

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**PRODUCCIÓN DE HIJUELOS DE BANANO VARIEDAD “MOQUICHO” CON Y SIN
DOMINANCIA APICAL AL CORMO EN TRES SUSTRATOS, EN CAMARA
TÉRMICA, TINGO MARÍA**

Tesis

**Para optar el título de:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:
HERNAN ANAYO DAZA PONCE**

**Asesor:
JOSÉ WILFREDO ZAVALA SOLÓRZANO**

**Tingo María – Perú
2023**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Km 1.21 carretera Tingo María. Telf. (062) 561136 E.mail: fagro@unas.edu.pe

"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

N° 013-2023-FA-UNAS

BACHILLER : HERNAN ANAYO DAZA PONCE

TÍTULO : "PRODUCCIÓN DE HIJUELOS DE BANANO VARIEDAD "MOQUICHO" CON Y SIN DOMINANCIA APICAL AL CORMO EN TRES SUSTRATOS, EN CAMARA TERMICA, TINGO MARÍA "

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : M.Sc. FAUSTO SILVA CARDENAS
VOCAL : Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS
VOCAL : Ing. JORGE CERON CHAVEZ

ASESOR : Dr. JOSÉ WILFREDO ZAVALA SOLORZANO

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 21/04/2023

HORA DE SUSTENTACIÓN : 3:00 P.M.

LUGAR DE SUSTENTACIÓN : SALA AUDIVISUAL DE LA F.A

CALIFICATIVO : MUY BUENO

RESULTADO : APROBADO

OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 21 DE ABRIL DE 2023

M.Sc. FAUSTO SILVA CARDENAS
PRESIDENTE

Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS
VOCAL

LICENCIA POR SALUD

Ing. JORGE CERON CHAVEZ
VOCAL

Dr. JOSÉ WILFREDO ZAVALA SOLÓRZANO
ASESOR



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 243- 2023 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Agronomía

Tipo de documento:

Tesis

X

Trabajo de investigación

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
PRODUCCIÓN DE HIJUELOS DE BANANO VARIEDAD "MOQUICHO" CON Y SIN DOMINANCIA APICAL AL CORMO EN TRES SUSTRATOS, EN CAMARA TÉRMICA, TINGO MARÍA.	HERNAN ANAYO DAZA PONCE	23 % Veintitrés

Tingo María, 31 de agosto de 2023


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN
Dr. Tomas Menacho Malqui
DIRECTOR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



Producción de hijuelos de banano variedad “Moquicho” con y sin dominancia apical al cormo en tres sustratos, en cámara térmica, Tingo María

Autor	: Bach. Hernan Anayo Daza Ponce
Asesor	: Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano
Programa de investigación	: Suelos y fertilizantes
Línea (s) de investigación	: Fertilidad, manejo y clasificación de suelos
Eje temático de investigación	: Uso de residuos orgánicos agroindustriales en la producción de plantas
Lugar de Ejecución	: Vivero de la Facultad de Agronomía (UNAS)
Duración del trabajo	: 6 meses
Financiamiento	: S/4 510,00

Tingo María – Perú, 2023.

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
OFICINA DE INVESTIGACION**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

**REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCION DEL
TITULO UNIVERSITARIO, INVESTIGACIÓN DOCENTE
Y TESISISTA**

(Resol. N° 113-2019-CU-R-UNAS)

I. Datos Generales de Pregrado

Universidad	: Universidad Nacional Agraria de la Selva.
Facultad	: Facultad de Agronomía.
Título de tesis	: Producción de hijuelos de banano variedad “Moquicho” con y sin dominancia apical al cormo en tres sustratos, en cámara térmica, Tingo María.
Autor	: Bach. Hernan Anayo Daza Ponce.
Asesor de tesis	: Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano.
Escuela Profesional	: Agronomía.
Programa de investigación	: Suelos y fertilizantes.
Línea(s) de investigación	: Fertilidad, manejo y clasificación de suelos
Eje Temático	: Abonos orgánicos en plátano
Lugar de ejecución	: Vivero de la Facultad de Agronomía (UNAS)
Duración	: Inicio : Noviembre de 2020 Término : Abril de 2021
Financiamiento	: FEDU : S/ 0.00 Propio : S/ 4 510,00 Otros : S/ 800,00

Tingo María, Perú, agosto 2022.

Hernan Anayo Daza Ponce

Tesista

José Wilfredo Zavala Solórzano

Asesor

DEDICATORIA

Dedico sinceramente esta tesis a Dios, quien me dio la motivación que necesitaba para completar esta investigación y quien me ha bendecido con buena salud y la capacidad de perseguir mis ambiciones personales y profesionales.

A ti, madre Dina Ponce Fermín, por criarme y perdonar mis errores, por tu guía, por tu moral y por tu inagotable inspiración que me ha permitido criar e inculcar este don de la prudente responsabilidad. Por darme la vida, estoy agradecido.

A mis hermanos Yessenia, Yobana y Wilder, por ser un ejemplo de hermanos mayores y de eso aprendí el éxito y momentos difíciles. Por su amor, comprensión, paciencia y apoyo que me dieron para completar mi carrera.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva por la oportunidad de obtener una educación universitaria de alta calidad, en particular a la Facultad de Agronomía que me dio una educación en ciencias y tecnología.
- A los docentes de la Facultad de Agronomía que formaron parte de la carrera de ingeniería, que desde el primer día entregaron todo su corazón y tiempo, por enseñarnos a crecer y ser profesionales exitosos.
- Al Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano asesor y a la M. Sc. Erica Guisella Merino Maguiña asesora de la presente tesis, por sus valiosos aportes, apoyo, evidencia consistente y desinteresada en la conclusión de la tesis, por la revisión académica y científica del trabajo.
- A los miembros del jurado de tesis M. Sc. Fausto Silva Cárdenas, Ing. Carlos Miguel Miranda Armas, Ing. Jorge Cerón Chávez, como miembros de jurados, por su invaluable ayuda en el diseño, propuesta, implementación, revisión y evaluación final de este trabajo.
- A todos los que ayudaron a hacer realidad este proyecto a través de sus contribuciones directas o indirectas.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	
ABSTRACT	
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Generalidades del cultivo <i>Musa</i> sp.	3
2.1.1. Botánica de la planta	3
2.2. Variedades	3
2.2.1. Variedad moquicho	4
2.3. Aspectos fenológicos.....	4
2.4. Morfología.....	5
2.5. Condiciones edafoclimáticas del cultivo de banano	6
2.5.1. Clima	7
2.5.2. Suelo.....	8
2.6. Propagación del banano.....	8
2.6.1. Hijuelos.....	8
2.6.2. Cormo	8
2.7. Preparación y tratamiento de la semilla (Cormo)	9
2.7.1. Preparación de la semilla	9
2.8. Siembra en el vivero.....	10
2.8.1. Cámara térmica en la propagación de plátanos.....	11
2.9. Sustratos	13
2.9.1. Generalidades de la roca fosfórica.	13
2.9.2. Fosfocompst.....	15
2.10. Antecedentes.....	17

III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
3.1. Lugar del campo experimental	21
3.1.1. Características climáticas y zona de vida	21
3.1.2. Análisis químico de los sustratos	22
3.2. Material y métodos.....	22
3.2.1. Componentes en estudio.....	23
3.2.2. Tratamientos en estudio.....	23
3.2.3. Diseño experimental.....	24
3.2.4. Características del área experimental	24
3.2.5. Croquis del experimento.....	25
3.2.6. Ejecución del experimento.....	26
3.2.7. Variables a registrar.....	29
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
4.1. Número de hijuelos cosechados.....	31
4.2. Altura de los hijuelos cosechados	36
4.3. Diámetro de los hijuelos cosechados	40
4.4. Número de hojas de los hijuelos cosechados.....	44
4.5. Peso fresco de los hijuelos cosechados	48
4.6. Peso seco de hijuelos.....	52
4.7. Volumen radicular de los hijuelos cosechados	54
4.8. Número de raíz del cormo	57
4.9. Análisis de rentabilidad o relación (B/C)	60
V. CONCLUSIONES	62
VI. PROPUESTAS A FUTURO	63
VII. REFERENCIAS	64
ANEXOS.....	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Datos de temperatura de la cámara térmica registrados durante la investigación en el periodo de marzo a junio del 2021.	22
2. Análisis químico del aserrín, fosfocompost y roca fosfórica.....	22
3. Descripción de los tratamientos en estudio.....	23
4. Modelo del análisis de varianza.....	24
5. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para número de hijuelos del cormo, con y sin dominancia apical, en tres sustratos.....	31
6. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) para número de hijuelos del cormo, con y sin dominancia apical, en tres sustratos. (Media \pm error estándar).	33
7. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para altura de hijuelos cosechados del cormo, con y sin dominancia apical, en tres sustratos	36
8. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) para altura de hijuelos cosechados del cormo, con y sin dominancia apical, en tres sustratos (Media \pm error estándar).....	38
9. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para diámetro de hijuelos cosechados del cormo, con y sin dominancia apical, en tres sustratos.....	40
10. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) para diámetro de hijuelos cosechados del cormo, con y sin dominancia apical, en tres sustratos (Media \pm error estándar).....	42
11. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para número de hojas de los hijuelos cosechados del cormo, con y sin dominancia apical, en tres sustratos	44
12. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) para número de hojas de los hijuelos cosechados del cormo, con y sin dominancia apical, en tres sustratos (Media \pm error estándar)....	46
13. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para peso fresco de los hijuelos cosechados del cormo, con y sin dominancia apical, en tres sustratos	48
14. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) para peso fresco de hijuelos cosechados del cormo, con y sin dominancia apical, en tres sustratos (Media \pm error estándar).	50
15. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para peso seco de hijuelos del cormo, con y sin dominancia apical, en tres sustratos.....	52
16. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) para peso seco de hijuelos cosechados del cormo, con y sin dominancia apical, en tres sustratos (Media \pm error estándar).....	53
17. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para volumen de raíz de hijuelos, cormo sin	

	dominancia apical, en tres sustratos.....	55
18.	Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) para volumen de raíz de hijuelos cosechados del cormo, con y sin dominancia apical, en tres sustratos (Media \pm error estándar)....	55
19.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para número de raíz al cormo con y sin dominancia apical, en tres sustratos	57
20.	Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) para número de raíz al cormo con y sin dominancia apical al cormo, en tres sustratos (Media \pm error estándar)	58
21.	Análisis de rentabilidad o relación B/C en la producción de hijuelos de banano variedad “Moquicho”	61
22.	Evaluación de número de hijuelos cosechados en los diferentes tratamientos	71
23.	Evaluación de altura de hijuelos en los diferentes tratamientos.....	72
24.	Evaluación de diámetro de hijuelos en los diferentes tratamientos.....	73
25.	Evaluación de número de hojas/hijuelos en los diferentes tratamientos.....	74
26.	Evaluación de peso fresco de hijuelos en los diferentes tratamientos.	75
27.	Evaluación de peso seco y volumen radicular de hijuelos en los diferentes tratamientos..	76
28.	Evaluación de número de raíces de los cormos en los diferentes tratamientos.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Ubicación del campo experimental	21
2. Croquis del área experimental.....	25
3. Croquis de un tratamiento en estudio.....	26
4. Número de hijuelos cosechados de los tratamientos evaluados por efecto al cormo, con y sin dominancia, en tres sustratos	35
5. Altura de hijuelos cosechados de los tratamientos evaluados por efecto al cormo, con y sin dominancia, en tres sustratos.	39
6. Diámetro de hijuelos cosechados de los tratamientos evaluados por efecto al cormo, con y sin dominancia, en tres sustratos	43
7. Número de hojas/hijuelos cosechados de hijuelos cosechados de los tratamientos evaluados por efecto al cormo, con y sin dominancia, en tres sustratos.....	47
8. Peso fresco de hijuelos cosechados de los tratamientos evaluados por efecto al cormo, con y sin dominancia, en tres sustratos	51
9. Peso seco de hijuelos cosechados de los tratamientos evaluados por efecto al cormo, con y sin dominancia, en tres sustratos	54
10. Volumen radicular de hijuelos cosechados de los tratamientos evaluados por efecto al cormo, con y sin dominancia, en tres sustratos.....	56
11. Número de raíz del cormo de los tratamientos evaluados por efecto al cormo, con y sin dominancia, en tres sustratos en tres sustratos.....	59
12. Parcela de plátano del Ing. Credo Valdivia Clodoaldo.....	78
13. Selección de cormos a partir de hijos de espada	78
14. Desinfección de los cormos.....	79
15. Tipos de cormos, A: cormo sin dominancia apical y B: cormos con dominancia apical	79
16. Construcción de la cámara térmica.....	80
17. Construcción de las camas de los tratamientos.	80
18. El abono orgánico, fosfocompost.	81
19. Pesado y mezclado de la roca fosfórica	81
20. Área experimental preparado	82
21. Sembrado de cormos.....	82

22.	Medición de altura	83
23.	Medición de diámetro	83
24.	Cosecha de hijuelos	84
25.	Peso fresco de los hijuelos	84
26.	Evaluación del número de raíces de los cormos con dominancia apical.	85
27.	Evaluación del número de raíces de los cormos sin dominancia apical.	85
28.	Área experimental en producción de hijuelos	86
29.	Medición de temperatura con el termohigrómetro	86
30.	Peso fresco y peso seco de los hijuelos.....	87
31.	Evaluación del volumen de raíz.....	87
32.	Visita de los jurados: M. Sc. Fausto Silva Cárdenas y del Ing. Carlos Miguel Miranda Armas.	88
33.	Hijuelos cosechados del tratamiento T ₃ (Cormo sin dominancia apical + aserrín + fosfocompost)	88
34.	Comprobante de compra de los hijuelos orgánicos	89
35.	El diagnóstico fitopatológico de las hojas de los hijuelos	90
36.	Análisis químico inicial de los sustratos, fosfocompost y aserrín.....	91
37.	Análisis químico de la roca fosfórica.....	92

RESUMEN

La tesis fue desarrollada en el vivero “El Agrónomo” de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicado en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento Huánuco, cuyos objetivos específicos son: Determinar el número de hijuelos de banano variedad “Moquicho” en menor tiempo con y sin dominancia al cormo en tres sustratos, en cámara térmica, determinar las características de calidad de los hijuelos de banano variedad “Moquicho” con y sin dominancia apical al cormo, en tres sustratos, en cámara térmica y determinar el análisis de rentabilidad o relación B/C de los tratamientos en estudio. Los hijuelos usados generalmente para la siembra provienen de campo, extraídos de los cormos de la planta madre, los cuales muchos son propagados con enfermedades, diferentes tamaños, así como la extracción de diferentes partes del cormo de la planta madre, lo que genera diferencias en tamaño, en producción, rendimiento entre otros. En la multiplicación de plantas en el campo existe un método de la cámara térmica, enfocado en la calidad y sanidad para el establecimiento de la plantación, que, bajo un oportuno manejo en esta tecnología, se logra obtener plantas con buen vigor y uniformidad. Se empleó el diseño completamente al azar (DCA), constituido por 6 tratamientos incluido dos tratamientos testigo, todas las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de varianza con probabilidad ($\alpha = 0,05$), la comparación de los promedios de las variables evaluadas fue con el comparador Tukey ($\alpha = 0,05$).

El mayor número de hijuelos cosechados para cada unidad experimental se determinó, en el tratamiento T₂ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + roca fosfórica) con promedio del total de hijuelo cosechados $48,67 \pm 1,15$ hijuelos. Con los picos más altos altura de hijuelo de $32,62 \pm 0,66$ cm, diámetro de hijuelo con 16,90 mm, número de hojas/hijuelo con 3,21 hojas/hijuelo, peso fresco con $56,27 \pm 0,56$ g, peso seco con 11,50 g y volumen radicular de los hijuelos con $6,20 \pm 3,0$ cm³ en el tratamiento T₃ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + fosfocompost). El mayor costo beneficio (C/B) se determinó en los tratamientos T₂ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + roca fosfórica) y T₃ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + fosfocompost) con 2,55 y 2,50 soles y un índice de rentabilidad de 1,55 y 1,50 soles.

Palabras claves: Cámara térmica, fosfocompost, roca fosfórica.

ABSTRACT

The thesis was carried out in the Agronomy Faculty's "El Agronomo" plant nursery at the Universidad Nacional Agraria de la Selva located in the Rupa Rupa district of the Leoncio Prado province in the Huanuco department [of Peru]. The specific objectives were: to determine the number of seedlings of the "Moquicho" variety of bananas in the least amount of time with and without dominance at the corm in three substratum in a hot bed; to determine the characteristics of the quality of seedlings of the "Moquicho" variety of bananas with and without apical dominance at the corm in three substratum in a hot bed; and to determine the profitability analysis or B/C relationships of the treatments in study. The seedlings generally used for planting came from the field, extracted from the corms of the mother plant, of which many were propagated with diseases, different sizes, as well as being extracted from different parts of the corm of the mother plant, which generated differences in size, production, and yield, among other things. For the multiplication of plants in the field the hot bed method exists, focused on quality and health when establishing a plantation, which, under an opportune management with this technology, plants can be obtained with good vigor and uniformity. The completely randomized design (CRD; DCA in Spanish) was used, made up of six treatments, including two control treatments. All of the variables were submitted to a variance analysis with probability ($\alpha = 0,05$), [and] the means comparison for the evaluated variables was done with the Tukey comparison ($\alpha = 0,05$).

The greatest number of seedlings harvested from each experimental unit was determined; treatment T₂ (corm without apical dominance with sawdust + phosphoric rock) had an average number of total seedlings harvested of $48,67 \pm 1,15$ seedlings. With the highest points, the seedling height was $32,62 \pm 0,66$ cm, the seedling diameter was 16,90 mm, the number of leaves/seedling was 3,21 leaves/seedling, a fresh weight of $56,27 \pm 0,56$ g, a dry weight of 11,50 g, and a radicular volume for the seedlings of $6,20 \pm 3,0$ cm³ for treatment T₃ (corm without apical dominance with sawdust + phospho-compost). The greatest cost to benefit ratio (C/B) was found for treatments T₂ (corm without apical dominance with sawdust + phosphoric rock) and T₃ (corm without apical dominance with sawdust + phospho-compost) at 2,55 and 2,50 soles and a profitability index of 1,55 and 1,50 soles.

Keywords: thermal bed, Phospho-compost, phosphoric rock.

I. INTRODUCCIÓN

El banano es conocido como un producto básico de exportación, fuente de empleo e ingresos en muchos países en desarrollo y su producción ocupa áreas insignificantes en fincas familiares para uso doméstico, porque sus frutos es fundamental en la dieta de la población peruana y particularmente de la región Huánuco, y esto lo podemos sustentar según el Instituto Nacional de Estadística e informática (INEI, 2018) la producción de plátano demostró 18 275 tn en el sexto mes de 2018, y subió a 3,2 % respecto a junio del año anterior, que obtuvo 17 706 tn.

Actualmente, en la provincia de Leoncio Prado, las variedades de banano "Moquicho" se siembran típicamente en sistemas agroforestales y se utilizan para dar sombra temporal a varios cultivos permanentes. Además de dar sombra, también generan ingresos a través de la venta de sus frutos, lo que ayuda a pagar los costos asociados con el cultivo de otros cultivos. Debido a esto, es crucial que este cultivo produzca exponencialmente. Para lograr esto, será necesario utilizar semillas sanas y de alta calidad que puedan ser sembradas más ampliamente y sin restricciones en la productividad.

Los hijuelos usados generalmente para la siembra provienen de campo, extraídos de los cormos de la planta madre, los cuales muchos son propagados con enfermedades, diferentes tamaños, así como la extracción de diferentes partes del cormo de la planta madre, lo que genera diferencias en tamaño, en producción, rendimiento entre otros. Estos inconvenientes en la propagación, no garantizan la supervivencia del hijuelo en el campo después de la siembra; por lo tanto, los costos de producción se elevan y los beneficios se reducen. En la multiplicación de plantas en el campo existe un método de la cámara térmica, enfocado en la calidad y sanidad para el establecimiento de la plantación, que, bajo un oportuno manejo en esta tecnología, se logra obtener plantas con buen vigor y uniformidad, debido a que reduce el primer ciclo de las plantas hasta en 2 meses, dependiendo del piso térmico.

De allí surge la importancia de este estudio referido a la producción de hijuelos de banano variedad "Moquicho". Por lo tanto, el enfoque del trabajo fue investigar el efecto positivo con y sin dominancia apical al cormo, que consiste en eliminar la yema apical para inducir la activación de las yemas laterales y producir mayor número de hijos por cormos en tres tipos de sustratos (Aserrín , roca fosfórica y fosfocompost); el aserrín como sustrato de retención de agua, además de ser un material de lenta descomposición porque su C/N es alto, por lo que se requiere aplicar fertilizantes, razón para aplicar el fosfocompost y la roca fosfórica como suministro de nutrientes, bajo la condición de cámara térmica. Por lo que se plantea la

hipótesis general: que al menos un tratamiento y un tipo de sustrato debe ser diferente en relación al tiempo, número y tamaño de hijuelos en Tingo María.

Objetivo general

Evaluar la producción de hijuelos de banano variedad “Moquicho” con y sin dominancia apical al cormo, en tres sustratos, en cámara térmica.

Objetivos específicos

1. Determinar número de hijuelos de banano variedad “Moquicho” en menor tiempo, con y sin dominancia apical al cormo, en tres sustratos, en cámara térmica.
2. Determinar parámetros biométricos de los hijuelos de banano variedad “Moquicho” con y sin dominancia apical al cormo, en tres sustratos, en cámara térmica.
3. Determinar el análisis de rentabilidad o relación B/C de los tratamientos en estudio.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del cultivo *Musa sp.*

Musa paradisiaca (Banano), es uno de los cultivos más importantes en la agricultura en América y naciones tropicales. Su excelente adaptación en regiones tropicales y subtropicales ha llevado a su estado actual como un cultivo ampliamente cultivado. Después del arroz, el trigo y el maíz, es el cuarto cultivo más importante del mundo; no solo se considera un alimento básico y un producto de exportación, sino también una importante fuente de empleo e ingresos en muchos países en desarrollo. Más de 150 países tropicales y subtropicales consumen mucho todos los días. Las principales variedades comerciales incluyen Bellaco e Inguiri. Variedad de plátano consumido como fruta de mesa, destacando las variedades comerciales: Seda (Cavendish, Gros Michell), Isla, Moquicho o Biscochito y Capirona (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI], 2014). Según Herrera y Colonia (2011) *Musa sp.* Estos cultivos se destacan en el Perú por ser una importante fuente de alimentos para el consumo humano y un componente vital de la seguridad alimentaria del productor y su familia, particularmente en la selva. También generan un ingreso confiable que permite a los agricultores pagar por otras actividades agrícolas. Cerca de 147 987 familias dependen directa o indirectamente de este cultivo a través del sector productivo.

2.1.1. Botánica de la planta

El banano es una planta herbácea con un pseudotallo aéreo derivado de un corto tallo subterráneo llamado cormo, el cual tiene una textura carnosa y desarrolla numerosas yemas laterales de los cuales crecen nuevas plantas (López, 2002). Cada cormo produce principalmente un pseudobulbo, en el eje de su flor y/o unas pocas yemas dan lugar a otros cormos, formando así una mata que crece radialmente (En todas las direcciones) ya que estos cormos hijos se forman uno a uno y producen pseudotallos o descendencia de diferentes edades que florecerá cuando el pseudotallo original se haya ido. Algunos de los hijuelos no quedan conectados perfectamente a la mata y son llamados hijos del agua, mientras que aquellos con una buena conexión son llamados hijos de la espada (Sabio et al., 2001). Estas son plantas que reemplazan a la planta madre cuando se cosecha o para crear nuevas plantaciones (López, 2002).

2.2. Variedades

Robinson y Galán (2011) se enfocan en el desarrollo de plátanos comestibles a partir de dos especies triploides e híbridos, particularmente *Musa acuminata* AAA y *Musa balbisiana* BBB. Estos rasgos se utilizan para dividir los bananos comestibles en las siguientes categorías.:

a) Grupo 1: Triploides AAA, las variedades: Seda, Cavendish y Lacatan. Conocidos como bananos, aquellos que son de mesa.

b) Grupo 2: Triploides BBB, las variedades, Inguiri, Bellaco y Guayabo. Conocido como plátano, aquellos que son utilizados en cocina.

c) Grupo 3: Triploides ABB, no son difundidos en el mundo y presenta a la variedad Isla. Conocidos como plátanos, aquellos que se consume en mesa y cocina.

En este mismo contexto, Velásquez (2012) indicó que las variedades obtenidas de *Musa acuminata* son:

a) AA: Se encuentra al plátano de oro o Moquicho.

b) AAA: Están aquellos plátanos como: Seda o Gros Michel, Cavendish enano y gigante, Valery, Lacatan, Williams y Morado.

2.2.1. Variedad moquicho

Es una variedad diploide AA y el fruto se come fresco (MIDAGRI, 2014). Es una variedad conocida como “Plátano de oro” o “Bizcochito” (Sociedad Española de Productos Húmicos [SEPHU], 2009), También se le conoce como (Lady finger), un dedo Señora, un plátano niño o un banano bocadillo (SEPHU, 2009). Es una variedad de menor tamaño de las Cavendish, comparado con la *Musa cavendish*. El banano baby tiene un sabor muy dulce y apariencia única. Su tamaño no rebasa las 3 pulgadas de largo (SEPHU, 2009). El pseudotallo del árbol es marrón, con una altura promedio de 3 m, unos 20 cm de diámetro en la base, la lámina de la hoja está casi desprovista de la capa cerosa típica de otras variedades. El racimo mediano, alrededor de 110 frutos en promedio, una fruta relativamente pequeña (Rimache, 2008). La planta es resistente a la enfermedad llamada mal de Panamá, pero muy susceptible a la Sigatoka (InfoAGRO, 2013). Propiedades físicas y químicas de la pulpa del banano 'Bizcochito': sólidos solubles 18 °Brix, pH 5,2 y 82 % de rendimiento respecto a las materias primas (CONAFRUT, 2007). La piel madura es de color amarillo pálido, asimismo con una carne muy dulce y deliciosa.

2.3. Aspectos fenológicos

Según Soto (2014) mencionó que la planta de banano tiene 3 etapas bien definidas: vegetativa, floración y fructificación.

2.3.1. Vegetativa

Las raíces primarias y secundarias se forman 6 meses después del enraizamiento del rizoma o cormo, lo que marca el inicio del proceso. Las raíces son afiladas,

incrustadas debajo de las hojas y separadas del cuerpo principal del cormo. La principal característica de las raíces principales es la ramificación en raíces laterales y la aparición de pelos absorbentes, generalmente a una profundidad de 10 a 15 cm y entre 20 y 25 cm desde la base de la planta. El sistema radicular superior puede alcanzar una longitud de hasta 4 m, extendiéndose horizontalmente. La parte inferior, sin embargo, alcanza hasta 1,3 m de profundidad. El uso de nutrientes, particularmente potasio, no debería tener mucho impacto durante esta etapa.

