

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROFORESTAL



TESIS:

**Abonamiento orgánico e inorgánico en el rendimiento y
rentabilidad de plátano (*Musa balbisiana*) y banano
(*Musa acuminata*) en Pichari, Cusco 2023**

Para optar el título profesional de:
INGENIERO AGROFORESTAL

PRESENTADO POR:
Bach. Junior Guillermo QUISPE ESCALANTE

ASESOR:
M.Sc. Carlos Orlando HUAYHUA LOBATÓN

AYACUCHO - PERÚ

2026

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso, por iluminar mi camino, brindarme su protección y acompañarme en cada etapa de mi formación universitaria. Gracias por otorgarme la fortaleza, la sabiduría y la confianza necesarias para continuar adelante y cumplir uno de mis mayores objetivos.

A mi madre, Nely Aydee Escalante Huamán, por ser fuente de vida, amor y fortaleza; por su entrega constante, sus enseñanzas y su apoyo inquebrantable durante cada etapa de mi formación. A mi padre, Guillermo Quispe Gutiérrez, por sus sacrificios, confianza infinita y por enseñarme con su ejemplo el valor de la perseverancia para cumplir mis sueños.

A mis queridos hermanos y hermana, por ser parte fundamental de mi vida, por creer en mis capacidades, acompañarme con su cariño y alentarme constantemente para no rendirme ante las dificultades. Gracias por convertir este camino en una experiencia más sencilla y significativa.

AGRADECIMIENTOS

A mi *alma mater*, por abrirme las puertas de sus aulas y brindarme un espacio donde pude formarme profesionalmente. En sus ambientes adquirí conocimientos, fortalecí mis valores y desarrollé las capacidades necesarias para enfrentar con compromiso y responsabilidad los desafíos de mi vida profesional.

A todos los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, mi más sincero agradecimiento por su dedicación, esfuerzo y paciencia durante mi formación profesional. Gracias por compartir sus conocimientos, experiencias y valores, contribuyendo a la formación de profesionales comprometidos con el desarrollo del sector agroforestal.

A mi asesor, M.Sc. Carlos Orlando Huayhua Lobatón, por su valioso acompañamiento durante el desarrollo de esta investigación, por brindarme su tiempo, orientación profesional y compartir sus conocimientos y experiencias, los cuales fueron fundamentales para superar cada etapa del proceso y lograr la culminación satisfactoria de este trabajo. Mi sincero agradecimiento por su compromiso, paciencia y apoyo constante.

Al Ing. Crispín Quispe Gutiérrez, por su compromiso con la innovación y el desarrollo agrario en cultivos tropicales, así como por sus valiosos aportes técnicos y experiencia especializada en el manejo integral del cultivo de plátano, los cuales fueron fundamentales para el desarrollo de esta investigación.

A mis queridos amigos, quienes estuvieron presentes a lo largo de esta etapa universitaria, brindándome su amistad, apoyo incondicional y palabras de aliento en cada momento. Gracias por hacer de estos años de estudio una experiencia inolvidable.

INDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE GENERAL	iv
INDICE DE TABLAS	vii
INDICE DE FIGURAS	viii
INDICE DE ANEXOS.....	x
RESUMEN	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	5
MARCO TEÓRICO.....	5
1.1. Aspectos generales del cultivo de plátano y banano	5
1.1.1. Antecedentes de cultivares de plátano y banano	5
1.1.2. Origen y distribución.....	6
1.1.3. Clasificación taxonómica	6
1.2. Descripción anato-morfológicas.....	8
1.3. Exigencias ambientales y edafoclimáticos del cultivo	9
1.3.1. Distribución geográfica y rango altitudinal.....	9
1.3.2. Temperatura.....	9
1.3.3. Precipitación.....	10
1.3.4. Humedad relativa	10
1.3.5. Luz	10
1.3.6. Condiciones edáficas.....	11
1.4. Características del desarrollo vegetativo y reproductivo	11
1.4.1. Etapa vegetativa	11
1.4.2. Etapa reproductiva	11
1.4.3. Etapa de desarrollo del fruto.....	12
1.5. Descripción de los cultivares.....	12
1.5.1. Williams (<i>Musa acuminata</i>).....	12
1.5.2. Ordinario (<i>Musa balbisiana</i>).....	13
1.5.3. Diferencias entre plátano y banano.....	14
1.6. Prácticas agronómicas del cultivo	15
1.6.1. Prácticas agronómicas durante el crecimiento y desarrollo del cultivo ...	15

1.7.	Nutrición mineral de plantas	19
1.7.1.	<i>Importancia de los nutrientes</i>	19
1.7.2.	<i>Fuentes de los abonos</i>	20
1.8.	Manejo de cosecha	22
1.8.1.	<i>Índice de madurez</i>	22
1.8.2.	<i>Métodos de cosecha</i>	23
1.9.	Rentabilidad económica	24
1.9.1.	<i>Costos de producción</i>	24
1.9.2.	<i>Análisis económico</i>	24
1.9.3.	<i>Rentabilidad económica en porcentaje</i>	25
CAPÍTULO II		26
METODOLOGÍA		26
2.1.	Ubicación de la zona de estudio	26
2.2.	Requerimientos agroecológicos	28
2.2.1.	<i>Características climáticas</i>	28
2.2.2.	<i>Condiciones edáficas del cultivo</i>	28
2.2.3.	<i>Características meteorológicas</i>	29
2.2.4.	<i>Caracterización física y química del suelo del área experimental</i>	30
2.3.	Recursos empleados durante el desarrollo experimental	31
2.3.1.	<i>Materiales y equipos</i>	31
2.3.2.	<i>Herramientas</i>	31
2.3.3.	<i>Insumos</i>	31
2.3.4.	<i>Otros</i>	31
2.4.	Planeamiento del ensayo	32
2.4.1.	<i>Factores en estudio</i>	32
2.4.2.	<i>Descripción de los tratamientos experimentales</i>	32
2.4.3.	<i>Diseño del experimento</i>	33
2.5.	Variables y parámetros evaluados	34
2.5.1.	<i>Productividad de los cultivos</i>	34
2.5.2.	<i>Rentabilidad económica de los cultivos</i>	37
2.6.	Desarrollo del experimento	37
2.6.1.	<i>Selección y acondicionamiento del área experimental</i>	37
2.6.2.	<i>Labores de preparación del suelo</i>	38
2.6.3.	<i>Sistema de siembra y distanciamiento</i>	39

2.6.4. Selección y clasificación de semilla vegetativa (hijuelo)	39
2.6.5. Preparación de hijuelos.....	40
2.6.6. Siembra de hijuelos	40
2.6.7. Abonamiento de plantas	41
2.6.8. Otras labores agronómicas	41
2.6.9. Control de plagas	41
2.6.10. Cosecha y post cosecha	42
2.7. Procesamiento de la información	43
CAPÍTULO III.....	44
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
3.1. Productividad de cultivares de plátano y banano	44
3.1.1. Altura de planta.....	44
3.1.2. Días a la floración.....	46
3.1.3. Peso de racimos comercial.....	47
3.1.4. Número de dedos comercial	49
3.1.5. Número de manos comercial del racimo	50
3.1.6. Rendimiento de cultivares por hectárea	51
3.2. Rentabilidad económica de cultivares de plátano y banano.....	54
3.2.1. Costos de producción	54
3.2.2. Valor bruto de producción.....	55
3.2.3. Valor neto de producción.....	56
3.2.4. Rentabilidad económica en porcentaje	57
CONCLUSIONES	59
RECOMENDACIONES.....	60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
ANEXOS	63

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1 <i>Contenido nutricional del estiércol de cuy</i>	21
Tabla 2.1 <i>Caracterización de los componentes físicos, químicos y nutricionales del suelo de la parcela experimental, Pichari.</i>	30
Tabla 2.2 <i>Combinación y descripción de los tratamientos evaluados.....</i>	32
Tabla 2.3 <i>Descripción del abonamiento de cultivares de banano y plátano</i>	32
Tabla 2.4 <i>Croquis del ensayo experimental.....</i>	33
Tabla 3.1 <i>Análisis de variancia de altura de planta a la floración de cultivares de plátano y banano con fuentes de abonos. Pichari 560 msnm.....</i>	44
Tabla 3.2 <i>Análisis de variancia de días a la floración de cultivares de plátano y banano con fuentes de abonos y cultivares. Pichari 560 msnm</i>	46
Tabla 3.3 <i>Análisis de variancia del peso de racimos comercial de cultivares de plátano y banano con fuentes de abonos y cultivares. Pichari 560 msnm ..</i>	47
Tabla 3.4 <i>Análisis de variancia del número de dedos comercial de cultivares de plátano y banano con fuentes de abonos y cultivares. Pichari 560 msnm ..</i>	49
Tabla 3.5 <i>Análisis de variancia del número de manos comercial del racimo de cultivares de plátano y banano con fuentes de abonos y cultivares. Pichari 560 msnm</i>	50
Tabla 3.6 <i>Análisis de variancia del rendimiento por hectárea de cultivares de plátano y banano con fuentes de abonos y cultivares. Pichari 560 msnm ..</i>	51
Tabla 3.7 <i>Costos de producción en los tratamientos de cultivares de banano y plátano. Pichari 560 msnm.....</i>	54
Tabla 3.8 <i>Rendimiento, precio unitario y valor bruto de producción de cultivares de banano y plátano. Pichari 560 msnm</i>	55
Tabla 3.9 <i>Valor neto de producción de cultivares de banano y plátano. Pichari 560 msnm</i>	56
Tabla 3.10 <i>Rentabilidad económica en porcentaje de cultivares de plátano y banano, Pichari 560 msnm</i>	57

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1 <i>Localización geográfica de la parcela experimental de E. P de Ingeniería Agroforestal, 590 msnm. distrito de Pichari.....</i>	27
Figura 2.2 <i>Área experimental con plantaciones de banano y plátano en la parcela experimental de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal - Pichari.</i>	27
Figura 2.3 <i>Diagrama ombrotérmico de temperatura y precipitación registrada durante los años 2023-2024 por la Estación Meteorológica Pichari (DRAC-Pichari).....</i>	29
Figura 2.4 <i>Análisis de suelo de la parcela experimental de la E. P. de Ingeniería Agroforestal, Pichari</i>	30
Figura 2.5 <i>Altura de planta a la floración (m).....</i>	34
Figura 2.6 <i>Días a la floración.....</i>	34
Figura 2.7 <i>Peso de racimo comercial (kg)</i>	35
Figura 2.8 <i>Número de manos comercial del racimo (unid)</i>	35
Figura 2.9 <i>Numero de dedos comercial del racimo</i>	36
Figura 2.10 <i>Pesaje de racimos por planta</i>	36
Figura 2.11 <i>Selección de terreno para la instalación de cultivares.....</i>	38
Figura 2.12 <i>Preparación de terreno para la instalación de cultivares.....</i>	38
Figura 2.13 <i>Sistema de siembra y distanciamiento para la instalación de cultivares</i>	39
Figura 2.14 <i>Selección y clasificación de semilla vegetativa (hijuelo)</i>	39
Figura 2.15 <i>Preparación y desinfección de hijuelos la instalación.....</i>	40
Figura 2.16 <i>Siembra de hijuelos de musa sp.....</i>	40
Figura 2.17 <i>Preparación de abonos de estiércol de cuy y mezcla de fertilizantes</i>	41
Figura 2.18 <i>Control de plagas en los cultivares</i>	42
Figura 2.19 <i>Cosecha y post cosecha de racimos en los cultivares</i>	42
Figura 3.1 <i>Prueba de Tukey de los efectos principales de altura de planta a la floración de cultivares de plátano y banano con fuentes de abonos y cultivares. Pichari 560 msnm</i>	45
Figura 3.2 <i>Prueba de Tukey de los efectos principales de días a floración de cultivares de plátano y banano con fuentes de abonamiento. Pichari 560 msnm.....</i>	46

