

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROFORESTAL



TESIS:

**Dosis de microorganismos eficaces en la productividad y rentabilidad
de dos variedades de *Musa* sp. en Pichari, Cusco - 2023**

Para optar el título profesional de:
INGENIERO AGROFORESTAL

PRESENTADO POR:
Bach. Wilber ÑAÑA HUARANCCA

ASESOR:
M.Sc. Carlos Orlando HUAYHUA LOBATÓN

AYACUCHO - PERÚ

2025

DEDICATORIA

A mi madre Albina Huarancca Quispe por darme la vida, la educación y su apoyo incondicional; y a mi padre Prudencio Ñaña Farfán por su sacrificio infinita y confianza en mí.

*Con todo mi cariño, mis hermanas y hermanos.
Gracias por creer en mi incluso cuando yo dudaba,
por animarme en cada paso y por hacer el camino más ligero.*

A Dios todo poderoso gracias por guiarme en este camino, por estar conmigo durante toda mi vida universitaria, y por darme fuerza y la sabiduría que necesitaba

AGRADECIMIENTO

A la Tricentennial Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, la cual me acogió y me permitió desenvolverse y desarrollarme profesionalmente.

A los señores docentes de la escuela profesional de Ingeniería agroforestal, por sus valiosas enseñanzas y orientaciones que me condujeron a lograr mis objetivos.

Al M.Sc. Carlos Orlando Huayhua Lobatón por su asesoramiento, aporte y colaboración en el desarrollo y conducción del presente trabajo de investigación.

Al Ing. Crispín Quispe Gutiérrez, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, dedicado a innovación agraria en los cultivos tropicales. Especialista en manejo integral del cultivo de plátano actividad plátano.

A mis mejores amigos y compañeros de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, quienes me acompañaron y apoyaron durante los años de estudio y muchas experiencias vividas.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Bases teóricas	5
1.2.1. Origen de <i>Musa sp.</i>	5
1.2.2. Clasificación taxonómica	6
1.2.3. Características botánicas	6
1.2.4. Factores edafoclimáticos	7
1.2.5. Aspectos fenológicos	9
1.2.6. Fisiología post cosecha del plátano	10
1.2.7. Cambios en la maduración	10
1.2.8. Cosecha de fruto del banano	11
1.2.9. Variedades de <i>Musa sp.</i>	13
1.2.10. Plagas de <i>Musa sp.</i>	14
1.2.11. Enfermedades de <i>Musa sp.</i>	15
1.2.12. Calidad del banano	16
1.2.13. Incidencia de los colores de las fundas	18
1.2.14. Labores de pre cosecha de banano	19
1.2.15. Microorganismos eficaces	21
1.2.16. Principales microorganismos	22
1.2.17. Rentabilidad económica	22
CAPÍTULO II	26
METODOLOGÍA	26
2.1. Descripción del área en estudio	26

2.2.	Variables e indicadores	27
2.3.	Factores en estudio	28
2.3.1	<i>Dosis de Microorganismos eficaces activado – EMA (D)</i>	28
2.3.2	<i>Variedades de Musa sp. (C)</i>	28
2.4.	Descripción de los tratamientos en estudio	29
2.5.	Croquis experimental del ensayo.....	29
2.6.	Diseño experimental y análisis estadístico	30
2.7.	Materiales, equipos e insumos.....	30
2.7.1.	<i>Materiales y equipos</i>	30
2.7.2.	<i>Herramientas</i>	30
2.7.3.	<i>Insumos</i>	30
2.7.4.	<i>Otros</i>	30
2.8.	Parámetros de evaluación	31
2.8.1.	<i>Productividad de las plantas</i>	31
2.8.2.	<i>Rentabilidad económica</i>	32
2.9.	Conducción del ensayo.....	33
2.9.1.	<i>Selección del terreno</i>	33
2.9.2.	<i>Preparación del terreno</i>	33
2.9.3.	<i>Sistema de siembra y distanciamiento</i>	33
2.10.	Procesamiento de la información.....	35
CAPÍTULO III.....		36
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		36
3.1.	Días de floración	36
3.2.	Número de hojas.....	39
3.3.	Peso de racimos	41
3.4.	Longitud de dedos	43
3.5.	Diámetro de dedos.....	45
3.6.	Rendimiento de racimos	47
3.7.	Rentabilidad económica	49
CONCLUSIONES		52
RECOMENDACIONES.....		53
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		54
ANEXOS		58

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2.1 <i>Temperatura máxima, mínima, media y precipitación correspondiente a la campaña 2023 Estación Meteorológica de Pichari</i>	27
Tabla 2.2 <i>Variables e indicadores</i>	28
Tabla 2.3 <i>Combinación y descripción de tratamientos en estudio</i>	29
Tabla 2.4 <i>Croquis experimental del ensayo</i>	29
Tabla 2.5 <i>Momentos de aplicación de Microorganismos eficaces activados (EMA)</i>	29
Tabla 2.6 <i>Aplicación de Microorganismos eficaces activados (EMA)</i>	34
Tabla 3.1 <i>Análisis de variancia para la variable días a la floración con dosis de microorganismos eficaces en la productividad y rentabilidad de variedades de Musa sp.</i>	36
Tabla 3.2 <i>Análisis de variancia para la variable número de hojas con dosis de microorganismos eficaces en la productividad y rentabilidad en variedades de Musa sp.</i>	39
Tabla 3.3 <i>Análisis de variancia para la variable peso de racimo con dosis de microorganismos eficaces en la productividad y rentabilidad en variedades de Musa sp.</i>	41
Tabla 3.4 <i>Análisis de variancia para la variable longitud de dedos con dosis de microorganismos eficaces en la productividad y rentabilidad en variedades de Musa sp.</i>	43
Tabla 3.5 <i>Análisis de variancia para la variable diámetro de dedos con dosis de microorganismos eficaces en la productividad y rentabilidad en variedades de Musa sp.</i>	45
Tabla 3.6 <i>Análisis de variancia para la variable rendimiento con dosis de microorganismos eficaces en la productividad y rentabilidad en variedades de Musa sp.</i>	47
Tabla 3.7 <i>Rentabilidad de las variedades de Musa sp. con las diferentes dosis de EMA</i>	49

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1 <i>Temperatura máxima, mínima, media, precipitación de la estación meteorológica del distrito de Pichari, La Convención, Cusco</i>	27
Figura 3.1 <i>Prueba de Tukey al 95% de confianza para el factor Cultivar (C) debido a la significancia (p-valor<0.05) resultante en el ANOVA</i>	37
Figura 3.2 <i>Prueba de Tukey al 95% de confianza para el factor Dosis (D) debido a la significancia (p-valor<0.05) resultante en el ANOVA.</i>	37
Figura 3.3 <i>Prueba de Tukey al 95% de confianza para el factor Cultivar x Dosis (Cx D) debido a la significancia (p-valor<0.05) resultante en el ANOVA.</i>	40
Figura 3.4 <i>Prueba de Tukey al 95% de confianza para el factor Cultivar x Dosis (Cx D) debido a la significancia (p-valor<0.05) resultante en el ANOVA.</i>	42
Figura 3.5 <i>Prueba de Tukey al 95% de confianza para el factor Cultivar x Dosis (Cx D) debido a la significancia (p-valor<0.05) resultante en el ANOVA.</i>	44
Figura 3.6 <i>Prueba de Tukey al 95% de confianza para el factor Cultivar x Dosis (Cx D) debido a la significancia (p-valor<0.05) resultante en el ANOVA.</i>	46
Figura 3.7 <i>Prueba de Tukey al 95% de confianza para el factor Cultivar x Dosis (Cx D) debido a la significancia (p-valor<0.05) resultante en el ANOVA.</i>	48
Figura 3.8 <i>Prueba de Tukey al 95% de confianza para el factor Cultivar x Dosis (Cx D) debido a la significancia (p-valor<0.05) resultante en el ANOVA.</i>	50

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. <i>Panel fotografico</i>	59
Anexo 2. <i>Estudio de rentabilidad VAN y TIR</i>	72
Anexo 3. <i>Costos de instalacion y producción de los tratamientos</i>	78
Anexo 4. <i>Ficha tecnica de EM</i>	84

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, se desarrolló con el objetivo de evaluar la influencia de dosis de microorganismos eficaces en la productividad y rentabilidad de dos variedades de *Musa sp.* en Pichari – Cusco. Para el estudio se utilizó el Diseño Bloque Completo Randomizado (DBCR) con arreglo factorial de 3 dosis de microorganismos eficaces activados y 2 variedades de *Musa sp.* (3 D x 2 C), 06 tratamientos con 3 repeticiones, constituyendo 18 unidades experimentales. Los factores en estudio fueron dosis de Microorganismos eficaces activado – EMA (D), d₁ (4 litros de EMA/ 20 litro agua), d₂ (2 litros de EMA/ 20 litro agua) y d₃ (0 litros de EMA/ 20 litro agua), en variedades de *Musa sp.*(C), c₁ (Cavendish Williams) y el c₂ (Hartón y/o ordinario). Los resultados muestran que las variedades de *Musa sp* variedad Hartón tuvo un rendimiento de 36,986 kg ha⁻¹ y la variedad Cavendish Williams 26,093 kg ha⁻¹ sin tratamiento y con tratamiento de 4lts de EMA se obtuvo rendimientos de 42,750 kg ha⁻¹ variedad Hartón y 29,386 kg ha⁻¹ variedad Cavendish Williams. Se concluye que el rendimiento agrícola se incrementó notablemente con la aplicación de EMA, contribuyendo a un sistema de producción más sostenible y rentable. El tratamiento con 4 litros de EMA elevó el rendimiento en las dos variedades frente a rendimientos menores de los testigos. Estos aumentos sustentan el uso de EMA como alternativa ecológica al manejo convencional.

Palabra Clave: *Musa sp*, microorganismos eficaces, productividad y rentabilidad.

INTRODUCCIÓN

El plátano, científicamente conocido como (*Musa sp.*), es una fruta tropical que se originó en el sudeste asiático, específicamente entre India y la parte oriental de la península malaya. Desde entonces, se ha extendido por Asia continental, Polinesia y África, y ahora se cultiva en toda América tropical. El plátano puede crecer desde el nivel del mar hasta aproximadamente 1.700 metros sobre el nivel del mar, y una gran parte de la población mundial depende de él como fuente de alimento. (Dávila, 2022, p. 8)

En la actualidad, el Perú figura entre los tres principales exportadores de plátano orgánico, destacando especialmente las regiones de Piura y Tumbes. Este logro se debe al trabajo articulado de productores especializados, técnicos, organizaciones privadas, la población y el Estado, lo que ha permitido consolidar una cadena de comercialización eficiente. En los valles de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro (VRAEM), particularmente en el distrito de Pichari, el plátano constituye el tercer cultivo más relevante económicamente. Sin embargo, la mayor parte de su producción se destina al autoconsumo de las familias agricultoras y solo una fracción menor llega a los mercados locales y regionales, sin alcanzar el ámbito nacional ni internacional debido a su baja productividad y calidad. (Dávila, 2022, p. 8)

La producción de bananos y plátanos es importante en el distrito de Pichari y en el VRAEM desde el punto de vista económica y social; pero la productividad y rentabilidad de las plantaciones de *Musa sp* es relativamente baja, debido a múltiples factores como el deficiente manejo agronómico, variedades poco productivas, baja densidad de plantas, abonamiento inadecuado, presencia de enfermedades, deficiente cosecha y post cosecha, etc., tanto con orgánico y convencional y como consecuencia de ello no se abastecen los mercados local, regional y nacional, adecuadamente.

El alto costo de los fertilizantes sintéticos en la actualidad no justifica el costo de inversión del cultivo, por lo tanto, se deben buscar otras alternativas como el uso de abonos orgánicos y microorganismos eficaces que son asequibles, de fácil manejo y bajo costo y nos ayudan a producir frutas inocuas sin contaminar el ambiente.

Las variedades de *Musa* sp con buena demanda son Cavendish Williams y Hartón, que en estos últimos tiempos son bien cotizados en el mercado nacional y pueden constituirse en alternativa viables para los agricultores de Pichari y el VRAEM, sin embargo, las plantaciones banano y plátano tienen **baja productividad y rentabilidad** porque los productores no planifican adecuadamente las labores agronómicas durante la campaña agrícola, hay un inadecuado uso de abonos orgánicos, desconocimiento de la aplicación de microorganismos eficaces, desconocimiento de manejo con densidades diferentes, además, no existe registro de costos de producción de labores agronómicas, registro de ventas acompañado de la variación de precios en los mercados locales, regional y nacional.

Los hallazgos de este estudio serán valiosos tanto para organizaciones públicas como privadas, grupos y agricultores que cultivan banano en varias partes de las regiones de Pichari y VRAEM.

Objetivo general

Evaluar la influencia de dosis de microorganismos eficaces en la productividad y rentabilidad de dos variedades de *Musa* sp. en Pichari, Cusco.

Objetivos específicos

1. Determinar el efecto de dosis de aplicación de microorganismos eficaces en la productividad de dos variedades de *Musa* sp. en Pichari, Cusco.
2. Determinar la respuesta de las variedades de *Musa* sp. a la aplicación de microorganismos eficaces en Pichari – Cusco.
3. Determinar el efecto de dosis de aplicación de microorganismos eficaces en la rentabilidad de dos variedades de *Musa* sp. en Pichari, Cusco.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Según Guerra (2016) en su tesis de “*Microorganismos eficaces en el rendimiento de arveja (Pisum sativum L.) Variedad INIA 103 Remate en condiciones de la E.E.A. el Mantaro*”, en sus resultados observó que:

Se utilizó el diseño de bloques completamente randomizado (BCR), que consta de seis tratamientos y tres iteraciones: El tratamiento T4 fue el más efectivo en términos de rendimiento de la vaina verde, con un promedio de 10.034 kg/parcela. Los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 superan al control en términos de porcentaje de emergencia. En promedio, los tratamientos T4 tardan 75,000 días en alcanzar el 50% de floración, que es cuando comienzan a actuar como los más tempranos. En términos de número promedio de días antes del inicio de la fructificación, el tratamiento T4 fue el más precoz, con 79.667 días. Los tratamientos T4, T3 y T2 se mantuvieron en términos de vainas por planta, con un promedio de 36.400, 36.283 y 30.527 vainas por planta, respectivamente. Con promedios de 4.700, 4.600, 4.567 y 4.500 mm de ancho de vaina, los tratamientos T4, T2, T3 y T5 fueron los más notables. La longitud promedio de las vainas de arveja para los tratamientos T3, T2 y T4 fue de 10.060 cm, 10.043 cm y 10.043 cm, respectivamente. No existe relación estadísticamente significativa entre los seis tratamientos y el número de granos por vaina. De todos los datos, T4 y T3 tuvieron el mayor impacto en los rasgos cuantitativos, incluido el número de vainas por planta, el rendimiento de las vainas verdes, los días hasta la fructificación, los días hasta el inicio de la fructificación, los días hasta el 50% de la floración y los días hasta la fructificación en general. (p. 8)

Galecio (2020) al estudiar el “*efecto de fuentes orgánicas y microorganismos eficientes en el rendimiento del cultivo de banano orgánico (Musa spp. L.)*” evaluó los siguientes tratamientos:

T1 compost 33,33 t.ha⁻¹+ 5% (1 L de EM/19 L de agua); T2 humus de lombriz 33,33 t.ha⁻¹+ 5% (1 L de EM/19 L de agua); T3 bocachi 33,33 t.ha⁻¹ + 5% (1 L de EM/19 L de agua); T4 compost 16,66 t.ha⁻¹ + guano de isla 1,25 t.ha⁻¹ + 5% (1 L de EM/19 L de agua); T5 (300, 50, 700 y 50 kg.ha⁻¹ NKPSi + 5% (1L de EM/19 L de agua), y testigo (15, 28 y 300), kg.ha⁻¹ NPK ; se utilizó un diseño bloques completamente al azar, tres bloques y repeticiones. se utilizó un diseño de bloques aleatorio, compuesto por tres bloques y repeticiones. Clúster de peso, rendimiento (kg ha⁻¹), y el número de manijas y los dedos por racimo fueron evaluados. Los resultados revelaron que el abono de la dosis de 33.3 t. ha⁻¹ + 5% ME resultó en una mayor producción de 51.06 t. ha⁻¹, más maneja por racimo (9), más los dedos por racimo (162), y un mayor peso por racimo (30.63 kg). Los resultados muestran que el compost mezclado con efectivo microbios pueden ser un sustituto viable para la fertilización orgánica de los cultivos de banano, reduciendo el uso de fertilizantes y aumentar al mismo tiempo los rendimientos. (p. 10)

Pimentel (2015) en su ensayo “*Efecto de los microorganismos eficaces (EM) en el rendimiento del cultivo de papa (solanum tuberosum l.) variedad yungay en condiciones de Huacrachuco – Huánuco*”. utilizó el diseño:

DBCA (Diseño de Bloques Completamente al Azar), con 9 tratamientos que correspondió a las concentraciones de EM 1 activado (5 y 10%), dosis de EM - Bokashi (20 y 30 t/ha) y la interacción entre estos, comparados con un testigo (sin EM). Se determinó que el tratamiento T8 (10% de EM-1 Activado + 30 t/ha de EM- Bokashi) destacó en la altura de plantas a la cosecha (70.17 cm), en el peso de tubérculos de primera (23.72 kg/ANE), peso total de tubérculos por área neta experimental (ANE) (30.20 kg.) y en el rendimiento estimado (47 187.50 kg/ha). Sin embargo, este tratamiento no resultó ser rentable, al analizarlo económicamente, que obtuvo un índice de rentabilidad (IR) de- 34.53% y un Ratio beneficio - costo (B/C) de 0.65; mientras que los tratamientos T3 (5% de EM 1 activado) y T4 (10% de EM 1 activado) obtuvieron un IR aceptable de 39.15 y 45.15%, al igual que en el B/C de 1.39 y 1.45, lo que significa que por cada sol que se invierta se gana S/. 0.39 y 0.45 nuevos soles, debido al bajo costo de los

insumos utilizados y al rendimiento de los tratamientos. Se concluye que la aplicación del EM 1 activado debe ser incluida como parte del manejo nutricional de la papa, por lo que es necesario fomentar, promocionar y difundir los beneficios del EM 1 activado entre los agricultores dedicados al cultivo de papa. (p. 4)

Recharte (2015) en su investigación de “*Evaluación de microorganismos eficientes autóctonos en el rendimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*, mill) en San Gabriel*”, utilizó:

Dosis de microorganismos eficientes con 3 niveles de aplicación: 12.5 cc, 25 cc y 50 cc; y las frecuencias de aplicación con 3 niveles: cada 7 días, cada 14 días y cada 21 días. La dosis de 25 cc con intervalos de aplicación de 14 días, fue la que dio mejores resultados sobre los parámetros agronómicos de las plantas de tomate y permitió alcanzar un rendimiento de 5440.90 kilogramos por hectárea, en comparación con el testigo que alcanzó un rendimiento de 3198.50 kilogramos por hectárea. Finalmente, por medio de la descomposición de polinomios ortogonales se determinó la dosis óptima cuyo valor es de 21.15 cc de microorganismos eficientes. (p. 10).

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Origen de *Musa sp.*

El plátano es uno de los cultivos más antiguos, se tiene registro de cultivos del mismo desde el año 650 DC, su origen es de Asia meridional en países como Bután, India, Nepal, Bangladés, Pakistán, Afganistán e Irán (Delgado, 2014, p.9), el banano es oriundo de sureste de China e Indochina, los ejércitos de Alejandro Magno aproximaron Asia a las tierras del mediterráneo, donde se implantó en el siglo VII su cultivo, los invasores españoles dispersaron a diferentes países como Santo Domingo y Jamaica, para luego extender el cultivo a nivel Sudamérica (Rosales, 2012, p. 20).

Desde su introducción en América y las Antillas en 1516, el cultivo de la *Musa sp.* se expandió principalmente en las regiones tropicales y subtropicales debido a su notable capacidad de propagación, distribución y adaptación. No obstante, la producción más elevada se concentra en los trópicos húmedos, siendo los países africanos, como Uganda y Ruanda, los principales productores a nivel mundial (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal-CENTA, 2018).

1.2.2. *Clasificación taxonómica*

Según Linneus (2013) la clasificación taxonómica del plátano es la siguiente:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Liliopasida
Orden	: Zingiberales
Familia	: Musaceae
Género	: <i>Musa</i>
Especie	: <i>Musa balbisiana</i> , <i>Musa acuminata</i> .

1.2.3. *Características botánicas*

a) Sistema radicular

Existe dos tipos de raíces en una planta de banano: primarias y adventicias. El primero se encuentra en el medio del rizoma y puede tener entre 5 y 8 mm de diámetro, con una longitud potencial de 5-2, 5-3 metros y una profundidad de 1,5 metros durante el crecimiento lateral, a su vez dos tipos de raíces que se encuentran en los plátanos: adventicias y primarias. El primero está situado en el medio del rizoma y puede tener entre 5 y 8 mm de diámetro y entre 5 y 2,5 y 3 m de longitud. Este último puede extenderse lateralmente hasta 1,5 metros (Baena & Vezina, 2020, p. 8).

b) Pseudotallo

Un pseudotallo, o parte de la planta que se asemeja a un tronco, en realidad está compuesto por un grupo de vainas; cada vaina contiene pulpa que es a la vez grasa y resistente; por lo tanto, un solo grupo de vainas puede soportar 50 kg. La inflorescencia está sostenida por el tallo verdadero, que continúa trepando más alto a medida que las hojas se expanden, y el pseudostemo alcanza su altura máxima. (Pedraza, 2019, p. 8).

c) Tallo

El tallo de una planta tiene tres secciones distintas: el tallo aéreo, el pedúnculo y los rizomas. Mientras crece, levanta la inflorescencia y las bases de las hojas sobre el pseudotallo. Los rizomas son tallos de múltiples nudos que crecen lateralmente y que pueden dividirse y transferirse para formar nuevas plantas; los pedúnculos son los tallos que sostienen la inflorescencia y la adhieren al rizoma. (Patricia, 2022, p. 8).

d) Hojas

Las hojas son grandes y ovaladas, tienen una nervadura central que las divide en dos láminas, emergen de la parte superior del tallo y pueden alcanzar hasta 3 m de longitud y 60 cm de ancho, antes de producirse la floración, salen entre 30 y 40 hojas. (Polanco, 2017, p. 8).

e) Flor

La intrincada estructura conocida como inflorescencia alberga las flores que eventualmente darán fruto. Según Molina (2020), se apoya en el tallo floral, que es el tallo real de la planta. Después de que las flores femeninas se han abierto, el ovario sufre partenocarpia, un proceso que no necesita polinización, y las brácteas, que reemplazan a las hojas, revelan las flores femeninas que se han agrupado en los nódulos. A partir de ahí, la fruta se desarrolla en las manos de la fruta. El polen estéril puede ser producido por las flores masculinas cuando están envueltas en capullos. (Miranda, 2021, p. 9).

f) El fruto

Los frutos del plátano se caracterizan como la cereza con pericarpio, sin polinización, son estériles, formados a partir del ovario de las flores que aumentan de tamaño, la parte comestible es el engrosamiento de la pared del ovario transformado en una masa parenquimatosa rellena de azúcar y almidón (Cáceres, 2016, p. 9).

1.2.4. Factores edafoclimáticos

a) Altitud

El cultivo de plátano prospera muy bien desde el nivel del mar hasta los 1100 a 1300 m.s.n.m. dentro de un rango de temperatura de 17°C a 32°C. A alturas mayores no son recomendables, porque a mayor altura la planta empieza a declinar (CENTA, 2018).

Desde un punto de vista económico todos los clones de plátano se pueden sembrar y explotar desde el nivel del mar hasta los 1350 a excepción del "hartón" cuyo cultivo sería hasta los 800 m.s.n.m., y desde el punto de vista social como fuente de alimento, sin ninguna excepción hasta los 2000 m.s.n.m, dentro de un rango de temperatura comprendido entre los 17°C y 35°C (Pérez & Porras, 2015).

b) Temperatura

La temperatura ideal para el cultivo del plátano se encuentra en zonas con promedios cercanos a los 25 °C, siendo más favorable un rango entre 25 °C y 30 °C. Cuando las temperaturas son bajas, el ciclo vegetativo se prolonga, y al descender por debajo de 16 °C, el crecimiento se ve afectado debido a la detención en la producción de hojas y al fenómeno conocido como “arrepollamiento”, causado por el bloqueo de la inflorescencia. Si la temperatura baja de 12 °C, la fructificación se interrumpe por completo. Por ello, la temperatura constituye un factor ambiental clave que debe considerarse cuidadosamente en el cultivo. (CENTA, 2018)

c) Precipitación

El plátano requiere una precipitación media anual aproximada de 1 250 mm, lo que coincide con las condiciones típicas de nuestra zona y permite una producción continua durante todo el año. No obstante, el cultivo se desarrolla de manera óptima en regiones donde las lluvias anuales oscilan entre 1 800 y 3 000 mm, especialmente cuando las precipitaciones se distribuyen de forma uniforme a lo largo del año. (Pérez & Porras, 2015).

La intensidad de la luz solar, la densidad de las plantas, la tasa de transpiración y el área foliar influyen en la determinación de las necesidades diarias de agua. Debido a su forma y al alto contenido de agua de sus tejidos, la planta de banano necesita un suministro adecuado de agua del suelo para crecer y desarrollarse adecuadamente. (CENTA, 2018)

d) Humedad relativa

La elevada humedad relativa, acompañada de abundantes lluvias típicas de las zonas tropicales, favorece un crecimiento vigoroso del plátano. Incluso en regiones donde la humedad relativa se mantiene alrededor del 60 %, es posible obtener cosechas productivas y rentables. (Cáceres, 2016)

e) Vientos

La planta de plátano, por su estructura con un tallo blando y hueco, hojas grandes y un racimo de frutos pesados, es especialmente vulnerable a los vientos fuertes. Aun así, se cultiva en zonas expuestas a corrientes intensas e incluso en regiones propensas a

huracanes o ciclones, los cuales pueden derribar los pseudotallos maduros. La débil estructura radicular del plátano y la ausencia de raíces de anclaje fuertes no impiden que esto suceda. (Pérez & Porras, 2015).

f) Condiciones edáficas

Según Quispe (2018) los plátanos prosperan en suelos que no son demasiado compactos, tienen un alto contenido de materia orgánica y potasio y pueden retener mucha agua. Es crucial que los 20 a 30 cm superiores de suelo estén sueltos y no compactados, ya que del 80 al 90% de las raíces se encuentran allí. De lo contrario, los rizomas solo se desarrollarían superficialmente. Por ello, es fundamental que la capa freática se ubique a más de 1,50 m de profundidad. Los plátanos toleran suelos con ligera acidez o alcalinidad, pero se desarrollan mejor en aquellos con un pH entre 6,0 y 7,0. Los suelos entre 4,5 y 7,5 también son adecuados para su desarrollo. (p.26).