2.3.2. Floración

La etapa es de unos 3 meses, para la salida de la inflorescencia. El tallo crece desde el bulbo a través del pseudobulbo. La etapa comienza, si la planta lleva suficientes hojas y entra en proceso de desarrollo; no obstante, debe producir de 10 a 12 hojas. La siguiente parte del pedúnculo es el eje de la inflorescencia. En este punto, las brácteas reemplazan a las hojas, que cubren las flores (Dedos); tan pronto como aparecen las inflorescencias, las brácteas comienzan a abrirse, exponiendo los dedos, primero hacia abajo, luego en posición invertida hacia arriba.

2.3.3. Fructificación

El período de cuaje es de 3 meses, es cuando la formación de hojas se reduce y las flores masculinas son diferentes. En esta etapa solo pueden afectar los frutos (Dedos) como un factor adverso de acuerdo a su tamaño, porque su número se determina en las 2 secciones ya mencionadas. Los puntos negativos primordiales en este momento son: sequía, defoliación y baja temperatura. Se tarda unas 3 semanas en formar el racimo final desde el momento en que florece la inflorescencia. Los factores ambientales que afectan a la agricultura son el agua, la temperatura, la luz y el aire.

2.4. Morfología

2.4.1. Sistema radicular

Normalmente, las raíces de un rizoma bien desarrollado comienzan arriba, debajo de la unión de las hojas, y se estrechan hacia el suelo. En la parte del suelo de 10 a 15 cm y de 25 a 30 cm o más profunda, a partir del pseudotallo, hay muchos retoños (López, 2002). Son superficiales, divididas en capas de 30 - 40 cm, cuando emergen son blancas y tiernos, luego duras, amarillas. Pueden alcanzar un crecimiento lateral de 3 m y una profundidad de 1,5 m. El sistema radicular tiene poca penetración, por lo que la dispersión está relacionada con la textura y estructura del suelo (Herrera y Colonia, 2011).

2.4.2. Pseudotallo

La vaina de la hoja se origina en el cormo e incluye la extensión y modificación de la hoja; insertado en el rizoma, crece en espiral, formando vainas que se superponen verticalmente, dando lugar a un pseudotallo. Almacena la sustancia almidonada en el agua y crece desde el interior cuando aparecen las hojas (López, 2002). Blanco al principio, tornándose a la luz solar, cilíndrico, recto y duro. Es anatómicamente similar al cormo, pero se diferencia en que la corteza es más delgada y el sistema vascular está formado solo por haces que eventualmente se convertirán en parte del sistema foliar. La longitud y grosor del pseudotallo está, en primer lugar, directamente relacionada con el tipo de clon; cuando la planta crece vigorosamente, el fruto que produce crece (Torres, 2012).

El verdadero tallo es un gran rizoma subterráneo almidonado, rematado con brotes; se desarrollan después de la floración y fructificación de la planta. A medida que madura cada yema de rizoma, su yema terminal se convierte en una inflorescencia que es expulsada de las profundidades de la tierra al alargarse el tallo hasta que emerge. (Herrera y Colonia, 2011).

2.4.3. Hojas

Son muy grandes, de 2 a 4 m de largo y hasta medio metro de ancho, pecíolo de 1 m o más de largo y limbo elíptico alargada, ligeramente inclinado hacia el pecíolo, ligeramente ondulado y desnudo. A medida que envejecen, se rompen fácilmente con el viento lateral. Durante la floración, se desarrolla un pecíolo pubescente con un diámetro de 5 - 6 cm desde la corona de la hoja, que termina en un racimo colgante de 1- 2 m de largo (López, 2002).

Tiene 20 brácteas ovadas, alargadas, agudas, de color rojo púrpura, cubiertas de un polvillo blanco harinoso; Las flores emergen de las axilas de estas brácteas. Se observan diferentes tipos de hojas durante el crecimiento de la planta:

- Hoja rudimentaria.
- Hoja estrecha ensiforme.
- Hoja ancha o verdadera.
- Hoja verdadera: Se compone de vaina, pecíolo, lámina, vena central y apéndice (Landaverde, 2006).

2.5. Condiciones edafoclimáticas del cultivo de banano

Palencia et al. (2006), indica los factores climáticos inciden en el crecimiento y desarrollo de algunas variedades cuyos factores favorables para la producción de banano de alta calidad son la temperatura, el agua, la humedad relativa, el viento la luz y el suelo.

2.5.1. Clima

2.5.1.1. Temperatura

La temperatura óptima es entre 20 y 30 °C. El desarrollo fisiológico se retrasa por debajo de los 20 °C y por encima de los 30 °C. A temperaturas inferiores a 10 °C, el crecimiento se detiene, se coagula el látex del pericarpio y tienen un pigmento café claro; además, la fruta no madura con normalidad. Las altas temperaturas con alta intensidad de radiación pueden causar quemaduras a las plantas en crecimiento.

2.5.1.2. Agua

La planta se compone de 85 - 90 % de agua y su transpiración es muy alta. Para su correcto desarrollo necesita mucha agua, por lo que se recomienda plantarla en zonas que reciban 1500 - 2500 mm de precipitaciones a lo largo del año. El requerimiento mensual de agua es de 150 - 180 mm.

2.5.1.3. Humedad Relativa

La adecuada es de 85 – 90 %, sin embargo, indirectamente afecta el rendimiento, ya que contribuye a la aparición de enfermedades foliares, especialmente hongos.

2.5.1.4. Luminosidad

Las plantas y los racimos requieren mucha luz crecer bien. La luz en los trópicos es suficiente para el crecimiento, pero también es un factor importante en el desarrollo de yemas o brotes laterales, por lo que la corta distancia de siembra afecta el crecimiento y la duración del ciclo de crecimiento.

2.5.1.5. Viento

No se debe sembrar en lugares expuestos a vientos de más de 20 km/h debido que provocaría el daño de las hojas y un leve agrietamiento, sin embargo, no afecta el rendimiento, pero si existe mala nutrición, las plantas tienden a caer. Vientos con una velocidad de más de 50 km/h hacen que la planta se doble, los desgarros severos de las hojas causan pérdidas del 60 al 100 %. Las pérdidas de rendimiento debidas a los efectos del viento se estiman entre un 20 y un 30 % (Estimación mundial).

2.5.2. Suelo

Los bananos crecen mejor en suelos bien estructurados, de más de 1,2 m de profundidad, ricos en materia orgánica (Retención de agua), textura franco arenoso y con buen drenaje franco limoso y franco arcillo arcilloso. No se recomienda el sustrato impermeable de arcilla o grava. El pH óptimo está entre 5,5 y 7, pero tolera bien la acidez del suelo, el pH está entre 4,5 y 8, con un óptimo de 6,5. Por otro lado, los plátanos prosperan mejor en terrenos

planos con pendientes de 0 - 1 %. Para ablandar suelos con exceso de humedad, es necesario implementar sistemas de drenaje. Los plátanos deben evitarse en suelos arenosos ya que no son fértiles y no retienen la humedad. Por ejemplo, los suelos con composición arcillosa, por ser densa y muy pesada, dificulta que las raíces penetren profundamente. Prefiere suelos ricos en potasio, arcillo - silíceos, calizas o suelos deforestados que se puedan regar en verano, pero en invierno, que no retengan agua.

2.6. Propagación del banano

Este cultivo se reproduce vegetativamente o asexual con fines comerciales; la reproducción de semillas solo se realiza para mejorar la composición genética del cultivo. La reproducción asexual se puede ejecutar con hijuelos, con cormos o cultivares en tejido llamado in vitro. Independientemente del método de propagación utilizado, la elección correcta de la calidad de la semilla es muy importante, ya que puede aumentar considerablemente el rendimiento; además de asegurarse de que las semillas estén libres de plagas (López, 2002).

2.6.1. Hijuelos

Son los brotes de las yemas laterales de los cormos, que se recomiendan cuando se cultivan en áreas pequeñas, ya que su manejo, especialmente el transporte, es muy difícil porque son plantas enteras, más pesadas y de mayor tamaño. Se debe verificar el estado fitosanitario (Libre de plagas o enfermedades) de los hijuelos, ya que es importante trasplantarlas rápidamente, y si se encuentra sometidos al aire libre por mucho tiempo puede causar sudoración y deshidratación (López, 2002). El peso de los hijuelos debe ser de al menos 150 g, se debe pelar antes de sembrar, tratando de quitar solo las raíces y la corteza superior para mantener la forma original. Para el trasplante al campo definitivo, la presencia de cuatro hojas verdaderas y la altura de 20 - 25 cm determina el momento para sacar al campo (Herrera y Colonia, 2011).

2.6.2. Cormo

Este es el método más común, utilizando solo el tallo subterráneo (Cormo) que actúa como un órgano de reserva y permite que la planta prospere; este método es muy fácil de usar en una plantación (López, 2002). Se utilizan los cormos de plantas jóvenes y recién cosechadas. El cormo se divide en 4 - 8 partes y se planta como el cormo original, que luego produce nuevos brotes, después, cuando se separa, forman múltiples meristemas que se pueden separar y plantar. Al mismo tiempo, se pueden obtener 500 nuevos brotes de un cormo después de 8 meses (Herrera y Colonia, 2011). Se pueden usar varios tipos de cormos (López, 2002).

2.6.2.1. Cormos de plantas cosechadas

Según investigaciones de la FHIA, la dificultad de manejar y transportar platas pesadas y de gran tamaño, éste resultó ser el método menos adecuado, como también de este método produce relativamente una planta débil (López, 2002). Se trata de eliminar la yema apical para "Romper" la dominancia apical a fin de activar la yema lateral y producir múltiples yemas por cormo tanto en las plantas cosechadas como en las jóvenes. El número de plantas hijos obtenidas depende de varios factores, como el tipo de clon, las condiciones fisiológicas de la planta y las condiciones climáticas (Herrera y Colonia, 2011).

2.6.2.2. Cormos de hijos de espada

En esta técnica, se seleccionan hijos con una altura de 1,5 a 2 m; el diámetro de la base del tallo debe ser de 7 a 12 cm. A partir de la plata madre de forma natural llegan a brotar los hijuelos. La técnica de "Vampiro", hace que induce a la producción de los hijos, esto consiste en destruir el tejido apical, para ello introduciendo una estaca, se clava en el tronco hasta que lo alcance, de ahí su nombre. Otra opción es la práctica llamada "7", que consiste en hacer 2 pequeños cortes a un metro de la planta para que se doble en forma de 7. Hay otras variaciones químicas de producir más hijos, con producto que tienen el efecto de producir más descendencia cuando se usan. La inducción se realizó extrayendo este tejido con perforador parecido a un tubo Hoffer (Muestreo del suelo) y luego aplicando una solución de cloro 2 ppm a la herida restante. Se utiliza este método porque es más práctico y rápido (López, 2002).

2.7. Preparación y tratamiento de la semilla (Cormo)

Según López (2002), las semillas cosechadas se llevan al área de procesamiento, donde pasan por un proceso que garantiza que estén en gran medida libres de plagas. Además, la preparación y selección de la semilla contribuye significativamente al éxito o fracaso de la plantación, ya que las semillas deben provenir de plantaciones bien manejadas y libres del ataque de plagas y enfermedades (Sabio et al., 2001).

2.7.1. Preparación de la semilla

Según Bachenheimer (2009), el cormo seleccionado como semilla deben cortársele las raíces y su pseudotallo, dejando de 5 a 10 cm, para mantener la calidad y proteger las semillas, también debemos tomar ciertas medidas antes de procesarlas, como: Sabio et al. (2001):

- Una vez que las cepas con quitadas, durante varios días no se deben apilar, ya que atraen a los picudos.

- No dejar las cepas al sol por más de 3 días.
- Las cepas deben ser sembradas preferentemente el día de la remoción y tratamiento.

2.7.1.1. Pelado de la semilla

Esta es una técnica agronómica que en lo primordial requiere equipo de protección, herramientas, un tanque de 20 L y cloro. Las raíces y partes que están podridas o infestadas de insectos se podan cuidadosamente, teniendo cuidado de no eliminar más de lo necesario. Después de limpiar una semilla y antes de limpiar el próximo cuchillo o machete usado, colóquelo en un recipiente que contenga cloro al 0,05 % (5 ml de cloro/1 L de agua). En lo general mientras uno de los cuchillos o machetes está en la solución de cloro al 0,05 %, continúe limpiando con la otra cuchilla, cambiando la cuchilla según las semillas. La práctica de desinfección conlleva un enfoque de eliminar hasta un 95 %, de las larvas y huevos de picudo negro y nemátodos que pudieran estar incrustadas o el interior de las semillas y librarse la transmisión de patógenos de una semilla a otra; no obstante, es congruo capaz para aniquilar enfermedades, sobre todo las vasculares, que pudieran andar en la semilla (Sabio et al., 2001).

2.7.1.2. Desinfección de hijuelos

Según Cárdenas et al. (2012), indica que para prevenir el ataque de plagas, es muy importante la desinfección rigurosa, los métodos son:

a. Desinfección con insumos caseros u orgánicos

- ceniza: Prepare una mezcla de ceniza y agua en una proporción de 2:1 (2 kg de ceniza/1 L de agua), aplique esta mezcla sobre los cormos, luego déjela airear por un día y luego siembre.

- Lejía: Se prepara una mezcla de agua y cloro a una dosis de 5 ml/1 litro de agua; luego sumergen los hijuelos durante 3 min para desinfectar.

b. Desinfección con insumos químicos: Mancozeb (500 g/100 L de agua), Benomilo (10 g/100 L de agua) y Adherente (50 ml/100 L de agua), los posibles métodos de aplicación son los siguientes: Espolvorear las semillas en una pila o directamente en el hoyo o sumergirlas en un recipiente con una solución desinfectante.

2.8. Siembra en el vivero

La siembra en el vivero se realiza en bolsas de plástico o en medios de enraizamiento a 50 % de sombra o pleno sol. Las bolsas son distribuidas en filas para formar bloques con plantas del mismo tamaño, asimismo se debe tener en cuenta la calle entre bloques (40 - 50 cm de ancho) para mayor facilidad en llevarse a cabo de las labores de manejo; tenga

en cuenta que la selección de cormos se puede hacer arrancando todos los cormos emergentes de cada sitio de plantación o dejando una yema desarrollada en cada sitio de plantación para continuar la producción de cormos sin necesidad de sembrar otro lote de semillas. Cuando se cosechan un mes después de la poda, se obtienen cormos de tamaño adecuado (Normalmente menos de 0,5 kg cada uno) (Coto, 2009).

El uso de camas estimula el enraizamiento de los cormos y el crecimiento de los brotes vegetativos, por ello, se encuentra muy buenos resultados; Además, se puede evitar la pérdida de bolsas y el sustrato porque, incluso en las mejores condiciones, el 10 % de los cormos no germinan. En cuanto a la cama enraizadora, se utiliza de arena y aserrín en proporción 1:1 (Coto, 2009).

Estos materiales facilitan el manejo y cosecha de los hijuelos sin causar daño a sus raíces. El tamaño de la cama enraizadora es de 1 a 1,2 m de ancho; su longitud depende de la cuantía de sustrato, y de 30 cm de altura. Se considera que en cada m² se pueden colocar de 120 a 150 cormos. Esta cama no necesita sombra, pero necesita un buen suministro de agua. El sustrato debe siempre estar húmedo, pero no sobresaturado. De igual manera, este autor sugiere que los cormos se ponen de manera sucesiva y luego se protegen con una capa de sustrato de cultivo de 3 cm de espesor (Coto, 2009).

Los cormos presentes en la cama germinadora permanecen durante dos semanas y, antes de que comiencen a producir hojas verdaderas, se sacan con cuidado y se colocan en una bolsa de plástico. Los cormos después de 2 semanas comienzan en brotación, para después proceder a la extracción; en ese momento se sacuden con mucho cuidado para eliminar la arena de las raíces, procediendo se colocan en bolsas, se cubren con sustratos y se dejan los brotes abiertas (Coto, 2009).

2.8.1. Cámara térmica en la propagación de plátanos

Es una estructura de producción de hijuelos de alta calidad, libre de plagas y enfermedades, listo para plantar, a partir de los hijuelos madre de una planta madre de alto rendimiento. La construcción de la cámara térmica está cubierta con una capa de termoplástico de 200 micras de espesor, que contribuye a la retención del calor generando temperaturas entre 45 y 90 °C (Santisteban, 2012), a su vez Álvarez et al. (2013), mencionan que en la cámara, los cormos y cogollos que en ella crecen están sujetos a un sistema de purificación que incluye termoterapia (temperatura entre 50 y 70 °C), 30 a 100 % de humedad relativa y tiempo de fotoperiodo de hasta 24 horas (Adicional por luz artificial en la noche). Antidegradación (Plazo mínimo 4 años); debido a la alta temperatura, se destruyen todos los posibles patógenos en los

hijuelos madre; capacidad para producir de 30 a 40 hijuelos de alta producción, libres de plagas y enfermedades (Santisteban, 2012).

2.8.1.1. Ventajas de la cámara térmica

Álvarez et al. (2013), menciona, a la cámara térmica como:

- Sistema de producción automatizado y de tecnología.
- Tamaño y peso uniforme de las semillas, lo que facilita la participación en programas de certificación de semillas y reduce los costos de transporte y los precios de las semillas.
- Gracias al uso de materiales de élite, se excluye la presencia de microorganismos fitopatógenos y plagas provenientes de la reproducción in vitro.
- El primer ciclo de cosecha se puede acortar a 2 meses, dependiendo el piso térmico.
- Los materiales de plantación están disponibles todo el año.
- Se pueden obtener hasta 15 brotes de un cormo, que se pueden utilizar como material de plantación.

2.8.1.2. Construcción de la cámara térmica

- Selección del lugar y ubicación: Utilizar un terreno llano de textura franco - arenosa para favorecer el drenaje en época de lluvias, con ubicación en zonas con mucho sol. (Limachai, 2014). El suelo que se elige debe estar cercano de una fuente de agua, fuera de animales que puedan causar perjuicio al plástico, y dirección de los vientos dominantes (Santisteban, 2012).

2.8.1.3. Manejo de los hijuelos en la cámara térmica

Limachai (2014) menciona que para el manejo se debe tener en cuenta lo siguiente:

a. Temperatura

- La temperatura máxima debe ser de 65 °C, por lo que es necesario controlar la mayor temperatura durante las 24 horas.
- La cámara debe estar abierta para ventilación y para evitar la pérdida de hijuelos, cuando las temperaturas sobre pasen los 65 °C.
- Pasados 15 - 20 días notarás que los brotes empiezan a brotar y es recomendable bajar la temperatura a 45 °C y se evita causar algún perjuicio a los hijuelos.

b. Sistema de riegos

- El sistema recomendado es un sistema de microaspersión, aunque también se puede regar con una regadera pequeña.
- Respecto a la humedad, mantenga la humedad relativa al 90 % al interior de la cámara térmica.
- Para no causar algún tipo de daño a los hijuelos, en la primera etapa se debe regar por la noche, para que pueda penetrar el espesor correcto del aserrín.
- El riego se debe hacer cada mañana o tarde.

c. Ciclo de producción térmica

- La potencialidad de la cámara es hasta 3 ciclos de producción por año, sin embargo, va depende según los requisitos de planificar y requerimiento de producción.
- Los plásticos tienen una vida media de 4 años.
- El aserrín se puede usar durante 2 ciclos de producción, para luego utilizar el aserrín fresco y la roca fosfórica perdura un ciclo de producción.
- En cuanto la producción perdura de la cámara térmica se deben tener ya conocidas las plantas madres.

2.9. Sustratos

Aguilar et al. (2004), establece que el sustrato nunca debe estar formado por rocas o escombros, por lo que debe estropearse a través de un tamiz y se debe tener cuidado de conseguir el sustrato de fuentes conocidas de contaminación. Los sustratos más utilizables incluyen mezclas con suelo arenoso con material de origen orgánico, como estiércol de gallina, cascarilla de arroz, compost, etc.

Se recomienda hacer 50 % salvado de arroz y 50 % tierra, también se puede usar: aserrín, bocashi, hojarasca de bosque, etc. para mejorar el desarrollo y crecimiento de raíces del material insertado en la base (Coto, 2009).

Para Santisteban (2012), hace mención las consideraciones que hay que tener claro: Vierta 3 kg/m² de roca fosfórica en el sustrato, repartidos uniformemente, coloque aserrín fresco encima de la roca fosfórica hasta que alcance un espesor de 30 cm e instale los hijuelos separadas 20 cm entre ellas de tal manera de manera que 1 m² cubre 25 hijuelos madres.

2.9.1. Generalidades de la roca fosfórica.

El fósforo es un elemento ampliamente distribuido en la naturaleza, además el nitrógeno y el potasio que es el principal componente de los organismos, plantas y animales. El fósforo cuenta con varias funciones en el metabolismo de las plantas y es uno de

los principales nutrientes necesarios para el crecimiento y desarrollo de las plantas, importante para la formación de semillas y el desarrollo de raíces (Castro y Melgar, 2005). Realiza funciones estructurales y de transferencia de energía de macromoléculas como los ácidos nucleicos en proceso metabólico de biosíntesis y degradación. A diferencia de los nitratos y los sulfatos, el fosfato se evita reducir en las plantas, sino que permanece bajo un estado altamente oxidado. Es absorbido en principal durante el crecimiento vegetativo y luego la parte superior del fósforo absorbido se transfiere a las frutas y semillas en el momento de la etapa reproductiva. Este nutriente se forma como un anión ortofosfato monovalente (H_2PO_4) y un anión divalente (HPO_4) (Zapata y Roy, 2007). El fósforo es un elemento insustituible en la composición química, responsable de la transferencia de energía durante el metabolismo, en las etapas iniciales del metabolismo.

Debido a su química excesivamente variada y compleja, la roca fosfórica es una fuente de varios nutrientes además del fósforo. A menudo se utilizan para mejorar el contenido de fósforo del suelo, pero cuando se disuelven, también liberan otros nutrientes en la roca. La aplicación de roca fosfórica de actividad media a alta a suelos ácidos tropicales altamente edáficos tiene el potencial de afectar el crecimiento y el rendimiento de las plantas no solo al proporcionar fósforo sino también al aumentar el intercambio de calcio intercambiable y disminuir la saturación de aluminio. El producto cosechado y sus derivados tienen mejor valor nutricional (Mayor contenido de fósforo que las plantas no fertilizadas). Esta aplicación aumenta la actividad biológica del suelo y la acumulación de carbono en el suelo, lo que mejora sus propiedades físicas y químicas. Por lo tanto, la roca fosfórica juega un papel importante en la mejora de la fertilidad del suelo y cuando se aplica al suelo, se disuelve en condiciones ideales. Si la entrada de fósforo es un factor limitante, el fósforo disponible proporciona una buena respuesta de rendimiento (Zapata y Roy, 2007).

A tasas bajas de aplicación de fósforo, las rocas fosfóricas reactivas proporcionan rápidamente fósforo con un buen efecto, mientras que las menos reactivas liberan lentamente la cantidad de fósforo. A tasas de aplicación altas, la roca fosfórica reactiva inicialmente libera una fracción más grande de fósforo y las menos reactivas liberaron más fósforo con el tiempo, proporcionando un amplio suministro al cultivo, aumentando su eficacia con el tiempo. Además, las dosis más altas de roca fosfórica resultan en mayores aumentos en el pH. Por otro lado, el efecto de la liberación de calcio (Ca) también puede ser importante debido a la contribución de calcio a la nutrición de las plantas, su contribución a la saturación de bases y la reducción de la toxicidad de aluminio (Zapata y Roy, 2007).

La roca fosfórica es agronómicamente eficaz cuando, no solo se disuelve, sino que la solución soluble debe estar disponible para la planta. Cuando es pH está por debajo de 5,5), la baja concentración de iones de calcio en la solución, el bajo contenido de fósforo y el alto contenido de materia orgánica son propiedades del suelo favorables para la solubilización de fosfato (Zapata y Roy, 2007). El éxito con el uso de la roca fosfórica en base a la nutrición en cultivos orgánicos depende de qué tan reactiva sea la roca en el suelo. La cantidad de P_2O_5 contenido en el costal es intrascendente con la capacidad de reacción de la roca fosfórica en el suelo. En realidad, la mayoría de las rocas ígneas tiene un alto contenido de P_2O_5 ($> 34 \%$), pero baja reactividad porque hay poca sustitución de CO_3 por PO_4 en la estructura de la apatita. Por esta razón, no se recomienda para uso inmediato en agricultura orgánica (Chien et al, 2009).

2.9.2. Fosfocompost

La velocidad de que se forme del compost es de acuerdo a los factores físicos y químicos. La temperatura no debe ser diferente a la temperatura del ambiente, siendo uno de los parámetros claves, así como la humedad, la aireación y la tendencia a retener o disipar el calor. Para un compostaje óptimo, se debe tener cuidado para garantizar que los materiales orgánicos o los desechos estén bien descompuestos, lo que permite destruir las semillas de malezas, los patógenos, las esporas de hongos y las bacterias que causan enfermedades. El abono orgánico utilizado debe ser homogéneo, la materia prima utilizada al inicio de la preparación no debe notarse el material inicial, además debe tener un olor similar al de la tierra del bosque. Los siguientes son algunos de los beneficios: contiene una variedad de macro y micronutrientes cruciales para el crecimiento de las plantas; aumenta la diversidad y actividad microbiana del suelo; aumenta la estabilidad de los agregados; y mejora la porosidad general, la permeabilidad al agua, el movimiento del suelo y el crecimiento de raíces (Ordinola, 2022).

No todas las fuentes de roca fosfatadas se pueden utilizar directamente. Aunque, bajo ciertas condiciones se pueden utilizar diferentes métodos para mejorar su efecto agrícola. Elegir el método correcto requiere una buena comprensión de los factores que limitan la eficiencia agrícola. Los métodos biológicos, que son la fosfocompostación, la inoculación con endomicorrizas vesículo - arbusculares, el uso de microorganismos solubilizadores de fosfatos y el uso de plantas con genotipos eficientes en la absorción del fósforo. Estos incluyen la producción de fósforo y ácidos orgánicos para aumentar la solubilidad de la roca fosfórica y la disponibilidad de fósforo para las plantas. El mejor método para aumentar el rendimiento agrícola de la roca fosfórica y conservar energía es producir parcialmente aciculada mediante procesos químicos (Zapata y Roy, 2007).

