	0.21	0.17	0.058	0.62	0.36	0.85
	0.96	0.45	0.42	1.16	0.57	0.83	0.37	0.1	0.048	0.87	0.81	0.36
	1.07	0.76	0.8	1.12	0.47	0.88	0.3	0.16	0.053	0.49	0.38	0.95
	1.24	1.65	0.28	0.48	0.67	0.55	0.17	0.31	0.07	0.84	0.91	0.47
	1.26	0.44	0.76	0.82	0.88	0.96	0.25	0.14	0.096	0.46	1.44	0.85
	0.94	0.79	0.6	0.7	0.88	1.35	0.13	0.19	0.057	0.25	1.26	0.76
	1.1	1.12	0.89	1.33	0.76	0.98	0.31	0.19	0.071	0.34	1.03	0.92
	1.43	1.08	1.2	1.26	0.49	0.78	0.09	0.15	0.072	1.06	0.81	0.86
	0.36	0.77	0.64	0.84	0.77	0.88	0.16	0.1	0.079	1.13	1.11	0.71
	1.09	1.94	1.55	0.63	0.34	0.81	0.25	0.12	0.09	0.65	0.5	0.32
	1.38	1.68	1.17	0.75	0.48	0.59	0.1	0.13	0.06	0.69	0.56	0.55
	0.82	0.61	0.59	0.54	0.68	0.6	0.18	0.23	0.061	0.79	0.56	0.51
	1.36	0.84	0.77	1.51	0.57	0.66	0.14	0.14	0.037	0.43	0.88	0.29
	0.4	1.21	0.43	0.66	1.37	0.66	0.12	0.15	0.077	0.58	1.1	0.75
	1.41	1.69	0.45	1.57	1.12	0.62	0.19	0.14	0.092	0.32	1.18	1.07
	1.42	1.49	0.59	0.96	0.26	0.61	0.16	0.02	0.1	0.61	0.44	0.9
	0.64	1.48	1.21	0.54	0.96	0.51	0.24	0.1	0.149	0.36	0.76	0.56
	0.65	0.91	0.48	0.61	0.97	0.39	0.14	0.24	0.077	0.71	0.57	1.11
	1.38	1.16	0.9	1.07	0.98	0.99	0.18	0.21	0.091	0.61	0.76	1.26
	1.07	1.08	0.68	0.92	0.7	0.74	0.18	0.15	0.118	0.89	0.88	1.1
	1.27	0.48	1.29	0.75	0.7	1.19	0.11	0.2	0.128	0.44	1.25	0.77
	1.31	0.86	0.62	0.71	0.88	1.18	0.17	0.14	0.094	0.48	1.3	0.78
	0.66	0.85	0.96	1.2	0.72	1	0.09	0.21	0.055	0.48	0.9	0.71
	1.18	1.01	0.87	0.62	0.33	1.11	0.15	0.12	0.107	0.52	0.55	1.15
	0.25	1.18	1.31	1.11	0.45	1.44	0.15	0.07	0.114	0.6	0.56	1.01
	1.71	1.34	1.4	1.33	1.36	1.53	0.16	0.14	0.101	0.92	0.43	1.05
	0.24	0.68	0.83	0.56	0.86	1.28	0.21	0.1	0.068	0.45	0.74	0.83
Promedio (g)	1.06	0.99	0.84	0.88	0.76	0.90	0.18	0.16	0.08	0.64	0.83	0.78

ANEXO 6.5 : Longitud de tallo (cm)

