

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**TESIS:**

**Dosis de *Trichoderma* y Microorganismos Eficaces en el  
crecimiento de plantones injertados en tres clones de cacao  
(*Theobroma cacao* L.), 550 msnm, Unión Asháninka, Cusco, 2023**

Para optar el título profesional de:  
**INGENIERA AGRÓNOMA**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. Melissa ZARATE LAZO**

**ASESOR:**

**Mtro. Juan Aníbal GALINDO GALINDO**

**AYACUCHO - PERÚ**

**2024**

## **DEDICATORIA**

*En primer lugar, a Dios el todopoderoso, que todo lo ve, escucha y siente; y que estuvo acompañándome día y noche, hasta estos momentos de mi vida que vio mi lucha hasta alcanzar estos sueños.*

*A mis padres Santiago Zarate Saravia, Lidia Lazo Barboza y a mis hermanos Luz Danny y Dick Fran Zarate Lazo por su apoyo, confianza, constante lucha para sacarme adelante y haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, que son testigos de mis logros, caídas, noches de insomnio, pero sobre todo sobre mi perseverancia por salir adelante a pesar de las falencias.*

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, segunda universidad fundada en el Perú (1677) y a la Facultad de Ciencias Agrarias por haberme brindado la oportunidad y espacio en mi formación personal y profesional.

A los docentes de la Escuela Profesional de Agronomía por brindarme la educación, formación, y preparación para llegar a ser un buen profesional.

Al Mtro. Ing. Juan Aníbal Galindo Galindo, docente de la Escuela profesional de Ingeniería Agroforestal gestos y asesor en el proceso de ejecución y culminación del presente proyecto de tesis.

A mis queridos padres, Lidia y Santiago, y a mis hermanos: con doto mi corazón, quiero expresar mi más profundo agradecimiento por el apoyo incondicional que han brindado a lo largo de este camino. Sus palabras de aliento, sacrificio, y ejemplo de esfuerzo constante han sido la base sobre la que he construido este logro.

A la municipalidad Distrital de Unión Asháninka por el apoyo brindado durante la elaboración de la investigación. Su valiosa colaboración, facilitando recursos e información, ha sido fundamental para llevar a cabo este trabajo de investigación, que busca aportar desarrollo a nuestra comunidad y visibilizar la riqueza cultural y agrícola de nuestro Distrito.

A Dios por darme la fuerza, quien me ha guiado y me ha dado la fortaleza para continuar en este proceso de obtener uno de mis anhelos más deseados.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
AGRADECIMIENTO .....	iii
ÍNDICE GENERAL .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	viii
RESUMEN .....	ix
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I .....	4
MARCO TEÓRICO .....	4
1.1. Antecedentes de la investigación .....	4
1.2. Cultivo de cacao, origen y generalidades .....	6
1.3. Taxonomía.....	7
1.4. Descripción botánica .....	7
1.5. Variedades y clones .....	10
1.6. Requerimiento edafoclimático .....	11
1.8. Enfermedades importantes .....	12
1.9. Injerto .....	13
1.10. Tipos de injertos más empleados.....	14
1.11. Trichoderma .....	16
1.12. Aplicaciones de Trichoderma en agricultura.....	17
1.13. Microorganismos eficaces (EM) .....	18
1.14. Aplicaciones y funciones de EM en agricultura.....	18
1.15. Descripción del problema y justificación .....	19
CAPÍTULO II .....	21
METODOLOGÍA .....	21
2.1. Información general del campo experimental .....	21
2.1.1. Ubicación .....	21
2.1.2. Ubicación política .....	21
2.1.3. Ubicación geográfica .....	21
2.2. Condiciones meteorológicas.....	23
2.3. Antecedentes y condiciones del terreno .....	25
2.3.1. Preparación del sustrato .....	25
2.3.2. Embolsado del sustrato .....	25

2.3.3.	<i>Tratamiento pregerminativo de la semilla de cacao</i> .....	25
2.3.4.	<i>Repique</i> .....	25
2.3.5.	<i>Cuidados agronómicos del plantón (patrón)</i> .....	25
2.3.6.	<i>Extracción de varas yemeras</i> .....	26
2.4.	Diseño metodológico.....	27
2.4.1.	<i>Datos de la investigación</i> .....	27
2.4.2.	<i>Material biológico</i> .....	27
2.4.3.	<i>VARIABLES</i> .....	27
2.5.	Método procedimental.....	28
2.5.1.	<i>Diseño experimental</i> .....	28
2.5.2.	<i>Análisis estadístico</i> .....	29
2.6.	Instalación y conducción del cultivo.....	29
2.6.1.	<i>Propagación de portainjerto</i> .....	29
2.6.2.	<i>Obtención de varas yemeras</i> .....	30
2.6.3.	<i>Injerto</i> .....	30
2.6.4.	<i>Aplicación de los activadores</i> .....	30
2.6.5.	<i>Mantenimiento del injerto</i> .....	31
2.7.	Evaluaciones de variables.....	31
2.7.1.	<i>Prendimiento de la planta</i> .....	31
2.7.2.	<i>Número de hojas por planta</i> .....	31
2.7.3.	<i>Altura de la planta</i> .....	31
2.7.4.	<i>Diámetro de esqueje de la planta</i> .....	31
2.7.5.	<i>Materia seca de la planta</i> .....	31
	CAPÍTULO III.....	33
	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
3.1.	Variables de prendimiento.....	33
3.2.	Variables de diámetro del tallo.....	35
3.3.	Variable de altura de la planta.....	36
3.4.	Variable número de hojas por planta (und).....	39
3.5.	Variables de materia seca.....	41
	CONCLUSIONES.....	43
	RECOMENDACIONES.....	44
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
	ANEXOS.....	51

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 2.1.</b> Datos meteorológicos .....	23
<b>Tabla 2.2.</b> Resultados de caracterización del sustrato .....	26
<b>Tabla 2.3.</b> Operacionalización de los variables e indicadores .....	27
<b>Tabla 2.4.</b> Tratamientos aplicados en la investigación .....	28
<b>Tabla 2.5.</b> Características de las unidades experimentales .....	29
<b>Tabla 3.1.</b> Análisis de varianza del prendimiento .....	33
<b>Tabla 3.2.</b> Análisis de varianza del diámetro del tallo .....	35
<b>Tabla 3.3.</b> Análisis de varianza de la altura del plantón .....	36
<b>Tabla 3.4.</b> Análisis de varianza del número de hojas .....	39
<b>Tabla 3.5.</b> Análisis de varianza de la materia seca.....	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.1.</b> Morfología del <i>Theobroma cacao</i> L.....	9
<b>Figura 1.2.</b> Carateristicas del <i>Theobroma cacao</i> L. ....	9
<b>Figura 1.3.</b> Ilustracion del injerto tipo púa.....	15
<b>Figura 1.4.</b> Ilustracion del injerto tipo chip.....	16
<b>Figura 2.1.</b> Ubicación del trabajo de investigación.....	22
<b>Figura 2.2.</b> Datos meteorológicos .....	24
<b>Figura 2.3.</b> Esquema del diseño experimental .....	29
<b>Figura 3.1.</b> Prueba tukey de la evaluación del prendimiento .....	34
<b>Figura 3.2.</b> Prueba tukey de la evaluación del diámetro del tallo .....	35
<b>Figura 3.3.</b> Prueba tukey de la evaluación de altura del plantón .....	37
<b>Figura 3.4.</b> Prueba tukey de la evaluación del número de hojas.....	40
<b>Figura 3.5.</b> Prueba tukey de la evaluación de la materia seca.....	42

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
<b>Anexo 1.</b> Análisis de sustrato .....	52
<b>Anexo 2.</b> Panel de fotografías.....	53
<b>Anexo 3.</b> Prendimiento (días) .....	64
<b>Anexo 4.</b> Diámetro de tallo (mm).....	65
<b>Anexo 5.</b> Altura de planta (cm). .....	70
<b>Anexo 6.</b> Materia seca (gr). .....	67
<b>Anexo 7.</b> Numero de hojas por planta (und). .....	68

## RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en el vivero de la municipalidad distrital de Unión Asháninka a 550 msnm, provincia la Convención, región Cusco, periodo diciembre 2023 a marzo del 2024, con el objetivo de determinar la influencia de la aplicación de dosis de *Trichoderma* y Microorganismos eficaces (EM) en el crecimiento de plántones injertados en tres clones de cacao (*Theobroma cacao* L.). El diseño experimental utilizado es el Diseño Bloques Completos al Azar (DBCA) con arreglo factorial 3C x 5A (C: clones de cacao y A: activadores), con 15 tratamientos, 3 repeticiones, 45 Unidades Experimentales (UE), cada UE fue representado por 9 plántones de cacao. Los factores estudiados fueron: variedades de cacao (CCN-51, VRAE-99, Villa Vista) y Activadores (EM y TH en diferentes dosis). El análisis estadístico consistió en el análisis de variancia y prueba de contraste Tukey (0.05). Los efectos de la dosis de *Trichoderma* y Microorganismos Eficientes en el crecimiento, el mayor prendimiento y número de hojas de plántones injertados de cacao (*Theobroma cacao* L.) se obtuvo aplicando la dosis de 20% Microorganismos eficientes (EM) y 100% de *Trichoderma* (TH) más 10% (EM) y 80% de (TH), donde las variedades de cacao Villa Vista y CCN-51 son estadísticamente superiores al VRAE-99. No existe diferencia en diámetro y altura de los plántones. La aplicación de activadores para número de hojas de (10%EM+80%TH) supera estadísticamente al resto de las aplicaciones con 21.75 unidades seguido de la aplicación de (10%EM+100%TH) con 19.67 unidades. En materia seca todos los activadores son estadísticamente superiores al testigo, pero sin diferencia estadística entre ellas, numéricamente la aplicación de (10EM%+80%TH) es superior con 45.58 g.

**Palabras clave:** Variedades de cacao, activadores, *Trichoderma*, Microorganismos eficaces.

## INTRODUCCIÓN

El cacao se originó y fue domesticado en la región fronteriza de Perú y Ecuador. Además, Perú es rico en cultivares de cacao, y se ha demostrado que varios materiales de cacao prometedores tienen resistencia a las enfermedades, vigor y tolerancia al frío, así como mayores rendimientos, y se han utilizado en programas de mejoramiento en todo el mundo desde el siglo pasado. (Lastra, 2021, p. 1).

El cultivo de cacao posee una gran importancia en el país, siendo un cultivo de exportación y materia prima para muchas industrias. Dentro del país sobresalen el cacao CCN-51 y Cacao Nacional, donde existen miles de personas relacionadas a la producción de cacao, los cuales constituyen el 4% de la PEA (Plaza, 2016, citado por Rumbea, 2020, p. 14).

En el cultivo de cacao, la selección de portainjertos, tradicionalmente se ha basado en poblaciones disponibles localmente, donde la información de su rendimiento es limitado o nulo. Sin embargo, una mejor comprensión de los portainjertos y la yema en los rasgos específicos de cacao, se podría lograr en aquellos que tienen interacciones raíz – microbio, sin duda, esto contribuye en una mejor selección y eficiencia para lograr plantones de calidad (Schmidt et al., 2021, p. 1). En la región del VRAEM, es una lucha diaria la obtención de plantas de cacao injertadas de alta calidad; por lo tanto, los agricultores enfrentan el problema del hacinamiento en las plantaciones de cacao, donde las plantas no están protegidas en los cacaotales, lo que conduce a la propagación de plagas y enfermedades, lo que resulta en un crecimiento y desarrollo deficientes de las plantaciones de cacao (Huaranca, 2018, p. 11).

*Trichoderma* pertenece a la familia Ascomycota y tiene el potencial de aumentar nutrientes al suelo como: materia orgánica, el fósforo disponible, el potasio disponible y el pH del suelo, pero no afecta el contenido de nutrientes del suelo. Los microorganismos

del suelo son un componente importante del suelo, y la estructura y diversidad de sus comunidades microbianas son factores clave que influyen en el crecimiento de las plantas; por lo tanto, este microorganismo es favorable para el efecto positivo antes mencionado (Zhang et al., 2023, p. 10).

Los EM es una tecnología con una potencialidad para ayudar a emplear sistemas de producción que sean sostenibles a nivel económico, ambiental y socialmente. Su utilización es mediante inoculación con la finalidad de aumentar la diversidad microbiota del suelo (Luna & Mesa, 2016, p. 2). También sabemos que, los EM son una mezcla de microorganismo benéficos que aumentan la diversidad microbiana del suelo y de las plantas y que mejoran la calidad del suelo, el crecimiento, el rendimiento y la calidad de los cultivos.

Los microorganismos son altamente relevantes dentro del periodo de modificación de la materia y energía. Disponen de deteriorar los desechos animales y vegetales, convirtiéndolos en nutrientes imprescindibles para su propio metabolismo, aparte de producir sustancias y minerales que funcionaran como proveedor de energía para otras especies en otros periodos (Naranjo, 2013, citado por Rumbea, 2020, p. 25).

Con este trabajo se pretende lograr beneficiar a agricultores, ya que los resultados servirán de base para el desarrollo de un plan de mejora de productividad del cultivo de cacao y se beneficiarán los productores cacaoteros del VRAEM. Del mismo modo, el horizonte de este trabajo de investigación está orientado hacia una producción sostenible.

Para contribuir en la solución de las causas del problema se ha planteado esta investigación para determinar la influencia de la aplicación de dosis de *Trichoderma* y Microorganismos eficaces en el crecimiento de plantones injertados en tres clones de cacao (*Theobroma cacao* L.), en condiciones vivero a 550 msnm, Unión Asháninka, Cusco, 2024. Con los siguientes objetivos:

1. Evaluar el efecto de las dosis de *Trichoderma* en el crecimiento de plantones injertados en tres clones de cacao (*Theobroma cacao* L.), en condiciones vivero a 550 msnm, Unión Asháninka, Cusco, 2024.

2. Evaluar la influencia de las dosis de Microorganismos Eficaces (EM) en el crecimiento de plantones injertados en tres clones de cacao (*Theobroma cacao* L.), en condiciones vivero a 550 msnm, Unión Asháninka, Cusco, 2024.

## CAPÍTULO I

### MARCO TEÓRICO

#### 1.1. Antecedentes de la investigación

Marrache et al. (2019), realizaron una investigación con el objetivo de evaluar mediante indicadores químicos y microbiológicos el efecto de microorganismos eficientes en plantaciones de *Theobroma cacao* L., en condiciones de Huánuco. Emplearon el diseño bloques completos al azar (DBCR) para 4 tratamientos y 4 repeticiones. Los tratamientos fueron: T1 = testigo, T2 = 5% EM, T3 = 10% EM y T4 = 15% EM. Las variables evaluadas fueron: cationes cambiales, %MO, acidez cambiante, saturación de aluminio, macroelementos. Como resultado, reportaron que el EM influyó significativamente en concentraciones de MO y N del suelo, en los otros parámetros resultaron no significativos (p. 21).

Vargas (2018), evaluó la aplicación de microorganismos eficientes en la producción de plántulas de *Theobroma cacao* L. en condiciones de vivero, VRAEM, Santa Rosa; en la que se buscaba la dosis adecuada. Las variables evaluadas fueron: altura de la planta, número de hojas por planta, grosor del tallo a la altura del cuello. El EM evaluados fueron tanto autóctonos y comerciales en 5 tratamientos (EM:agua): T1 = EM autóctono puro, T2 = EM 0.5:0.5, T3 = EM 0.25:0.75, T4 = EM comercial y T5 = testigo; distribuidos en diseño bloques completos al azar (DBCA) con tres repeticiones. Como resultado, reporta que se encontró solamente en el número de hojas una diferencia estadística, con 11 hojas en promedio (pp. 8, 23).

Rumbea (2020), evaluó EM en condiciones de Ecuador, con el objetivo del efecto en plantación de *Theobroma cacao* L. Los tratamientos fueron: T1 = EM 2L/ha, T2 = EM 4L/ha, T3 = 6L/ha y T4 = testigo. Las variables evaluadas fueron: número de mazorcas de cacao, diámetro de mazorcas, peso de 100 semillas, rendimiento (kg/ha) y análisis de beneficio/costo. Los tratamientos fueron distribuidos en diseño bloques completos al azar

(DBCA) con 5 repeticiones. Como resultado, reporta que a mayor concentración de EM los promedios de las variables se incrementaron, encontrando un mejor resultado con el T3, 2418.72 kg/ha de rendimiento (p. 12).

Mujica (2013), evaluó la influencia de microorganismos benéficos (MB), aplicando en distintas dosis y frecuencias en cultivo de cacao, con la finalidad de obtención de portainjertos, en condiciones de VRAEM, San Francisco. El MB utilizado fue tanto casero y comercial, con 5% y 7.5%, respectivamente; mientras, la frecuencia fue: 7 y 14 días, respectivamente. El experimento se codujo mediante diseño bloque completo al azar (DBCA) con arreglo factorial de 2A\*2B\*2C, en total 8 tratamientos con 3 repeticiones. Las variables evaluadas fueron: características de la población microbiana en sustrato, diámetro del tallo, altura de porta injertos. Como resultado, reporta que solamente se encontró diferencia numérica en las variables evaluadas, donde se obtuvo mejores plantones de portainjerto con MB de 5% cada 14 días (p. 8).

Cedeño y Sánchez (2022), evaluaron el efecto de *Trichoderma* spp., y biochar con el objetivo de averiguar la respuesta de plántulas de cacao, en condiciones de vivero, Manabí. Realizaron dos experimentos separados, primero evaluaron 11 cepas de *Trichoderma* spp para ver la evaluación temprana de plántulas, en segundo experimento evaluaron 3 cepas de *Trichoderma* spp y biochar (Arroz, cacao y algarrobo). El diseño empleado fue DCA con 11 tratamientos y 3 repeticiones. Las variables evaluadas fueron: longitud de raíz, materia seca de planta y área foliar. Como resultado, reportaron que, en el primer experimento, las cepas denominadas EM-33, EM-30 y EM-150 influyeron de manera significativa en el crecimiento de las plántulas (p. 15).

Esperanza (2022), evaluó el efecto de *Trichoderma harzianun* en plantines de *Theobroma cacao* L., en condiciones de vivero, Bolivia. Se evaluó 8 tratamientos con arreglo factorial de 2 variedades de cacao (cacao nacional boliviano y cacao foráneo) x 4 dosis de *Trichoderma harzianum* (0, 80, 100 y 120%), mediante diseño completamente randomizado (DCA) con 3 repeticiones y 10 plantas por cada unidad experimental. Las variables evaluadas fueron: altura de la planta, diámetro de tallo, número de hojas, área foliar y análisis económico. Como resultado, reportó que la dosis de 120% *Trichoderma harzianum* tuvo mejor efecto en las variables evaluadas, inclusive para el beneficio económico B/C se obtuvo índice de 2.09 (p. 57).

## **1.2. Cultivo de cacao, origen y generalidades**

“El cacao es un árbol de hoja perenne de la familia Malvaceae, los granos contenidos en sus frutos son procesados en su mayor parte por el negocio del chocolate después de haber sido cultivados en los suelos tropicales” (Motamayor et al., 2008, p. 1).

El cacao se originó y fue domesticado en las zonas fronterizas de Perú y Ecuador. Además, el Perú tiene una gran diversidad de cacao, habiéndose identificado varios materiales prometedores para la resistencia a enfermedades, vigor y rusticidad, y mayor rendimiento, que se han empleado en programas de mejoramiento en todo el mundo desde el siglo anterior (Lastra, 2021, p. 1). Actualmente, se cultiva en alrededor de 50 países de África, América, Asia y Oceanía, generando aproximadamente 5 millones de toneladas en producción, representando América Latina el 17,3% del total (Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2019, citado por Lastra, 2021, p. 1).

Actualmente, el cultivo de cacao es de importancia mundial (McElroy et al., 2018, p. 1), en cuanto a su productividad de grano mundial, entre los años del 2014 y 2022, Costa de Marfil ocupa el primer lugar, seguido por Ghana, el Perú ocupa el puesto 8, con 4 923, 800 y 150 miles de toneladas, respectivamente. Asimismo, los principales países con la demanda de grano de cacao son costa de Marfil, Países Bajos, indonesia, Alemania y EE.UU. Para el año 2022, en el Perú, las regiones que produjeron mayor cantidad de grano de cacao fueron: San Martín con 15 466 toneladas; Junín, 4 653, Huánuco, 3 974 toneladas; mientras la región Ayacucho acumuló 19 toneladas (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI], 2022, pp. 7,14).

En América latina se inició con el consumo de este cultivo, posteriormente en el siglo XVI se introdujo a Europa (Martínez-Pinilla et al., 2015, p. 1). El cacao se consume principalmente en forma de manteca, grasa, aceite, chocolate (MIDAGRI, 2022, p. 18), mantequilla, tostados, pulpa líquida (Lastra, 2021, p. 4).

El cacao posee propiedades antiinflamatorias, tiene aplicaciones terapéuticas para anomalías como: gastrointestinales, nerviosas y cardiovasculares (Becker et al., 2013, p. 1). El chocolate, derivado de cacao, es considerado un buen nutriente e incluso como un medicamento natural; su beneficio, principalmente, está relacionado con el contenido de

antioxidantes. Los componentes, como la teobromina y cafeína, son responsables del agrado del alimento/agrado (Martínez-Pinilla et al., 2015, p. 1).

### 1.3. Taxonomía

El botánico sueco Carlos Linneo le otorgó el nombre científico *Theobroma Cacao* L. en 1758, que se traduce como "alimento de los dioses" (MIDAGRI, 2016, p. 12). El cultivo de cacao, en la escala taxonómica, se clasifica de la siguiente manera:

Reino: Vegetal

División: Fanerógamas

Clase: Angiospermas

Subclase: Dicotiledónea

Orden: Malvales

Familia: Sterculiácea

Tribu: Bitneriana

Género: *Theobroma*

Sección: *Eutheobroma*

Especie: *Theobroma cacao* L.

Fuente: (Léon, 1968, pp. 50, 375).

### 1.4. Descripción botánica

Según Léon (1968), el cultivo de cacao tiene las siguientes características botánicas (pp. 375, 381):

#### a. Raíz

Es dependiente de la forma de propagación, es decir, si la planta viene de semilla sexual, entonces posee raíz pivotante; mientras, si la planta viene de semilla vegetativa, entonces presenta raíz fasciculada.