1.2.5. Aspectos fenológicos

Quispe (2018), señala que los plátanos son miembros de la familia de las musáceas y que obtienen sus pseudotallos aéreos distintivos de los cormos o rizomas, que son tallos subterráneos. Las yemas laterales y las raíces de este corno producen nuevas ramas o progenie. Desde una perspectiva morfológica, hay esencialmente tres fases distintas en el desarrollo de una planta.

a) Fase vegetativa

Este proceso tiene una duración de seis meses e inicia con la aparición de raíces primarias y secundarias, así como con el desarrollo del pseudotallo y de los brotes descendentes.

b) Fase floral

Durante la fase vegetativa, este tiempo dura aproximadamente tres meses, pero puede durar hasta seis meses. Ascendiendo desde el corno a través del pseudotallo, la inflorescencia se hace evidente junto con el tallo floral.

c) Fase de fructificación

Dura alrededor de 3 meses y ocurre después de la fase de floración. En esta etapa se distinguen las flores masculinas y femeninas (dedos), el área foliar disminuye

paulatinamente finalizando la actividad de la cosecha. desde el comienzo de la floración a la cosecha del racimo que dura 81 a 90 días.

1.2.6. Fisiología post cosecha del plátano

De acuerdo con Velázquez (2019), el banano está constituido en gran parte por agua (61%) y mantiene su viabilidad tras la cosecha. En su interior siguen produciéndose diversas transformaciones, algunas de ellas vinculadas a los pseudotallos (p. 15).

a) Respiración

Velázquez (2019), Para mantenerse en buen estado, el fruto necesita realizar un proceso de respiración. Esto desencadena una reacción en la que consume los carbohidratos almacenados y, en presencia de oxígeno, produce agua, dióxido de carbono y calor. A causa de esta respiración, la fruta pierde peso y, en consecuencia, reduce su valor comercial. Es importante evitar golpes, cortes y la exposición a temperaturas elevadas, ya que estos factores aceleran la respiración y afectan negativamente su calidad. (p. 19).

b) Transpiración

La sudoración es otra ocurrencia que ocurre simultáneamente con la respiración. La transpiración de una persona es un signo de pérdida de peso y salud en general, ya que es el resultado de la evaporación del agua a través de los poros microscópicos de la piel, o estomas.

1.2.7. Cambios en la maduración

Mejía (2013), la fisiología de la maduración de las frutas sufre cambios que impactan en su calidad sensorial, valor nutricional y vida útil, como señala. Las modificaciones clave incluyen.

a) Ablandamiento

Mejía (2013) típicamente, las polimetilsterasas facilitan las fases tempranas de la maduración del acortamiento por poligalacturonasa de las cadenas de protopectina y los compuestos peptídicos. Las enzimas y de la celulosa, dos de actividad, son perceptibles pero que no se encuentran en los frutos maduros. Ablandar algunas frutas es otro uso útil de la hidrólisis del almidón (p. 2)

b) Degradación del almidón

Mejía (2013), la hidrólisis del almidón es una alteración notable que ocurre con la edad. El sabor se expresa y el dulzor aumenta como resultado de la descomposición de la cadena larga, lo que a su vez aumenta la cantidad de monosacáridos. La α -amilasa, la β -amilasa y la almidón fosforilasa transforman el azúcar en glucosa mediante la hidrólisis de moléculas digeribles, lo que a su vez aumenta la concentración de azúcar. Las enzimas maltasa y amilasa trabajan juntas para hidrolizar el almidón en su componente glucosa. (p. 12).

c) Pigmentos

Mejía (2013), las variaciones en el pigmento se manifiestan mediante la reducción de la clorofila y la formación de carotenoides. Esta pérdida se desarrolla de manera simultánea al proceso de maduración, dando lugar a la exposición de los carotenoides en los plastidios. A medida que la actividad de la clorofilasa en la piel y los niveles de clorofila y carotenoides crecen a lo largo de la edad adulta, los tonos verdes y amarillos están vinculados. Los niveles de éster de xantofila aumentan y las xantofilas libres disminuyen a medida que las plantas maduran. La actividad de la clorofilasa aumenta con la edad, coincidiendo con el pico de la respiración. Las combinaciones complejas y matizadas de sabores (dulce, agrio, astringente) se perciben por el gusto. (p. 14)

1.2.8. Cosecha de fruto del banano

Quispe (2018) Indica que, para realizar la cosecha del fruto conforme a las exigencias del mercado, es fundamental garantizar su calidad. Resulta esencial comprender la fisiología de la maduración del plátano, con el fin de prevenir daños durante su manipulación y transporte hacia la planta de empaque. Además, se recomienda limpiar los frutos con una mezcla de agua y sulfato de aluminio, seguida de un lavado. Finalmente, se sugiere aplicar fungicidas para evitar la pudrición de la corona y empacar la fruta en cajas apropiadas para su conservación y distribución.

a) Tamaño del racimo

Para obtener racimos de mayor tamaño, es fundamental ampliar el intervalo entre la aparición de las primeras hojas F10 y Fm a un promedio de 8 a 9 hojas. Cuando la planta es pequeña, con solo 4 o 5 hojas, el racimo resultante será reducido, ya que la flor

se forma al separarse de la planta madre, sin haber acumulado los nutrientes necesarios para un adecuado desarrollo del fruto. (Quispe, 2018).

b) Fruto

El fruto del plátano es de tipo partenocárpico, lo que significa que puede desarrollarse sin necesidad de polinización, mientras el ovario aumenta tanto en longitud como en diámetro. La esterilidad de las especies del género *Musa* se debe a diversas causas, entre ellas la esterilidad femenina, la condición triploide y la presencia de genes que provocan alteraciones cromosómicas. (Quispe, 2018).

c) Longitud de dedos

Robinson (2012), comenzando cuatro días antes de la floración y continuando a un ritmo bastante alto hasta alrededor de 30 días después de la floración, el desarrollo de los ovarios inicia el crecimiento de los dedos. Algunos afirman que los cuatro días previos a la floración y los seis días posteriores a la floración son los más productivos. Las estimaciones actuales sitúan su crecimiento en 5 cm a la salida de la inflorescencia y 17 cm al sexto día de floración, sin embargo, se dice que crece más rápido. Cuando se calcula la longitud total del dedo, permanece igual durante otros 30 a 40 días. (p. 170)

Robinson (2012), este desarrollo puede ralentizarse cuando existe un exceso o déficit de humedad en el suelo, o cuando hay poca iluminación. En cambio, durante esta fase se logra un crecimiento óptimo cuando el cultivo recibe al menos 5 horas de luz y el suelo mantiene una humedad adecuada (p. 322)

d) Diámetro de los dedos (grado)

Usando grados como expresión, podemos obtener el diámetro de los dedos de la fruta. D1, el diámetro interno, es de treinta doceavos de pulgada, o 0,79375 mm. En las dos primeras manos, el calibre o diámetro es más alto y va reduciéndose medio grado en cada mano conforme se desciende por el racimo.

Otra cosa que ayuda a cosechar las uvas en el momento perfecto es su diámetro o calibre. Usando el dedo medio externo (contando de arriba a abajo) del segundero y un pie de rey fijo o automatizado con una escala internacional, se toma su medida. Toma

una medida de la longitud de la fruta; debe tener al menos 8 pulgadas (20 cm) de largo (Robinson, 2012).

1.2.9. Variedades de *Musa sp.*

a) Cultivar de Cavendish Williams L.

La variedad de rasgos que la hacen resistente al viento rotación, adaptable a la dureza del clima, el suelo y el agua, y muy susceptibles a los nematodos y la mancha negra. También muestra un alto rendimiento y calidad de fruto. La planta es semi-enano con fuerte pseudotallos bajo y un extenso sistema de raíces. Un considerable periodo de tiempo transcurrido después de la de 1968 introducción de la variedad Williams desde el Oeste de Australia, durante el cual se mantuvo aislado. Las siembras para la primera vez que se puso en marcha en 1997. Desde entonces, la variedad Williams ha visto un incremento anual en popularidad. En términos de importancia entre los tipos de exportación, la variedad ocupa el segundo lugar después del enano gigante. El pseudotallo de la variedad Williams es de altura media (3,5 a 4,0 metros) y tiene hojas en una posición ligeramente vertical, por lo que tiene un potencial fotosintético más bajo en comparación al enano grandes. También tiene cierta protección contra enfermedades foliares y las flores tienden a ser más cónicas que las enanas grandes, lo que requiere una poda manual más precisa, se adapta a condiciones adversas (Cuellar & Morales, 2005, citado por Astudillo 2016, p.25).

b) Caracterización de la variedad Williams

Astudillo (2016) muestra que el número promedio de hojas al parto para la variedad Williams fue de 12, con una desviación estándar de 0.50, un coeficiente de variación de 4.17% y una varianza de 0.20. Los resultados estadísticos para los tipos de Williams, desglosados por tamaño de grupo, fueron los siguientes: 9 en promedio, 0,40 de varianza, 0,60 de desviación estándar y 6,67 coeficientes de variación. (p.26).

Se indica el número de hojas al nacer, observándose un total de 12 hojas para Williams con una varianza de 0.20, una desviación estándar de 0.50 y un coeficiente de variación de 4.17%. En cuanto al número de lotes por estadístico de media estricta para la variedad Williams 9, varianza 0.40, desviación estándar 0.60, coeficiente de variación 6.67.

c) Cultivo de Hartón

Es miembro del subgrupo plantano, musa AAB, y tiene muchos nombres además de Harton. Su entorno determina su altura y diámetro promedio, que son de 3,78 metros y 20 centímetros, respectivamente, medidos desde un metro sobre el suelo. La inflorescencia es de color verde pálido con manchas negras; no hay matices rojizos. El rebrote es escaso y tiene mucha cera en las vainas y las hojas. Produce hojas funcionales a una altura mayor (1,50 m) que el rebrote de otros clones, y tiene manchas rojas en sus hojas, que se denominan “orejones” (Laura, 2021, p. 34). Por el tiempo de su clúster de crecimiento es completa, que normalmente produce el 70 frutas, cada una pesa alrededor de 180 g. La fruta madura, la pulpa puede variar en color de rosa a amarillo, dependiendo del tipo. La pulpa tiene un relativamente alto contenido en almidón, por lo que es a menudo cocido o frito mientras está en su verde o maduro estados. Además, tiene resistencia a la de la Sigatoka amarilla y la enfermedad de Panamá. El ciclo fisiológico de esta variedad comienza con 35-45 días de la yema de emisión, se continúa con 45-60 días de ancho de la hoja de aparición, de 7 meses de la inflorescencia, y de 11 a 12 meses de la cosecha.

Quispe (2018), sugiere que el plátano común, también conocido como plátano Inguiri o dominicano, es un tipo que solo es apto para cocinar. Se puede obtener una cosecha de 80-300 frutos o dedos de una cosecha de 9-14 manos. Su sabor es delicioso, y el racimo se define por la tenacidad de la inflorescencia masculina. El cultivo es posible a altitudes de hasta 1900 msnm. Este tipo demuestra adaptabilidad en términos de tamaño y peso después de despallillar y retirar los frutos restantes.

1.2.10. Plagas de *Musa sp.*

a) El picudo del *Musa sp.*

Cosmopolites sordidus, a veces conocido como el “picudo negro”, los gusanos en su etapa larvaria se alimentan de pseudotallos, debilitando las plantas y haciendo que se inclinen bajo el peso del racimo o la actividad del viento (Guerrero, 2010, p.26).

b) Trips

CENTA (2018) menciona que los trips del plátano (*Chaetanaphothrips orchidii*) pueden dañar la cáscara del plátano, revelando la pulpa y provocando su descomposición. En climas extremos y secos, los trips (*Thrips florum*) también pueden alojarse en el

capullo terminal. Por último, el (*Hercinothrips bicintus*) puede alimentarse de la cáscara, dándole su distintivo tono ceniciento (p.35).

c) Nematodos

Los cultivos de banano descuidados pueden verse afectados por diecinueve géneros diferentes de nematodos, los cinco más significativos de los cuales son: Las especies *Radopholus similis*, *Pratylenchus coffeae*, *Helicotylenchus multicinctus*, *Rotylenchus reniformis* y *Mloidigyne spp.* De todos ellos, *Radopholus similis* tiene un mayor impacto en los costos de fabricación. El organismo en cuestión es responsable de las espinillas, que se manifiestan como ennegrecimiento y degeneración de la raíz y el rizoma, lo que finalmente conduce a la pérdida de anclaje de la planta y al eventual colapso. (Guerrero, 2010, p.26).

1.2.11. Enfermedades de *Musa sp.*

a) Sigatoka amarilla (*Micosphaerella musicola*)

En primer lugar, una mancha blanca que se mostrará en el que la enfermedad de esporas (conidios o ascospora) están atacando a las células de la hoja. El siguiente paso es la pérdida de la clorofila, lo que provoca manchas que aparecen. Estos puntos de inicio como un muerto parche rodeado por el color amarillento. Como pasa el tiempo, las manchas ampliar y combinar, eventualmente, convertirse en vastas porciones de tejido muerto. Cuando se matan las hojas de la planta, la calidad del racimo disminuye drásticamente, lo cual es el resultado de la enfermedad. (Vegas & Rojas 2011, p.26).

b) Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet)

Entre las diversas enfermedades de las hojas que pueden afectar a las plantas *Musa*, la sigatoka negra es, con mucho, la más devastadora. Tiene un efecto más inmediato y devastador en las hojas de plátano que en la Sigatoka amarilla y solo afecta directamente a los plátanos. Numerosas rayas y manchas más pronunciadas debajo de las hojas indican esta enfermedad, que acelera el marchitamiento y eventual muerte del área foliar. Reemplazó a la Sigatoka amarilla poco después de su descubrimiento en Fiji en 1963, donde Rhodes hizo el descubrimiento. En todo el mundo, las bananas y las áreas de cultivo de bananas han mostrado patrones de comportamiento similares. Las Islas del Pacífico fueron las primeras en registrar su presencia, y el término "Rayo Negro" se

mantuvo. Pero ahora se le conoce más a menudo como “Raya Negra”, un apodo que adquirió durante su expansión en Centroamérica en 1972 (Vegas & Rojas 2011, p.26).

c) Mal de panamá (*Fusarium oxysporum*)

La planta eventualmente muere por un lento amarillamiento de las hojas, que comienza en las hojas externas y se extiende por toda la planta. Se imparte un tono dorado a marrón rojizo a los haces vasculares. Debido a su prolongada vida media en el suelo, este patógeno es difícil de erradicar. Los trasplantes o instrumentos infectados con el hongo podrían propagarlo a áreas no infectadas. La diseminación en una plantación se realiza por contacto entre raíces de plantas sanas y plantas enfermas. (Cárdenas, et al., 2012, p. 27).

d) Bacteriosis

Otro nombre para ella es pudrición acuosa. El calor del verano y los bajos niveles de potasio en el suelo son condiciones ideales para esta enfermedad. Esta condición es provocada por la bacteria *Erwinia chrysantemi* pvr. Paradisiaca, lo que hace que el pseudotallo se pudra y luego se doble. Puede ocurrir en cualquier momento del ciclo de vida de una planta, pero solo ocurre en el pseudotallo. Las lesiones son acuosas, comienzan amarillentas y eventualmente se vuelven negras, y tienen un hedor terrible. Por lo general, la enfermedad comienza en el centro del pseudotallo y baja hasta el cormo. Los tejidos se obstruyen, lo que hace que las hojas se pongan amarillas hasta que se sequen por completo (Guerrero, 2010, p. 27).

e) Marchitez bacteriana (Moko) (*Ralstonia solanacearum*)

Las bacterias hacen que la sección interna de la lámina de la hoja se vuelva amarilla. Una podredumbre seca de un tono marrón grisáceo se encuentra dentro de la fruta, que está seca y tiene un tono negruzco. Desarrolla manchas húmedas en el pseudotallo que, cuando maduran, liberan olores desagradables. (Cárdenas, et al., 2012, p. 27).

1.2.12. Calidad del banano

a) Labores al racimo de banano

Es una labor orientada al cuidado del racimo, con el fin de protegerlo de daños mecánicos, factores ambientales o plagas que puedan comprometer su calidad (Barzola,

1988, p. 45). De igual manera, en la práctica de manejo del racimo logró aumentar la longitud de los dedos, el peso de la mano, el número de dedos y las cajas exportables. Aunque no pude incrementar el peso de racimo. Como la fruta que no cuenta con protección adecuada no es apta para la comercialización, resulta indispensable aplicar medidas que permitan obtener frutos con una apariencia acorde a las exigencias del mercado. Entre las principales acciones de protección se encuentran el embolsado, la eliminación de restos florales, la poda manual, la remoción de flores masculinas y el manejo del cuajado de los frutos (Barzola, 1988).

b) Enfunde del racimo

De acuerdo con Velázquez (2019), en el cultivo de banano se han empleado por largo tiempo coberturas plásticas para resguardar los racimos en desarrollo y así optimizar la producción (p. 35).

Soto (1995) señala que el enfunde es una práctica altamente provechosa para los productores de banano, pues consiste en cubrir los racimos con fundas de polietileno perforado. Mediante este método, la fruta puede aumentar su peso en un 10%. Además, los frutos quedan libres de daños ocasionados por insectos, afectaciones foliares o químicos, manteniéndose limpios y con una calidad sobresaliente. Cuando la bellota cae en la etapa inicial, justo cuando se abre la tercera bráctea de la inflorescencia, es cuando debes envolver el racimo. (p.225).

Chapman (2005), el enfunde del racimo cumple dos funciones principales: crear un microclima adecuado y prevenir daños mecánicos. Esto ayuda a evitar afectaciones ocasionadas por bajas temperaturas en determinadas épocas del año o por plagas que pueden atacar cuando el racimo ha desprendido las últimas brácteas.

Cayón (2006) plantea que tanto el desarrollo como la apariencia comercial de los frutos de Musa pueden verse notablemente influenciados por el color del polietileno empleado en el enfundado de los racimos de banano (p. 55).

Chapman (2005) señala que los racimos que se cubren con fundas producen frutos de calidad apta para la exportación según las exigencias del mercado. Asimismo, el uso

de embolsado permite obtener una mayor cantidad de cajas de primera calidad en comparación con los racimos que no se protegen.

1.2.13. Incidencia de los colores de las fundas

Onofre, G. (2013) sugiere que el polietileno coloreado actúa como una barrera contra la insolación fotosintética incidente (RFA), que es la cantidad de energía que puede ser absorbida por las superficies y volúmenes de los tejidos. El polietileno transparente (incolore) transmite el 93,5% de la RFA incidente, mientras que el polietileno azul (RFA de transmisión) transmite el 73% de las longitudes de onda de la RFA de la envolvente. Filtrar la RFA es la función de la pintura de polietileno. (p.432).

Según Cayón (2006) el polietileno rojo transfiere el 28% de la RFA incidente a la cubierta, y el polietileno amarillo transfiere el 25% en las mismas circunstancias, cuando los niveles de RFA incidente son $2298 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$. Mientras que una pequeña cantidad de RFA (0,1%) se transmite por polietileno negro, el 73,5% de las longitudes de onda de RFA incidentes se transmiten por polietileno azul y el 93,5% se transmiten por polietileno incoloro (transparente). Mientras que el polietileno verde transmitió el 13,4% de la RFA, la transmisión e interpretación del polietileno blanco cayó en algún punto intermedio entre el azul y el incoloro. (p. 43).

c) Funda de polietileno de color azul

Robinson (2012), el uso del color azul ayuda a disminuir los daños causados por la radiación solar. Aunque el tono verde del fruto se redujo, la calidad no presentó cambios significativos (p. 240).

Robinson (2012) analizó el impacto del uso de fundas de polietileno azul en racimos de los clones 'Gran Enano' y 'Valery', encontrando que este método disminuyó el periodo entre la floración y la maduración en un rango de 4,8 a 14 días (p. 240).

Robinson (2012) mientras estudiaba los clones 'Gran enano' y 'Valery', notó que los racimos envueltos con funda de polietileno azul acortaban el tiempo que tardaba la fruta en madurar de 4.8 días a 14.0 días. La investigación ha demostrado que el uso de fundas de polietileno azul hace que los grupos sean más consistentes. Si bien las mangas

de color verde oscuro también mitigaron el daño de los trips de la flor del plátano, las mangas azules ofrecieron una protección superior.

d) Funda de polietileno de color verde

Cayón (2006) menciona que el uso de la funda verde (polietileno de alta densidad) aumenta el crecimiento y desarrollo del fruto, esto con la práctica del desmane. El color verde de la funda de polietileno ayuda a la fruta pálida con una cutícula muy suave.

e) Funda de polietileno de color transparente

El uso de una cobertura plástica transparente permitió que la fruta conservara un color verde más intenso y presentara mayor resistencia a la descamación. Del mismo modo, una funda translúcida genera frutos más verdes y con una epidermis más firme, lo que evidencia la notable influencia que puede ejercer el color de las cubiertas. (Cayón, 2006, p. 20)

f) Funda de polietileno de color blanca

En relación con la mancha roja, se identificaron efectos significativos al utilizar fundas de color azul, blanco y verde, tal como lo reportaron Cann (1965) y Bond (1977), citados por Robinson (2012), quien determinó que los recubrimientos de polietileno pueden servir como protección. En promedio, estas fundas incrementaron la temperatura del racimo en aproximadamente medio grado Celsius y redujeron en cinco días el tiempo necesario para la cosecha. Además, la cobertura plástica contribuye a incrementar el peso del fruto de banano, favoreciendo su crecimiento desde la floración hasta la recolección (Cayón, 2006).

1.2.14. Labores de pre cosecha de banano

a) Desmane

Esta práctica se lleva a cabo aproximadamente en la segunda semana después de la floración. Su propósito es optimizar el llenado de los frutos que permanecen en el racimo y favorecer el desarrollo de los dedos del banano, de modo que cumplan con los estándares requeridos por el mercado de exportación.

El desmane consiste en retirar una, dos o hasta tres manos inferiores con el objetivo de mejorar el desarrollo del fruto. Esto se debe a que los dedos ubicados en la

parte inferior no suelen ser aptos para la exportación. Mediante esta práctica, se logra obtener frutos con la calidad requerida para el mercado. Tanto el precio de la fruta como el peso total del racimo mejoran. Una vez que se quiten todas las manos, el racimo final se descompondrá lentamente en el lugar donde la bellota estaba conectada al raquis. Las bacterias a menudo infectan la herida y se adhieren al raquis, dejando un dedo (espuel, dedo falso o dedo de mono) de la mano afectada. Este dedo actúa como una esponja, absorbiendo cualquier podredumbre y protegiendo las manos circundantes de daños mayores. (Soto, 1995, p. 22).

b) Eliminación de dedos laterales (cirugía)

Al retirar los dedos laterales de ambos lados de cada mano, se mejora la calidad del fruto, ya que adquiere mayor relleno y peso. Estos dedos suelen presentar deformaciones y, por ello, son descartados durante la clasificación de calidad. Esta práctica, considerada muy útil en periodos de estrés fisiológico, también es conocida como cirugía cultural y consiste en eliminar el dedo externo de cada mano del racimo. Se realiza en el campo durante los primeros 15 días, hasta que el fruto adopta una posición paralela al suelo (Sandoval, 1997).

c) Desbellota

Esta práctica consiste en retirar las bellotas o flores masculinas, cortando entre 5 y 6 cm por debajo de la parte inferior del racimo. Si no se realiza el desmane, se elimina entre 10 y 15 cm de la falsa mano. Aunque no siempre incrementa el volumen y el peso del racimo, contribuye a acelerar la maduración, disminuir la presencia de ‘moco’ y antracnosis, reducir la caída de pseudotallos y, en general, obtener racimos con buen peso (Sandoval, 1997, p. 36).

Rojas (2019), Menciona la eliminación de la bellota “una vez que se haya producido la mano final, es imperativo que se complete el trabajo. Su impacto se ve en el aumento de peso de los frutos del racimo como consecuencia de su mayor plenitud. Es posible una ganancia de más de 3 kg de peso del racimo”.

d) Desflore

Para deshacerte de las sobras en flor, debes arrancar las flores de la fruta joven. El objetivo aquí es prevenir problemas relacionados con la cosecha, incluidas las flores

secas, los altos costos de transporte a las fábricas de empaque y la calidad deteriorada de la fruta. La instalación de envasado elimina los restos florales antes de desmanizarlos en el caso menos típico de coloración con látex. (Sandoval, 1997, p. 36).

e) Apuntalamiento

El método de apuntalamiento consiste en abrir un hoyo de unos 20 cm, en el cual se colocan varillas de aproximadamente 2,8 a 3,0 metros de longitud, según la variedad que se utilice. Para evitar problemas de calidad relacionados con la fricción, los puntales se giran en sentido antihorario a la inclinación de la planta, formando un agarre de tijera en la base del pseudotallo (Sandoval, 1997, pág. 37). Soportar el peso de la fruta y evitar que se caiga es de lo que se trata el apuntalamiento.

1.2.15. Microorganismos eficaces

Según Huayllani (2017) utilizados como inoculantes para aumentar la diversidad microbiana del suelo y las plantas, estos pequeños organismos son biosintetizadores naturales.

a) Efectos benéficos de los microorganismos eficientes

Según Llanos (2018) los beneficios de la aplicación de EM son:

- Su impacto hormonal es comparable al del ácido giberélico, que provoca un aumento en la tasa y porcentaje de germinación de las semillas.
- Como un rizo de la planta de promover el crecimiento de la bacteria, que tiene los siguientes efectos: mejorar el tallo y la raíz vigor y desarrollo, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas.
- Elevado la tasa de supervivencia de las plántulas.
- Debido a que pueden inducir una resistencia sistémica en los cultivos, suprimen las poblaciones de insectos y enfermedades.
- Además de aumentar el crecimiento de los cultivos, la calidad y la productividad, también consumen la planta de exudados (tales como raíces, hojas, flores y frutos) y así evitar la propagación de organismos patógenos y enfermedades.
- Al actuar hormonalmente sobre las regiones meristemáticas, aceleran la madurez, la floración y la fructificación.