Longitud de tallo (cm)												
Tratamiento	A			B			C			D		
Repeticiones	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	4.8	6.8	5.4	7.5	6.4	6.8	4.2	2	2.7	6.6	7	6.2
	4	6.9	5.6	8.4	8.5	6.5	4.8	3.8	3.4	5	5.5	6.6
	5.6	8.1	6.4	5.6	7	4.6	4.8	3.4	2.9	6.3	7.5	9.2
	5.8	8	6.1	7	10.8	7.4	5.7	4.5	3.5	6	7.5	6.4
	5.2	5.7	8.1	8.1	7.5	7.9	3.3	2.9	3.5	4.5	6.7	5.1
	6.8	5.3	5.2	7.1	8.6	6.9	4.4	4.1	4.3	4.2	4.8	4.5
	8	7.2	5.4	6.5	4.6	5.8	5.3	3	3.1	4.3	6.5	6.1
	6.1	8.5	6.2	5.7	5.4	7.8	3.2	2.7	2.4	3.9	4.7	8.5
	3.4	6.1	4.9	10.1	8.7	8.4	6	2.4	3	3.8	7.5	4.5
	6	9.5	3.3	7.2	6.8	6.6	4.5	4.7	2.7	3.8	5.8	7.1
	7	4.8	5.8	5.4	7.3	4.3	3.1	3.2	3.4	3.9	7.3	3.6
	5.3	5.1	5.9	7.3	6.4	4.9	4.5	4.2	2.9	3.1	5.3	4.4
	7.2	6.9	9.2	5.4	7.5	6.5	3.5	3.1	2.9	4	4	6.6
	8.5	5.1	4.1	4.1	8.8	5.8	3.4	3	3.1	4.6	7.2	9.4
	3.4	4.9	5.5	6.5	6.3	6.1	3.5	3.4	3.5	4.7	5.5	5.9
	6.2	3.8	4.3	10.2	5.8	7.1	6	2.5	3.2	4.9	3.8	4.4
	5	4.7	6.8	5.4	6.5	6.5	3.5	3.3	2.6	5.7	3.5	7.4
	7.1	5	7	9.6	6	6.1	3.5	6	1.6	6.8	5.2	6.8
	6.7	5.8	4.9	6.4	5	6	3.5	2.9	3.6	6.9	4.1	8.2
	7	5.8	3.3	7.1	7	8.4	3.4	4.3	3.2	3.9	5.5	5.3
	5.5	6.4	5.2	5.5	3.4	4.8	3	2.6	3.4	6.2	8.5	6
	6.3	4.7	6.7	9.5	3.8	5.8	2.8	4.2	3.2	3.4	5.8	6.7
	6.3	7.5	4	6.8	5.6	4.1	2.3	5.2	2.7	5.7	8.3	8.3
	6.5	6.7	5.3	5.3	6.4	8.5	3.4	2.9	4.1	6	9	7.5
	7	4.6	5.5	8.2	5.9	3.1	2.2	3.6	3.2	6.2	6.8	6.8
	5.5	8	5.2	7.9	4.5	9.4	3.7	3.1	3	5.9	5.1	5.9
	6.6	5.5	5.8	5.3	7.4	6.1	2.4	2.2	2.9	5.8	5.7	7.2
	5.4	5.4	4	6.5	6	5.6	4.7	4.3	3.1	6.1	5.2	5.4
	7.8	6.1	6.4	9.6	6.5	10	2.9	2.2	2.5	4.4	5.4	6.4
	6.8	7.7	6.6	6.8	4.9	5.5	3.3	2.9	3.9	5.8	3.4	6.1
	5.1	4.4	6.4	8.5	8.9	6.3	3.3	3.3	2.6	3.7	8.1	7.3
	6.5	4.3	5.8	5.3	7.5	5.1	5.4	2.7	2.7	5.5	8.3	3.6
Promedio (cm)	6.08	6.10	5.63	7.06	6.62	6.40	3.86	3.39	3.09	5.05	6.08	6.36

ANEXO 6.6: Diámetro de tallo.