Figura 3.3	<i>Prueba de Tukey de los efectos principales de pesos de racimos comercial de cultivares de plátano y banano con fuentes de abonamiento. Pichari 560 msnm.....</i>	<i>48</i>
Figura 3.4	<i>Prueba de Tukey de los efectos principales del número de dedos comercial de cultivares de plátano y banano con fuentes de abonamiento. Pichari 560 msnm.....</i>	<i>49</i>
Figura 3.5	<i>Prueba de Tukey de los efectos principales del número de manos comerciales del racimo de cultivares de plátano y banano con fuentes de abonamiento. Pichari 560 msnm</i>	<i>51</i>
Figura 3.6	<i>Prueba de Tukey de los efectos simples de fuentes de abonos en los cultivares de plátano. y banano. Pichari 560 msnm</i>	<i>52</i>
Figura 3.7	<i>Prueba de Tukey de los efectos simples en los cultivares de plátano y banano con fuentes de abonamiento. Pichari 560 msnm</i>	<i>53</i>

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. <i>Panel fotográfico de parámetros de evaluación</i>	64
Anexo 2. <i>Costos de producción de los tratamientos</i>	67

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en la parcela experimental de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal de Pichari, provincia de La Convención, región Cusco, con el objetivo de evaluar el efecto del abonamiento orgánico e inorgánico sobre el rendimiento y la rentabilidad económica de los cultivares de plátano y banano. El experimento se instaló bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), considerando cuatro tratamientos y tres repeticiones. Se evaluaron dos fuentes de fertilización: abono inorgánico NPK, conformado por fosfato diamónico, nitrato diamónico y cloruro de potasio, y abono orgánico mediante estiércol de cuy (EC). Los resultados mostraron diferencias significativas en algunas variables productivas evaluadas. En altura de planta, los cultivares C. Williams y Ordinario presentaron mejores respuestas con la aplicación de NPK y estiércol de cuy, destacando el efecto favorable del abono orgánico. En rendimiento, el cultivar Ordinario alcanzó los mayores valores con NPK y EC, obteniendo 38 540 y 32 213,23 kg ha⁻¹, respectivamente; mientras que C. Williams registró 24 038,86 y 20 324,62 kg ha⁻¹. Respecto a la evaluación económica, el mayor valor neto de producción correspondió a C. Williams con NPK (15 117,23 soles ha⁻¹), mientras que la mayor rentabilidad económica fue obtenida por el cultivar Ordinario con NPK (87,61 %). Se concluye que la aplicación de fertilización orgánica e inorgánica mejora el rendimiento productivo y genera beneficios económicos en el cultivo de plátano y banano, aunque los elevados costos iniciales de establecimiento influyen en la rentabilidad durante el primer año de producción.

Palabras clave: cultivares Williams (*Musa acuminata*) y Ordinario (*Musa balbisiana*), abono orgánico e inorgánico, productividad y rentabilidad.

INTRODUCCIÓN

El plátano (*Musa balbisiana* L.) y el banano (*Musa acuminata* L.) son especies frutales que tienen su origen en el sudeste asiático, específicamente en la zona comprendida entre la India y el sector oriental de la península de Malasia. Los bananos de consumo humano se originaron principalmente en regiones como India y Malasia, desde donde se difundieron hacia Asia continental, Polinesia y África. Posteriormente, su cultivo se extendió hacia América tropical, comprendida entre los 30° de latitud norte y sur. Debido a su elevado valor económico, nutricional y social, estos cultivos se han convertido en alimentos fundamentales para amplios sectores de la población mundial, contribuyendo significativamente a la seguridad alimentaria y al desarrollo de diversas regiones productoras.

El Perú se encuentra entre los principales países exportadores de banano orgánico a nivel mundial, destacando principalmente las regiones de Piura y Tumbes, donde esta cadena productiva ha alcanzado un desarrollo favorable gracias al trabajo articulado de los agricultores, técnicos, profesionales y el respaldo de instituciones públicas y privadas. Sin embargo, en el Valle de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro (VRAEM), específicamente en el distrito de Pichari, el cultivo de plátano representa el tercer producto agrícola de mayor relevancia económica y social. A pesar de su importancia, la producción está destinada principalmente al autoconsumo de las familias productoras y, en menor proporción, a los mercados locales y regionales, limitando su participación en los mercados nacionales e internacionales debido a las deficiencias relacionadas con la productividad y la calidad del fruto.

El corredor económico del Valle de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro (VRAEM) constituye una de las principales zonas productoras de cultivares de plátano y banano en las regiones de Ayacucho y Cusco, representando una importante alternativa para el desarrollo económico de las familias productoras. Sin embargo,

gran parte de la producción proviene de plantaciones que presentan un manejo agronómico limitado, lo que repercute directamente en los niveles de productividad y rentabilidad del cultivo. En este contexto, surge la interrogante: ¿La baja productividad y rentabilidad de los cultivares de plátano y banano en el distrito de Pichari está relacionada con las deficiencias en el manejo agronómico? Entre las principales causas identificadas se encuentran las prácticas inadecuadas de manejo por parte de los productores, el reducido uso de fertilizantes y abonos, la aplicación deficiente de insumos orgánicos e inorgánicos, así como la limitada capacitación en aspectos productivos y comerciales. Estas condiciones generan consecuencias como un manejo ineficiente de las etapas de cosecha y poscosecha, ausencia de registros sobre costos de producción, actividades agrícolas y comercialización, variaciones constantes en los precios del mercado y, como resultado final, bajos ingresos económicos para las familias dedicadas a esta actividad.

La justificación del trabajo de investigación se debe al escaso conocimiento de la productividad y rentabilidad de cultivares de plátano y banano en condiciones del distrito de Pichari siendo necesario conocer los índices productivos durante el crecimiento y desarrollo de los cultivares y los indicadores económicos como los costos de producción desde la instalación y el mantenimiento de las plantaciones cuando se aplican las fuentes de abonamiento orgánico e inorgánico en los cultivares, para obtener los mayores beneficios económicos, debiendo producirse los cambios en la racionalidad de los productores para mejorar la rentabilidad de la producción de plátano. Las justificaciones científico, económico y social son:

- *Científico:* Con el trabajo se conocerá la influencia de las fuentes de abonamiento orgánico e inorgánico en los rendimientos productivos y la rentabilidad económica de los cultivares de plátano y banano, debiendo considerarse como un aporte para los futuros trabajos productivos y de investigación.
- *Económico:* Se plantea la alternativa de solución al problema con el conocimiento de la estructura de costos de producción, los índices económicos y las ventas de banano y plátano para la generación de ingresos económicos de los productores del ámbito de influencia de la E.P de Ingeniería Agroforestal.
- *Social:* Se plantea la solución al problema crítico que limita el desarrollo de los cultivares de plátano y banano en la capacitación y asistencia técnica para el

fortalecimiento de capacidades técnico productivas de los productores del ámbito de influencia de la E.P de Ingeniería Agroforestal.

En el distrito de Pichari se cultivan diversos cultivares de banano y plátano, destacando principalmente los cultivares comerciales Ordinario y Williams por su mayor presencia en la zona. La producción de estos cultivos depende de la disponibilidad de recursos como el suelo, del cual las plantas obtienen los nutrientes esenciales para sus procesos de crecimiento, desarrollo y formación de frutos. No obstante, los sistemas de producción presentan limitaciones debido al manejo agronómico inadecuado, especialmente por la escasa incorporación de fuentes de fertilización orgánica e inorgánica, situación que influye negativamente en la productividad y rentabilidad de los cultivares. Ante esta problemática, en la presente investigación se evaluó el efecto de diferentes fuentes de abonamiento mineral, como fosfato diamónico, nitrato diamónico y cloruro de potasio, así como la aplicación de abono orgánico proveniente de estiércol de cuy. Previamente, se realizó el análisis de suelo con la finalidad de determinar las necesidades nutricionales del cultivo y establecer las dosis adecuadas de fertilización. Posteriormente, los tratamientos fueron aplicados bajo condiciones experimentales con el propósito de incrementar el rendimiento productivo y mejorar la rentabilidad económica de los cultivares de plátano evaluados.

Mediante el desarrollo del presente trabajo experimental se busca contribuir al incremento de la productividad y rentabilidad de los cultivares de plátano y banano. Los resultados obtenidos permitirán generar información técnica que será socializada con los productores asociados y no asociados del distrito de Pichari, orientándolos sobre el uso adecuado de fuentes y dosis de fertilización orgánica e inorgánica para mejorar el manejo nutricional de las plantas. De esta manera, se pretende brindar alternativas de solución frente a las limitaciones productivas identificadas en la zona. En función de los fundamentos y justificaciones expuestas, en la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo general

Evaluar el efecto de fuentes de abonamiento orgánico e inorgánico en el rendimiento y rentabilidad de plátano (*Musa balbisiana*) y banano (*Musa acuminata*) en Pichari, Cusco 2023.

Objetivos específicos

1. Evaluar la productividad de cultivares de plátano y banano con fuentes de abonos orgánico e inorgánico.
2. Evaluar la rentabilidad de cultivares de plátano y banano con fuentes de abonos orgánico inorgánico

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Aspectos generales del cultivo de plátano y banano

1.1.1. Antecedentes de cultivares de plátano y banano

Según Espinoza (2025), en su investigación evaluó el efecto de dos fuentes de fertilización: Urea + Fosfato Diamónico + Sulfato de Potasio (NPK) y Guano de Isla + Sulfato de Potasio (GI+SP), aplicadas en las variedades Isla Maleño y Williams. Los resultados evidenciaron que el rendimiento alcanzado por Isla Maleño con NPK y GI+SP fue de 26 666 y 23 448 kg ha⁻¹, respectivamente; mientras que la variedad Williams obtuvo rendimientos de 28 127 y 25 741 kg ha⁻¹ con las mismas fuentes de fertilización. En cuanto a los costos de producción, para Isla Maleño se registraron valores de 18 376,00 y 19 007,00 soles ha⁻¹ con NPK y GI+SP, respectivamente; mientras que para Williams fueron de 17 726,00 y 18 357,00 soles ha⁻¹. En la evaluación económica, el mayor valor bruto de producción (VBP) fue obtenido por la variedad Isla Maleño con la aplicación de NPK, alcanzando 29 332,60 soles ha⁻¹, mientras que Williams con GI+SP registró un VBP de 23 166,90 soles ha⁻¹. Asimismo, el valor neto de producción (VNP) fue de 10 956,60 soles ha⁻¹ para Isla Maleño con NPK y de 4 809,90 soles ha⁻¹ para Williams con GI+SP. La rentabilidad económica alcanzó valores de 59,62 % y 26,20 % en Isla Maleño con NPK y GI+SP, respectivamente; mientras que en Williams fue de 42,80 % y 26,20 %. Sin embargo, los indicadores económicos VAN y B/C presentaron valores negativos en ambas variedades, debido principalmente a los elevados costos iniciales de instalación y manejo agronómico del cultivo durante el primer año de producción (p. 5).