- Expande la capacidad de fotosíntesis a través de un mejor desarrollo foliar. (P. 34)

1.2.16. Principales microorganismos

a) Bacterias fototróficas (*Rhodopseudomonas spp.*)

Estas bacterias, conocidas como *Rhodopseudomonas spp.*, son autótrofos; utilizan la energía de la luz solar y el calor del suelo para fabricar productos químicos a partir de materia orgánica, exudaciones de raíces y gases peligrosos (Arias, 2010 referenciado por Huayllani, 2017, pág. 33). Ayuda en la síntesis de productos químicos beneficiosos para las raíces, materiales orgánicos y gases potencialmente tóxicos (como el sulfuro de hidrógeno). Las bacterias fotosintéticas producen una variedad de compuestos que desempeñan un papel importante en el crecimiento y desarrollo de las células vegetales, incluidos azúcares, productos químicos bioactivos, ácidos nucleicos, aminoácidos y ácidos nucleicos. (Sangakkara, 1999; citado por Huayllani, 2017, p. 33).

b) Bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus spp.*)

Estas bacterias inhiben principalmente microbios patógenos (*Fusarium*, nematodos, etc.) produciendo ácido láctico. Además, tienen un papel en la aceleración de la descomposición de materiales orgánicos (Sangakkara, 1999; citado por Huayllani, 2017, p. 34).

c) Levaduras (*Saccharomycetes spp.*)

producen los mismos azúcares, aminoácidos y compuestos antibióticos que liberan las bacterias fotosintéticas. Para las plantas y sus sistemas de raíces, son geniales. Las secreciones de levadura incluyen componentes bioactivos que incluyen hormonas y enzimas que fomentan la proliferación celular y radicular. Estas secreciones también son sustratos para microbios que son efectivos, como bacterias del ácido láctico y actinomicetos. (Sangakkara, 1999; citado por Huayllani, 2017, p. 34).

1.2.17. Rentabilidad económica

a) Costos de producción

Según Condeña (2020) señala que hay dos tipos de costos: directos e indirectos. Los costos directos están directamente relacionados con las cantidades de producción y cambian proporcionalmente con el uso de la capacidad instalada; el consumo de materias

primas directas es un ejemplo de costo variable. Los costos indirectos, por otro lado, son costos fijos que no cambian a corto o mediano plazo y no están directamente relacionados con la producción o las ventas. En la misma línea, Condeña (2020) plantea que los costos directos y los costos indirectos son las dos categorías principales en las que caen los gastos de producción resultantes de la visión de una actividad agropecuaria. Insumos y materias primas agrícolas (semillas, fertilizantes, fertilizantes orgánicos, pesticidas, plántulas de frutas, hormonas), mano de obra directa (salarios y salarios) que interactúa con el proceso productivo agrícola(incluidos los beneficios sociales) y otros gastos (como el consumo de agua para riego) conforman los costos directos, que son los que intervienen directamente en el proceso de producción y, en última instancia, forman el producto final. El término "costos indirectos" se refiere a los gastos que no contribuyen directamente al producto final, pero que desempeñan un papel en su producción. Estos incluyen cosas como salarios administrativos y ocasionales de los trabajadores, así como activos depreciables como muebles, herramientas, artículos de limpieza, ropa y equipo; suministros y servicios esenciales; seguros, impuestos, contratos, alquileres e intereses; gastos financieros; y otros.

b) Análisis económico con valores bruto y neto de producción

El análisis económico de una actividad agrícola se basa en el cálculo del valor bruto y del valor neto de producción. En este sentido, Condeña (2020) señala que para estimar el valor bruto de producción (VBP) por hectárea se debe considerar el rendimiento esperado del cultivo (kg/ha) junto con el precio del producto en chacra (S/. por kg). Del mismo modo, para obtener el valor neto de producción (VNP) se toma en cuenta el valor bruto de producción (S/. por ha) y el costo de producción (S/. por kg). Finalmente, para calcular la rentabilidad porcentual del cultivo, se utiliza el valor neto de producción (S/. por ha) en relación con el costo de producción (S/. por ha), multiplicado por el 100%.

c) Rentabilidad económica con indicadores económicos

De acuerdo con Condeña (2020), la rentabilidad de una actividad agrícola se analiza mediante indicadores económico-financieros como el valor actual neto, la tasa interna de retorno y la relación beneficio-costos, los cuales se explican a continuación:

El Valor Actual Neto (VAN) es un indicador que cuantifica la rentabilidad de un proyecto en términos monetarios. Se trata de una herramienta de evaluación que permite

calcular y comparar, en el presente, el valor de los ingresos (beneficios) y los egresos (costos) estimados para una inversión a lo largo del periodo de evaluación, utilizando una tasa de descuento determinada. Su expresión matemática es la siguiente:

$$VAN = I_0 + \sum_{t=0}^n \frac{(Ba - Ca)}{(1 + i)^n}$$

Dónde:

- VAN = Valor Actual Neto
- I₀ = Inversión inicial en el periodo cero
- Ba = Beneficios actualizados
- Ca = Costos actualizados
- I = Tasa de descuento
- N = Número de períodos (horizonte de evaluación)

La tasa interna de retorno (TIR) representa la ganancia generada por el capital invertido en una actividad económica; es decir, corresponde al retorno del capital más los intereses obtenidos, expresados en porcentaje. Su fórmula se presenta a continuación:

$$TIR = T_1 + \left[\frac{(T_2 - T_1)(VAN_1)}{VAN_1 - (VAN_2)} \right]$$

Dónde:

- TIR = Tasa Interna de Retorno
- T1 = Tasa de descuento 1
- T2 = Tasa de descuento 2
- VAN1 = Valor Actual Neto 1
- VAN2 = Valor Actual Neto 2

Después de pagar la inversión inicial del proyecto y los gastos operativos y de mantenimiento continuos, el excedente restante se conoce como relación beneficio/costo (B/C). La relación beneficio / costo se calcula dividiendo los ingresos totales (beneficios actualizados) por el gasto total (costos actualizados) y luego descontando ambos

conjuntos de números a una tasa determinada. La fórmula para esta relación es la siguiente:

$$B/C = \frac{\sum_{t=0}^n Ba/(1+i)^n}{\sum_{t=0}^n Ca/(1+i)^n}$$

Dónde:

B/C = Beneficio / Costo

Ba = Beneficios actualizados

Ca = Costos actualizados

i = Tasa de descuento

n = número de períodos

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Descripción del área en estudio

2.1.1. Ubicación política

El estudio se llevó a cabo en el Centro Experimental de Pichari, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias y a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, ubicado en el distrito de Pichari, provincia de La Convención, en el departamento de Cusco.

2.1.2. Ubicación geográfica

Latitud : 12° 31' 64.20" S
Longitud : 73° 50' 30.40" O
Altitud : 563 msnm

2.1.3. Condiciones climáticas

Los registros de temperatura y precipitación de los años 2022 y 2023 están disponibles en el observatorio climatológico de la estación meteorológica de Pichari-DRAC. El sitio de prueba está ubicado en la ceja de selva en el distrito de Pichari y la provincia de La Convención, en un clima subtropical moldeado por la Cordillera de los Andes y la llanura amazónica. La zona es conocida por su potencial de biodiversidad forestal y cultivos perennes agroindustriales, que contribuyen a su clima único. A lo largo del transcurso del experimento, las temperaturas oscilaron entre 19,16 °C en el punto más bajo y 35,06 °C en el más alto. Se observó alta humedad relativa (90 a 95%) y 1316,1 mm de precipitación pluvial a lo largo de la actividad experimental.

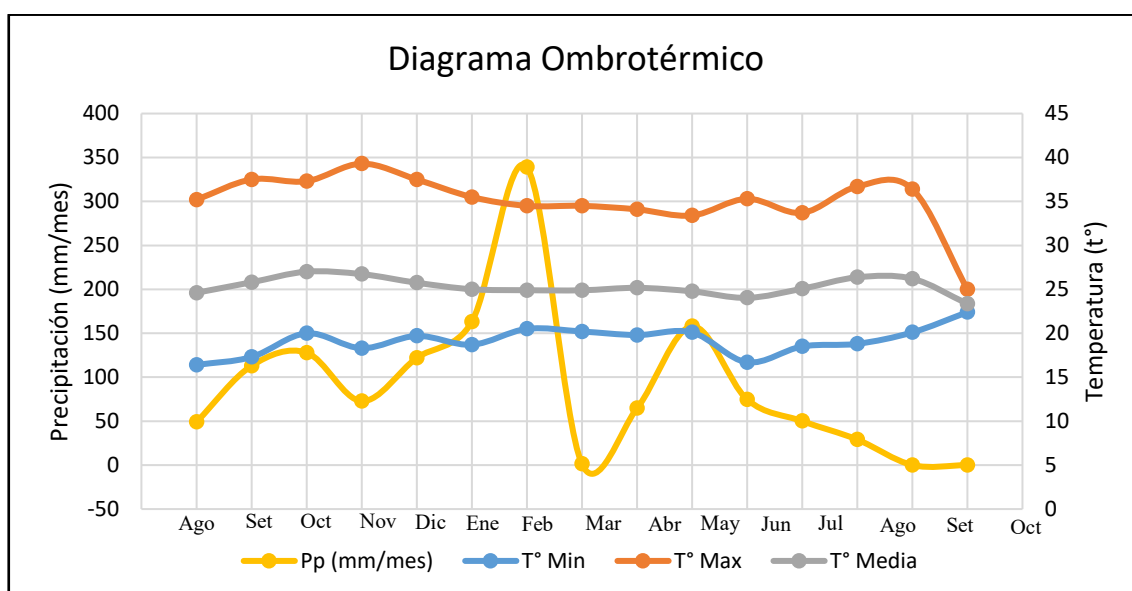
Tabla 2.1

*Temperatura máxima, mínima, media y precipitación correspondiente a la campaña 2023
Estación Meteorológica de Pichari*

Año	2022						2023								
Meses	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct
T° Min	16.4	17.3	20	18.3	19.7	18.7	20.5	20.2	19.8	20.1	16.7	18.5	18.8	20.1	22.4
T° Max	25.2	27.5	27.3	29.3	27.5	25.5	24.5	24.5	24.1	23.4	25.3	23.7	26.7	26.4	25
T° Media	24.61	25.80	27.01	26.73	25.75	25.01	24.90	24.89	25.17	24.77	24.03	25.07	26.37	26.21	23.36
Pp (mm/mes)	49	113	128	72.8	122	163	339	1.3	64.7	158	74.7	50.1	29.1	0.1	0

Figura 2.1

Temperatura máxima, mínima, media, precipitación de la estación meteorológica del distrito de Pichari, La Convención, Cusco



Nota: elaborado con los datos registrados en la estación meteorológica de Pichari de Temperatura máxima, mínima, media y precipitación correspondiente a la campaña 2023

2.2. Variables e indicadores

Variable independiente

- Dosis de microorganismos eficaces (EMA)
- Variedades de *Musa* sp.

Variable dependiente

- Productividad y rentabilidad de dos variedades de *Musa* sp.

Tabla 2.2*Variables e indicadores*

Variable independiente (X)	Indicadores
Dosis de microorganismos eficaces activado (EMA)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ d1: 4 litros de EMA/ 20 litro agua ▪ d2: 2 litros de EMA/ 20 litro agua ▪ d3: 0 litros de EMA/ 20 litro agua
Variedades de <i>Musa sp.</i> (c)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ c1: Cavendish Williams ▪ c2: Hartón
Variable dependiente (Y)	Indicadores
Productividad de <i>Musa sp.</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Días a la floración (días) ▪ Número de hojas a la cosecha (Und) ▪ Peso comercial de racimo (kg) ▪ Longitud de dedos (Pul) ▪ Diámetro de dedos (cm) ▪ Rendimiento por hectárea (kg/ha) ▪ Costos de producción (S/x ha) ▪ Ingresos por ventas (S/ x ha)
Rentabilidad económica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Valor bruto de producción (S/.x ha) ▪ Utilidad neta (S/ x ha) ▪ Rentabilidad económica

2.3. Factores en estudio**2.3.1 Dosis de Microorganismos eficaces activado – EMA (D)****d1:** 4 litros de EMA/ 20 litro agua**d2:** 2 litros de EMA/ 20 litro agua**d3:** 0 litros de EMA/ 20 litro agua**2.3.2 Variedades de *Musa sp.* (C)****c1:** Cavendish Williams**c2:** Hartón

2.4. Descripción de los tratamientos en estudio

Tabla 2.3

Combinación y descripción de tratamientos en estudio

Trat.	Código	Dosis de microorganismos eficaces	Variedades de <i>Musa sp.</i>
T1	d1c1	d1: 4 litros de EMA/ 20 litro agua	C1: Cavendish Williams
T2	d2c1	d2: 2 litros de EMA/ 20 litro agua	C1: Cavendish Williams
T3	d3c1	d3: 0 litros de EMA/ 20 litro agua	C1: Cavendish Williams
T4	d1c1	d1: 4 litros de EMA/ 20 litro agua	C2: Hartón
T5	d2c1	d2: 2 litros de EMA/ 20 litro agua	C2: Hartón
T6	d3c1	d3: 0 litros de EMA/ 20 litro agua	C2: Hartón

Nota: No existe un ensayo en la zona con dosis de aplicación de microorganismos eficaces en cultivo de *Musa sp.* en la parcela experimental de Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal.

2.5. Croquis experimental del ensayo

Tabla 2.4

Croquis experimental del ensayo

Descripción del ensayo									
		Cavendish Williams					Hartón		
Rep.		T1	T2	T3	Rep.		T4	T5	T6
Bloque	I	T1	T2	T3	Bloque	I	T4	T5	T6
	II	T3	T1	T2		II	T6	T4	T5
	III	T2	T3	T1		III	T5	T6	T4

Tabla 2.5

Momentos de aplicación de Microorganismos eficaces activados (EMA)

		1 mes DDS	2 mes DDS	3 mes DDS	4 mes DDS	5 mes DDS
EMA		4 L	4 L	4 L	4 L	4 L
		EMA/20 L	EMA/20 L	EMA/20 L	EMA/20 L	EMA/20 L
		agua	agua	agua	agua	agua
		2 L	2 L	2 L	2 L	2 L
		EMA/20 L	EMA/20 L	EMA/20 L	EMA/20 L	EMA/20 L
		agua	agua	agua	agua	agua
		0 L	0 L	0 L	0 L	0 L
	EMA/20 L	EMA/20 L	EMA/20 L	EMA/20 L	EMA/20 L	
	agua	agua	agua	agua	agua	

Nota: Elaboración propia, dosis de aplicación de microorganismos eficaces activado en crecimiento y desarrollo del cultivo de *Musa sp.* en distrito de Pichari, parcela de E.P. Ingeniería Agroforestal. DDS (Días Después de Siembra).

2.6. Diseño experimental y análisis estadístico

En el trabajo experimental se utilizó el Diseño Bloque Completo Randomizado (DBCR) con arreglo factorial de 3 dosis de microorganismos eficaces activados y 2 variedades de *Musa* sp. (3 D x 2 C), 6 tratamientos con 3 repeticiones, constituyendo 18 unidades experimentales. Cada unidad experimental estará constituida por 8 plantas. Teniendo total 144 plantas de banano en total.

2.7. Materiales, equipos e insumos

2.7.1. Materiales y equipos

- Plantas de banano Cavendish Williams
- Plantas de plátano Hartón
- Cámara digital
- Computadora
- Calibrado de bananos y plátanos
- Balanza digital
- Motoguadaña

2.7.2. Herramientas

- Machete
- Pala
- Mochila de 20 litros para pulverizar
- Lampa
- Podadora de altura
- Baldes de 20 litros
- Wincha de 50 metros

2.7.3. Insumos

- Abonos (guano de isla, roca fosfórica y sulfato de potasio)
- Abonos foliares (calcio/boro, wuxal doble)
- Microorganismos eficaces (EMA)
- *Bauveria basiana*

2.7.4. Otros

- Libreta de campo

- Bolígrafos
- Plumones
- Engrapadoras y grapas
- Cinta de embalaje
- Banner de identificación

2.8. Parámetros de evaluación

En el primer año de producción, dos tipos de *Musa sp.* se manejan utilizando factores tecnológicos en banano agronómico con el fin de lograr una mayor productividad y rentabilidad.

2.8.1. Productividad de las plantas

▪ Días a la floración (días)

Se registró los días transcurridos a la emergencia del racimo florar desde momento de instalación de planta, la evaluación fue observatorio y por única vez por cada tratamiento instalado en campo definitivo. (12 de agosto del 2023).

▪ Número de hojas a la cosecha (Und)

Se registró hasta el momento de corte de racimo (cosecha comercial), considerando que las hojas tengan un área foliar funcional mayor a 50%. La evaluación fue para cada tratamiento de estudio. La evaluación se realizó mediante el conteo de hojas. (15 de noviembre del 2023).

▪ Peso comercial de racimo (kg)

Se realizó el peso comercial de racimos por planta y por tratamiento en una balanza de plataforma de 50 kg registradó en kg. Siendo evaluado al final del ensayo al momento de la cosecha. Los dedos q tengan un buen calibre son los sugeridos por el mercado nacional. (15 de noviembre del 2023).

▪ Longitud de dedos (Pul)

Usando una cinta métrica, medimos la longitud de los dedos desde el pedúnculo hasta la punta de la fruta, con la medida registrada en pulgadas. (12 de noviembre del 2023).

- **Diámetro de dedos (cm)**

El diámetro de los dedos se midió utilizando un calibrador para bananos, tomando como referencia el dedo central de la segunda y la penúltima mano. El registro, expresado en centímetros, se efectuó considerando los estándares de comercialización para los distintos niveles de mercado y se realizó antes de la cosecha del racimo. (12 de noviembre del 2023)

- **Rendimiento por hectárea (kg/ha)**

Es el peso esperado por hectárea, expresado en kg, para cada planta y tratamiento. (15 de noviembre de 2023).

2.8.2. *Rentabilidad económica*

- **Costos de producción (S/x ha)**

Se registró los costos o egresos que demanda del manejo de cultivo de plantación de *Musa sp* durante el proceso productivo en el primer año (R0), todas las labores agronómicas, labores de pre cosecha y manejos de post cosecha.

- **Ingresos por ventas (S/ x ha)**

La totalidad de los ingresos por ventas de racimos de banano en el primer año de producción se reportó en soles.

- **Valor bruto de producción (S/.x ha)**

Se consideró el rendimiento del cultivo de plátano (kg/ha) por el precio de venta total del producto en chacra (S/.x kg).

- **Utilidad neta (S/ x ha)**

Se consideró el valor bruto de producción (S/ x ha) menos el costo de producción del cultivo de banano (S/.x ha)

- **Rentabilidad económica (S./)**

La rentabilidad determinada por los indicadores económicos: VAN, TIR, B/C.

2.9. Conducción del ensayo

2.9.1. Selección del terreno

Las condiciones agroecológicas óptimas son necesarias para el crecimiento y desarrollo de los cultivos de banano, lo cual se consideró. La arena, la marga arcillosa, la marga limosa y la marga arcillosa limosa son los tipos de suelos ideales para cultivar plátanos. Aunque puede sobrevivir en suelos algo ácidos y alcalinos, su rango de pH ideal es de 6,5 a 7,0.

2.9.2. Preparación del terreno

Antes de ello, se analizó el suelo para determinar la materia orgánica y otras necesidades permitidas de fertilizantes. En lugar de alinear las hileras de siembra al amanecer, debe seguir la dirección típica del viento. Cuando las hileras obstruyen el paso del viento, pueden dañar o destruir el cultivo.

2.9.3. Sistema de siembra y distanciamiento

El sistema de siembra se realizó en sistema de tres bolillos a distanciamiento de 2.6 metros de altura y entre plantas 3 metros con una densidad de plantación 1283 plantas/hectárea y sistema de doble hilera con altura de entre plantas 1.7 metros y entre plantas 2 metros y densidad de plantación 1960 planta/hectárea.

a) Selección y clasificación de semilla vegetativa (hijuelo)

Provino de plantaciones con buen manejo. De núcleos semilleros productivos, libres de plagas y enfermedades, los hijuelos se adquirieron de núcleo semillero de municipalidad distrito de Pichari, ya dicha municipalidad cuenta con semillas garantizadas por SENASA. Una vez realizada la selección de semilla, se clasificó en tres tamaños: pequeño, mediano y grande.

b) Preparación de hijuelos

La limpieza del suelo y las raíces de los hijuelos para su lavado y desinfección siguió a la extracción de los hijuelos de las plantas madre. Se usaron pesticidas, fungicidas, agentes de enraizamiento e insecticidas para desinfectar los hijuelos. Las cantidades utilizadas fueron 250 ml para pesticidas, 400 gramos para fungicidas, 250 ml para enraizamiento y 50 ml para adherente, cada una añadida a 200 litros de agua.

Después de hacer la mezcla, los hijuelos se sumergieron durante cinco minutos y se dejaron en el oreado durante media hora o un día entero.

c) Siembra de hijuelos

Tras efectuar el hoyado y la desinfección de los cormos, se procedió a la siembra siguiendo el croquis experimental. Como abono de fondo se aplicó compost y estiércol (fertilizante orgánico), a razón de 250 gramos por hoyo, mezclándolo con tierra agrícola antes de devolverlo al mismo hoyo.

d) Abonamiento vía suelo y foliar

Los fertilizantes orgánicos (guano isla, roca fosfórica y sulfato de potasio) se administraron tres veces a las plantas de banano a medida que crecían y se desarrollaban: una vez a los 45 días posteriores a la instalación, nuevamente a los 90 días y nuevamente a los 150 días. La dosis se consideró teniendo en cuenta el análisis de suelo de la parcela y extracción del *Musa sp.*, según tratamiento fijado en el ensayo.

Se usaron dos productos de EM, que son EM1 (Microorganismos eficaces) para la activación del EMA, se ha procedido de acuerdo a las indicaciones de la ficha técnica, que se adjunta en anexos.

Tabla 2.6

Aplicación de Microorganismos eficaces activados (EMA)

	1 mes DDS	2 mes DDS	3 mes DDS	4 mes DDS	5 mes DDS
EMA	4 L	4 L	4 L	4 L	4 L
	EMA/20 L	EMA/20 L	EMA/20 L	EMA/20 L	EMA/20 L
	agua	agua	agua	agua	agua
	2 L	2 L	2 L	2 L	2 L
	EMA/20 L	EMA/20 L	EMA/20 L	EMA/20 L	EMA/20 L
	agua	agua	agua	agua	agua
	0 L	0 L	0 L	0 L	0 L
	EMA/20 L	EMA/20 L	EMA/20 L	EMA/20 L	EMA/20 L
	agua	agua	agua	agua	agua

Observación: Toda aplicación de Microorganismos eficaces activados (EMA), será antes o junto de los manejos agronómicos realizados en *Musa sp.*

e) Otras labores agronómicas

Otras labores agronómicas como el deshije, deshoje, deschante, y las labores de pre cosecha (enfunde, desflore, deschive, desmane, daipiado) y aplicación con abonos foliares, fungicidas, insecticidas, etc., se realizaron en el momento oportuno durante el proceso de crecimiento y desarrollo de plantas hasta el momento de la cosecha de los racimos.

f) Control fitosanitario

Con el propósito de prevenir daños ocasionados por plagas y enfermedades que afectan el desarrollo del plátano, se realizó controles preventivos durante el crecimiento de las plantas mediante fumigaciones con Carbofuran (Furadán 4 F) a una dosis de 30 cc por mochila de 15 litros, para controlar el “gorgojo negro” (*Cosmopolites sordidus* Gemar), el “gorgojo rayado” (*Metamasius hemipterus* Seriseus) y los nemátodos (*Radopholus similis* Synd Han). Asimismo, se aplicó Imazil (Fusariol) a una dosis de 15 cc por mochila de 15 litros para el control de la “*Sigatoka negra*” y el “Mal de Panamá” (*Fusarium oxysporum* f. sp. cubense).

g) Cosecha y post cosecha

La frágil fruta se manejó con sumo cuidado durante la recolección de los racimos. Los racimos se trasladaron a un lugar donde se desmanchó la fruta, se lavó y se trató después de la cosecha. Varios factores, incluida la edad de la fruta y el grosor de los dedos, se tuvieron en cuenta a lo largo de la cosecha

2.10. Procesamiento de la información

Los datos obtenidos de todas las evaluaciones se registraron en una hoja de cálculo, tras lo cual se procedió a organizar los promedios para realizar los análisis estadísticos correspondientes.

Se efectuó un análisis de varianza (ANVA) utilizando un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA). La significancia de las fuentes de variación se determinó mediante la prueba de Fischer con niveles de probabilidad de $p = 0.01$ y $p = 0.05$. Para identificar diferencias estadísticas entre los promedios de los efectos principales y simples, se aplicó la prueba de Tukey ($p = 0.01$). Todos los análisis estadísticos se procesaron con el software SAS, versión 9.0.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Días de floración

Tabla 3.1

Análisis de variancia para la variable días a la floración con dosis de microorganismos eficaces en la productividad y rentabilidad de variedades de Musa sp.

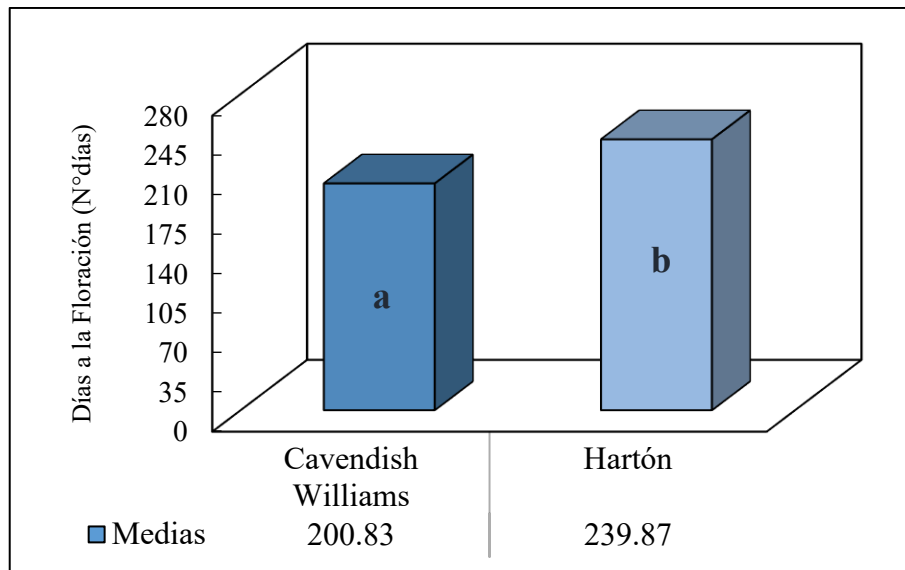
F.V.	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Modelo		7	6925.23	989.32	1645.21 <0.0001 **
Bloque		2	2.68	1.34	2.23 0.1584 ns
Cultivar (C)		1	6856.21	6856.21	11401.67 <0.0001 **
Dosis (D)		2	65.69	32.85	54.62 <0.0001 **
Cultivar x Dosis (CxD)		2	0.65	0.33	0.54 0.5971 ns
Cultivar en d1		1	44.89	44.89	74.65 <0.0001 **
Cultivar en d2		1	0.36	0.36	0.6 0.457 ns
Cultivar en d3		1	53.29	53.29	88.62 <0.0001 **
Dosis en c1		1	6856.21	6856.21	11401.67 <0.0001 **
Dosis en c2		1	6856.21	6856.21	11401.67 <0.0001 **
Error		10	6.01	0.6	
Total		17	6931.25		

CV (%) = 0.35

La tabla 3.1 muestra los resultados de la prueba de ANOVA para los días a la floración variable. Para los elementos de Cultivares (C) y la Dosis (D), el p-valor 0.0001, lo que es menor que el umbral de significancia $\alpha = 0.05$. Entonces, no hay suficiente evidencia para apoyar la afirmación de que los días a la floración promedios son diferentes. Puesto que los resultados de la prueba de ANOVA no indican que cualquiera de los medios fueron significativamente diferentes una de otra, vamos a emplear el Post Hoc (Tukey) de la prueba para identificar los medios que varían.