Diámetro de tallo (mm)												
Tratamiento	A			B			C			D		
Repeticiones	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	1.46	1.15	1.65	1.16	0.88	1.25	0.91	1.06	0.98	1.44	0.84	1.15
	1.3	1.4	0.64	0.85	1.02	1.01	0.6	1.01	0.73	1.22	0.9	1.1
	1.07	1.86	1.07	0.73	1.04	0.93	0.5	1.05	0.88	1.2	1.34	0.97
	1.37	1.11	1.45	0.79	0.88	1.52	0.52	1.25	1.03	1.07	1.16	1.29
	0.96	1.07	1.51	1.23	0.82	0.94	0.67	0.73	1.05	1.24	1.46	1.66
	1.18	1.16	1.78	0.77	0.85	1.67	0.84	0.91	1.01	1.1	1.03	1.2
	1.53	1.13	1.07	0.85	0.73	1.39	0.6	1.14	0.97	1.2	1.07	1.82
	1.58	1.56	1.55	0.76	1.34	1.32	0.69	0.91	1.15	1.06	1.29	1.4
	1.38	1.29	1.13	0.82	0.94	1.45	0.69	1.01	0.72	1.38	1.13	1.46
	1.34	1.12	1.45	1.1	1.27	1.28	0.76	0.93	1.01	1.33	1.08	1.2
	1.21	1.06	1.05	0.94	1.05	1.07	0.9	1.13	0.78	0.93	1.28	0.97
	1.23	1.33	1.5	0.76	1.01	1.04	1.22	0.8	0.84	1.17	1.15	1.06
	1.6	1.51	1	1	1.11	1.4	0.48	0.75	0.83	1.12	1.25	1.3
	1.34	1.34	1.6	0.81	1.09	1.34	0.67	0.83	1.21	1.22	1.11	1.12
	1.29	1	1.39	0.84	0.94	1.1	0.62	1.11	1.09	1.06	1.16	1.01
	1.59	1.42	1.53	0.87	1.07	1.21	0.49	1.16	0.93	1.07	1.18	1.18
	1.35	0.95	1.28	0.82	1.37	1.29	0.63	0.98	0.8	1.29	1.19	1.31
	1.1	1.41	1.42	0.96	1.06	1.38	0.76	0.76	0.92	0.99	0.98	1.34
	0.83	1.56	1.53	1.07	1.32	1.13	1.12	1.04	0.87	1.61	0.98	1.58
	1.76	1.36	1.51	0.88	0.83	1.41	0.59	1.04	0.79	1.39	1.01	1.27
	1.09	1.08	1.46	1.13	1.12	1.19	0.4	1.1	1.02	1.13	1.24	0.79
	1.15	1.41	1.01	1.08	1.15	1.37	0.67	0.88	0.95	1.7	0.93	1.14
	1.1	1.27	1.19	0.94	1.1	1.45	0.76	1.04	1.16	1.18	0.97	1.15
	1.17	1.52	1.18	1.07	0.73	1.65	1.08	0.9	1.11	1.46	1.32	1.22
	1	1.73	1.08	1.02	1	1.42	0.94	0.93	0.9	0.84	1.25	1.19
	1.14	1.5	1.36	0.87	1.63	1.26	0.66	0.86	1.16	0.93	1.14	1.08
	1.36	1.07	0.86	0.67	1.22	1.37	0.82	0.99	0.86	1	1.29	1.06
	1.25	1.42	2	0.96	1.09	1.17	1	0.95	0.86	1.38	1.03	1.35
	1.07	1.28	1.69	0.67	1.03	1.41	0.89	0.94	0.86	1.04	1.12	1.38
	1.33	0.9	1.37	0.86	1.4	1.04	0.96	1.04	0.84	1.42	1.19	1.44
	1.3	1.41	1.25	0.86	0.85	1.61	0.77	0.75	0.91	1	1.29	1.06
	1.04	1.36	1.4	1.25	1	1.19	0.62	0.84	0.98	1.19	1.76	1.12
Promedio (mm)	1.26	1.30	1.34	0.91	1.06	1.29	0.74	0.96	0.94	1.20	1.16	1.23

ANEXO 6.7: Peso seco radicular (g).