Benavides (2018), en su trabajo de investigación evaluó las variedades Williams, Gran enano y Valery con densidades de 2 m x 2 m, 2.5 m x 2.5 m y 2 m x 2.5 m, respectivamente, y la interacción de ambos factores. Con el tratamiento Valery x densidad 2.5 m x 2.5 m, obtuvo el mayor rendimiento con 45.78 tn/ha y relación beneficio/costo

con 4.86 soles. Con el tratamiento Williams x densidad 2.5 m x 2.5 m y Gran enano x densidad 2.5 m x 2.5 m obtuvo rendimientos de 13.67 tn/ha y 29.95 tn/ha y relación beneficio/costo de 0.75 y 2.83 soles, respectivamente (p.15).

De acuerdo a Mendieta & Vargas (2018), el efecto de combinaciones de abonos orgánicos y minerales en la productividad del cultivo de plátano se evaluó con los tratamientos de fertilización: (T1) fertilización convencional (220 N, 110 P₂O₅, 440 K₂O), (T2) 50% fertilización química (110 N, 55 P₂O₅, 220 K₂O) + 50% de compost (3 t ha⁻¹), (T3) 25% fertilización química (55 N, 27 P₂O₅, 110 K₂O) + 75% de compost (4,5 t ha⁻¹), (T4) 100% compost (6 t ha⁻¹) y (T5) 50% fertilización química (110 N, 55 P₂O₅, 220 K₂O). Los resultados con la fertilización convencional se obtuvo un rendimiento de 30,48 tn.ha⁻¹ y la proporción de 50% de fertilización química + 50% de compost (3 tn.ha⁻¹) se logró un rendimiento de 27,22 tn.ha⁻¹, mientras que con otros tratamientos los rendimientos fueron menores (p.10).

1.1.2. Origen y distribución

Según Cadena (2005), el banano tiene su origen en el Sudeste Asiático, región donde se inició su cultivo y domesticación, principalmente en Malasia y las islas de Indonesia. En sus primeras etapas, esta especie se encontraba de manera silvestre; sin embargo, con el paso del tiempo fue seleccionada y cultivada por las poblaciones locales. Desde épocas antiguas, las hojas del banano fueron utilizadas como material de envoltura y fuente de fibra, mientras que sus frutos constituyeron una importante fuente alimenticia. Inicialmente, muchas variedades presentaban una elevada cantidad de semillas; no obstante, mediante largos procesos de cultivo y selección natural se originaron mutaciones que dieron lugar a plantas con frutos sin semillas, características que favorecieron su aprovechamiento agrícola y su posterior expansión como cultivo de importancia mundial (p. 17).

1.1.3. Clasificación taxonómica

Según Cadena (2005), el banano se clasifica:

Reino	: Vegetal
Clase	: Monocotiledonea
Orden	: Zingiberales
Familia	: Musacea

Género	: <i>Musa</i>
Especie	: <i>Musa acuminata</i>
	: <i>Musa balbisiana</i>
	: <i>Musa textiles</i>
	: <i>Musa coccinea</i>
Grupo	: AAA
Sub grupo	: <i>Cavendish</i>

Los frutos de las variedades pertenecientes al grupo Cavendish son conocidos comúnmente como bananas Cavendish, destacando principalmente el cultivar Gran Nain por su amplia difusión comercial. Dentro de este grupo también se encuentran otros cultivos como Cavendish Gigante, Rojo Dhaka, Masak Hijau y Robusta, los cuales presentan características particulares de adaptación y producción. Asimismo, reciben diferentes nombres comunes según la región donde son cultivados, entre ellos Klue Hom Kom, Pisang Serendah, plátano chino y plátano canario. Dentro de las variedades Cavendish, la Valery destaca por presentar mayor resistencia, convirtiéndose en una alternativa importante para la producción comercial de banano (Cadena, 2005, p. 21).

Según Samson (1991), el género *Musa* está conformado por cinco secciones, de las cuales cuatro presentan inflorescencias con crecimiento erecto, mientras que la sección *Eumusa* se caracteriza por desarrollar inflorescencias de tipo colgante. La mayoría de los bananos y plátanos cultivados para consumo humano, con excepción del plátano Fe'i, tienen como principal antecesor silvestre a *Musa acuminata*. Además, el plátano macho posee una contribución genética adicional proveniente de *Musa balbisiana*, otra especie silvestre de importancia en la evolución del cultivo. Los aportes genéticos de estas especies se representan mediante los genomas A (*Musa acuminata*) y B (*Musa balbisiana*), los cuales determinan la clasificación de los diferentes grupos genómicos de bananos y plátanos. La mayoría de los bananos comestibles pertenecen al grupo triploide AAA, debido a que presentan tres juegos cromosómicos derivados de *M. acuminata*. En cambio, los plátanos machos se ubican principalmente en los grupos triploides AAB y ABB, originados por la combinación genética entre *M. acuminata* y *M. balbisiana*. Asimismo, existen otros grupos genómicos como AA, AB, AAAA y ABBB, aunque estos presentan una menor presencia y distribución dentro de las variedades comerciales cultivadas.

1.2. Descripción anato-morfológicas

Según INFOAGRO (2016), el plátano presenta una serie de características botánicas y agronómicas que permiten comprender su estructura, desarrollo y comportamiento como cultivo. Entre sus principales características se destacan las siguientes:

- **Planta.** Es una especie herbácea perenne que puede alcanzar entre 3,5 y 7,5 m de altura. Presenta un rizoma corto del cual se origina un tallo aparente o pseudotallo, formado por la unión y superposición de las vainas foliares. Esta estructura tiene una forma cónica y culmina en una corona compuesta por hojas grandes que permiten el desarrollo y crecimiento de la planta.
- **Sistema radicular.** La raíz es superficial y menos ramificado que la del peral.
- **Hojas.** Son muy grandes y en forma de espiral, de 2-4 m de largo y hasta 0.5 m de ancho, con peciolo alrededor de 1.0 m de longitud y limbo elíptico alargado, ligeramente decurrente hacia el peciolo, ligeramente ondulado y glabro. Cuando son viejas se rompen con facilidad de forma transversal por los golpes del viento.

A partir de la corona de hojas se origina, durante la floración, un escapo pubescente de 5 a 6 cm de diámetro y termina en racimo colgante de 1 a 2 m de longitud. El racimo presenta una veintena de brácteas ovales alargadas, agudas, color rojo púrpura, cubiertas de polvillo blanco harinoso; en las axilas de las brácteas se originan a su vez las flores.

- **Tallo.** Es un rizoma grande, almidonoso, subterráneo y coronado con yemas; estas yemas se desarrollan una vez que la planta haya entrado en floración y fructificación. A medida que cada chupón del rizoma alcanza la madurez, la yema terminal se transforma en una inflorescencia al ser empujada hacia arriba desde el interior del suelo por el alargamiento del tallo, hasta que emerge arriba del pseudotallo.
- **Flores.** Son amarillentas, irregulares y con seis estambres, siendo uno estéril y reducido a un estaminodio petaloideo. El gineceo con tres pistilos y ovario ínfero. El conjunto de la inflorescencia constituye el “régimen” de la platanera. Cada grupo de flores reunidas en cada bráctea constituye una reunión de frutos llamado “mano” con 3 a 20 frutos. Un régimen no lleva más de 4 manos, excepto las variedades muy fructíferas que contiene de 12 a 14 manos.

- **Fruto.** Es oblongo y durante su desarrollo se doblan geotrópicamente, según el peso de este, hace que el pedúnculo se doble. Esta reacción determina la forma del racimo. Los plátanos son polimórficos que varían de 5 a 20 manos y cada una con 2 a 20 frutos; color amarillo verdoso, amarillo, amarillo-rojizo o rojo. Los plátanos comestibles son partenocárpico vegetativo, es decir, que desarrollan una masa de pulpa comestible sin polinización. Los óvulos se atrofian pronto, pero que se reconoce en la pulpa comestible. La partenocarpia y la esterilidad son mecanismos diferentes, debido a cambios genéticos, que cuando menos son parcialmente independientes. La mayoría de frutos de Musáceas comestibles son estériles, debido a varias causas, entre otras, a los genes específicos de esterilidad femenina, triploidía y cambios estructurales cromosómicos, en distintos grados (Robinson & Galán, 2012).

1.3. Exigencias ambientales y edafoclimáticos del cultivo

1.3.1. Distribución geográfica y rango altitudinal

Según Robinson y Galán (2012), las exigencias agroclimáticas más favorables en el desarrollo del cultivo de plátano se encuentran principalmente en zonas comprendidas entre los 15° de latitud norte y los 15° de latitud sur respecto a la línea ecuatorial. Sin embargo, también se han establecido plantaciones comerciales con niveles adecuados de rentabilidad en regiones ubicadas próximas a los 30° de latitud, siempre que presenten condiciones ambientales apropiadas para el crecimiento y producción del cultivo.

Asimismo, el Ministerio de Agricultura (2008) señala que el cultivo de plátano puede desarrollarse en un rango altitudinal comprendido entre los 0 y 1700 m s. n. m., concentrándose la mayor parte de las plantaciones comerciales en zonas ubicadas por debajo de los 500 m s. n. m. Además, indica que el incremento de la altitud influye directamente sobre el ciclo fenológico del cultivo, generando una prolongación aproximada de un mes en el periodo vegetativo por cada 100 metros adicionales de elevación.

1.3.2. Temperatura

La temperatura constituye uno de los principales factores ambientales que condicionan el crecimiento y desarrollo del cultivo de plátano, debido a su influencia directa sobre los procesos fisiológicos de la planta. Esta importancia ha permitido que,

mediante el uso de sistemas de protección como los invernaderos, el cultivo comercial se haya extendido hacia regiones subtropicales ubicadas en mayores latitudes, como Marruecos, Creta, Corea, Islas Canarias e Israel. Para el establecimiento del cultivo se considera adecuado un rango térmico entre 18 y 24 °C, siendo alrededor de 28 °C la temperatura considerada óptima para un desarrollo favorable. En el caso de los cultivares de porte medio y bajo pertenecientes al subgrupo Cavendish, se ha observado una mejor adaptación a condiciones subtropicales, presentando una detención del crecimiento cuando las temperaturas descienden aproximadamente entre 9 y 11 °C, mientras que el límite superior se encuentra entre 38 y 40 °C (Robinson & Galán, 2012).

1.3.3. Precipitación

El estado hídrico constituye otro de los factores determinantes en el crecimiento, desarrollo y productividad del cultivo de plátano, debido a la elevada demanda de agua que requiere la planta durante su ciclo vegetativo. Según Benavides (2018), para lograr una producción rentable, el cultivo necesita una disponibilidad de precipitación mensual aproximada entre 150 y 200 mm. De igual manera, Estrada y Encalada (2018) señalan que el plátano presenta un adecuado comportamiento productivo en zonas con precipitaciones anuales que oscilan entre 1800 y 3000 mm, siendo más favorable cuando la distribución de las lluvias ocurre de manera uniforme durante todo el año, evitando periodos prolongados de déficit hídrico.