Figura 3.1

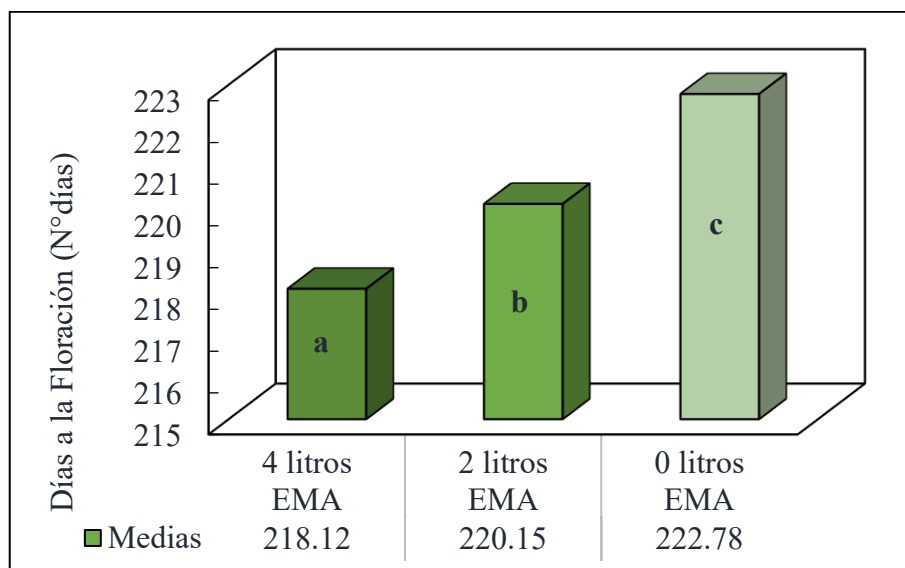
Prueba de Tukey al 95% de confianza para el factor Cultivar (C) debido a la significancia (p -valor <0.05) resultante en el ANOVA.



En la figura 3.1. se observa la prueba de Tukey gráfica al 95% de confianza, para el factor Cultivar (C) donde la media de 200.83 días corresponde al cultivar Cavendish Williams el cual es superior estadísticamente al cultivar Hartón. Lo cual nos indica que si queremos obtener una floración más temprana debemos usar la variedad Cavendish Williams.

Figura 3.2

Prueba de Tukey al 95% de confianza para el factor Dosis (D) debido a la significancia (p -valor <0.05) resultante en el ANOVA.



En la figura 3.2. se observa la prueba de Tukey gráfica al 95% de confianza, para el factor Dosis (D) donde la media de 218.12 días, corresponde a la dosis de 4 litros EMA la cual es superior estadísticamente a las otras dosis. Esto nos indica que si queremos obtener una floración más temprana debemos usar una dosis de 4 litros de EMA.

Diversos estudios han demostrado que la aplicación de EM puede acelerar procesos fisiológicos en las plantas, promoviendo un desarrollo más vigoroso y una floración temprana. Por ejemplo, García et al. (2018) evaluaron el uso de EM en cultivos de banano en el norte de Perú y reportaron una reducción promedio de 15 a 20 días en el tiempo de floración, en comparación con el testigo, lo cual concuerda con la tendencia observada en la variedad Cavendish Williams del presente estudio. Esto sugiere que los EM podrían estar mejor adaptados a esta variedad o que esta responde fisiológicamente de manera más eficiente a la estimulación microbiana.

Asimismo, Torres y Ramírez (2016) reportaron en Colombia que la aplicación de 3 litros ha⁻¹ de EM en la variedad Hartón no tuvo un efecto significativo sobre la floración, la cual se mantuvo alrededor de los 230 días, en concordancia con los resultados obtenidos en esta investigación. Esto indicaría que Hartón presenta una menor sensibilidad a este tipo de bioestimulantes, posiblemente debido a su ciclo fenológico más largo o a una menor capacidad de absorción y utilización de los compuestos bioactivos generados por los EM.

Por otro lado, Mendoza et al. (2020) observaron que el uso de EM en dosis de 2 a 4 litros en *Musa* spp. mejoró parámetros de crecimiento y sanidad, aunque los efectos sobre la floración fueron más notables en ambientes con buena disponibilidad hídrica y materia orgánica, condiciones que deben considerarse al interpretar los resultados obtenidos en Pichari.

En conjunto, los datos sugieren que la variedad Cavendish Williams responde de manera más favorable a la aplicación de EMA, reduciendo significativamente su tiempo de floración. En cambio, la variedad Hartón mantiene un ciclo más prolongado, independientemente del tratamiento aplicado. Esto indica que la elección varietal y el manejo agroecológico son claves para optimizar el uso de bioestimulantes como los microorganismos eficaces.

3.2. Número de hojas

Tabla 3.2

Análisis de variancia para la variable número de hojas con dosis de microorganismos eficaces en la productividad y rentabilidad en variedades de Musa sp.

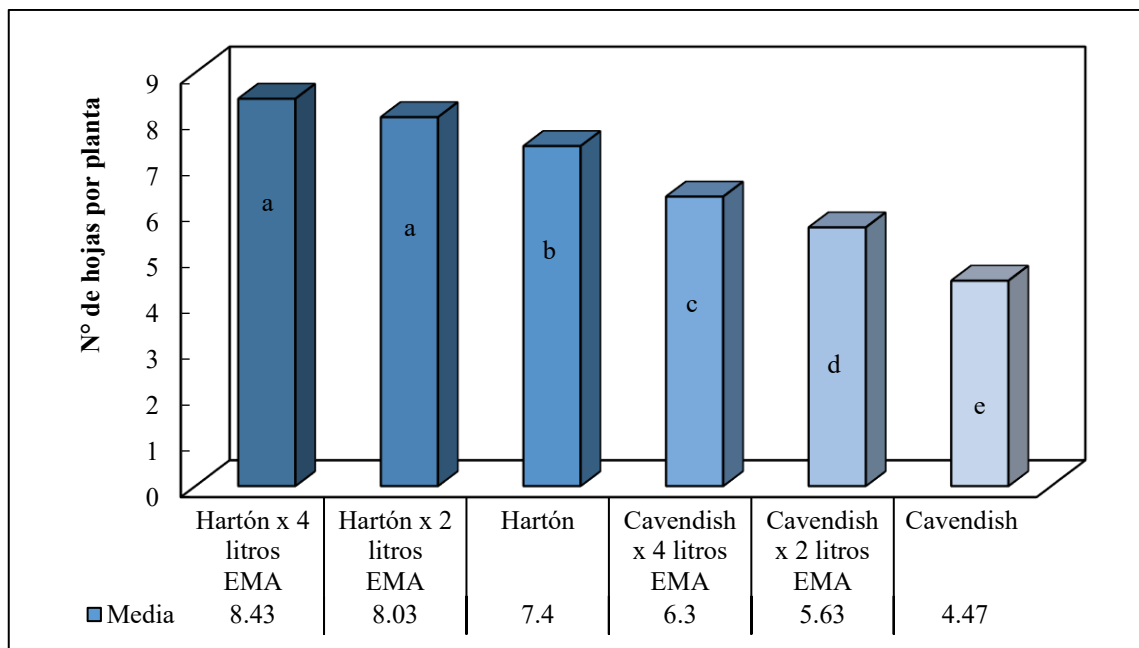
F.V.	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Modelo		7	34.71	4.96	158.8 <0.0001 **
Bloque		2	0.03	0.02	0.55 0.5926 ns
Cultivar (C)		1	27.88	27.88	892.81 <0.0001 **
Dosis (D)		2	6.3	3.15	100.85 <0.0001 **
Cultivar x Dosis (CxD)		2	0.5	0.25	7.97 0.0085 ns
Cultivar en d1		1	3.87	3.87	123.88 <0.0001 **
Cultivar en d2		1	0.13	0.13	4.31 0.0647 ns
Cultivar en d3		1	5.44	5.44	174.38 <0.0001 **
Dosis en c1		1	27.88	27.88	892.81 <0.0001 **
Dosis en c2		1	27.88	27.88	892.81 <0.0001 **
Error		10	0.31	0.03	
Total		17	35.02		

CV (%) = 2.63

En la Tabla 3.2, se puede observar que el ítem Cultivar x Dosis (CxD) tiene un valor P de 0.0085, que es menor que el umbral de significancia $\alpha = 0.05$, resultante de un ANOVA realizado sobre el número variable de hojas. Luego, hay pruebas suficientes para respaldar la afirmación de que las sumas de los recuentos de hojas son diferentes. Puesto que los resultados de la prueba de ANOVA no indican que cualquiera de los medios fueron significativamente diferentes una de otra, vamos a emplear el Post Hoc (Tukey) de la prueba para identificar los medios que varían.

Figura 3.3

Prueba de Tukey al 95% de confianza para el factor Cultivar x Dosis (CxD) debido a la significancia (p -valor <0.05) resultante en el ANOVA.



En la figura 3.3. se observa la prueba de Tukey gráfica al 95% de confianza, para el factor Cultivar x Dosis (CxD) donde las medias 8.43 y 8.03 correspondientes al cultivar Hartón con un tratamiento de 04 litros de EMA y 02 litros de EMA respectivamente son superiores estadísticamente a los demás tratamientos. Lo cual nos indica que si queremos obtener mayor número de hojas por planta debemos sembrar la variedad Hartón y aplicarle 4 o 2 litros de EMA.

Estudios previos han reportado resultados similares. Por ejemplo, Díaz y Durán. (2019) encontraron que la aplicación de microorganismos eficaces en banano variedad *Dominico-Hartón* incrementó significativamente el número de hojas funcionales en comparación con el control, atribuyendo este efecto a la mejora en la disponibilidad de nutrientes y a la estimulación de la actividad enzimática de la planta. Este mecanismo se explica por la capacidad de los EM para solubilizar fósforo, fijar nitrógeno y producir fitohormonas como auxinas y giberelinas (Higa & Parr, 1994; Shintani et al., 2020).

Asimismo, Arias, Guerrero y Rengifo (2021) evaluaron el uso de EM en plátano en condiciones tropicales del Amazonas peruano y reportaron un aumento promedio del 18 % en el número de hojas respecto al testigo, destacando la influencia de la dosis

empleada y la frecuencia de aplicación. En concordancia, el presente estudio muestra que la dosis de 4 litros de EMA tuvo un mayor efecto positivo que la dosis de 2 litros, lo que sugiere que la respuesta de la planta es dosis-dependiente.

Por otro lado, la diferencia varietal también podría explicar la mayor respuesta observada en *Hartón* respecto a *Cavendish Williams*. Según Martínez & López (2017), las variedades de tipo AAB como *Hartón* tienden a desarrollar mayor masa foliar que las variedades AAA como *Cavendish*, especialmente en condiciones edafoclimáticas adecuadas y bajo prácticas de manejo biológico.

3.3. Peso de racimos

Tabla 3.3

Análisis de variancia para la variable peso de racimo con dosis de microorganismos eficaces en la productividad y rentabilidad en variedades de Musa sp.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Modelo.		7	204.93	29.28	343.08 <0.0001 **
Bloque		2	0.05	0.03	0.31 0.7385 ns
Cultivar (C)		1	186.25	186.25	2182.56 <0.0001 **
Dosis (D)		2	17.34	8.67	101.62 <0.0001 **
Cultivar x Dosis (CxD)		2	1.29	0.64	7.56 0.01 n,s
Cultivar en d1		1	10.89	10.89	127.62 <0.0001 **
Cultivar en d2		1	0.3	0.3	3.54 0.0891 ns
Cultivar en d3		1	14.82	14.82	173.7 <0.0001 **
Dosis en c1		1	186.25	186.25	2182.56 <0.0001 **
Dosis en c2		1	186.25	186.25	2182.56 <0.0001 **
Error		10	0.85	0.09	
Total		17	205.79		

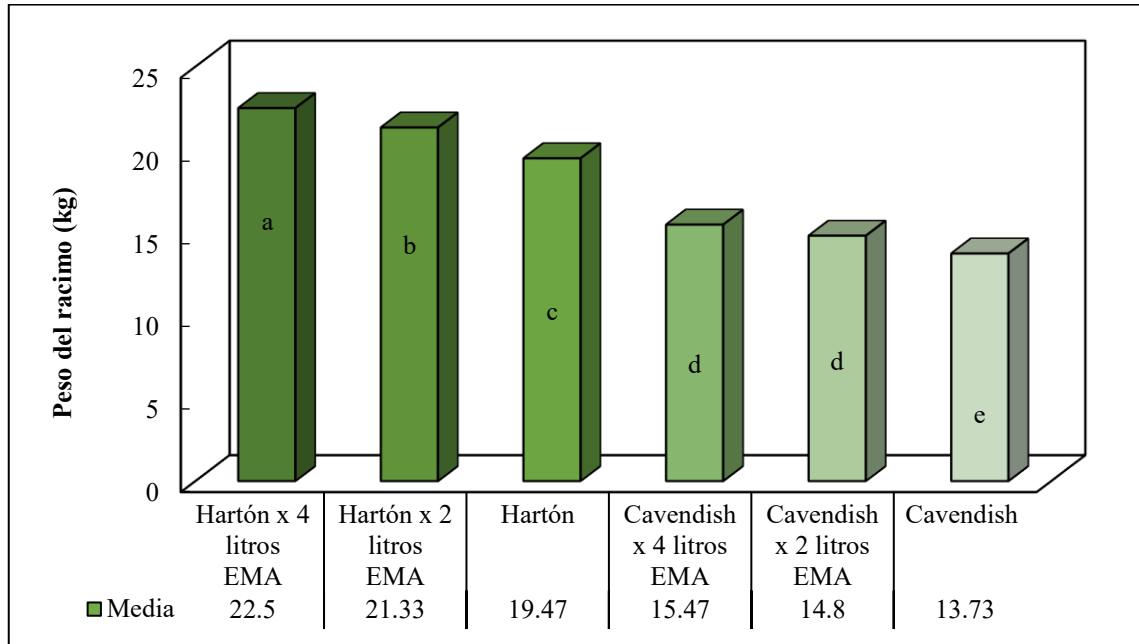
CV (%) = 1.63

La Tabla 3.3 de los resultados del ANOVA para la variable de peso de conglomerados muestra que, para el ítem Cultivar x Dosis (CxD), el valor p es menor que el umbral de significancia $\alpha=0,05$, con un valor de 0,01. Entonces, hay evidencia suficiente para respaldar la afirmación de que los pesos de los conglomerados son desiguales. Puesto que los resultados de la prueba de ANOVA no indican que cualquiera

de los medios fueron significativamente diferentes una de otra, vamos a emplear el Post Hoc (Tukey) de la prueba para identificar los medios que varían.

Figura 3.4

Prueba de Tukey al 95% de confianza para el factor Cultivar x Dosis (CxD) debido a la significancia (p -valor <0.05) resultante en el ANOVA.



En la figura 3.4 se observa la prueba de Tukey gráfica al 95% de confianza, para el factor Cultivar x Dosis (CxD) donde la media 22,5 kg de peso de racimo corresponde al cultivar Hartón con un tratamiento de 04 litros de EMA y es superior estadísticamente a los demás tratamientos. Lo cual nos indica que si queremos obtener mayor peso de racimo debemos sembrar la variedad Hartón y aplicarle 4 litros de EMA.

Estudios previos respaldan esta tendencia. Pérez et al. (2018), en una evaluación de EM en banano variedad Williams, reportaron un incremento significativo del peso del racimo con aplicaciones superiores a 3 litros por planta, atribuyéndolo a una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, debido a la actividad microbiana en la rizosfera. Este efecto también se asocia a una mejor estructura del suelo, mayor retención de humedad y producción de fitohormonas, que estimulan el desarrollo del fruto (Higa & Parr, 1994; Shintani et al., 2020).

Asimismo, Zambrano et al. (2019) observaron en cultivos de plátano Hartón un incremento de hasta 15 % en el peso del racimo con la aplicación de EM, en comparación con el tratamiento convencional. El estudio concluyó que el uso de microorganismos eficaces mejora el estado fisiológico de la planta, promoviendo la translocación de fotoasimilados hacia los frutos.

Cabe destacar que el efecto fue más pronunciado en la variedad Hartón, lo cual puede explicarse por su mayor capacidad de respuesta productiva frente a prácticas de manejo biológico. Según Martínez y López (2017), Hartón presenta un potencial de rendimiento superior bajo condiciones adecuadas de nutrición y sanidad vegetal, lo cual concuerda con los resultados de esta investigación.

3.4. Longitud de dedos

Tabla 3.4

Análisis de variancia para la variable longitud de dedos con dosis de microorganismos eficaces en la productividad y rentabilidad en variedades de Musa sp.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Modelo		7	4.49	0.64	58.72 <0.0001 **
Bloque		2	0.02	0.01	0.99 0.4043 ns
Cultivar (C)		1	3.13	3.13	286.67 <0.0001 **
Dosis (D)		2	1.23	0.61	56.25 <0.0001 **
Cultivar x Dosis (CxD)		2	0.11	0.05	4.93 0.0323 ns
Cultivar en d1		1	1	1	91.49 <0.0001 **
Cultivar en d2		1	0.01	0.01	0.66 0.4351 ns
Cultivar en d3		1	0.84	0.84	76.6 <0.0001 **
Dosis en c1		1	3.13	3.13	286.67 <0.0001 **
Dosis en c2		1	3.13	3.13	286.67 <0.0001 **
Error		10	0.11	0.01	
Total		17	4.6		

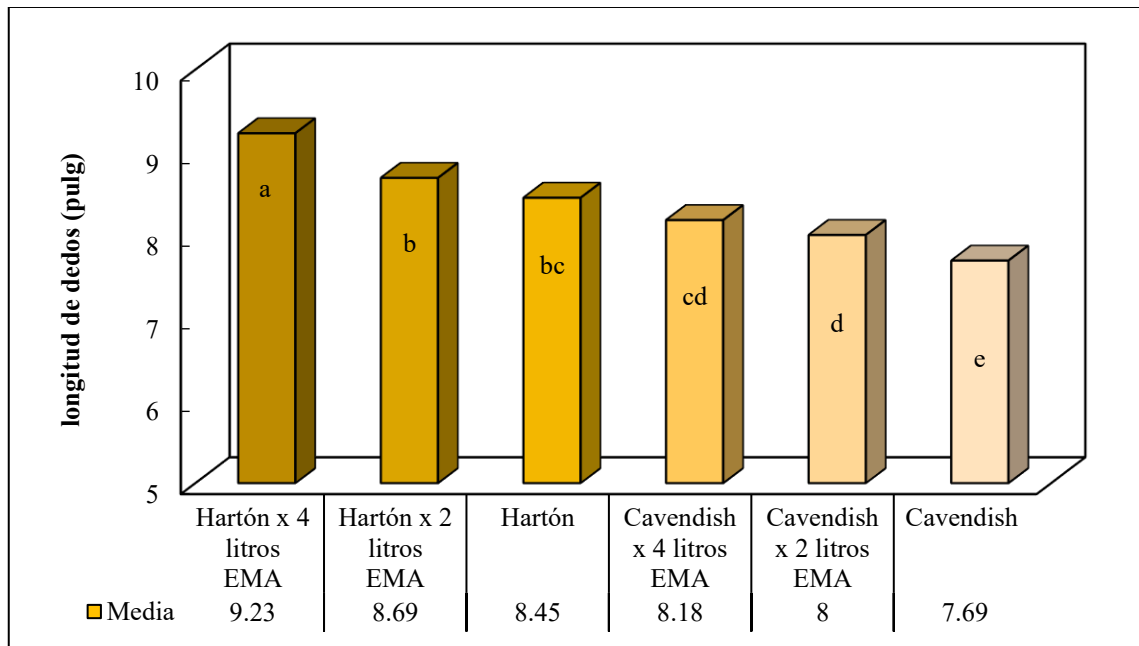
CV (%) = 1.25

De acuerdo con los resultados del ANOVA sobre la variable longitud del dedo en la Tabla 3.4, el ítem Cultivar x Dosis (CxD) tiene un valor P de 0.0323, que es menor que el umbral de significancia $\alpha=0.05$. En consecuencia, la afirmación de que las longitudes

de los dedos son desiguales está respaldada por datos suficientes. Puesto que los resultados de la prueba de ANOVA no indican que cualquiera de los medios fueron significativamente diferentes una de otra, vamos a emplear el Post Hoc (Tukey) de la prueba para identificar los medios que varían.

Figura 3.5

Prueba de Tukey al 95% de confianza para el factor Cultivar x Dosis (CxD) debido a la significancia (p -valor <0.05) resultante en el ANOVA.



En la figura 3.5. se observa la prueba de Tukey gráfica al 95% de confianza, para el factor Cultivar x Dosis (CxD) donde la media 9.23 pulgadas de longitud de dedos corresponde al cultivar Hartón con un tratamiento de 04 litros de EMA y es superior estadísticamente a los demás tratamientos. Lo cual nos indica que si queremos obtener mayor longitud de dedos debemos sembrar la variedad Hartón y aplicarle 4 litros de EMA.

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Gómez et al. (2017), quienes evaluaron el uso de microorganismos eficaces en plátano *Hartón* en Colombia y observaron un incremento significativo en la longitud de los dedos, atribuido a una mejora en la absorción de nutrientes y a la actividad hormonal promovida por los EM. El efecto de los EM se relaciona con su capacidad para liberar fitohormonas como auxinas, citoquininas y giberelinas, que promueven el alargamiento celular y, por ende, un mayor crecimiento del fruto (Shintani et al., 2020; Higa & Parr, 1994).

Asimismo, Morales et al. (2020) evaluaron el efecto de consorcios microbianos sobre el crecimiento de frutos en banano variedad *Cavendish* en Ecuador, reportando incrementos de entre 5 % y 10 % en la longitud de los dedos con tratamientos basados en microorganismos eficientes. Esto se debe, en parte, a la mejora de la actividad radicular y la mayor disponibilidad de potasio y calcio, elementos clave en el desarrollo del fruto.

Es importante destacar que la respuesta más alta se dio en la variedad *Hartón*, lo cual puede explicarse por su genética (grupo AAB), que le confiere un mayor potencial de crecimiento del fruto frente a factores nutricionales o de manejo. En contraste, *Cavendish Williams* (grupo AAA), si bien mostró mejora frente al testigo, evidenció una menor respuesta proporcional, posiblemente por su menor sensibilidad fisiológica a los bioestimulantes.

3.5. Diámetro de dedos

Tabla 3.5

Análisis de variancia para la variable diámetro de dedos con dosis de microorganismos eficaces en la productividad y rentabilidad en variedades de Musa sp.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Modelo		7	428	61.14	680.2 <0.0001 **
Bloque		2	0.25	0.12	1.38 0.296 ns
Cultivar (C)		1	398.56	398.56	4433.92 <0.0001 **
Dosis (D)		2	27.3	13.65	151.86 <0.0001 **
Cultivar x Dosis (CxD)		2	1.89	0.94	10.5 0.0035 ns
Cultivar en d1		1	20.4	20.4	226.95 <0.0001 **
Cultivar en d2		1	2.80E-04	2.80E-04	3.10E-03 0.9568 ns
Cultivar en d3		1	20.55	20.55	228.63 <0.0001 **
Dosis en c1		1	398.56	398.56	4433.92 <0.0001 **
Dosis en c2		1	398.56	398.56	4433.92 <0.0001 **
Error		10	0.9	0.09	
Total		17	428.9		

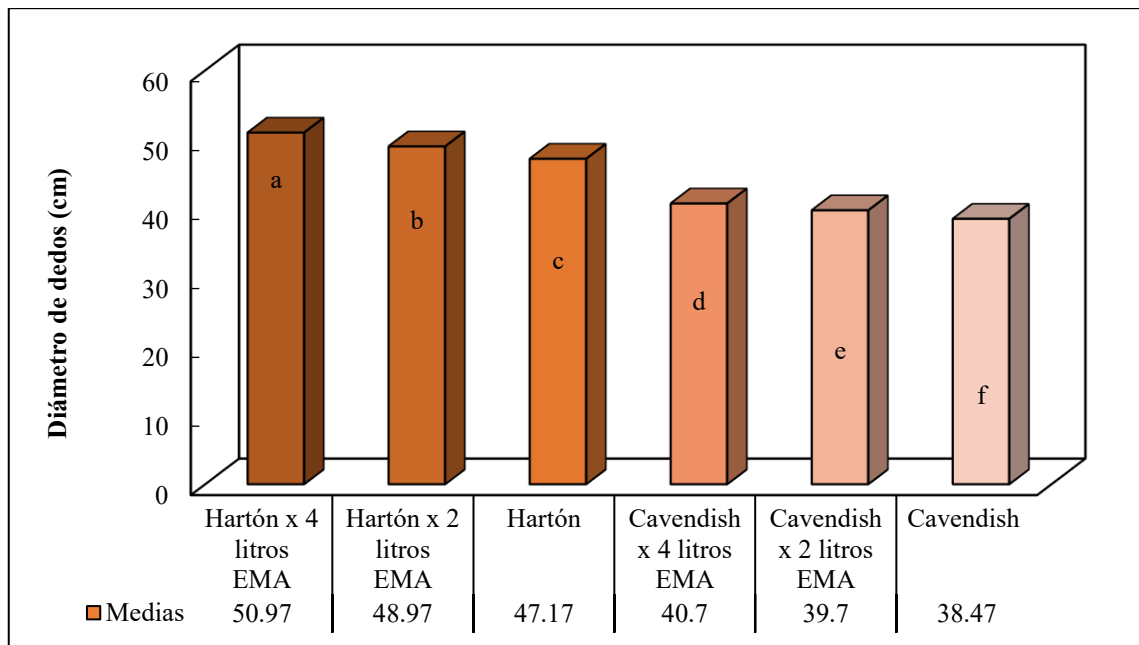
CV (%) = 0.68

La Tabla 3.5 muestra que bajo el ítem Cultivar x Dosis (CxD), el ANOVA para el diámetro variable del dedo arrojó un valor P de 0.0035, que es menor que el umbral de

significancia $\alpha=0.05$. Entonces, tenemos evidencia suficiente para concluir que los diámetros de los dedos no son comparables. Puesto que los resultados de la prueba de ANOVA no indican que cualquiera de los medios fueron significativamente diferentes una de otra, vamos a emplear el Post Hoc (Tukey) de la prueba para identificar los medios que varían.