#### b. Tallo

En troncos desarrollados, la xilema y la madera ocupan mayor volumen; al centro existe una médula.

#### c. Hojas

Es de tipo oblonga a lanceolado-oblonga, puede medir de 10 a 20 cm de longitud y 5 a 12 cm de ancho.

#### **d. Cojín floral**

Estos solo aparecen en los troncos y ramas principales, por lo que se denomina cauliflora. Según los estudios han demostrado que están distribuidos en espiral, con frecuencia una de las flores crece más antes que la otra. Un cojín floral consta de una base ancha.

#### **e. Flor**

La flor individual posee pedicelo prolongado y fino, normalmente tiene 5 sépalos agudos con coloración rosados, luego se expanden con ángulo recto. La corola tiene 5 pétalos blancos, posee 5 estambres fértiles doblados hacia fuera, cada una tiene dos sacos polínicos. El ovario es ovoide y supero con 30 a 50 óvulos.

#### **f. Biología floral**

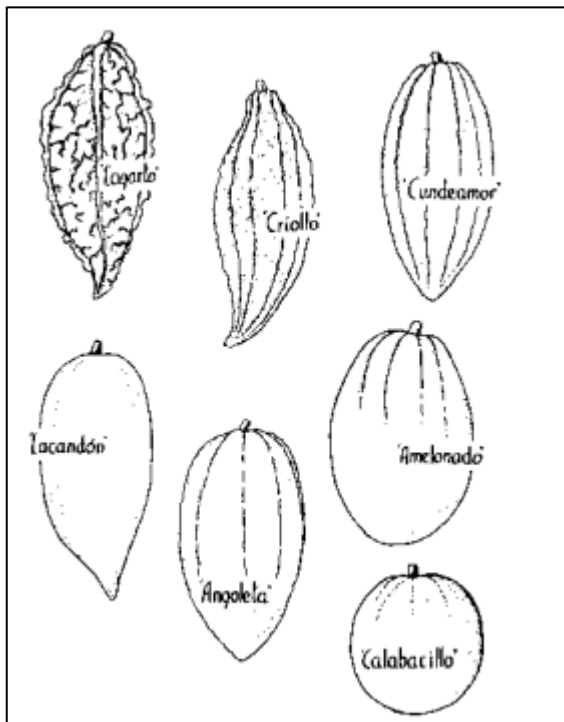
Del 100% de sus flores, solo menos del 5% terminan fecundadas; la planta es auto estéril y por lo que requiere un polen externo, los mecanismos de polinización es poco eficiente. Las flores de cacao se abren al atardecer y emiten polen al amanecer del día siguiente, sin embargo, la estructura floral impide la autopolinización debido a que las anteras están recurvados hacia fuera; asimismo, el polen es pegajoso y por lo que no favorece para la polinización con el viento.

#### **g. Fruto**

Llamado también como mazorca, es de tipo drupa grande, su forma varía que siendo utilizado para agrupar poblaciones. El fruto es de forma elipsoidal, pero existe formas fusiformes, esféricos, posee prominencias a lo largo del fruto.

**Figura 1.1**

*Morfologías esquematizadas del fruto de Theobroma cacao L.*



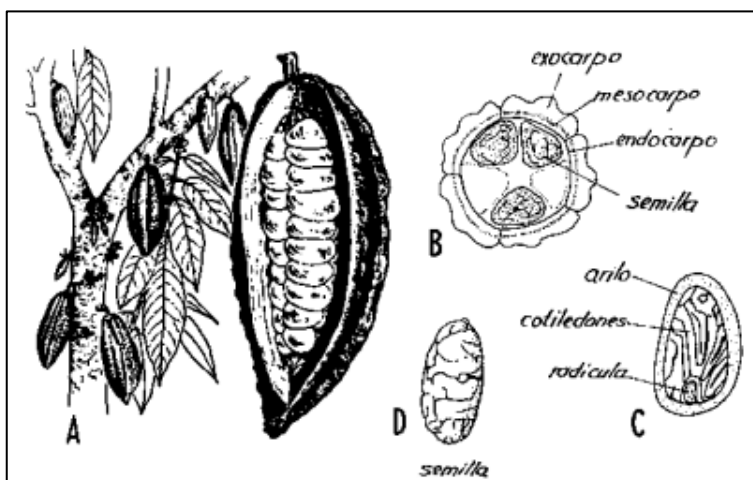
Nota: Fuente: (León, 1968, p. 380).

### **h. Semillas**

La mazorca puede contener de 10 a 50 semillas insertadas en 5 filas sobre placenta central. Es de cuerpo aplanado elipsoidal, posee envoltura gruesa, cutícula dura, su embrión nace a partir de plúmula encerrada por sus dos cotiledones.

**Figura 1.2**

*Características de cacao*



Nota: A: rama, B: corte transversal del fruto, C: semilla y D: semilla. Fuente: (León, 1968, p. 381).

### **1.5. Variedades y clones**

Gustavo Bernouille, un suizo botánico, realizó la primera clasificación de plantas asociadas al cacao en Guatemala en 1869. Alemán, Karl M. Schumann reanudó estos experimentos en 1886. En 1964, el español biólogo José Cuatrecasas Arumi clasificó 22 especies de *Theobroma*, la mayor parte de las cuales cree que son de origen sudamericano; sin embargo, asignan a "*Theobroma Cacao* L." de origen centroamericano (MIDAGRI, 2016, p. 12).

#### **a. Criollo**

Crecen lentamente, producen poco y son más propensos a enfermedades y débil que otros tipos. Su fruto, por otra parte, es dulce y produce un chocolate con menos amargor y mayor calidad. Su sabor es suave y complejo, y su aroma es fuerte, lo que lo convierte en una forma distintiva del cacao de gran demanda en los mercados más exigentes del mundo (MIDAGRI, 2016, p. 13).

#### **b. Forastero**

Su origen es considerado en el Alta Amazonía, se utiliza principalmente para mezclar y dar cuerpo al chocolate debido a su resistencia y aroma. Mediante la cata, se clasifica como fuerte y amargo, con ligero ácido; con bastante tanino y astringencia. Tiene excelente rendimiento, precoz, vigoroso y resistente a enfermedades (MIDAGRI, 2016, p. 14).

#### **c. Trinitario**

Viene de cruce entre criollo y forastero, se considera originario de isla Trinidad, esta variedad es más aromático que forastero y más resistente que criollo a enfermedades, a nivel de producción representa el 10% a nivel mundial (MIDAGRI, 2016, p. 14).

#### **d. CCN-51**

Cacao convencional, proviene de Ecuador, obtenido en 1965, su nombre CCN significa Colección Castro Naranjal, realizaron cruces 51 veces para obtener un híbrido deseado. Posee alta productividad, de polinización autocompatible, precoz, resistente, alto grado de adaptabilidad, alto porcentaje de grasa (MIDAGRI, 2016, p. 15).

#### **e. VRAE-99**

Es un clon recolectado en el VRAEM, en la Región Cusco, Provincia La Convención, Distrito Pichari, Sector Nogalpampa; por el agricultor Marcelino Carrasco Carpio con el seudónimo de “Ganzo” de ahí proviene el nombre del clon VRAE 99 o conocido con el termino coloquial de “Ganzo”. Es un clon prometedor, adaptado al suelo seco de la selva, color cebolla; verde en estado inmaduro, amarillo en estado maduro, pequeño y redondo, peso de semilla 0.9 g, en comparación con las semillas de otros clones estudiados, consideradas como semillas pequeñas. Forma longitudinal de las semillas: ovalada, forma transversal: mediana, fruto grande y ligeramente rugoso. Este clon es tolerante a escoba de bruja, sembrado en alta densidad y con buen manejo técnico, el rendimiento puede alcanzar los 3000 kg/ha; pero es cacao de sabor medio ( Bioversity Internacional y el centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 2022).

#### **f. Villa vista**

Clon recientemente descubierto por los mismos agricultores cacaoteros de la zona, de la comunidad Villa Vista, distrito Unión Asháninka, La Convención, Cusco; este nuevo clon trae sub productos de buena calidad en tasa, chocolate, y derivados, donde los agricultores optan por esta nueva especie que es tolerante al ataque de plagas y con mejoras económicas. El fruto se distingue de otros por la mazorca que es amarillo verdoso y ligeramente liso.

#### **1.6. *Requerimiento edafoclimático***

El cultivo de cacao se desarrolla en ambientes con temperatura media de 20 a 24 °C y una mínima de 15 °C, precipitación de 1500 mm anuales, suelos francos o arcillosos (León, 1968). Se cultivan entre los 15 grados al norte y sur de la línea ecuatorial, una altitud de siembra varía de 0 a 1200 msnm, siendo óptimo entre 500 a 800 msnm con una humedad ambiental de 70 a 80%. Tiene baja tolerancia a déficit de agua, requiere una luminosidad de 40 a 75% y una profundidad del suelo 0.6 a 1.5 m, con textura franco y franco arcilloso (MIDAGRI, 2016, p. 12).

#### **1.7. *Fenología***

Según Arbelaez (2010), la fenología del cultivo de cacao consiste en tres etapas, que obedece principalmente a épocas húmedas y secas (p. 6):

**a. Periodo de reposo**

Aquí hay formación muy escasa de frutos por la época seca.

**b. Periodo vegetativo**

Inicia cuando las lluvias empiezan a caer con mayor frecuencia e intensidad, donde las plantas tienen actividad fisiológica de crecimiento principalmente.

**c. Periodo reproductivo**

En esta etapa la planta empieza la floración y fructificación.

**d. Periodo de cosecha**

Etapa de recojo de sus frutos que puede durar de 2 a 3 meses.

**1.8. Enfermedades importantes**

Las enfermedades más importantes que causan problemas importantes en el cultivo de cacao son: pudrición negra de las mazorcas ocasionadas por *Phytophthora* spp; Monilia (*Monilia roreri*), escoba de bruja (*Crinipelli perniciosa*), ceratocystis (*Ceratocystis fimbriata*) y muerte regresiva (Die-Back) (Batista, 2009, p. 139).

**a. Ceratocystis (*Ceratocystis fimbriata*)**

“Es un hongo que causa síntomas de amarillamiento y marchitamiento regresivo en las hojas, llega a morir las planta severamente afectadas” (Batista, 2009, p. 147).

**b. Escoba de bruja (*Crinipelli perniciosa*)**

“Es un hongo basidiomiceto que ocasiona hipertrofias en los brotes. La forma de prevención es por utilización de variedades resistentes, podas, evitar encharcamiento de agua” (Batista, 2009, p. 147).

**c. Pudrición negra de las mazorcas (*Phytophthora* spp.)**

“Se muestra a través de manchas negra circular hasta cubrir la mazorca completa, logra ingresar dentro de la mazorca ocasionando perdida de frutos por pudrición. La forma de prevención es por utilización de variedades resistentes, podas, evitar encharcamiento de agua” (Batista, 2009, p. 155).

#### **d. Moniliasis (*Monilia roseri*)**

“Esta enfermedad aparece en la etapa más temprana del desarrollo de las mazorcas, excavando en su interior y dando la ilusión de estar sanos. La mazorca se vuelve más resistente a medida que crece. Como signos se muestra esporas de color crema sobre la superficie” (Batista, 2009, p. 156).

### **1.9. Injerto**

En los cultivos perennes, principalmente, se busca una optimización de la productividad mediante selección de portainjertos resistentes y tolerantes a enfermedades, así como eficientes en la absorción de nutrientes (Schmidt et al., 2021, p. 1); su empleo es muy común, sobre todo en cultivos perennes para reducir el tiempo de entrada a la producción, inclusive ya se utiliza frecuentemente en hortalizas (Albacete et al., 2015, p. 2211).

En una planta injertada, la sección inferior se llama " portainjerto". El portainjerto y la espiga deben ser compatibles para que el injerto sea efectivo, por lo que se enfatiza la necesidad de seleccionar cuidadosamente el portainjerto. Desafortunadamente, en el Perú se desconoce el comportamiento de los muchos patrones del cacao que se emplean económicamente (Gamboa-Auqui, 2015, p. 2).

Un injerto a principios de primavera no prospera debido a las bajas temperaturas o al flujo insuficiente de savia del portainjerto. El retraso también es perjudicial por malas condiciones climáticas o exceso de savia, que en el caso del injerto de yemas puede provocar encharcamiento de estas, o porque el injerto ya ha arraigado (Beffelli y Sirtori, 2000, citado por Gamboa-Auqui, 2015, p. 18). Los injertos generalmente se realizan de día en luna llena, tres días antes o tres días después de la luna llena, cuando la tasa de injerto es mayor, cuando la tasa de prendimiento del injerto es mayor (Restrepo, 2005, citado por Gamboa-Auqui, 2015, p. 18).

#### **a. Compatibilidad para injertos**

La proximidad taxonómica es un requisito indispensable para que el injerto prospere y la sobrevivencia a largo plazo. Las auxinas juegan un rol importante en la cicatrización de las heridas y en la regeneración vascular en la junta. Cuando existe la incompatibilidad (Goldschmidt, 2014, p. 1). Los heteroinjertos (portainjerto y vástago)

pertencientes a la misma especie botánica son casi siempre compatibles, injertos interespecíficos (especies del mismo género) son generalmente compatibles, las familias intrafamilias rara vez son compatibles (Mudge et al., 2009, p. 2).

Implica mecanismos complejos en la interacción entre el portainjerto y el vástago, por lo que para un resultado exitoso del injerto, existe una serie de acontecimientos como: alineamiento de cámbium vascular, respuesta para cicatrización de herida, creación de callo, creación de xilema y floema (Rasool et al., 2020, p. 1).

### **b. Incompatibilidad en injertos**

Este problema en los injertos se debe a varios factores que incluyen respuestas fisiológicas desfavorables en la unión (Rasool et al., 2020, p. 1), también se conoce como la incapacidad del portainjerto y la yema para formar una unión exitosa, por lo tanto, esto es un factor limitante en la propagación de plantones, sobre todo en frutales de hueso. Este problema podría llevar a la formación de plantas insalubres y muerte prematura. La incompatibilidad se divide en dos partes: traslocada y localizada; el primero se refiere a que las síntomas de incompatibilidad se observa en las primeras etapas como: marchitamiento, clorosis, caída de hojas etc., mientras la segunda se refiere a la aparición de síntomas después de unos años (Zarrouk et al., 2006, pp. 1389-1393).

### **1.10. Tipos de injertos más empleados**

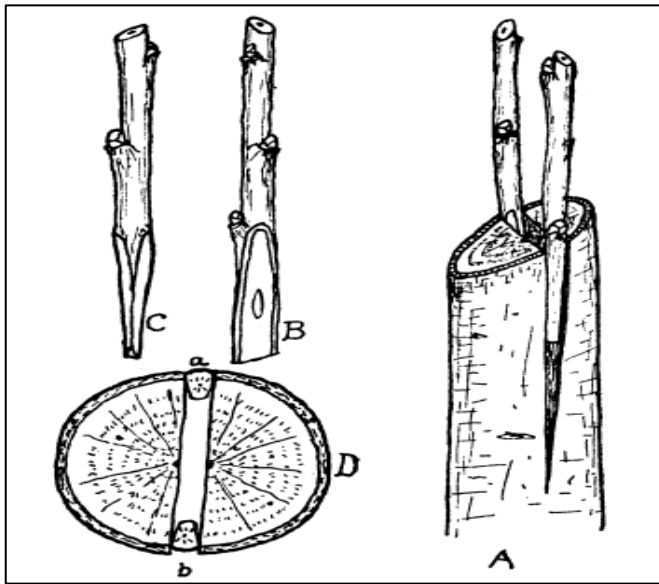
“Existe diversidad de tipos de injertos, sin embargo, se puede emplear uno de ellos de acuerdo al objetivo que se quiere lograr; los nombres de cada tipo es de acuerdo a la naturaleza del injerto” (Snyde & Bartram, 1950, p. 13).

#### **a. Tipo púa o hendidura**

Es uno de los métodos más empleados en la propagación por injerto. Consiste en cortar con cuchillo en la parte central del tronco, lo cual se abre en forma de “V” y a la cual se inserta las yemas. Con esta técnica se puede realizar injertos en troncos de diámetro mayor, en la que se puede colocar más de una yema (Lewis, 1983, p. 8). Esta técnica se considera más fácil y fiable en cuanto a su éxito (Snyde & Bartram, 1950, p. 13).

**Figura 1.3**

*Ilustración de injerto tipo púa*



Nota: ab: corte transversal del patrón más yema, A: vista lateral de patrón más la yema, B: yema lista para insertar, D: patrón. Fuente: (Lewis, 1983, p. 11).

#### **b. Injerto tipo corteza o corona**

Se ejecuta en épocas donde la corteza se pela con mayor facilidad, como en la primavera; principalmente se realiza en portainjertos de mayor diámetro para renovar copas, es decir, el patrón generalmente posee mayor diámetro que la yema. Presenta la desventaja de que la yema no esté sujeta completamente, por lo que esta vulnerable a que pueda afectar los vientos. Esta técnica consiste en colocar las yemas solamente debajo de la corteza del tronco (Lewis, 1983, p. 14).

#### **c. Injerto tipo escudete o en T**

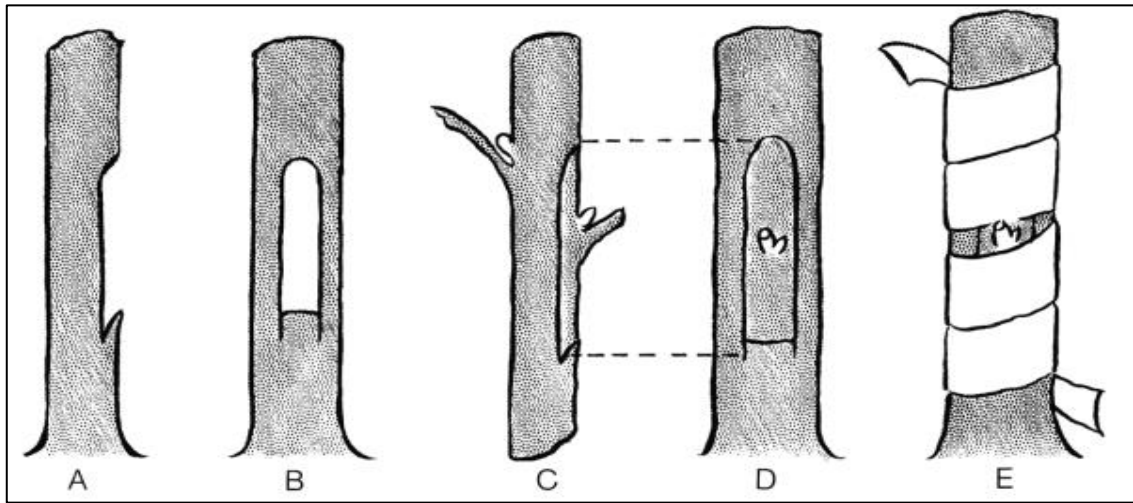
Esta técnica consiste en abrir la corteza de del patrón en forma de T, a la cual se inserta la yema (escudete), luego se amarra la inserción. Con esta técnica se puede propagar pera, cereza, membrillo, melocotones y ciruelos. Con esta técnica se logra vigorizar a la planta, donde la yema será productiva igual que la planta donadora (Lewis, 1983, p. 17).

#### **d. Injerto tipo chip**

“Se puede emplear en cualquier tipo de planta, esta técnica consiste en cortar la corteza una longitud de  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{1}{4}$  de pulgada en el patrón, luego se inserta la yema; esta técnica es parecido al tipo T” (Stoltz & Strang, 2005, p. 3).

**Figura 1.4**

*Ilustración de injerto tipo chip o astilla*



Nota: A: vista lateral de corte, B: viata frontal del corte, C y D: inserción de chip o yema, E: amarre de injerto. Fuente: (Stoltz & Strang, 2005, p. 3).

### **1.11. Trichoderma**

Los hongos del género *Trichoderma* son conocidos desde siglo pasado (1920), principalmente por su capacidad de antagonista contra patógenos en los cultivos. Son filamentosos bien estudiados (Zhang et al., 2021, p. 1). Para casi todas las aplicaciones comerciales de *Trichoderma* para el biocontrol y el crecimiento de las plantas y la mejora del rendimiento, es fundamental comprender los mecanismos y las interacciones entre los patógenos y *Trichoderma*, las plantas y *Trichoderma* - patógenos - plantas (Harman, 2006, pp. 190, 192).

El *Trichoderma* pertenece al filo Ascomycota, tiene potencialidades de incrementar la materia orgánica, fosforo disponible, potasio disponible y el pH del suelo, no afecta la composición de nutrientes del suelo. Los microorganismos del suelo son una parte importante del suelo y la estructura y diversidad de su comunidad microbiana son los factores clave que afectan el crecimiento de las plantas; por lo tanto, este microorganismo favorece a lo mencionado positivamente (Zhang et al., 2023, p. 10).

El *Trichoderma* sp., se considera uno de los microorganismos más empleados en la agricultura como biocontrolador para manejo integrado de plagas, se comercializa en preparaciones. Este microorganismo produce enzimas líticas, sustancias antimicrobianas y otros metabolitos secundarios de acción germicida (Langa-Lomba et al., 2023, p. 2).

Produce antibióticos que afectan a otros microbios, inducen a las plantas a la resistencia sistémica y localizada. Induce al desarrollo radicular, formación de pelos radiculares, enraizamiento profundo, solubilización de nutrientes (Harman, 2006, p. 191); inclusive se está utilizando en productos fármacos en el campo de la medicina (Zhang et al., 2021, p. 19). Mejora el suelo contaminado con agroquímicos, parasita unos 18 géneros de *Pythium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia* y *Peronospora* (Yao et al., 2023, p. 1).

### ***1.12. Aplicaciones de Trichoderma en agricultura***

Rosmana et al. (2019), realizaron una investigación utilizando *Trichoderma asperellum*, con la finalidad de contrarrestar la enfermedad de muerte regresiva por racha vascular de cacao. Mediante aspersión foliar, en la que demostraron una efectividad de 44.4% de control a comparación de los testigos, que podría incrementar su efectividad cuando se aplica residuos vegetales compostados (pp. 3-11).

Leiva et al. (2020), realizaron investigación en condiciones de Bagua, Amazonas, con la finalidad de realizar el biocontrol de *Moniliophthora roreri* con *Trichoderma* spp., y como una alternativa de sustentable para el control de esta enfermedad en el cultivo de cacao. Demostraron que las cepas autóctonas de esa zona, uno de ellos, tuvo efectividad de mayor potencial de biocontrol a nivel de campo, mientras a nivel de laboratorio la efectividad oscilo entre 38.99 y 71.9% (pp. 3-15).