1.3.4. Humedad relativa

El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2008) indica que una alta humedad relativa durante la etapa de floración del cultivo de plátano tiene una influencia favorable en la reducción de la presencia de pistilos no persistentes. Sin embargo, condiciones excesivas de humedad pueden generar efectos desfavorables al favorecer el desarrollo e incremento de enfermedades ocasionadas por hongos, especialmente en la zona apical de los frutos.

1.3.5. Luz

Según Benavides (2018), la radiación solar o iluminación no representa un factor limitante significativo para el cultivo de plátano cuando se desarrolla bajo condiciones adecuadas de manejo y densidades normales de siembra. Sin embargo, una reducida disponibilidad de luz, asociada a una elevada humedad del suelo o exceso de agua, puede

ocasionar una disminución en la velocidad de crecimiento y desarrollo de las plantas. Para alcanzar niveles productivos económicamente rentables, se estima necesario disponer de aproximadamente 1500 horas de luz al año, condición que puede lograrse favorablemente en regiones subtropicales, incluso mediante sistemas de producción bajo invernadero.

1.3.6. Condiciones edáficas

Según Quispe (2018), el cultivo de plátano requiere suelos de textura suelta, profundos, con alto contenido de materia orgánica y disponibilidad adecuada de potasio, además de presentar una buena capacidad para conservar la humedad sin llegar a condiciones de encharcamiento o sequedad excesiva. Debido a que aproximadamente entre el 80 y 90 % del sistema radicular se concentra en los primeros 20 a 30 cm de profundidad del suelo, es fundamental que esta zona no presente compactación, ya que podría limitar el desarrollo de las raíces y favorecer un crecimiento superficial de los rizomas. Asimismo, se recomienda que el nivel freático se encuentre por debajo de 1.50 m de profundidad para evitar problemas de aireación radicular. Aunque el plátano posee cierta tolerancia a variaciones de acidez y alcalinidad del suelo, las mejores condiciones para su crecimiento se alcanzan en suelos con valores de pH entre 6.0 y 7.0. No obstante, el cultivo puede adaptarse a un rango más amplio, desarrollándose en suelos con pH comprendidos aproximadamente entre 4.4 y 7.3.

1.4. Características del desarrollo vegetativo y reproductivo

1.4.1. Etapa vegetativa

De acuerdo con CENTA (2010), la fase vegetativa del cultivo de plátano comprende aproximadamente seis meses, periodo durante el cual se producen los principales procesos de crecimiento inicial de la planta. En esta etapa ocurre la formación y expansión del sistema radicular, conformado por raíces principales y secundarias, así como el desarrollo del pseudotallo y la emergencia de los brotes o hijos que contribuirán a la continuidad del cultivo.

1.4.2. Etapa reproductiva

Según CENTA (2010), la etapa reproductiva del cultivo de plátano presenta una duración aproximada de tres meses y se inicia después de culminar la etapa vegetativa, que comprende alrededor de seis meses. Durante este periodo se produce el crecimiento

y ascenso del tallo floral a través del pseudotallo, hasta alcanzar su manifestación externa con la emergencia de la inflorescencia.

1.4.3. Etapa de desarrollo del fruto

Según Benavides (2018), la fase de fructificación del cultivo de plátano tiene una duración aproximada de tres meses y se desarrolla posterior a la etapa floral. Durante este periodo ocurre la diferenciación y formación de las estructuras reproductivas, donde se distinguen las flores masculinas y femeninas, estas últimas correspondientes a los futuros dedos o frutos del racimo. Asimismo, se presenta una reducción progresiva del área foliar como parte del proceso de maduración, culminando con la cosecha del racimo. El periodo comprendido entre el inicio de la floración y la cosecha varía aproximadamente entre 81 y 90 días.

1.5. Descripción de los cultivares

1.5.1. Williams (*Musa acuminata*)

Según Robinson y Galán (2012), el cultivar Williams corresponde a un banano triploide del grupo genómico Musa AAA, perteneciente al subgrupo Cavendish, y en los últimos años ha adquirido gran importancia en el mercado internacional, posicionándose como uno de los cultivares más comercializados después de Gran Enano. Los primeros ensayos de establecimiento del clon Williams se realizaron en 1974 en el continente africano (Bugershall), donde demostró un comportamiento sobresaliente debido a su alto potencial productivo, favoreciendo su posterior expansión y comercialización a nivel mundial. Actualmente, el cultivar Williams presenta una amplia aceptación entre los productores debido a sus características agronómicas favorables y su capacidad de adaptación a diversas zonas bananeras. Entre sus principales características destacan una altura media, un pseudotallo vigoroso y un sistema radicular desarrollado, condiciones que le permiten lograr un buen anclaje en el suelo y mayor tolerancia frente a vientos fuertes, reduciendo el riesgo de volcamiento de las plantas. Asimismo, su preferencia comercial se debe principalmente a la calidad de sus frutos, la adecuada curvatura de los dedos y una mayor separación entre manos en comparación con el cultivar Gran Enano, características que favorecen su aceptación en los mercados de exportación. Estas cualidades hacen del cultivar Williams una alternativa importante para el establecimiento de plantaciones comerciales de banano destinadas a la exportación. Además, sus características productivas están relacionadas con el manejo de la densidad de plantación,

ya que una adecuada distribución de plantas permite reducir la competencia por nutrientes, espacio, radiación solar y agua, favoreciendo un mejor desarrollo y rendimiento del cultivo.

Por otra parte, Ortiz et al. (2001) señalan que el cultivar Williams se caracteriza por presentar elevados niveles de productividad y buena calidad de fruto. Esta variedad corresponde a una planta semienana, con un pseudotallo robusto y un sistema radicular ampliamente desarrollado, características que le proporcionan mayor estabilidad y resistencia frente al acame ocasionado por la acción de los vientos. Asimismo, Sierra (1993) menciona que este cultivar presenta susceptibilidad al ataque de nematodos y a la enfermedad conocida como sigatoka negra; además, requiere un manejo adecuado de las labores de poda manual y posee una buena capacidad de adaptación frente a condiciones ambientales desfavorables.

Asimismo, Benavides (2018) señala que el cultivar presenta características agronómicas destacadas, entre las cuales resalta un sistema radicular semejante al del cultivar Gran Enano, asociado a una planta de porte bajo. La inflorescencia puede alcanzar una longitud aproximada entre 75 y 150 cm, mientras que el pseudotallo presenta una altura que varía de 1.50 a 2.00 m y un diámetro comprendido entre 35 y 50 cm, con tonalidad predominantemente verde. Este cultivar fue incorporado recientemente debido a su comportamiento favorable frente a condiciones adversas, mostrando tolerancia a inundaciones y una mayor resistencia al volcamiento provocado por vientos, atribuida a su eficiente sistema de anclaje.

1.5.2. Ordinario (*Musa balbisiana*)

Ramos-Agüero y Martí (2016) sostienen que el plátano Ordinario o también conocido como Hartón, pertenece al subgrupo plátano, *Musa* AAB. Es consumido cocido o en frituras, en verde o maduro, también es consumido como fruta de mesa. Pertenece al grupo triploide AAB y se cultiva en la selva y costa norte del país y es altamente susceptible a Sigatoka negra, pero resistente a las razas uno y dos de *Fusarium*. Para los objetivos comerciales se cultiva entre el nivel del mar y los 1320 metros de altitud. El ciclo vegetativo varía entre 11 meses a nivel del mar y de 17 a 18 meses a 1320 metros de altitud; en promedio el ciclo fenológico es de 454 días. Presenta un pseudotallo verde rosado con altura promedio de 3.00 m y diámetro de 0.24 m; también se reportan altura

promedio de 3.78 m y diámetro de 0.30 m y la floración alcanza 1.93 m y para la cosecha 2.70 m con circunferencia de 0.46 m. Las brácteas de la inflorescencia son rectas y caen con facilidad que lo diferencia del cultivar Inguiri; además, las flores masculinas de color amarillo. El racimo en promedio con 70 frutos, con pesos unitario de 180 gramos, pulpa del fruto maduro de amarillo a rosado; los frutos miden de 30 a 40 cm de longitud y pesos de 400 g por fruto o en promedio de 650 g. En condiciones de Tarapoto, se reporta una producción de 34.58 dedos por racimo, 5.71 manos por racimo, 9.81 kg por racimo y rendimiento de 13.08 t/ha; además, a la cosecha con 5.60 hojas por hijuelo; en la floración con 2.92 hijuelos y en la cosecha, 7.13 hijuelos.

1.5.3. Diferencias entre plátano y banano

Ramos-Agüero y Martí (2016) reportan que los plátanos son familiares de los bananos y su aspecto es similar. Las personas poco familiarizadas con estos cultivares confunden con facilidad el plátano con un banano bastante grande. En cuanto a sus características, la diferencia saltante es en el tamaño y en cuanto a su uso y sabor, se pueden señalar algunas variaciones: por su constitución, el plátano se utiliza sobre todo en la cocina, aunque al estar muy maduro es posible consumirlo como fruta fresca. El plátano constituye un alimento básico en casi todos los rincones de la población de la selva del país y se prepara en la cocina como fritura o cocción.

La diferencia entre banano y plátano es bastante sutil, inclusive inexistente en los lugares de su producción, como ocurre en el Perú, donde se conoce como plátano al fruto comercializado verde o maduro de cualquier cultivar o genotipo comestible. La principal diferencia entre un banano y un plátano, es el contenido de agua, el plátano en promedio con 65% de agua y el banano con 74% de agua. La hidrólisis es un proceso por el cual los almidones se transforman en azúcares y los cambios ocurre con mayor rapidez en frutas con mayor contenido de agua, los almidones son convertidos en azúcares más rápido en los bananos que en los plátanos. Muchos bananos de cocción tienen contenido de agua que se encuentran entre los plátanos y bananos de postre. Estas variedades pueden ser cocinadas cuando no están completamente maduras, pero también maduran lo suficientemente para poder consumir como fruta fresca o cruda. En resumen, el plátano no es posible consumir crudo, se debe freír o asar, ya sea en estado verde (sabor salado) o maduro (sabor más dulce), siendo un producto muy típico en algunos países latinoamericanos y se consume como acompañante de varios platos.

1.6. Prácticas agronómicas del cultivo

Según Azcón y Talón (2001), una vez establecida la plantación de banano o plátano, es necesario realizar una serie de labores agronómicas orientadas a favorecer el adecuado crecimiento, desarrollo y productividad del cultivo. Estas prácticas de manejo se describen a continuación.