Figura 3.6

Prueba de Tukey al 95% de confianza para el factor Cultivar x Dosis (CxD) debido a la significancia (p -valor <0.05) resultante en el ANOVA.



En la figura 3.6. se observa la prueba de Tukey gráfica al 95% de confianza, para el factor Cultivar x Dosis (CxD) donde la media 50.97 centímetros de diámetro de dedos corresponde al cultivar Hartón con un tratamiento de 04 litros de EMA y es superior estadísticamente a los demás tratamientos. Lo cual nos indica que si queremos obtener mayor diámetro de dedos debemos sembrar la variedad Hartón y aplicarle 4 lts de EMA.

Estos resultados coinciden con los hallazgos de Chávez et al. (2019), quienes reportaron que el uso de microorganismos eficaces aumentó significativamente el calibre del fruto de *Musa AAA* en plantaciones de banano orgánico. El aumento en el diámetro se atribuye a una mejor disponibilidad y absorción de nutrientes, así como al incremento en la actividad enzimática de la rizosfera, producto de la interacción simbiótica entre microorganismos y raíces (Higa & Parr, 1994; Shintani et al., 2020).

Asimismo, Pérez et al. (2018) documentaron que el uso de EMA en dosis similares mejoró el desarrollo de frutos en *Cavendish Williams*, indicando que los EM promueven un mejor transporte de fotoasimilados hacia los órganos de reserva, como los frutos, aumentando su grosor y peso. Este efecto puede deberse también a la producción de sustancias promotoras del crecimiento vegetal como citoquininas y giberelinas, que contribuyen al engrosamiento celular (Morales et al., 2020).

La variedad *Hartón* mostró una mayor respuesta al tratamiento, lo cual podría estar relacionado con su arquitectura fisiológica, que le permite aprovechar más eficientemente los nutrientes del suelo y responder favorablemente a bioestimulantes. Esta diferencia varietal también fue observada por Martínez y López (2017), quienes concluyeron que *Hartón* posee mayor plasticidad fisiológica ante condiciones de fertilización orgánica.

3.6. Rendimiento de racimos

Tabla 3.6

Análisis de variancia para la variable rendimiento con dosis de microorganismos eficaces en la productividad y rentabilidad en variedades de Musa sp.

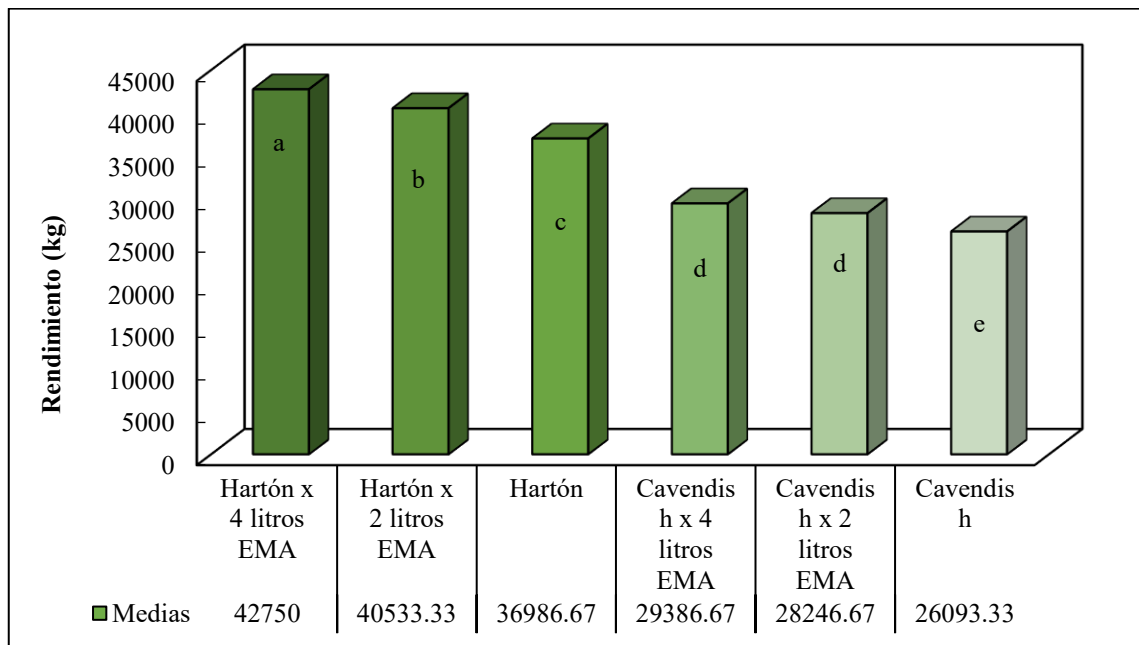
F.V.	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Modelo		7 735503406	105071915	342.87	<0.0001 **
Bloque	2	304844.44	152422.22	0.5	0.6224 ns
Cultivar (C)	1	667707606	667707606	2178.85	<0.0001 **
Dosis (D)	2	62890211.1	31445105.6	102.61	<0.0001 **
Cultivar x Dosis (CxD)	2	4600744.44	2300372.22	7.51	0.0102 ns
Cultivar en d1	1	38522711.1	38522711.1	125.71	<0.0001 **
Cultivar en d2	1	1372802.78	1372802.78	4.48	0.0604 ns
Cultivar en d3	1	54439802.8	54439802.8	177.65	<0.0001 **
Dosis en c1	1	667707606	667707606	2178.85	<0.0001 **
Dosis en c2	1	667707606	667707606	2178.85	<0.0001 **
Error	10	3064488.89	306448.89		
Total	17	738567894			

CV (%) = 1.63

De acuerdo con los resultados del ANOVA sobre la variable rendimiento en la Tabla 3.6, el ítem Cultivar x Dosis (CxD) tiene un valor de P de 0.0102, que es menor que el umbral de significancia $\alpha=0.05$. Una vez establecido, hay pruebas suficientes para respaldar la afirmación de que su desempeño es desigual. Puesto que los resultados de la prueba de ANOVA no indican que cualquiera de los medios fueron significativamente diferentes una de otra, vamos a emplear el Post Hoc (Tukey) de la prueba para identificar los medios que varían.

Figura 3.7

Prueba de Tukey al 95% de confianza para el factor Cultivar x Dosis (CxD) debido a la significancia (p -valor <0.05) resultante en el ANOVA.



En la figura 3.7. se observa la prueba de Tukey gráfica al 95% de confianza, para el factor Cultivar x Dosis (CxD) donde la media de 42750 kg ha⁻¹ corresponde al cultivar Hartón con un tratamiento de 04 litros de EMA y es superior estadísticamente a los demás tratamientos. Lo cual nos indica que si queremos obtener un mayor rendimiento debemos sembrar la variedad Hartón y aplicarle 4 litros de EMA.

Se observa también que la variedad Hartón es superior en rendimiento a la variedad Cavendis para las condiciones del presente estudio.

Del mismo modo, López y Córdova (2019), en un ensayo con banano *Cavendish* en Ecuador, demostraron que los EM mejoran la productividad hasta en un 12 %, atribuyendo dicho efecto a la producción de fitohormonas y a la reducción del estrés abiótico por mejora del microbiota del suelo. Estos beneficios permiten que la planta disponga de más recursos energéticos para la formación y llenado del racimo, lo que se refleja directamente en un mayor rendimiento.

El mayor efecto observado en la variedad *Hartón* podría explicarse por su naturaleza rústica y su mejor adaptación a sistemas de fertilización orgánica o bioestimulada, lo cual también fue señalado por Martínez y López (2017), quienes destacaron que *Hartón* muestra una mayor respuesta fisiológica ante tratamientos con productos biológicos respecto a variedades del subgrupo AAA.

Además, el uso de EMA puede generar beneficios adicionales a largo plazo, como la mejora en la salud del suelo, la sostenibilidad del sistema agrícola y la reducción del uso de fertilizantes químicos, aspectos que ya han sido valorados en estudios como el de Higa y Parr (1994), pioneros en la aplicación de microorganismos eficaces en sistemas tropicales.

3.7. Rentabilidad económica

Tabla 3.7

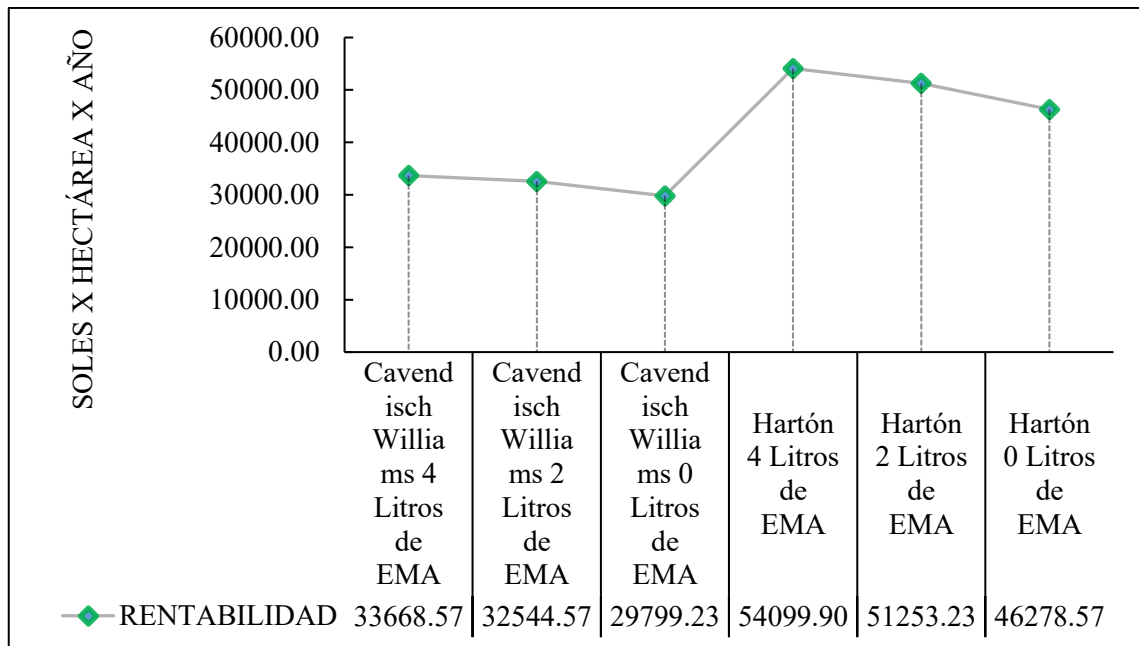
Rentabilidad de las variedades de Musa sp. con las diferentes dosis de EMA

Variedades de Musa	Dosis de EMA	Rendimiento por hectárea (kg/ha)	Precio de venta (S/.)	Ingresos (S/.)	Costo de producción (S./ha)	Rentabilidad (S/.)
Cavendisch Williams	4 litros de EMA	29386.67	1.60	47018.67	13350.10	33668.57
Cavendisch Williams	2 litros de EMA	28246.67	1.60	45194.67	12650.10	32544.57
Cavendisch Williams	0 litros de EMA	26093.33	1.60	41749.33	11950.10	29799.23
Hartón	4 litros de EMA	42750.00	1.60	68400.00	14300.10	54099.90
Hartón	2 litros de EMA	40533.33	1.60	64853.33	13600.10	51253.23
Hartón	0 litros de EMA	36986.67	1.60	59178.67	12900.10	46278.57

*La rentabilidad calculada de ambas variedades corresponden a una campaña de producción.

Figura 3.8

Prueba de Tukey al 95% de confianza para el factor Cultivar x Dosis (Cx D) debido a la significancia (p -valor < 0.05) resultante en el ANOVA.



La Figura 3.8 muestra las ganancias anuales obtenidas por la venta de banano; el precio por kilogramo es de 1.60 soles; los costos de producción varían con los insumos de siembra; los anexos analizan en detalle los costos de producción; ahora describiremos las ganancias más importantes obtenidas con un costo menor y un mejor margen:

La mayor ganancia anual es de S/.54,099.90 correspondiente a la variedad Hartón con un tratamiento de 4 litros de EMA.

En segundo lugar, tenemos una ganancia de S/.51,253.23 correspondiente a la variedad Hartón con un tratamiento de 2 litros de EMA.

En conclusión, si queremos obtener mayor rentabilidad económica en el cultivo de plátano para las condiciones del presente estudio se debe de sembrar el cultivar Hartón y aplicarle 4 litros de EMA, ya que si solo sembramos la variedad y no le damos el tratamiento obtendremos una ganancia de S/. 46,278.57. Con el tratamiento de 04 litros aumentamos la rentabilidad en S/.7,821.33.

En el presente estudio, la aplicación de 4 litros de microorganismos eficaces (EMA) generó un impacto positivo en la rentabilidad de ambas variedades evaluadas. El cultivar *Hartón* obtuvo una rentabilidad neta de S/ 54,099, superior a su tratamiento testigo (S/ 46,278), mientras que *Cavendish Williams* alcanzó S/ 33,668 frente a los S/ 29,799 del testigo.

Este incremento en rentabilidad se explica, en primer lugar, por el aumento en el rendimiento de racimos logrado con la aplicación de EMA, lo que a su vez genera mayores ingresos por unidad de superficie. Estos hallazgos concuerdan con lo reportado por Mendoza et al. (2020), quienes demostraron que el uso de microorganismos eficaces en plátano variedad *Hartón* incrementó los ingresos netos hasta en un 15 %, principalmente por el mayor volumen comercializado y la mejora en la calidad del fruto.

Asimismo, Zambrano et al. (2019) observaron que el uso de EM en banano orgánico tipo *Cavendish* permitió reducir costos asociados a fertilización química y fitosanitaria, sin comprometer la productividad, lo cual derivó en una mejora en los márgenes de ganancia. Este efecto sinérgico entre rendimiento y reducción de costos ha sido también validado por estudios de largo plazo como el de Higa y Parr (1994), donde se evidenció que el uso de microorganismos eficaces permite una agricultura más sostenible y rentable en sistemas tropicales.

En el caso específico de la variedad *Hartón*, su mayor rentabilidad puede estar relacionada con su mejor respuesta fisiológica a la bioestimulación y su capacidad de adaptación a condiciones de manejo orgánico o agroecológico. Esta observación es respaldada por Martínez y López (2017), quienes concluyeron que *Hartón* presenta una mayor eficiencia en el aprovechamiento de insumos biológicos comparado con *Cavendish Williams*.

CONCLUSIONES

1. La aplicación de microorganismos eficaces (EMA) mejoró significativamente las variables agronómicas evaluadas en ambas variedades de *Musa* sp. La aplicación de 4 litros de EMA permitió obtener mejores resultados en floración, número de hojas, peso de racimo, longitud y diámetro de dedos, así como en el rendimiento y la rentabilidad económica, en comparación con los tratamientos testigo. Esto evidencia la eficiencia de los microorganismos eficaces como bioestimulantes del desarrollo vegetal.
2. La variedad Hartón mostró una mayor respuesta positiva frente a la aplicación de EMA en comparación con la variedad Cavendish Williams. En todas las variables agronómicas y económicas evaluadas, el cultivar Hartón superó a Cavendish Williams bajo condiciones similares de manejo y tratamiento, lo que sugiere que esta variedad posee una mayor capacidad de respuesta fisiológica y agronómica a la bioestimulación con EMA.
3. La rentabilidad económica fue directamente proporcional al rendimiento agrícola obtenido, reflejando la viabilidad económica del uso de EMA. La mayor rentabilidad económica se registró en la variedad Hartón con EMA (S/ 54,099/ha), lo que demuestra que el incremento en la productividad también se traduce en un mayor retorno económico, sin necesidad de aumentar significativamente los costos de producción.

RECOMENDACIONES

- La tecnología de microorganismos eficaces representa una estrategia agroecológica eficiente, replicable y sustentable en el cultivo de plátano y banano en zonas tropicales. Su incorporación en sistemas productivos como el del distrito de Pichari, La Convención (Cusco), no solo mejorará el desempeño de los cultivos, sino que también contribuirá a la salud del suelo y a la reducción del uso de agroquímicos, alineándose con las buenas prácticas agrícolas sostenibles.
- Se recomienda el uso de Dosis de microorganismos eficaces (EMA) para mejorar el rendimiento y rentabilidad del cultivo de *Musa* sp.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Astudillo, W (2016). *Evaluación Agronómica y Comparativa entre dos Variedades de Banano (Musa paradisiaca AAA) Aplicando Falsa + 2, Falsa + 3 y Falsa +4*". Universidad de Guayaquil, Ecuador.
- Baena, M; Vezina, A. (2020). *Morfología de la planta del banano* (en línea, sitio web). <http://www.promusa.org/Morfolog%C3%ADa+de+la+planta+del+banano>.
- Barzola, L. (1988). *Efecto de diferentes prácticas de manejo al racimo del banano (Musa, AAA) sobre; la calidad de fruta exportables y su productividad*. Tesis de pregrado. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). (2018). *Cultivo de plátano (Musa paradisiaca), programa de frutales y cacao*. http://centa.gob.sv/docs/guias/frutales/Guia%20Centa_Platano%202019.pdf
- Cáceres, R. (2016). *Determinación de los efectos de la deriva simulada en aplicación de herbicidas sobre hijuelos de sucesión mediante heridas provocadas por el deshije en banano (Musa AAA) cv. Williams* <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3258/1/T-UTEQ-0095.pdf>.
- Cárdenas, C. & Castillo, M. (2012). Manual Técnico del cultivo de plátano. *Programa Selva Central, "DESCO"*.
- Condeña, F. (2020). *Proyectos Agropecuarios. Identificación, Formulación y Evaluación. Texto universitario*. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho.
- Cayón, G. (2006). *Efecto del color de las bolsas de polietileno sobre las características físicas y químicas de frutos de banano*, Santa Catalina, Brasil.
- Chapman, J. (2005). *Evaluación de seis tipos de protectores en el enfunde de racimo de banano (Musa sapientum.) en la finca Manguila del Cantón*. Tesis de pregrado. Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Dávila, W. (2022). *Evaluación del color de funda y desmanes en el crecimiento y desarrollo de los dedos en Musa acuminata, Pichari 2022*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho.
- Díaz & Durán L. (2019). *Como proteger de las plagas del suelo los cormos-semillas de plátano y banano*. Departamento de Protección Vegetal, FHIA. La Lima, Honduras.

- Delgado, D. (2014). *Estudio comparativo del rendimiento del plátano Barraganete vs plátano Dominico*. Tesis de pregrado. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Ecuador.
- Guerra, E. (2016). *Microorganismos eficaces en el rendimiento de arveja (Pisum sativum L.) variedad INIA 103 remate en condiciones de la EEA El Mantaro*. Tesis de pregrado de Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Galecio, J. (2020). *Efecto de fuentes orgánicas y microorganismos eficientes en el rendimiento del cultivo de banano orgánico (Musa spp. L.)*. Tesis de pregrado de Universidad Nacional de Tumbes.
- Guerrero, M. (2010). “*Guía técnica del cultivo del plátano*”, Programa Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA).
- Huayllani, K. (2017). *Influencia de microorganismos eficaces (EM – compost) en la producción de compost de lodos de la planta de tratamiento de aguas residuales, Concepción*. Tesis de pregrado de Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Higa, T., & Parr, J. F. (1994). *Beneficial and Effective Microorganisms for a Sustainable Agriculture and Environment*. International Nature Farming Research Center. https://www.infrc.or.jp/english/KNF_Data_Base_Web/PDF%20KNF%20Conf%20Data/C1-5-012.pdf
- Laura, V. (2022) *Métodos de propagación y fuentes nitrogenadas en la producción de hijuelos de Musa balbisiana, cultivar ordinario en Pichari*, Tesis de pregrado Tesis de Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho.
- Llanos, E. (2018). *Efecto de aplicación de microorganismos eficaces en el contenido de cadmio y propiedades fisicoquímicas de un suelo contaminado del distrito de Orcotuna, concepción*. Tesis de pregrado de Universidad Nacional del Centro del Perú.
- López, M., & Córdova, F. (2019). Evaluación del uso de microorganismos eficientes (EM) sobre el rendimiento del banano (Musa AAA) en condiciones tropicales. *Agroproductividad*, 12(5), 101–107. <https://doi.org/10.32854/agrop.v12i5.1304>
- Martínez, L., & López, O. (2017). Desempeño fisiológico de variedades de Musa spp. en respuesta a prácticas agroecológicas. *Revista Colombiana de Horticultura*, 11(2), 225–234. <https://doi.org/10.17584/rcch.2017v11i2.7461>

- Mejía, L. (2013). *Evaluación del comportamiento físico químico poscosecha del plátano dominico hartón (Musa aab simmonds)*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Colombia.
- Mendoza, H., Ríos, G., & Vargas, A. (2020). Evaluación económica del uso de microorganismos eficientes en el cultivo de plátano (Musa AAB) en sistemas agroecológicos. *Revista Agroproductividad*, 13(2), 45–51. <https://doi.org/10.32854/agrop.v13i2.1521>
- Miranda, J. (2021). *Acompañamiento en el manejo agronómico y la ejecución de labores culturales del cultivo de banano (Musa aaa simmonds) del grupo empresarial banaexport*. Tesis de pregrado. Universidad de Ecuador.
- Molina, N. (2020). *Análisis de la flor del banano (Musa paradisiaca AAA), y su aplicación en la culinaria en la ciudad de Guayaquil*. Tesis de pregrado. Universidad de Ecuador.
- Onofre, G. (2013). *Efecto de cuatro densidades de fundas de polietileno sobre el fruto del banano (Musa Spp.)*. Tesis de grado previo el título de Ingeniero Agropecuario Unidad de Estudios a Distancia. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 55p.
- Patricia, D. (2022). *Árbol del banano o planta del banano* (en línea, sitio web). <https://www.banabiosa.com/es/arbol-del-banano-o-planta-del-banano/>.
- Polanco, Z. (2017). *Plátano (Musa spp), cuidados de la planta. Propiedades del plátano* (en línea, sitio web). <https://naturaleza.animalesbiologia.com/plantas/tipos-defrutas/platano-musa>.
- Pérez, L., & Porras, A. (2015). Impacto potencial del cambio climático sobre las plagas de bananos y plátanos en Cuba. *Fitosanidad*, 19(3), 201–211.
- Pedraza, C. (2019). *Caracterización de la fibra del pseudotallo de plátano como refuerzo y desarrollo de un material compuesto para fabricación de tejas*.
- Pimentel, V. (2015). *Efecto de los microorganismos eficaces (EM) en el rendimiento del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) variedad Yungay en condiciones de Huacrachuco-Huánuco*. Tesis de pregrado de Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Quispe, H. (2018). *Producción de semilla vegetativa de plátano (Musa paradisiaca L.) en el VRAE a 710 msnm*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho.

- Recharte, P. (2015). *Evaluación de microorganismos eficientes autóctonos en el rendimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*, mill) en San Gabriel–Abancay*. Tesis de pregrado de Universidad Tecnológica de los Andes.
- Robinson, J. (2012). *Plátanos y Bananas. Instituto Canario de Investigación Agraria España*.
- Rojas J. C. (2019). *Banano orgánico. Innovaciones para un cultivo sostenible*.
- Rosales, O. (2012). *Elaboración de un concentrado para bebidas a base de pulpa de banano de rechazo con saborizantes artificiales*. Tesis de pregrado. Universidad de Galileo, Guatemala.
- Sandoval, J. (1997). *Efecto de la eliminación de dedos laterales en la calidad del fruto de banano*. Universidad de Córdoba Colombia.
- Soto, M. (1995). *Bananos, cultivos y comercialización*, Universidad de Costa Rica.
- Vegas, U. & Rojas, J. (2011). *Fertilización y manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de banano orgánico*. Jornada de capacitación UNALM-Agro banco. Pampas de Hospital San Jacinto Tumbes, Perú.
- Zambrano, A., Torres, J., & Estrella, D. (2019). *Análisis de rentabilidad del banano orgánico (*Musa AAA*) con aplicación de EM en la región de El Oro, Ecuador*. *Agroeconomía Tropical*, 69(3), 255–264. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3332184>

ANEXOS

Anexo 1. Panel fotografico



Foto 1. Selección de terreno para la instalación del experimento



Foto 2. Preparación de terreno para la instalación de 2 variedades de *Musa sp.*



Foto 3. Distanciamiento para la instalación de 2 variedades de *Musa sp*



Foto 4. Selección y clasificación de semillas de *Musa sp*.