Zhang et al. (2023), evaluaron efectos de *Trichoderma viridi* a nivel del suelo de la rizosfera en el cultivo de melón, mediante aplicación de caldo de *Trichoderma viridi*, analizaron el comportamiento de la fauna microbiana después de los 60 días. Demostraron que este biocontrolador podría reducir el índice de marchitamiento del melón, específicamente del 65.86 a 18%; asimismo, incrementar el pH del suelo de 6.06 a 6.40, por lo tanto, concluimos que se puede mejorar las características fisicoquímicas del suelo, elevar la biomasa y la diversidad de las comunidades microbianas del suelo (pp. 4-14).

Del mismo modo, Langa-Lomba et al. (2023), evaluaron eficacia de las cepas de *Trichoderma* y *Bacillus* en el control de las enfermedades de madera de la vid para el control antifúngico, utilizaron *Trichoderma harzianum* nativo y *Bacillus velezensis* de alto potencial, en condiciones de invernadero inocularon. Demostraron que ambas

tuvieron efecto positivo contra los hongos patógenos, sin embargo, el *B. velezensis* tuvo mayor efecto (pp. 5-12).

### **1.13. Microorganismos eficaces (EM)**

Los microorganismos eficientes (EM), pueden contener diversos microbios benévolos fisiológicamente compatibles, es decir, son un mixto de microbios que están presentes en la naturaleza (Luna & Mesa, 2016, p. 20). Específicamente, el EM contiene Bacterias del ácido láctico (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus lactics*), Bacterias fotosintéticas (*Rhodopseudomonas plastrus*, *Rhodobacter spaeroides*), Levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*), Actinomicetes (*Streptomyces albus*, *Streptomyces griseus*), Hongos la fermentación (*Aspergillus oryzae*, *Mucorhiemalis*), etc. (Fundases, 2014, citado por Luna & Mesa, 2016, p. 33); la población de estos microbios depende principalmente de la naturaleza del medio ambiente (Higa & Parr, 2018, p. 8).

El EM es una tecnología con una potencialidad para ayudar a emplear sistemas de producción que sean sostenibles a nivel económica, ambiental y socialmente. Su utilización es mediante inoculación con la finalidad de aumentar la diversidad microbiota del suelo (Luna & Mesa, 2016, p. 2). El objetivo principal de su utilización es para reestablecer el equilibrio microbiológico del suelo, son sustitutos potenciales de los productos químicos en futuro, su captura y utilización es fácil y de bajo costo (Avila et al., 2021, p. 1).

### **1.14. Aplicaciones y funciones de EM en agricultura**

“En la agricultura tiene muchos beneficios como: restablece equilibrio microbiológico del suelo, conservación de recursos naturales, medio ambiente sostenible” (Luna & Mesa, 2016, p. 20). Según menciona Higa y Parr (2018), las principales funciones de EM que puede beneficiar son los siguientes (p. 13):

- ✓ Fijación de N desde la atmósfera
- ✓ Descomposición de materia orgánica
- ✓ Antagonismo a patógenos
- ✓ Disponibilidad de nutrientes
- ✓ Degradación de toxicidad de pesticidas
- ✓ Producción de sustancias bioactivos

- ✓ Forma complejos de metales pesados reduciendo su disponibilidad
- ✓ Producción de polisacáridos.

Marrache et al. (2019), evaluaron mediante indicadores químicos y microbiológicos del suelo la influencia de EM en plantaciones de *Theobroma cacao* L. en condiciones de Huánuco. Aplicando EM en diferentes concentraciones demostraron que influyó significativamente en la concentración de materia orgánica y N del suelo (p. 21).

Estamos viviendo una nueva era en la agricultura en la que los agentes microbianos se utilizan como estimulantes del crecimiento y medios biológicos para combatir enfermedades y plagas de las plantas. La recolección y el uso de aislados de cultivos comerciales (orgánicos y convencionales) pueden ser una estrategia de control eficaz porque estas poblaciones se adaptan naturalmente a entornos locales y particulares agresivos hacia las comunidades de patógenos presentes en un área agrícola determinada. Este nuevo método puede facilitar el uso intensivo de aislados regionales mejor adaptados a las condiciones macro y micro de la producción agrícola local (Avila et al., 2021, p. 10).

### **1.15. Descripción del problema y justificación**

Actualmente, el cultivo de cacao es de importancia mundial, sin embargo, su rendimiento está restringido por enfermedades (McElroy et al., 2018, p. 1), debido a ello, en los cultivos perennes, principalmente se busca una optimización de la productividad mediante selección de portainjertos resistentes y tolerantes; en otros casos el uso de pesticidas es una solución rápida para control de patógenos en la propagación de plántones (Schmidt et al., 2021, p. 1).

En el cultivo de cacao, la selección de portainjertos, tradicionalmente se ha basado en poblaciones disponibles localmente, donde la información de su rendimiento es limitado o nulo. Sin embargo, una mejor comprensión de los portainjertos y la yema en los rasgos específicos de cacao, se podría lograr en aquellos que tienen interacciones raíz – microbio, sin duda, esto contribuye en una mejor selección y eficiencia para lograr plántones de calidad (Schmidt et al., 2021, p. 1). En el VRAEM, es una lucha diaria la obtención de plantas de cacao injertadas de alta calidad; por lo tanto, los agricultores

enfrentan el problema del hacinamiento en las plantaciones de cacao, donde las plantas no están protegidas en los cacaotales, lo que conduce a la propagación de plagas y enfermedades, lo que resulta en un crecimiento y desarrollo deficientes de las plantaciones de cacao (Huarancca, 2018, p. 11).

La producción de cultivos mediante injertos tiene muchas ventajas: contribuye a la seguridad alimentaria, porque incrementa el potencial de rendimiento de variedades, influye en la adaptabilidad de cultivos a ambientes subóptimas, disminuye la cantidad de fertilizantes a emplear, genera productos de mejor calidad (Albacete et al., 2015, p. 2211). Los injertos, es una alternativa de solución para producir en suelos de diversa característica, incluso en cultivos de cacao, han reportado que, mediante injertos, utilizando portainjertos pueden disminuir la concentración de cadmio (Cd) en los tejidos de las plantas (Fernández-Paz et al., 2021, p. 5).

Con este trabajo se pretende lograr beneficiar a agricultores, ya que los resultados servirán de base para el desarrollo de un plan de mejora de productividad del cultivo de cacao y se beneficiarán los productores cacaoteros del VRAEM. Del mismo modo, el horizonte de este trabajo de investigación está orientado hacia una producción sostenible a nivel social, económico y ambiental.

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **2.1. Información general del campo experimental**

##### **2.1.1. Ubicación**

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el vivero de la municipalidad distrital de Unión Asháninka.

##### **2.1.2. Ubicación política**

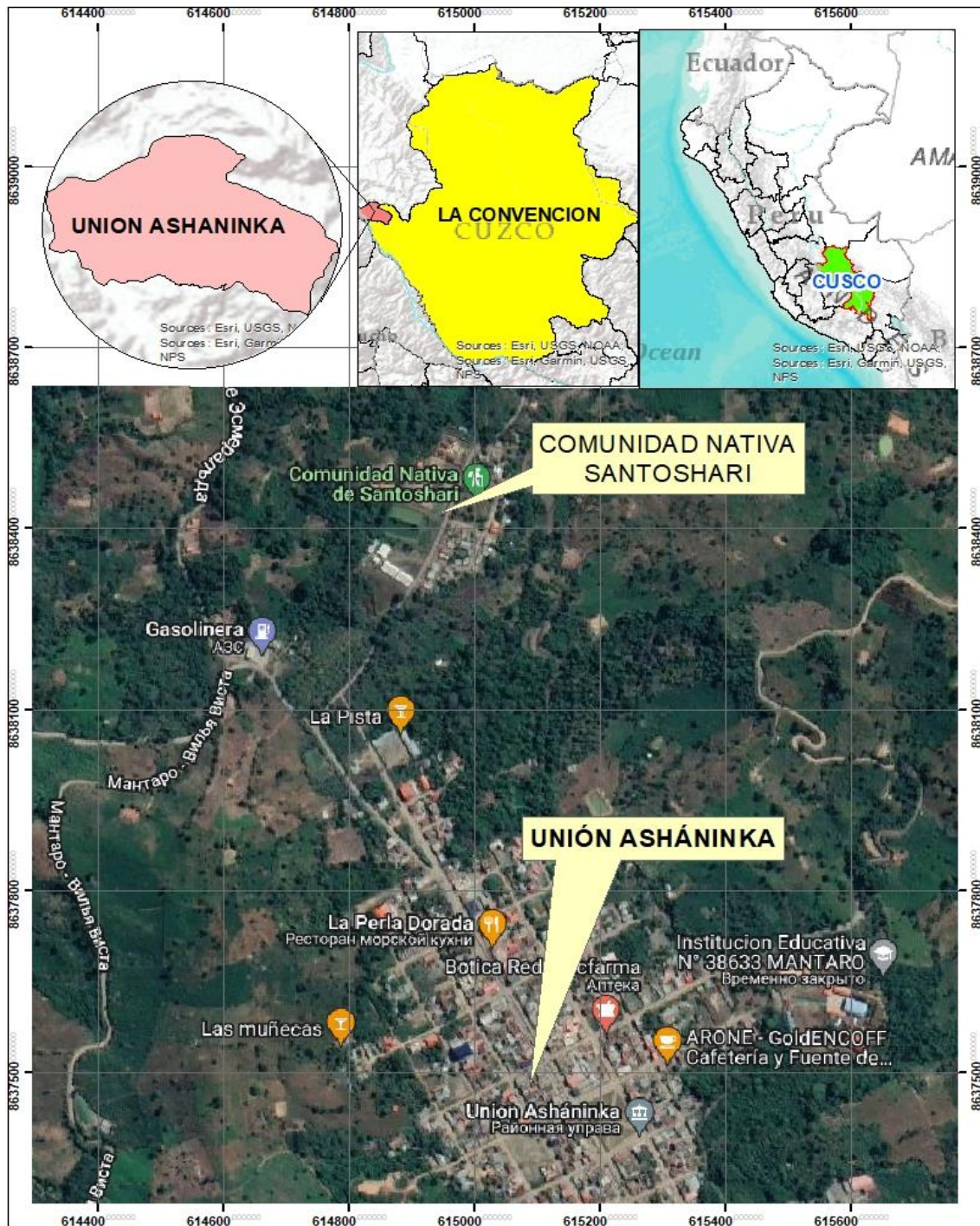
Departamento	: Cusco
Provincia	: La Convención
Distrito	: Unión Asháninka
Comunidad	: CC.NN. Santoshari

##### **2.1.3. Ubicación geográfica**

Coordenadas UTM	: E: 614869, N: 8638309
Altitud	: 550 m.s.n.m.

**Figura 2.1**

*Mapa de ubicación del lugar de trabajo de investigación, Unión Asháninka*



## 2.2. Condiciones meteorológicas

**Tabla 2.1**

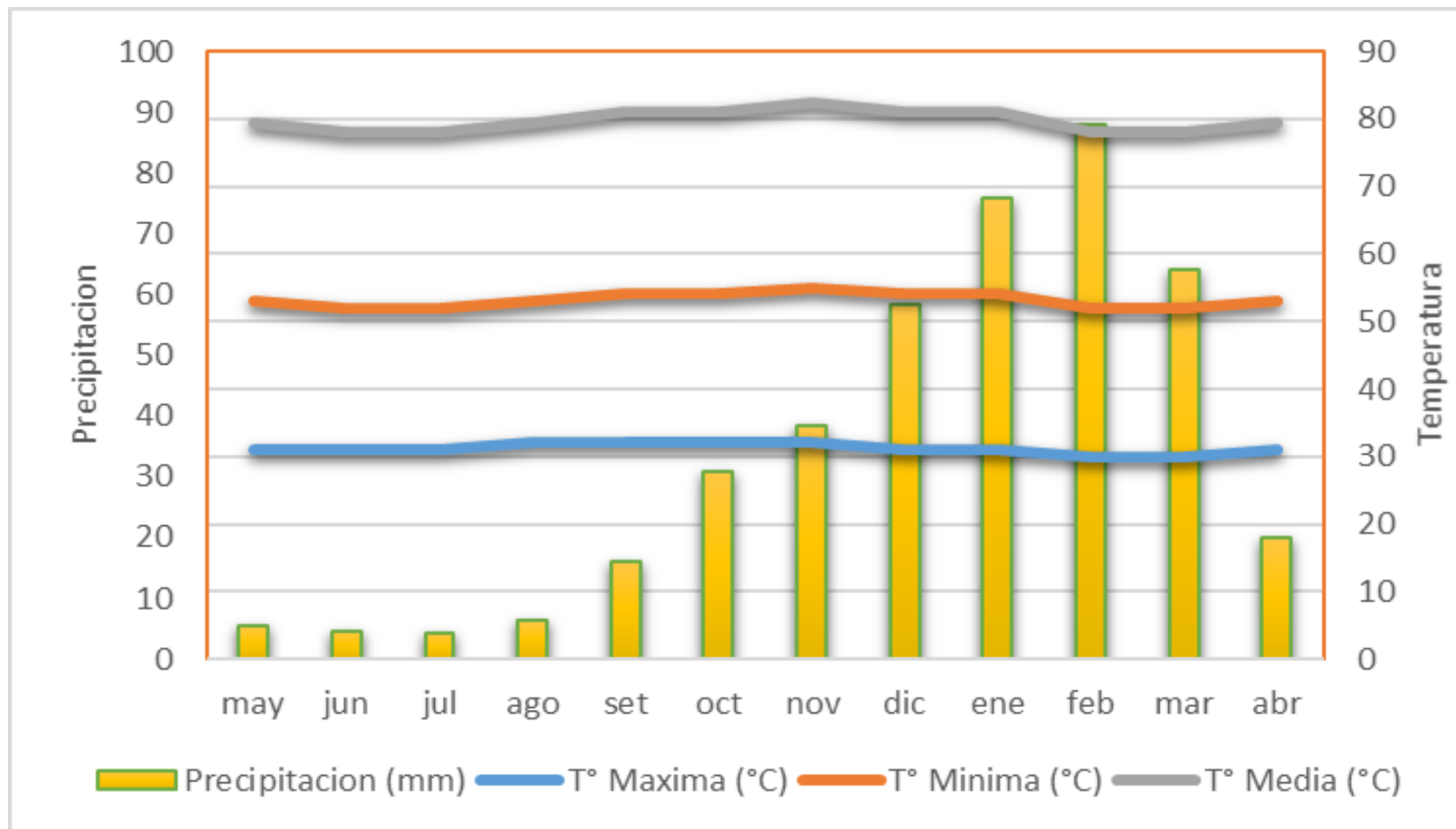
*Datos meteorológicos en el crecimiento de plántones injertados en tres clones de cacao (Theobroma cacao L.)*

<b>Distrito</b>	: Unión Asháninka											<b>Altitud</b>	: 550 msnm	
<b>Provincia</b>	: La Convención											<b>Latitud</b>	: 12° 19' 13.42" S	
<b>Departamento</b>	: Cusco											<b>Longitud</b>	: 73° 56' 16.46" W	
<b>Año</b>	<b>2023</b>							<b>2024</b>					<b>Total</b>	<b>Promedio</b>
<b>Mes</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>		
<b>T° Máxima (°C)</b>	31	31	31	32	32	32	32	31	31	30	30	31	374	31.17
<b>T° Mínima (°C)</b>	22	21	21	21	22	22	23	23	23	22	22	22	264	22.00
<b>T° Media (°C)</b>	26.5	26	26	26.5	27	27	27.5	27	27	26	26	26.5	319	26.58
<b>Precipitación (mm)</b>	5.4	4.5	4.3	6.3	16.1	30.8	38.5	58.2	75.7	87.8	64.1	20.05	411.75	34.31

**Nota:** temperaturas (máxima, mínimo, promedio), precipitación Unión Asháninka - 550 msnm

**Figura 2.2**

*Datos meteorológicos en el crecimiento de plántones injertados en tres clones de cacao (*Theobroma cacao* L.)*



**Nota:** temperaturas (máxima, mínimo, promedio), precipitación Unión Asháninka - 550 msnm.

## **2.3. Antecedentes y condiciones del terreno**

### **2.3.1. Preparación del sustrato**

Para el presente trabajo de investigación, se utilizó un sustrato a base de tierra agrícola, guano de isla, cal agrícola y biomasa vegetal, en una proporción de 1:1:1:1 respectivamente, donde se quiere decir que por 1m<sup>3</sup> de tierra agrícola se usó un saco de guano de isla, un saco de cal agrícola y 1 saco de biomasa vegetal, pasamos a combinar todos los insumos y con ello pasamos a desinfectar con Formol en una dosis de 100 ml/20 L de agua, y finalmente cubrimos el sustrato y dejamos reposar por 1 día, con la finalidad de eliminar el cualquier patógeno existente en el sustrato.

### **2.3.2. Embolsado del sustrato**

En el presente trabajo de investigación, se procedió a embolsar el sustrato en bolsas de 6 cm ancho x 12 cm de altura, donde cada bolsa tuvo un contenido de 0.003 m<sup>3</sup> de sustrato preparado y desinfectado.

### **2.3.3. Tratamiento pregerminativo de la semilla de cacao**

Las semillas de cacao se llegaron a obtener de plantas madre de la variedad criollo, de características como, contar con buena producción, sanidad, edad de 5 años. La semilla se obtiene de la parte media de la mazorca de cacao, donde llevamos a lavar, desinfectar con Vitavax y llevamos a reposar los granos en una cama de yute húmedo y lo cubrimos (tapamos), la cama debe estar en un espacio cerrado y oscuro.

### **2.3.4. Repique**

Después de uno a tres días del tratamiento pregerminativo ya podemos ver la radícula que sale del grano de cacao, y es el momento de hacer el repique de la semilla al sustrato embolsado, donde este debe tener una humedad a capacidad de campo para albergar la semilla.

### **2.3.5. Cuidados agronómicos del plantón (patrón)**

En la primera etapa de crecimiento del plantón realizamos el destestado, que consistió en ayudar al plantón a desprenderse de la testa, se realizó el desmalezado cada 3 semanas, para que no haya competencia en la absorción de nutrientes, se realizó el riego cada 2 días promedio, deschuponado, que consistió en cortar la rama lateral y solo

conservar el tallo principal, y control fitosanitario que consistió en la aplicación de *Trichoderma* para prevenir ataques fúngicos.

### 2.3.6. Extracción de varas yemas

Se llega a extraer varas de 35 a 45 cm de largo y 5 mm de grosor, las plantas madre de donde se extraerá la vara tiene que ser aquellas que cuenten con buena producción, libre de patógenos, tenga una edad de 5 a 8 años. Las varas deben ser extraídas en las 1ras horas de la mañana y ser almacenadas en un ambiente fresco y seco.

Para poder determinar la condición física y química del sustrato, se mandó a analizar en el laboratorio de suelos, plantas, aguas y fertilizantes MULTISERVICIOS AGROLAB.

**Tabla 2.2**

*Resultados del análisis de caracterización del sustrato*

Clase textural			
Arena	%	64	Clase Fr.A.
Limo	%	23	
Arcilla	%	13	
Parámetro	Resultado	Unidad	Clasificación
pH (1:1)	6.01	Unidad pH	Ligeramente ácido
Conductibilidad (1:1)	0.17	ds m.-1	No salino
Carbonatos	0.00	%	Muy bajo
Materia orgánica	2.36	%	Medio
Fosforo disponible	60.73	ppm	Muy alto
Potasio disponible	289	ppm	Muy alto
Nitrógeno	0.12	ppm	Medio
C.I.C	11.58	Cmol (+).kg-1	Bajo
Ca <sup>++</sup>	8.54	Cmol (+).kg-1	Medio
Mg <sup>++</sup>	1.42	Cmol (+).kg-1	Medio
K <sup>+</sup>	0.62	Cmol (+).kg-1	Alto
Na <sup>+</sup>	0.22	Cmol (+).kg-1	Muy bajo
Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>	0.00	Cmol (+).kg-1	Muy bajo
Saturación de bases	93	%	Alto

Fuente: Laboratorio de suelos, plantas, aguas y fertilizantes MULTISERVICIOS AGROLAB

La tabla 2.2. muestra el análisis físico-químico del sustrato, donde reporta una clase textural de franco arenoso, con un pH de 6.01 ligeramente ácido, tiene un contenido medio en materia orgánica 2.36%, también un contenido medio en nitrógeno 0.12 ppm,

alto contenido de fósforo disponibles y potasio disponible 60.73 y 289 ppm respectivamente, el CIC es bajo.

## 2.4. Diseño metodológico

### 2.4.1. Datos de la investigación

- ✓ **Tipo de investigación.** Según grado de abstracción: aplicada, y según el objetivo: experimental.
- ✓ **Población.** Conformada por plántones de cacao manejados en el vivero municipal de Unión Asháninka.
- ✓ **Muestra.** Conformada por 405 plántones de cacao utilizados para esta investigación.
- ✓ **Unidad de análisis.** Conformada por tres plántones de cacao y sus caracteres específicos.
- ✓ **Técnicas e instrumentos de recolección de datos.** Matriz de registro de datos, fotografías, fichas del campo.