Peso seco radicular (g)												
Tratamiento	A			B			C			D		
Repeticiones	I	II	II	I	II	II	I	II	II	I	II	II
	0.011	0.015	0.0126	0.004	0.005	0.006	0.008	0.001	0.0051	0.005	0.014	0.012
	0.02	0.012	0.008	0.01	0.008	0.007	0.005	0.0003	0.005	0.011	0.008	0.008
	0.009	0.008	0.009	0.005	0.012	0.01	0.009	0.004	0.002	0.012	0.007	0.005
	0.027	0.013	0.013	0.003	0.016	0.016	0.005	0.003	0.005	0.006	0.007	0.004
	0.01	0.0121	0.017	0.003	0.006	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.007
	0.015	0.0105	0.007	0.002	0.004	0.006	0.006	0.001	0.001	0.006	0.004	0.006
	0.015	0.009	0.0122	0.007	0.008	0.004	0.003	0.0001	0.006	0.006	0.003	0.012
	0.012	0.003	0.0143	0.006	0.011	0.002	0.003	0.0008	0.003	0.006	0.002	0.005
	0.022	0.013	0.006	0.005	0.006	0.007	0.004	0.002	0.002	0.007	0.002	0.004
	0.017	0.019	0.007	0.17	0.004	0.004	0.005	0.0008	0.001	0.005	0.019	0.015
	0.011	0.009	0.014	0.006	0.005	0.006	0.005	0.018	0.006	0.004	0.01	0.011
	0.011	0.009	0.009	0.003	0.013	0.006	0.002	0.0017	0.013	0.006	0.009	0.01
	0.011	0.014	0.012	0.002	0.019	0.009	0.003	0.0013	0.011	0.006	0.006	0.008
	0.005	0.0121	0.007	0.01	0.011	0.007	0.005	0.0011	0.004	0.008	0.004	0.005
	0.019	0.016	0.004	0.002	0.013	0.009	0.002	0.0032	0.007	0.007	0.008	0.006
	0.028	0.005	0.008	0.001	0.007	0.003	0.003	0.0021	0.003	0.005	0.003	0.006
	0.009	0.008	0.009	0.013	0.003	0.001	0.002	0.0005	0.003	0.009	0.005	0.005
	0.009	0.015	0.008	0.004	0.008	0.01	0.004	0.008	0.004	0.017	0.004	0.002
	0.005	0.012	0.007	0.007	0.003	0.007	0.003	0.003	0.005	0.019	0.002	0.006
	0.013	0.018	0.017	0.013	0.005	0.01	0.002	0.002	0.004	0.014	0.009	0.02
	0.009	0.0126	0.004	0.006	0.006	0.01	0.003	0.003	0.006	0.007	0.004	0.012
	0.012	0.015	0.007	0.011	0.005	0.007	0.003	0.002	0.0006	0.006	0.005	0.012
	0.012	0.008	0.021	0.012	0.004	0.009	0.002	0.0018	0.004	0.012	0.006	0.011
	0.018	0.013	0.018	0.013	0.012	0.011	0.01	0.0018	0.004	0.003	0.007	0.013
	0.003	0.019	0.009	0.006	0.003	0.004	0.004	0.007	0.004	0.006	0.002	0.009
	0.006	0.004	0.012	0.009	0.013	0.008	0.001	0.008	0.001	0.009	0.007	0.009
	0.009	0.013	0.013	0.006	0.007	0.006	0.004	0.0035	0.006	0.014	0.012	0.008
	0.1	0.015	0.01	0.003	0.009	0.014	0.004	0.0026	0.003	0.006	0.004	0.006
	0.013	0.013	0.016	0.004	0.014	0.009	0.003	0.0036	0.003	0.011	0.003	0.018
	0.009	0.016	0.012	0.002	0.01	0.005	0.001	0.0019	0.003	0.012	0.01	0.008
	0.019	0.012	0.012	0.004	0.002	0.006	0.006	0.0014	0.002	0.007	0.006	0.012
	0.003	0.013	0.009	0.008	0.01	0.007	0.004	0.0023	0.004	0.012	0.008	0.008
Promedio (g)	0.0154	0.0121	0.0108	0.0116	0.0082	0.0072	0.0040	0.0030	0.0041	0.0083	0.0063	0.0088

ANEXO 6.8: Peso seco foliar (g).