La incorporación de roca fosfórica en el proceso de preparación del compost que aumentar hasta cuatro veces el contenido de fósforo disponible para las plantas (P_2O_5). En el proceso de elaboración después de humedecer cada capa de estiércol, se deposita una capa de roca fosfórica de 1,5 kg de peso, y este proceso se repite de forma continua hasta alcanzar una altura de 1,5 m, de esa forma se obtiene un peso de 2 toneladas de fosfocompost. Para la preparación del fosfocompost se necesita estiércol, rastrojo de cosecha, Caña de Guayaquil, tierra agrícola y roca fosfórica (Ordinola, 2022).

El fosfocompost es un abono orgánico mineral que contiene de roca fosfórica y rico en el contenido de fósforo más alto que el compost. Afirma que el fosfocompost no es más que un compost normal al que se añade roca fosfórica de Bayóvar (Fosfobayovar) en una proporción determinada. Tiene componentes que favorecen el crecimiento de las plantas y la producción de frutos de calidad superior como abono orgánico natural (Borrero, 2022).

El fósforo, un macronutriente crucial para mejorar los rendimientos agrícolas, es el principal componente de la roca fosfórica que se extrae de estos fosfatos. Otros elementos útiles para plantar también están presentes en pequeñas cantidades en su composición, como calcio, magnesio, azufre, zinc, cobre, boro, molibdeno y hierro (Fosyeiki, 2021).

Según Agrosechura (2018), el fosfocompost es la combinación de roca fosfórica y compost sosteniendo la descomposición de la materia orgánica y liberación de ácidos orgánicos el que beneficia la fertilización y estructura del suelo, su aplicación es de forma directa. Sus ventajas son; el fosfato fomenta enriquecimiento del suelo, facilita la formación de raíces, contribuye a la reposición de nutrientes del suelo y su aplicación garantiza una fertilización fosfatada agrícola. Asimismo, el aporte nutricional con su porcentaje referencial es: Fósforo (P_2O_5) de 18 - 22 %, calcio (CaO) 26 - 30 %, hierro (Fe_2O_3) 1,11 g/100 g, magnesio (MgO) 1,03 g/100 g, zinc (Zn) 130,57 g/100 g y cobre (Cu) 22,79 g/100 g.

El fósforo es un mineral que contribuye significativamente a la transferencia de energía y constituye del 0,1 al 0,4 % de los extractos secos de las plantas (Abonos agrícolas, s.f). Como resultado, la fotosíntesis y otros procesos quimiofisiológicos dependen de ella. Es crucial para el desarrollo de los tejidos que sirven como puntos de crecimiento de las plantas y para la diferenciación de las células. El extracto seco de la planta contiene entre un 1 % y un 4 % de potasio (K), que sirve para una serie de propósitos; se activan más de 60 enzimas, que son sustancias químicas que controlan la vida. Como resultado, es esencial para la creación de proteínas y carbohidratos. Dado que la clorofila, el pigmento verde de las hojas que absorbe la energía del sol, contiene una cantidad significativa de magnesio (Mg), las partes verdes de las plantas suelen contener del 15 al 20 % del magnesio total en sus

cuerpos. La membrana celular contiene calcio, que es crucial para el crecimiento de las raíces. El déficit puede ocurrir en suelos tropicales muy pobres en Ca, aunque la mayoría de los suelos tienen suficiente Ca disponible para las plantas. Sin embargo, el propósito de aplicar Ca es típicamente para encalado, que es disminuir la acidez del suelo.

2.10. Antecedentes

Según el tamaño del cormo, la cantidad de bencilaminopurina (BAP) y el tipo de plástico utilizado, Alcívar y Tuarez (2021), investigaron la macropropagación de plátanos en una cámara térmica. Los hallazgos indicaron que, en comparación con el plástico transparente, el color plástico negro fue eficaz para acortar el tiempo que tardaron en brotar los cormos, pero no para acelerar la multiplicación. Lao 35 hijuelos producidas por los cormos madre cosechados representaron la mayor tasa de multiplicación individual. Con 443 hijuelos, el cormo presentó la mayor tasa de multiplicación por m² de cámara térmica. Por último, pero no menos importante, el tratamiento BAP resultó en la mayor tasa de multiplicación por cormo y m² con 29 y 398 hijuelos respectivamente.

Chate, (2021) utilizó una cámara térmica de mapresa - Luyando para investigar el impacto de un enraizante en los hijuelos producidos por dos cultivares de plátano. En la evaluación de cinco meses, los tratamientos T₆ (Inguiri 250 ml/100 L) y T₅ (Inguiri 200 ml/100 L) obtuvieron estadísticamente la mejor producción y por lo tanto fueron los mejores tratamientos en base a las dosis de RizoPlus® de brotes de plátano (*Musa paradisiaca*) variedad "Inguiri", así como brotes obtenidos estadísticamente con características biométricas mejoradas. Sin embargo, cuando se aplicó a las variedades de banano bellaco e inguiri en cámara térmica, las dosis de 250 ml/100 L y 200 ml/100 L produjeron más brotes que los controles (Cormos de banano no tratados con RizoPlus®).

Para propagar rápidamente los hijuelos de plátano (*Musa paradisiaca*), Carrasco (2020) investigó las técnicas de multiplicación en Tingo María. En el estudio se utilizaron las variedades de banano Inguiri y bellaco Hartón, así como los cuatro métodos de multiplicación ablación, espiral, seccionamiento y cormo entero. Los resultados indican el número de hijuelos que produjeron según método: seccionado (51) y espiral (47), seguido de cormo entero (70) y ablación (65), siendo del cormo entero con mayor cantidad de hijuelos. Si bien, alcanzaron mayor brotación a los 15 dds, donde b₄ (Cormo entero) con 4,25 y b₁ (Ablación) con 3,92 fue el mejor. No se demostró la interacción entre las variedades de plátano y la técnica de multiplicación para el número de brotes. La mayor altura presentado en los hijuelos (67,88 y 50,05 cm) y diámetro (5,22 y 4,57 cm) lo alcanzaron a los 45 dds con niveles b₄ (Cormo entero)

y b₁ Ablación), respectivamente. La técnica que resultó en mayor peso (0,98 kg) fue la ablación a 120 dds. El tratamiento T₇ (Variedad Inguiri corno entero), el cual presentó el mayor peso de hijuelos a los 45 dds (1,97 kg). El mayor costo/beneficio lo obtuvo el tratamiento T₇ (Variedad Inguiri corno entero), el cual tuvo un rendimiento de 750 hijuelos por cama, un costo de producción de S/ 673 y mayor beneficio/costo (1,34) y el T₆ (Variedad Hartón por seccionamiento), que registró el menor rendimiento de 300 hijuelos por cama, un menor costo de producción de S/ 708 y mayor beneficio/costo (2,26)

La respuesta de plantas multiplicadas en cámaras térmicas de varios tipos de cormos al establecimiento del cultivo de plátano (*Musa AAB*) fue estudiada por Mendieta (2020), con 9 brotes y 6 plantas en promedio, el corno de 5 meses tuvo los promedios más bajos, seguido por el corno de 7 meses con 11 brotes y 27 plantas en total, y el corno de 10 meses de plantas en producción con 13 brotes y 30 plantas en total. Al final de la etapa vegetativa, podían apreciar las plantas según su altura, que promediaba entre 1,2 y 2,1 m, y la circunferencia del pseudotallo, que promediaba entre 27 y 50 cm. Dentro de la cámara térmica, se realizaron 8 estimulaciones (Una cada 15 días), y se obtuvieron 10 yemas de segunda generación (Una cada 15 días).

Para producir brotes de plátano *Musa paradisiaca* de alta calidad en el distrito de Chiclayo, Cubas (2019), investigó el uso de una cámara térmica. El cultivo de banano *Musa paradisiaca* presentó los siguientes resultados en su indicador de brotación a los 60 días de la siembra: T₂ "Cámara térmica" obtuvo un promedio de 16,67 nuevos brotes, superior al T₁ "Control" quien obtuvo un promedio de 9 nuevos brotes y demostró un bajo número de brotes siendo menos productivos y deficientes para el agricultor. Podemos decir que el T₂ "Cámara térmica" tiene un mejor peso y por lo tanto proporciona un chupón de calidad porque el peso promedio de la semilla de banano obtenido por el T₂ "Cámara térmica" fue de 570 g por brote en lugar de 323,33 g por brote para el T₁ "Control". Por otro lado, se descubrió que el T₂ "Cámara térmica" superó al T₁ "Control" en el diámetro del corno, obteniendo T₂ un promedio de diámetro de semillas de 6,83 cm y del T₁ 5,84 cm. Lo que demuestra que los resultados de las evaluaciones bajo técnicas de la cámara térmica fueron los mejores.

Con varios métodos de multiplicación, Quispe (2019), evaluó el crecimiento del banano Gross Michel. Se encontró que el corno con pseudotallo con floración con ablación presentó precocidad en los días para la formación de brotes con 23 días, a diferencia de los pseudotallos sin floración con ablación con 24 días, respectivamente. Se encontró que la técnica en espiral es la segunda mejor para la propagación de plántulas en términos de días hasta la formación de yemas, altura de la planta y diámetro del pseudotallo en las marcas de 40, 70, 100 y 130 días. Por otro lado, se encontró que el pseudotallo con floración y la técnica de ablación

fue la más apropiada para la propagación de plántulas en cuanto a días a esos hitos. La técnica de seccionamiento, en tanto, tuvo el promedio más bajo. El cormo pseudotallo con floración por ablación presentó 75,37 cm en comparación con los cormos pseudotallo con floración en espiral, que presentaron una longitud promedio de 62,70 cm para la altura de la planta a los 130 días. por último, la técnica seccionada con 26,89 cm, la cual tuvo una altura menor a las que se vieron afectadas por las técnicas de multiplicación.

En la propagación de la variedad de banano *Musa balbisiana* (Bellaco) en invernadero, Alarcón (2017), investigó varias dosis de ácido indolbutírico. La dosis de 3,75 ml/L de Rooter, con una longitud promedio de 29,48 cm y tres hojas por planta, fue el tratamiento que produjo mayor altura de planta y mayor número de hojas. El sistema radicular no se vio afectado significativamente por el uso del bioestimulante Rooter. La dosificación de 3,75 ml de Rooter/L de agua, con un índice de 122,06 %, fue el tratamiento que demostró mejor rentabilidad económica. Se determinó que la dosis de 3,75 ml de Rooter/L de agua, con una longitud promedio de 29,48 cm y 3 hojas por planta, fue el tratamiento que produjo mayor altura de planta y mayor número de hojas. La dosis también demostró la mejor rentabilidad económica, con un índice de 122,06 %.

El estudio cómo tres enraizantes sintéticos afectaron el crecimiento de brotes de plátano (*Musa paradisiaca*) en Ozambela (2017), la cual estudia bajo cámara térmica. Se encontró que el uso de enraizantes en la producción de hijuelos tuvo un impacto positivo cuando se comparó con los hijuelos producidos en cormos sin enraizadores, en condiciones de cámara térmica. Los cormos enraizados del plátano variedad Bellaco pueden producir entre 5 y 10 brotes por cormo, en comparación con los cormos sin raíz que produjeron de 1 a 2 brotes por cormo, y también produjeron brotes con mayor altura, diámetro y peso.

Choque (2013), examinó cómo la edad de los cormos de banano de la variedad Dominico (AAB) afectó la rápida propagación utilizando diversas técnicas de multiplicación en la fase de vivero. Los resultados mostraron que, según la influencia de la edad del cormo, los pseudotallos con floración formaron brotes antes que los pseudotallos sin floración, que tardaron 37 días en hacerlo. Estos pseudotallos están disponibles en 183,12 y 148,79 días. En cuanto a las técnicas de multiplicación, se ha demostrado que el método de propagación por ablación demostró ser el más efectivo para la propagación de plántulas en la formación de brotes en 27 días, estando plántulas disponibles en 119,28 días, con 5,50 brotes, seguido del método seccionado formando los brotes en 34 días y 162,33 días de disponibilidad de plántulas, dando como resultado 6 brotes en promedio, y finalmente el método espiral con 35 días. Los cormos de pseudotallos con floración realizados con la técnica de la espiral resultaron ser los más

apropiados en el número de brotes, lo que muestra mayores ingresos en los costos de producción, en relación a la influencia de la edad por las técnicas de multiplicación. La edad de los pseudotallos con floración presentó 25,86 cm en comparación con los cormos sin floración con 24,15 cm de altura, los mismos que fueron influenciados por las técnicas de multiplicación, destacándose la técnica de ablación con una altura mayor de 27,99 cm, le siguió la técnica espiral con una altura de 24,47 cm, y la técnica seccionado quedó en último lugar con una altura menor de 22,56 cm.

En el cultivar de banano de isla *Musa paradisiaca*, Santiago (2011), examinó el impacto del peso del cormo en la cosecha de la fruta. En total, se utilizaron en el estudio 8 pesas que suman 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5 kg. El tiempo de floración es más corto cuanto más pesado es el cormo, lo que se descubrió que tiene un impacto en la madurez temprana del cultivo. El número de dedos o el peso del racimo no se ven afectados significativamente por el peso del cormo. La variación de peso de los cormos no tuvo un efecto perceptible sobre el diámetro del pseudotallo, y el número de manos por racimo no tuvo efecto sobre el peso de los cormos al momento de la siembra. Debido a la influencia del peso del cormo, no se encontraron diferencias perceptibles en el número de hojas entre la floración y la cosecha. El peso de los racimos y la cantidad de dedos en cada racimo están altamente correlacionados.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar del campo experimental

La presente investigación se llevó a cabo en el vivero de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), distrito Rupa - Rupa, provincia Leoncio Prado, región Huánuco, cuyas coordenadas son UTM: 390558,00 m. E y 8970033,00 m. N y 658 m.s.n.m.



Fuente: (Google Earth Pro, 2022).

Figura 1. Ubicación del campo experimental.

3.1.1. Características climáticas y zona de vida

El régimen térmico tiene una temperatura media anual de 24,15 °C; enero y febrero son los meses más cálidos con 28 °C; junio es el más frío con 23 °C. La precipitación media anual es de 3 000 mm, siendo junio el mes más seco y febrero el más lluvioso. La humedad media anual también es del 80 %. Las zonas de vida de acuerdo con el Mapa Ecológico del Perú, Tingo María se encuentra en la formación vegetal de bosque muy húmedo - premontano tropical (bmh - PT) (Holdridge, 1978).

3.1.1.1. Temperatura de la cámara térmica

Los datos de temperatura se obtuvieron a través de un termohigrómetro, que se hizo un registro de la temperatura dentro y fuera de la cama térmica (Tabla 1). La mayor temperatura máxima al interior de la cama se obtuvo en el mes de abril

(54,8 °C), temperatura mínima en el mes de mayo (24,0 °C). Asimismo, la temperatura máxima y mínima afuera de la cámara térmica (Temperatura de la zona) se obtuvo en el mes de abril.

Tabla 1. Datos de temperatura de la cámara térmica registrados durante la investigación en el periodo de marzo a junio del 2021

		Marzo	Abril	Mayo	Junio
Temperatura (°C) (Cámara térmica)	Min	26,0	25,0	24,0	29,0
	Media	34,7	37,7	30,0	39,6
	Max	49,3	54,8	47,4	50,6
Temperatura (°C) Ambiente	Min	21,4	20,6	22,0	23,1
	Media	26,7	26,0	26,3	26,1
	Max	31,0	32,3	30,9	31,4

Fuente: Elaboración propia, 2021.

3.1.2. Análisis químico de los sustratos

Los análisis iniciales del aserrín, fosfocompost y roca fosfórica, analizados en el Laboratorio de suelos y agua de la Facultad de Agronomía, nos muestra el fosfocompost con mayor porcentaje de P₂O₅, Ca, Mg, Na, K, Fe, Zn y Mn a diferencia del aserrín. El aserrín con mayor porcentaje de materia orgánica (M.O.) y cobre (Cu), asimismo se observa a la roca fosfórica con solo aporte de P₂O₅.

Tabla 2. Análisis químico inicial del aserrín, fosfocompost y roca fosfórica

Sustratos	M.O (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)
fosfocompost	27,76	4,99	14,25	1,55	0,39	3,48	16	1013	975	869
Aserrín	29,65	0,25	0,53	0,085	1,39	0,097	17	11	10	28
Roca fosfórica	-----	15,11	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Fuente: Laboratorio de suelos F.A - UNAS.

3.2. Material y métodos

Los cormos del cultivar Moquicho se obtuvieron de plantaciones del distrito de Daniel Alomías Robles, caserío de Alto Pendencia, parcela del Ing. Credo Valdivia Clodoaldo. Estas plantas madres tenían cerca de dos años, un cultivo orgánico, plantas de buen estado; se



obtuvo 250 cormos para la investigación, que presentaron un peso promedio de 0,5 kg. Los cormos se acondicionaron con dominancia apical y sin dominancia apical.

Los sustratos utilizados fue aserrín obtenido de una carpintería del distrito de Naranjillo, ubicado a 7 km de Tingo María con un tiempo de descomposición menor al 30 %, asimismo fosfocompost y roca fosfórica, que fueron analizadas física y químicamente en laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Instalado bajo cámara térmica.

También se utilizó materiales y herramientas como: bambú, triplay, plástico transparente, clavo, serrucho, machete, alambre, carretilla, costales de polipropileno, wincha de 30 m, regla milimétrica de 60 cm, pistola de riego regulable, vernier digital, balanza digital y termohigrómetro.

3.2.1. Componentes en estudio

▪ Cormos de Moquicho

- Sin (Dominancia apical) 
- Con (Dominancia apical) 

▪ Sustratos

- Aserrín
- Aserrín + Roca fosfórica
- Aserrín + Fosfocompost

3.2.2. Tratamientos en estudio

En la tabla 3, presentamos los tratamientos en estudio, conformado por cormos con y sin dominancia apical, en tres sustratos.

Tabla 3. Descripción de los tratamientos en estudio

Tratamientos	Cormo	Descripción	Sustratos	N° Cormos
T ₁	Sin	dominancia apical	Aserrín	36
T ₂	Sin	dominancia apical	Aserrín + Roca fosfórica	36
T ₃	Sin	dominancia apical	Aserrín + Fosfocompost	36
T ₄	Con	dominancia apical	Aserrín	36
T ₅	Con	dominancia apical	Aserrín + Roca fosfórica	36
T ₆	Con	dominancia apical	Aserrín + Fosfocompost	36

3.2.3. Diseño experimental

Se utilizó el diseño completamente al azar con (DCA) conformado por 6 tratamientos incluido dos tratamientos testigo, todas las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de varianza con probabilidad ($\alpha = 0,05$), la comparación de los promedios de las variables evaluadas fue con el comparador Tukey ($\alpha = 0,05$), por ser una prueba más rigurosa y precisa al determinar la significancia en los tratamientos, asimismo por ser una prueba que mejor determina el error experimental. El modelo aditivo lineal es:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + E_{ijkl}$$

Donde:

- Y_{ij} : Respuesta obtenida por efecto de dos tratamientos al corno y tres sustratos
- μ : Media general del experimento
- α_i : Efecto del i - ésimo tratamiento
- E_{ij} : Efecto aleatorio del error experimental del i - ésimo tratamiento en el j - ésimo repetición

Para:

$i = 1, 2, \dots, 6$ tratamientos

$j = 1, 2, 3$ repeticiones

Tabla 4. Modelo del análisis de varianza

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc
Tratamientos	GLt	SCt	SCt/GLt	CMt/CMe
Error experimental	GLe	SCe	SCe/GLe	
Total	GLT	SCT		

3.2.4. Características del área experimental

- Número de tratamientos : 6
- Largo del área experimental : 11 m
- Ancho del área experimental : 2 m

- Área total del experimento : 22 m²
- Distancia entre repetición : 0,30 m
- Distanciamiento de tratamientos : 1 m
- Largo de un tratamiento : 1 m
- Ancho de un tratamiento : 0,45 m
- Área de tratamiento : 0,45 m²
- Número de cormos por unidad experimental : 12
- Número de cormos por unidad experimental evaluados : 12
- Número de cormos por tratamiento : 36
- Total de cormos : 216

3.2.5. Croquis del experimento

El croquis instalado del experimento se aprecia en las figuras 2 y 3, con sus dimensiones del área experimental y de un tratamiento en estudio.

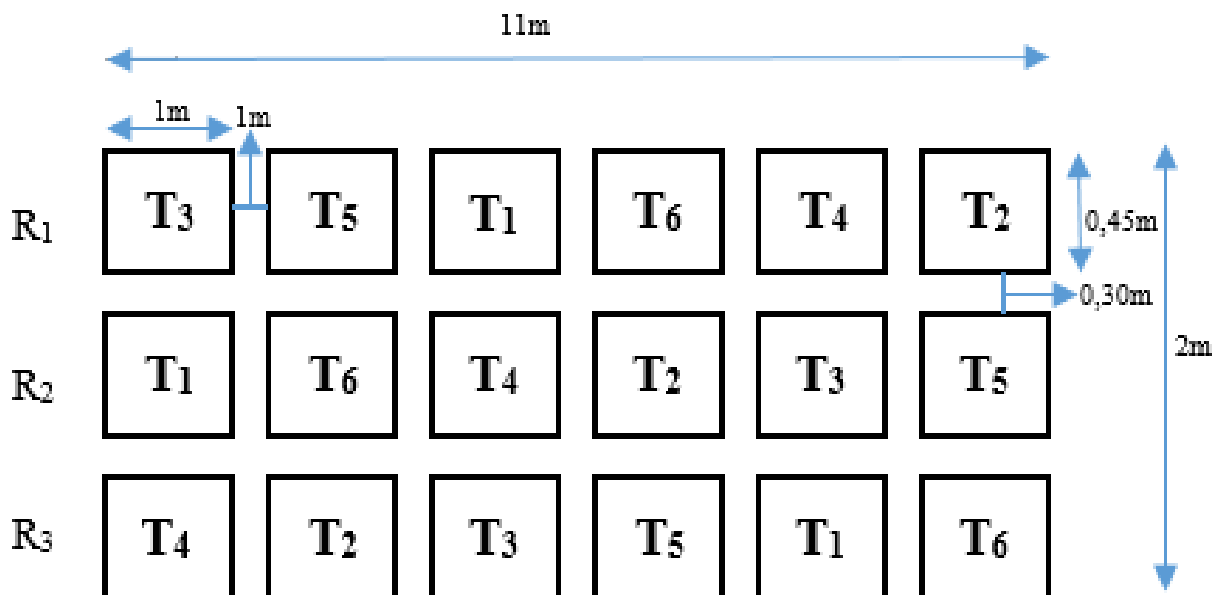


Figura 2. Croquis del área experimental.

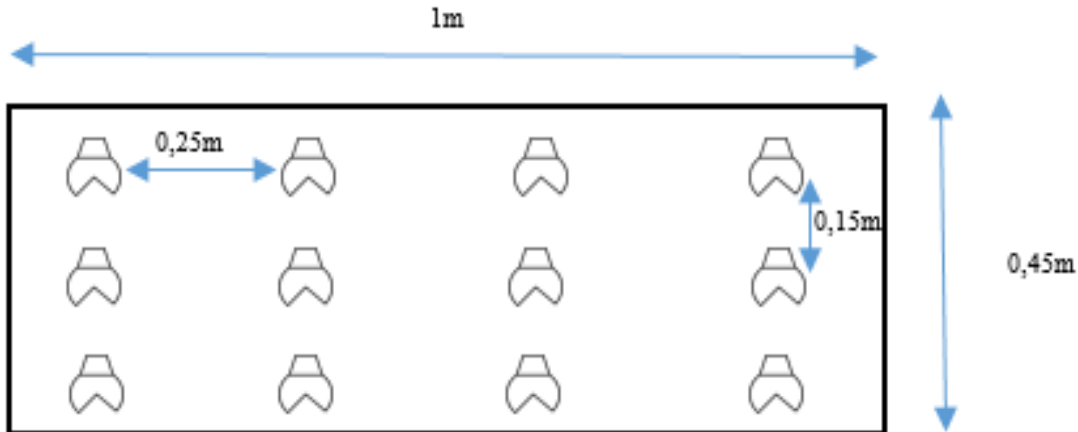


Figura 3. Croquis de un tratamiento en estudio.

3.2.6. Ejecución del experimento

3.2.6.1. Ubicación del área experimental

El trabajo de investigación se desarrolló en el vivero “El Agrónomo” de la Facultad de Agronomía, considerado un vivero frutal, permanente; por medio de la encargada del vivero, se procedió a conocer la cama de vivero como nuestra área experimental, ubicada en la cuarta fila, la novena cama. La cama constituía unos tijerales de fierro, columnas de cemento, techo de malla raschel, con grifos de agua.

3.2.6.2. Limpieza del área experimental

Días antes de la instalación se procedió a limpiar el área experimental, eliminando las malezas dentro y fuera de área, asimismo se procedió a nivelar la cama del vivero, rellenando suelo con la finalidad de evitar encharcamientos por agua, se retiró la malla raschel que cubría el techo.

3.2.6.3. Demarcación del área experimental

En la demarcación del área experimental constó de 2 m de ancho y 11 m de largo; asimismo se cerró los costados y el techo con plástico transparente, debido que las plantas tenían que estar bajo una cama térmica, además, se identificó la ubicación de los tratamientos en las tres repeticiones.

3.2.6.4. Construcción de la cámara térmica

En la construcción de la cama térmica se colocó bambú en toda su infraestructura; 12 postes de 1,7 m de altura, colocando tijerales de bambú para un techo de doble agua, se ajustaron con alambre galvanizado para cada unión. Posterior a ello se colocó plástico transparente de 6 m de ancho/14 m de largo, rodeando y tapando toda la construcción de la cama, dejando una altura de 30 cm del suelo, para su ventilación.

3.2.6.5. Construcción de camas por tratamiento

Para la construcción de las camas por tratamiento se cortó triplay de (1 x 0,15 m) de largo y (0,45 x 0,15 m) de ancho, haciendo un total de 36 unidades para ambos, se unió las dos medidas de triplay haciendo un rectángulo y posterior se colocó en la cama según el croquis para cada tratamiento.

3.2.6.6. Obtención de los sustratos

Para la preparación de sustratos, se compró 15 kg de roca fosfórica y 1 saco de fosfocompost (25 kg), y el aserrín de una carpintería del distrito de Naranjillo ubicada a 7 km de la ciudad de Tingo María, una cantidad de 7 sacos, la cual estas se encontraban en costales por apropiadamente un año. El aserrín era de madera blanca y con una descomposición menor al 30 %.

3.2.6.7. Preparación y llenado de los sustratos

Después de haber realizado la compra de los sustratos, se pesó 2 400 g de roca fosfórica y fosfocompost, se mezcló de forma individual con el aserrín. La mezcla se hizo en una carretilla para cada unidad experimental, luego se rellenó según el croquis planteado.