### 2.4.2. Material biológico

El material biológico estar conformado por:

- ✓ Portainjerto (Patrón Criollo)
- ✓ Clon CCN-51
- ✓ Clon Villa Vista
- ✓ Clon VRAE-99

### 2.4.3. Variables

**Tabla 2.3**

*Operacionalización de las variables*

<b>Variables dependientes</b>	<b>Indicadores</b>
1. Características agronómicas <ul style="list-style-type: none"> <li>• CCN-51</li> <li>• Villa Vista</li> <li>• VRAE-99</li> </ul>	1. Prendimiento (días) 2. Número hojas por plánton (unidades) 3. Altura del plánton (cm) 4. Diámetro del cuello del plánton (mm) 5. Materia seca (g)
<b>Variables independientes</b>	<b>Indicadores</b>
1. <i>Trichoderma harzianum</i>	Dosis de <i>Trichoderma harzianum</i> : 80%, 100%
2. Microorganismos Eficaces (EM).	Dosis de EM: 10% y 20%

## 2.5. Método procedimental

**Tabla 2.4**

*Tratamientos aplicados en la investigación*

Tratamientos (T)	Código	Descripción
T1	C1A0	CCN-51 + (0% de activadores)
T2	C1A1	CCN-51 + (10%EM + 80%TH)
T3	C1A2	CCN-51 + (10%EM + 100%TH)
T4	C1A3	CCN-51 + (20%EM + 80%TH)
T5	C1A4	CCN-51 + (20%EM + 100%TH)
T6	C2A0	Villa Vista + (0% de activadores)
T7	C2A1	Villa Vista + (10%EM + 80%TH)
T8	C2A2	Villa Vista + (10%EM + 100%TH)
T9	C2A3	Villa Vista + (20%EM + 80%TH)
T10	C2A4	Villa Vista + (20%EM + 100%TH)
T11	C3A0	VRAE-99 + (0% de activadores)
T12	C3A1	VRAE-99 + (10%EM + 80%TH)
T13	C3A2	VRAE-99 + (10%EM + 100%TH)
T14	C3A3	VRAE-99 + (20%EM + 80%TH)
T15	C3A4	VRAE-99 + (20%EM + 100%TH)

**Nota.** C: clones de cacao, A: activadores (EM y *Trichoderma harzianum*), TH: *Trichoderma harzianum*, EM: microorganismos eficientes.

### 2.5.1. Diseño experimental

El diseño experimental a utilizado fue el Diseño Bloques Completos al azar (DBCA) con arreglo factorial 3C x 5A (C: clones de cacao y A: activadores), con 15 tratamientos, 3 repeticiones, 45 unidades experimentales (UE), cada UE estará representado por 9 plantones de cacao.

El modelo aditivo lineal del análisis estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \tau_i + \alpha_j + \tau\alpha_{(ij)} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Es la observación de la i-ésimo del factor A y j-ésimo del factor B

$\mu$  = Es la media general.

$\beta_k$  = Es el efecto de k-ésimo bloque

$\tau_i$  = Es el efecto principal de la i-ésimo del factor.

$\alpha_j$  = Es el efecto principal de la j-ésimo del factor.

$\tau\alpha_{(ij)}$  = Efecto de la interacción entre el j-ésimo de los activadores y el k-ésimo de clones de cacao.

$\epsilon_{ijk}$  = Es el efecto del error experimental

### 2.5.2. Análisis estadístico

Los resultados se evaluaron con el Análisis de Variancia (ANVA) y la prueba de contraste TUKEY, mediadas de asociación como prueba de independencia y correlación, basándose en métodos de estadística inferencial y análisis lógico de las conclusiones.

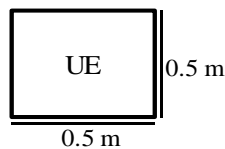
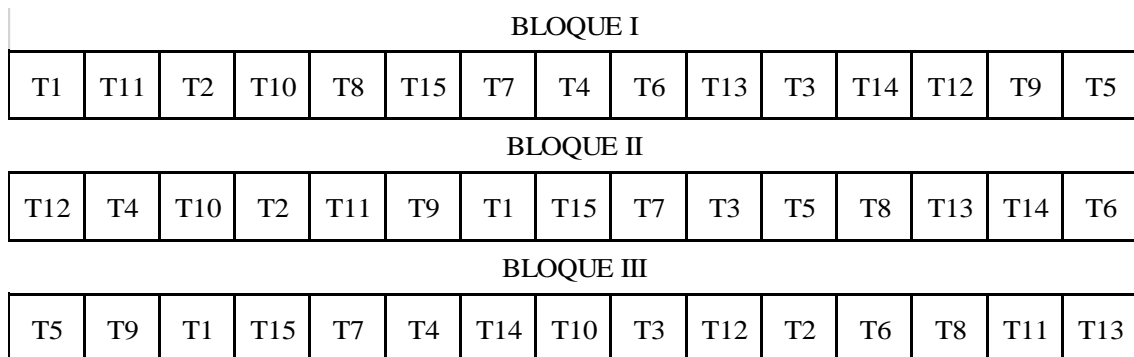
**Tabla 2.5**

*Características de las unidades experimentales*

Descripción	Unidad	Medida
Largo del bloque	m	8.0
Ancho de bloque	m	0.5
Distancia entre bloques (camino)	m	0.5
Número de plantones por UE	Unidades	9.0
Número total de UE	Unidades	45
Área del bloque	m <sup>2</sup>	4.0
Área total	m <sup>2</sup>	12.0

**Figura 2.3**

*Esquema del diseño experimental*



## 2.6. Instalación y conducción del cultivo

### 2.6.1. Propagación de portainjerto

Para este presente trabajo de investigación, se tomó plantones de portainjerto (criollo) en pleno desarrollo, producidos por la municipalidad distrital de Unión Asháninka bajo condiciones del vivero. De esta población se escogió una muestra de 405

plantones en total, 9 plantones por cada unidad experimental, luego estos plantones fueron separados para su tratamiento correspondiente.

### **2.6.2. Obtención de varas yemas**

Las varas yemas, se seleccionaron de plantas madre previamente identificadas y señaladas, los cuales tuvieron características agronómicas favorables: alto rendimiento, tolerante a las enfermedades, buen porte y edad suficiente. Los clones de cacao a utilizar fueron: CCN-51, VRAE-99 y Villa Vista, donde la fecha de recolección fue el 24 de diciembre del 2023 en horas de la madrugada (6:30 am).

### **2.6.3. Injerto**

Las yemas se seleccionaron con anticipación para luego ser injertadas antes de los 24h, con la finalidad de que las yemas no se deshidraten demasiado. La técnica de injerto utilizado fue el injerto púa central para todos los clones sin excepción. Para esta actividad se emplearon cuchillos especiales de injertación y materiales de amarre. La actividad del injertado se realizó el 24 de diciembre, las actividades se realizaron en un solo día para mantener la uniformidad entre los 3 clones, bajo condiciones de vivero de la municipalidad de Unión Asháninka – Cusco, la fecha de injerto fue el 24 de diciembre.

### **2.6.4. Aplicación de los activadores**

Los activadores se aplicaron según los tratamientos establecidos para este experimento, tanto EM y *Trichoderma harzianum*, se utilizaron mediante adquisición de productos comerciales, luego estos fueron activados según sus fichas técnicas indicadas, así como las dosificaciones.

#### **Activación del EM**

**Paso 1:** Se procedió a calentar agua en una olla de 20 litros.

**Paso 2:** Del agua entibiada se separó aproximadamente 3 litros de agua para disolver 1 kg de melaza.

**Paso 3:** Se continúa con la mezcla homogénea de la melaza disuelta y ME (1 litro) en un envase de 20 litros.

**Paso 4:** Finalmente, dejamos fermentar y activar la solución en condiciones de sombra y sin luz por 6 a 7 días, luego aplicar la mezcla a los plantones de cacao con una dosificación de 1litro de solución/20 litros de agua.

La frecuencia de aplicación de estos productos fue cada 15 días, según empleado por Vargas (2018), hasta que los plántones estén listos para llevar al campo definitivo. La aplicación fue mediante aspersión a toda la planta utilizando mochila fumigadora.

- ✓ Primera aplicación: 15 días después de injerto
- ✓ Segunda aplicación: 30 días después de injerto
- ✓ Tercera aplicación: 45 días después de injerto
- ✓ Cuarta aplicación: 60 días después de injerto

#### **2.6.5. *Mantenimiento del injerto***

Esta actividad consistió en trabajos de riego, retiro de arvenses de manera cotidiana. Mientras, el control fitosanitario consistió en la aplicación de los tratamientos de los activadores, ya que estos actuaron como biocontroladores.

### **2.7. Evaluaciones de variables**

#### **2.7.1. *Prendimiento de la planta***

Se evaluó el prendimiento de las yemas injertadas de los diferentes clones con los diferentes tipos de tratamiento, 12 a 20 días realizado el injerto se evaluó el porcentaje de prendimiento, donde la evaluación se hizo el prendimiento por planta de cada tratamiento.

#### **2.7.2. *Número de hojas por planta***

Se realizó el conteo a los 0, 30 y 60 días después de injertado (DDI) en 3 plantas por tratamiento y bloque.

#### **2.7.3. *Altura de la planta***

Se tomó la medida de altura en 3 plantas al azar por cada tratamiento a los 0, 30 y 60 días después de injertado (DDI), desde el cuello hasta el ápice de la yema del plánton.

#### **2.7.4. *Diámetro de esqueje de la planta***

Se tomó la medida del diámetro a los 0, 30 y 60 días, dicha medida se realizó en 3 plántones por cada repetición utilizando con vernier o pie de rey.

#### **2.7.5. *Materia seca de la planta***

Se evaluó el rendimiento de materia seca de la planta (3 plantas al azar para cada tratamiento), esta evaluación se realizó en 1 oportunidad (60 días después de injertado).

Luego fue llevado a la estufa durante 48 horas a una temperatura constante de 65 °C, tiempo y temperatura suficiente para alcanzar el peso constante (Guerrero et al., 2018). Para obtener el peso de la materia seca, se empleó una balanza analítica, la siguiente relación servirá para cálculo de porcentaje de materia seca:

$$MS = \frac{PS}{PF} \times 100$$

Donde:

MS: materia seca

PS: peso seco de la planta

Peso fresco de la planta

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Variables de prendimiento

**Tabla 3.1**

*Análisis de variancia del prendimiento de plántones injertados en tres clones de cacao*

<b>F. Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr&gt;Fc</b>
Bloque	2	0.40	0.20	2.05	0.1470 ns
Variedad (V)	2	2.53	1.27	12.95	<0.0001**
Activadores (B)	4	1.35	0.34	3.46	0.0194 ns
Interacción (V x B)	6	1.98	0.33	3.37	0.0116 ns
Error	30	2.93	0.10		
Total	44	9.20			

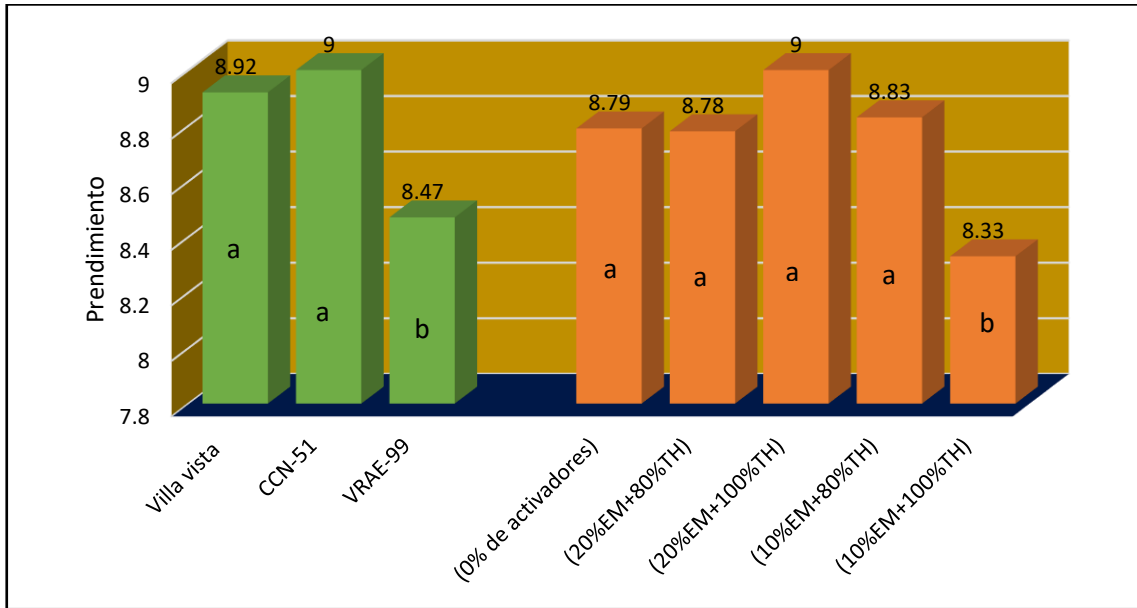
C.V. = 3.55 %

La tabla 3.1. Del ANVA, nos muestra alta significancia estadística para el efecto de la variedad (V) respecto al prendimiento a los 20 días después de realizar el injerto, lo cual quiere decir que por lo menos una variedad difiere de las otras; caso contrario ocurrió en el efecto de los activadores (B) y la interacción (V X B) donde no existe significancia (N.S.). En el caso de coeficiente de variación (C.V.) el resultado es de 3.55% un valor de buena confiabilidad.

Huaranca (2019), indica en la tabla 3.1, de su investigación, el análisis de varianza denota que las fuentes de variación fases lunares, tipos de injerto y la interacción entre fases lunares con tipos de injertos resultaron con alta significancia estadística, demostrando que el brotamiento de los tipos de injertos en plantas de cacao están influenciadas por cada una de las fases lunares y que las fases lunares influyen en cada tipo de injertos. El coeficiente de variabilidad fue de 3.64%, demostrando que los datos obtenidos en la evaluación fueron adecuados (p. 49).

**Figura 3.1**

*Prueba tukey de la evaluación del prendimiento de plántones injertados en tres clones de cacao*



La figura 3.1. muestra que la variedad CCN-51 y Villa Vista son estadísticamente superiores con 9 y 8.92 y respectivamente a la variedad VRAE-99 pero sin diferencia estadística entre ellas. En los activadores todos son estadísticamente superiores a la aplicación de (10%EM+100%TH) pero sin diferencia estadística entre ellas, los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de (20%EM+100%TH) y (10%EM+80%TH) con valores de 9 y 8.83 respectivamente.

Cabe destacar el hecho, de que el prendimiento más alto se obtuvo con el clon CCN-51 más el tratamiento (20%EM+100%TH) = 9 unidades. Seguido del clon Villa Vista más el tratamiento (10%EM+80%TH) con 8.92 unidades.

Mientras que el prendimiento más bajo se obtuvo con el clon VRAE-99 más el tratamiento de (10%EM+100%TH) = 8.47 unidades.

Moran & Vera (2012) mencionan que “se encontró dos categorías estadísticas con la influencia de la edad del patrón a injertar, donde el mejor resultado se dio en el tratamiento E3 (150 dds) con 31.25% y el tratamiento que obtuvo menor promedio fue E2 (120 dds) con un valor de 12.50% de prendimiento (p. 51).

### 3.2. Variables de diámetro del tallo

**Tabla 3.2**

*Análisis de variancia del diámetro del tallo de los plántones injertados en tres clones de cacao*

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	0.76	0.38	0.48	0.5253 ns
Variedad (V)	2	1.41	0.71	0.88	0.4237 ns
Activadores (B)	4	1.80	0.45	0.56	0.6917 ns
Interacción (V x B)	6	1.08	0.18	0.23	0.9651 ns
Error	30	24.00	0.80		
Total	44	29.06			

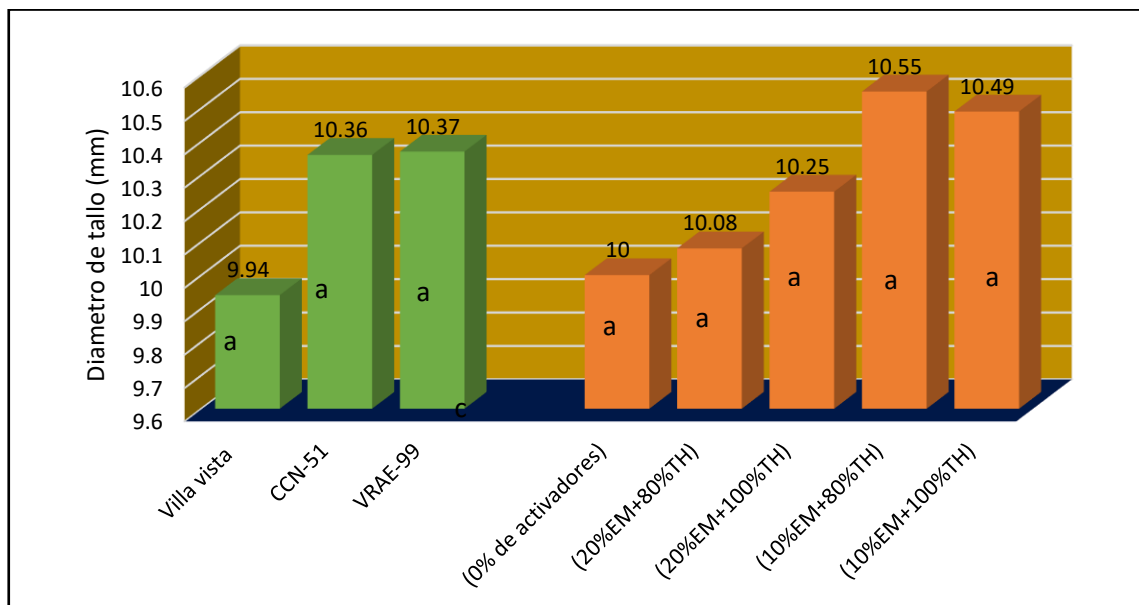
C.V. = 8.73 %

La tabla 3.2. Del ANVA, nos muestra que no existe significancia (N.S.) estadística para el efecto de la variedad (V), activadores (B) y la interacción (V X B) respecto al diámetro de tallo a los 60 días después de realizar el injerto. En el caso de coeficiente de variación (C.V.) el resultado es de 8.73 % es una medida de buena precisión.

Mujica (2013), nos explica que “en el análisis de varianza (ANVA) se observa que a nivel de bloques no existen diferencia significativa, mientras que entre tratamientos si hay diferencia altamente significativa lo que indica que las dosis y frecuencias de aplicación tienen efecto sobre el diámetro de tallos de los portainjertos con respecto al testigo. El coeficiente de variabilidad encontrado fue de 1.275% (p. 55).

**Figura 3.2**

*Prueba Tukey de la evaluación de diámetro de tallo de plántones injertados en 3 clones de cacao*



La figura 3.2. prueba Tukey del diámetro del tallo a los 60 días después de realizar el injerto, los clones CCN-51 y VRAE-99 son numéricamente superiores a la variedad Villa vista con 10.37 y 10.36 mm respectivamente, pero estadísticamente no hay diferencia entre variedades. En lo referente a los activadores(A) e interacción (A) X (B) tampoco se encontró diferencia estadística entre ellos y numéricamente la aplicación de (10%EM+80TH) fue superior al resto con el valor numérico 10.55 y el 10 es el menor valor numérico correspondiente al testigo (0 % de activadores).

Respecto al diámetro (mm) más alto, se obtuvo con el clon VRAE-99 más el tratamiento (10%EM+80%TH) con 10.37 (mm). Seguido del clon CCN-51 más el tratamiento (10%EM+100%TH) = 10.37 (mm).

Mientras que el diámetro (mm) más bajo se obtuvo con el clon Villa vista más el tratamiento de (0% de activadores) = 9.94 mm.

Cabe resaltar que no existe diferencia significativa (N.S.) en el resultado de los 3 clones y los 5 tratamientos.

Calle (2022). Contraste para el diámetro de tallo (mm) en el día 105 se obtuvieron diferencias altamente significativas con resultados de 6.98 mm en cacao foráneo y 6.57mm en cacao nacional boliviano con una dosis de 120% de *Trichoderma harzianum*.

### 3.3. Variable de altura de la planta

**Tabla 3.3**

*Análisis de variancia de la altura de plántones injertados en tres clones de cacao*

<b>F. Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr&gt;Fc</b>
Bloque	2	156.52	78.26	3.42	0.0461
Variedad (V)	2	61.93	30.97	1.35	0.2742 ns
Activadores (B)	4	115.24	28.81	1.26	0.3085 ns
Interacción (V x B)	6	106.89	17.82	0.78	0.5940 ns
Error	30	687.48	22.92		
Total	44	1128.06			

C.V. = 6.74 %

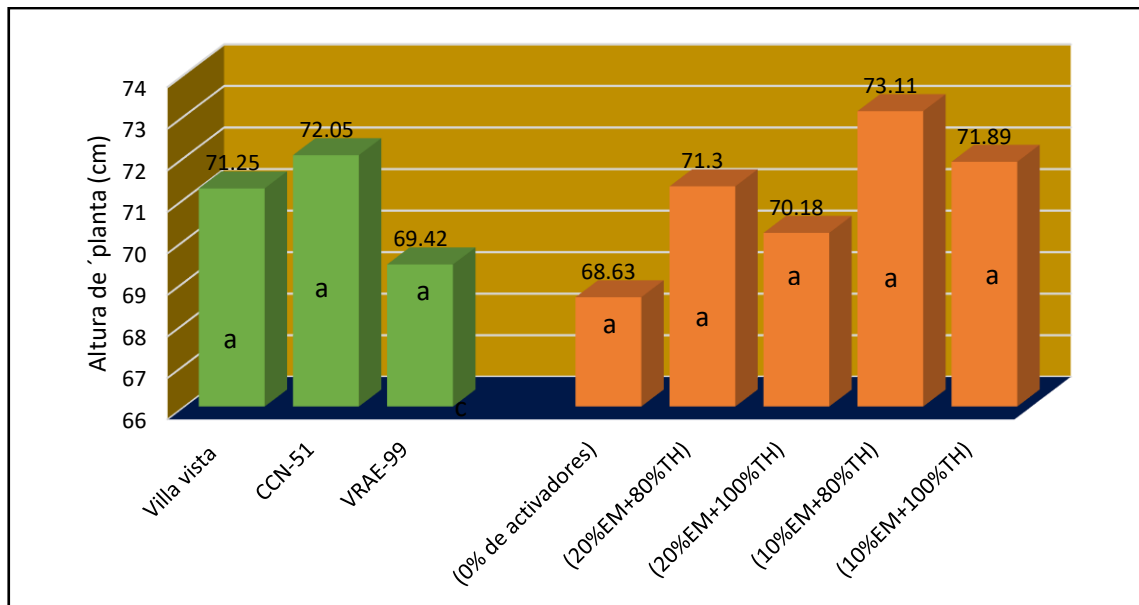
La tabla 3.3. Del ANVA, nos muestra que no existe significancia (N.S.) estadística para el efecto de la variedad (V), activadores (B) y la interacción (V X B) respecto a la altura de la planta en (cm.) a los 60 días después de realizar el injerto. En el caso de coeficiente de variación (C.V.) el resultado es de 6.74 % es una medida de buena precisión.