Peso seco foliar (g)												
Tratamiento	A			B			C			D		
Repeticiones	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	0.106	0.058	0.114	0.1254	0.046	0.076	0.025	0.012	0.03	0.083	0.056	0.093
	0.128	0.033	0.042	0.054	0.058	0.051	0.018	0.011	0.012	0.035	0.066	0.081
	0.014	0.069	0.072	0.077	0.099	0.07	0.01	0.011	0.016	0.032	0.066	0.078
	0.116	0.045	0.042	0.041	0.081	0.064	0.013	0.007	0.011	0.05	0.053	0.076
	0.116	0.055	0.116	0.029	0.046	0.07	0.021	0.01	0.006	0.063	0.062	0.06
	0.086	0.068	0.1158	0.038	0.084	0.136	0.009	0.011	0.014	0.095	0.091	0.042
	0.071	0.0964	0.057	0.057	0.048	0.049	0.018	0.011	0.025	0.051	0.057	0.075
	0.105	0.056	0.075	0.106	0.062	0.048	0.008	0.008	0.011	0.063	0.078	0.089
	0.084	0.056	0.034	0.056	0.047	0.073	0.001	0.007	0.011	0.058	0.042	0.107
	0.114	0.0123	0.05	0.091	0.085	0.097	0.02	0.013	0.007	0.042	0.041	0.066
	0.13	0.162	0.04	0.064	0.056	0.044	0.016	0.011	0.011	0.077	0.079	0.041
	0.079	0.097	0.077	0.039	0.075	0.077	0.011	0.009	0.016	0.024	0.041	0.018
	0.11	0.131	0.056	0.08	0.095	0.077	0.025	0.0127	0.005	0.047	0.051	0.047
	0.023	0.105	0.044	0.052	0.082	0.073	0.026	0.005	0.01	0.044	0.036	0.029
	0.039	0.081	0.042	0.062	0.066	0.079	0.011	0.006	0.015	0.062	0.026	0.024
	0.045	0.097	0.092	0.076	0.026	0.081	0.017	0.007	0.017	0.043	0.021	0.061
	0.167	0.114	0.044	0.074	0.074	0.068	0.014	0.004	0.016	0.023	0.053	0.053
	0.084	0.086	0.062	0.061	0.037	0.04	0.016	0.007	0.009	0.075	0.054	0.086
	0.127	0.068	0.047	0.109	0.079	0.053	0.019	0.004	0.014	0.044	0.066	0.058
	0.092	0.107	0.118	0.111	0.053	0.085	0.013	0.005	0.012	0.034	0.104	0.101
	0.158	0.072	0.0765	0.061	0.054	0.121	0.013	0.008	0.008	0.021	0.065	0.027
	0.134	0.052	0.094	0.094	0.072	0.1	0.015	0.005	0.012	0.042	0.041	0.048
	0.017	0.114	0.083	0.069	0.076	0.051	0.012	0.006	0.009	0.037	0.058	0.061
	0.171	0.075	0.142	0.099	0.099	0.022	0.017	0.005	0.014	0.042	0.051	0.061
	0.099	0.083	0.125	0.56	0.033	0.037	0.01	0.013	0.006	0.054	0.027	0.029
	0.118	0.067	0.062	0.059	0.065	0.106	0.018	0.025	0.025	0.092	0.088	0.078
	0.029	0.056	0.047	0.034	0.018	0.031	0.01	0.008	0.01	0.064	0.051	0.115
	0.07	0.076	0.087	0.077	0.033	0.056	0.013	0.015	0.018	0.065	0.049	0.026
	0.16	0.122	0.084	0.13	0.035	0.091	0.011	0.01	0.008	0.054	0.041	0.064
	0.106	0.151	0.089	0.144	0.046	0.035	0.008	0.022	0.005	0.048	0.023	0.061
	0.142	0.055	0.075	0.081	0.051	0.047	0.0121	0.0189	0.008	0.058	0.04	0.066
	0.081	0.086	0.0561	0.058	0.087	0.088	0.0162	0.032	0.0121	0.039	0.073	0.18
Promedio (g)	0.098	0.081	0.074	0.091	0.062	0.069	0.015	0.011	0.013	0.052	0.055	0.066

ANEXO 7: Tabla de interpretación de análisis de suelo.

Conductividad eléctrica (Salinidad)	
➤ Muy ligeramente salino	< 2
➤ Ligeramente salino	2-4
➤ Moderadamente salino	4-8
➤ Fuertemente salino	>8
Materia Orgánica (%)	
➤ Bajo	< 2
➤ medio	2-4
➤ Alto	>4
pH	
➤ Fuertemente ácido	< 5.5
➤ Moderadamente ácido	5.6 - 6
➤ Ligeramente ácido	6.1 - 6.5
➤ Neutro	6.6 - 7
➤ Ligeramente alcalino	7.1 – 7.8
➤ Moderadamente alcalino	7.9 – 8.4
➤ Fuertemente alcalino	> 8.5

Fuente: Universidad Agraria la Molina