3.2.6.8. Obtención y selección de los cormos

Los cormos del cultivar Moquicho se obtuvieron de plantaciones del distrito de Daniel Alomías Robles, caserío de Alto Pendencia, parcela del Ing. Credo Valdivia Clodoaldo. Estas plantas madres tenían cerca de dos años, un cultivo orgánico, plantas de buen estado; se obtuvo 250 cormos para la investigación, que presentaron un peso promedio de 0,5 kg. La parte inferior del cormo se limpió retirando los residuos de tierra y restos vegetales para luego ser traslado estos hijuelos en jabas de madera.

3.2.6.9. Desinfección de los cormos

Para la desinfección de los cormos se utilizó agua, cal, ceniza y lejía. Se disolvió la cal y ceniza en agua, luego se agregó lejía a dosis de 5%, en un volumen de 1 L, donde se sumergió los cormos en promedio de 30 min. Para la desinfección de todos los cormos se usó un total de 300 ml de lejía, 2 kg de ceniza, 2 Kg de cal en 60 L. de agua.

3.2.6.10. Acondicionamiento de los cormos

En el acondicionamiento de los cormos con y sin dominancia apical, se procedió realizar el corte a los cormos requeridos para el trabajo, se les eliminó el punto de crecimiento central, es decir se realizó un corte en la parte basal, con ayuda de un sacabocado, matando el embrión, para luego ser colocadas en las camas germinadoras, 12

cormos por unidad experimental en los tres tratamientos. Los cormos restantes no se realizó ningún corte, y se colocaron de acuerdo al orden establecido en las camas.

3.2.6.11. Instalación de los cormos

Los cormos se sembraron a un distanciamiento de 0,25 m de largo y 0,15 m de ancho a una profundidad de 10 cm, para ello se retiró parte del sustrato, para colocar los 12 cormos y en seguida se tapó con el mismo sustrato retirado.

3.2.6.12. Instalación del termohigrómetro

El termohigrómetro se colocó en el interior de la cama térmica, esto indica la temperatura dentro y fuera de la cama, de esa manera se realizó la comparación de temperatura del exterior con la temperatura dentro de la cama térmica.

3.2.6.13. Riego y drenaje

El riego se efectuó con el fin de mantener la humedad necesaria en el sustrato, de forma oportuna y necesaria; se hizo con una manguera que tenía una pistola de riego regulable, diario hasta su germinación, es decir, hasta sus primeros brotes de hijuelos, después se hizo con frecuencia de 3 días. Además, se hizo drenajes oportunos con el fin de evitar el encharcamiento.

3.2.6.14. Control de plagas

Se realizó un control manual periódico mediante evaluaciones visuales a los tratamientos.

3.2.6.15. Control enfermedades

Esta labor se identificó de forma visible, durante el periodo del experimento, se hizo un diagnóstico fitopatológico, la cual indicaba que los patógenos foliares presentes no eran importantes desde el punto de vista epidémico bajo condiciones de un desarrollo de las plantas, asimismo indica que estos patógenos mayormente se presenta por algún tipo de estrés, razón por la cual se dejó de regar diariamente y se pasó a una vez cada 3 días.

3.2.6.16. Control de malezas

El control de malezas se realizó de forma manual una vez cada 15 días, con la finalidad de que la parcela en estudio esté libre de malezas, tanto dentro y fuera del área experimental, evitando la competencia por luz, espacio y nutrientes. Las malezas que predominaban fueron: *Brachiaria mutica* (Pasto de pará), *Mimosa púdica* (Vergonzosa) y *Cyperus rotundus* (Coquito).

3.2.7. Variables a registrar

3.2.7.1. Número de hijuelos cosechados

Se contó el número de hijuelos brotados por tratamiento a los 45, 70, 95 y 120 días después de la siembra. Se realizó cuando los hijuelos alcanzaron mayor de 15 a 20 cm de tamaño en promedio, ya que después eran repicados a las bolsas. Para esta labor se usó un cuchillo limpio y desinfectado, realizando un corte con mucho cuidado en la intersección del cormo con el hijuelo. Se realizó 4 cosechas.

3.2.7.2. Altura de los hijuelos cosechados

La evaluación se realizó con una frecuencia de 45, 70, 95 y 120 días después de la siembra, es decir las medidas se realizaron antes de ser cosechadas y solo aquellos hijuelos que tenían que ser cosechados, con una regla milimétrica, la cual, se midió desde la base del hijuelo, hasta la intersección de las dos últimas hojas del hijuelo. Las medidas fueron expresadas en centímetros, y se contaron con 4 evaluaciones de altura.

3.2.7.3. Diámetro de los hijuelos cosechados

La evaluación se realizó paralelo a las evaluaciones de altura de los hijuelos, también se evaluó con una frecuencia de 45, 70, 95 y 120 días después de la siembra, es decir las medidas se realizaron antes de ser cosechadas con vernier digital, por ende, la medición del diámetro, se realizó a 2 cm desde la base del cormo del hijuelo. Las medidas se expresaron en mm, en las 4 evaluaciones.

3.2.7.4. Número de Hojas de los hijuelos cosechados

Se realizó paralelo a las evaluaciones de altura y diámetro de hijuelos, el número de hojas se evaluó de forma visible y se consideró las hojas bien formadas.

3.2.7.5. Peso fresco y seco de los hijuelos cosechados

Para determinar este parámetro se utilizó los mismos hijuelos cosechados después de haber sido medido la altura, diámetro y número de hojas de los hijuelos, pero estas medidas se realizaron una vez ya cosechadas con una balanza gramera, por ende, la medición del peso fresco, fue todo el hijuelo (Raíz, cormo y hojas). Para el peso seco las mismas muestras de la última evaluación (120 días), se colocó en estufa a 70 °C durante 48 horas, hasta que adquieran peso constante, para luego ser pesadas, pero en este caso solo se realizó en la última cosecha de la investigación, dos hijuelos por tratamiento. Las medidas se expresaron en g, en las 4 evaluaciones.

3.2.7.6. Volumen radicular de los hijuelos cosechados

Después de las 4 cosechas, en la última evaluación se evaluó el volumen de raíz, a dos hijuelos por unidad experimental ya cosechado; la cual consistió en

sumergir la raíz en una probeta graduada con un volumen de agua conocido, el incremento del volumen de agua nos permitió determinar el volumen de raíz expresado en ml o cm³.

3.2.7.7. Análisis de rentabilidad o relación (B/C)

Con la información del número de hijuelos cosechos, a fin de compararlos, se realizó el análisis económico. Esta variable se realizó al final del experimento, se consideró el número de hijuelos cosechados en total, además, se determinó el índice de rentabilidad (De La Hoz et al., 2008; Fernández, 2008; Ministerio de Economía y Finanzas [MEF], 2022). Se analizó la relación costos y beneficio de cada tratamiento en estudio.

$$\text{Relación de B/C} = \frac{\text{Ingreso bruto}}{\text{Costo de producción}}$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Número de hijuelos cosechados

Los cuadrados medios del análisis de varianza (ANVA) para números de hijuelos cosechados del cormo, con y sin dominancia apical, en tres sustratos (Aserrín, aserrín + roca fosfórica y aserrín + fosfocompost). En los resultados indican diferencias estadísticas entre tratamientos en estudio en los 45, 70, 95, 120 días y en la sumatoria (Σ) Total del número de hijuelos cosechados, debido que el valor de probabilidad es menor al planteado ($p < 0,05$) (Tabla 5), señala que al menos un tratamiento en estudio será diferente estadísticamente en las cinco evaluaciones. El coeficiente de variación (CV) fue 6,93; 10,62; 8,16; 13,18 y 6,44 %, considerándose estos valores bajo y medio, ya que se indica que normalmente en los ensayos agrícolas de campo el CV se consideran bajos cuando son inferiores a 10 %, medios de 10 a 20 %, altos cuando van de 20 a 30 % y muy altos cuando son superiores a 30 % según (Pimentel, 1990). Se puede decir que, las medidas del número de hijuelos cosechados muestran buena homogeneidad en las cantidades dentro de las unidades experimentales. El coeficiente de determinación muestra que el 0,99 % del número de hijuelos es por efecto de los tratamientos en estudio, ya que mientras más se acerca a 1, mejor se ajusta el modelo que intentamos explicar (Martínez, 2005).

Tabla 5. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para número de hijuelos del cormo, con y sin dominancia apical, en tres sustratos

Fuente de variación	GL	45 días		70 días		95 días		120 días		Σ	
		1ra cosecha		2da cosecha		3ra cosecha		4ta cosecha		Total	
		CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor
Tratamientos	5	125,2	<0,00	144,1	<0,00	122,9	<0,00	59,7	<0,00	1758,2	<0,00
Error	12	0,17		0,44		0,22		0,28		2,00	
Total	17										
CV (%)		6,93		10,62		8,16		13,18		6,44	
R ²		0,99		0,99		0,99		0,99		0,99	

La prueba de comparación Tukey ($\alpha = 0,05$), tiene como finalidad de conocer las diferencias de tratamientos en el número de hijuelos del cormo, con y sin dominancia apical, en tres sustratos (Tabla 6). A los 45 y 70 días de evaluación se observa mayor número de hijuelos cosechados en los tratamientos T₂ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + roca

fosfórica) con promedios de $12,33 \pm 0,24$ y $14,00 \pm 0,38$ hijuelos, estadísticamente es diferente a los tratamientos T₁, T₃, T₄, T₅ y T₆; en segundo lugar, se observa a los tratamientos T₃ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + fosfo compost) y T₁ (Cormo sin dominancia apical con aserrín) con números de hijuelos promedio de $11,33 \pm 0,24$; $11,67 \pm 0,24$ y $12,33 \pm 0,38$; $11,33 \pm 0,38$ hijuelos, respectivamente, estadísticamente son iguales y diferentes al tratamientos T₄, T₅ y T₆. En tercer lugar, tenemos a los tratamientos T₄ (Cormo con dominancia apical con aserrín), T₅ (Cormo con dominancia apical con aserrín + roca fosfórica) y T₆ (Cormo con dominancia apical con aserrín + fosfo compost), quienes no tuvieron ningún hijuelo, siendo estadísticamente iguales. A los 95 y 120 días se observa mayor número de hijuelos cosechados en los tratamientos T₂ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + roca fosfórica) con promedios de $13,00 \pm 0,27$ y $9,33 \pm 0,30$ hijuelos, estadísticamente son diferentes a los tratamientos T₁, T₃, T₄, T₅ y T₆. En segundo lugar, tenemos al tratamiento T₃ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + fosfo compost), con números de hijuelos promedios de $11,67 \pm 0,27$ y $8,00 \pm 0,30$ hijuelos respectivamente, estadísticamente son iguales pero diferente al tratamiento T₁, T₄, T₅ y T₆. En tercer lugar, se encuentra el tratamiento T₁ (Cormo sin dominancia apical con aserrín) con números de hijuelos promedios de $10,00 \pm 0,27$ y $6,67 \pm 0,30$ hijuelos, estadísticamente son diferentes a los tratamientos T₄, T₅ y T₆. En cuarto lugar, tenemos a los tratamientos T₄ (Cormo con dominancia apical con aserrín), T₅ (Cormo con dominancia apical con aserrín + roca fosfórica) y T₆ (Cormo con dominancia apical con aserrín + fosfo compost), quienes no tuvieron ningún hijuelo, siendo estadísticamente iguales.

La prueba de comparación Tukey ($\alpha = 0,05$), para Σ Total del número de hijuelos cosechados, a los 120 días. El resultado muestra que a los 120 días se observa con la mayor cantidad del número de hijuelos cosechados en los tratamientos T₂ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + roca fosfórica) con promedios de $48,67 \pm 0,82$ hijuelos; estadísticamente es diferentes a los tratamientos T₂, T₁, T₄, T₅ y T₆. En segundo lugar, tenemos al tratamiento T₃ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + fosfo compost) con números, de hijuelos promedios de $43,33 \pm 0,82$ hijuelos; estadísticamente es diferentes a los tratamientos T₁, T₄, T₅ y T₆. En tercer lugar, tenemos al tratamiento T₁ (Cormo sin dominancia apical con aserrín) con números, de hijuelos promedios de $39,67 \pm 0,82$ hijuelos, tratamientos que cuentan con menor números de hijuelos cosechados totales al final del experimento. Al final del experimento en el tratamiento T₂ hubo 146,01 hijuelos cosechados, en el tratamiento T₃ de 129,99 hijuelos cosechados y en el tratamiento T₁ con 119,01 hijuelos cosechados en total, incluyendo las tres unidades experimentales de cada uno. Prácticamente se llegó a cosechar en el presente trabajo de investigación 395,01 hijuelos.

Tabla 6. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) para número de hijuelos del corno, con y sin dominancia apical, en tres sustratos. (media \pm error estándar)

45 días 1ra cosecha				70 días 2da cosecha				95 días 3ra cosecha				120 días 4ta cosecha				Σ Total			
Trat.	\bar{x}	\pm EE	Sig.	Trat.	\bar{x}	\pm EE	Sig.	Trat.	\bar{x}	\pm EE	Sig.	Trat.	\bar{x}	\pm EE	Sig.	Trat.	\bar{x}	\pm EE	Sig.
T ₂	12,33	\pm 0,24	a	T ₂	14,00	\pm 0,38	a	T ₂	13,00	\pm 0,27	a	T ₂	9,33	\pm 0,30	a	T ₂	48,67	\pm 0,82	a
T ₁	11,67	\pm 0,24	b	T ₃	12,33	\pm 0,38	b	T ₃	11,67	\pm 0,27	b	T ₃	8,00	\pm 0,30	b	T ₃	43,33	\pm 0,82	b
T ₃	11,33	\pm 0,24	b	T ₁	11,33	\pm 0,38	b	T ₁	10,00	\pm 0,27	c	T ₁	6,67	\pm 0,30	c	T ₁	39,67	\pm 0,82	c
T ₄	0,00	\pm 0,24	c	T ₄	0,00	\pm 0,38	c	T ₄	0,00	\pm 0,27	d	T ₄	0,00	\pm 0,30	d	T ₄	0,00	\pm 0,82	d
T ₅	0,00	\pm 0,24	c	T ₅	0,00	\pm 0,38	c	T ₅	0,00	\pm 0,27	d	T ₅	0,00	\pm 0,30	d	T ₅	0,00	\pm 0,82	d
T ₆	0,00	\pm 0,24	c	T ₆	0,00	\pm 0,38	c	T ₆	0,00	\pm 0,27	d	T ₆	0,00	\pm 0,30	d	T ₆	0,00	\pm 0,82	d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

T₁ = corno sin dominancia apical + Aserrín

T₂ = corno sin dominancia apical + Aserrín + Roca fosfórica

T₃ = corno sin dominancia apical + Aserrín + Fosfocompost

T₄ = corno con dominancia apical + Aserrín

T₅ = corno con dominancia apical + Aserrín + Roca fosfórica

T₆ = corno con dominancia apical + Aserrín + Fosfocompost

EE = Error estándar

En cada cosecha realizada, el número de hijuelo por cada unidad experimental, se realizó un total de 4 cosechas cada 25 días; el número de cosechas inicial a los 45 días, en los tratamientos T₁, T₂ y T₃, cormos sembrados sin dominancia apical, es decir, cormos que han sido retirado el meristemo apical; el T₂ produjo 12,33 hijuelos, luego a los 25 días se cosechó más que el primero, con promedio de 14 hijuelos, pero a los otros 25 días después, a los 95 y 120 días después de la siembra, bajó el número de promedio de hijuelos a 13 y 9,33, siendo este tratamiento el mejor a esta variable evaluado, cuyo sustrato fue aserrín + roca fosfórica. Igual sucede con el T₃ a los 45 días tuvo 11,67, en la segunda cosecha sube a 12,33, pero en las dos últimas cosechas baja a 11,67 y 8,00 hijuelos. En cuanto al testigo T₁, con un sustrato solo con aserrín, en la primera y segunda cosecha se tuvo 11,33 hijuelos, sin embargo, al igual que los tratamientos T₂ y T₃, bajan en las siguientes cosechas a 10,00 y 6,67, siendo los números de hijuelos más bajos en el trabajo de investigación; no coincidiendo con Cubas (2019) porque obtuvo solo 16,67 brotes a los 60 días después de siembra en cámara térmica y 9 brotes sin cámara; como en el presente trabajo de investigación se usó sustratos más la cámara térmica se tuvo mayor brotes de hijuelo a cosechar con 26,33 hijuelos cosechados a los 70 días; Choque (2013) quien obtuvo 5,50 brotes con la técnica de extracción de yema apical, posiblemente porque haya existido influencia a la edad del cormo y estado fisiológico (Floración), tal como el autor menciona.

En tal sentido la emisión de nuevos hijuelos en cada cormo resultó ser más precoz, debido a la eliminación de la yema central, existiendo la ruptura de la dominancia apical porque las sustancias de reserva nutrieron a los nuevos brotes, es decir para la primera cosecha, hasta la formación de las raíces de los cormos, los primeros hijuelos se nutrieron de las reservas que estas tenían incluyendo a los nutrientes que lograr asimilar por sus raíces formados por los cormos; añadiendo, que los cormos sembrados venían de una plantación de 2 años de edad, de un cultivo orgánico, por ello se tuvieron cormos sanas, con buenas reservas de nutrientes, asimismo Galán et al. (2017), menciona que la brotación depende de muchos factores como el genotipo, del medio, tamaño inicial del explante y edad del cultivo; asimismo Mendieta (2020), indica que tiene relación a la edad fisiológica de los cormos, debido que obtuvo 17 yemas de cormos con edad de 10 meses, lo cual indica que la respuesta a la regeneración de yemas tuvo mayor actividad proporcional; a mayor edad, mayor diámetro del cormo, mayor el número de yemas a conseguir. A lo contrario de los tratamientos T₄, T₅ y T₆, como no fue cortado el meristemo apical, estos cormos siguieron su crecimiento y desarrollo, con la formación de nuevas hojas, sin emitir hijuelos.

Para el brote de nuevos hijuelos en los cormos sin dominancia apical, se tuvo el brotamiento de hijuelos, gracias a que estuvieron sometidas a la cámara térmica. Su finalidad es de generar calor dentro de la misma y así estimular la brotación temprana e intensiva de hijuelos y yemas adventicias, coincidiendo con Álvarez et al. (2013) donde reporta que la temperatura ejerce un efecto determinante en la activación de yemas laterales, donde el desarrollo y brotación del cultivo de plátano son el resultado de la interacción armónica de los principales factores climáticos como son la temperatura, horas luz y la humedad relativa. Además, hace mención que reduce el primer ciclo del cultivo hasta en 2 meses, dependiendo del piso térmico y que a partir de un cormo se pueden producir hasta 15 brotes que podrán ser usados como material de siembra; asimismo menciona a la temperatura máxima debe ser 65 °C, si sobrepasa lo indicado, se generaría pérdidas de los hijuelos, inclusive se debe reducir a 45 °C para evitar daños en ellos, pero al respecto, en la investigación la máxima temperatura se observó en el mes de abril con 54,8 °C, no observándose pérdidas, ni daños en los hijuelos, debido a que se realizó manejo de riego por aspersión para bajar la temperatura alta.

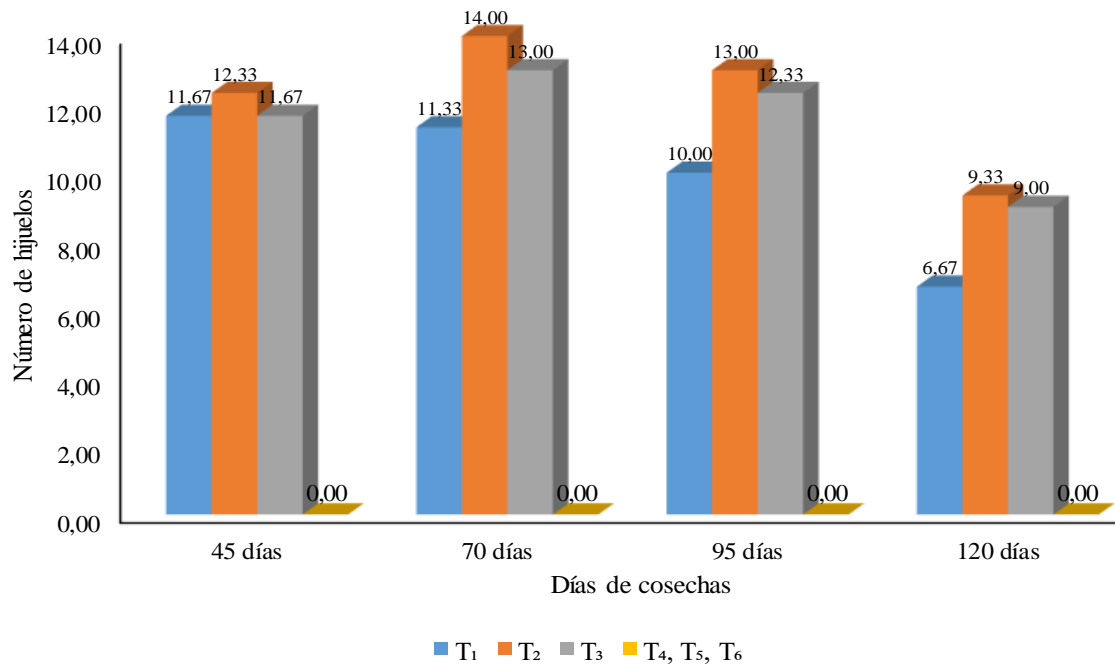


Figura 4. Número de hijuelos cosechados de los tratamientos evaluados por efecto al cormo, con y sin dominancia, en tres sustratos.

En la Figura 4 se muestra, para cada tratamiento evaluado, lo que podemos observar que a medida pasan los días, va disminuyendo las cosechas, no obstante, el tratamiento T₂ tiene mayor número de hijuelos cosechados en comparación del testigo T₁, seguido por el tratamiento T₃. El fósforo tiene varias funciones en el metabolismo de las plantas y es uno de los nutrientes esenciales requeridos para el crecimiento y desarrollo de las plantas importantes

para la formación de semillas y el crecimiento de raíces (Castro y Melgar, 2005). Zapata y Roy (2007), indica que la aplicación de la roca fosfórica aumenta la actividad biológica del suelo y la acumulación de carbono en el suelo, lo que contribuye a la mejora de sus propiedades físicas y químicas. Por lo tanto, la roca fosfórica juega un papel importante en la mejora de la fertilidad del suelo y cuando se aplica al suelo, se disuelve en condiciones ideales y si la entrada de fósforo es un factor limitante, el P disponible proporciona una buena respuesta de rendimiento. Por otro lado, Agrosechura (2018), hace referencia al fosfocompost como es la combinación de roca fosfórica y compost sosteniendo la descomposición de la materia orgánica y liberación de ácidos orgánicos el que beneficia la fertilización y estructura del suelo con ventajas del fosfato fomentando enriquecimiento del suelo, facilidad a la formación de raíces, y su aplicación garantiza una fertilización fosfatada agrícola.

4.2. Altura de los hijuelos cosechados

Los cuadrados medios del análisis de varianza (ANVA) para la altura de hijuelos cosechados en las cuatro evaluaciones del cormo con y sin dominancia apical, en tres sustratos (Aserrín, aserrín + fosfocompost y aserrín + roca fosfórica). En los resultados indican diferencias estadísticas entre tratamientos en estudio en los 45, 70, 95 y 120 días debido que el valor de probabilidad es menor al planteado ($p < 0,05$) (Tabla 7), señala que al menos un tratamiento en estudio será diferente estadísticamente en las cuatro evaluaciones.

Tabla 7. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para altura de hijuelos cosechados del cormo, con y sin dominancia apical, en tres sustratos

Fuente de variación	GL	45 días		70 días		95 días		120 días	
		1ra cosecha		2da cosecha		3ra cosecha		4ta cosecha	
		CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor
Tratamientos	5	784,12	<0,00	481,07	<0,00	575,72	<0,00	366,80	<0,00
Error	12	0,66		0,78		0,33		0,20	
Total	17								
CV (%)		5,55		7,46		4,55		4,43	
R ²		0,99		0,99		0,99		0,99	

El coeficiente de variación (CV) fue 5,55; 7,46; 4,55 y 4,43 %, considerándose estos valores bajos por ser inferior a 10 % (Pimentel, 1990), que significa, las medidas de altura muestran buena homogeneidad de medidas dentro de las unidades experimentales. Asimismo, el coeficiente de determinación muestra que el 0,99 % de altura de los hijuelos es por efecto de

los tratamientos en estudio, ya que mientras más se acerca a 1, mejor se ajusta el modelo que intentamos explicar (Martínez, 2005).

La prueba de comparación Tukey ($\alpha = 0,05$), tiene como finalidad de conocer las diferencias de tratamientos en altura de hijuelos del cormo, con y sin dominancia apical, en tres sustratos (Tabla 8). A los 45 y 70 días de evaluación se observa mayor altura de hijuelos cosechados en los tratamientos T₃ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + fosfocompost) con promedios de $32,62 \pm 0,47$ y $24,44 \pm 0,50$ cm estadísticamente es diferente a los tratamientos T₂, T₁, T₃, T₄, T₅ y T₆; en segundo lugar, se observa a los tratamientos T₂ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + roca fosfórica) y T₁ (Cormo sin dominancia apical con aserrín) con altura de hijuelos de $28,35 \pm 0,47$; $27,00 \pm 0,47$ y $22,37 \pm 0,50$; $22,43 \pm 0,50$ cm, respectivamente, estadísticamente son iguales y diferentes al tratamientos, T₄, T₅ y T₆. En tercer lugar, tenemos a los tratamientos T₄ (Cormo con dominancia apical con aserrín), T₅ (Cormo con dominancia apical con aserrín + roca fosfórica) y T₆ (Cormo con dominancia apical con aserrín + fosfocompost), quienes no tuvieron ningún hijuelo, siendo estadísticamente iguales. A los 95 y 120 días se observa mayor altura de hijuelos cosechados en los tratamientos T₃ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + fosfocompost) con promedios de $26,97 \pm 0,33$ y $21,45 \pm 0,26$ cm, estadísticamente son diferentes a los tratamientos T₁, T₂, T₄, T₅ y T₆. En segundo lugar, tenemos al tratamiento T₂ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + roca fosfórica), con altura de hijuelos promedios de $25,27 \pm 0,33$ y $20,12 \pm 0,26$ cm, respectivamente, estadísticamente son iguales pero diferente al tratamiento T₁, T₄, T₅ y T₆. En tercer lugar, se encuentra el tratamiento T₁ (Cormo sin dominancia apical con aserrín) con altura de hijuelos promedios de $23,38 \pm 0,33$ y $18,83 \pm 0,26$ cm, estadísticamente son diferentes a los tratamientos T₄, T₅ y T₆. En cuarto lugar, tenemos a los tratamientos T₄ (Cormo con dominancia apical con aserrín), T₅ (Cormo con dominancia apical con aserrín + roca fosfórica) y T₆ (Cormo con dominancia apical con aserrín + fosfocompost), quienes no tuvieron ningún hijuelo, siendo estadísticamente iguales.