Mujica, (2013) nos dice que “en el análisis de varianza (ANVA) no existe diferencias significativas tanto a nivel de bloques como de tratamientos lo cual indica que la altura de los plántones, si bien es cierto es favorecida por la aplicación de fuentes de microorganismos, dosis y frecuencias con respecto al testigo y con ligera ventaja para MB comercial, C.V = 7.49%” (p.50).

Vargas (2018) nos muestra que “los registros de los valores sobre la altura de la planta en 120 días de tratamiento, donde los tratamientos de EM autóctono puro, EM comercial y Testigo según el análisis de varianza para estos tratamientos no estableció diferencia estadística significativa ( $F(0.49) = 0.7449, p > 0.05$ ) (p.40).

**Figura 3.3**

*Prueba de Tukey de la evaluación de altura de plántones injertados en tres clones de cacao*



La figura 3.3. prueba Tukey de la altura de la planta (cm.) a los 60 días después de realizar el injerto, los clones CCN-51 y Villa vista son numéricamente superiores al

clon VRAE-99 con 72.05 y 71.25 cm respectivamente, pero estadísticamente no hay diferencia entre variedades. En lo referente a los activadores(A) e interacción (A) X (B) tampoco se encontró diferencia estadística entre ellos y numéricamente la aplicación de (10%EM+80%TH) fue superior al resto con el valor numérico 10.55 y el 10 es el menor valor numérico correspondiente al testigo.

Respecto a la altura de la planta (cm.), el resultado más alto se obtuvo con el clon CCN-51 más el tratamiento (10%EM+80%TH) con 72.05 (cm). Seguido del clon Villa vista más el tratamiento (10%EM+100%TH) = 71.25 (cm).

Mientras que la altura de la planta (cm.) más bajo se obtuvo con el clon VRAE-99 más el tratamiento de (0% de activadores) = 69.42 (cm).

Cabe resaltar que no existe diferencia significativa (N.S.) en el resultado de los 3 clones y los 5 tratamientos.

Calle (2022) en el trabajo de investigación efectos de aplicación de *Trichoderma Harzianum* en plantines de cacao en la fase inicial de vivero, estación experimental de Sanpecho, obtuvo resultados altamente significativos en la variable de altura de planta con la aplicación de *Trichoderma harzianum* al 120% en el día 105 con un promedio de 41.14 cm en cacao foráneo y 35.68 cm en cacao nacional boliviano. Estos resultados son inferiores a los obtenidos en este trabajo de investigación, esta diferencia se debe a las diferencias climáticas y al empleo de EM.

Rojas (2024) en condiciones de Huanta encontró que la aplicación de *Trichoderma harzianum*, *viride* y *asperellum* a una dosis de 750g/l obtuvo el mayor resultado que fue de 15.28 cm en altura de planta.

Mujica (2013), menciona que “el efecto de la aplicación de MB casero y comercial frente al testigo sobre la altura de los portainjertos de cacao. Donde los valores varían desde 39.5 cm., obtenido con MB casero en la dosis 1, haciendo una diferencia frente al testigo de 4.5 cm., mientras que con MB comercial la mayor diferencia de altura se obtuvo también en la dosis 1 con 42.5 cm, la misma que hace una diferencia frente al testigo de 7.5 cm (p. 49).

Vargas (2018) realizó una investigación similar, que nos dice “los registros de los valores sobre la altura de la planta en 120 días de tratamiento, cuyo promedio general fue de 58.78, 54.53, 54.60, 58.79, 54.83 cm con los tratamientos de ME autóctono puro, ME 0.50:0.50, ME 0.25:0.75, EM comercial y testigo respectivamente (p. 40).

### 3.4. Variable número de hojas por planta (und)

**Tabla 3.4**

*Análisis de variancia del número de hojas de los plántones injertados en tres clones de cacao*

<b>F. Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr&gt;Fc</b>
Bloque	2	11.51	5.76	2.18	0.1310
Variedad (V)	2	90.71	45.36	17.15**	< 0.0001**
Activadores (B)	4	91.39	22.85	8.64**	0.0001**
Interacción (V x B)	6	241.37	40.23	15.21**	< 0.0001**
Error	30	79.32	2.64		
Total	44	514.31			

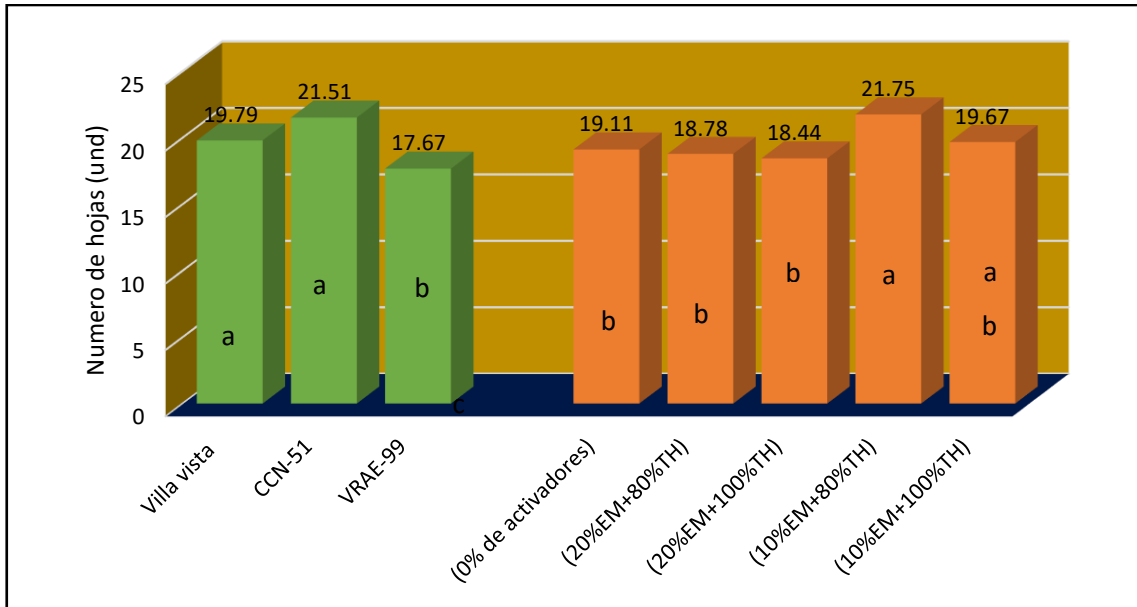
C.V. = 8.28 %

La tabla 3.4. Del ANVA, nos muestra alta significancia estadística para el efecto de la variedad (V), Activadores (B) e Interacción (V X B) respecto al número de hojas a los 60 días después de realizar el injerto, lo cual quiere decir que por lo menos una variedad y un tratamiento difiere de las otras. En el caso de coeficiente de variación (C.V.) el resultado es de 8.28 % indicador de buena precisión.

Cedeño & Sánchez (2022) indicó que “las cepas de *Trichoderma* influyeron significativamente ( $p < 0.05$ ) el área foliar de las plántulas de cacao, donde la cepa EM-150 logró la mayor área foliar, con un incremento del 37.75% con respecto al tratamiento control” (p. 24)

**Figura 3.4**

*Prueba de Tukey de la evaluación de número de hojas en plántones injertados en tres clones de cacao*



La figura 3.4. prueba Tukey del número de hojas por planta (und.) a los 60 días después de realizar el injerto, los clones CCN-51 y Villa vista son estadísticamente superiores con 21.51 y 19.79 (und.) respectivamente al clon VRAE-99 pero sin diferencia estadística entre ellas. En relación a la interacción (A) X (B) y a los activadores en específico existe diferencia estadística entre ellos y numéricamente la aplicación de (10%EM+80TH) fue superior al resto con el valor numérico 21.75; seguido de la aplicación (10%EM+100%TH) con 19.67 y el 18.44 es el menor valor numérico correspondiente a la aplicación de (20%EM+100% TH).

Respecto al número de hojas por planta (und.), el resultado más alto se obtuvo con el clon CCN-51 más el tratamiento (10%EM+80%TH) = 21.51 (und). Seguido del clon Villa vista más el tratamiento (10%EM+100% TH) = 19.79 (und).

Mientras que el número de hojas por planta (und.) más bajo se obtuvo con el clon VRAE-99 más el tratamiento de (20%EM+100% TH) = 17.67 (und).

Vargas (2018) reporta resultados en condiciones de vivero, distrito de Santa Rosa, provincia La Mar, con la aplicación de microorganismos eficientes autóctonos puro (T1)

presentó mayor número de hojas promedio de 12 hojas. Los resultados del presente trabajo son superiores si vemos de manera comparativa.

Calle (2022) en condiciones de la estación experimental de Sapecho, Bolivia, a los 105 días recién se encontró diferencia altamente significativa por efecto de la aplicación de *Trichoderma harzianum* a una dosis de 120%.

### 3.5. Variables de materia seca

**Tabla 3.5**

*Análisis de variancia de la materia seca de plántones injertados en tres clones de cacao*

<b>F. Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr&gt;Fc</b>
Bloque	2	34.44	17.22	0.50	0.6136 ns
Variedad (V)	2	912.31	456.16	13.15	0.0001 **
Activadores (B)	4	3015.43	753.86	21.73	< 0.0001**
Interacción (V x B)	6	801.17	133.53	3.85	0.0058 *
Error	30	1040.56	34.69		
Total	44	5803.91			

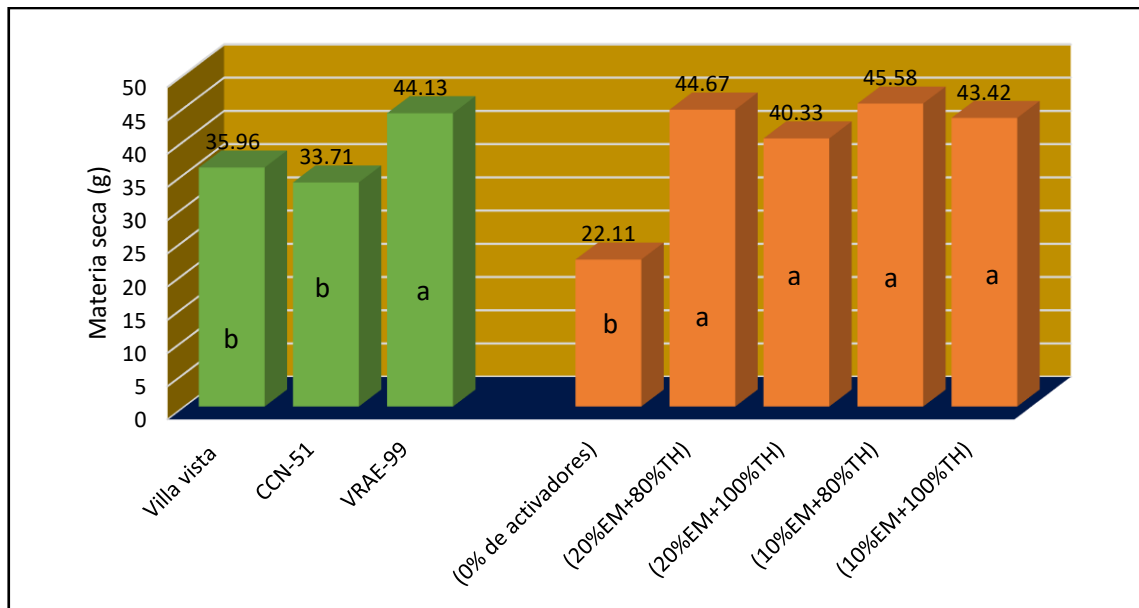
C.V. = 15.44 %

La tabla 3.5. Del ANVA para materia seca nos muestra alta significancia estadística para el efecto principal de variedades (V), también existe alta significación estadística para el efecto principal de activadores (B), esto quiere decir que existe por lo menos un activador que difiere del resto; asimismo existe significación para la interacción (V X B). En el caso de coeficiente de variación (C.V.) el resultado es de 15.44 % indicador de buena precisión.

Según Cedeño & Sánchez (2022) “el peso radical fue influenciado significativamente ( $p < 0.05$ ) por las cepas de *Trichoderma* probadas, donde EM-30 y EM-33 fueron las más efectivas en inducir una mayor acumulación del peso seco radical, con promedios de 0.83 y 0.88 g, respectivamente, en contraste al testigo” (p. 22 – 23).

**Figura 3.5**

*Prueba de Tukey de la evaluación de la materia seca de plántones injertados en tres clones de cacao*



La figura 3.5. prueba Tukey de materia seca (g.) a los 60 días después de realizar el injerto, se observa que el clon VRAE-99 es estadísticamente superior con 44.13 (g.) con diferencia significativa respecto a los clones Villa vista con 35.96 (g.) y CCN-51 con 33.71 (g.) a la vez sin diferencia estadística entre estos 2 últimos clones. En relación a la interacción (A) X (B) y a los activadores en específico existe diferencia estadística entre ellos y numéricamente la aplicación de (10%EM+80%TH) fue superior al resto con el valor numérico 45.58; seguido de la aplicación (20%EM+80%TH) con 44.67 y el 22.11 es el menor valor numérico correspondiente a la aplicación (0 % de activadores).

Respecto a la materia seca (g.), el resultado más alto se obtuvo con el clon VRAE-99 más el tratamiento (10%EM+80%TH) = 44.13 (g.). Seguido del clon Villa vista más el tratamiento (20%EM+80%TH) = 35.96 (g.).

Mientras que la materia seca (g.), más bajo se obtuvo con el clon CCN-51 más el tratamiento de (0 % de activadores) = 33.71 (g.).

Aguirre et al., (2007) reporta que “la biofertilización del cacao en el vivero con microorganismos solos o combinados, favorecen el desarrollo y la asignación de materia seca de los componentes morfológicos y fisiológicos” (p. 2)

## CONCLUSIONES

1. Los efectos de la dosis de *Trichoderma* y Microorganismos Eficientes en el crecimiento, el mayor prendimiento y número de hojas de plántones injertados de cacao (*Theobroma cacao* L.) se obtuvo aplicando la dosis de 20% y 10% de microorganismos eficaces (EM) más 100% y 80% de *Trichoderma* (TH) respectivamente. No existe diferencia en diámetro y altura de las plantas.
2. Los efectos de la dosis de *Trichoderma* y Microorganismos Eficientes en el crecimiento, en prendimiento y número de hojas las variedades CCN-51 y Villa Vista fueron superiores, no hubo efecto en diámetro de tallo y altura de planta, y en materia seca la variedad VRAE-99 superó con significancia al testigo con las dosis de 10% + 80% y 20% + 100% de microorganismos eficaces y *Trichoderma* con 44.13g.

## **RECOMENDACIONES**

- Es recomendable la aplicación de activadores a base de EM y TH en las siguientes proporciones (20%EM+100%TH) y (20%EM+80%TH) ya que con ellos se obtuvieron los mejores resultados.
- Se recomienda el uso de la variedad CCN-51 y Villa Vista ya que sus resultados tanto en prendimiento, numero de hojas son superiores a la variedad VRAE-99.
- Se recomienda replicar este tipo investigación en diferentes zonas potenciales del VRAEM, para contrastar los resultados obtenidos de los trabajos de investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albacete, A., Martínez-andújar, C., Martínez-pérez, A., Thompson, A. J., Dodd, I. C., & Pérez-alfocera, F. (2015). Unravelling rootstock × scion interactions to improve food security. *Journal of Experimental Botany*, 66(8), 2001–2006. <https://doi.org/10.1093/jxb/erv027>
- Aguierre, J. F., Mendoza, A., Cdena, J., Vandaño, Efectos de la biofertilización en vivero del cacao (*Theobroma cacao* L) con *Azospirillum brasilense* Tarrand, Krieg et dobereiner y *glomus intraradices* schenk et smith. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442007000800010](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442007000800010)
- Arbelaez, L. M. (2010). *Análisis de la diversidad intraespecie de Moniliophthora roreri por medio de marcadores morfológicos y genéticos* [Universidad Nacional de Colombia]. [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/45885382/moniliasis\\_ADN-libre.pdf?1464022664=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DMoniliasis\\_ADN.pdf&Expires=1697764728&Signature=A6rAcg~Qt-G-9~kdpmZQVeFQl7cpez4Of8yJeSx5yRgC8bwpsT~ZWsi2k0X28mhsOCFAs5ItN](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/45885382/moniliasis_ADN-libre.pdf?1464022664=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DMoniliasis_ADN.pdf&Expires=1697764728&Signature=A6rAcg~Qt-G-9~kdpmZQVeFQl7cpez4Of8yJeSx5yRgC8bwpsT~ZWsi2k0X28mhsOCFAs5ItN)
- Avila, G. M. de A., Gabardo, G., Clock, D. C., & Lima Junior, O. S. de. (2021). Use of efficient microorganisms in agriculture. *Research, Society and Development*, 10(8), e40610817515. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i8.17515>
- Biodiversity Internacional y el centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (2022). *Catálogo de Cacaos del Perú*. En I. P. RAEM, *Catálogo de Cacaos del Perú* (pág. 48 y 51). Lima, Av. La Molina.
- Batista, L. (2009). El Cultivo De Cacao. In *Academia.Edu*. <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/36860682/cacao-libre.pdf?1425509346=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DCacao.pdf&Expires=1697754084&Signature=XOy4sMMmOxSanNSg86FVK5ICdjnZngqr~mj1p6b1m4SyUhV4alhPC4mVsY~8FofVFbrS0bzaP9Lynm~IF0YX76lamB~>
- Becker, K., Geisler, S., Ueberall, F., Fuchs, D., & Gostner, J. M. (2013). Immunomodulatory properties of cacao extracts - potential consequences for medical applications. *Frontiers in Pharmacology*, 4 DEC(December), 1–9.

<https://doi.org/10.3389/fphar.2013.00154>

- Cedeño, A. D., & Sánchez, V. C. (2022). *Efecto de Trichoderma spp., y biochar en plantulas de cacao (Theobroma cacao L.)* [Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. [https://repositorio.esпам.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/42000/1961/TIC\\_A22D.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.esпам.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/42000/1961/TIC_A22D.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Esperanza, E. C. (2022). *Efecto de aplicación de Trichoderma harzianum en plantines de cacao en la fase inicial de vivero, estacion experimental de Sapecho* [Universidad Mayor de San Andrés]. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/29298/T-2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fernández-Paz, J., Cortés, A. J., Hernández-Varela, C. A., Mejía-de-Tafur, M. S., Rodríguez-Medina, C., & Baligar, V. C. (2021). Rootstock-Mediated Genetic Variance in Cadmium Uptake by Juvenile Cacao (*Theobroma cacao* L.) Genotypes, and Its Effect on Growth and Physiology. *Frontiers in Plant Science*, 12(December). <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.777842>
- Gamboa-Auqui, R. (2015). *Comportamiento en vivero de cuatro clones de cacao (Theobroma cacao L.) sobre diferentes patrones en Satipo* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/949/T007354.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Goldschmidt, E. E. (2014). Plant grafting : new mechanisms , evolutionary implications. *Frontiers in Plant Science*, 5(December), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00727>
- Guerrero, M. J. L., Castañed, C. L., Garay, A. H., Hernández, P. A. M., & Cerrilla, M. E. O. (2018). Performance of dry matter yield and its components in germoplasm of alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 9(3), 487–505. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v9i3.4440>
- Harman, G. E. (2006). Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma spp.* *Phytopathology*, 96(2), 190–194. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-96-0190>
- Higa, T., & Parr, J. (2018). Microorganismos Benéficos Y Efectivos Para Una Agricultura Y Medio Ambiente Sostenible. *Investigación de Agricultura Natural*, 1(3), 1–14. <https://acortar.link/ZROohn>
- Huaranca, J. C. (2018). *Fases lunares y tipos de injertos en la propagación de cacao*

- (*Theobroma cacao* L.), vivero Pichari Alta 620 msnm, Cusco, 2018 [Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3601>
- Langa-Lomba, N., González-García, V., Venturini-Crespo, M. E., Casanova-Gascón, J., Barriuso-Vargas, J. J., & Martín-Ramos, P. (2023). Comparison of the Efficacy of *Trichoderma* and *Bacillus* Strains and Commercial Biocontrol Products against Grapevine Botryosphaeria Dieback Pathogens. *Agronomy*, 13(2), 1–12. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020533>
- Lastra, P. L. (2021). *Diversidad del cacao peruano y el rol de las colecciones de conservación ex situ en su conservación y caracterización* [Universidad Nacional de Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4912/lastra-paucar-sphyros-roomel-luciano.pdf?sequence=5>
- Leiva, S., Oliva, M., Hernández, E., Chuquibala, B., Rubio, K., García, F., & de la Cruz, M. T. (2020). Assessment of the potential of *trichoderma* spp. strains native to bagua (Amazonas, Peru) in the biocontrol of frosty pod rot (*Moniliophthora roreri*). *Agronomy*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/agronomy10091376>
- Léon, J. (1968). *Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales* (1st ed.). IICA. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=gJiVVBk-vWMC&oi=fnd&pg=PA26&dq=Fundamentos+botánicos+de+los+cultivos+tropicales&ots=iSg-nYQfAb&sig=NhA1bfnyjRJg6hMC3fiftlkjismU#v=onepage&q=Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=gJiVVBk-vWMC&oi=fnd&pg=PA26&dq=Fundamentos+botánicos+de+los+cultivos+tropicales&ots=iSg-nYQfAb&sig=NhA1bfnyjRJg6hMC3fiftlkjismU#v=onepage&q=Fundamentos+botánicos+de+los+cultivos+tropicales&f=false)
- Lewis, L. P. (1983). *Grafting and Budding Fruit Trees*. [https://kb.osu.edu/bitstream/handle/1811/60956/1/OARDC\\_bulletin\\_n510.pdf](https://kb.osu.edu/bitstream/handle/1811/60956/1/OARDC_bulletin_n510.pdf)
- Luna, M. F., & Mesa, J. R. (2016). Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores. *Revista Científica Agroecosistemas*, 282. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/84>
- Marrache, K. R., Rofner, N. F., & Mamani, F. E. (2019). Chemical and microbiological indicators of the soil under application of efficient microorganisms in cocoa plantation (*Theobroma cacao* L.). *Scielo*, 6, 21–28. [http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v6n2/v6n2\\_a04.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v6n2/v6n2_a04.pdf)
- Martínez-Pinilla, E., Oñatibia-Astibia, A., & Franco, R. (2015). The relevance of theobromine for the beneficial effects of cocoa consumption. *Frontiers in*

- Pharmacology*, 6(FEB), 1–5. <https://doi.org/10.3389/fphar.2015.00030>
- McElroy, M. S., Navarro, A. J. R., Mustiga, G., Stack, C., Gezan, S., Peña, G., Sarabia, W., Saquicela, D., Sotomayor, I., Douglas, G. M., Migicovsky, Z., Amores, F., Tarqui, O., Myles, S., & Motamayor, J. C. (2018). Prediction of cacao (*Theobroma cacao*) resistance to *moniliophthora spp.* diseases via genome-wide association analysis and genomic selection. *Frontiers in Plant Science*, 9(March), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00343>
- MIDAGRI. (2016). Estudio del Cacao en el Perú y el Mundo. Análisis de la producción y el comercio. In *Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria*. <https://camcafeperu.com.pe/admin/recursos/publicaciones/Estudio-cacao-Peru-y-Mundo.pdf>
- MIDAGRI. (2022). *Observatorio de commodities Cacao. Dirección de estudios económicos*. [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3561419/CommoditiesCacao%3A%20ene-mar 2022.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3561419/CommoditiesCacao%3A%20ene-mar%202022.pdf)
- Moran, Z. E. & Vera, C. J. (2012). Influencia de la edad del patron de cacao (*Theobroma cacao* L.) sobre el prendimiento de los njertos EET-575, EET-576 y EET-103 espam-mfl. <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/18/1/Moran%20Zambrano%20Eduardo%20Luis.pdf>
- Motamayor, J. C., Lachenaud, P., da Silva e Mota, J. W., Loor, R., Kuhn, D. N., Brown, J. S., & Schnell, R. J. (2008). Geographic and genetic population differentiation of the Amazonian chocolate tree (*Theobroma cacao* L). *PLoS ONE*, 3(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0003311>
- Mudge, K., Janick, J., Scofield, S., & Goldschmidt, E. E. (2009). A history of grafting. *Horticultural Reviews*, 35, 437–493. <https://doi.org/10.1002/9780470593776.ch9>
- Mujica, V. L. (2013). *Dosis y frecuencia de aplicación de microorganismos benéficos en la produccion de portainjertos de cacao (Theobroma cacao L.)*, Ayna, San francisoco, 600 msnm, Ayacucho [Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2000>
- Rasool, A., Mansoor, S., Bhat, K. M., Hassan, G. I., Baba, T. R., Alyemeni, M. N., Alsahli, A. A., El-Serehy, H. A., Paray, B. A., & Ahmad, P. (2020). Mechanisms Underlying Graft Union Formation and Rootstock Scion Interaction in Horticultural Plants. *Frontiers in Plant Science*, 11(December).