Foto 5. Preparación de hijuelos previo la instalación



Foto 6. Siembra de hijuelos de *Musa sp.*



Foto 7. Abonamiento de las dos variedades de platano



Foto 8. Abonamiento foliar de las dos variedades de platano



Foto 9. Deshoje del cultivo del platano



Foto 10. Desmalezado del cultivo del platano



Foto 11. Control de plagas de la variedad Williams



Foto 12. Control de plagas de la variedad Hartón



Foto 13. Días de floración de la variedad Williams



Foto 14. Días de floración de la variedad Hartón



Foto 15. Numero de hojas de la variedad Williams



Foto 16. Numero de hojas de la variedad Hartón



Foto 17. Peso comercial de racimo de la variedad Williams



Foto 18. Peso comercial de racimo de la variedad Hartón



Foto 19. Longitud de dedos de la variedad Williams



Foto 20. Longitud de dedos de la variedad Hartón



Foto 21. Diámetro de dedos de la variedad Williams



Foto 22. Diámetro de dedos de la variedad Hartón



Foto 23. Manejo de planta por hectárea



Foto 24. Producción de racimos por hectárea



Foto 25. Cosecha de la variedad Williams



Foto 26. Cosecha de la variedad Hartón

Anexo 2. Estudio de rentabilidad VAN y TIR

T1 Cavendish Williams 4 litros de EMA

FLUJO DE CAJA ECONÓMICO Y FINANCIERO						
CONCEPTO	0	1	2	3	4	5
I. INGRESOS		47,018.67	47,018.67	47,018.67	47,018.67	77,202.09
INGRESOS POR VENTA		47,018.67	47,018.67	47,018.67	47,018.67	47,018.67
VALOR RESIDUAL						15,807.42
RECUPERO DE CAPITAL						14,376.00
II. EGRESOS		(18,660.26)	(18,660.26)	(18,660.26)	(18,660.26)	(18,660.26)
II.1. INVERSIÓN FIJA AÑO 0	(21,196)					
II.1.1 INVERSIÓN FIJA TANGIBLE	15,925					
II.1.2 INVERSIÓN FIJA INTANGIBLE	500.00					
II.1.3 CAPITAL DE TRABAJO	4,771.00	(1,921.00)	(1,921.00)	(1,921.00)	(1,921.00)	(1,921.00)
II.2. COSTOS DE PRODUCCIÓN		(13,350.10)	(13,350.10)	(13,350.10)	(13,350.10)	(13,350.10)
II.3. GASTOS DE OPERACIÓN		-	-	-	-	-
II.4. IMPUESTO A LA RENTA		(3,389.16)	(3,389.16)	(3,389.16)	(3,389.16)	(3,389.16)
FLUJO DE CAJA ECONÓMICO	(21,196)	28,358.41	28,358.41	28,358.41	28,358.41	58,541.82

TEA	5.00%
VANE	S/. 125,230.55
TIRE	134.61%

INDICE BENEFICIO/COSTO	AÑOS					
	0	1	2	3	4	5
BENEFICIOS	0.00	47,018.67	47,018.67	47,018.67	47,018.67	77,202.09
COSTOS	-21196	(18,660.26)	(18,660.26)	(18,660.26)	(18,660.26)	(18,660.26)
FACTOR DE ACTUALIZACION	1.0000000	0.9523810	0.9070295	0.8638376	0.8227025	0.7835262
BENEFICIOS ACTUALIZADOS	0	44,780	42,647	40,616	38,682	60,490
COSTOS ACTUALIZADOS	-21,196	-17,772	-16,925	-16,119	-15,352	-14,621
FLUJO ECONOMICO ACTUALIZADO		27,008.00	25,721.91	24,497.06	23,330.53	45,869.05

INDICADOR BENEFICIO/COSTO 2.2279
INDICE DE RENTABILIDAD 6.908

T2 Cavendish Williams 2 litros de EMA

FLUJO DE CAJA ECONÓMICO Y FINANCIERO						
CONCEPTO	0	1	2	3	4	5
I. INGRESOS	-	47,018.67	47,018.67	47,018.67	47,018.67	77,202.09
INGRESOS POR VENTA		47,018.67	47,018.67	47,018.67	47,018.67	47,018.67
VALOR RESIDUAL						15,807.42
RECUPERO DE CAPITAL						14,376.00
II. EGRESOS	-	(17,960.16)	(17,960.16)	(17,960.16)	(17,960.16)	(17,960.16)
II.1. INVERSIÓN FIJA AÑO 0	(21,196)					
II.1.1 INVERSIÓN FIJA TANGIBLE	15,925					
II.1.2 INVERSIÓN FIJA INTANGIBLE	500.00					
II.1.3 CAPITAL DE TRABAJO	4,771.00	(1,921.00)	(1,921.00)	(1,921.00)	(1,921.00)	(1,921.00)
II.2. COSTOS DE PRODUCCIÓN		(12,650.00)	(12,650.00)	(12,650.00)	(12,650.00)	(12,650.00)
II.3. GASTOS DE OPERACIÓN		-	-	-	-	-
II.4. IMPUESTO A LA RENTA		(3,389.16)	(3,389.16)	(3,389.16)	(3,389.16)	(3,389.16)
FLUJO DE CAJA ECONÓMICO	(21,196)	29,058.51	29,058.51	29,058.51	29,058.51	59,241.92

TEA	5.00%
VANE	S/. 128,261.62
TIRE	137.87%

INDICE BENEFICIO/COSTO	AÑOS					
	0	1	2	3	4	5
BENEFICIOS	0.00	47,018.67	47,018.67	47,018.67	47,018.67	77,202.09
COSTOS	-21196	(17,960.16)	(17,960.16)	(17,960.16)	(17,960.16)	(17,960.16)
FACTOR DE ACTUALIZACION	1.0000000	0.9523810	0.9070295	0.8638376	0.8227025	0.7835262
BENEFICIOS ACTUALIZADOS	0	44,780	42,647	40,616	38,682	60,490
COSTOS ACTUALIZADOS	-21,196	-17,105	-16,290	-15,515	-14,776	-14,072
FLUJO ECONOMICO ACTUALIZADO		27,674.77	26,356.92	25,101.83	23,906.50	46,417.59

INDICADOR BENEFICIO/COSTO 2.2962

INDICE DE RENTABILIDAD 7.051

T3 Cavendish Williams 0 litros de EMA

FLUJO DE CAJA ECONÓMICO Y FINANCIERO						
CONCEPTO	0	1	2	3	4	5
I. INGRESOS	-	47,018.67	47,018.67	47,018.67	47,018.67	77,202.09
INGRESOS POR VENTA		47,018.67	47,018.67	47,018.67	47,018.67	47,018.67
VALOR RESIDUAL						15,807.42
RECUPERO DE CAPITAL						14,376.00
II. EGRESOS	-	(17,260.16)	(17,260.16)	(17,260.16)	(17,260.16)	(17,260.16)
II.1. INVERSIÓN FIJA AÑO 0	(21,196)					
II.1.1 INVERSIÓN FIJA TANGIBLE	15,925					
II.1.2 INVERSIÓN FIJA INTANGIBLE	500.00					
II.1.3 CAPITAL DE TRABAJO	4,771.00	(1,921.00)	(1,921.00)	(1,921.00)	(1,921.00)	(1,921.00)
II.2. COSTOS DE PRODUCCIÓN		(11,950.00)	(11,950.00)	(11,950.00)	(11,950.00)	(11,950.00)
II.3. GASTOS DE OPERACIÓN		-	-	-	-	-
II.4. IMPUESTO A LA RENTA		(3,389.16)	(3,389.16)	(3,389.16)	(3,389.16)	(3,389.16)
FLUJO DE CAJA ECONÓMICO	(21,196)	29,758.51	29,758.51	29,758.51	29,758.51	59,941.92

TEA	5.00%
VANE	S/. 131,292.25
TIRE	141.14%

INDICE BENEFICIO/COSTO	AÑOS					
	0	1	2	3	4	5
BENEFICIOS	0.00	47,018.67	47,018.67	47,018.67	47,018.67	77,202.09
COSTOS	-21196	(17,260.16)	(17,260.16)	(17,260.16)	(17,260.16)	(17,260.16)
FACTOR DE ACTUALIZACION	1.0000000	0.9523810	0.9070295	0.8638376	0.8227025	0.7835262
BENEFICIOS ACTUALIZADOS	0	44,780	42,647	40,616	38,682	60,490
COSTOS ACTUALIZADOS	-21,196	-16,438	-15,655	-14,910	-14,200	-13,524
FLUJO ECONOMICO ACTUALIZADO		28,341.43	26,991.84	25,706.52	24,482.40	46,966.06

INDICADOR BENEFICIO/COSTO **2.3687**

INDICE DE RENTABILIDAD **7.194**

T4 Harton 4 litros de EMA

FLUJO DE CAJA ECONÓMICO Y FINANCIERO						
CONCEPTO	0	1	2	3	4	5
I. INGRESOS	-	47,018.67	47,018.67	47,018.67	47,018.67	77,202.09
INGRESOS POR VENTA		47,018.67	47,018.67	47,018.67	47,018.67	47,018.67
VALOR RESIDUAL						15,807.42
RECUPERO DE CAPITAL						14,376.00
II. EGRESOS	-	(19,610.26)	(19,610.26)	(19,610.26)	(19,610.26)	(19,610.26)
II.1. INVERSIÓN FIJA AÑO 0	(21,196)					
II.1.1 INVERSIÓN FIJA TANGIBLE	15,925					
II.1.2 INVERSIÓN FIJA INTANGIBLE	500.00					
II.1.3 CAPITAL DE TRABAJO	4,771.00	(1,921.00)	(1,921.00)	(1,921.00)	(1,921.00)	(1,921.00)
II.2. COSTOS DE PRODUCCIÓN		(14,300.10)	(14,300.10)	(14,300.10)	(14,300.10)	(14,300.10)
II.3. GASTOS DE OPERACIÓN		-	-	-	-	-
II.4. IMPUESTO A LA RENTA		(3,389.16)	(3,389.16)	(3,389.16)	(3,389.16)	(3,389.16)
FLUJO DE CAJA ECONÓMICO	(21,196)	27,408.41	27,408.41	27,408.41	27,408.41	57,591.82

TEA	5.00%
VANE	S/. 121,117.55
TIRE	130.18%

INDICE BENEFICIO/COSTO	AÑOS					
	0	1	2	3	4	5
BENEFICIOS	0.00	47,018.67	47,018.67	47,018.67	47,018.67	77,202.09
COSTOS	-21196	(19,610.26)	(19,610.26)	(19,610.26)	(19,610.26)	(19,610.26)
FACTOR DE ACTUALIZACION	1.0000000	0.9523810	0.9070295	0.8638376	0.8227025	0.7835262
BENEFICIOS ACTUALIZADOS	0	44,780	42,647	40,616	38,682	60,490
COSTOS ACTUALIZADOS	-21,196	-18,676	-17,787	-16,940	-16,133	-15,365
FLUJO ECONOMICO ACTUALIZADO		26,103.24	24,860.23	23,676.41	22,548.96	45,124.70

INDICADOR BENEFICIO/COSTO **2.1416**

INDICE DE RENTABILIDAD **6.714**

T5 Harton 2 litros de EMA

FLUJO DE CAJA ECONÓMICO Y FINANCIERO						
CONCEPTO	0	1	2	3	4	5
I. INGRESOS	-	47,018.67	47,018.67	47,018.67	47,018.67	77,202.09
INGRESOS POR VENTA		47,018.67	47,018.67	47,018.67	47,018.67	47,018.67
VALOR RESIDUAL						15,807.42
RECUPERO DE CAPITAL						14,376.00
II. EGRESOS	-	(18,910.26)	(18,910.26)	(18,910.26)	(18,910.26)	(18,910.26)
II.1. INVERSIÓN FIJA AÑO 0	(21,196)					
II.1.1 INVERSIÓN FIJA TANGIBLE	15,925					
II.1.2 INVERSIÓN FIJA INTANGIBLE	500.00					
II.1.3 CAPITAL DE TRABAJO	4,771.00	(1,921.00)	(1,921.00)	(1,921.00)	(1,921.00)	(1,921.00)
II.2. COSTOS DE PRODUCCIÓN		(13,600.10)	(13,600.10)	(13,600.10)	(13,600.10)	(13,600.10)
II.3. GASTOS DE OPERACIÓN		-	-	-	-	-
II.4. IMPUESTO A LA RENTA		(3,389.16)	(3,389.16)	(3,389.16)	(3,389.16)	(3,389.16)
FLUJO DE CAJA ECONÓMICO	(21,196)	28,108.41	28,108.41	28,108.41	28,108.41	58,291.82

TEA	5.00%
VANE	S/. 124,148.18
TIRE	133.44%

INDICE BENEFICIO/COSTO	AÑOS					
	0	1	2	3	4	5
BENEFICIOS	0.00	47,018.67	47,018.67	47,018.67	47,018.67	77,202.09
COSTOS	-21196	(18,910.26)	(18,910.26)	(18,910.26)	(18,910.26)	(18,910.26)
FACTOR DE ACTUALIZACION	1.0000000	0.9523810	0.9070295	0.8638376	0.8227025	0.7835262
BENEFICIOS ACTUALIZADOS	0	44,780	42,647	40,616	38,682	60,490
COSTOS ACTUALIZADOS	-21,196	-18,010	-17,152	-16,335	-15,558	-14,817
FLUJO ECONOMICO ACTUALIZADO		26,769.91	25,495.15	24,281.10	23,124.85	45,673.17

INDICADOR BENEFICIO/COSTO **2.2045**

INDICE DE RENTABILIDAD **6.857**

T6 Harton 0 litros de EMA

FLUJO DE CAJA ECONÓMICO Y FINANCIERO						
CONCEPTO	0	1	2	3	4	5
I. INGRESOS	-	47,018.67	47,018.67	47,018.67	47,018.67	77,202.09
INGRESOS POR VENTA		47,018.67	47,018.67	47,018.67	47,018.67	47,018.67
VALOR RESIDUAL						15,807.42
RECUPERO DE CAPITAL						14,376.00
II. EGRESOS	-	(18,210.26)	(18,210.26)	(18,210.26)	(18,210.26)	(18,210.26)
II.1. INVERSIÓN FIJA AÑO 0	(21,196)					
II.1.1 INVERSIÓN FIJA TANGIBLE	15,925					
II.1.2 INVERSIÓN FIJA INTANGIBLE	500.00					
II.1.3 CAPITAL DE TRABAJO	4,771.00	(1,921.00)	(1,921.00)	(1,921.00)	(1,921.00)	(1,921.00)
II.2. COSTOS DE PRODUCCIÓN		(12,900.10)	(12,900.10)	(12,900.10)	(12,900.10)	(12,900.10)
II.3. GASTOS DE OPERACIÓN		-	-	-	-	-
II.4. IMPUESTO A LA RENTA		(3,389.16)	(3,389.16)	(3,389.16)	(3,389.16)	(3,389.16)
FLUJO DE CAJA ECONÓMICO	(21,196)	28,808.41	28,808.41	28,808.41	28,808.41	58,991.82

TEA	5.00%
VANE	S/. 127,178.81
TIRE	136.71%

INDICE BENEFICIO/COSTO	AÑOS					
	0	1	2	3	4	5
BENEFICIOS	0.00	47,018.67	47,018.67	47,018.67	47,018.67	77,202.09
COSTOS	-21196	(18,210.26)	(18,210.26)	(18,210.26)	(18,210.26)	(18,210.26)
FACTOR DE ACTUALIZACION	1.0000000	0.9523810	0.9070295	0.8638376	0.8227025	0.7835262
BENEFICIOS ACTUALIZADOS	0	44,780	42,647	40,616	38,682	60,490
COSTOS ACTUALIZADOS	-21,196	-17,343	-16,517	-15,731	-14,982	-14,268
FLUJO ECONOMICO ACTUALIZADO		27,436.58	26,130.07	24,885.78	23,700.75	46,221.63

INDICADOR BENEFICIO/COSTO 2.2713
INDICE DE RENTABILIDAD 7.000

Anexo 3. Costos de instalacion y producción de los tratamientos

T1= 4L EMA					
Tratamiento: T3					
Abonamiento	4Ltros EMA /20L De Agua				
Variedad de <i>Musa sp</i>	Cavendish Williams				
Densidad de plantas / ha	1.7 metros*3.4 metros	1900 plantas/ha			
Distanciamiento de siembra	0.90x0.50 m				
Descripción	Unid.	Cant.	Precio Unitario	Sub Total	Costo Total
			(S/.)	(S/.)	(S/.)
1. COSTOS DIRECTOS					
1.1 Preparación de terreno					1600.0
Desbroce de arbustos y maleza	Jor	5	60	300	
Eliminación del material vegetal	Jor	4	60	240	
Trazado y marcación de hoyo	Ha	5	80	400	
Apertura de hoyos 40x40x40cm	Millar	11	60	660	
1.2. Compra de hijuelos					2850.0
Compra de hijuelos	Und	1900	1.5	2850	
1.3. Labores agronómicas					4400.0
Plantación, tapado y apisonado	Jor	3	60	180	
Abonamiento de fondo	Jor	2	60	120	
Deshierbo de malezas	Jor	12	80	960	
Fertilización de plantas	Jor	9	80	720	
Control de plagas y enfermedades	Jor	5	100	500	
Deshije, deshoje y deschante	Jor	24	60	1440	
Desflore, desmane, debellote	Jor	3	60	180	
Cosecha de racimos	Jor	5	60	300	
1.4. Adquis. de insumos y abonos					4016
EM (microorganismos eficaces)	Lt	14	75	1050	
EM. Cerámica	Kg	14	25	350	
Guano de isla	Sacos	18	52	936	
Sulfato de potasio	Sacos	14	120	1680	
2. COSTOS INDIRECTOS	Und.	Cant.	Cost. Und	Factor V.U	Total
2.1 Equipos y herramientas					214.1
Motoguadaña	Unid.	1	1800	0.058	104.4
Machete	Unid.	5	10	0.15	7.5
limador	Unid	2	18	0.1	3.6
Mochila fumigadora	Unid.	1	1700	0.058	98.6
2.2. Servicios					70.00
Muestra de análisis de suelo	Global	1	70	1	70
2.3. Imprevistos					200.0
3.COSTO TOTAL					13350

T2= 2L EMA					
Tratamiento: T2					
Abonamiento	2Ltros EMA /20L De Agua				
Variedad de <i>Musa sp</i>	Cavendish Williams				
Densidad de plantas / ha	1.7 metros*3.4 metros	1900 plantas/ha			
Distanciamiento de siembra	0.90x0.50 m				
Descripción	Unid.	Cant.	Precio	Sub Total	Costo Total
			Unitario		
1. COSTOS DIRECTOS					
1.1 Preparación de terreno					1600.0
Desbroce de arbustos y maleza	Jor	5	60	300	
Eliminación del material vegetal	Jor	4	60	240	
Trazado y marcación de hoyo	Ha	5	80	400	
Apertura de hoyos 40x40x40cm	Millar	11	60	660	
1.2. Compra de hijuelos					2850.0
Compra de hijuelos	Und	1900	1.5	2850	
1.3. Labores agronómicas					4400.0
Plantación, tapado y apisonado	Jor	3	60	180	
Abonamiento de fondo	Jor	2	60	120	
Deshierbo de malezas	Jor	12	80	960	
Fertilización de plantas	Jor	9	80	720	
Control de plagas y enfermedades	Jor	5	100	500	
Deshije, deshoje y deschante	Jor	24	60	1440	
Desflore, desmane, debellote	Jor	3	60	180	
Cosecha de racimos	Jor	5	60	300	
1.4. Adquis. de insumos y abonos					3316
EM (microorganismos eficaces)	Lt	7	75	525	
EM. Cerámica	Kg	7	25	175	
Guano de isla	Sacos	18	52	936	
Sulfato de potasio	Sacos	14	120	1680	
2. COSTOS INDIRECTOS	Und.	Cant.	Cost. Und	Factor V.U	Total
2.1 Equipos y herramientas					214.1
Motoguaña	Unid.	1	1800	0.058	104.4
Machete	Unid.	5	10	0.15	7.5
limador	Unid	2	18	0.1	3.6
Mochila fumigadora	Unid.	1	1700	0.058	98.6
2.2. Servicios					70.00
Muestra de análisis de suelo	Global	1	70	1	70
2.3. Imprevistos					200.0
3.COSTO TOTAL					12650

T3= 0L EMA					
Tratamiento: T3					
Abonamiento	0Ltros EMA /20L De Agua				
Variedad de <i>Musa sp</i>	Cavendish Williams				
Densidad de plantas / ha	1.7 metros*3.4 metros	1900 plantas/ha			
Distanciamiento de siembra	0.90x0.50 m				
Descripción	Unid.	Cant.	Precio	Sub Total	Costo
			Unitario		Total
			(S/.)	(S/.)	(S/.)
1. COSTOS DIRECTOS					
1.1 Preparación de terreno					1600.0
Desbroce de arbustos y maleza	Jor	5	60	300	
Eliminación del material vegetal	Jor	4	60	240	
Trazado y marcación de hoyo	Ha	5	80	400	
Apertura de hoyos 40x40x40cm	Millar	11	60	660	
1.2. Compra de hijuelos					2850.0
Compra de hijuelos	Und	1900	1.5	2850	
1.3. Labores agronómicas					4400.0
Plantación, tapado y apisonado	Jor	3	60	180	
Abonamiento de fondo	Jor	2	60	120	
Deshierbo de malezas	Jor	12	80	960	
Fertilización de plantas	Jor	9	80	720	
Control de plagas y enfermedades	Jor	5	100	500	
Deshije, deshoje y deschante	Jor	24	60	1440	
Desflore, desmane, debellote	Jor	3	60	180	
Cosecha de racimos	Jor	5	60	300	
1.4. Adquis. de insumos y abonos					2616
Guano de isla	Sacos	18	52	936	
Sulfato de potasio	Sacos	14	120	1680	
2. COSTOS INDIRECTOS	Und.	Cant.	Cost. Und	Factor V.U	Total
2.1 Equipos y herramientas					214.1
Motoguaña	Unid.	1	1800	0.058	104.4
Machete	Unid.	5	10	0.15	7.5
limador	Unid	2	18	0.1	3.6
Mochila fumigadora	Unid.	1	1700	0.058	98.6
2.2. Servicios					70.00
Muestra de análisis de suelo	global	1	70	1	70
2.3. Imprevistos					200.0
3.COSTO TOTAL					11950

T4= 4L EMA					
Tratamiento: T4					
Abonamiento	4Ltros EMA /20L De Agua				
Variedad de <i>Musa sp</i>	Hartón				
Densidad de plantas / ha	1.7 metros*3.4 metros	1900 plantas/ha			
Distanciamiento de siembra	0.90x0.50 m				
Descripción	Unid.	Cant.	Precio	Sub Total	Costo
			Unitario		Total
			(S/.)	(S/.)	(S/.)
1. COSTOS DIRECTOS					
1.1 Preparación de terreno					1600.0
Desbroce de arbustos y maleza	Jor	5	60	300	
Eliminación del material vegetal	Jor	4	60	240	
Trazado y marcación de hoyo	Ha	5	80	400	
Apertura de hoyos 40x40x40cm	Millar	11	60	660	
1.2. Compra de hijuelos					3800.0
Compra de hijuelos	Und	1900	2	3800	
1.3. Labores agronómicas					4400.0
Plantación, tapado y apisonado	Jor	3	60	180	
Abonamiento de fondo	Jor	2	60	120	
Deshierbo de malezas	Jor	12	80	960	
Fertilización de plantas	Jor	9	80	720	
Control de plagas y enfermedades	Jor	5	100	500	
Deshije, deshoje y deschante	Jor	24	60	1440	
Desflore, desmane, debellote	Jor	3	60	180	
Cosecha de racimos	Jor	5	60	300	
1.4. Adquis. de insumos y abonos					4016
EM (microorganismos eficaces)	Lt	14	75	1050	
EM.Cerámica	Kg	14	25	350	
Guano de isla	Sacos	18	52	936	
Sulfato de potasio	Sacos	14	120	1680	
2. COSTOS INDIRECTOS	Und.	Cant.	Cost. Und	Factor V.U	Total
2.1 Equipos y herramientas					214.1
Motoguaña	Unid.	1	1800	0.058	104.4
Machete	Unid.	5	10	0.15	7.5
limador	Unid	2	18	0.1	3.6
Mochila fumigadora	Unid.	1	1700	0.058	98.6
2.2. Servicios					70.00
Muestra de análisis de suelo	Global	1	70	1	70
2.3. Imprevistos					200.00
3.COSTO TOTAL					14300

T5= 2L EMA					
Tratamiento: T5					
Abonamiento	2Ltros EMA /20L De Agua				
Variedad de <i>Musa sp</i>	Hartón				
Densidad de plantas / ha	1.7 metros*3.4 metros	1900 plantas/ha			
Distanciamiento de siembra	0.90x0.50 m				
Descripción	Unid.	Cant.	Precio	Sub Total	Costo
			Unitario		Total
			(S/.)	(S/.)	(S/.)
1. COSTOS DIRECTOS					
1.1 Preparación de terreno					1600.0
Desbroce de arbustos y maleza	Jor	5	60	300	
Eliminación del material vegetal	Jor	4	60	240	
Trazado y marcación de hoyo	Ha	5	80	400	
Apertura de hoyos 40x40x40cm	Millar	11	60	660	
1.2. Compra de hijuelos					3800.0
Compra de hijuelos	Und	1900	2	3800	
1.3. Labores agronómicas					4400.0
Plantación, tapado y apisonado	Jor	3	60	180	
Abonamiento de fondo	Jor	2	60	120	
Deshierbo de malezas	Jor	12	80	960	
Fertilización de plantas	Jor	9	80	720	
Control de plagas y enfermedades	Jor	5	100	500	
Deshije, deshoje y deschante	Jor	24	60	1440	
Desflore, desmane, debellote	Jor	3	60	180	
Cosecha de racimos	Jor	5	60	300	
1.4. Adquis. de insumos y abonos					3316
EM (microorganismos eficaces)	Lt	7	75	525	
EM. Cerámica	Kg	7	25	175	
Guano de isla	Sacos	18	52	936	
Sulfato de potasio	Sacos	14	120	1680	
2. COSTOS INDIRECTOS	Und.	Cant.	Cost. Und	Factor V.U	Total
2.1 Equipos y herramientas					214.1
Motoguaña	Unid.	1	1800	0.058	104.4
Machete	Unid.	5	10	0.15	7.5
limador	Unid	2	18	0.1	3.6
Mochila fumigadora	Unid.	1	1700	0.058	98.6
2.2. Servicios					70.0
Muestra de análisis de suelo	Global	1	70	1	70
2.3. Imprevistos					200.0
3.COSTO TOTAL					13600

T6= 0L EMA					
Tratamiento: T6					
Abonamiento	0Ltros EMA /20L De Agua				
Variedad de <i>Musa sp</i>	Hartón				
Densidad de plantas / ha	1.7 metros*3.4 metros	1900 plantas/ha			
Distanciamiento de siembra	0.90x0.50 m				
Descripción	Unid.	Cant.	Precio	Sub Total	Costo
			Unitario		Total
			(S/.)	(S/.)	(S/.)
1. COSTOS DIRECTOS					
1.1 Preparación de terreno					1600.0
Desbroce de arbustos y maleza	Jor	5	60	300	
Eliminación del material vegetal	Jor	4	60	240	
Trazado y marcación de hoyo	Ha	5	80	400	
Apertura de hoyos 40x40x40cm	Millar	11	60	660	
1.2. Compra de hijuelos					3800.0
Compra de hijuelos	Und	1900	2	3800	
1.3. Labores agronómicas					4400.0
Plantación, tapado y apisonado	Jor	3	60	180	
Abonamiento de fondo	Jor	2	60	120	
Deshierbo de malezas	Jor	12	80	960	
Fertilización de plantas	Jor	9	80	720	
Control de plagas y enfermedades	Jor	5	100	500	
Deshije, deshoje y deschante	Jor	24	60	1440	
Desflore, desmane, debellote	Jor	3	60	180	
Cosecha de racimos	Jor	5	60	300	
1.4. Adquis. de insumos y abonos					2616
Guano de isla	Sacos	18	52	936	
Sulfato de potasio	Sacos	14	120	1680	
2. COSTOS INDIRECTOS	Und.	Cant.	Cost. Und	Factor V.U	Total
2.1 Equipos y herramientas					214.1
Motoguaña	Unid.	1	1800	0.058	104.4
Machete	Unid.	5	10	0.15	7.5
limador	Unid	2	18	0.1	3.6
Mochila fumigadora	Unid.	1	1700	0.058	98.6
2.2. Servicios					70.0
Muestra de análisis de suelo	Global	1	70	1	70
2.3. Imprevistos					200.0
3.COSTO TOTAL					12900

Anexo 4. Ficha tecnica de EM

FICHA TÉCNICA
EM•1®
MICROORGANISMOS EFICACES™
(Inoculante Biológico)



Presentación:

Envase:

- ✓ Litro
- ✓ Galón
- ✓ bidón de 20 Litros

1. ORIGEN

El EM•1® es un producto natural que contiene microorganismos benéficos. Fue desarrollado en la década de los 80 por el Dr. Teruo Higa, de la Universidad de Ryukus, Okinawa, Japón. Actualmente se utiliza en más de 143 países a nivel mundial.