Las mediciones de la altura de los hijuelos cosechados en la presente investigación, cormo sin dominancia apical en diferentes sustratos, si tuvo efecto positivo, en comparación a Quispe (2019) quien, a los 40 días de propagación, sin cámara térmica obtuvo con la técnica de espiral en promedio 13,31 cm seguido de la técnica de ablación con un promedio de 13,15 cm de altura estas dos en cormos con floración. Inclusive con técnica de ablación a los 70 días la mayor altura de planta llego con promedios de 22,90 cm y a los 100 días llega con la mayor altura de planta de 50,96 cm. Pero Cedeño et al. (2016), quien uso biorreguladores

Tabla 8. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) para altura de hijuelos cosechados del cormo, con y sin dominancia apical, en tres sustratos (media \pm error estándar)

45 días 1ra cosecha					70 días 2da cosecha					95 días 3ra cosecha					120 días 4ta cosecha				
Trat.	\bar{x}	\pm	EE	Sig.	Trat.	\bar{x}	\pm	EE	Sig.	Trat.	\bar{x}	\pm	EE	Sig.	Trat.	\bar{x}	\pm	EE	Sig.
T ₃	32,62	\pm	0,47	a	T ₃	24,44	\pm	0,50	a	T ₃	26,97	\pm	0,33	a	T ₃	21,45	\pm	0,26	a
T ₂	28,35	\pm	0,47	b	T ₁	22,43	\pm	0,50	b	T ₂	25,27	\pm	0,33	b	T ₂	20,12	\pm	0,26	b
T ₁	27,00	\pm	0,47	b	T ₂	22,37	\pm	0,50	b	T ₁	23,38	\pm	0,33	c	T ₁	18,83	\pm	0,26	c
T ₄	0,00	\pm	0,47	c	T ₄	0,00	\pm	0,50	c	T ₄	0,00	\pm	0,33	d	T ₄	0,00	\pm	0,26	d
T ₅	0,00	\pm	0,47	c	T ₅	0,00	\pm	0,50	c	T ₅	0,00	\pm	0,33	d	T ₅	0,00	\pm	0,26	d
T ₆	0,00	\pm	0,47	c	T ₆	0,00	\pm	0,50	c	T ₆	0,00	\pm	0,33	d	T ₆	0,00	\pm	0,26	d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

T₁ = cormo sin dominancia apical + Aserrín

T₂ = cormo sin dominancia apical + Aserrín + Roca fosfórica

T₃ = cormo sin dominancia apical + Aserrín + Fosfocompost

T₄ = cormo con dominancia apical + Aserrín

T₅ = cormo con dominancia apical + Aserrín + Roca fosfórica

T₆ = cormo con dominancia apical + Aserrín + Fosfocompost

EE = Error estándar

(Bencilaminopurina) para la propagación en cámara térmica, alcanzó 23,3 cm de altura. Con la cámara térmica sometimos a los cormos a estimular la brotación temprana e intensiva de hijuelos, asimismo Álvarez et al (2013), menciona que la activación de las yemas laterales, donde se desarrolla y brota el cultivo del plátano, está influenciada por la temperatura. En ese mismo contexto Ozameba (2017), usando enraizador (Root Hora) bajo cámara térmica del plátano bellaco, llegó a tener a los 15 días hijuelos con 11,47 cm, a los 30 días, 35,57 cm 45 días 59,69 cm y a los 60 días 88,04 cm, estos resultados ya se fueron en relación al enraizante utilizado más el peso del corno inicial sembrado de 5,0 a 7,0 kg, diferenciándose a nuestro experimento que se usó cormos con 0,5 kg. Al igual que Chate (2021) quien, usando cormos de 1,5 a 2,5 kg, y aplicando enraizante (Rizoplus AE® a 250 ml), en la primera cosecha (45 días) llegó a medir hasta 57,55 cm de altura.

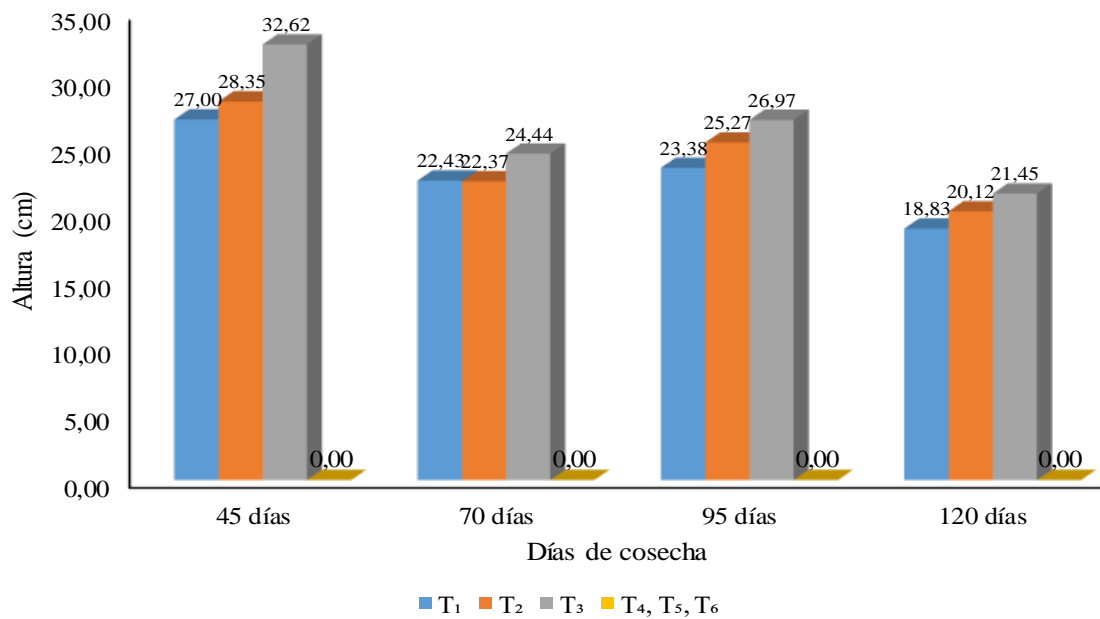


Figura 5. Altura de hijuelos cosechados de los tratamientos evaluados por efecto al corno, con y sin dominancia, en tres sustratos.

Al final del experimento el tratamiento T₃ (Aserrín + fosfocompost) en cormos sin dominancia apical, tiene un mayor efecto positivo en altura de hijuelos (Figura 5). Debido que el aporte al sustrato, no solo es el fósforo como la roca fosfórica, también el compost aporta al corno nitrógeno, Magnesio, Calcio, Zn, Na, K, Cu, Fe, Zn y Mn (Tabla 2). Ordinola (2022), menciona que el fosfocompost estimula la diversidad y actividad microbiana en el suelo, mejora la estructura del suelo, aumenta la estabilidad de los agregados, mejora la porosidad total, la penetración del agua, el movimiento a través del suelo y el crecimiento de las raíces, además

contiene muchos macro y micronutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas.; razón para tener hijuelos con buena altura ya que, al agregar este abono orgánico hace más eficaz de aumentar la eficacia agrícola de las rocas fosfóricas (Zapata y Roy, 2007). Por otro lado, Fosyeiki (2021), afirma que el fósforo, un macronutriente esencial para mejorar los rendimientos agrícolas, constituye la mayor parte de la roca fosfórica que se extrae de estos fosfatos. Sin embargo, también contiene otros elementos beneficiosos para la plantación, incluidas pequeñas cantidades de calcio, magnesio, azufre, zinc, cobre, boro, molibdeno y hierro.; coincidiendo también con Agrosechura (2018), indica al fosfocompost la cual aporta nutricionalmente con un porcentaje referencial de fósforo (P_2O_5) de 18,00 – 22,00%, calcio (CaO) 26,00 – 30,00%, fierro (Fe_2O_3) 1,11g/100g, magnesio (MgO) 1,03 g/100g, zinc (Zn) 130,57 g/100g y cobre (Cu) 22,79 g/100g. Pero la roca fosfórica quién aporta fósforo, más los macros y microelementos del aserrín, según Zapata y Roy (2007), para que una roca fosfórica sea agronómicamente efectiva, no solo debe disolverse, sino que el disuelto también debe estar disponible para las plantas, ya que para tener éxito de la roca fosfórica para la nutrición de los cultivos orgánicos depende en mucho de su reactividad en el suelo.

4.3. Diámetro de los hijuelos cosechados

Los cuadrados medios del análisis de varianza (ANVA) para diámetro de hijuelos cosechados en las cuatro evaluaciones del cormo, con y sin dominancia apical en tres sustratos (Aserrín, aserrín + fosfocompost y aserrín + roca fosfórica). En los resultados indican diferencias estadísticas entre tratamientos en estudio en los 45, 70, 95 y 120 días debido que el valor de probabilidad es menor al planteado ($p < 0,05$) (Tabla 9), señala que al menos un tratamiento en estudio será diferente estadísticamente en las cuatro evaluaciones.

Tabla 9. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para diámetro de hijuelos cosechados del cormo, con y sin dominancia apical, en tres sustratos

Fuente de variación	GL	45 días		70 días		95 días		120 días	
		1ra cosecha		2da cosecha		3ra cosecha		4ta cosecha	
		CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor
Tratamientos	5	247,54	<0,00	200,66	<0,00	233,98	<0,00	162,60	<0,00
Error	12	0,18		0,19		0,06		0,23	
Total	17								
CV (%)		5,05		5,83		3,16		7,16	
R ²		0,99		0,99		0,99		0,99	

El coeficiente de variación (CV) fue 5,05; 5,83; 3,16 y 7,16 %, considerándose estos valores bajos por ser inferior a 10 % (Pimentel, 1990), que significa, las medidas de diámetro muestran buena homogeneidad de medidas dentro de las unidades experimentales. Asimismo, el coeficiente de determinación muestra que el 0,99 % de diámetros de los hijuelos es por efecto de los tratamientos en estudio, ya que mientras más se acerca a 1, mejor se ajusta el modelo que intentamos explicar (Martínez, 2005).

La prueba de comparación Tukey ($\alpha = 0,05$), para los 45, 70, 95 y 120 días, tiene como finalidad de conocer las diferencias de tratamientos en el diámetro de cormo, con y sin dominancia apical, en tres sustratos (Tabla 10). El resultado muestra que a los 45, 70, y 120 días no se observa diferencias estadísticas entre los tratamientos T₃ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + fosfocompost), T₂ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + roca fosfórica) y T₁ (Cormo sin dominancia apical con aserrín) con diámetro promedio a los 45 días de T₃, T₁ y T₂ con $16,90 \pm 0,24$; $16,60 \pm 0,24$ y $16,23 \pm 0,24$ mm; en los 70 días con promedios de T₃, T₂ y T₁ con $15,08 \pm 0,25$; $14,93 \pm 0,25$ y $14,78 \pm 0,25$ mm y en los 120 días con promedios de T₃, T₂ y T₁ con $13,83 \pm 0,28$; $13,65 \pm 0,28$ y $12,87 \pm 0,28$ mm, pero estadísticamente diferente al tratamiento T₄ (Cormo con dominancia apical con aserrín), T₅ (Cormo con dominancia apical con aserrín + roca fosfórica) y T₆ (Cormo con dominancia apical con aserrín + fosfocompost), quienes no tuvieron ningún hijuelo, pero que estadísticamente son iguales. En los 95 días se observa mayor diámetro de hijuelos cosechados en los tratamientos T₃ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + fosfocompost) y T₂ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + roca fosfórica) con promedios de $16,43 \pm 0,15$; $16,20 \pm 0,15$ mm, estadísticamente iguales pero diferente a los tratamientos T₁, T₄, T₅ y T₆; en segundo lugar, se observa a los tratamientos T₁ (Cormo sin dominancia apical con aserrín) con diámetro promedio de $15,73 \pm 0,15$ mm, estadísticamente diferente a los tratamientos T₄, T₅ y T₆. En cuarto lugar, se encuentra los tratamientos T₄ (Cormo con dominancia apical con aserrín), T₅ (Cormo con dominancia apical con aserrín + roca fosfórica) y T₆ (Cormo con dominancia apical con aserrín + fosfocompost), quienes no tuvieron ningún hijuelo, pero estadísticamente son iguales.

Los diámetros de los hijuelos cosechados en la presente investigación utilizado del cormo con y sin dominancia apical, en diferente sustratos tubo efecto positivo, en comparación a Quispe (2019), quien a los 40 días de propagación, sin cámara térmica obtuvo con la técnica de ablación con floración con mayor diámetro promedio de 15,5 mm, sin embargo no se coincide con Carrasco (2020) quien también uso técnicas de multiplicación de hijuelos de plátano, obtuvo cormo entero de 5,22 cm y por la técnica de ablación 2,32 cm, resultados que

Tabla 10. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) para diámetro de hijuelos cosechados del cormo, con y sin dominancia apical, en tres sustratos (media \pm error estándar)

45 días 1ra cosecha				70 días 2da cosecha				95 días 3ra cosecha				120 días 4ta cosecha							
Trat.	\bar{X}	\pm	EE	Sig.	Trat.	\bar{X}	\pm	EE	Sig.	Trat.	\bar{X}	\pm	EE	Sig.	Trat.	\bar{X}	\pm	EE	Sig.
T ₃	16,90	\pm	0,24	a	T ₃	15,08	\pm	0,25	a	T ₃	16,43	\pm	0,15	a	T ₃	13,83	\pm	0,28	a
T ₁	16,60	\pm	0,24	a	T ₂	14,93	\pm	0,25	a	T ₂	16,20	\pm	0,15	a	T ₂	13,65	\pm	0,28	a
T ₂	16,23	\pm	0,24	a	T ₁	14,78	\pm	0,25	a	T ₁	15,73	\pm	0,15	b	T ₁	12,80	\pm	0,28	a
T ₄	0,00	\pm	0,24	b	T ₄	0,00	\pm	0,25	b	T ₄	0,00	\pm	0,15	c	T ₄	0,00	\pm	0,28	b
T ₅	0,00	\pm	0,24	b	T ₅	0,00	\pm	0,25	b	T ₅	0,00	\pm	0,15	c	T ₅	0,00	\pm	0,28	b
T ₆	0,00	\pm	0,24	b	T ₆	0,00	\pm	0,25	b	T ₆	0,00	\pm	0,15	c	T ₆	0,00	\pm	0,28	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

T₁ = cormo sin dominancia apical + Aserrín
T₂ = cormo sin dominancia apical + Aserrín + Roca fosfórica
T₃ = cormo sin dominancia apical + Aserrín + Fosfocompost
T₄ = cormo con dominancia apical + Aserrín
T₅ = cormo con dominancia apical + Aserrín + Roca fosfórica
T₆ = cormo con dominancia apical + Aserrín + Fosfocompost
EE = Error estándar

superan a los resultados mostrados en la presente investigación, debido que se usó cormos de 0,5 kg a diferente del autor quien usó cormos de 5 kg, la cual por el tamaño hizo que los hijuelos tuvieron más espacio para desarrollarse. Coincidiendo con a Ozameba (2017), quien también por usar cormos de 5,0 a 7,0 kg bajo un enraizador (Root Hor) encontró hijuelos con diámetro de 7,70 cm a los 60 días después de la siembra. Asimismo, Chate (2021) quien, usando cormos de 1,5 a 2,5 kg, y aplicando enraizante (Rizoplus AE® a 200 ml), en la primera cosecha (45 días) llegó a medir mayor diámetro de 6,64 cm para la variedad bellaco y 6,62 cm para la variedad de inguiri.

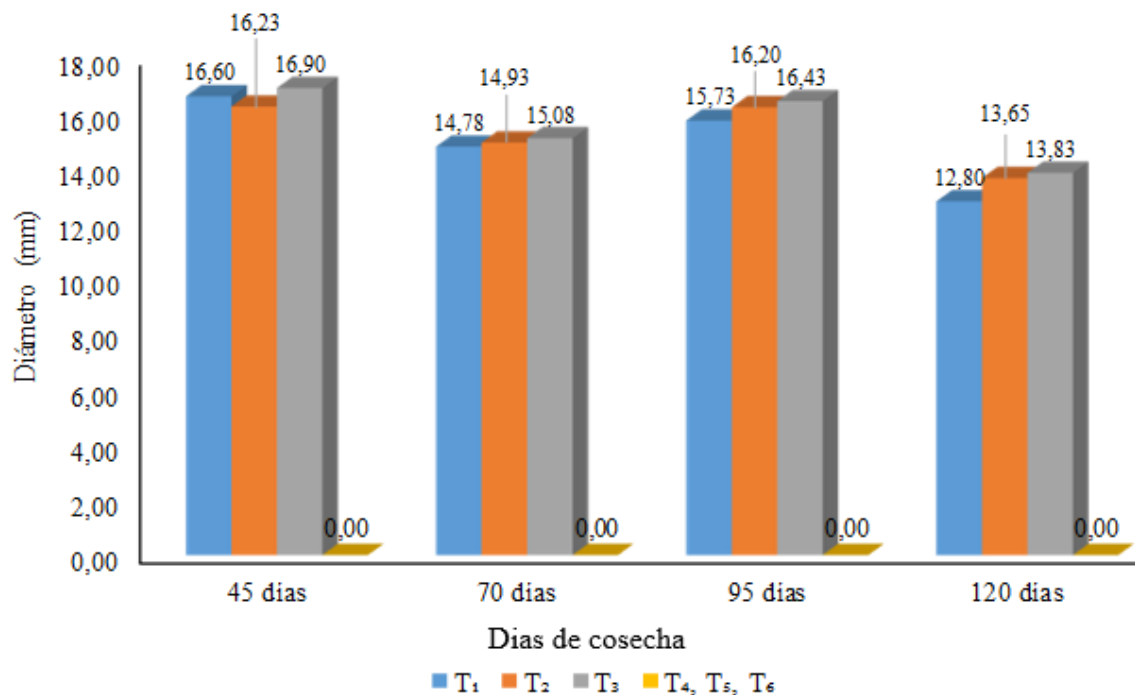


Figura 6. Diámetro de hijuelos cosechados de los tratamientos evaluados por efecto al cormo, con y sin dominancia, en tres sustratos.

Al final del experimento el T₃ (Aserrín + fosfocompost), T₂ (Aserrín + roca fosfórica) y T₁ (Aserrín) en cormo sin dominancia apical, tiene un efecto positivo en diámetro de hijuelos (Figura 6). Como se menciona en líneas atrás, en el presente experimento se utilizó cormos de peso 0,5 kg, razón para llegar solo hasta 16 mm, ya que el hijuelo incrementa su diámetro acorde crece el hijuelo porque es el soporte de las hojas, sin embargo, el fosfocompost y la roca fosfórica, productos a base de fósforo, y aserrín, sustratos que aportaron con macro y micronutrientes para el buen desarrollo de los hijuelos. Como menciona Zapata y Roy (2007), no todas las fuentes de roca fosfatadas son adecuadas para la aplicación directa. Sin embargo, se pueden utilizar diferentes métodos para mejorar su efecto agrícola bajo ciertas condiciones y elegir el método correcto requiere una buena comprensión de los factores que limitan la

eficiencia agrícola, por ejemplo, el método biológico de la fosfocompostación, basados en la producción de fósforo y ácidos orgánicos para aumentar la solubilidad de la roca fosfórica y la capacidad de proporcionar fósforo a las plantas. En ese mismo contexto, menciona que el éxito de la roca fosfórica para la nutrición de los cultivos orgánicos depende en mucho de su reactividad en el suelo, y juega un papel importante en la mejora de la fertilidad del suelo y cuando se aplica al suelo, se disuelve en condiciones ideales.

4.4. Número de hojas de los hijuelos cosechados

Los cuadrados medios del análisis de varianza (ANVA) para número de hojas/hijuelos cosechados en las cuatro evaluaciones del cormo con y sin dominancia apical, en tres sustratos (Aserrín, aserrín + fosfocompost y aserrín + roca fosfórica). En los resultados indican diferencias estadísticas entre tratamientos en estudio en los 45, 70, 95 y 120 días debido que el valor de probabilidad es menor al planteado ($p < 0,05$) (Tabla 11), señala que al menos un tratamiento en estudio será diferente estadísticamente en las cuatro evaluaciones. El coeficiente de variación (CV) fue 2,57; 1,14; 5,28 y 2,82 %, considerándose estos valores, como bajos por ser inferior a 10 % (Pimentel, 1990), que significa, las medidas de número de hojas/hijuelo muestran buena homogeneidad de medidas dentro de las unidades experimentales. Asimismo, el coeficiente de determinación muestra que el 0,99 % del número de hojas de los hijuelos es por efecto de los tratamientos en estudio, ya que mientras más se acerca a 1, mejor se ajusta el modelo que intentamos explicar (Martínez, 2005).

Tabla 11. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para número de hojas de los hijuelos cosechados del cormo, con y sin dominancia apical, en tres sustratos

Fuente de variación	GL	45 días		70 días		95 días		120 días	
		1ra cosecha		2da cosecha		3ra cosecha		4ta cosecha	
		CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor
Tratamientos	5	5,80	<0,00	4,23	<0,00	8,14	<0,00	6,90	<0,00
Error	12	0,00		0,00		0,01		0,00	
Total	17								
CV (%)		2,57		1,14		5,28		2,82	
R ²		0,99		0,99		0,99		0,99	

La prueba de comparación Tukey ($\alpha = 0,05$), para los 45, 70, 95 y 120 días, tiene como finalidad de conocer las diferencias de tratamientos en el número de hojas/hijuelos del

cormo con y sin dominancia apical en tres sustratos (Tabla 12). A los 45 días de evaluación se observa con mayor número de hojas/hijuelos cosechados en el tratamiento T₃ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + fosfocompost) con un promedio de $2,72 \pm 0,02$ hojas/hijuelos cosechados, estadísticamente es diferente a los tratamientos T₂, T₁, T₄, T₅ y T₆; en segundo lugar, se observa a los tratamientos T₂ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + roca fosfórica) y T₁ (Cormo sin dominancia apical con aserrín) con promedios de $2,44 \pm 0,03$ y $2,43 \pm 0,03$ hojas/hijuelos cosechados; en tercer lugar se encuentra los tratamientos T₄ (Cormo con dominancia apical con aserrín), T₅ (Cormo con dominancia apical con aserrín + roca fosfórica) y T₆ (Cormo con dominancia apical con aserrín + fosfocompost), quienes no tuvieron ningún hijuelo, pero estadísticamente son iguales. A los 70 días de evaluación se observa con mayor número de hojas/hijuelos cosechados en el tratamiento T₃ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + fosfocompost) con un promedio de $2,37 \pm 0,01$ hojas/hijuelos cosechados, estadísticamente es diferente al tratamientos T₂, T₁, T₄, T₅ y T₆; en segundo lugar esta el tratamiento T₂ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + roca fosfórica) con promedios de $2,17 \pm 0,01$ hojas/hijuelos cosechados, y esto estadísticamente es diferente al tratamientos T₁, T₄, T₅ y T₆; En tercer lugar esta el tratamiento T₁ (Cormo sin dominancia apical con aserrín) con promedio de $1,93 \pm 0,01$ hojas/hijuelos cosechados, estadísticamente es diferente al tratamientos T₄ (Cormo con dominancia apical con aserrín), T₅ (Cormo con dominancia apical con aserrín + roca fosfórica) y T₆ (Cormo con dominancia apical con aserrín + fosfocompost), quienes no tuvieron ningún hijuelo, pero estadísticamente son iguales.

A los 95 días se observa mayor números hojas/hijuelos cosechados en los tratamientos T₃ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + fosfocompost) con promedios de $3,21 \pm 0,05$ hojas/hijuelo, estadísticamente es diferente a los tratamientos T₂, T₁, T₄, T₅ y T₆; en segundo lugar, se observa a los tratamientos T₁ (Cormo sin dominancia apical con aserrín) y T₂ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + roca fosfórica) con promedios de $2,94 \pm 0,05$, $2,85 \pm 0,05$ hojas/hijuelos cosechados, estadísticamente son iguales pero diferente a los tratamiento T₄ (Cormo con dominancia apical con aserrín), T₅ (Cormo con dominancia apical con aserrín + roca fosfórica) y T₆ (Cormo con dominancia apical con aserrín + fosfocompost), quienes no tuvieron ningún hijuelo. A los 120 días no se observa diferencias significativas en los T₃, T₂ y T₁, con un promedio de $2,78 \pm 0,02$; $2,78 \pm 0,02$ y $2,74 \pm 0,02$ hojas/hijuelos cosechados, pero si estadísticamente diferentes con los tratamientos tratamiento T₄ (Cormo con dominancia apical con aserrín), T₅ (Cormo con dominancia apical con aserrín + roca fosfórica) y T₆ (Cormo con dominancia apical con aserrín + fosfocompost), quienes no tuvieron ningún hijuelo.