<https://doi.org/10.3389/fpls.2020.590847>

- Rosmana, A., Taufik, M., Asman, A., & Jayanti, N. J. (2019). Dynamic of Vascular Streak Dieback Disease Incidence on Susceptible Cacao Treated with Composted Plant Residues and *Trichoderma asperellum* in Field. *Agronomy*.
- Rojas, G. (2024). Produccion de plantones de Cacao (*Theobroma cacao* L.) con la aplicación de *Trichoderma* (*Harzianum*, *Viride* y *Asperellum*) para control de enfermedades en vivero, [UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA HUANTA]. <https://repositorio.unah.edu.pe/items/884e20e5-603d-4bf6-b353-88c3ed38facc>
- Rumbea, C. M. (2020). *Aplicación de microorganismos eficiente en una plantacion de cacao (Theobroma cacao L.), Naranjal, Guayas, Ecuador* [Universidad Agraria de Ecuador]. [https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/RUMBEA MOLINA CARLOS MANUEL\\_compressed.pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/RUMBEA MOLINA CARLOS MANUEL_compressed.pdf)
- Schmidt, J. E., DuVal, A., Puig, A., Tempeleu, A., & Crow, T. (2021). Interactive and Dynamic Effects of Rootstock and Rhizobiome on Scion Nutrition in Cacao Seedlings. *Frontiers in Agronomy*, 3(November), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fagro.2021.754646>
- Snyde, J. C., & Bartram, R. D. (1950). *Grafting Fruit Trees*. [https://s3.amazonaws.com/nast01.ext.exlibrisgroup.com/01ALLIANCE\\_WSU/storage/alma/3B/13/5A/C2/D3/D8/E7/F6/42/0F/DD/3A/45/80/75/D5/eb0442\\_1950.pdf?response-content-type=application%2Fpdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Date=20231024T233616Z&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Expires=119&X-Amz-Credential=AKIAJN6NPMNGJALPPWAQ%2F20231024%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4\\_request&X-Amz-Signature=2c07b930abef261a6b6503e7c0502602af9ebeafc9fb0c35abdec57c3086d397](https://s3.amazonaws.com/nast01.ext.exlibrisgroup.com/01ALLIANCE_WSU/storage/alma/3B/13/5A/C2/D3/D8/E7/F6/42/0F/DD/3A/45/80/75/D5/eb0442_1950.pdf?response-content-type=application%2Fpdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Date=20231024T233616Z&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Expires=119&X-Amz-Credential=AKIAJN6NPMNGJALPPWAQ%2F20231024%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Signature=2c07b930abef261a6b6503e7c0502602af9ebeafc9fb0c35abdec57c3086d397)
- Stoltz, L. P., & Strang, J. (2005). *Reproducing Fruit Trees by Graftage: Budding and Grafting* (pp. 1–5). Cooperative Extension service, University of Kentucky - College of Agriculture. <https://www2.ca.uky.edu/agcomm/pubs/ho/ho39/ho39.pdf>
- Vargas, R. (2018). *Aplicación de Microorganismos Eficientes EM en la producción de plantones de Theobroma cacao L. “cacao” en condiciones de vivero* (Vol. 1)

[Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga].  
<http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2853>

- Yao, X., Guo, H., Zhang, K., Zhao, M., Ruan, J., & Chen, J. (2023). *Trichoderma* and its role in biological control of plant fungal and nematode disease. *Frontiers in Microbiology*, *14*(May), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1160551>
- Zarrouk, O., Gogorcena, Y., Moreno, M. A., & Pinochet, J. (2006). Graft compatibility between peach cultivars and *Prunus* rootstocks. *HortScience*, *41*(6), 1389–1394. <https://doi.org/10.21273/hortsci.41.6.1389>
- Zhang, J. L., Tang, W. L., Huang, Q. R., Li, Y. Z., Wei, M. L., Jiang, L. L., Liu, C., Yu, X., Zhu, H. W., Chen, G. Z., & Zhang, X. X. (2021). *Trichoderma*: A Treasure House of Structurally Diverse Secondary Metabolites With Medicinal Importance. *Frontiers in Microbiology*, *12*(July), 1–21. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.723828>
- Zhang, Z., Tang, S., Liu, X., Ren, X., Wang, S., & Gao, Z. (2023). The Effects of *Trichoderma viride* T23 on Rhizosphere Soil Microbial Communities and the Metabolomics of Muskmelon under Continuous Cropping. *Agronomy*, *13*(4). <https://doi.org/10.3390/agronomy13041092>

# **ANEXOS**

Anexo 1. Análisis de sustrato



# MULTISERVICIOS AGROLAB

INGENIEROS TRABAJANDO POR UN AGRO SOSTENIBLE

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES  
ANÁLISIS DE SUELOS : CARACTERIZACIÓN

**ASESORÍA Y CAPACITACIÓN EN:**

- EVALUACIÓN Y MUESTREO DE SUELOS.
- INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS AGRÍCOLA.
- USO, MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS.
- ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL.
- AGRICULTURA SUSTENTABLE.

Solicitante	Sra. Melisa Zárate Lazo			Fecha	03/04/2024
Nombre de proyecto	N/A				
Departamento	Cusco	Provincia:	La Convención	Distrito:	Unión Ashaninka
Anexo	N/A	Altitud (m.s.n.m.)		Coordenadas	N/A
Código de muestra	13106	Referencia de Campo:	M-01	Cultivo instalar:	Cultivo actual:

Parámetro	Resultado	Unidad	Clasificación
1 pH (1:1)	6.01	Unidad pH	Ligeramente ácido

Acido	Neutro	Básico
	6.01	
No salino		F. Salino
	0.17	

2 Conductividad (1:1)	0.17	dS m.-1	No salino
-----------------------	------	---------	-----------

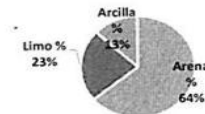
Muy bajo	Medio	Muy alto
	0.00	
	2.36	
	60.7	
	289	
	0.12	
	11.58	

3 Carbonatos	0.00	%	Muy bajo
4 Materia orgánica	2.36	%	Medio
5 Fósforo disponible	60.73	ppm	Muy Alto
6 Potasio disponible	289	ppm	Muy Alto
7 Nitrógeno	0.12	ppm	Medio
8 C.I.C.	11.58	Cmol (+).kg-1	Bajo

Bajo	Medio	Alto
	8.54	
	1.42	
	0.62	
	0.22	
	0.00	
	93	

Parámetro	Resultado	Unidad	Clasificación
10 Ca <sup>++</sup>	8.54	Cmol (+).kg-1	Medio
11 Mg <sup>++</sup>	1.42	Cmol (+).kg-1	Medio
12 K <sup>+</sup>	0.62	Cmol (+).kg-1	Alto
13 Na <sup>+</sup>	0.22	Cmol (+).kg-1	Muy bajo
14 Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>	0.00	Cmol (+).kg-1	Muy bajo
15 Saturación de bases	93	%	Alto

Clase textural			
Arena	%	64	Clase Fr. A.
Limo	%	23	
Arcilla	%	13	



Relaciones catiónicas		
Parámetro	Resultado	Valoración
Ca / K	13.76	Deficiencia de Calcio
Ca / Mg	6.03	Ideal
Mg / K	2.28	Ideal
(Ca + Mg + K)/Al	-	-

03/04/2024

Ph.D. Marileni Cerda Gómez  
Responsable de Laboratorio

A = arena, A.Fr = Arena franca; Fr.A. = Franco arenoso; Fr = Franco; Fr.L = Franco limoso; L = Limoso; FrArA = Franco arcillo arenoso; FrAr = Franco arcilloso; FrArL = Franco arcillo limoso; ArA = Arcillo arenoso; ArL = Arcillo limoso; Ar = Arcilloso.

**Anexo 2. Panel de fotografías**



**Foto 1.** Selección y acomodo de plantas de cacao, patrón Criollo



**Foto 2.** Planta madre, variedad CCN-51



**Foto 3.** Planta madre, variedad VILLA VISTA



**Foto 4.** Planta madre, variedad VRAE-99



**Foto 5.** Extracción de varas yemeras



**Foto 6.** Selección y corte de varas yemeras para injertado



**Foto 7.** Día 1, post injerto de los plantones de cacao con las diferentes variedades



**Foto 8.** Primera evaluación del diámetro del tallo (día 1)



**Foto 9.** Prendimiento de la variedad Villa Vista y CCN-51, día 10



**Foto 10.** Activación de los micronutrientes eficientes



**Foto 11.** Aplicación de la *Trichoderma*



**Foto 12.** Aplicación de Microorganismos eficaces, día 15



**Foto 13.** Variedad CCN-51 con presencia de ataque de plagas, día 21



**Foto 14.** Variedad Villa Vista con presencia de ataque de plagas en el patrón



Foto 15. Día 26 post injerto, día 26



Foto 16. Evaluación del diámetro del tallo de la planta, día 31



**Foto 17.** 2da Evaluación de la altura de la planta, día 31



**Foto 18.** 3ra evaluación de la altura y diámetro del tallo de la planta, día 57



**Foto 19.** 3ra evaluación del diámetro del tallo de la planta



**Foto 20.** 3ra evaluación de la altura de la planta



Foto 21. Observación de la estructura de la planta pre-secado



Foto 22. Peso de la materia seca

### Anexo 3. Prendimiento

Bloq	Variedad	Activadores	Día 12	Día 15	Día 20
I	CCN-51	(0% de activadores)	7	9	9
I	VRAE-99	(0% de activadores)	6	6	9
I	CCN-51	(10%EM+100% TH)	5	9	9
I	Villa Vista	(20%EM+100% TH)	6	9	9
I	Villa Vista	(10%EM+80% TH)	6	9	9
I	VRAE-99	(20%EM+100% TH)	6	8	9
I	Villa Vista	(10%EM+80% TH)	7	8	9
I	CCN-51	(20%EM+80% TH)	8	9	9
I	Villa Vista	(0% de activadores)	8	6	8
I	VRAE-99	(10%EM+100% TH)	4	5	7
I	CCN-51	(10%EM+100% TH)	6	9	9
I	VRAE-99	(20%EM+80% TH)	4	8	8
I	VRAE-99	(10%EM+80% TH)	5	6	8
I	Villa Vista	(20%EM+80% TH)	7	8	9
I	CCN-51	(20%EM+100% TH)	8	8	9
II	VRAE-99	(10%EM+80% TH)	5	6	9
II	CCN-51	(20%EM+80% TH)	7	9	9
II	Villa Vista	(20%EM+100% TH)	8	9	9
II	CCN-51	(10%EM+100% TH)	8	9	9
II	VRAE-99	(0% de activadores)	5	7	8
II	Villa Vista	(20%EM+80% TH)	6	9	9
II	CCN-51	(0% de activadores)	8	9	9
II	VRAE-99	(20%EM+100% TH)	4	8	9
II	Villa Vista	(10%EM+80% TH)	6	7	9
II	CCN-51	(10%EM+100% TH)	6	9	9
II	CCN-51	(20%EM+100% TH)	5	8	9
II	Villa Vista	(10%EM+80% TH)	3	8	9
II	VRAE-99	(10%EM+100% TH)	5	8	8
II	VRAE-99	(20%EM+80% TH)	5	7	9
II	Villa Vista	(0% de activadores)	7	8	9
III	CCN-51	(20%EM+100% TH)	5	8	9
III	Villa Vista	(20%EM+80% TH)	8	9	9
III	CCN-51	(0% de activadores)	5	9	9
III	VRAE-99	(20%EM+100% TH)	7	9	9
III	Villa Vista	(10%EM+80% TH)	7	9	9
III	CCN-51	(20%EM+80% TH)	7	9	9
III	VRAE-99	(20%EM+80% TH)	4	8	8
III	Villa Vista	(20%EM+100% TH)	6	9	9
III	CCN-51	(10%EM+100% TH)	4	8	9
III	VRAE-99	(10%EM+80% TH)	6	9	9
III	CCN-51	(10%EM+100% TH)	8	8	9
III	Villa Vista	(0% de activadores)	6	7	9
III	Villa Vista	(10%EM+80% TH)	9	9	9
III	VRAE-99	(0% de activadores)	5	9	9
III	VRAE-99	(10%EM+100% TH)	4	8	8

**Anexo 4. Diámetro de tallo (mm).**

<b>Bloq</b>	<b>Variedad</b>	<b>Activadores</b>	<b>Día 1</b>	<b>Día 30</b>	<b>Día 60</b>
I	CCN-51	(0% de activadores)	7.36	9.18	9.39
I	VRAE-99	(0% de activadores)	7.89	10.12	10.70
I	CCN-51	(10%EM+100% TH)	8.08	9.83	10.67
I	Villa Vista	(20%EM+100% TH)	7.55	8.85	9.56
I	Villa Vista	(10%EM+80% TH)	7.96	8.79	9.31
I	VRAE-99	(20%EM+100% TH)	7.18	9.08	9.78
I	Villa Vista	(10%EM+80% TH)	8.59	9.46	10.23
I	CCN-51	(20%EM+80% TH)	6.99	8.81	9.57
I	Villa Vista	(0% de activadores)	8.24	10.33	10.56
I	VRAE-99	(10%EM+100% TH)	8.61	10.38	11.05
I	CCN-51	(10%EM+100% TH)	7.64	10.05	11.17
I	VRAE-99	(20%EM+80% TH)	8.88	10.10	10.92
I	VRAE-99	(10%EM+80% TH)	8.87	11.71	11.98
I	Villa Vista	(20%EM+80% TH)	7.71	8.27	8.91
I	CCN-51	(20%EM+100% TH)	7.59	9.30	10.17
II	VRAE-99	(10%EM+80% TH)	8.16	9.41	10.11
II	CCN-51	(20%EM+80% TH)	9.34	10.90	11.35
II	Villa Vista	(20%EM+100% TH)	9.59	10.12	10.56
II	CCN-51	(10%EM+100% TH)	7.37	9.35	10.00
II	VRAE-99	(0% de activadores)	6.97	8.02	8.65
II	Villa Vista	(20%EM+80% TH)	7.23	8.83	9.78
II	CCN-51	(0% de activadores)	8.13	9.15	9.83
II	VRAE-99	(20%EM+100% TH)	8.64	9.86	10.52
II	Villa Vista	(10%EM+80% TH)	7.51	8.33	8.80
II	CCN-51	(10%EM+100% TH)	7.81	9.35	9.95
II	CCN-51	(20%EM+100% TH)	8.44	11.00	11.94
II	Villa Vista	(10%EM+80% TH)	8.48	10.33	10.95
II	VRAE-99	(10%EM+100% TH)	7.58	9.01	9.50
II	VRAE-99	(20%EM+80% TH)	7.56	8.34	9.74
II	Villa Vista	(0% de activadores)	7.15	8.88	9.42
III	CCN-51	(20%EM+100% TH)	7.28	8.63	8.99
III	Villa Vista	(20%EM+80% TH)	7.83	9.38	10.03
III	CCN-51	(0% de activadores)	7.79	10.55	11.06
III	VRAE-99	(20%EM+100% TH)	9.55	10.19	10.53
III	Villa Vista	(10%EM+80% TH)	8.17	8.74	9.89
III	CCN-51	(20%EM+80% TH)	7.61	10.15	10.83
III	VRAE-99	(20%EM+80% TH)	8.78	9.23	9.55
III	Villa Vista	(20%EM+100% TH)	7.44	9.55	10.22
III	CCN-51	(10%EM+100% TH)	8.72	9.98	10.43
III	VRAE-99	(10%EM+80% TH)	8.49	9.76	10.64
III	CCN-51	(10%EM+100% TH)	8.66	9.80	10.20
III	Villa Vista	(0% de activadores)	6.77	9.21	9.73
III	Villa Vista	(10%EM+80% TH)	7.75	9.45	11.93
III	VRAE-99	(0% de activadores)	8.93	10.32	10.66
III	VRAE-99	(10%EM+100% TH)	9.86	10.63	11.16

**Anexo 5.** Altura de planta (cm).

<b>Bloq</b>	<b>Variedad</b>	<b>Activadores</b>	<b>Día 1</b>	<b>Día 30</b>	<b>Día 60</b>
I	CCN-51	(0% de activadores)	46.67	62.333	69.33
I	VRAE-99	(0% de activadores)	51.00	64	66.33
I	CCN-51	(10%EM+100%TH)	46.67	58.667	67.00
I	Villa Vista	(20%EM+100%TH)	49.33	61	70.67
I	Villa Vista	(10%EM+80%TH)	54.67	67	75.67
I	VRAE-99	(20%EM+100%TH)	51.00	59	63.33
I	Villa Vista	(10%EM+80%TH)	55.00	65.333	72.00
I	CCN-51	(20%EM+80%TH)	50.67	58.667	66.00
I	Villa Vista	(0% de activadores)	42.67	58.333	63.33
I	VRAE-99	(10%EM+100%TH)	59.33	63.333	74.00
I	CCN-51	(10%EM+100%TH)	50.33	63.333	67.33
I	VRAE-99	(20%EM+80%TH)	57.33	63.667	70.67
I	VRAE-99	(10%EM+80%TH)	58.00	61	74.00
I	Villa Vista	(20%EM+80%TH)	47.33	58.667	63.33
I	CCN-51	(20%EM+100%TH)	46.00	57.667	63.33
II	VRAE-99	(10%EM+80%TH)	53.67	60.333	71.00
II	CCN-51	(20%EM+80%TH)	55.33	65.333	73.00
II	Villa Vista	(20%EM+100%TH)	55.33	69	75.33
II	CCN-51	(10%EM+100%TH)	54.33	68	75.67
II	VRAE-99	(0% de activadores)	50.67	57.333	66.33
II	Villa Vista	(20%EM+80%TH)	49.33	58	74.00
II	CCN-51	(0% de activadores)	53.33	64	73.00
II	VRAE-99	(20%EM+100%TH)	59.00	67.667	67.33
II	Villa Vista	(10%EM+80%TH)	53.00	63	68.00
II	CCN-51	(10%EM+100%TH)	49.00	61	68.33
II	CCN-51	(20%EM+100%TH)	56.67	64	76.00
II	Villa Vista	(10%EM+80%TH)	56.33	63	78.33
II	VRAE-99	(10%EM+100%TH)	55.33	68	70.33
II	VRAE-99	(20%EM+80%TH)	54.33	59.333	71.00
II	Villa Vista	(0% de activadores)	53.67	68.667	77.33
III	CCN-51	(20%EM+100%TH)	54.33	61.333	70.00
III	Villa Vista	(20%EM+80%TH)	60.00	67	79.33
III	CCN-51	(0% de activadores)	59.67	69.667	76.67
III	VRAE-99	(20%EM+100%TH)	52.33	61.333	71.67
III	Villa Vista	(10%EM+80%TH)	54.33	66	72.00
III	CCN-51	(20%EM+80%TH)	55.33	73	80.33
III	VRAE-99	(20%EM+80%TH)	51.00	58.667	64.00
III	Villa Vista	(20%EM+100%TH)	56.67	63.333	74.00
III	CCN-51	(10%EM+100%TH)	59.33	68	79.33
III	VRAE-99	(10%EM+80%TH)	57.00	63.333	74.00
III	CCN-51	(10%EM+100%TH)	56.33	67.667	76.33
III	Villa Vista	(0% de activadores)	45.33	50.667	58.00
III	Villa Vista	(10%EM+80%TH)	50.33	63	73.33
III	VRAE-99	(0% de activadores)	58.33	66.333	67.33
III	VRAE-99	(10%EM+100%TH)	51.67	63	70.00