2. DESCRIPCIÓN

El EM•1® es una mezcla de diferentes microorganismos naturales. Estos microorganismos no son nocivos, ni patógenos, ni genéticamente modificados, ni químicamente sintetizados. Son microorganismos que promueven procesos de fermentación benéfica, aceleran la descomposición de la materia orgánica y promueven el equilibrio de la flora microbiana.

3. CONTENIDO MÍNIMO UFC/mL

- Bacterias Fotosintéticas: $\geq 4.0 \times 10^6$
- Bacterias ácido lácticas: $\geq 6.0 \times 10^5$
- Levaduras: $\geq 3.0 \times 10^4$
- Actinomicetos
- Enzimas y antioxidantes

4. COMPATIBILIDAD

- Es compatible con aceites minerales y fertilizantes.
- No es compatible con cloro, desinfectantes, sulfato de cobre, oxidantes y pesticidas (fungicidas, insecticidas y bactericidas).

5. DATOS FÍSICOS

- Apariencia: líquido color marrón-amarillo
- Olor: Fermento-agradable



FICHA TÉCNICA EM•1® MICROORGANISMOS EFICACES™

- pH: 3.5

6. ACTIVACIÓN

El EM•1® está en estado latente (inactivo), para conservar a largo plazo, por lo tanto antes de usarlo, hay que activarlo.

El activado consiste en 5% de EM•1® y 5% de melaza diluidos en 90% de agua limpia en un recipiente herméticamente cerrado. Se deja reposar la mezcla durante 3 a 6 días. Un olor agri dulce y un pH de 3.5 o menos indican que el proceso de activación está completo.



MELAZA
01 KILO



**MICROORGANISMOS
EFICACES**
EM.01
01 litro



BALDE
DISOLVER EN UN
BALDE CON 18
LITROS DE AGUA



EMA
Microorganismos Activados
22 litros
FERMENTAR POR 7 DÍAS
BALDE BIEN TAPADO Y EN OMBRA.
DOSIS:
• 1 litro / mochila
• 10 litros / cilindro 200 litros

7. DOSIS DE APLICACIÓN

- 1 litro de EM•1® Activado por bomba de mochila de 20 litros de capacidad.
- 10 Litro de EM. ® Activado por cilindro de 200 litros de capacidad.

8. FRECUENCIA

- Se recomienda hacer aplicaciones semanales o quincenales según las necesidades del cultivo.

Para mayor información, contactar con nuestro equipo técnico.

FICHA TÉCNICA
EM•COMPOST®
MICROORGANISMOS EFICACES™



Presentación:

Envase:

- ✓ Litro
- ✓ Galón
- ✓ bidón de 20 Litros

1. ORIGEN

El EM•COMPOST® es un **producto natural** que contiene microorganismos benéficos. Fue desarrollado en la década de los 80 por el Dr. Teruo Higa, de la Universidad de Ryukus, Okinawa, Japón. Actualmente se utiliza en más de 180 países a nivel mundial.

2. DESCRIPCIÓN

El EM•COMPOST® es una mezcla de diferentes microorganismos naturales. Estos microorganismos no son nocivos, ni patógenos, ni genéticamente modificados, ni químicamente sintetizados.

3. CONTENIDO MÍNIMO UFC/mL

- Bacterias Acidolácticas > 6.0×10^5
- Bacterias Fototróficas > 4.0×10^5
- Levaduras > 3.0×10^4
- Enzimas
- Agua purificada
- Melaza de caña de azúcar

4. DATOS FÍSICOS

- **Apariencia:** líquido color marrón-amarillo
- **Olor:** Fermento-agradable
- **pH:** 3.5

5. INOCUIDAD:

- Producto con certificación orgánica (Control unión Perú). 100 % natural y no manipulado genéticamente, amigable con el medioambiente e inocuo para personas, animales y plantas.
- Producto no corrosivo, seguro para todo tipo de instalaciones y materiales.
- Temperatura de operación: 5°C a 55°C
- pH de operación: 3 a 9.
- Solubilidad: todas las proporciones en agua dulce y salada

FICHA TÉCNICA
EM•COMPOST®
MICROORGANISMOS EFICACES™



6. COMPATIBILIDAD

- Es compatible con aceites minerales y fertilizantes.
- No es compatible con cloro, desinfectantes, sulfato de cobre, oxidantes y pesticidas (fungicidas, insecticidas y bactericidas).

7. USOS

Concentrado de microorganismos eficaces y enzimas para degradar materia orgánica y reducir malos olores. Promueven procesos de fermentación benéfica y equilibrio de la flora microbiana.

8. ACTIVACIÓN

El EM•COMPOST® está en latencia (inactivo), para conservar a largo plazo, por lo tanto antes de usarlo, hay que activarlo. El activado consiste en 5% de EM•COMPOST® y 5% de melaza diluidos en 90% de agua limpia en un recipiente herméticamente cerrado. Se deja reposar la mezcla durante siete días. Un olor agrídulce y un pH de 3.5 o menos indican que el proceso de activación está completo.

9. DOSIS DE APLICACIÓN

- Se recomienda usar 20 litros EM•COMPOST® Activado por cada 10 TM de materia orgánica a compostar.
- 20 litros EM•COMPOST® Activado por hectárea vía sistema de riego.

10. FRECUENCIA DE APLICACIÓN

- Se recomienda hacer entre 4-6 aplicaciones.

Para mayor información, contactar con nuestro equipo técnico.

www.bioem.com.pe
www.emrajapan.com

**UNSCH**FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. WILBER ÑAÑA HUARANCCA
R.D. N° 348-2025-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho a los treinta y un días del mes de octubre del año dos mil veinticinco, 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 la Ph.D. Nery Luz Santillana Villanueva, M.Sc. Carlos Orlando Huayhua Lobatón como asesor, M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo y el Mtro. Ennio Chauca Retamozo; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Dosis de microorganismos eficaces en la productividad y rentabilidad de dos cultivares de Musa sp. en Pichari, Cusco - 2023**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroforestal, presentado por el Bachiller **WILBER ÑAÑA HUARANCCA**.

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 invito 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	15	14	16	15
M.Sc. Carlos Orlando Huayhua Lobatón	14	14	14	14
M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo	15	15	15	15
Mtro. Ennio Chauca Retamozo	16	15	16	16
PROMEDIO GENERAL				15

Observaciones: Por acuerdo unánime de los miembros del jurado, el titulo del trabajo de investigación debe ser: **Dosis de microorganismos eficaces en la productividad y rentabilidad de dos variedades de Musa sp. en Pichari, Cusco - 2023**

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


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


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


.....
M.Sc. Carlos Orlando Huayhua Lobatón
Asesor


.....
Mtro. Ennio Chauca Retamozo
Jurado


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



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe, miembro de la comisión de docentes instructores responsables de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de **TESIS** de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, autorizado por RR N° 294-2022-UNSCH-R y la R.D N° 005-2024-UNSCH-FCA-CF; hace constar que el trabajo titulado;

Dosis de microorganismos eficaces en la productividad y rentabilidad de dos variedades de *Musa sp.* en Pichari, Cusco – 2023

Autor : Wilber ÑAÑA HUARANCCA
Asesor : Carlos Orlando HUAYHUA LOBATÓN

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de tesis, aprobando mediante de RCU 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de veinte **(20%)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajo estándar**.

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

Nota: Se adjunta el resultado con identificador de la entrega: 2818928184

Ayacucho, 17 de noviembre de 2025

Angela J. Requis Quintanilla

M.Sc. en Fitopatología

E.P. Agronomía

Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

Dosis de microorganismos eficaces en la productividad y rentabilidad de dos variedades de Musa sp. en Pichari, Cusco - 2023

por Wilber ÑAÑA HUARANCCA

Fecha de entrega: 17-nov-2025 08:42p. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2818928184

Nombre del archivo: TESIS_WILBER_ÑAÑA_HUARANCCA_EPIAF.pdf (6.79M)

Total de palabras: 22150

Total de caracteres: 112912

Dosis de microorganismos eficaces en la productividad y rentabilidad de dos variedades de Musa sp. en Pichari, Cusco - 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	13%
2	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	dspace.utb.edu.ec Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	<1%

9

cia.uagraria.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

10

idoc.pub

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo

Dosis de microorganismos eficaces en la productividad y rentabilidad de dos variedades de *Musa* sp. en Pichari, Cusco - 2023

Wilber Ñaña Huaranca¹

wilber.nana.28@unsch.edu.pe

Carlos Orlando Huayhua Lobatón²

carlos.huayhua@unsch.edu.pe

Áreas de investigación: Medio Ambiente

Línea de investigación: Sistemas de Producción Agrícola

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, se desarrolló con el objetivo de evaluar la influencia de dosis de microorganismos eficaces en la productividad y rentabilidad de dos variedades de *Musa* sp. en Pichari – Cusco. Para el estudio se utilizó el Diseño Bloque Completo Randomizado (DBCR) con arreglo factorial de 3 dosis de microorganismos eficaces activados y 2 variedades de *Musa* sp. (3 D x 2 C), 06 tratamientos con 3 repeticiones, constituyendo 18 unidades experimentales. Los factores en estudio fueron dosis de Microorganismos eficaces activado – EMA (D), d₁ (4 litros de EMA/ 20 litro agua), d₂ (2 litros de EMA/ 20 litro agua) y d₃ (0 litros de EMA/ 20 litro agua), en variedades de *Musa* sp.(C), c₁ (Cavendish Williams) y el c₂ (Hartón y/o ordinario). Los resultados muestran que las variedades de *Musa* sp variedad Hartón tuvo un rendimiento de 36,986 kg ha⁻¹ y la variedad Cavendish Williams 26,093 kg ha⁻¹ sin tratamiento y con tratamiento de 4lts de EMA se obtuvo rendimientos de 42,750 kg ha⁻¹ variedad Hartón y 29,386 kg ha⁻¹ variedad Cavendish Williams. Se concluye que el rendimiento agrícola se incrementó notablemente con la aplicación de EMA, contribuyendo a un sistema de producción más sostenible y rentable. El tratamiento con 4 litros de EMA elevó el rendimiento en las dos variedades frente a rendimientos menores de los testigos. Estos aumentos sustentan el uso de EMA como alternativa ecológica al manejo convencional.

Palabra Clave: *Musa* sp, microorganismos eficaces, productividad y rentabilidad.

Doses of microorganisms effective in the productivity and profitability of two varieties of *Musa* sp. in Pichari, Cusco - 2023

Wilber Ñaña Huaranca¹

wilber.nana.28@unsch.edu.pe

Carlos Orlando Huayhua Lobatón²

carlos.huayhua@unsch.edu.pe

Research areas: Environment

Research line: Agricultural Production Systems

ABSTRACT

The present research work was developed with the objective of evaluating the influence of doses of effective microorganisms on the productivity and profitability of two varieties of *Musa* sp. in Pichari – Cusco. For the study, the Randomized Complete Block Design (DBCR) was used with a factorial arrangement of 3 doses of effective activated microorganisms and 2 varieties of *Musa* sp. (3 D x 2 C), 06 treatments with 3 repetitions, constituting 18 experimental units. The factors under study were doses of activated effective microorganisms – EMA (D), d1 (4 liters of EMA/ 20 liter water), d2 (2 liters of EMA/ 20 liter water) and d3 (0 liters of EMA/ 20 liter water), in varieties of *Musa* sp. (C), c1 (Cavendish Williams) and c2 (Hartón and/or ordinary). The results show that the varieties of *Musa* sp variety Hartón had a yield of 36,986 kg ha⁻¹ and the Cavendish Williams variety 26,093 kg ha⁻¹ without treatment and with treatment of 4 liters of EMA yields of 42,750 kg ha⁻¹ variety Hartón and 29,386 kg ha⁻¹ variety Cavendish Williams were obtained. It is concluded that agricultural yield increased significantly with the application of EMA, contributing to a more sustainable and profitable production system. Treatment with 4 liters of EMA increased the yield in the two varieties compared to lower yields in the controls. These increases support the use of EMA as an ecological alternative to conventional management.

Keyword: *Musa* sp, effective microorganisms, productivity and profitability.

I. INTRODUCCIÓN

La producción de bananos y plátanos es importante en el distrito de Pichari y en el VRAEM desde el punto de vista económica y social; pero la productividad y rentabilidad de las plantaciones de *Musa* sp es relativamente baja, debido a múltiples factores como el deficiente manejo agronómico, variedades poco productivas, baja densidad de plantas, abonamiento inadecuado, presencia de enfermedades, deficiente cosecha y post cosecha, etc., tanto con orgánico y convencional y como consecuencia de ello no se abastecen los mercados local, regional y nacional, adecuadamente. El alto costo de los fertilizantes sintéticos en la actualidad no justifica el costo de inversión del cultivo, por lo tanto, se deben buscar otras alternativas como el uso de abonos orgánicos y microorganismos eficaces que son asequibles, de fácil manejo y bajo costo y nos ayudan a producir frutas inocuas.

Las variedades de *Musa* sp con buena demanda son Cavendish Williams y Hartón, que en estos últimos tiempos son bien cotizados en el mercado nacional y pueden constituirse en alternativa viables para los agricultores de Pichari y el VRAEM, sin embargo, las plantaciones banano y plátano tienen **baja productividad y rentabilidad** porque los productores no planifican adecuadamente las labores agronómicas durante la campaña agrícola, hay un inadecuado uso de abonos orgánicos, desconocimiento de la aplicación de microorganismos eficaces, desconocimiento de manejo con densidades diferentes, además, no existe registro de costos de producción de labores agronómicas, registro de ventas acompañado de la variación de precios en los mercados locales, regional y nacional.

Los hallazgos de este estudio serán valiosos tanto para organizaciones públicas como privadas, grupos y agricultores que cultivan banano en varias partes de las regiones de Pichari y VRAEM.

Objetivo general

Evaluar la influencia de dosis de microorganismos eficaces en la productividad y rentabilidad de dos variedades de *Musa* sp. en Pichari, Cusco.

Objetivos específicos

1. Determinar el efecto de dosis de aplicación de microorganismos eficaces en la productividad de dos variedades de *Musa* sp. en Pichari, Cusco.
2. Determinar la respuesta de las variedades de *Musa* sp. a la aplicación de microorganismos eficaces en Pichari – Cusco.
3. Determinar el efecto de dosis de aplicación de microorganismos eficaces en la rentabilidad de dos variedades de *Musa* sp. en Pichari, Cusco.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Descripción de la zona en estudio

El estudio se llevó a cabo en el Centro Experimental de Pichari, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias y a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, ubicado en el distrito de Pichari, provincia de La Convención, en el departamento de Cusco, con una altitud 563 msnm, latitud de 12° 31' 64.20" S, y longitud de 73° 50' 30.40" O.

2.2. Condiciones climáticas

Los registros de temperatura y precipitación de los años 2022 y 2023 están disponibles en el observatorio climatológico de la Estación Meteorológica de Pichari-DRAC. El sitio de prueba está ubicado en la ceja de selva en el distrito de Pichari y la provincia de La Convención, en un clima subtropical moldeado por la Cordillera de los Andes y la llanura amazónica. La zona es conocida por su potencial de biodiversidad forestal y cultivos perennes agroindustriales, que contribuyen a su clima único. A lo largo del transcurso del experimento, las temperaturas oscilaron entre 19,16 °C en el punto más bajo y 35,06 °C en el más alto. Se observó alta humedad relativa (90 a 95%) y 1316,1 mm de precipitación pluvial a lo largo de la actividad experimental.

2.3. Materiales, equipos e insumos

- Plantas de banano Cavendish Williams
- Plantas de plátano Hartón
- Cámara digital
- Computadora
- Calibrado de bananos y plátanos
- Balanza digital
- Motoguadaña
- Abonos (guano de isla, roca fosfórica y sulfato de potasio)
- Abonos foliares (calcio/boro, wuxal doble)
- Microorganismos eficaces (EMA)
- *Bauveria basiana*
- Machete
- Pala
- Mochila de 20 litros para pulverizar
- Lampa
- Podadora de altura
- Baldes de 20 litros
- Wincha de 50 metros

2.4. Factores en estudio

Dosis de Microorganismos eficaces activado – EMA (D)

d1: 4 litros de EMA/ 20 litro agua

d2: 2 litros de EMA/ 20 litro agua

d3: 0 litros de EMA/ 20 litro agua

Variedades de *Musa sp.* (C)

c1: Cavendish Williams

c2: Hartón

2.5. Descripción de los tratamientos en estudio

Trat.	Código	Dosis de microorganismos eficaces	Variedades de <i>Musa sp.</i>
T1	d1c1	d1: 4 litros de EMA/ 20 litro agua	C1: Cavendish Williams
T2	d2c1	d2: 2 litros de EMA/ 20 litro agua	C1: Cavendish Williams
T3	d3c1	d3: 0 litros de EMA/ 20 litro agua	C1: Cavendish Williams
T4	d1c1	d1: 4 litros de EMA/ 20 litro agua	C2: Hartón
T5	d2c1	d2: 2 litros de EMA/ 20 litro agua	C2: Hartón
T6	d3c1	d3: 0 litros de EMA/ 20 litro agua	C2: Hartón

Nota: No existe un ensayo en la zona con dosis de aplicación de microorganismos eficaces en cultivo de *Musa sp.* en la parcela experimental de Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal.

2.6. Parámetros de evaluación

2.6.1. Productividad de las plantas

- Días a la floración (días)
- Número de hojas a la cosecha (Und)
- Peso comercial de racimo (kg)
- Longitud de dedos (Pul)
- Diámetro de dedos (cm)
- Rendimiento por hectárea (kg/ha)

2.6.2. Rentabilidad económica

- Costos de producción (S/x ha)
- Ingresos por ventas (S/ x ha)
- Valor bruto de producción (S/.x ha)
- Utilidad neta (S/ x ha)
- Rentabilidad económica (S./)

2.7. Diseño experimental y análisis estadístico

En el trabajo experimental se utilizó el Diseño Bloque Completo Randomizado (DBCR) con arreglo factorial de 3 dosis de microorganismos eficaces activados y 2 variedades de *Musa sp.* (3 D x 2 C), 6 tratamientos con 3 repeticiones, constituyendo 18 unidades experimentales. Cada unidad experimental estará constituida por 8 plantas. Teniendo total 144 plantas de banano en total.

2.8. Procesamiento de la información

Los datos obtenidos de todas las evaluaciones se registraron en una hoja de cálculo, tras lo cual se procedió a organizar los promedios para realizar los análisis estadísticos correspondientes. Se efectuó un análisis de varianza (ANVA) utilizando un Diseño de

Bloques Completos al Azar (DBCA). La significancia de las fuentes de variación se determinó mediante la prueba de Fischer con niveles de probabilidad de $p = 0.01$ y $p = 0.05$. Para identificar diferencias estadísticas entre los promedios de los efectos principales y simples, se aplicó la prueba de Tukey ($p = 0.01$). Todos los análisis estadísticos se procesaron con el software SAS, versión 9.0.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Días de floración

Tabla 3.1

Análisis de variancia para la variable días a la floración con dosis de microorganismos eficaces en la productividad y rentabilidad de variedades de Musa sp.

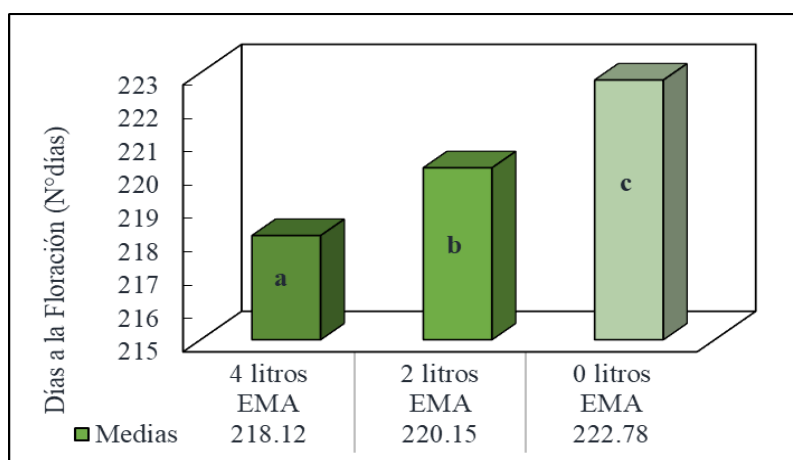
F.V.	GL	SC	CM	Fc	p-valor	
Modelo		7	6925.23	989.32	1645.21	<0.0001 **
Bloque		2	2.68	1.34	2.23	0.1584 ns
Cultivar (C)		1	6856.21	6856.21	11401.67	<0.0001 **
Dosis (D)		2	65.69	32.85	54.62	<0.0001 **
Cultivar x Dosis (CxD)		2	0.65	0.33	0.54	0.5971 ns
Cultivar en d1		1	44.89	44.89	74.65	<0.0001 **
Cultivar en d2		1	0.36	0.36	0.6	0.457 ns
Cultivar en d3		1	53.29	53.29	88.62	<0.0001 **
Dosis en c1		1	6856.21	6856.21	11401.67	<0.0001 **
Dosis en c2		1	6856.21	6856.21	11401.67	<0.0001 **
Error		10	6.01	0.6		
Total		17	6931.25			

CV (%) = 0.35

La tabla 3.1 muestra los resultados de la prueba de ANOVA para los días a la floración variable. Para los elementos de Cultivares (C) y la Dosis (D), el p-valor 0.0001, lo que es menor que el umbral de significancia $\alpha = 0.05$. Entonces, no hay suficiente evidencia para apoyar la afirmación de que los días a la floración promedios son diferentes. Puesto que los resultados de la prueba de ANOVA no indican que cualquiera de los medios fueron significativamente diferentes una de otra, vamos a emplear el Post Hoc (Tukey) de la prueba para identificar los medios que varían.

Figura 3.2

Prueba de Tukey al 95% de confianza para el factor Dosis (D) debido a la significancia (p -valor < 0.05) resultante en el ANOVA.



En la figura 3.2. se observa la prueba de Tukey gráfica al 95% de confianza, para el factor Dosis (D) donde la media de 218.12 días, corresponde a la dosis de 4 litros EMA la cual es superior estadísticamente a las otras dosis. Esto nos indica que si queremos obtener una floración más temprana debemos usar una dosis de 4 litros de EMA.

Diversos estudios han demostrado que la aplicación de EM puede acelerar procesos fisiológicos en las plantas, promoviendo un desarrollo más vigoroso y una floración temprana. Por ejemplo, García et al. (2018) evaluaron el uso de EM en cultivos de banano en el norte de Perú y reportaron una reducción promedio de 15 a 20 días en el tiempo de floración, en comparación con el testigo, lo cual concuerda con la tendencia observada en la variedad Cavendish Williams del presente estudio. Esto sugiere que los EM podrían estar mejor adaptados a esta variedad o que esta responde fisiológicamente de manera más eficiente a la estimulación microbiana.

Asimismo, Torres y Ramírez (2016) reportaron en Colombia que la aplicación de 3 litros ha^{-1} de EM en la variedad Hartón no tuvo un efecto significativo sobre la floración, la cual se mantuvo alrededor de los 230 días, en concordancia con los resultados obtenidos en esta investigación. Esto indicaría que Hartón presenta una menor sensibilidad a este tipo de bioestimulantes, posiblemente debido a su ciclo fenológico más largo o a una menor capacidad de absorción y utilización de los compuestos bioactivos generados por los EM.

Por otro lado, Mendoza et al. (2020) observaron que el uso de EM en dosis de 2 a 4 litros en *Musa* spp. mejoró parámetros de crecimiento y sanidad, aunque los efectos sobre la floración fueron más notables en ambientes con buena disponibilidad hídrica y materia orgánica, condiciones que deben considerarse al interpretar los resultados obtenidos en Pichari.

3.4.1. Número de hojas

Tabla 3.2

Análisis de variancia para la variable número de hojas con dosis de microorganismos eficaces en la productividad y rentabilidad en variedades de Musa sp.

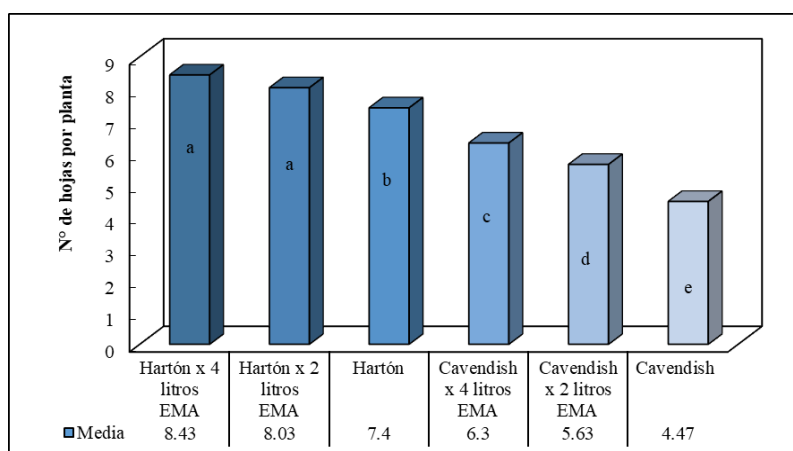
F.V.	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Modelo		7	34.71	4.96	158.8 <0.0001 **
Bloque		2	0.03	0.02	0.55 0.5926 ns
Cultivar (C)		1	27.88	27.88	892.81 <0.0001 **
Dosis (D)		2	6.3	3.15	100.85 <0.0001 **
Cultivar x Dosis (CxD)		2	0.5	0.25	7.97 0.0085 ns
Cultivar en d1		1	3.87	3.87	123.88 <0.0001 **
Cultivar en d2		1	0.13	0.13	4.31 0.0647 ns
Cultivar en d3		1	5.44	5.44	174.38 <0.0001 **
Dosis en c1		1	27.88	27.88	892.81 <0.0001 **
Dosis en c2		1	27.88	27.88	892.81 <0.0001 **
Error		10	0.31	0.03	
Total		17	35.02		

CV (%) = 2.63

En la Tabla 3.2, se puede observar que el ítem Cultivar x Dosis (CxD) tiene un valor P de 0.0085, que es menor que el umbral de significancia $\alpha = 0.05$, resultante de un ANOVA realizado sobre el número variable de hojas. Luego, hay pruebas suficientes para respaldar la afirmación de que las sumas de los recuentos de hojas son diferentes. Puesto que los resultados de la prueba de ANOVA no indican que cualquiera de los medios fueron significativamente diferentes una de otra, vamos a emplear el Post Hoc (Tukey) de la prueba para identificar los medios que varían.

Figura 3.3

Prueba de Tukey al 95% de confianza para el factor Cultivar x Dosis (CxD) debido a la significancia (p-valor<0.05) resultante en el ANOVA.



En la figura 3.3. se observa la prueba de Tukey gráfica al 95% de confianza, para el factor Cultivar x Dosis (CxD) donde las medias 8.43 y 8.03 correspondientes al cultivar Hartón

con un tratamiento de 04 litros de EMA y 02 litros de EMA respectivamente son superiores estadísticamente a los demás tratamientos. Lo cual nos indica que si queremos obtener mayor número de hojas por planta debemos sembrar la variedad Hartón y aplicarle 4 o 2 litros de EMA.