Tabla 12. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) para número de hojas de los hijuelos cosechados del cormo, con y sin dominancia apical, en tres sustratos (media \pm error estándar)

45 días 1ra cosecha					70 días 2da cosecha					95 días 3ra cosecha					120 días 4ta cosecha				
Trat.	\bar{x}	\pm	EE	Sig.	Trat.	\bar{x}	\pm	EE	Sig.	Trat.	\bar{x}	\pm	EE	Sig.	Trat.	\bar{x}	\pm	EE	Sig.
T ₃	2,72	\pm	0,02	a	T ₃	2,37	\pm	0,01	a	T ₃	3,21	\pm	0,05	a	T ₃	2,78	\pm	0,02	a
T ₂	2,44	\pm	0,02	b	T ₂	2,17	\pm	0,01	b	T ₁	2,94	\pm	0,05	b	T ₂	2,78	\pm	0,02	a
T ₁	2,43	\pm	0,02	b	T ₁	1,93	\pm	0,01	c	T ₂	2,85	\pm	0,05	b	T ₁	2,74	\pm	0,02	a
T ₄	0,00	\pm	0,02	c	T ₄	0,00	\pm	0,25	d	T ₄	0,00	\pm	0,05	c	T ₄	0,00	\pm	0,02	b
T ₅	0,00	\pm	0,02	c	T ₅	0,00	\pm	0,25	d	T ₅	0,00	\pm	0,05	c	T ₅	0,00	\pm	0,02	b
T ₆	0,00	\pm	0,02	c	T ₆	0,00	\pm	0,25	d	T ₆	0,00	\pm	0,05	c	T ₆	0,00	\pm	0,02	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

T₁ = cormo sin dominancia apical + Aserrín

T₂ = cormo sin dominancia apical + Aserrín + Roca fosfórica

T₃ = cormo sin dominancia apical + Aserrín + Fosfocompost

T₄ = cormo con dominancia apical + Aserrín

T₅ = cormo con dominancia apical + Aserrín + Roca fosfórica

T₆ = cormo con dominancia apical + Aserrín + Fosfocompost

EE = Error estándar

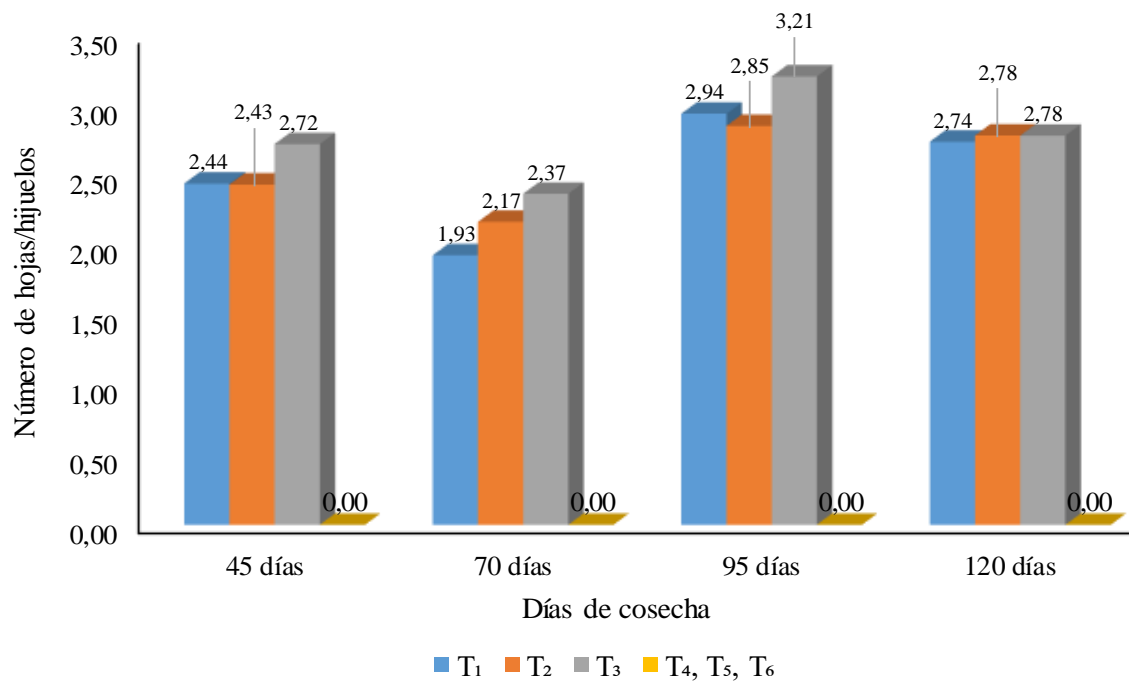


Figura 7. Número de hojas/hijuelos cosechados de los tratamientos evaluados por efecto al cormo, con y sin dominancia, en tres sustratos.

Al final del experimento (Figura 7) se determinó los resultados y las diferencias notorias que se observa en diferentes sustratos más la incorporación de los macro y micro nutrientes de ellos, los ejemplos son nitrógeno, fósforo y calcio para el desarrollo de las hojas. El fósforo es importante para el desarrollo inicial, ya que provoca el rápido crecimiento inicial de raíces, tallos y hojas y estimula una floración vigorosa; también nitrógeno, que forma proteínas y clorofila, las plantas son visibles con un color verde intenso, que favorece el crecimiento de hojas y tallos, y calcio, que favorece la absorción de nitrógeno (Esquivel, s.f). Para aumentar la diversidad y la actividad microbiana en el suelo, mejorar la estructura del sustrato, aumentar la estabilidad de los agregados, aumentar la porosidad total, permitir que el agua penetre mejor en el suelo y promover el crecimiento de las raíces, el fosfocompost funciona mejor que otros tipos de compost., y eso ayuda a la asimilación de nutrientes (Ordinola, 2022) y por otro lado contiene muchos macro y micronutrientes como menciona Agrosegura (2018) quien da un porcentaje referencial esenciales para el crecimiento de las plantas como es el fósforo (P_2O_5) de 18,00 – 22,00 %, calcio (CaO) 26,00 – 30,00 %, fierro (Fe_2O_3) 1,11 g/100g, magnesio (MgO) 1,03 g/100g, zinc (Zn) 130,57 g/100g y cobre (Cu) 22,79 g/100g coincidiendo con nuestro análisis realizado de la incorporación de macro y micronutrientes del fosfocompost (Tabla 2). Quien por tener mayor aporte de macro y micro elementos es reflejado en mayor

número de hojas, mayor diámetro y altura de planta; a diferencia de la roca fosfórica T₂, tiene el aporte de fósforo, y en mínimas cantidades del macro y micronutrientes que aporta el aserrín.

En este mismo contexto, se coincide con Zapata y Roy (2007), para que una roca fosfórica sea agronómicamente efectiva, no solo debe disolverse, sino que el disuelto también debe estar disponible para las plantas, además menciona que, a tasas bajas de aplicación de fósforo, las rocas fosfóricas reactivas proporcionan rápidamente fósforo con un buen efecto, mientras menos reactiva libera lentamente la cantidad de fósforo. A tasas de aplicación altas, la roca fosfórica reactiva inicialmente libera una fracción más grande de fósforo y la menos reactivas liberaron más fósforo con el tiempo, proporcionando un amplio suministro al cultivo, aumentando su eficacia con el tiempo.

4.5. Peso fresco de los hijuelos cosechados

Los cuadrados medios del análisis de varianza (ANVA) para peso fresco de hijuelos cosechados en las cuatro evaluaciones del cormo con y sin dominancia apical, en tres sustratos (Aserrín, aserrín + fosfo compost y aserrín + roca fosfórica). En los resultados indican diferencias estadísticas entre tratamientos en estudio en los 45, 70, 95 y 120 días debido que el valor de probabilidad es menor al planteado ($p < 0,05$) (Tabla 11), señala que al menos un tratamiento en estudio será diferente estadísticamente en las cuatro evaluaciones.

Tabla 13. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para peso fresco de los hijuelos cosechados del cormo, con y sin dominancia apical, en tres sustratos

Fuente de variación	GL	45 días		70 días		95 días		120 días	
		1ra cosecha		2da cosecha		3ra cosecha		4ta cosecha	
		CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor
Tratamientos	5	2665,9	<0,00	1540,8	<0,00	1886,6	<0,00	818,0	<0,00
Error	12	0,47		2,07		0,90		0,43	
Total	17								
CV (%)		2,52		7,03		4,16		4,35	
R ²		0,99		0,99		0,99		0,99	

El coeficiente de variación (CV) fue 2,52; 7,03; 4,16 y 4,35 %, considerándose estos valores, como bajos por ser inferior a 10 % (Pimentel, 1990), que significa, las medidas de peso fresco de los hijuelos muestran buena homogeneidad dentro de las unidades experimentales. Asimismo, el coeficiente de determinación muestra que el 0,99 % del peso de

los hijuelos es por efecto de los tratamientos en estudio, ya que mientras más se acerca a 1, mejor se ajusta el modelo que intentamos explicar (Martínez, 2005).

La prueba de comparación Tukey ($\alpha = 0,05$), para los 45, 70, 95 y 120 días, tiene como finalidad de conocer las diferencias de tratamientos en peso fresco de hijuelos del cormo, con y sin dominancia apical, en tres sustratos (Tabla 14). A los 45, 70 y 95 días de evaluación se observa con mayor peso fresco de hijuelos cosechados en los tratamientos T₃ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + fosfocompost) con promedios de $56,27 \pm 0,40$; $46,16 \pm 0,83$ y $48,48 \pm 0,55$, estadísticamente es diferente a los tratamientos T₂, T₁, T₄, T₅ y T₆. en segundo lugar, se observa al tratamiento T₂ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + roca fosfórica) con promedios de $54,42 \pm 0,40$; $40,40 \pm 0,83$ y $46,14 \pm 0,55$ g, estadísticamente es diferente a los tratamientos T₁, T₄, T₅ y T₆. en segundo lugar, se observa al T₁ (Cormo sin dominancia apical con aserrín) con promedio de $52,45 \pm 0,40$; $36,39 \pm 0,83$ y $42,31 \pm 0,55$ g, estadísticamente es diferente a los tratamientos T₄, T₅ y T₆. Por último, se encuentran los tratamientos T₄ (Cormo con dominancia apical con aserrín), T₅ (Cormo con dominancia apical con aserrín + roca fosfórica) y T₆ (Cormo con dominancia apical con aserrín + fosfocompost), quienes no tuvieron ningún hijuelo. A los 120 días de evaluación se observa con mayor peso fresco de hijuelos de los tratamientos T₃ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + fosfocompost) y T₂ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + roca fosfórica) con promedios de $31,25 \pm 0,25$ y $30,25 \pm 0,25$, estadísticamente son iguales pero diferente a los tratamientos T₁, T₄, T₅ y T₆; en segundo tenemos al tratamiento T₁ (Cormo sin dominancia apical con aserrín) con promedios de $28,35 \pm 0,25$ g estadísticamente es diferente a los tratamientos T₄, T₅ y T₆, en tercer lugar se encuentra los tratamientos T₄ (Cormo con dominancia apical con aserrín), T₅ (Cormo con dominancia apical con aserrín + roca fosfórica) y T₆ (Cormo con dominancia apical con aserrín + fosfocompost), quienes no tuvieron producción de hijuelos.

Al final de cada cosecha los hijuelos del tratamiento T₃ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + fosfocompost) presentaban mayor peso fresco, en la primera cosecha (45 días) con promedio de 56,27 g, en la segunda cosecha (70 días) con 46,16 g, tercera cosecha (95 días) con 48,48 g y la última cosecha (120 días) con 31,25 g. Seguido a ello el tratamiento T₂ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + roca fosfórica) en la primera cosecha (45 días) con promedio de 54,42 g, en la segunda cosecha (70 días) con 40,40 g, tercera cosecha (95 días) con 46,14 g y la última cosecha (120 días) con 30,69 g, quienes numéricamente presentan mayor peso a diferencia del testigo el tratamiento T₁ (Cormo sin dominancia apical con aserrín) la primera cosecha (45 días) con promedio de 52,45 g, en la segunda cosecha (70 días) con 36,39 g, tercera cosecha (95 días) con 42,31 g y la última cosecha (120 días) con 28,35 g.

Tabla 14. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) para peso fresco de hijuelos cosechados del cormo, con y sin dominancia apical, en tres sustratos (media \pm error estándar)

45 días 1ra cosecha				70 días 2da cosecha				95 días 3ra cosecha				120 días 4ta cosecha							
Trat.	\bar{x}	\pm	EE	Sig.	Trat.	\bar{x}	\pm	EE	Sig.	Trat.	\bar{x}	\pm	EE	Sig.	Trat.	\bar{x}	\pm	EE	Sig.
T ₃	56,27	\pm	0,40	a	T ₃	46,16	\pm	0,83	a	T ₃	48,48	\pm	0,55	a	T ₃	31,25	\pm	0,38	a
T ₂	54,42	\pm	0,40	b	T ₂	40,40	\pm	0,83	b	T ₂	46,14	\pm	0,55	b	T ₂	30,69	\pm	0,38	a
T ₁	52,45	\pm	0,40	c	T ₁	36,39	\pm	0,83	c	T ₁	42,31	\pm	0,55	c	T ₁	28,35	\pm	0,38	b
T ₄	0,00	\pm	0,40	d	T ₄	0,00	\pm	0,83	d	T ₄	0,00	\pm	0,55	d	T ₄	0,00	\pm	0,38	c
T ₅	0,00	\pm	0,40	d	T ₅	0,00	\pm	0,83	d	T ₅	0,00	\pm	0,55	d	T ₅	0,00	\pm	0,38	c
T ₆	0,00	\pm	0,40	d	T ₆	0,00	\pm	0,83	d	T ₆	0,00	\pm	0,55	d	T ₆	0,00	\pm	0,38	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

T₁ = cormo sin dominancia apical + Aserrín

T₂ = cormo sin dominancia apical + Aserrín + Roca fosfórica

T₃ = cormo sin dominancia apical + Aserrín + Fosfocompost

T₄ = cormo con dominancia apical + Aserrín

T₅ = cormo con dominancia apical + Aserrín + Roca fosfórica

T₆ = cormo con dominancia apical + Aserrín + Fosfocompost

EE = Error estándar

Estos resultados no coinciden con, Chate (2021) quien, usando cormos de 1,5 a 2,5 kg, y aplicando enraizante (Rizoplus AE® a 200 ml), en la primera cosecha (45 días) llego a pesar mayor de 0,82 kg para la variedad bellaco y 0,72 kg para la variedad de inguiri. Igual que Carrasco (2020) quien también uso técnicas de multiplicación de hijuelos de plátano, obtuvo cormo entero de 0,33 kg y por la técnica de ablación 0,98 kg, resultados que superan a los resultados mostrados en la presente investigación, debido que se usó cormos de 0,5 kg a diferente del autor quien usó cormos de 5 kg.

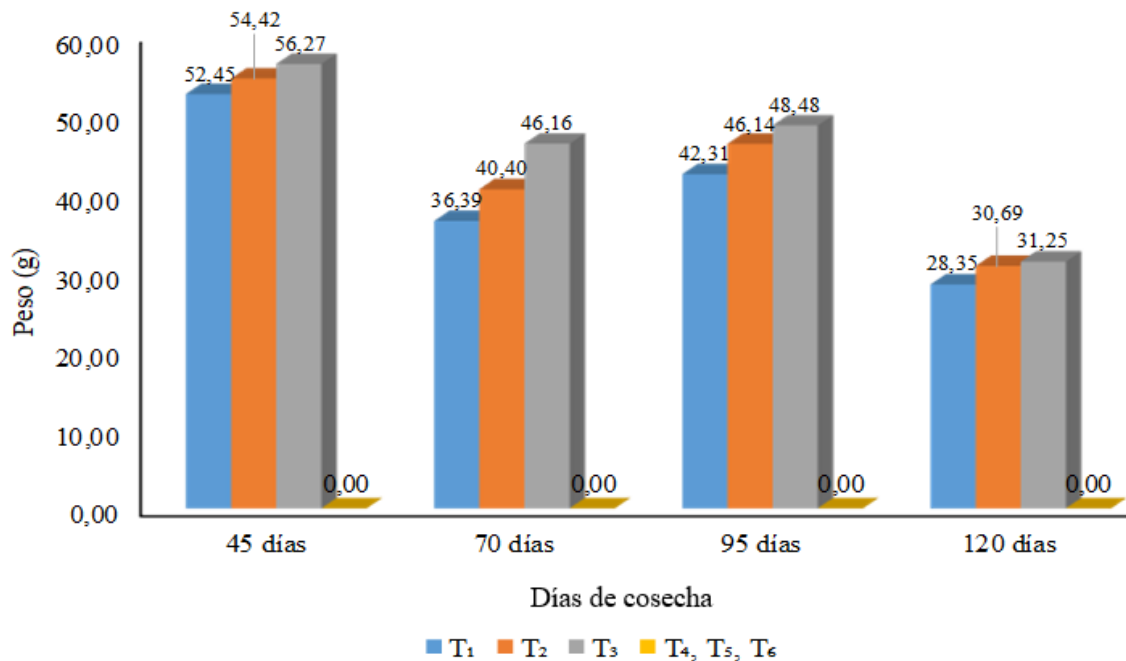


Figura 8. Peso fresco de hijuelos cosechados de los tratamientos evaluados por efecto al cormo, con y sin dominancia, en tres sustratos.

Se observa (Figura 8) que el fosfocompost mejora el sustrato las características en las que hace un ambiente favorable, por la buena humedad, retiene nutrientes para ser absorbidas por las plantas, por ende, hace que estos hijuelos contengan mayor savia, por lo tanto, mayor peso fresco, como menciona Ordinola (2022 que la aplicación de compost mejora la estructura del suelo, la estabilidad de los agregados, la porosidad total, la penetración del agua, el movimiento a través del suelo y el crecimiento de las raíces. El compost también contiene muchos macro y micronutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas, que según la Tabla 2, el fosfocompost + aserrín aporta P_2O_5 de 4,99 % y 0,25 %, Ca de 14,25 % y 0,53 %, K con 3,48 y 0,097 %, Cu 16 ppm y 17 ppm, Fe de 1013 ppm y 11 ppm, respectivamente; a diferencia del T₂ (Roca fosfórica + aserrín), quien aporta nutriente del aserrín más 15,11 % de P_2O_5 , razón para que el cormo observe mayor nutriente, y por ende mayor peso fresco, como

menciona Ordinola (2022) el fosfocompost es la incorporación de roca fosfórica, en el proceso de preparación del compost que aumenta hasta cuatro veces el contenido de fósforo disponible para las plantas (P_2O_5). Asimismo, aparte del elemento principal de fósforo, un macronutriente esencial para lograr mejores rendimientos agrícolas. Dentro de su composición, contiene también otros elementos beneficiosos para la siembra, como: Calcio, Magnesio, Azufre, Zinc, Cobre, Boro, Molibdeno, Hierro en trazas (Fosyeiki, 2021). Los métodos biológicos, que son la fosfocompostación, la inoculación con endomicorrizas vesículo-arbusculares, el uso de microorganismos solubilizadores de fosfatos y el uso de plantas con genotipos eficientes en la absorción del fósforo. Estos se basan en la producción de fósforo y ácidos orgánicos para aumentar la solubilidad de la roca fosfórica y la capacidad de proporcionar fósforo a las plantas. El uso de métodos químicos para producir roca fosfórica parcialmente aciculada es la forma más eficaz de aumentar la eficiencia agrícola de las rocas fosfóricas, así como de ahorrar energía (Zapata y Roy, 2007).

4.6. Peso seco de hijuelos

Los cuadrados medios del análisis de varianza (ANVA) para peso seco de hijuelos cosechados en la cuarta evaluación del cormo con y sin dominancia apical, en tres sustratos (Aserrín, aserrín + fosfocompost y aserrín + roca fosfórica). Este resultado indica diferencias estadísticas entre tratamientos en estudio a los 120 días debido que el valor de probabilidad es menor al planteado ($p < 0,05$) (Tabla 11), señala que al menos un tratamiento en estudio será diferente estadísticamente en la evaluación realizada. El coeficiente de variación (CV) fue 6,10 %, considerándose este valor, como bajo por ser inferior a 10 % (Pimentel, 1990), que significa, las medidas de peso seco de los hijuelos muestran buena homogeneidad dentro de las unidades experimentales. Asimismo, el coeficiente de determinación muestra que el 0,99 % del peso seco de los hijuelos es por efecto de los tratamientos en estudio, ya que mientras más se acerca a 1, mejor se ajusta el modelo que intentamos explicar (Martínez, 2005).

Tabla 15. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para peso seco de hijuelos del cormo, con y sin dominancia apical, en tres sustratos

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Tratamiento	479,61	5	95,92	986,63	<0,0001
Error	1,17	12	0,10		
Total	480,78	17			
CV (%)	6,10				
R ²	0,99				

La prueba de comparación Tukey ($\alpha = 0,05$), para los 120 días tiene como finalidad de conocer las diferencias en los tratamientos en el peso seco de hijuelos del cormo, con y sin dominancia apical, en tres sustratos (Tabla 16). El resultado muestra que en los 120 días el mayor peso seco de hijuelos cosechados está en el tratamiento T₃ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + fosfocompost) con promedios de $11,50 \pm 0,18$ g; estadísticamente es diferente a los tratamientos T₂, T₁, T₄, T₅ y T₆; en segundo lugar, se encuentra el tratamiento T₂ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + roca fosfórica) con peso seco de hijuelos con promedio de $10,17 \pm 0,18$ g, estadísticamente es diferente a los tratamientos T₁, T₄ y T₅; en tercer lugar se encuentra el tratamiento T₁ (Cormo sin dominancia apical con aserrín) con peso seco de hijuelos con promedio de $9,00 \pm 0,18$ g, estadísticamente es diferente a los tratamientos T₄, T₅ y T₆. Los tratamientos T₄ (Cormo con dominancia apical con aserrín), T₅ (Cormo con dominancia apical con aserrín + roca fosfórica) y T₆ (Cormo con dominancia apical con aserrín + fosfocompost), quienes no tuvieron producción de hijuelos, por ende, no se tuvieron datos de peso seco, pero estadísticamente son iguales.

Tabla 16. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) para peso seco de hijuelos cosechados del cormo, con y sin dominancia apical, en tres sustratos (media \pm error estándar)

120 días 4ta cosecha				
Trat.	\bar{x}	\pm	EE	Sig.
T ₃	11,50	\pm	0,18	a
T ₂	10,17	\pm	0,18	b
T ₁	9,00	\pm	0,18	c
T ₄	0,00	\pm	0,18	d
T ₅	0,00	\pm	0,18	d
T ₆	0,00	\pm	0,18	d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

T₁ = cormo sin dominancia apical + Aserrín
 T₂ = cormo sin dominancia apical + Aserrín + Roca fosfórica
 T₃ = cormo sin dominancia apical + Aserrín + Fosfocompost
 T₄ = cormo con dominancia apical + Aserrín
 T₅ = cormo con dominancia apical + Aserrín + Roca fosfórica
 T₆ = cormo con dominancia apical + Aserrín + Fosfocompost
 EE = Error estándar

Respecto al peso seco de los hijuelos realizado al fin del experimento, en la cuarta cosecha el tratamiento T₃ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + fosfocompost) tiene el mayor peso seco con 11,50 g, seguido del tratamiento T₂ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + roca fosfórica) con 10,17 g, comparado con el testigo tratamiento T₁ (Cormo sin

dominancia apical con aserrín) con 9,00 g. Los tres sustratos utilizados en los cormos sin dominancia apical, se tuvo un efecto positivo, en vista que se observa al fosfocompost, mejora el sustrato, la estructura del suelo, la actividad microbiana y, por ende, mayor disponibilidad de los nutrientes para la planta y mayor peso de los hijuelos. Como menciona Zapata y Roy (2007) el fosfocompost es un abono orgánico mineral que contiene de roca fosfórica y rico en el contenido de fósforo más alto que el compost. Un orgánico natural, contiene elementos que ayudan a las plantas a crecer y producir frutos de alta calidad y mayor peso (Borrero, 2022).

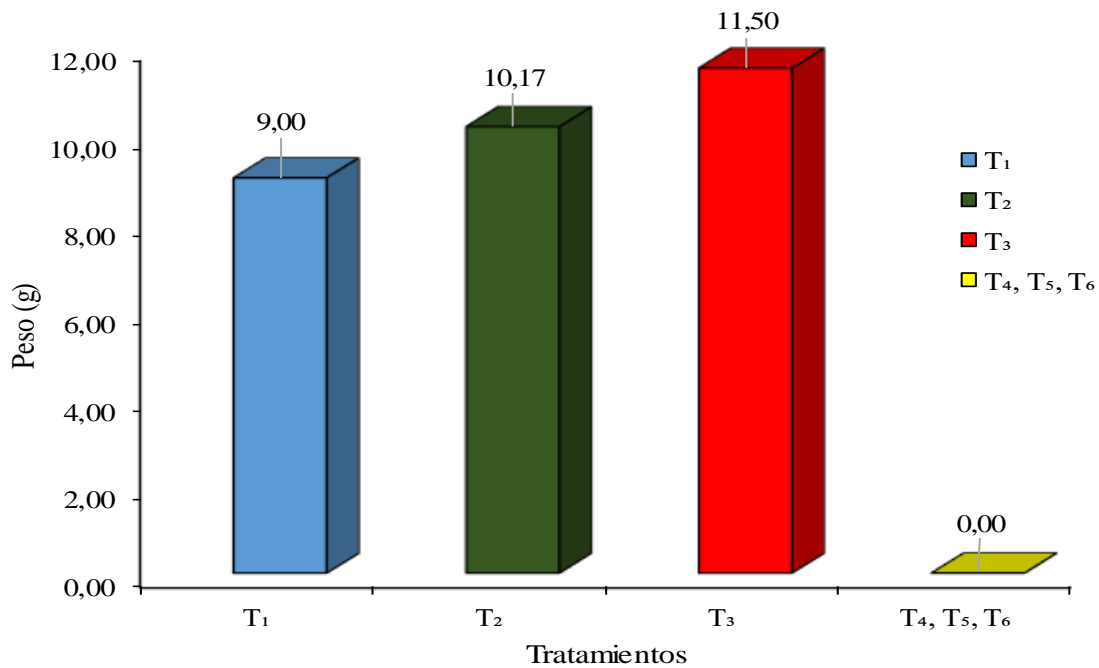


Figura 9. Peso seco de hijuelos cosechados de los tratamientos evaluados por efecto al cormo, con y sin dominancia, en tres sustratos.

4.7. Volumen radicular de los hijuelos cosechados

Los cuadrados medios del análisis de varianza (ANVA) para volumen radicular de hijuelos cosechados en la cuarta evaluación del cormo, con y sin dominancia apical, en tres sustratos (Aserrín, aserrín + fosfocompost y aserrín + roca fosfórica). En los resultados muestran que hay diferencias estadísticas entre tratamientos en estudio en la cuarta cosecha, debido que el valor de probabilidad es menor al planteado ($p < 0,05$) (Tabla 17), señala que al menos un tratamiento en estudio será diferente estadísticamente en la evaluación. El coeficiente de variación (CV) fue 19,35 %, considerándose este valor medio por estar entre el rango de 10 a 20 % (Pimentel, 1990), que significa, las medidas del volumen radicular de hijuelos cosechados muestran media homogeneidad de cantidad dentro de las unidades experimentales. Asimismo, el coeficiente de determinación muestra que el 0,99 % del peso seco de los hijuelos

es por efecto de los tratamientos en estudio, ya que mientras más se acerca a 1, mejor se ajusta el modelo que intentamos explicar (Martínez, 2005).

Tabla 17. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para volumen de raíz de hijuelos, cormo sin dominancia apical, en tres sustratos

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Tratamiento	89,11	5	17,82	183,31	<0,0001
Error	1,17	12	0,10		
Total	90,28	17			
CV (%)	19,35				
R ²	0,99				

La prueba de comparación Tukey ($\alpha = 0,05$), para los 120 días tiene como finalidad de conocer las diferencias de tratamientos de volumen radicular de hijuelos, cormo sin dominancia apical, en tres sustratos (Tabla 18).