**Anexo 6. Materia seca (gr).**

<b>Blog</b>	<b>Variedad</b>	<b>Activadores</b>	<b>MS</b>
I	CCN-51	(0% de activadores)	18
I	VRAE-99	(0% de activadores)	26
I	CCN-51	(10%EM+100% TH)	26
I	Villa Vista	(20%EM+100% TH)	29
I	Villa Vista	(10%EM+80% TH)	55
I	VRAE-99	(20%EM+100% TH)	48
I	Villa Vista	(10%EM+80% TH)	29
I	CCN-51	(20%EM+80% TH)	39
I	Villa Vista	(0% de activadores)	21
I	VRAE-99	(10%EM+100% TH)	50
I	CCN-51	(10%EM+100% TH)	33
I	VRAE-99	(20%EM+80% TH)	41
I	VRAE-99	(10%EM+80% TH)	52
I	Villa Vista	(20%EM+80% TH)	49
I	CCN-51	(20%EM+100% TH)	38
II	VRAE-99	(10%EM+80% TH)	48
II	CCN-51	(20%EM+80% TH)	42
II	Villa Vista	(20%EM+100% TH)	35
II	CCN-51	(10%EM+100% TH)	28
II	VRAE-99	(0% de activadores)	24
II	Villa Vista	(20%EM+80% TH)	51
II	CCN-51	(0% de activadores)	23
II	VRAE-99	(20%EM+100% TH)	42
II	Villa Vista	(10%EM+80% TH)	30
II	CCN-51	(10%EM+100% TH)	39
II	CCN-51	(20%EM+100% TH)	45
II	Villa Vista	(10%EM+80% TH)	49
II	VRAE-99	(10%EM+100% TH)	55
II	VRAE-99	(20%EM+80% TH)	49
II	Villa Vista	(0% de activadores)	19
III	CCN-51	(20%EM+100% TH)	43
III	Villa Vista	(20%EM+80% TH)	45
III	CCN-51	(0% de activadores)	19
III	VRAE-99	(20%EM+100% TH)	47
III	Villa Vista	(10%EM+80% TH)	35
III	CCN-51	(20%EM+80% TH)	43
III	VRAE-99	(20%EM+80% TH)	43
III	Villa Vista	(20%EM+100% TH)	36
III	CCN-51	(10%EM+100% TH)	38
III	VRAE-99	(10%EM+80% TH)	49
III	CCN-51	(10%EM+100% TH)	25
III	Villa Vista	(0% de activadores)	22
III	Villa Vista	(10%EM+80% TH)	51
III	VRAE-99	(0% de activadores)	27
III	VRAE-99	(10%EM+100% TH)	61

**Anexo 7.** Numero de hojas por planta (und).

<b>Bloq</b>	<b>Variedad</b>	<b>Activadores</b>	<b>N° de hojas</b>
I	CCN-51	(0% de activadores)	17
I	VRAE-99	(0% de activadores)	18
I	CCN-51	(10%EM+100% TH)	20
I	Villa Vista	(20%EM+100% TH)	15
I	Villa Vista	(10%EM+80% TH)	24
I	VRAE-99	(20%EM+100% TH)	11
I	Villa Vista	(10%EM+80% TH)	22
I	CCN-51	(20%EM+80% TH)	22
I	Villa Vista	(0% de activadores)	21
I	VRAE-99	(10%EM+100% TH)	19
I	CCN-51	(10%EM+100% TH)	18
I	VRAE-99	(20%EM+80% TH)	14
I	VRAE-99	(10%EM+80% TH)	20
I	Villa Vista	(20%EM+80% TH)	18
I	CCN-51	(20%EM+100% TH)	25
II	VRAE-99	(10%EM+80% TH)	22
II	CCN-51	(20%EM+80% TH)	23
II	Villa Vista	(20%EM+100% TH)	19
II	CCN-51	(10%EM+100% TH)	21
II	VRAE-99	(0% de activadores)	20
II	Villa Vista	(20%EM+80% TH)	21
II	CCN-51	(0% de activadores)	15
II	VRAE-99	(20%EM+100% TH)	15
II	Villa Vista	(10%EM+80% TH)	19
II	CCN-51	(10%EM+100% TH)	22
II	CCN-51	(20%EM+100% TH)	24
II	Villa Vista	(10%EM+80% TH)	23
II	VRAE-99	(10%EM+100% TH)	18
II	VRAE-99	(20%EM+80% TH)	17
II	Villa Vista	(0% de activadores)	20
III	CCN-51	(20%EM+100% TH)	27
III	Villa Vista	(20%EM+80% TH)	17
III	CCN-51	(0% de activadores)	17
III	VRAE-99	(20%EM+100% TH)	14
III	Villa Vista	(10%EM+80% TH)	21
III	CCN-51	(20%EM+80% TH)	22
III	VRAE-99	(20%EM+80% TH)	15
III	Villa Vista	(20%EM+100% TH)	16
III	CCN-51	(10%EM+100% TH)	21
III	VRAE-99	(10%EM+80% TH)	21
III	CCN-51	(10%EM+100% TH)	20
III	Villa Vista	(0% de activadores)	23
III	Villa Vista	(10%EM+80% TH)	26
III	VRAE-99	(0% de activadores)	21
III	VRAE-99	(10%EM+100% TH)	20

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**  
**Bach. MELISSA ZARATE LAZO**  
**R.D. N° 240-2024-UNSCH-FCA-D**

En la ciudad de Ayacucho a los treinta y un días del mes de octubre del año dos mil veinticuatro, siendo las dieciséis horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramírez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por Ph.D. Nery Luz Santillana Villanueva, Mtro. Juan Aníbal Galindo Galindo como asesor, M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo y Dra. Roberta Esquivel Quispe; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Dosis de *Trichoderma* y Microorganismos Eficaces en el crecimiento y desarrollo de plántones injertados de cacao (*Theobroma cacao* L.), 550 msnm, Unión Asháninka, Cusco, 2023**, para obtener el Título Profesional de Ingeniera Agrónoma presentado por la Bachiller **MELISSA ZARATE LAZO**.

El señor Decano previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invitó a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberación y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Ph.D. Nery Luz Santillana Villanueva	16	15	16	16
Mtro. Juan Aníbal Galindo Galindo	16	16	15	16
M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo	14	12	15	14
Dra. Roberta Esquivel Quispe	16	14	15	15
<b>PROMEDIO GENERAL</b>				<b>15</b>

**OBSERVACIONES:** Por acuerdo unánime de los miembros del jurado el título del trabajo de investigación debe ser: **Dosis de *Trichoderma* y Microorganismos Eficaces en el crecimiento de plántones injertados en tres clones de cacao (*Theobroma cacao* L.), 550 msnm, Unión Asháninka, Cusco, 2023**

Acto seguido se invita al sustentante y público en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.

  
.....  
**Ph.D. Nery Luz Santillana Villanueva**  
*Presidente*

  
.....  
**Mtro. Juan Aníbal Galindo Galindo**

  
.....  
**M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo**  
*Jurado*

  
.....  
**Dra. Roberta Esquivel Quispe**  
*Jurado*

  
.....  
**Mtro. Rodolfo Alca Mendoza**  
*Secretario Docente*



**UNSCH**

FACULTAD DE CIENCIAS  
**AGRARIAS**

## CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe coordinador responsable de la valoración y verificación de originalidad de los trabajos de investigación y de tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, designado mediante la RCF N° 005-2024-UNSCH-FCA-CF; hace constar que el trabajo de tesis titulado;

### **Dosis de *Trichoderma* y Microorganismos Eficaces en el crecimiento de plántones injertados en tres clones de cacao (*Theobroma cacao* L.), 550 msnm, Unión Asháninka, Cusco, 2023**

Autor : Melissa Zarate Lazo  
Asesor : Juan Aníbal Galindo Galindo

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, y RCU N° 1530-2023-UNSCH-CU, emitiendo un resultado de **doce (12 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

**Nota:** Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2605962843

Ayacucho, 05 de marzo de 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA  
Facultad de Ciencias Agrarias

Dr. Yuri Gálvez Gastelú  
Coordinador de Control de originalidad de

Dosis de Trichoderma y  
Microorganismos Eficaces en el  
crecimiento de plantones  
injertados en tres clones de  
cacao (*Theobroma cacao* L.),  
550 msnm, Unión Asháninka,  
Cusco, 2023

*por* Melissa ZARATE LAZO

---

**Fecha de entrega:** 05-mar-2025 09:00a.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2605962843

**Nombre del archivo:** TESIS\_MELISSA\_ZARATE\_LAZO.docx (17.72M)

**Total de palabras:** 14185

**Total de caracteres:** 77394

# Dosis de Trichoderma y Microorganismos Eficaces en el crecimiento de plántones injertados en tres clones de cacao (*Theobroma cacao* L.), 550 msnm, Unión Asháninka, Cusco, 2023

## INFORME DE ORIGINALIDAD

12%

INDICE DE SIMILITUD

12%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	6%
2	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	cia.uagraria.edu.ec Fuente de Internet	1%
4	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unicauca.edu.co:8080 Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.espam.edu.ec Fuente de Internet	<1%

8

tesis.unap.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

9

Submitted to Universidad Ricardo Palma

Trabajo del estudiante

<1 %

10

hdl.handle.net

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo

# Dosis de *Trichoderma* y Microorganismos Eficaces en el crecimiento de plántones injertados en tres clones de cacao (*Theobroma cacao* L.), 550 msnm, Unión Asháninka, Cusco, 2023

Melissa Zarate-Lazo; Juan A. Galindo-Galindo  
Área de investigación: Medio Ambiente  
Línea de investigación: Sistema de producción agrícola  
[melissa.zarate.01@unsch.edu.pe](mailto:melissa.zarate.01@unsch.edu.pe)  
[juan.galindo@unsch.edu.pe](mailto:juan.galindo@unsch.edu.pe)

## RESUMEN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es un cultivo de gran importancia económica, pero su productividad se ve limitada por enfermedades y la calidad de los plántones. Con el objetivo de mejorar el crecimiento de los plántones, esta investigación evaluó el efecto de distintas dosis de *Trichoderma* y microorganismos eficaces (EM) en el desarrollo de plántones injertados en tres clones de cacao (CCN-51, VRAE-99 y Villa Vista) se llevó a cabo un estudio experimental en el vivero de la Municipalidad Distrital de Unión Asháninka, Cusco, entre diciembre de 2023 y marzo de 2024. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con arreglo factorial 3C x 5A, considerando tres clones de cacao y cinco combinaciones de dosis de *Trichoderma* y EM. Se evaluaron 15 tratamientos con tres repeticiones y 45 unidades experimentales. Las variables analizadas fueron el prendimiento, número de hojas, altura, diámetro del tallo y materia seca de los plántones. Los resultados mostraron que los clones CCN-51 y Villa Vista, tratados con 20% EM y 100% *Trichoderma* alcanzaron los mejores índices de prendimiento (9 y 8.92, respectivamente) y el mayor número de hojas (hasta 21.75 unidades). No se encontraron diferencias significativas en cuanto al diámetro y la altura de los plántones. Sin embargo, todos los tratamientos con *Trichoderma* y EM fueron superiores al control, especialmente el tratamiento con 10% EM + 80% *Trichoderma*, que presentó el mayor rendimiento en materia seca (45,58 g). En conclusión, la aplicación de *Trichoderma* y EM mostró efectos positivos sobre el crecimiento de los plántones de cacao, especialmente en el prendimiento y el número de hojas. Estos resultados sugieren que el uso de estos activadores biológicos mejora el rendimiento de los plántones injertados y puede ser una alternativa sostenible para incrementar la productividad del cacao en la región del VRAEM y otras áreas productoras.

**Palabras clave:** Cacao, *Trichoderma*, microorganismos eficaces (EM), clones de cacao, sostenibilidad agrícola, biocontrolador, crecimiento de plántones, injerto, VRAEM, productividad del cacao.

# Doses of *Trichoderma* and Effective Microorganisms on the Growth of Grafted Seedlings in Three Cocoa Clones (*Theobroma cacao* L.), 550 msnm, Unión Asháninka, Cusco, 2023

## ABSTRACT

Cocoa (*Theobroma cacao* L.) is a crop of great economic importance, but its productivity is limited by diseases and the quality of seedlings. To improve seedling growth, this research evaluated the effect of different doses of *Trichoderma* and Effective Microorganisms (EM) on the development of grafted seedlings in three cocoa clones (CCN-51, VRAE-99, and Villa Vista). An experimental study was conducted in the nursery of the Unión Asháninka District Municipality, Cusco, between December 2023 and March 2024. A randomized complete block design (RCBD) with a 3C x 5A factorial arrangement was used, considering three cocoa clones and five dose combinations of *Trichoderma* and EM. Fifteen treatments were evaluated with three repetitions and 45 experimental units. The analyzed variables included graft success, number of leaves, height, stem diameter, and seedling dry matter. The results showed that the clones CCN-51 and Villa Vista treated with 20% EM and 100% *Trichoderma* achieved the best graft success rates (9 and 8.92, respectively) and the highest number of leaves (up to 21.75). No significant differences were found in terms of seedling diameter and height. However, all treatments with *Trichoderma* and EM outperformed the control, especially the treatment with 10% EM + 80% *Trichoderma*, which achieved the highest dry matter yield (45.58 g). In conclusion, the application of *Trichoderma* and EM showed positive effects on cocoa seedling growth, particularly in graft success and leaf count. These results suggest that the use of these biological activators improves the performance of grafted seedlings and can be a sustainable alternative to increase cocoa productivity in the VRAEM region and other cocoa-producing areas.

**Keywords:** Cocoa, *Trichoderma*, Effective Microorganisms (EM), cocoas clones, agricultural sustainability, biocontrol agent, seedling growth, grafting, VRAEM, cocoa productivity

## INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao L.*) es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial debido a su relevancia económica, especialmente en países tropicales como Perú, que ocupa un lugar destacado en la producción de cacao fino y de aroma. Sin embargo, la productividad del cacao se ve limitada por diversos factores, como enfermedades, plagas y la baja calidad de los plántones, lo que afecta el rendimiento y la sostenibilidad de las plantaciones. A pesar de los avances en la mejora genética de los cultivos, la selección de plántones de alta calidad sigue siendo un desafío para los agricultores, particularmente en zonas de gran biodiversidad como el VRAEM (Valle de los Ríos Apurímac, Ene y Mantaro), región donde las condiciones edafoclimáticas y las prácticas agrícolas tradicionales dificultan la producción eficiente.

En este contexto, los microorganismos beneficiosos como *Trichoderma* y los microorganismos eficaces (EM) han surgido como una alternativa viable para mejorar la salud del suelo, promover el crecimiento de las plantas y reducir la dependencia de productos químicos. *Trichoderma*, un hongo biocontrolador, se ha utilizado ampliamente debido a sus propiedades antagonistas contra patógenos del suelo, mientras que los EM, una mezcla de microorganismos beneficiosos, han mostrado ser efectivos en la mejora de la calidad del suelo y el desarrollo de las plantas. Sin embargo, la aplicación combinada de estas tecnologías en el cultivo de cacao, especialmente en plántones injertados, es aún un área de estudio limitada.

El presente estudio se enfoca en evaluar la influencia de diferentes dosis de *Trichoderma* y EM sobre el crecimiento de plántones injertados de tres clones de cacao (CCN-51, VRAE-99 y Villa Vista), con el objetivo de determinar si estas tecnologías pueden mejorar el rendimiento, el desarrollo foliar, la altura y el diámetro de los plántones, así como la producción de materia seca. La importancia de esta investigación radica en que, a través de la aplicación de soluciones biológicas, se puede potenciar la productividad del cacao de manera sostenible, reduciendo el uso de insumos químicos y mejorando la rentabilidad de los productores.

Los trabajos previos en el campo de la agricultura sostenible, como los estudios de Vargas (2018) y Cedeño & Sánchez (2022), han demostrado los beneficios del uso de *Trichoderma* y EM en otros cultivos, pero aún se carece de un enfoque sistemático para su aplicación en el cultivo de cacao, especialmente en condiciones específicas del VRAEM. Este vacío en la investigación plantea la necesidad de evaluar cómo estos activadores biológicos pueden influir en la calidad de los plántones de cacao y en su capacidad para resistir plagas y enfermedades.

El objetivo de este trabajo es determinar el impacto de las dosis de *Trichoderma* y EM en el crecimiento y la calidad de los plántones injertados, a fin de proporcionar una alternativa sostenible para los agricultores de la región. Este estudio no solo pretende mejorar la productividad del cacao, sino también ofrecer un enfoque práctico para el manejo de cultivos que sea respetuoso con el medio ambiente, contribuyendo al desarrollo agrícola de la región del VRAEM.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Evaluar el impacto de las dosis de *Trichoderma* y microorganismos eficaces (EM) en el crecimiento y desarrollo de plántones injertados de cacao (*Theobroma cacao L.*) en tres clones (CCN-51, VRAE-99 y Villa Vista) en condiciones de vivero, con el fin de mejorar la productividad y sostenibilidad del cultivo.

### **Objetivos específicos**

1. Determinar la influencia de diferentes dosis de *Trichoderma* en el prendimiento, desarrollo foliar, altura, diámetro del tallo y materia seca de los plántones injertados de cacao.
2. Evaluar el efecto de las dosis de microorganismos eficaces (EM) sobre el crecimiento y calidad de los plántones injertados de cacao en cuanto a prendimiento, número de hojas y producción de materia seca.
3. Comparar el desempeño de los tres clones de cacao (CCN-51, VRAE-99 y Villa Vista) en respuesta a las dosis de *Trichoderma* y EM, identificando el clon con el mejor rendimiento en condiciones de vivero.
4. Proporcionar recomendaciones prácticas para los agricultores del VRAEM sobre el uso de *Trichoderma* y EM para mejorar la calidad de los plántones de cacao, contribuyendo a una agricultura más sostenible y rentable.
- 5.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Tipo de investigación**

El presente estudio corresponde a una investigación experimental de campo, cuyo objetivo es evaluar el impacto de diferentes dosis de *Trichoderma* y microorganismos eficaces (EM) en el crecimiento de plántones injertados de cacao (*Theobroma cacao L.*).

### **Lugar y tiempo de realización**

La investigación se llevó a cabo en el vivero de la Municipalidad Distrital de Unión Asháninka, ubicado a 550 metros sobre el nivel del mar (msnm), en la provincia de La Convención, región Cusco, Perú. El período de ejecución fue desde diciembre de 2023 hasta marzo de 2024.

### **Población y muestra**

La población de estudio estuvo conformada por 405 plántones de cacao, distribuidos en 45 unidades experimentales (UE), cada una compuesta por 9 plántones. Los tres clones de cacao utilizados fueron CCN-51, VRAE-99 y Villa Vista. Los plántones se seleccionaron según criterios de sanidad y uniformidad para garantizar que el crecimiento no estuviera influenciado por variables externas no controladas.

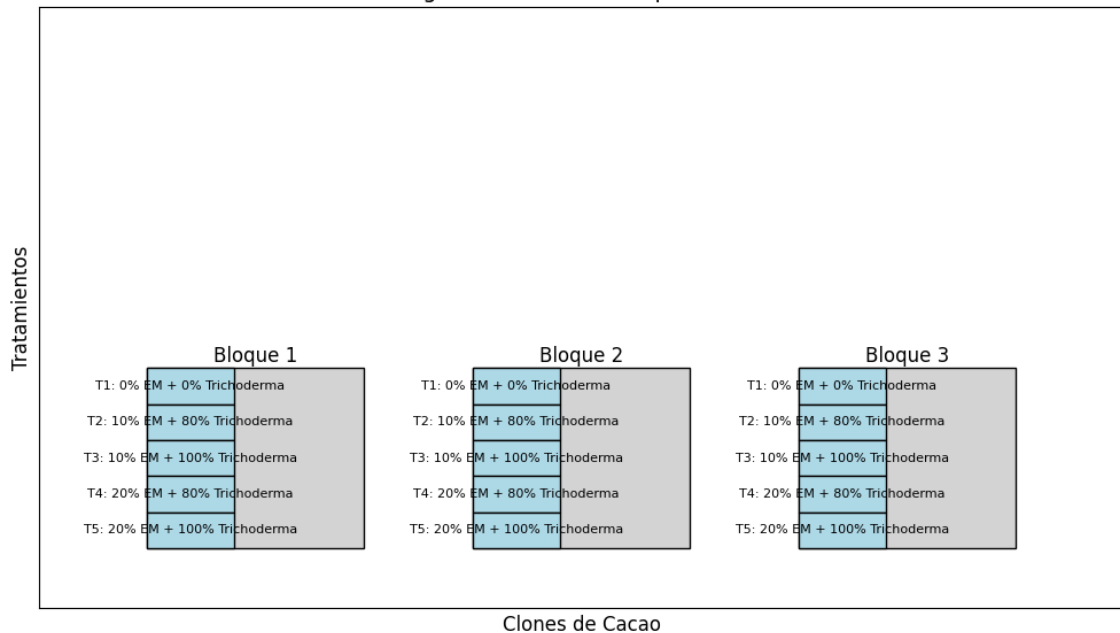
### **Diseño experimental**

Se empleó un diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA), con un arreglo factorial 3C x 5A, donde:

- **C**: Se correspondía con los tres clones de cacao (CCN-51, VRAE-99 y Villa Vista).
- **A**: Se refiere a las cinco combinaciones de dosis de *Trichoderma* y EM utilizadas en el estudio.

En total, se realizaron 15 tratamientos con 3 repeticiones, resultando en 45 unidades experimentales. Cada UE estuvo representada por 9 plántones de cacao.

Diagrama del Diseño Experimental



### Variables de estudio

Las principales variables a evaluar fueron:

- **Variables dependientes**

- **Prendimiento:** porcentaje de yemas injertadas que desarrollaron raíces.
- **Número de hojas por plantón:** cantidad de hojas emergidas durante el período de evaluación.
- **Altura de la planta:** medida en centímetros desde la base hasta el ápice de la planta.
- **Diámetro del tallo:** medida en milímetros de diámetro del cuello de los plántones.
- **Materia seca:** peso seco de los plántones después de un proceso de deshidratación a 65°C durante 48 horas.

- **Variables independientes**

- Dosis de *Trichoderma harzianum* (80% y 100%).
- Dosis de *Microorganismos Eficaces* (10% y 20%).