Estudios previos han reportado resultados similares. Por ejemplo, Díaz y Durán. (2019) encontraron que la aplicación de microorganismos eficaces en banano variedad *Dominico-Hartón* incrementó significativamente el número de hojas funcionales en comparación con el control, atribuyendo este efecto a la mejora en la disponibilidad de nutrientes y a la estimulación de la actividad enzimática de la planta. Este mecanismo se explica por la capacidad de los EM para solubilizar fósforo, fijar nitrógeno y producir fitohormonas como auxinas y giberelinas (Higa & Parr, 1994; Shintani et al., 2020).

3.4.2. Peso de racimos

Tabla ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..1

Análisis de variancia para la variable peso de racimo con dosis de microorganismos eficaces en la productividad y rentabilidad en variedades de Musa sp.

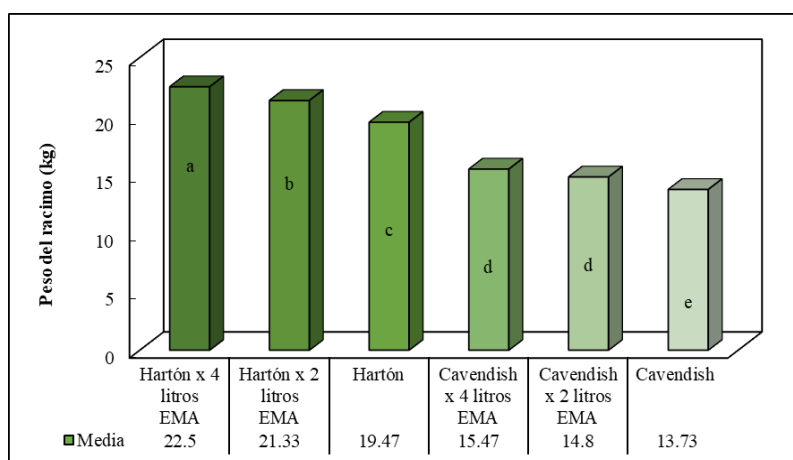
F.V.	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Modelo.		7	204.93	29.28	343.08 <0.0001 **
Bloque		2	0.05	0.03	0.31 0.7385 ns
Cultivar (C)		1	186.25	186.25	2182.56 <0.0001 **
Dosis (D)		2	17.34	8.67	101.62 <0.0001 **
Cultivar x Dosis (CxD)		2	1.29	0.64	7.56 0.01 n,s
Cultivar en d1		1	10.89	10.89	127.62 <0.0001 **
Cultivar en d2		1	0.3	0.3	3.54 0.0891 ns
Cultivar en d3		1	14.82	14.82	173.7 <0.0001 **
Dosis en c1		1	186.25	186.25	2182.56 <0.0001 **
Dosis en c2		1	186.25	186.25	2182.56 <0.0001 **
Error		10	0.85	0.09	
Total		17	205.79		

CV (%) = 1.63

La Tabla 3.3 de los resultados del ANOVA para la variable de peso de conglomerados muestra que, para el ítem Cultivar x Dosis (CxD), el valor p es menor que el umbral de significancia $\alpha=0,05$, con un valor de 0,01. Entonces, hay evidencia suficiente para respaldar la afirmación de que los pesos de los conglomerados son desiguales. Puesto que los resultados de la prueba de ANOVA no indican que cualquiera de los medios fueron significativamente diferentes una de otra, vamos a emplear el Post Hoc (Tukey) de la prueba para identificar los medios que varían.

Figura 3.4

Prueba de Tukey al 95% de confianza para el factor Cultivar x Dosis (CxD) debido a la significancia (p -valor < 0.05) resultante en el ANOVA.



En la figura 3.4 se observa la prueba de Tukey gráfica al 95% de confianza, para el factor Cultivar x Dosis (CxD) donde la media 22,5 kg de peso de racimo corresponde al cultivar Hartón con un tratamiento de 04 litros de EMA y es superior estadísticamente a los demás tratamientos. Lo cual nos indica que si queremos obtener mayor peso de racimo debemos sembrar la variedad Hartón y aplicarle 4 litros de EMA.

Estudios previos respaldan esta tendencia. Pérez et al. (2018), en una evaluación de EM en banano variedad Williams, reportaron un incremento significativo del peso del racimo con aplicaciones superiores a 3 litros por planta, atribuyéndolo a una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, debido a la actividad microbiana en la rizosfera. Este efecto también se asocia a una mejor estructura del suelo, mayor retención de humedad y producción de fitohormonas, que estimulan el desarrollo del fruto (Higa & Parr, 1994; Shintani et al., 2020).

Asimismo, Zambrano et al. (2019) observaron en cultivos de plátano Hartón un incremento de hasta 15 % en el peso del racimo con la aplicación de EM, en comparación con el tratamiento convencional. El estudio concluyó que el uso de microorganismos eficaces mejora el estado fisiológico de la planta, promoviendo la translocación de fotoasimilados hacia los frutos.

3.4.3. Longitud de dedos

Tabla 3.4

Análisis de variancia para la variable longitud de dedos con dosis de microorganismos eficaces en la productividad y rentabilidad en variedades de Musa sp.

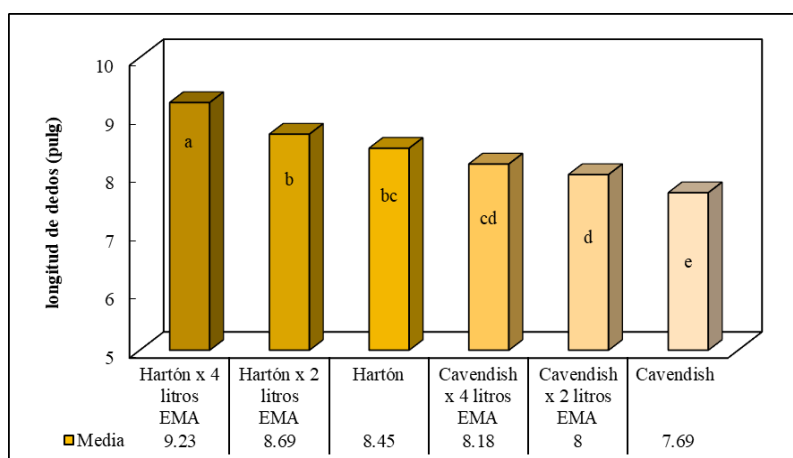
F.V.	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Modelo		7	4.49	0.64	58.72 <0.0001 **
Bloque		2	0.02	0.01	0.99 0.4043 ns
Cultivar (C)		1	3.13	3.13	286.67 <0.0001 **
Dosis (D)		2	1.23	0.61	56.25 <0.0001 **
Cultivar x Dosis (CxD)		2	0.11	0.05	4.93 0.0323 ns
Cultivar en d1		1	1	1	91.49 <0.0001 **
Cultivar en d2		1	0.01	0.01	0.66 0.4351 ns
Cultivar en d3		1	0.84	0.84	76.6 <0.0001 **
Dosis en c1		1	3.13	3.13	286.67 <0.0001 **
Dosis en c2		1	3.13	3.13	286.67 <0.0001 **
Error		10	0.11	0.01	
Total		17	4.6		

CV (%) = 1.25

De acuerdo con los resultados del ANOVA sobre la variable longitud del dedo en la Tabla 3.4, el ítem Cultivar x Dosis (CxD) tiene un valor P de 0.0323, que es menor que el umbral de significancia $\alpha=0.05$. En consecuencia, la afirmación de que las longitudes de los dedos son desiguales está respaldada por datos suficientes. Puesto que los resultados de la prueba de ANOVA no indican que cualquiera de los medios fueron significativamente diferentes una de otra, vamos a emplear el Post Hoc (Tukey) de la prueba para identificar los medios que varían.

Figura 3.5

Prueba de Tukey al 95% de confianza para el factor Cultivar x Dosis (CxD) debido a la significancia (p-valor<0.05) resultante en el ANOVA.



En la figura 3.5. se observa la prueba de Tukey gráfica al 95% de confianza, para el factor Cultivar x Dosis (CxD) donde la media 9.23 pulgadas de longitud de dedos corresponde al

cultivar Hartón con un tratamiento de 04 litros de EMA y es superior estadísticamente a los demás tratamientos. Lo cual nos indica que si queremos obtener mayor longitud de dedos debemos sembrar la variedad Hartón y aplicarle 4 litros de EMA.

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Gómez et al. (2017), quienes evaluaron el uso de microorganismos eficaces en plátano *Hartón* en Colombia y observaron un incremento significativo en la longitud de los dedos, atribuido a una mejora en la absorción de nutrientes y a la actividad hormonal promovida por los EM. El efecto de los EM se relaciona con su capacidad para liberar fitohormonas como auxinas, citoquininas y giberelinas, que promueven el alargamiento celular y, por ende, un mayor crecimiento del fruto (Shintani et al., 2020; Higa & Parr, 1994).

Asimismo, Morales et al. (2020) evaluaron el efecto de consorcios microbianos sobre el crecimiento de frutos en banano variedad *Cavendish* en Ecuador, reportando incrementos de entre 5 % y 10 % en la longitud de los dedos con tratamientos basados en microorganismos eficientes. Esto se debe, en parte, a la mejora de la actividad radicular y la mayor disponibilidad de potasio y calcio, elementos clave en el desarrollo del fruto.

Es importante destacar que la respuesta más alta se dio en la variedad *Hartón*, lo cual puede explicarse por su genética (grupo AAB), que le confiere un mayor potencial de crecimiento del fruto frente a factores nutricionales o de manejo. En contraste, *Cavendish Williams* (grupo AAA), si bien mostró mejora frente al testigo, evidenció una menor respuesta proporcional, posiblemente por su menor sensibilidad fisiológica a los bioestimulantes.

3.4.4. Diámetro de dedos

Tabla 3.5

Análisis de variancia para la variable diámetro de dedos con dosis de microorganismos eficaces en la productividad y rentabilidad en variedades de Musa sp.

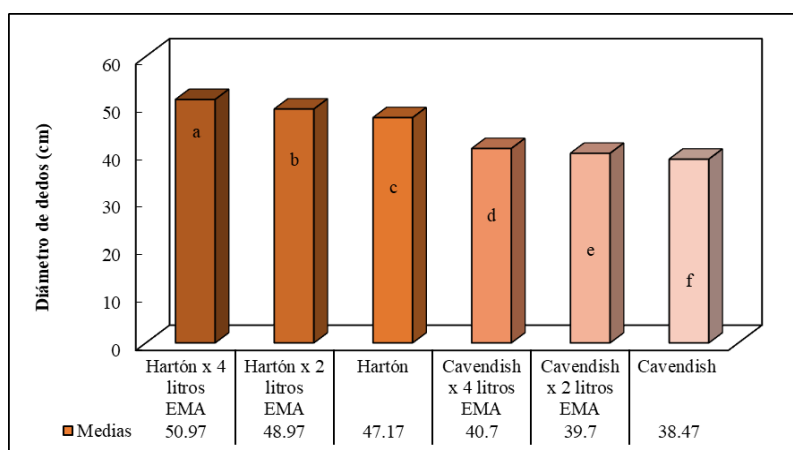
F.V.	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Modelo		7	428	61.14	680.2 <0.0001 **
Bloque		2	0.25	0.12	1.38 0.296 ns
Cultivar (C)		1	398.56	398.56	4433.92 <0.0001 **
Dosis (D)		2	27.3	13.65	151.86 <0.0001 **
Cultivar x Dosis (CxD)		2	1.89	0.94	10.5 0.0035 ns
Cultivar en d1		1	20.4	20.4	226.95 <0.0001 **
Cultivar en d2		1	2.80E-04	2.80E-04	3.10E-03 0.9568 ns
Cultivar en d3		1	20.55	20.55	228.63 <0.0001 **
Dosis en c1		1	398.56	398.56	4433.92 <0.0001 **
Dosis en c2		1	398.56	398.56	4433.92 <0.0001 **
Error		10	0.9	0.09	
Total		17	428.9		

CV (%) = 0.68

La Tabla 3.5 muestra que bajo el ítem Cultivar x Dosis (CxD), el ANOVA para el diámetro variable del dedo arrojó un valor P de 0.0035, que es menor que el umbral de significancia $\alpha=0.05$. Entonces, tenemos evidencia suficiente para concluir que los diámetros de los dedos no son comparables. Puesto que los resultados de la prueba de ANOVA no indican que cualquiera de los medios fueron significativamente diferentes una de otra, vamos a emplear el Post Hoc (Tukey) de la prueba para identificar los medios que varían.

Figura 3.6

Prueba de Tukey al 95% de confianza para el factor Cultivar x Dosis (CxD) debido a la significancia (p -valor < 0.05) resultante en el ANOVA.



En la figura 3.6. se observa la prueba de Tukey gráfica al 95% de confianza, para el factor Cultivar x Dosis (CxD) donde la media 50.97 centímetros de diámetro de dedos corresponde al cultivar Hartón con un tratamiento de 04 litros de EMA y es superior estadísticamente a los demás tratamientos. Lo cual nos indica que si queremos obtener mayor diámetro de dedos debemos sembrar la variedad Hartón y aplicarle 4 lts de EMA.

Estos resultados coinciden con los hallazgos de Chávez et al. (2019), quienes reportaron que el uso de microorganismos eficaces aumentó significativamente el calibre del fruto de *Musa AAA* en plantaciones de banano orgánico. El aumento en el diámetro se atribuye a una mejor disponibilidad y absorción de nutrientes, así como al incremento en la actividad enzimática de la rizosfera, producto de la interacción simbiótica entre microorganismos y raíces (Higa & Parr, 1994; Shintani et al., 2020).

Asimismo, Pérez et al. (2018) documentaron que el uso de EMA en dosis similares mejoró el desarrollo de frutos en *Cavendish Williams*, indicando que los EM promueven un mejor transporte de fotoasimilados hacia los órganos de reserva, como los frutos, aumentando su grosor y peso. Este efecto puede deberse también a la producción de sustancias promotoras del crecimiento vegetal como citoquininas y giberelinas, que contribuyen al engrosamiento celular (Morales et al., 2020).

3.4.5. Rendimiento de racimos

Tabla 3.6

Análisis de variancia para la variable rendimiento con dosis de microorganismos eficaces en la productividad y rentabilidad en variedades de Musa sp.

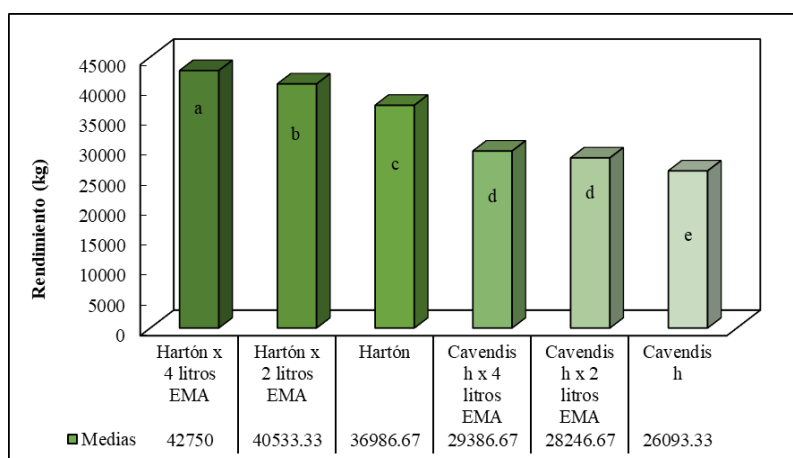
F.V.	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Modelo		7	735503406	105071915	342.87 <0.0001 **
Bloque		2	304844.44	152422.22	0.5 0.6224 ns
Cultivar (C)		1	667707606	667707606	2178.85 <0.0001 **
Dosis (D)		2	62890211.1	31445105.6	102.61 <0.0001 **
Cultivar x Dosis (CxD)		2	4600744.44	2300372.22	7.51 0.0102 ns
Cultivar en d1		1	38522711.1	38522711.1	125.71 <0.0001 **
Cultivar en d2		1	1372802.78	1372802.78	4.48 0.0604 ns
Cultivar en d3		1	54439802.8	54439802.8	177.65 <0.0001 **
Dosis en c1		1	667707606	667707606	2178.85 <0.0001 **
Dosis en c2		1	667707606	667707606	2178.85 <0.0001 **
Error		10	3064488.89	306448.89	
Total		17	738567894		

CV (%) = 1.63

De acuerdo con los resultados del ANOVA sobre la variable rendimiento en la Tabla 3.6, el ítem Cultivar x Dosis (CxD) tiene un valor de P de 0.0102, que es menor que el umbral de significancia $\alpha=0.05$. Una vez establecido, hay pruebas suficientes para respaldar la afirmación de que su desempeño es desigual. Puesto que los resultados de la prueba de ANOVA no indican que cualquiera de los medios fueron significativamente diferentes una de otra, vamos a emplear el Post Hoc (Tukey) de la prueba para identificar los medios que varían.

Figura 3.7

Prueba de Tukey al 95% de confianza para el factor Cultivar x Dosis (CxD) debido a la significancia (p-valor<0.05) resultante en el ANOVA.



En la figura 3.7. se observa la prueba de Tukey gráfica al 95% de confianza, para el factor Cultivar x Dosis (CxD) donde la media de 42750 kg ha⁻¹ corresponde al cultivar Hartón con

un tratamiento de 04 litros de EMA y es superior estadísticamente a los demás tratamientos. Lo cual nos indica que si queremos obtener un mayor rendimiento debemos sembrar la variedad Hartón y aplicarle 4 litros de EMA.

Se observa también que la variedad Hartón es superior en rendimiento a la variedad Cavendish para las condiciones del presente estudio.

Del mismo modo, López y Córdova (2019), en un ensayo con banano *Cavendish* en Ecuador, demostraron que los EM mejoran la productividad hasta en un 12 %, atribuyendo dicho efecto a la producción de fitohormonas y a la reducción del estrés abiótico por mejora del microbiota del suelo. Estos beneficios permiten que la planta disponga de más recursos energéticos para la formación y llenado del racimo, lo que se refleja directamente en un mayor rendimiento.

El mayor efecto observado en la variedad *Hartón* podría explicarse por su naturaleza rústica y su mejor adaptación a sistemas de fertilización orgánica o bioestimulada, lo cual también fue señalado por Martínez y López (2017), quienes destacaron que *Hartón* muestra una mayor respuesta fisiológica ante tratamientos con productos biológicos respecto a variedades del subgrupo AAA.

Además, el uso de EMA puede generar beneficios adicionales a largo plazo, como la mejora en la salud del suelo, la sostenibilidad del sistema agrícola y la reducción del uso de fertilizantes químicos, aspectos que ya han sido valorados en estudios como el de Higa y Parr (1994), pioneros en la aplicación de microorganismos eficaces en sistemas tropicales.

3.4.6. Rentabilidad económica

Tabla ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..2

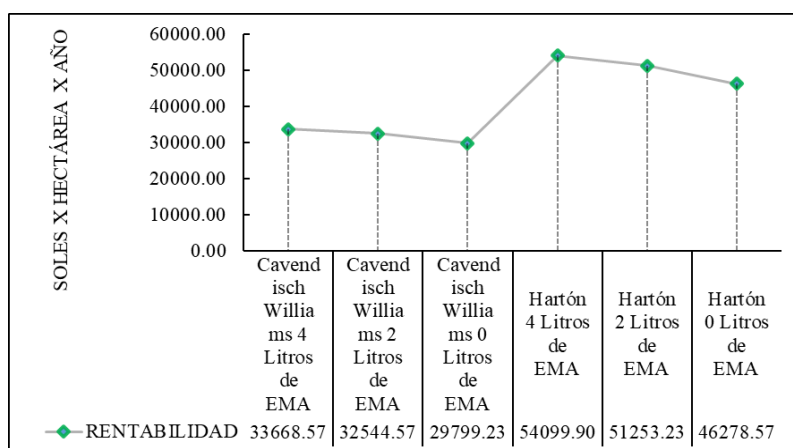
Rentabilidad de las variedades de Musa sp. con las diferentes dosis de EMA

Variedades de Musa	Dosis de EMA	Rendimiento por hectárea (kg/ha)	Precio venta (S/.)	Ingresos (S/.)	Costo de producción (S./ha)	Rentabilidad (S/.)
Cavendish Williams	4 litros de EMA	29386.67	1.60	47018.67	13350.10	33668.57
Cavendish Williams	2 litros de EMA	28246.67	1.60	45194.67	12650.10	32544.57
Cavendish Williams	0 litros de EMA	26093.33	1.60	41749.33	11950.10	29799.23
Hartón	4 litros de EMA	42750.00	1.60	68400.00	14300.10	54099.90
Hartón	2 litros de EMA	40533.33	1.60	64853.33	13600.10	51253.23
Hartón	0 litros de EMA	36986.67	1.60	59178.67	12900.10	46278.57

*La rentabilidad calculada de ambas variedades corresponden a una campaña de producción.

Figura 3.8

Prueba de Tukey al 95% de confianza para el factor Cultivar x Dosis (CxD) debido a la significancia (p -valor < 0.05) resultante en el ANOVA.



La Figura 3.8 muestra las ganancias anuales obtenidas por la venta de banano; el precio por kilogramo es de 1.60 soles; los costos de producción varían con los insumos de siembra; los anexos analizan en detalle los costos de producción; ahora describiremos las ganancias más importantes obtenidas con un costo menor y un mejor margen:

La mayor ganancia anual es de S/.54,099.90 correspondiente a la variedad Hartón con un tratamiento de 4 litros de EMA.

En segundo lugar, tenemos una ganancia de S/.51,253.23 correspondiente a la variedad Hartón con un tratamiento de 2 litros de EMA.

En conclusión, si queremos obtener mayor rentabilidad económica en el cultivo de plátano para las condiciones del presente estudio se debe de sembrar el cultivar Hartón y aplicarle 4 litros de EMA, ya que si solo sembramos la variedad y no le damos el tratamiento obtendremos una ganancia de S/. 46,278.57. Con el tratamiento de 04 litros aumentamos la rentabilidad en S/.7,821.33.

En el presente estudio, la aplicación de 4 litros de microorganismos eficaces (EMA) generó un impacto positivo en la rentabilidad de ambas variedades evaluadas. El cultivar *Hartón* obtuvo una rentabilidad neta de S/ 54,099, superior a su tratamiento testigo (S/ 46,278), mientras que *Cavendish Williams* alcanzó S/ 33,668 frente a los S/ 29,799 del testigo.

Este incremento en rentabilidad se explica, en primer lugar, por el aumento en el rendimiento de racimos logrado con la aplicación de EMA, lo que a su vez genera mayores ingresos por unidad de superficie. Estos hallazgos concuerdan con lo reportado por Mendoza et al. (2020), quienes demostraron que el uso de microorganismos eficaces en plátano variedad *Hartón* incrementó los ingresos netos hasta en un 15 %, principalmente por el mayor volumen comercializado y la mejora en la calidad del fruto.

Asimismo, Zambrano et al. (2019) observaron que el uso de EM en banano orgánico tipo *Cavendish* permitió reducir costos asociados a fertilización química y fitosanitaria, sin comprometer la productividad, lo cual derivó en una mejora en los márgenes de ganancia. Este efecto sinérgico entre rendimiento y reducción de costos ha sido también validado por estudios de largo plazo como el de Higa y Parr (1994), donde se evidenció que el uso de microorganismos eficaces permite una agricultura más sostenible y rentable en sistemas tropicales.

En el caso específico de la variedad *Hartón*, su mayor rentabilidad puede estar relacionada con su mejor respuesta fisiológica a la bioestimulación y su capacidad de adaptación a condiciones de manejo orgánico o agroecológico. Esta observación es respaldada por Martínez y López (2017), quienes concluyeron que *Hartón* presenta una mayor eficiencia en el aprovechamiento de insumos biológicos comparado con *Cavendish Williams*.

CONCLUSIONES

1. La aplicación de microorganismos eficaces (EMA) mejoró significativamente las variables agronómicas evaluadas en ambas variedades de *Musa* sp. La aplicación de 4 litros de EMA permitió obtener mejores resultados en floración, número de hojas, peso de racimo, longitud y diámetro de dedos, así como en el rendimiento y la rentabilidad económica, en comparación con los tratamientos testigo. Esto evidencia la eficiencia de los microorganismos eficaces como bioestimulantes del desarrollo vegetal.
2. La variedad *Hartón* mostró una mayor respuesta positiva frente a la aplicación de EMA en comparación con la variedad *Cavendish Williams*. En todas las variables agronómicas y económicas evaluadas, el cultivar *Hartón* superó a *Cavendish Williams* bajo condiciones similares de manejo y tratamiento, lo que sugiere que esta variedad posee una mayor capacidad de respuesta fisiológica y agronómica a la bioestimulación con EMA.
3. La rentabilidad económica fue directamente proporcional al rendimiento agrícola obtenido, reflejando la viabilidad económica del uso de EMA. La mayor rentabilidad económica se registró en la variedad *Hartón* con EMA (S/ 54,099/ha), lo que demuestra que el incremento en la productividad también se traduce en un mayor retorno económico, sin necesidad de aumentar significativamente los costos de producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Díaz & Durán L. (2019). *Como proteger de las plagas del suelo los cormos-semillas de plátano y banano*. Departamento de Protección Vegetal, FHIA. La Lima, Honduras.
- Higa, T., & Parr, J. F. (1994). *Beneficial and Effective Microorganisms for a Sustainable Agriculture and Environment*. International Nature Farming Research Center. https://www.infric.or.jp/english/KNF_Data_Base_Web/PDF%20KNF%20Conf%20Data/C1-5-012.pdf
- López, M., & Córdova, F. (2019). Evaluación del uso de microorganismos eficientes (EM) sobre el rendimiento del banano (Musa AAA) en condiciones tropicales. *Agroproductividad*, 12(5), 101–107. <https://doi.org/10.32854/agrop.v12i5.1304>
- Martínez, L., & López, O. (2017). Desempeño fisiológico de variedades de Musa spp. en respuesta a prácticas agroecológicas. *Revista Colombiana de Horticultura*, 11(2), 225–234. <https://doi.org/10.17584/rcch.2017v11i2.7461>
- Mendoza, H., Ríos, G., & Vargas, A. (2020). Evaluación económica del uso de microorganismos eficientes en el cultivo de plátano (Musa AAB) en sistemas agroecológicos. *Revista Agroproductividad*, 13(2), 45–51. <https://doi.org/10.32854/agrop.v13i2.1521>
- Zambrano, A., Torres, J., & Estrella, D. (2019). *Análisis de rentabilidad del banano orgánico (Musa AAA) con aplicación de EM en la región de El Oro*, Ecuador. *Agroeconomía Tropical*, 69(3), 255–264. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3332184>