Tabla 18. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) para volumen de raíz de hijuelos cosechados del cormo, con y sin dominancia apical, en tres sustratos (media \pm error estándar)

45 días				
4ta cosecha				
Trat.	\bar{x}	\pm	EE	Sig.
T ₃	6,17	\pm	0,18	a
T ₂	2,50	\pm	0,18	b
T ₁	1,00	\pm	0,18	c
T ₄	0,00	\pm	0,18	d
T ₅	0,00	\pm	0,18	d
T ₆	0,00	\pm	0,18	d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

T₁ = cormo sin dominancia apical + Aserrín
 T₂ = cormo sin dominancia apical + Aserrín + Roca fosfórica
 T₃ = cormo sin dominancia apical + Aserrín + Fosfocompost
 EE = Error estándar

El resultado muestra que en los 120 días el mayor volumen radicular de hijuelos cosechados está en el tratamiento T₃ (Cormo sin dominancia apical o con aserrín +

fosfocompost) con promedios de $6,17 \pm 0,18 \text{ cm}^3$; estadísticamente diferentes a los tratamientos T₂, T₁, T₄, T₅ y T₆; en segundo lugar, se encuentra el tratamiento T₂ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + roca fosfórica) con volumen radicular de hijuelos con promedio de $2,50 \pm 0,18 \text{ cm}^3$, estadísticamente diferentes a los tratamientos T₁, T₄, T₅ y T₆; en tercer lugar, se encuentra el tratamiento T₁ (Cormo sin dominancia apical con aserrín) con volumen radicular de hijuelos con promedio de $2, 1,00 \pm 3,0 \text{ cm}^3$, estadísticamente diferentes a los tratamientos T₄, T₅ y T₆. Los tratamientos T₄ (Cormo con dominancia apical con aserrín), T₅ (Cormo con dominancia apical con aserrín + roca fosfórica) y T₆ (Cormo con dominancia apical con aserrín + fosfocompost), quienes no tuvieron producción de hijuelos, por ende, no se tuvieron datos de volumen radicular, pero estadísticamente son iguales.

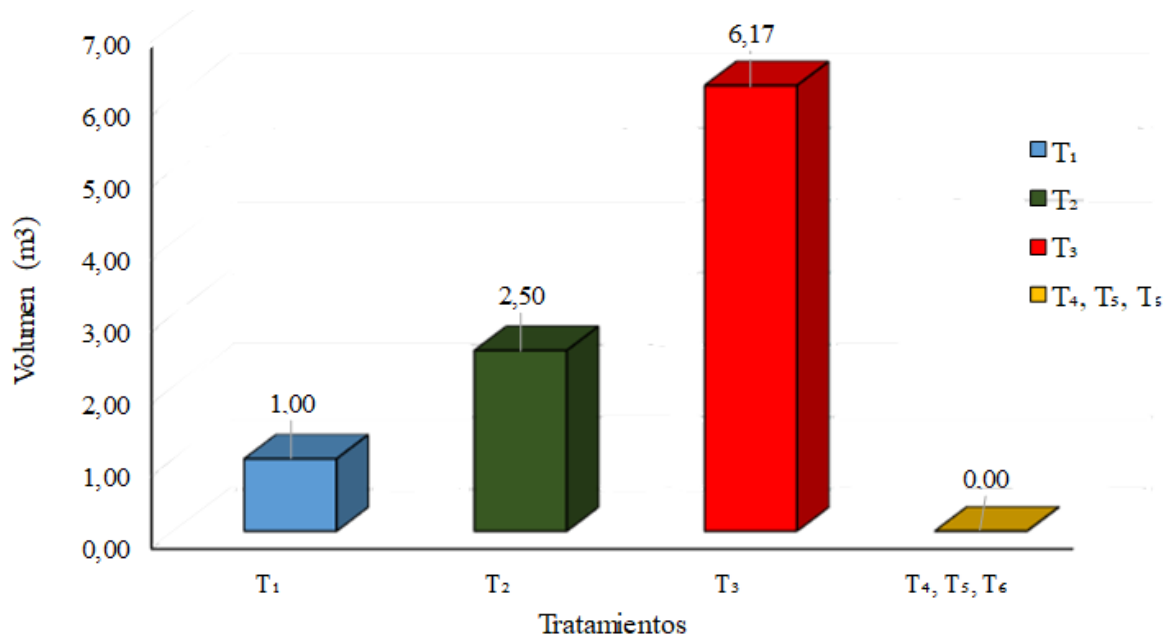


Figura 10. Volumen radicular de hijuelos cosechados de los tratamientos evaluados por efecto al cormo, con y sin dominancia, en tres sustratos.

Con respecto al volumen radicular de los hijuelos realizado al fin del experimento, los tres sustratos utilizados en los cormos sin dominancia apical, se tuvo un efecto positivo para volumen radicular. Según Agrosecura (2018), el fosfocompost es la combinación de roca fosfórica y compost sosteniendo la descomposición de la materia orgánica y liberación de ácidos orgánicos el que beneficia la fertilización y estructura del suelo, su aplicación es de forma directa, cuyas ventajas son; el fosfato fomenta enriquecimiento del suelo, facilita la formación de raíces, contribuye a la reposición de nutrientes del suelo y su aplicación garantiza una fertilización fosfatada agrícola. Asimismo, Zapata y Roy (2007), menciona que el fósforo

tiene varias funciones en el metabolismo de las plantas y es uno de los nutrientes esenciales requeridos para el crecimiento y desarrollo de las plantas importantes para la formación de semillas y el crecimiento de raíces, razón para tener mejor volumen radicular. por otro lado, la roca fosfórica, aporta mayor cantidad de fósforo, que debería tener mayor captura de fósforo y mejorar la raíces, pero Zapata y Roy (2007), indica que una roca fosfórica sea agronómicamente efectiva, no solo debe disolverse, sino que el disuelto también debe estar disponible para las plantas. En pH ácido (menos de 5,5), la baja concentración de iones de calcio en la solución, el bajo nivel de fertilidad del fósforo y el alto contenido de materia orgánica son propiedades del suelo favorables para la disolución de la roca fosfórica, ya que para el éxito de la roca fosfórica para la nutrición de los cultivos orgánicos depende en mucho de su reactividad en el suelo, como la unión del sustrato de la roca fosfórica era con el aserrín, no hubo esa reactividad en el suelo, y por ende, no había mucha disponibilidad de fósforo para las plantas. Además, porque el fosfocompost es rico nutricionalmente en comparación al sustrato con la roca fosfórica.

4.8. Número de raíz del cormo

Los cuadrados medios del análisis de varianza (ANVA) para número de raíces del cormo en dos evaluaciones con y sin dominancia apical al cormo, en tres sustratos (Aserrín, aserrín + fosfocompost y aserrín + roca fosfórica). En los resultados muestran que hay diferencias estadísticas entre tratamientos en estudio en ambas evaluaciones, debido que el valor de probabilidad es menor al planteado ($p < 0,05$) (Tabla 19), señala que al menos un tratamiento en estudio será diferente estadísticamente en las dos evaluaciones.

Tabla 19. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para número de raíz del cormo con y sin dominancia apical en tres sustratos

Fuente de variación	GL	8 días		15 días	
		CM	p-valor	CM	p-valor
Tratamientos	5	0,93	<0,0001	17,66	<0,0001
Error	12	0,01		0,17	
Total	17				
CV (%)		5,70		6,93	
R ²		0,98		0,98	

Los coeficientes de variación (CV) fueron 5,70 y 6,93 %, considerándose estos valores bajos por ser inferior a 10 % (Pimentel, 1990), que significa, las medidas del número de raíz de los cormos muestran buena homogeneidad de número dentro de las unidades experimentales. Asimismo, el coeficiente de determinación muestra que el 0,98 % del peso seco de los hijuelos es por efecto de los tratamientos en estudio, ya que mientras más se acerca a 1, mejor se ajusta el modelo que intentamos explicar (Martínez, 2005).

Tabla 20. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) para número de raíz del cormo con y sin dominancia apical, en tres sustratos (media \pm error estándar)

8 días				15 días					
Trat.	\bar{x}	\pm	EE	Sig.	Trat.	\bar{x}	\pm	EE	Sig.
T ₆	2,59		0,06	a	T ₆	9,67		0,24	a
T ₃	2,23		0,06	b	T ₅	7,17		0,24	b
T ₂	1,56		0,06	c	T ₃	6,33		0,24	c
T ₅	1,52		0,06	c	T ₄	5,17		0,24	d
T ₄	1,33		0,06	d	T ₂	4,33		0,24	e
T ₁	1,16		0,06	d	T ₁	2,67		0,24	f

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

T₁ = cormo sin dominancia apical + Aserrín
 T₂ = cormo sin dominancia apical + Aserrín + Roca fosfórica
 T₃ = cormo sin dominancia apical + Aserrín + Fosfocompost
 EE = Error estándar

La prueba de comparación Tukey ($\alpha = 0,05$), para los 8 y 15 días después de la siembra, tiene como finalidad de conocer las diferencias de tratamientos en número de raíces del cormo con y sin dominancia apical al cormo, en tres sustratos (Tabla 20). A los 8 días de evaluación se observa con mayor número de raíz del cormo cosechados en el tratamiento T₆ (Cormo con dominancia apical con aserrín + fosfocompost) con promedio de $2,59 \pm 0,06$ raíces, estadísticamente son diferentes a los tratamientos T₃, T₂, T₅, T₄, T₁; en segundo lugar se observa al tratamiento T₃ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + fosfocompost) con promedio de $2,23 \pm 0,06$ raíces, estadísticamente son diferentes a los tratamientos T₂, T₅, T₄, T₁; en tercer lugar, se observa a los tratamientos T₂ (Cormo sin dominancia apical miento con aserrín + roca fosfórica) y T₅ (Cormo con dominancia apical con aserrín + roca fosfórica) con promedios de $1,56 \pm 0,06$ y $1,52 \pm 0,06$ raíces, estadísticamente son iguales, pero diferentes al tratamiento T₄ y T₁; en cuarto lugar, se observa a los tratamiento T₄ (Cormo con dominancia apical con aserrín) con un promedio de $1,33 \pm 0,06$ raíces, estadísticamente es diferente a al tratamientos T₁

(Cormo sin dominancia apical con aserrín) testigo, quien representa el menor número de promedio de raíces de los cormos.

A los 15 días de evaluación se observa con mayor número de raíz del cormo cosechados en el tratamiento T₆ (Cormo con dominancia apical con aserrín + fosfocompost) con promedio de $9,67 \pm 0,24$ raíces, estadísticamente son diferentes a los tratamientos T₅, T₃, T₄, T₂, T₁; en segundo lugar, se observa a los tratamientos T₅ (Cormo con dominancia apical con aserrín + roca fosfórica) y T₃ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + fosfocompost) con promedios de $7,17 \pm 0,24$ y $6,33 \pm 0,24$ raíces, estadísticamente son iguales, pero diferentes al tratamiento T₄, T₂ y T₁, en tercer lugar, se observa a los tratamientos T₄ (Cormo con dominancia apical con aserrín) y T₂ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + roca fosfórica) con promedios de $5,17 \pm 0,24$ y $4,33 \pm 0,24$ raíces, estadísticamente son iguales, pero diferentes al tratamiento T₁ (Cormo sin dominancia apical con aserrín) testigo, quien representa el menor número de promedio de raíces de los cormos.

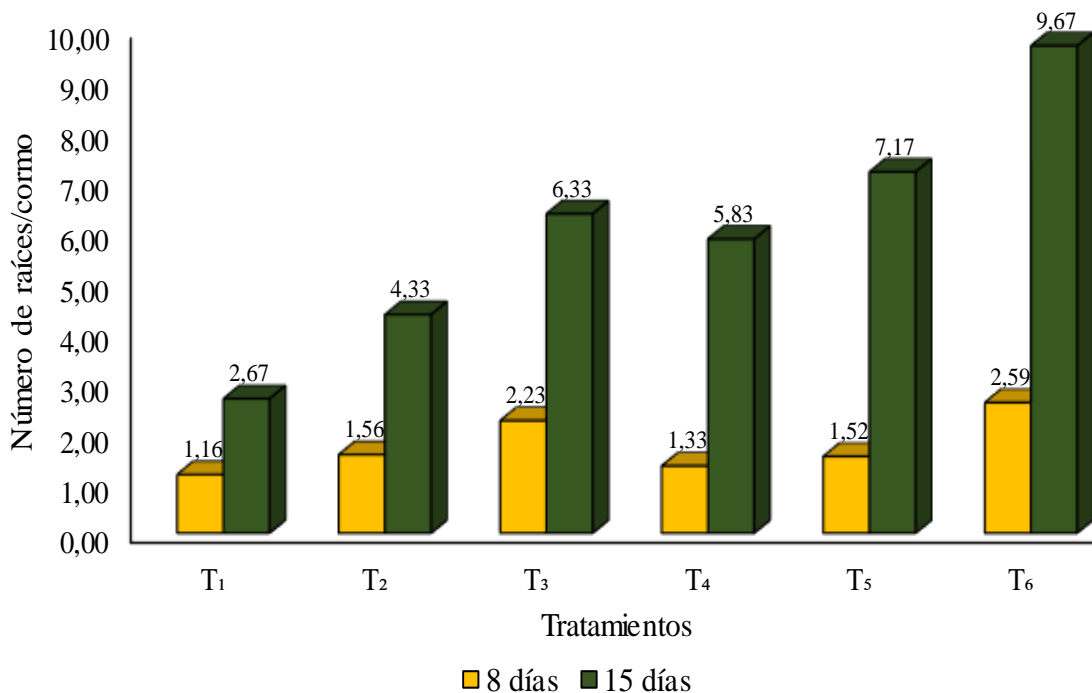


Figura 11. Número de raíz del cormo de los tratamientos evaluados por efecto al cormo, con y sin dominancia, en tres sustratos.

El número de raíces del cormo, realizado a los 8 y 15 días después de la siembra, no evaluándose después debido a que se las raíces eran de mayor tamaño, y al momento de sacar se generaba lesiones. Hasta los 15 días el tratamiento T₆ (Cormo con dominancia apical con aserrín + fosfocompost) presento mayor número raíces, con 9,67 raíces, seguido de T₅

(Cormo con dominancia apical con aserrín + roca fosfórica) con 7,17 raíces, debido que los cormos no contaban con el tratamiento, sin el corte del meristemo apical. El crecimiento y desarrollo de estos cormos continuaron en las camas, con el desarrollo de raíces y meristemo apical, por el contrario, el tratamiento T₃ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + fosfocompost), el tratamiento T₂ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + roca fosfórica), presentan menos raíces, debido que los cormos por eliminar su meristemo apical, se causa una herida, induce al crecimiento de yemas apicales, y producir mayor número de hijos (Herrera y Colonia, 2011). Mientras los cormos con dominancia apical, sin herida y sin activación de yemas apicales, por ende, su desarrollo fue normal. Por ello, que los cormos del tratamiento T₃, T₂ y T₁, por pasar ciertas etapas fisiológicas, hasta los 15 días presentan pocas raíces, a diferencia de los cormos con dominancia apical.

4.9. Análisis de rentabilidad o relación (B/C).

En la tabla 23, se muestra el análisis de rentabilidad o relación (B/C) de los tratamientos en estudio determinados de la producción de hijuelos de banano variedad “Moquicho”, producidos mediante dos tratamientos al cormo en tres sustratos a partir de 36 cormos por tratamiento en estudio, bajo las condiciones de una cámara térmica de 2 x 11 m, a cuatro soles por hijuelo. Los tratamientos que generan mayor utilidad son los tratamientos T₂ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + roca fosfórica) y T₃ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + fosfocompost) con valor 447,00 y 387,00 soles, los cuales genera una rentabilidad o relación (C/B) de 2,55 y 2,50 soles y un índice de rentabilidad de 1,55 y 1,50 soles, es decir que por cada sol invertido se obtuvo un retorno de 1,55 y 1,50 soles.

Señalamos que los tratamientos que fueron sometidos al cormo sin dominancia apical, produjeron hijuelos haciendo un total de 395 hijuelos. En cambio, en los tratamientos que no se han sometido a un tratamiento, no brotó ningún hijuelo, por ello que su rentabilidad o relación (C/B) y un índice de rentabilidad de 0,00 soles, es decir que no hubo retorno de los invertido. La rentabilidad compara los beneficios de una inversión con sus costos y se utiliza en las decisiones de inversión. Una tasa de rendimiento superior a 1 significa que se espera que la inversión genere un rendimiento aceptable, una tasa de rendimiento inferior a 1 significa que se espera que la inversión genere un rendimiento inaceptable (De La Hoz et al., 2008). La determinación del valor actual del tipo de cambio de cada unidad monetaria invertida en un proyecto de inversión también se considera un método de valoración de inversiones (Fernández, 2008).

Tabla 21. Análisis de rentabilidad o relación B/C en la producción de hijuelos de banano variedad “Moquicho”

Trat.	Descripción	S./ Costo de producción/Tratamiento									
		CCT	Sustrato	H	Mant.	C. Total (\$/.)	N° Hijuelo	I. B.	U. (\$/.)	I. R.	B/C
T ₁	Cormo sin dominancia apical con aserrín	93	14	36	100	243	120	600	357	1,47	2,47
T ₂	Cormo sin dominancia apical con aserrín + roca fosfórica	93	59	36	100	288	147	735	447	1,55	2,55
T ₃	Cormo sin dominancia apical con aserrín + fosfocompost	93	29	36	100	258	129	645	387	1,50	2,50
T ₄	Cormo con dominancia apical con aserrín	93	14	36	100	243	0	0	-243	-1,00	0,00
T ₅	Cormo con dominancia apical con aserrín + roca fosfórica	93	59	36	100	288	0	0	-288	-1,00	0,00
T ₆	Cormo con dominancia apical con aserrín + fosfocompost	93	29	36	100	258	0	0	-258	-1,00	0,00

EE = Error estándar

CCT = Costo de Cámara térmica

H = Hijuelo

Mant. = Mantenimiento

T₁ = cormo sin dominancia apical + AserrínT₂ = cormo sin dominancia apical + Aserrín + Roca fosfóricaT₃ = cormo sin dominancia apical + Aserrín + FosfocompostT₄ = cormo con dominancia apical + AserrínT₅ = cormo con dominancia apical + Aserrín + Roca fosfóricaT₆ = cormo con dominancia apical + Aserrín + Fosfocompost

V. CONCLUSIONES

1. El mayor número de hijuelos cosechados para cada unidad experimental se determinó, en el tratamiento T₂ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + roca fosfórica) con promedio del total de hijuelo cosechados de $48,67 \pm 0,82$ hijuelos.
2. Los mejores resultados de altura de hijuelo con $32,62 \pm 0,47$ cm, número de hojas/hijuelo con $3,21 \pm 0,05$ hojas/hijuelo, peso fresco con $56,27 \pm 0,40$ g, peso seco con $11,50 \pm 0,18$ g y volumen radicular de los hijuelos con $6,17 \pm 0,18$ cm³, fue el tratamiento T₃ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + fosfocompost) en los 45, 70, 95 y 120 días de cosechas.
2. La aplicación de aserrín, roca fosfórica y el fosfocompost en la producción de hijuelos de banano variedad “Moquicho” con el tratamiento al cormo bajo las condiciones de una cámara térmica se determinó efectos positivos con la producción de 395 hijuelos con buenas características físicas, químicas y fisiológicas del hijuelo.
4. El mayor rentabilidad o relación (C/B) se determinó en los tratamientos T₂ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + roca fosfórica) y T₃ (Cormo sin dominancia apical con aserrín + fosfocompost) con 2,55 y 2,50 soles y un índice de rentabilidad de 1,55 y 1,50 soles.

V. PROPUESTAS A FUTURO

1. Para obtener mayor cantidad de hijuelos, utilizar cormo sin dominancia apical con los sustratos aserrín + roca fosfórica (2400 g) en cama de 0,45 m x 1 m de largo x 0,15 m de altura, manejado en cámara térmica, por haber obtenido mayor cantidad de hijuelos con B/C de 1,55 de índice de rentabilidad.
2. Repetir el experimento en la cámara térmica con diferentes tamaños de cormos sin dominancia apical con aplicación de otros tipos de abonos agrícolas y/o fertilizantes.
3. Usar el fosfocompost, para obtener hijuelos con características de calidad, ya que mejora la actividad microbiana y aporta nutrientes para el buen crecimiento y desarrollo de los hijuelos.
4. Para lugares lejanos se recomienda cormos de 500g de fácil transporte en difíciles accesos y de allí la obtención de hijuelos de buena calidad.

VI. REFERENCIAS

- Abonos Agrícolas (s.f). *Manual de enmienda para aplicación de roca fosfórica*.
<https://abonosconagricola.com/PDF/DOCUMENTOS-PAGINA-WEB/ASESORIA-TECNICA/Manual-Roca-Fosforica.pdf>
- Aguilar, M., Reyes, G. y Acuña, M. (2004). *Métodos alternativos de propagación de semilla agámica de plátano (Musa sp.)* (Guía técnica n° 1). Universidad Nacional Agraria.
<https://repositorio.una.edu.ni/2406/>
- Agrosecchura. (2018). *Roca fosfórica*. <https://ec.all.biz/roca-fosforica-g12722>
- Alcívar, K. D. y Tuarez, F. A. (2021). *Macropropagación del plátano en cámara térmica en función del tamaño de cormo, bencilaminopúrina y tipo de plástico*. [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. Repositorio de la ESPAM. <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1553/1/TTA37D.pdf>
- Álvarez, E., Ceballos, G., Gañan. L., Rodríguez, D., Gonzáles., S. y Pantoja. A. (2013). *Producción de material de 'siembra' limpio en el manejo de las enfermedades limitantes del plátano*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
https://www.researchgate.net/publication/261097548_Produccion_de_material_de_siembra_limpio_en_el_manejo_de_las_enfermedades_limitantes_del_platano
- Alarcón, J. (2017). *Diferentes dosis del ácido indol butírico en la propagación de plátano variedad bellaco (Musa balbisiana Colla) en condiciones de invernadero*. [Tesis de Pregrado, Universidad Tecnológica de los Andes]. Repositorio UTEA
<https://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/89>
- Bachenheimer, H. (2009). *Cultivo del plátano. Programa de desarrollo del cultivo de plátano*.
<https://docplayer.es/10884234-Programa-de-desarrollo-del-cultivo-de-platano-proyecto-de-desarrollo-de-la-cadena-de-valor-y-conglomerado-agricola.html>
- Borrero, C. A. (2022). *Abonos orgánicos. La agricultura convencional agroquímica se basa en la dependencia del Agricultor en tecnologías industrializadas que requieren alta inversión de dinero*. https://www.infoagro.com/documentos/abonos_organicos.asp

- Carrasco, C. (2020). *Evaluación de técnicas de multiplicación en la propagación rápida de hijuelos de plátano (Musa paradisiaca L.) de la variedad inguiri y bellaco hartón en Tingo María*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS. https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1789/TS_CJPCS_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Castro, L. N. y Melgar, R. J. (2005). *Fosfatos - capítulo III*. <https://www.unsam.edu.ar/publicaciones/tapas/cyted/parte2.pdf>
- Cedeño, G., Soplín, H., Helfgott, S., Cedeño, G. y Sotomayor, I. (2016). Aplicación de biorreguladores para la macro-propagación del banano cv. Williams en cámara térmica. *Agronomía Mesoamericana*, 27(2), 397-408. <https://www.redalyc.org/journal/437/43745945017/html/>
- Chien, S.H., Prochnow, L.I. y Cantarella, H. (2009). Uso agronómico de la roca fosfórica para aplicación directa. *Informaciones Agronómicas*, 1, 13-16. [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/2522CCE2CA1D9D5A8525799E0055DD0D/\\$FILE/Uso%20agron%C3%B3mico%20de%20la%20roca%20fosf%C3%B3rica%20para%20aplicaci%C3%B3n%20directa.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/2522CCE2CA1D9D5A8525799E0055DD0D/$FILE/Uso%20agron%C3%B3mico%20de%20la%20roca%20fosf%C3%B3rica%20para%20aplicaci%C3%B3n%20directa.pdf)
- Coto, J. (2009). *Guía para multiplicación rápida de cormos de plátano y banano*. (2ª ed.). FHIA. http://www.fhia.org.hn/downloads/proteccion_veg_pdfs/multiplicacion_rapida_de_cormos_de_platano_y_banano.pdf
- Chate, J. C. (2021). *Efecto de un enraizante en la producción de hijuelos de dos cultivares de plátano en cámara térmica mapresa-luyando*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS. https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/2073/TS_JCCH_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Choque, G. F. (2013). *Influencia de la edad del corno de plátano (Musa spp.) de la variedad dominico (aab) en la propagación rápida con diferentes técnicas de multiplicación en fase de vivero en la estación experimental de sapecho - la paz*. [Tesis de Pregrado, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio UMSA. <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/4157/T-1895.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cubas, M. M. (2019). *Cámara térmica para la producción de hijuelos de calidad de banano Musa paradisiaca en el Distrito de Chiclayo*. [Tesis de Pregrado, Universidad César

Vallejo]. Repositorio UCV. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/36825/Cubas_PMM.pdf?sequence=1&isAllowed=y

De La Hoz, B., Ferrer, M. A. y De La Hoz, A. (2008). Indicadores de rentabilidad: herramientas para la toma de decisiones financieras en hoteles de categoría media ubicados en Maracaibo. *Revista de Ciencias Sociales*, 14(1). 88-109. http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1315-95182008000100008&script=sci_abstract

Esquivel, G. (s.f). *Nutrientes esenciales para la planta*. DROKASA. http://drokasa.pe/application/webroot/imgs/notas/Nutrientes_Esenciales_para_las_Plantas.pdf

Fosyeiki. (2021). *Fertilizantes Fosfatados – Roca fosfórica de Bayóvar*. <http://www.fosyeiki.pe/>

Fernández, P. (2008). *Métodos de valoración de empresas*. Universidad de Navarra <https://media.iese.edu/research/pdfs/DI-0771.pdf>

Galán, V., Rangel, A., Lopez, J., Perez., J. B. Sandoval, J., Souza, H. (2017). Propagación del banano: técnicas tradicionales, nuevas tecnologías e innovaciones. *Revista brasileira de fruticultura* 40(2), 1-22. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452018574>

Herrera, M; Colonia, L. (2011). *Manejo integrado del cultivo de plátano*. https://www.agrobanco.com.pe/pdfs/capacitacionesproductores/Platano/manejo_integrado_del_cultivo_de_platano.pdf

Holdridge, L. 1978. *Ecología Basada en Zonas de Vida*. M. de la Cruz (ed.), H. Jiménez (trad.) <https://repositorio.iica.int/handle/11324/7936>

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). *Panorama Económico Departamental enero 2018* (Informe técnico n° 3). [INEI]. <https://www.gob.pe/institucion/inei/informes-publicaciones/3021391-peru-panorama-economico-departamental-n-03-marzo-2018>

Landaverde, R. A. (2006). *El cultivo del plátano*. Engormix. <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/cultivo-platano-t26409.htm>

Limachai, P. A. (2014). *Producción de hijuelos de plátano, en cámara térmica*. <http://paljhijuelos.blogspot.com/>

- López, O. R. (2002). *Manual de producción de plátano basado en la experiencia de Zamorano* [Tesis de Pregrado, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano]. Repositorio Zamorano <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/133d25cb-68d9-455a-911f-9005b9f607e4/content>
- Mendieta, J. E. (2020). *Respuesta de plantas multiplicadas en cámaras térmicas de diferentes tipos de corno para el establecimiento del cultivo de plátano (Musa AAB)*. [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica Estatal De Quevedo]. Repositorio UTEQ. <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/c64d513d-70fb-44f7-ae00-f9d6dfbb06eb>
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2022). *Guía general para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de inversión*. [MEF]. https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/Metodologias_Generales_PI/GUIA_EX_ANTE_InviertePe.pdf
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2014). *El banano peruano. Tendencias de la producción y el comercio e la producción y el comercio del banano en el mercado del banano en el mercado*. [MIDAGRI]. <https://bibliotecavirtual.midagri.gob.pe/index.php/analisis-economicos/estudios/2014/22-el-banano-peruano/file>
- Ordinola, M. (2022). *Abonos orgánicos, módulo de formación técnico productiva*. <http://www.cipca.pe/wp-content/uploads/2022/06/AbonosOrganicosv1.pdf>
- Ozambela, L. (2017). *Efecto de tres enraizantes sintéticos en la producción de hijuelos de plátano (Musa paradisiaca L.) bajo condiciones de la cámara térmica*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.14292/2073>
- Palencia, G.; Gómez, R., y Martín, J. (2006). *Manejo sostenible del cultivo del plátano*. L.M. Calle (ed.) CORPOICA. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/12888>
- Pimentel, G. (1990). *Curso de estadística experimental*. (13ª ed.). <https://es.scribd.com/document/385254016/Curso-De-Estadistica-Experimental>
- Quispe, A. (2019). *Propagación del banano gross michel con diferentes técnicas de multiplicación en vivero en belemkata distrito de echarati – la convención- cusco* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad Del Cusco]. Repositorio

UNSAAC. https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/4188/253T20190310_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rimache, M. (2008). *Cultivo de Plátano y banano*. (1ª ed.). Editorial Macro

Robinson, J. C. y Galán, V. (2011). *Plátanos y Bananas*. (2ª ed.). CAB INTERNACIONAL, Wallingford, UK.