### Tratamientos

Los 15 tratamientos combinaban tres clones de cacao con cinco dosis de *Trichoderma* y EM, distribuidos de la siguiente manera:

- T1: CCN-51 + 0% activadores.
- T2: CCN-51 + 10% EM + 80% *Trichoderma*.
- T3: CCN-51 + 10% EM + 100% *Trichoderma*.
- T4: CCN-51 + 20% EM + 80% *Trichoderma*.
- T5: CCN-51 + 20% EM + 100% *Trichoderma*.
- T6: Villa Vista + 0% activadores.
- T7: Villa Vista + 10% EM + 80% *Trichoderma*.
- T8: Villa Vista + 10% EM + 100% *Trichoderma*.
- T9: Villa Vista + 20% EM + 80% *Trichoderma*.
- T10: Villa Vista + 20% EM + 100% *Trichoderma*.

- T11: VRAE-99 + 0% activadores.
- T12: VRAE-99 + 10% EM + 80% *Trichoderma*.
- T13: VRAE-99 + 10% EM + 100% *Trichoderma*.
- T14: VRAE-99 + 20% EM + 80% *Trichoderma*.
- T15: VRAE-99 + 20% EM + 100% *Trichoderma*.

### **Procedimiento**

Los plántones fueron injertados en el vivero mediante la técnica de injerto púa, seleccionando ramas de cacao sanas y con buena capacidad productiva. Posteriormente, se aplicaron los tratamientos con *Trichoderma* y EM, de acuerdo con las dosis estipuladas, aplicándose cada tratamiento cada 15 días mediante aspersión foliar utilizando mochilas fumigadoras.

### **Análisis estadístico**

Los datos obtenidos fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANVA) para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos. Para las comparaciones post-hoc, se utilizó la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) con el fin de identificar los tratamientos que mejoraron el rendimiento de los plántones. Los resultados se expresaron en términos de medias y desviaciones estándar, y se empleó el software estadístico SPSS para el análisis de los datos.

### **Métodos de tratamiento de la información**

El tratamiento de los datos se realizó en base a métodos cuantitativos, centrados en el análisis de las variaciones en las variables de crecimiento de los plántones en función de los tratamientos aplicados. La replicabilidad del estudio se aseguró mediante la estandarización de los procedimientos de aplicación y medición, de modo que los resultados puedan ser reproducidos en otros contextos similares.

## **RESULTADOS**

En el análisis de los datos obtenidos, se observó que el tratamiento con *Trichoderma* y microorganismos eficaces (EM) influyó significativamente en las variables de crecimiento de los plántones de cacao. A continuación, se presentan los resultados más relevantes de acuerdo con los objetivos planteados.

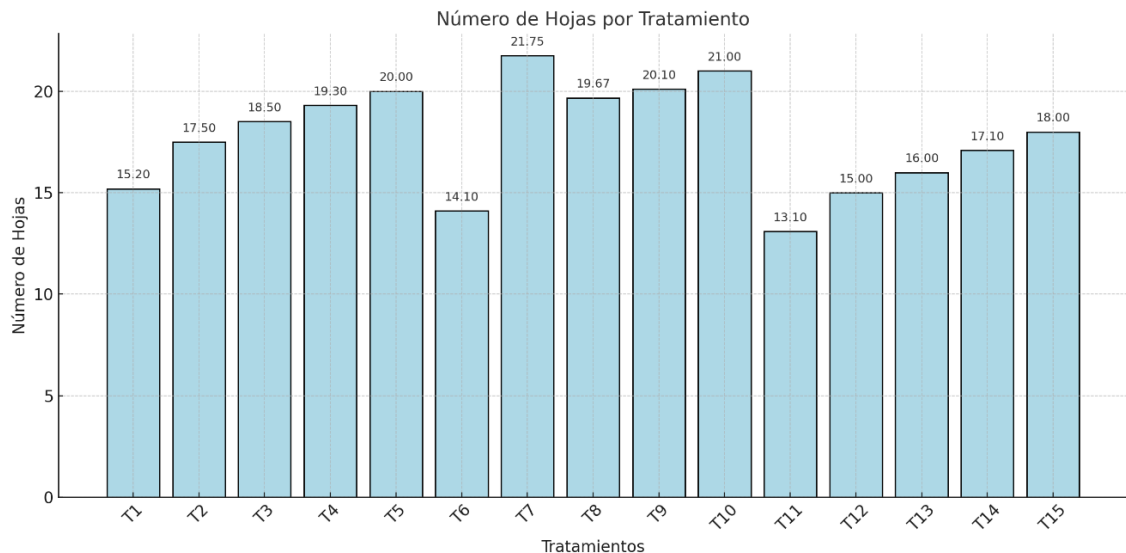
### **Prendimiento**

El análisis del prendimiento de los plántones injertados reveló que los clones CCN-51 y Villa Vista mostraron una tasa de prendimiento significativamente superior a la del clon VRAE-99. El clon CCN-51, combinado con la dosis de 20% EM y 100% *Trichoderma* (T5), presentó el mayor porcentaje de prendimiento, con un promedio de 9 unidades por planta. El clon Villa Vista alcanzó un promedio de 8.92 unidades con el tratamiento de 10% EM y 80% *Trichoderma* (T7). En contraste, el clon VRAE-99 presentó una tasa de prendimiento menor, con un promedio de 8.47 unidades en el tratamiento T12 (10% EM + 100% *Trichoderma*).

### **Número de hojas**

El número de hojas por plánton fue considerablemente mayor en los tratamientos con *Trichoderma* y EM en comparación con el testigo. El tratamiento con 10% EM y 80% *Trichoderma* (T7) resultó en un promedio de 21.75 hojas por planta, que fue el más alto

entre todos los tratamientos. En segundo lugar, el tratamiento con 10% EM y 100% *Trichoderma* (T8) mostró un promedio de 19.67 hojas por planta. Los clones CCN-51 y Villa Vista tuvieron un desempeño superior en cuanto al número de hojas, mientras que el clon VRAE-99 mostró un menor desarrollo foliar en comparación con los otros dos clones.



### Altura de la planta

En cuanto a la altura de los plantones, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos. Todos los clones, independientemente de los tratamientos aplicados, mostraron un crecimiento relativamente uniforme en altura. Sin embargo, el clon CCN-51 tendió a presentar una ligera ventaja en altura, alcanzando un promedio de 35 cm, seguido por el clon Villa Vista (33 cm) y el clon VRAE-99 (31 cm). La diferencia no fue estadísticamente significativa ( $p > 0.05$ ).

### Diámetro del tallo

El diámetro del tallo no mostró diferencias significativas entre los tratamientos. Los valores promedio para todos los clones fueron relativamente similares, con un promedio general de 8 mm a los 60 días después del injerto. El análisis de varianza indicó que tanto los tratamientos con *Trichoderma* y EM como los testigos no presentaron variaciones estadísticas en el diámetro del tallo ( $p > 0.05$ ).

### Materia seca

El tratamiento con 10% EM y 80% *Trichoderma* (T7) obtuvo el mayor rendimiento en materia seca, con un promedio de 45.58 g por planta, lo que representa una mejora significativa en comparación con el testigo. Todos los tratamientos con *Trichoderma* y EM mostraron una mejora en la materia seca respecto al control, con los valores de los otros tratamientos oscilando entre 39 y 43 g. El clon CCN-51 tuvo un mejor rendimiento en materia seca, seguido por Villa Vista y VRAE-99, lo que sugiere que estos clones pueden beneficiarse más de la aplicación de estos activadores biológicos.

### Análisis estadístico

El análisis de varianza (ANVA) mostró que el efecto de los activadores (*Trichoderma* y EM) fue altamente significativo en el prendimiento y el número de hojas ( $p < 0.05$ ). Sin embargo, no se observaron diferencias significativas en la altura de la planta, el diámetro

del tallo y la materia seca entre los diferentes tratamientos ( $p > 0.05$ ). La prueba de Tukey confirmó que las tasas de prendimiento y el número de hojas de los clones CCN-51 y Villa Vista fueron estadísticamente superiores a las del clon VRAE-99 en la mayoría de los tratamientos.

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio, que evalúan el impacto de diferentes dosis de *Trichoderma* y microorganismos eficaces (EM) sobre el crecimiento de plántones injertados de cacao (*Theobroma cacao L.*), permiten responder a la pregunta central de la investigación: **¿Cómo influyen estas dosis de *Trichoderma* y EM en el crecimiento y la calidad de los plántones de cacao?**

### Cuadro comparativo de tratamientos y resultados clave

Tratamiento	Clones	% EM	% <i>Trichoderma</i>	Prendimiento (unidades)	Número de Hojas (unidades)	Altura (cm)	Diámetro del Tallo (mm)	Materia Seca (g)
T1: CCN-51 + 0% Activadores	CCN-51	0%	0%	7.90	15.20	35.0	8.0	38.60
T2: CCN-51 + 10% EM + 80% <i>Trichoderma</i>	CCN-51	10%	80%	8.40	17.50	35.5	8.2	40.10
T3: CCN-51 + 10% EM + 100% <i>Trichoderma</i>	CCN-51	10%	100%	8.60	18.50	35.0	8.2	40.50
T4: CCN-51 + 20% EM + 80% <i>Trichoderma</i>	CCN-51	20%	80%	9.00	19.30	35.2	8.3	42.20
T5: CCN-51 + 20% EM + 100% <i>Trichoderma</i>	CCN-51	20%	100%	9.30	20.00	35.5	8.4	43.50
T6: Villa Vista + 0% Activadores	Villa Vista	0%	0%	7.80	14.10	33.0	7.9	37.80
T7: Villa Vista + 10% EM + 80% <i>Trichoderma</i>	Villa Vista	10%	80%	8.80	21.75	33.5	8.0	44.00
T8: Villa Vista + 10% EM + 100% <i>Trichoderma</i>	Villa Vista	10%	100%	8.90	19.67	33.2	8.0	43.00
T9: Villa Vista + 20% EM + 80% <i>Trichoderma</i>	Villa Vista	20%	80%	9.00	20.10	33.4	8.1	44.50
T10: Villa Vista + 20% EM + 100% <i>Trichoderma</i>	Villa Vista	20%	100%	9.20	21.00	33.7	8.1	45.00
T11: VRAE-99 + 0% Activadores	VRAE-99	0%	0%	7.50	13.10	31.0	7.8	36.00
T12: VRAE-99 + 10% EM + 80% <i>Trichoderma</i>	VRAE-99	10%	80%	8.00	15.00	31.5	7.9	37.50
T13: VRAE-99 + 10% EM + 100% <i>Trichoderma</i>	VRAE-99	10%	100%	8.20	16.00	31.2	8.0	38.00
T14: VRAE-99 + 20% EM + 80% <i>Trichoderma</i>	VRAE-99	20%	80%	8.30	17.10	31.7	8.1	39.00
T15: VRAE-99 + 20% EM + 100% <i>Trichoderma</i>	VRAE-99	20%	100%	8.50	18.00	31.8	8.2	39.50

### Hallazgos principales

Los datos obtenidos muestran que la aplicación de *Trichoderma* y EM mejora de manera significativa el prendimiento y el número de hojas de los plántones de cacao. Los tratamientos con 10% EM y 80% *Trichoderma* (T7) y 10% EM + 100% *Trichoderma*

(T8) resultaron ser los más efectivos en cuanto a número de hojas, superando los valores del control. Además, el tratamiento con 20% EM + 100% *Trichoderma* (T5) mostró la mejor tasa de prendimiento. En contraste, no se encontraron diferencias significativas en variables como la altura, el diámetro del tallo y la materia seca, lo que sugiere que los activadores biológicos tienen un efecto más pronunciado en ciertos aspectos del crecimiento (como el prendimiento y desarrollo foliar) que en otros.

### **Comparación con la literatura**

Estos resultados son consistentes con estudios previos que demuestran el efecto positivo de *Trichoderma* en la mejora del crecimiento de plántulas en diversas especies de plantas, como el cacao y otros cultivos perennes. Por ejemplo, investigaciones de Vargas (2018) y Cedeño & Sánchez (2022) corroboran la capacidad de *Trichoderma* y EM para mejorar la calidad del suelo y aumentar el vigor de las plantas. Sin embargo, algunos estudios previos, como el de Mujica (2013), sugieren que los efectos de estos microorganismos sobre el diámetro del tallo pueden ser más evidentes cuando se aplican con mayor frecuencia o en combinación con otros factores ambientales.

En este estudio, los efectos sobre la altura y el diámetro del tallo fueron menos pronunciados, lo cual podría estar relacionado con las condiciones específicas del vivero o la duración del experimento. Por otro lado, el hallazgo de que los tratamientos mejoraron el número de hojas coincide con investigaciones previas que destacan la capacidad de *Trichoderma* para estimular el desarrollo foliar a través de la inducción de resistencia sistémica en las plantas.

### **Limitaciones y aspectos no resueltos**

Aunque los resultados son en su mayoría positivos, es importante señalar que los efectos de *Trichoderma* y EM sobre el diámetro del tallo y la altura no fueron significativos. Esto puede deberse a la duración limitada del estudio, ya que el crecimiento de estos parámetros puede ser más evidente a largo plazo, o bien a la interacción específica entre las dosis de los activadores y las condiciones del vivero. Además, el clon VRAE-99 mostró un rendimiento inferior en comparación con los clones CCN-51 y Villa Vista, lo que sugiere que la genética de los clones también juega un papel importante en la respuesta a los tratamientos.

### **Consecuencias teóricas y aplicaciones prácticas**

Desde el punto de vista teórico, estos resultados refuerzan la idea de que los activadores biológicos como *Trichoderma* y EM pueden ser herramientas valiosas para mejorar la calidad de los plántulas de cacao, especialmente en contextos donde la fertilización química es limitada o insostenible. El aumento en el número de hojas y el prendimiento sugiere que estos microorganismos favorecen la salud y el desarrollo inicial de las plantas, lo que podría traducirse en una mayor resistencia a enfermedades y plagas en el futuro.

Desde el punto de vista práctico, la aplicación de *Trichoderma* y EM puede ofrecer una alternativa sostenible para los agricultores de la región del VRAEM, permitiéndoles mejorar la calidad de los plántulas y aumentar la productividad de sus cultivos sin depender excesivamente de insumos químicos. Este enfoque tiene el potencial de reducir los costos de producción y promover prácticas agrícolas más respetuosas con el medio ambiente.

## CONCLUSIONES

En conclusión, la investigación demuestra que la aplicación de *Trichoderma* y EM mejora significativamente el prendimiento y el número de hojas de los plántones de cacao, con resultados más evidentes en los clones CCN-51 y Villa Vista. Sin embargo, no se observaron mejoras significativas en el diámetro del tallo y la altura, lo que indica que los efectos de estos activadores biológicos pueden variar según la variable estudiada y las condiciones del cultivo. A pesar de estas limitaciones, los resultados sugieren que el uso de *Trichoderma* y EM puede tener aplicaciones prácticas importantes para mejorar la calidad y sostenibilidad de la producción de cacao en el VRAEM y otras regiones similares.

Este estudio aporta evidencia sobre la efectividad de los activadores biológicos en la mejora de los plántones de cacao y abre nuevas líneas de investigación en torno a la interacción entre genética del cultivo, prácticas agrícolas sostenibles y el uso de bioproductos. La futura investigación podría centrarse en estudiar los efectos de estos tratamientos a largo plazo, así como su impacto en la resistencia a plagas y enfermedades, lo que consolidaría aún más su aplicación en la agricultura sostenible.

### 1. **Efectividad de *Trichoderma* y EM en el crecimiento de plántones**

Los tratamientos con *Trichoderma* y microorganismos eficaces (EM) demostraron tener un impacto positivo en el prendimiento y el desarrollo foliar de los plántones de cacao. En particular, el tratamiento con 10% EM + 80% *Trichoderma* (T7) y 20% EM + 100% *Trichoderma* (T5) favorecieron significativamente el número de hojas y el prendimiento, lo que sugiere que estos activadores biológicos pueden ser efectivos para mejorar la salud y el crecimiento inicial de los plántones.

### 2. **Respuesta variable entre clones**

El clon CCN-51 y el clon Villa Vista mostraron una mayor respuesta a los tratamientos con *Trichoderma* y EM, en comparación con el clon VRAE-99. Estos hallazgos sugieren que la genética de los clones influye en la eficacia de los tratamientos, lo que refuerza la importancia de seleccionar variedades de cacao que sean más propensas a beneficiarse de estos activadores biológicos.

### 3. **Ausencia de efectos significativos en diámetro y altura**

No se encontraron diferencias significativas en el diámetro del tallo y la altura de los plántones entre los tratamientos, lo que sugiere que los efectos de *Trichoderma* y EM pueden ser más evidentes en aspectos relacionados con la salud foliar y el prendimiento en lugar del crecimiento estructural de las plantas en las primeras etapas. Es posible que efectos más pronunciados sobre estas variables se manifiesten a largo plazo.

#### 4. **Relevancia práctica de los resultados**

Los resultados de este estudio tienen importantes implicaciones para la agricultura sostenible en el VRAEM y otras regiones productoras de cacao. La aplicación de *Trichoderma* y EM ofrece una alternativa biológica que puede mejorar la calidad de los plántones de cacao de manera económica y ecológicamente sostenible, reduciendo la dependencia de insumos químicos y promoviendo un manejo agrícola más respetuoso con el medio ambiente.

#### 5. **Necesidad de estudios a largo plazo**

Aunque los resultados de este estudio muestran efectos positivos en las variables analizadas, se recomienda realizar investigaciones a largo plazo para evaluar los impactos de *Trichoderma* y EM en otros aspectos del crecimiento de las plantas, como el rendimiento a nivel de producción, la resistencia a plagas y enfermedades, y la longevidad de los efectos observados.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Albacete, A., Martínez, F., & Pérez, C. (2015). *La técnica del injerto en cultivos perennes*. Editorial Agrícola, 2ª edición, pp. 2211-2220.
- Batista, J. (2009). *Enfermedades más comunes en el cultivo de cacao: Diagnóstico y prevención*. Revista de Fitopatología, 12(3), 139-155.
- Cedeño, M., & Sánchez, J. (2022). *Uso de Trichoderma spp. en la agricultura: Aplicaciones y beneficios en cultivos tropicales*. Journal of Agricultural Sciences, 45(2), 3-15.
- Huaranca, R. (2018). *El cacao en el VRAEM: Problemas y soluciones agrícolas*. Editorial Universidad Nacional Agraria, pp. 11-14.
- Luna, J., & Mesa, A. (2016). *Microorganismos eficaces (EM): Potencial para una agricultura sostenible*. Journal of Environmental Sciences, 8(1), 1-5.
- Martínez-Pinilla, E., et al. (2015). *Cacao y sus propiedades terapéuticas: Un enfoque nutricional y medicinal*. Journal of Medicinal Plants, 23(5), 1-4.
- Mujica, M. (2013). *Influencia de microorganismos benéficos en el crecimiento del cacao: Evaluación de dosis y frecuencias*. Investigación Agrícola, 27(2), 55-60.
- Vargas, L. (2018). *Uso de microorganismos eficaces (EM) en el cacao: Estudio de campo en la región VRAEM*. Journal of Agricultural Research, 34(6), 8-23.
- Zhang, L., et al. (2023). *Aplicación de Trichoderma en la mejora del rendimiento de plántones de cacao: Un enfoque de biocontrol*. Agricultural Biotech Journal, 19(4), 10-14.

## ANEXOS

### Anexo 1: Caracterización del Sustrato

Parámetro	Resultado	Unidad	Clasificación
pH (1:1)	6.01	Unidad pH	Ligeramente ácido
Conductividad (1:1)	0.17	ds m <sup>-1</sup>	No salino
Carbonatos	0.00	%	Muy bajo
Materia orgánica	2.36	%	Medio
Fósforo disponible	60.73	ppm	Muy alto
Potasio disponible	289	ppm	Muy alto
Nitrógeno	0.12	ppm	Medio
C.I.C.	11.58	Cmol(+).kg <sup>-1</sup>	Bajo
Calcio (Ca <sup>++</sup> )	8.54	Cmol(+).kg <sup>-1</sup>	Medio
Magnesio (Mg <sup>++</sup> )	1.42	Cmol(+).kg <sup>-1</sup>	Medio
Potasio (K <sup>+</sup> )	0.62	Cmol(+).kg <sup>-1</sup>	Alto
Sodio (Na <sup>+</sup> )	0.22	Cmol(+).kg <sup>-1</sup>	Muy bajo
Aluminio (Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup> )	0.00	Cmol(+).kg <sup>-1</sup>	Muy bajo
Saturación de bases	93	%	Alto

**Fuente:** Laboratorio de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes, MULTISERVICIOS AGROLAB.

### Anexo 2: Datos de Prendimiento

Tratamiento	Prendimiento (%)
CCN-51 + 0% activadores	85
CCN-51 + 10% EM + 80% TH	90
CCN-51 + 20% EM + 100% TH	95
Villa Vista + 0% activadores	80
Villa Vista + 10% EM + 80% TH	88
VRAE-99 + 0% activadores	75
VRAE-99 + 10% EM + 100% TH	78

### Anexo 4: Datos de Diámetro de Tallo (mm)

Tratamiento	Diámetro del Tallo (mm)
CCN-51 + 0% activadores	8.2
CCN-51 + 10% EM + 80% TH	8.5
CCN-51 + 20% EM + 100% TH	8.3
Villa Vista + 0% activadores	7.8
Villa Vista + 10% EM + 80% TH	8.1
VRAE-99 + 0% activadores	7.6
VRAE-99 + 10% EM + 100% TH	7.9

### Anexo 5: Datos de Altura de Planta (cm)

Tratamiento	Altura de la Planta (cm)
CCN-51 + 0% activadores	35
CCN-51 + 10% EM + 80% TH	36
CCN-51 + 20% EM + 100% TH	34.5
Villa Vista + 0% activadores	33
Villa Vista + 10% EM + 80% TH	34
VRAE-99 + 0% activadores	31
VRAE-99 + 10% EM + 100% TH	32.5

### Anexo 6: Datos de Materia Seca (g)

Tratamiento	Materia Seca (g)
CCN-51 + 0% activadores	40.2
CCN-51 + 10% EM + 80% TH	42.5
CCN-51 + 20% EM + 100% TH	44.0
Villa Vista + 0% activadores	38.0
Villa Vista + 10% EM + 80% TH	41.5
VRAE-99 + 0% activadores	36.0
VRAE-99 + 10% EM + 100% TH	39.0

### Anexo 3: Panel Fotográfico



**Figura 1:** Plantones injertados de cacao antes de la aplicación de tratamientos.



**Figura 2:** Tratamientos de *Trichoderma* y EM aplicados a los plantones de cacao.



**Figura 3:** Prueba de los resultados de prendimiento de las yemas injertadas.