1.6.1. Prácticas agronómicas durante el crecimiento y desarrollo del cultivo

a) Aclareo de brotes

Esta práctica consiste en seleccionar la planta madre con mejores características de vigor y desarrollo, procediendo posteriormente a eliminar, mediante un corte con machete a nivel del suelo, aquellos brotes o hijos que presentan bajo vigor y que podrían afectar el potencial productivo de la plantación. La labor se realiza aproximadamente entre los 2.5 y 3 meses después del establecimiento del cultivo, periodo en el cual es posible diferenciar la planta con mayor capacidad de crecimiento. Luego de aproximadamente dos semanas, se efectúa una nueva revisión para eliminar los rebrotes emergentes y mantener una adecuada distribución de los recursos hacia la planta seleccionada.

b) Desahije

Esta labor representa una práctica fundamental dentro del manejo de la plantación, debido a que permite establecer una adecuada continuidad productiva mediante el sistema madre-hija-nieta. Este sistema favorece la renovación escalonada de las plantas, asegura un crecimiento ordenado de los nuevos individuos y contribuye a mantener una producción constante de frutos con características de calidad comercial.

c) Deshoje

Se efectúa con el propósito de retirar las hojas secas o dobladas de la planta, realizando un corte ascendente paralelo al pseudotallo para mantener las condiciones adecuadas de crecimiento y sanidad del cultivo.

d) Deshoje sanitario

Según Ojeda (2012), esta labor agronómica consiste en retirar cuidadosamente las vainas secas que permanecen adheridas al pseudotallo mediante cortes realizados con machete. Durante esta práctica se debe evitar la eliminación de las vainas verdes, debido

a que cumplen funciones importantes en la protección y el adecuado desarrollo de la planta. Asimismo, es fundamental realizar cortes limpios y precisos para evitar desgarros o heridas en el pseudotallo, ya que estas lesiones pueden favorecer el ingreso de bacterias y otros microorganismos patógenos que afectan la sanidad y productividad del cultivo.

e) Desviación y manejo de hijuelos

Según Ojeda (2012), esta práctica consiste en modificar la dirección de crecimiento del hijo o brote lateral con la finalidad de prevenir daños físicos en el racimo ocasionados por el contacto o rozamiento entre la planta madre y el hijo en desarrollo. Se realiza durante las primeras etapas de crecimiento del hijo, cuando aún presenta tejidos tiernos y puede afectar la calidad del racimo. Para ello, se coloca una porción del pseudotallo o de la bellota en forma de cinta entre la planta madre y el hijo, actuando como elemento separador y protector.

f) Limpieza de matas

Esta labor consiste en retirar las estructuras vegetales que pueden actuar como fuentes de proliferación de plagas y enfermedades en el cultivo de banano. Para ello, se eliminan las partes deterioradas o en proceso de descomposición del pseudotallo, así como los rebrotes no deseados e hijos de agua. Esta práctica constituye una medida preventiva orientada a mantener la sanidad de las plantas y reducir los riesgos fitosanitarios dentro de la plantación.

g) Riegos

Según Ojeda (2012), aproximadamente el 85 % del peso de la planta de banano está compuesto por agua, por lo que el suministro adecuado de este recurso es esencial para garantizar un buen crecimiento, desarrollo y producción del cultivo. La cantidad y frecuencia del riego varían de acuerdo con las características del suelo, las condiciones climáticas y la etapa fenológica de la planta; en este sentido, se recomienda aplicar riegos cada 15 días durante la época de verano y cada 20 días en la temporada de invierno. Tanto la falta como el exceso de agua pueden ocasionar efectos negativos en el desarrollo de la planta, disminuyendo el rendimiento y afectando la calidad de los frutos. Asimismo, se estima que las necesidades hídricas del cultivo, desde su establecimiento hasta la fase adulta, oscilan entre 1200 y 1300 m³/ha/mes.

h) Drenaje

Según Figueroa y Wilson (1992), los suelos con problemas de drenaje limitan significativamente el crecimiento y desarrollo del cultivo de plátano, debido a la reducción de la disponibilidad de oxígeno en la zona radicular, lo que afecta la absorción eficiente de agua y nutrientes por parte de la planta y restringe el adecuado desarrollo del sistema radicular superficial. Asimismo, en condiciones de exceso de humedad, el corno y las raíces presentan mayor susceptibilidad al ataque de nematodos y agentes patógenos, ocasionando daños en su estructura y funcionamiento. Los requerimientos de drenaje, como la profundidad y separación entre drenes, deben establecerse considerando las características físicas del suelo. Estos deben diseñarse con la finalidad de evacuar los excedentes de humedad y mantener condiciones favorables de aireación en un perfil aproximado de 1.2 m de profundidad.

i) Protección y manejo del racimo

Una semana después de la floración se realiza el enfunde del racimo mediante la colocación de una bolsa de plástico transparente perforada, instalada en forma de toldo y sujeta en la base del racimo, con la finalidad de proteger los frutos. Además, se incorpora una cinta plástica de color variable, según la fecha de colocación de la bolsa, utilizada como referencia para el seguimiento del desarrollo del racimo. Esta práctica se efectúa cuando la bellota cambia de posición y se orienta hacia el suelo.

j) Eliminación de restos florales del racimo

Consiste en retirar las flores presentes en el racimo una vez que los frutos de las manos han adoptado una posición paralela. Esta labor se realiza aproximadamente una semana después del enfunde, con la finalidad de favorecer el desarrollo adecuado del racimo y mejorar la calidad de los frutos.

k) Eliminación de la bellota del racimo

Consiste en retirar las últimas manos o manillas del racimo que no cumplen con las características de tamaño requeridas por el mercado. Su ejecución se realiza durante la etapa de desflore, con la finalidad de favorecer una mejor distribución de los nutrientes hacia los frutos con mayor potencial comercial y mejorar la calidad del racimo.

l) Daipiado

Consiste en colocar protectores o separadores, conocidos como “cuellos de monja”, entre las manos del racimo después de realizar la labor de desflore. Esta práctica tiene como objetivo disminuir los daños mecánicos producidos por el roce entre los dedos y las manos del racimo, evitando raspaduras, golpes o lesiones internas que puedan afectar la apariencia y calidad comercial de los frutos.

m) Eliminación de la flor masculina del racimo

Se realiza aproximadamente 12 semanas posterior al enfunde y consiste en retirar la parte terminal del racimo mediante un corte realizado a una distancia aproximada de 20 a 25 cm del dedo de referencia o testigo. La eliminación de esta estructura favorece una mejor distribución de los nutrientes hacia los frutos, contribuyendo al desarrollo uniforme del racimo y mejorando las características de calidad comercial del producto final.

n) Abonamiento

INIA (1997) menciona que el cultivo de plátano presenta una elevada demanda nutricional para alcanzar niveles productivos rentables y sostenibles a través del tiempo. Por ello, el manejo adecuado de una plantación requiere la aplicación de fertilizantes que suministren principalmente nitrógeno, fósforo y potasio, además de otros elementos esenciales como magnesio, calcio y boro, debido a que las cosechas extraen cantidades importantes de estos nutrientes del suelo.

Asimismo, se reporta que una producción aproximada de 750 racimos por hectárea, con un peso promedio de 25 kg cada uno, equivalente a un rendimiento cercano a 19 000 kg/ha de fruta, puede ocasionar una extracción del suelo entre 60 y 75 kg de nitrógeno (N), 15 y 21 kg de fósforo (P) y 120 y 150 kg de potasio (K). La determinación de las dosis adecuadas de fertilización debe basarse en la evaluación de las características del suelo, análisis foliares, identificación de síntomas de deficiencias nutricionales y ensayos de campo que permitan conocer la respuesta del cultivo frente a diferentes niveles de aplicación de fertilizantes.

Además, un criterio fundamental para establecer los requerimientos nutricionales del cultivo es considerar la cantidad de nutrientes removidos por la cosecha. Para

plantaciones de plátano establecidas en suelos de selva, se estiman requerimientos anuales aproximados por planta de 120 g. (N), 40 g. (P), 180 g. (K), 40 g. (Mg) y 6 g. (B).

1.7. Nutrición mineral de plantas

Las plantas requieren un conjunto de 17 elementos esenciales para completar adecuadamente sus procesos fisiológicos y productivos. Estos nutrientes son absorbidos principalmente por las raíces y se clasifican en macronutrientes, conformados por nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), azufre (S), calcio (Ca) y magnesio (Mg), y micronutrientes, entre ellos boro (B), molibdeno (Mo), hierro (Fe), cloro (Cl), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu) y níquel (Ni). Además, elementos como carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O) cumplen funciones esenciales en el metabolismo vegetal. Estos nutrientes mantienen una estrecha relación con las propiedades del suelo y la actividad de los microorganismos presentes en él (Figuerola y Wilson, 1992).

Para alcanzar una producción adecuada, los cultivos requieren un programa de fertilización basado principalmente en los resultados del análisis de suelo y las necesidades nutricionales de la planta. En el caso del cultivo de plátano, la fertilización generalmente considera la aplicación de nitrógeno, fósforo y potasio (NPK), destacando que los requerimientos de nitrógeno pueden ser menores debido a su disponibilidad mediante procesos biológicos asociados a microorganismos fijadores. La aplicación de fertilizantes suele fraccionarse en dos momentos, al inicio y durante la mitad del periodo lluvioso, con la finalidad de mejorar su aprovechamiento por la planta.

En plantaciones adultas establecidas en suelos de baja fertilidad o condiciones marginales, pueden requerirse dosis superiores de fertilización, alcanzando aproximadamente 36 kg de N, 92 kg de P y 60 kg de K por planta. En general, la mayoría de los suelos agrícolas necesitan reposición periódica de nutrientes, debido a que estos son extraídos continuamente por las cosechas y también pueden perderse mediante procesos como lixiviación, escorrentía y otras dinámicas propias del suelo.

1.7.1. Importancia de los nutrientes

Según la FAO (2002), los nutrientes esenciales para las plantas se agrupan en dos categorías fundamentales:

- Los macronutrientes primarios y secundarios son elementos que las plantas requieren en cantidades elevadas para desarrollar adecuadamente sus funciones fisiológicas y alcanzar niveles óptimos de producción. Cuando existe deficiencia de uno o varios de estos nutrientes en el suelo, es necesario incorporarlos mediante prácticas de fertilización. Esta deficiencia puede estar asociada a las características naturales del suelo, al agotamiento progresivo causado por la extracción continua de nutrientes por parte de los cultivos durante varios ciclos productivos, o al establecimiento de variedades de alto rendimiento que presentan una mayor demanda nutricional.
- Los micronutrientes o microelementos son requeridos por las plantas en cantidades reducidas, pero cumplen funciones esenciales dentro de sus procesos metabólicos. Cuando estos elementos se encuentran en niveles insuficientes en el suelo, deben ser suministrados mediante aplicaciones en dosis bajas para corregir las deficiencias y favorecer un crecimiento adecuado de las plantas.

1.7.2. Fuentes de los abonos

a) Estiércol de cuy

Gómez (2021) define al estiércol como el material orgánico empleado para abonar la tierra, constituido por heces y orina de animales domésticos. Puede presentarse mezclado con material vegetal como paja, heno o material de cama de los animales. El estiércol es rico en nitrógeno, fósforo y potasio, comparado con los fertilizantes sintéticos sus contenidos son menores y se encuentran en forma orgánica. Se aplican en mayor cantidad para alcanzar las cantidades que requiere los cultivos, en general, el nitrógeno es menos estable y disponible por menor tiempo en el suelo. Es rico en materia orgánica, porque aumenta la fertilidad del suelo y mejora su capacidad de absorción y retención de agua.

Según Cordero (2010) el estiércol de cuy, se utiliza en la preparación de abonos orgánicos, por su alto contenido de nutrientes específicamente de elementos menores. El estiércol del cuy es uno de los mejores abonos junto con la del caballo, y con ventajas al no generar olores, no atrae moscas y viene en polvo. Este abono orgánico es muy importante en los cultivos y de una manera limpia al no afectar el medio ambiente. En el estiércol de cuy se facilita la recolección en comparación con el estiércol de otros

animales, porque normalmente se les encuentra en galpones; la calidad de estiércol que produce un cuy es de 2 a 3 kg por cada 100 kg de peso y la composición depende de la alimentación del animal, de manera general, la composición química de estiércol de cuy se muestra en la tabla 1.1.