Sabio, C. Salgado, C. Salgado, V. Sáenz, V. (2001). *Manual del cultivo de banano*. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/b2940530-4907-4d2f-bd02-bcd9d61c43b8/content>

Santiago, E. U. (2011). *Influencia del peso del corno a la cosecha de frutos en el cultivar de banano isla (Musa paradisiaca L.)*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Cristobal De Huamanga]. Repositorio UNSCH. http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/1919/1/ TESIS%20AG920_San.pdf

Santisteban, H. [Enrique Castañeda Tuesta] (2012). “*Cámara Térmica: Producción de Hijuelos de Plátano* [Video]. <https://www.youtube.com/watch?v=mSTlt2m7XkY>

Sociedad Española de Productos Húmicos (11 de diciembre de 2009). *Bananos exóticos: Preparación de los suelos de cultivo, fertilización, bioestimulación de crecimiento y de defensas del “banano manzano” ecológico* (Boletín informativo n° 039). Noticia SEPHU. [SEPHU]. https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/81972/039---11.12.09---Bananos-Exo--769-ticos.pdf

Soto, M. (2014). *Bananos I: conceptos básicos*. (1ª ed.). Universidad Tecnológica de Costa Rica. <https://ebooks.tec.ac.cr/product/bananos-i-conceptos-bsicos>

Torres, S. (2012). *Guía práctica para el manejo de banano orgánico en el Valle del Chira*. https://rincondemaestros.com/wp-content/uploads/2018/12/manual_banano.pdf

Velásquez, M. (2012). *Caracterización fisicoquímica de la harina de plátano verde (Musa acuminata AA y Musa acuminata AAA) y su enriquecimiento, para la elaboración de panes cachitos*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS. <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/265/FIA-186.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Zapata, F. Y Roy, N. R. (ed.) (2007). Utilización de las rocas fosfóricas para una agricultura sostenible (Boletín n° 13). FAO/OIEA. <https://www.fao.org/3/y5053s/y5053s00.pdf>

ANEXOS

Tabla 22. Evaluación de número de hijuelos cosechados en los diferentes tratamientos

Cormo con y sin dominancia apical				
Trat.	1ra cosecha	2da cosecha	3ra cosecha	4ta cosecha
T₁	11,000	12,0000	11,000	7,000
T₁	12,000	10,0000	9,000	6,000
T₁	12,000	12,0000	10,000	7,000
T₂	11,000	12,0000	12,000	9,000
T₂	12,000	13,0000	12,000	8,000
T₂	11,000	12,0000	11,000	7,000
T₃	12,000	13,0000	13,000	9,000
T₃	13,000	15,0000	13,000	9,000
T₃	12,000	14,0000	13,000	10,000
T₄	00,000	00,000	00,000	00,000
T₄	00,000	00,000	00,000	00,000
T₄	00,000	00,000	00,000	00,000
T₅	00,000	00,000	00,000	00,000
T₅	00,000	00,000	00,000	00,000
T₅	00,000	00,000	00,000	00,000
T₆	00,000	00,000	00,000	00,000
T₆	00,000	00,000	00,000	00,000
T₆	00,000	00,000	00,000	00,000

Tabla 23. Evaluación de altura de hijuelos en los diferentes tratamientos

Cormo con y sin dominancia apical				
Trat.	1ra cosecha	2da cosecha	3ra cosecha	4ta cosecha
T₁	27,250	22,944	22,818	18,25
T₁	27,375	21,500	23,909	19,33
T₁	26,375	22,833	23,417	18,90
T₂	27,864	22,925	25,364	20,25
T₂	28,955	20,455	25,556	20,50
T₂	28,227	23,727	24,900	19,60
T₃	33,625	24,773	28,400	22,25
T₃	30,500	25,182	26,400	20,60
T₃	33,727	23,375	26,100	21,50
T₄	00,000	00,000	00,000	00,000
T₄	00,000	00,000	00,000	00,000
T₄	00,000	00,000	00,000	00,000
T₅	00,000	00,000	00,000	00,000
T₅	00,000	00,000	00,000	00,000
T₅	00,000	00,000	00,000	00,000
T₆	00,000	00,000	00,000	00,000
T₆	00,000	00,000	00,000	00,000
T₆	00,000	00,000	00,000	00,000

Tabla 24. Evaluación de diámetro de hijuelos en los diferentes tratamientos

Cormo con y sin dominancia apical				
Trat.	1ra cosecha	2da cosecha	3ra cosecha	4ta cosecha
T₁	17,280	15,239	15,663	12,669
T₁	16,093	14,415	15,348	12,302
T₁	16,434	14,688	16,164	13,435
T₂	15,782	14,568	16,067	13,436
T₂	16,807	14,308	16,272	13,134
T₂	16,112	15,907	16,269	14,367
T₃	17,635	14,926	15,913	14,619
T₃	16,602	14,708	16,600	13,868
T₃	16,474	15,617	16,771	13,005
T₄	00,000	00,000	00,000	00,000
T₄	00,000	00,000	00,000	00,000
T₄	00,000	00,000	00,000	00,000
T₅	00,000	00,000	00,000	00,000
T₅	00,000	00,000	00,000	00,000
T₅	00,000	00,000	00,000	00,000
T₆	00,000	00,000	00,000	00,000
T₆	00,000	00,000	00,000	00,000
T₆	00,000	00,000	00,000	00,000

Tabla 25. Evaluación de número de hojas/hijuelos en los diferentes tratamientos

Cormo con y sin dominancia apical				
Trat.	1ra cosecha	2da cosecha	3ra cosecha	4ta cosecha
T₁	2,409	1,955	3,091	2,750
T₁	2,455	1,909	2,818	2,800
T₁	2,455	1,917	2,909	2,800
T₂	2,400	2,150	2,800	2,750
T₂	2,455	2,167	2,813	2,667
T₂	2,444	2,182	2,944	2,800
T₃	2,800	2,375	3,318	2,714
T₃	2,667	2,364	3,100	2,800
T₃	2,700	2,364	3,200	2,833
T₄	00,000	00,000	00,000	00,000
T₄	00,000	00,000	00,000	00,000
T₄	00,000	00,000	00,000	00,000
T₅	00,000	00,000	00,000	00,000
T₅	00,000	00,000	00,000	00,000
T₅	00,000	00,000	00,000	00,000
T₆	00,000	00,000	00,000	00,000
T₆	00,000	00,000	00,000	00,000
T₆	00,000	00,000	00,000	00,000

Tabla 26. Evaluación de peso fresco de hijuelos en los diferentes tratamientos

Cormo con y sin dominancia apical				
Trat.	1ra cosecha	2da cosecha	3ra cosecha	4ta cosecha
T₁	53,727	34,227	43,917	28,750
T₁	51,136	37,273	41,364	27,000
T₁	52,500	37,667	41,636	29,300
T₂	54,700	41,444	45,100	30,500
T₂	54,455	40,182	47,889	30,400
T₂	54,111	39,583	45,444	31,167
T₃	56,900	45,130	48,333	32,375
T₃	55,083	44,000	47,500	30,667
T₃	56,818	49,364	49,600	30,700
T₄	00,000	00,000	00,000	00,000
T₄	00,000	00,000	00,000	00,000
T₄	00,000	00,000	00,000	00,000
T₅	00,000	00,000	00,000	00,000
T₅	00,000	00,000	00,000	00,000
T₅	00,000	00,000	00,000	00,000
T₆	00,000	00,000	00,000	00,000
T₆	00,000	00,000	00,000	00,000
T₆	00,000	00,000	00,000	00,000

Tabla 27. Evaluación de peso seco y volumen radicular de hijuelos en los diferentes tratamientos

Peso seco		Volumen de raíz	
Cormo	4ta cosecha	Cormo	4ta cosecha
T₁	19,0	T₁	1,0
T₁	17,0	T₁	1,0
T₁	18,0	T₁	1,0
T₂	20,0	T₂	2,0
T₂	20,0	T₂	2,5
T₂	21,0	T₂	3,0
T₃	24,0	T₃	6,5
T₃	22,0	T₃	5,5
T₃	23,0	T₃	6,5
T₄	0,0	T₄	0,0
T₄	0,0	T₄	0,0
T₄	0,0	T₄	0,0
T₅	0,0	T₅	0,0
T₅	0,0	T₅	0,0
T₅	0,0	T₅	0,0
T₆	0,0	T₆	0,0
T₆	0,0	T₆	0,0
T₆	0,0	T₆	0,0

Tabla 28. Evaluación de número de raíces de los cormos en los diferentes tratamientos

Cormo con y sin dominancia apical		
Tratamientos	8 días	15 días
T₁	1,00	2,50
T₁	1,29	2,50
T₁	1,20	3,00
T₂	1,67	4,50
T₂	1,50	4,00
T₂	1,50	4,50
T₃	2,25	6,00
T₃	2,20	6,50
T₃	2,25	6,50
T₄	1,33	5,50
T₄	1,33	5,00
T₄	1,33	5,00
T₅	1,50	7,50
T₅	1,40	7,00
T₅	1,67	7,00
T₆	2,60	9,50
T₆	2,67	10,50
T₆	2,50	9,00



Figura 12. Parcela de plátano del Ing. Credo Valdivia Clodoaldo.



Figura 13. Selección de cormos a partir de hijos de espada.



Figura 14. Desinfección de los cormos.

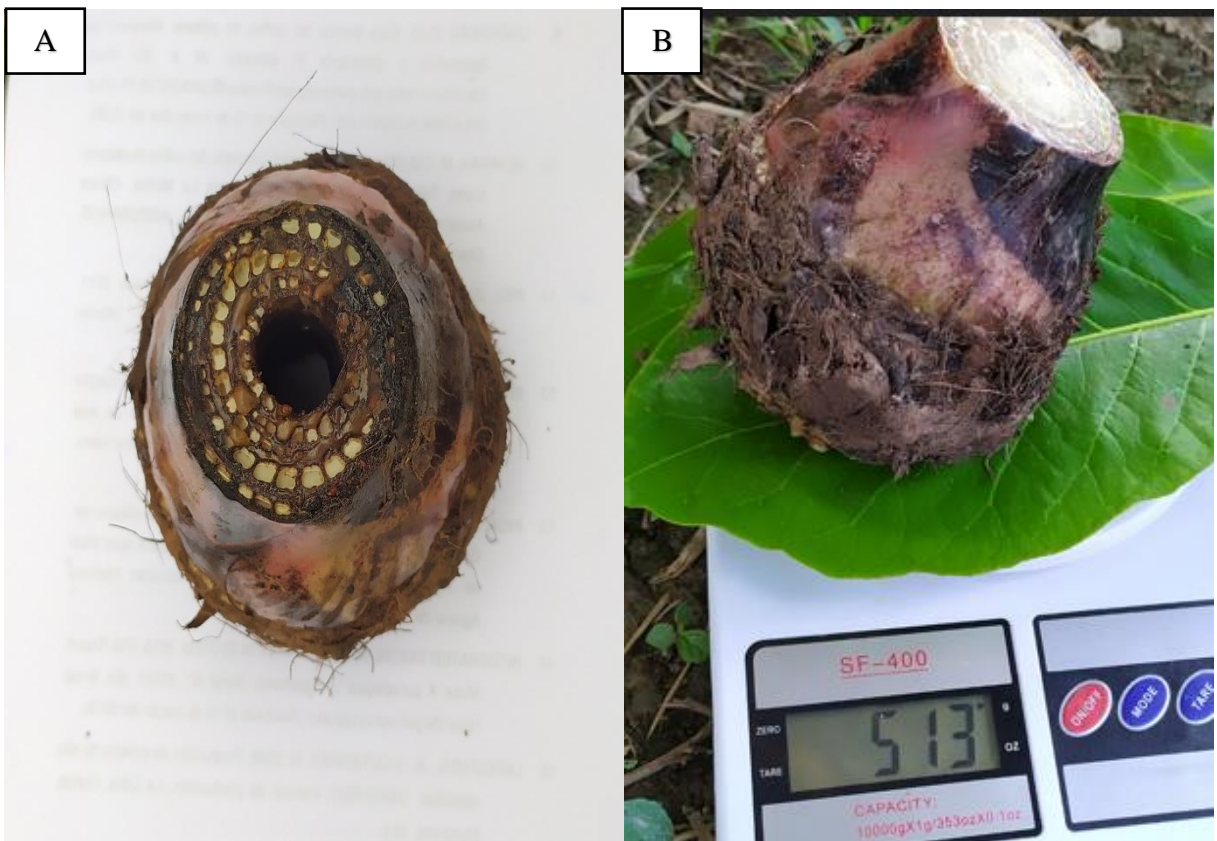


Figura 15. Tipos de cormos, A: Cormo sin dominancia apical y B: cormo con dominancia apical.



Figura 16. Construcción de la cámara térmica.



Figura 17. Construcción de las camas de los tratamientos.



Figura 18. El abono orgánico, fosfocompost.



Figura 19. Pesado y mezclado de la roca fosfórica.



Figura 20. Área experimental preparado.



Figura 21. Sembrado de cormos.



Figura 22. Medición de altura.



Figura 23. Medición de diámetro.



Figura 24. Cosecha de hijuelos.

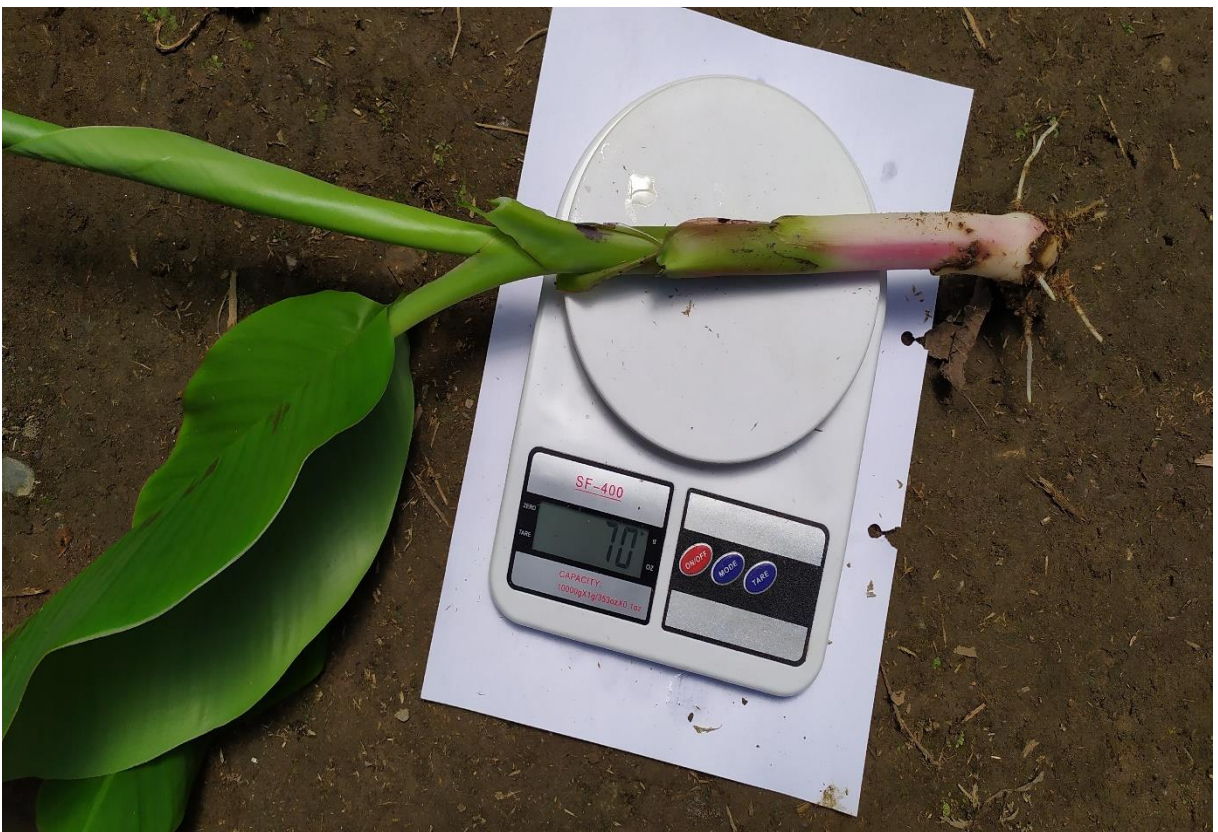


Figura 25. Peso fresco de los hijuelos.



Figura 26. Evaluación del número de raíces de los cormos con dominancia apical.



Figura 27. Evaluación del número de raíces de los cormos sin dominancia apical.



Figura 28. Área experimental en producción de hijuelos.

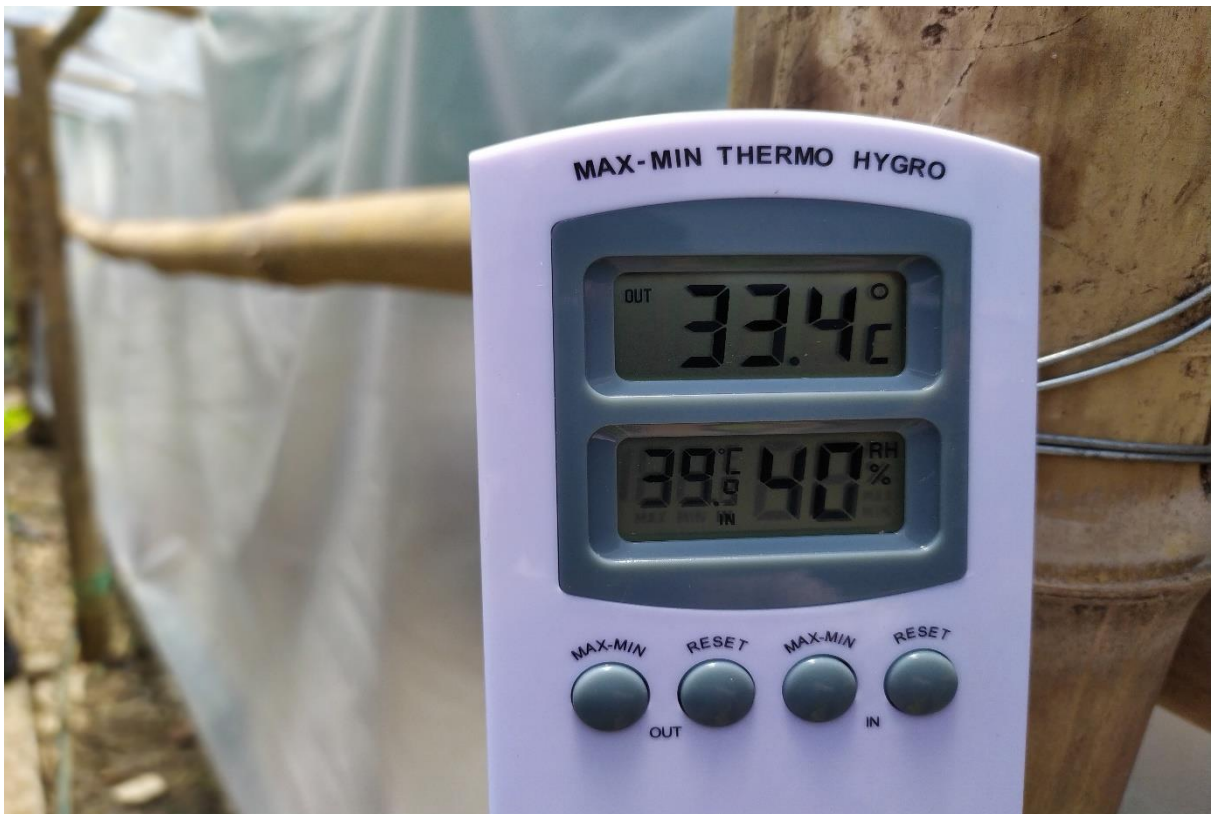


Figura 29. Medición de temperatura con el termohigrómetro.



Figura 30. Peso fresco y peso seco de los hijuelos.



Figura 31. Evaluación del volumen de raíz.



Figura 32. Visita de los jurados: M. Sc. Fausto Silva Cárdenas y del Ing. Carlos Miguel Miranda Armas.



Figura 33. Hijuelos cosechados del tratamiento T₃ (Cormo sin dominancia apical + aserrín + fosfocompost).

CREDO VALDIVIA CLODOALDO		R.U.C. 10230168496	
AGRONOMO		RECIBO POR HONORARIOS ELECTRÓNICO	
AV. ANCASH NRO. 113 CAS. ALTO PENDECIA HUANUCO - LEONCIO PRADO - DANIEL ALOMIA ROBLES		Nro: E001-4	
TELÉFONO: -			
Recibí de UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA			
Identificado con RUC Número 20172356720			
Domiciliado en CAR. CENTRAL KM. 1.21 HUANUCO - LEONCIO PRADO - RUPA-RUPA			
La suma de DOSCIENTOS CINCUENTA Y 00/100 SOLES			
Por concepto de SERVICIO DE EXTRACCIÓN, PREPARACIÓN Y HABILITADO DE CORMOS DE BABY BANANO MOQUICHO			
Observación -			
Inciso "A" DEL ARTÍCULO 33 DE LA LEY DEL IMPUESTO A LA RENTA			
Fecha de emisión 20 de Enero del 2021			
Total por Honorarios	:	250.00	
Retención (8 %) IR	:	(0.00)	
Total Neto Recibido	:	250.00 SOLES	

Figura 34. Comprobante de compra de los hijuelos orgánicos.



Universidad Nacional Agraria de la Selva
Facultad de Agronomía
Laboratorio de Fitopatología



Carretera Central km 1.21 Tingo María Telef. (062)561136 Fax (062)561156

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

DIAGNOSTICO FITOPATOLOGICO

Solicitante: Daza Ponce Hernán Anayo
 Muestra: Hojas con síntomas de manchas foliares
 Numero de Muestras: 8 hojas
 Variedad: Moquicho
 Edad: 1 año
 Procedencia: Vivero, Pendencia Alto (Ing. Clodoaldo)
 Referencia: Recibo N° 001-0624034

RESULTADO DEL DIAGNOSTICO

Realizado el diagnostico de las muestras se reporta la presencia de los siguientes géneros de hongos:

Cladosporium con una prevalencia del 100%
Chloridium con una prevalencia del 80%
Deigtoniella con una prevalencia del 40%

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los tres géneros de hongos encontrados son reportados como patógenos foliares de plátano, sin embargo, no son importantes desde el punto de vista epidémico bajo condiciones de un desarrollo de las plantas. Estos géneros se presentan mayormente en plantas que puedan estar pasando o pasado algún tipo de estrés (nutricional, daño en el sistema radicular, falta exceso de agua). En consecuencia, se recomienda descartar la posibilidad de un estrés a consecuencia de falta de nutrientes. Si esta fuera la razón aplicar abonos foliares en mezcla con algas marinas. No se sugiere la aplicación de fungicidas por no ser la causa principal del problema.

Es todo cuanto informo a usted.

Atentamente,

Oscar Cabezas Huayllas
 Jefe del Laboratorio de Fitopatología

Figura 35. El diagnóstico fitopatológico de las hojas de los hijuelos.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología
 Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - Celular 944407531
 analisisdesuelos@hotm.com



ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:		DAZA PONCE HERNAN ANAYO							PROCEDENCIA			NARANJILLO - LUYANDO - LEONCIO PRADO - HUANUCO						
DATOS DE LA MUESTRA		PH 1:2	CE 1:1 mS/cm	ANALISIS PROXIMAL				RESULTADOS EN BASE SECA										
				Humedad Hd (%)	EN BASE HUMEDA		EN BASE SECA		PORCENTAJE (%)					PARTES POR MILLON (ppm)				
Código	Tipo				Materia Organica (%)	Cenizas (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm
M 056	COMPOST	8.17	25.26	11.92	27.76	60.92	31.91	68.69	1.66	4.995	14.249	1.535	0.390	3.478	16	1013	973	869
M 057	ASERRIN	---	---	69.17	29.65	1.18	98.19	3.81	0.90	0.247	0.526	0.085	1.390	0.097	17	11	10	28

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
 TINGO MARIA, 03 DE MARZO 2021
 RECIBO N° 0622622

VND. VALOR NO DETECTABLE

Laboratorio de Análisis de Suelos
 IEF



Figura 36. Análisis químico inicial de los sustratos, fosfocompost y aserrín.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología

Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - Celular 944407531

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:		DAZA PONCE HERNAN ANAYO	PROCEDENCIA	NARANJILLO - LUYANDO - LEONCIO PRADO - HUANUCO
DATOS DE LA MUESTRA				
Código	Tipo	P₂O₅ (%)		
M 038	ROCA FOSFORICA	15.11		

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
TINGO MARIA, 03 DE MARZO 2021
RECIBO N° 0622323


 Luis C. Mansilla Miranda
 JEFE



Figura 37. Análisis químico de la roca fosfórica.