Tabla 1.1

Contenido nutricional del estiércol de cuy

Especie	N (ppm)	P (ppm)	K (%)	pH
Cuy	0.75	0.06	0.32	11

Nota: Cordero, 2010.

Gómez (2021), señala que el uso de estiércol de cuy genera las siguientes ventajas o beneficios:

- Mantiene la fertilidad del suelo.
- Este tipo de abonamiento no contamina el suelo.
- Se obtiene cosechas sanas.
- Se logran buenos rendimientos.
- Mejora las características físicas, químicas y biológicas del suelo.
- No posee malos olores y no atrae a las moscas (p. 27)

b) Fertilizantes químicos

Conocidos también como fertilizantes sintéticos, presentan una concentración o “riqueza” nutricional expresada en porcentaje, la cual indica la cantidad de nutrientes que contienen. Dicha composición se encuentra especificada en las etiquetas de los envases comerciales siguiendo el orden establecido de nitrógeno, fósforo y potasio (N-P-K), elementos principales utilizados en la fertilización de los cultivos (Huertas, 2005).

- **El Nitrógeno (N)** es el motor del crecimiento de las plantas. Suple de 1 a 4% del extracto seco de la planta. Es absorbido del suelo en forma de nitrato (NO_3^-) o amonio (NH_4^+). En la planta se combina con componentes producidos por el metabolismo de carbohidratos para formar aminoácidos y proteínas. Es el constituyente esencial de las proteínas e interviene en los procesos de crecimiento y desarrollo y por ende en el rendimiento de las plantas. Un buen suministro de nitrógeno a la planta es importante también por la absorción de otros nutrientes (FAO, 2002).

- **El Fósforo (P)** supone de 0,1 a 0,4 % del extracto seco de la planta, juega un rol importante en la transferencia de energía, siendo esencial en la fotosíntesis y otros procesos fisiológicos. Es indispensable para la diferenciación de células y desarrollo de tejidos, que forman los puntos de crecimiento de la planta. Es deficiente en la mayoría de suelos naturales o agrícolas o donde la fijación limita su disponibilidad (FAO, 2002).
- **El Potasio (K)** supone en 1,0 a 4,0 % del extracto seco de la planta, tiene muchas funciones. Activa más de 60 enzimas (sustancias químicas que regulan la vida). Juega un rol importante en la síntesis de carbohidratos y proteínas. Mejora el régimen hídrico de las plantas y aumenta su tolerancia a las sequías, heladas y salinidad. La planta bien provista con K es menos atacada por las enfermedades (FAO, 2002).
- **El Magnesio (Mg)** es el constituyente central de la clorofila, pigmento verde de las hojas que funciona como receptor de la energía provista por la luz solar; por lo que el 15 al 20% del magnesio contenido en la planta se encuentra en los órganos verdes. El Mg se incluye también en las reacciones enzimáticas relacionadas con la transferencia de energía de la planta (Huertas, 2005).
- **El Calcio (Ca)** es el elemento esencial para el crecimiento de raíces y constituyente del tejido celular de las membranas. La mayoría de suelos contienen suficiente disponibilidad de Ca para las plantas, la deficiencia se presenta en suelos tropicales muy pobres en Ca; sin embargo, el objetivo de su aplicación es generalmente en el encalado, es decir, bajar la acidez del suelo (Huertas, 2005).

1.8. Manejo de cosecha

1.8.1. Índice de madurez

Según la FAO (2002), el plátano destinado a los distintos mercados y formas de comercialización se recolecta generalmente en estado verde-maduro, etapa en la cual el fruto continúa su proceso fisiológico de maduración posterior a la cosecha hasta alcanzar las condiciones adecuadas para el consumo. Para determinar el grado de madurez del fruto se consideran diversos indicadores o índices de maduración, entre los cuales destacan:

- El diámetro y llenado de frutos. A medida que los frutos maduran, las aristas tienden a desaparecer. Para exportación y transporte marítimo el racimo se corta en estado de madurez conocido como “lleno tres cuartos”, cuando los dedos todavía son angulares. Cuando los viajes no son distantes, se cosecha en estado de madurez intermedio como “tres cuartos llenos o tres cuartos pesados”. Para el autoconsumo, el racimo se deja en la planta hasta que los dedos estén llenos (redondeados) ya que el peso del racimo se incrementa considerablemente durante las últimas 2 a 3 semanas. Otra forma de determinar el grado de madurez es a través del “índice de llenado”, que es el peso del fruto interior de la primera o segunda mano, dividido entre su longitud. Por ejemplo, se recomienda cortar el plátano Dwarf cuando su índice es de 7.9 a 8.3, valores que resultan al dividir el peso del fruto (133 a 140 g) entre su longitud (16.3 a 17.7 cm). En Centroamérica se toma en consideración el diámetro del fruto central externo de la segunda mano aproximado de 3.37 cm, medido con calibradores.
- El color de cáscara debe ser verde en el momento de la cosecha.
- Los almidones que predominan en el momento de cosecha del plátano y su grado de hidrólisis en azúcares dependen de su forma de consumo (fresco o cocido), así como del mercado de destino, la distancia del transporte y el periodo de comercialización.

1.8.2. Métodos de cosecha

La FAO (2006) señala que la operación de cosecha se inicia con la identificación de los racimos. Cuando los plátanos se destinan para exportación, antes del corte, se recomienda el despanque, es decir la eliminación de la última mano del racimo ya que generalmente es incompleta. La cosecha se realiza recolectando los racimos de plátano entre 70 y 100 días después de la floración, cuando están completamente desarrollados; es decir, en estado verde, con frutos llenos, redondeados y sin filos. La recolección se inicia con la puya del pseudotallo para que la planta se doble lentamente, evitando que el racimo se golpee con el suelo; se corta y trasporta en el menor tiempo al lugar de beneficio sin ocasionar daños o exposición al sol (CORPOICA, 2006).

1.9. Rentabilidad económica

1.9.1. Costos de producción

Según Stanley (1994), los costos de producción pueden clasificarse en costos directos e indirectos. Los costos directos son aquellos que tienen una relación inmediata con el volumen de producción, debido a que aumentan o disminuyen de acuerdo con el nivel de utilización de la capacidad productiva. Dentro de esta categoría se consideran principalmente los costos variables asociados al consumo de materias primas, insumos y otros recursos empleados directamente en el proceso productivo. En cambio, los costos indirectos corresponden a aquellos que no dependen directamente de la cantidad producida o comercializada, permaneciendo relativamente constantes en el corto y mediano plazo; estos representan costos fijos que no tienen una relación proporcional con la producción o las ventas.

Asimismo, Condeña (2020) indica que, desde el enfoque de una actividad agrícola, los costos de producción se agrupan en directos e indirectos según su participación en la obtención del producto final. Los costos directos están conformados por aquellos elementos que intervienen de manera inmediata en el proceso productivo, incluyendo insumos agrícolas como semillas, fertilizantes, abonos orgánicos, pesticidas, plántones y reguladores de crecimiento; además de la mano de obra directa, comprendida por remuneraciones, salarios y beneficios sociales, así como otros gastos relacionados con las labores agrícolas, como el consumo de agua para riego.

Por otro lado, los costos indirectos corresponden a aquellos recursos que participan de manera complementaria en la producción, pero que no se incorporan físicamente al producto final. Estos incluyen la mano de obra indirecta del personal administrativo o de apoyo, equipos, herramientas, mobiliario, materiales de limpieza, implementos de trabajo y otros activos sujetos a depreciación por desgaste o pérdida de valor. También comprenden gastos relacionados con servicios básicos, suministros, seguros, impuestos, alquileres, contratos, intereses financieros y demás costos necesarios para el funcionamiento de la actividad productiva.

1.9.2. Análisis económico

La evaluación económica de una actividad productiva dentro del sector agrario se establece principalmente mediante la determinación del valor bruto de producción (VBP)

y el valor neto de producción (VNP). De acuerdo con el Ministerio de Economía y Finanzas (2014), el valor bruto de producción se calcula considerando el rendimiento obtenido por el cultivo, expresado en kilogramos por hectárea (kg/ha), y el precio de venta del producto en chacra (S/ por kg). Por su parte, el valor neto de producción se determina a partir de la diferencia entre el valor bruto de producción expresado por hectárea (S/ha) y los costos incurridos durante el proceso productivo.

1.9.3. Rentabilidad económica en porcentaje

Según el Ministerio de Economía y Finanzas (2014), la rentabilidad porcentual de una actividad productiva se obtiene considerando la relación existente entre el valor neto de producción, expresado en soles por hectárea (S/ha), y el costo total de producción por hectárea (S/ha). Este resultado se expresa en términos porcentuales al multiplicarlo por 100, permitiendo determinar la eficiencia económica y el nivel de beneficio obtenido respecto a la inversión realizada.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Ubicación de la zona de estudio

La presente investigación fue desarrollada en la parcela experimental de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, ubicada en Pichari Baja, distrito de Pichari, provincia de La Convención, región Cusco. El área de estudio se encuentra aproximadamente a 590 m s. n. m., correspondiente a una zona de vida de selva baja, con condiciones climáticas caracterizadas por temperaturas que oscilan entre 15 y 35 °C. Las coordenadas geográficas del lugar de evaluación corresponden a 12° 31' 64.18" de latitud norte y 73° 50' 30.41" de latitud sur.

Figura 2.1

Localización geográfica de la parcela experimental de E. P de Ingeniería Agroforestal, 590 msnm. distrito de Pichari

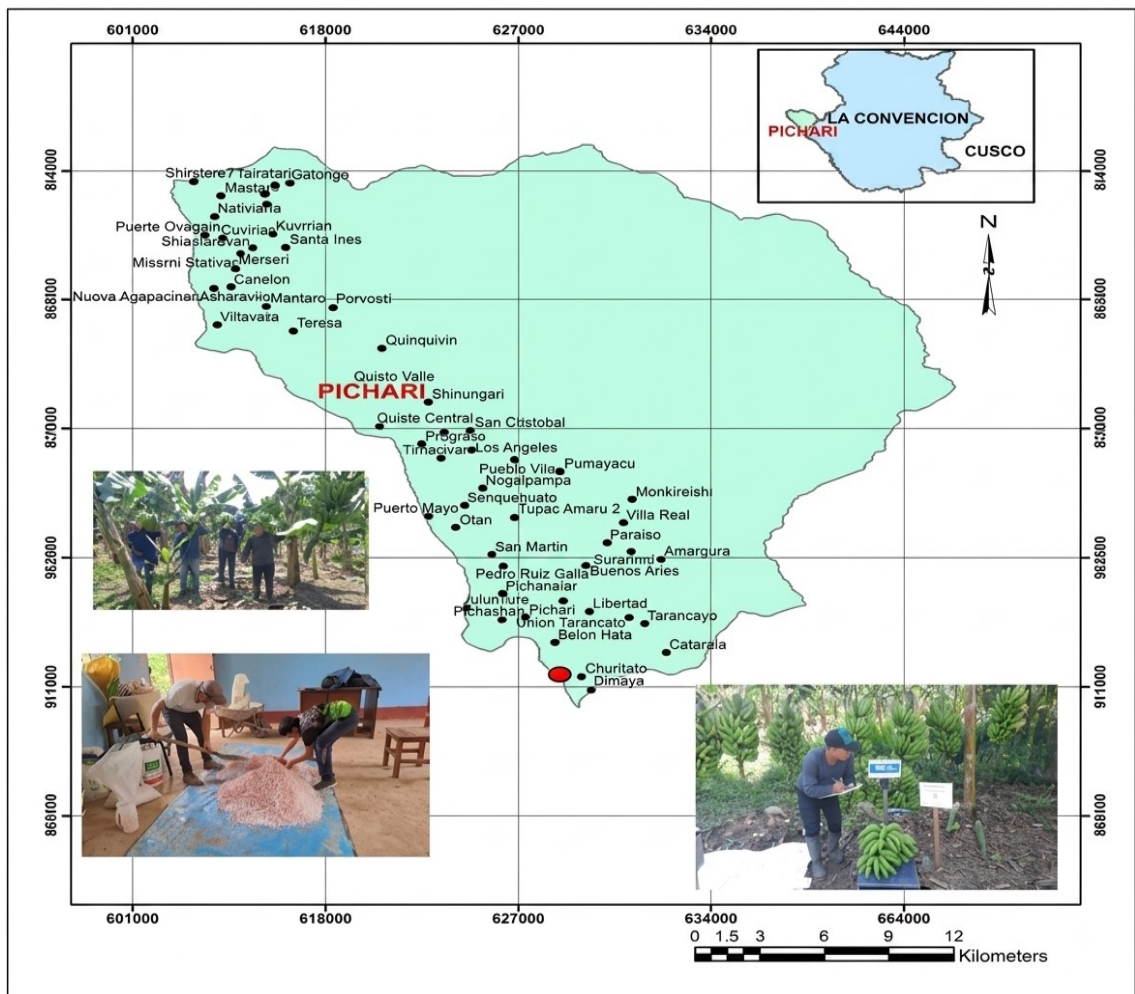


Figura 2.2

Área experimental con plantaciones de banano y plátano en la parcela experimental de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal - Pichari.



2.2. Requerimientos agroecológicos

2.2.1. Características climáticas

La parcela experimental perteneciente a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, ubicada en Pichari Baja, distrito de Pichari, constituye el área donde se desarrolló el presente ensayo. Esta zona corresponde a un ecosistema de ceja de selva, con características climáticas propias de regiones subtropicales y tropicales. Presenta un importante potencial de biodiversidad vegetal, destacando la presencia de especies forestales y cultivos agroindustriales de importancia económica. Las condiciones climáticas del área se caracterizan por registrar temperaturas superiores a 14 °C, alcanzando valores máximos cercanos a 35 °C durante la época de verano. Asimismo, presenta una precipitación anual mayor a 1800 mm y niveles elevados de humedad relativa, condiciones favorables para el desarrollo de diversas especies agrícolas y forestales.

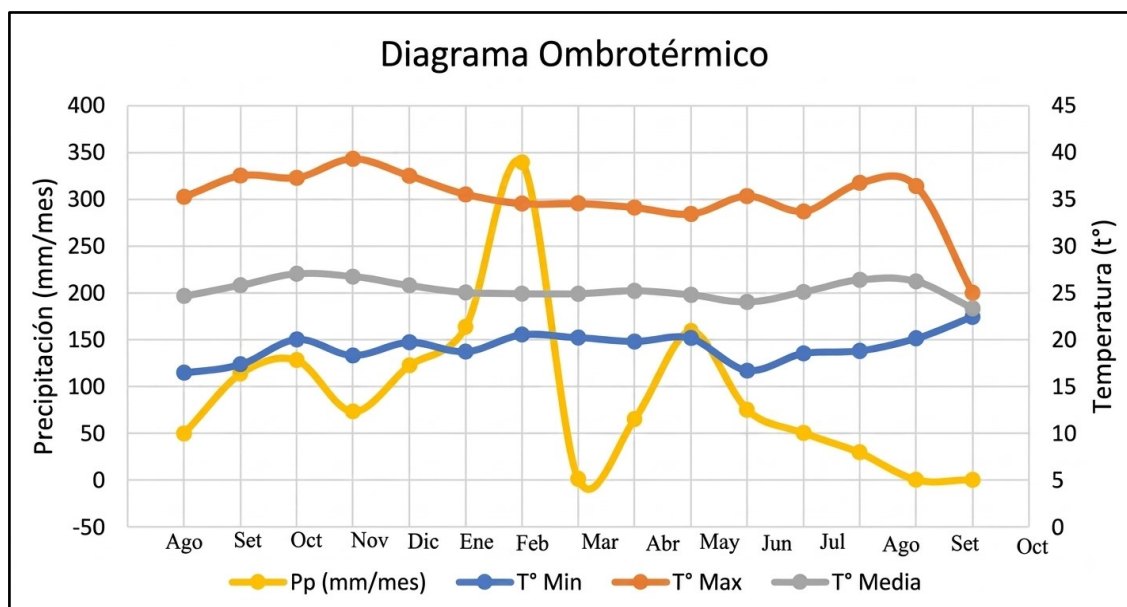
2.2.2. Condiciones edáficas del cultivo

La fisiografía del área experimental de la E.P. de Ingeniería Agroforestal se caracteriza por presentar un relieve mayormente plano y suelos con baja susceptibilidad a la erosión, a pesar de la alta intensidad y frecuencia de las precipitaciones que ocurren en la zona. Esta condición se debe, en parte, a la limitada acción de la escorrentía superficial durante los periodos de lluvia, lo que favorece la conservación del suelo. El área donde se desarrolló el ensayo presenta suelos de textura franco arenoso arcillosa, con características químicas que evidencian niveles elevados de aluminio y un bajo contenido de materia orgánica, aspectos que influyen en la disponibilidad de nutrientes y el desarrollo del cultivo.

2.2.3. Características meteorológicas

Figura 2.3

Diagrama ombrotérmico de temperatura y precipitación registrada durante los años 2023-2024 por la Estación Meteorológica Pichari (DRAC-Pichari)



En la figura 2.3 se presentan los registros meteorológicos correspondientes a la localidad de Pichari Baja durante el periodo de evaluación de los cultivares de plátano y banano. Durante el desarrollo del experimento se observaron variaciones en las condiciones de temperatura y precipitación propias de la zona, registrándose valores promedio de temperatura máxima, media y mínima de 39,1 °C, 27,1 °C y 16,4 °C, respectivamente. Asimismo, la precipitación alcanzó un valor máximo de 339 mm en el ámbito del Valle de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro (VRAEM). Estas condiciones climáticas influyeron directamente en el crecimiento, desarrollo y comportamiento productivo de los cultivares evaluados durante la investigación.

2.2.4. Caracterización física y química del suelo del área experimental

Figura 2.4

Análisis de suelo de la parcela experimental de la E. P. de Ingeniería Agroforestal, Pichari



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE INVESTIGACION EN PASTOS Y GANADERIA
LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR
Jr. Abraham Valdelomar N° 249 – Telf. 315936 966942096
Ayacucho – Perú
“Año de la Lucha Contra la Corrupción y la Impunidad”

Región : Cusco
 Provincia : La Convención
 Distrito : Pichari
 Comunidad : Terreno UNSCH – Prefabricado
 Proyecto : “Fertilidad de Suelos”
 Solicitante : Ing. Haroldo Satalaya Reátegui

HR. 0139

ANALISIS DE CARACTERIZACION

Muestra	Análisis mecánico (%)			Clase Textural	pH (H ₂ O) 1:2.5	C. E. (dS/m.) 1:1	CaCO ₃ (%)	M.O. (%)	Nt (%)	Elementos Disp. (ppm)		Cationes cambiables (Cmol(+)Kg)							C. I. C. (Cmol(+)Kg)
	Arena	Limo	Arcilla							P	K	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺		
01	60.5	30.6	8.9	Fr-Ao	7.16	0.683	0.0	1.26	0.06	7.5	142.4	2.88	1.12	0.73	0.96	0.0	0.0	14.2	

Ayacucho, 22 de mayo del 2019
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS
 PLANTA, ASIURA Y FERTILIZANTES
 RESPONSABLE

 Juan B. Girón Molina
 C.I.P. 77120

Tabla 2.1

Caracterización de los componentes físicos, químicos y nutricionales del suelo de la parcela experimental, Pichari.

Análisis físico (%)			pH	M.O.	Nt	P	K	CIC
Arena	Limo	Arcilla		(%)	(%)	(ppm)	(ppm)	(Cmol/kg)
60.5	30.6	8.9	7.16	1.26	0.06	7.5	142.4	14.2

Fuente: Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar del PIPG - UNSCH 2019.

Con la finalidad de determinar las propiedades físicas y químicas del suelo correspondiente a la parcela experimental de la E.P de Ingeniería Agroforestal, se realizó el muestreo mediante el método convencional, obteniéndose una muestra representativa y homogénea de aproximadamente 1.0 kg de suelo. Posteriormente, la muestra fue trasladada al Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería (PIPG) de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga para su respectivo análisis. Los resultados obtenidos permitieron establecer las características edáficas del área experimental y definir las dosis de fertilización requeridas para los cultivos evaluados en la investigación.

2.3. Recursos empleados durante el desarrollo experimental

2.3.1. *Materiales y equipos*

- Hijuelos de banano *Musa acuminata* (Williams)
- Hijuelos de plátano *Musa balbisiana* (Ordinario)
- Equipo fotográfico digital
- Balanza digital (50 kg.)
- Computadora
- Jabas plásticas
- Cajas de cartón
- Bolsas para empacado
- Mochila de 15 litros
- Bolsa de infunde
- Cinta de embalaje

2.3.2. *Herramientas*

- Machete
- Pala
- Carretilla
- Alquiler de motoguadaña
- Tacho de 20 L.
- Cinta métrica (50 m.)

2.3.3. *Insumos*

- Abonos: estiércol de cuy, fosfato di amónico, nitrato di amónico y cloruro de potasio
- Insecticidas: Benfurocab, fipromil
- Fungicidas: difeconaloze, vitavax
- Abonos foliares: calcio/boro, estimulantes foliares

2.3.4. *Otros*

- | | |
|--------------------|---|
| • Libreta de campo | • Engrapadoras y grapas |
| • Bolígrafos | • Combustible de 90 octanos y aceite de 2 |
| • Plumones | tiempos |

2.4. Planeamiento del ensayo

2.4.1. Factores en estudio

Cultivares de banano y plátano

- c1: Ordinario
- c2: Williams

Abonamiento de plantas

- a1: Fosfato di amónico, Nitrato di amónico y Cloruro de potasio (NPK)
- a2: Estiércol de cuy (EC)

2.4.2. Descripción de los tratamientos experimentales

Tabla 2.2

Combinación y descripción de los tratamientos evaluados

Tratam.	Clave	Cultivares de banano y plátano	Fuente de abonamiento
T ₁	c1 a1	c1: Ordinario	a1: NPK
T ₂	c1 a2	c1: Ordinario	a2: Estiércol de cuy (EC)
T ₃	c2 a1	c2: Williams	a1: NPK
T ₄	c2 a2	c2: Williams	a2: Estiércol de cuy (EC)

Nota: La aplicación de dosis de abonos orgánico e inorgánico se realizó de acuerdo a las recomendaciones del análisis de suelos realizado por el Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar del PIPG-UNSCH.

Tabla 2.3

Descripción del abonamiento de cultivares de banano y plátano

Fuentes de abono	Fertilizantes /abonos	1er abonamiento a 45 días			2do abonamiento a 100 días			3er abonamiento a 140 días			Total/planta (kg)
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Minerales (NPK)	Fosfato di-amónico		0.04			0.04			0.04		0.120
	Nitrato di amónico	0.09			0.17			0.09			0.350
	Cloruro de potasio			0.110			0.110			0.110	0.330
	Total gramos / planta	0.233 kg/ planta			0.319 kg/ planta			0.233 kg /planta			
Estiércol de Cuy	Estiércol de cuy		2.50			5.00			2.50		10.000
	Total gramos / planta	2.5 kg/ planta			5.0 kg/ planta			2.5 kg/ planta			

Nota. La dosificación de fuentes de abono se realizó según el análisis de suelo, % de elementos por cada fertilizante, % MO y la extracción de planta de banano y plátano.

Utilización de abonos por hectárea:

Fuente de abono inorgánico : NPK = 120 gr- 340 gr- 330 gr

Fuente de abono orgánico : EC = 10 kg.

Tabla 2.4

Croquis del ensayo experimental

Bloque	Cultivar Ordinario		Bloque	Cultivar Williams	
I	T1	T2	I	T3	T4
II	T2	T1	II	T4	T3
III	T1	T2	III	T3	T4

2.4.3. Diseño del experimento

La presente investigación corresponde a un estudio de tipo experimental, con enfoque estadístico y analítico, en el cual se empleó el Diseño de Bloques Completamente Randomizados (DBCR). Los tratamientos fueron establecidos mediante un arreglo factorial compuesto por dos cultivares de plátano y banano y dos fuentes de fertilización, una orgánica y otra inorgánica, generándose un total de cuatro tratamientos con tres repeticiones cada uno. En consecuencia, se conformaron 12 unidades experimentales. Cada unidad experimental estuvo constituida por 10 plantas, haciendo un total de 120 plantas de plátano y banano consideradas para la evaluación del ensayo.

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \delta_j + \alpha\delta_{(ij)} + E_{ijk}$$

i = 1, 2 = cultivar

j = 1, 2 = abonos

k = 1, 2, 3 = repetición

Dónde:

Y_{ijk} = Variable respuesta en la k-ésima repetición, del i-ésima cultivar y de la j-ésima fuente de abono

μ = Media general

β_k = Efecto bloque o repetición

α_i = Efecto cultivar banano y plátano

δ_j = Efecto de abonamiento

$\alpha\delta_{(ij)}$ = Interacción cultivar y abono

E_{ijk} = Error experimental

2.5. Variables y parámetros evaluados

2.5.1. Productividad de los cultivos

a) Evaluación de la altura de planta en la fase de floración (m)

Se realizó la medición de altura de planta con un flexómetro de 5 metros desde el ras del suelo hasta la zona apical de la floración, registrándose en centímetros/metro (cm/m) en 10 plantas al azar de cada tratamiento.

Figura 2.5

Altura de planta a la floración (m)



b) Número de días hasta la floración (días)

Se registraron los días transcurridos desde la instalación de los cultivos hasta la emergencia de la floración en 10 plantas seleccionadas al azar por tratamiento.

Figura 2.6

Días a la floración



c) Peso del racimo comercial (kg)

Se determinó el peso comercial de los racimos por planta y tratamiento mediante el uso de una balanza de plataforma con capacidad de 50 kg, registrando los valores obtenidos en kilogramos. La evaluación se realizó al finalizar la cosecha, considerando cada uno de los cultivares evaluados.

Figura 2.7

Peso de racimo comercial (kg)



d) Cantidad de manos comerciales del racimo (unid.)

Se determinó la cantidad de manos por racimo en madurez comercial, evaluando 10 plantas seleccionadas al azar por tratamiento, en forma simultánea con el peso del racimo y según los requerimientos de la ficha técnica del mercado.

Figura 2.8

Número de manos comercial del racimo (unid)



e) Número de dedos comercial del racimo (unidad)

Se determinó el número de dedos por racimo en madurez comercial, evaluando 10 plantas seleccionadas al azar por tratamiento, en forma conjunta con el peso comercial del racimo y según las especificaciones del mercado.

Figura 2.9

Numero de dedos comercial del racimo



f) Rendimiento total por hectárea (kg/ha)

El rendimiento fue estimado mediante el peso individual de los racimos por planta y tratamiento, proyectándose los resultados a kg/ha según la densidad de plantación establecida para cada sistema de siembra.

Figura 2.10

Pesaje de racimos por planta



2.5.2. Rentabilidad económica de los cultivos

a) Evaluación económica de los costos de producción (S/x ha)

Se determinaron los costos generados por el manejo agronómico de los cultivos de banano y plátano durante todo el proceso productivo, considerando las actividades realizadas desde la instalación del cultivo hasta la etapa de cosecha.

b) Valor económico de la producción obtenida (S/ x ha)

Los ingresos se determinaron en soles considerando el valor obtenido por la comercialización total de los racimos de banano y plátano cosechados durante el periodo de evaluación.

c) Valor bruto de producción (S/ x ha)

Se consideraron los rendimientos obtenidos por cada cultivar, expresados en kg ha⁻¹, multiplicados por el precio de venta del producto en chacra (S/ kg). La producción fue destinada a la comercialización en los mercados local y regional.

d) Ingreso neto (S/ x ha)

Se determinó el ingreso neto mediante la diferencia entre el valor bruto de producción (S/ ha) y los costos totales de producción (S/ ha) generados durante el manejo de los cultivos de banano y plátano, permitiendo conocer el beneficio económico obtenido por cada tratamiento evaluado.

e) Evaluación de la rentabilidad económica (%)

Para determinar la rentabilidad porcentual de los cultivos evaluados, se estableció la relación entre el valor neto de producción (S/ ha) y el costo total de producción (S/ ha). El resultado obtenido fue expresado en porcentaje mediante la multiplicación de dicha relación por 100, permitiendo conocer el beneficio económico generado por cada cultivar en estudio.

2.6. Desarrollo del experimento

2.6.1. Selección y acondicionamiento del área experimental

Los cultivos de banano y plátano requieren condiciones agroecológicas adecuadas para lograr un óptimo crecimiento y desarrollo. En este sentido, los suelos de la parcela experimental de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal presentan

condiciones favorables para el establecimiento del cultivo, debido a su aptitud agrícola. El análisis del suelo determinó una textura areno-limosa y un pH neutro de 7,16, características que contribuyen a una adecuada disponibilidad de nutrientes y al desarrollo productivo de las plantas.

Figura 2.11

Selección de terreno para la instalación de cultivos



2.6.2. *Labores de preparación del suelo*

Inicialmente, se realizó la limpieza y delimitación del terreno experimental utilizando herramientas y materiales de campo. Posteriormente, se efectuó la apertura de hoyos de $40 \times 40 \times 40$ cm para la instalación de hijuelos, considerando un distanciamiento de 3×3 m (1283 plantas ha^{-1}) y un sistema de doble hilera con una densidad aproximada de 1960 plantas ha^{-1} .

Figura 2.12

Preparación de terreno para la instalación de cultivos



2.6.3. Sistema de siembra y distanciamiento

El cultivo se estableció bajo dos sistemas de siembra: tresbolillo, con un distanciamiento de 3×3 m y una densidad de 1283 plantas/ha; y doble hilera, con una separación de 1.7 m entre plantas y 2 m entre hileras, alcanzando 1960 plantas/ha.

Figura 2.13

Sistema de siembra y distanciamiento para la instalación de cultivares



2.6.4. Selección y clasificación de semilla vegetativa (hijuelo)

Los hijuelos adquiridos procedieron del núcleo semillero de cultivares de plátano y banano de la Municipalidad Distrital de Pichari, que cuenta con semillas garantizadas y certificadas por el SENASA. Luego de realizado la selección de semillas (hijuelos), se procedió con la clasificación en tres tamaños: pequeño, mediano y grande.

Figura 2.14

Selección y clasificación de semilla vegetativa (hijuelo)



2.6.5. Preparación de hijuelos

Se realizó la limpieza, desinfección y acondicionamiento de los hijuelos mediante la eliminación de suelo y raíces, aplicando una solución fitosanitaria y enraizante compuesta por Benfurocab, Vitavax, Rooting y adherente. Los hijuelos fueron sumergidos durante 5 min y luego oreados por 30 min antes de su instalación en campo.

Figura 2.15

Preparación y desinfección de hijuelos la instalación



2.6.6. Siembra de hijuelos

Luego de la apertura de los hoyos y la desinfección de los hijuelos, se realizó la siembra de acuerdo con el croquis experimental establecido. Como fertilización de fondo se incorporó compost y estiércol como abonos orgánicos, aplicando 250 g por hoyo, los cuales fueron mezclados con tierra agrícola y posteriormente colocados nuevamente en el hoyo para favorecer el establecimiento y desarrollo inicial de las plantas.

Figura 2.16

Siembra de hijuelos de musa sp.



2.6.7. Abonamiento de plantas

Los abonos fueron aplicados en tres momentos durante la etapa de crecimiento y desarrollo de las plantas: el primer abonamiento se realizó a los 45 días, el segundo a los 90 días y el tercero a los 150 días después de la instalación del cultivo. Se utilizaron como fuentes de fertilización el estiércol de cuy (EC) y la mezcla de NPK. Las dosis aplicadas en cada tratamiento fueron determinadas considerando la composición nutricional de los abonos orgánicos e inorgánicos, los resultados del análisis de suelo de la parcela experimental y los requerimientos de nutrientes de los cultivares evaluados.

Figura 2.17

Preparación de abonos de estiércol de cuy y mezcla de fertilizantes



2.6.8. Otras labores agronómicas

Durante el desarrollo del cultivo se realizaron diversas labores agronómicas, entre ellas el deshije, deshoje, deschante, enfunde, desflore, deschive, desmane y daipiado, además de la aplicación de fertilizantes foliares, fungicidas e insecticidas. Estas actividades fueron ejecutadas en los momentos adecuados según las etapas de crecimiento y desarrollo de las plantas, con la finalidad de favorecer el manejo productivo y sanitario del cultivo.

2.6.9. Control de plagas

El manejo fitosanitario se realizó de manera oportuna durante las diferentes etapas de crecimiento y desarrollo de las plantas, considerando los principios del manejo integrado de plagas y enfermedades. Para ello, se efectuó el control de insectos plaga como el picudo y nematodos, así como de enfermedades de origen fungoso y bacteriano,

entre ellas la sigatoka, moko y elefantiasis, con el propósito de mantener la sanidad y productividad del cultivo.

Figura 2.18

Control de plagas en los cultivares



2.6.10. Cosecha y post cosecha

La cosecha se efectuó cuando los frutos alcanzaron la madurez fisiológica adecuada. El corte del raquis se realizó cuidadosamente, evitando causar daños mecánicos en los dedos del racimo. Posteriormente, los racimos fueron trasladados sobre el hombro del operador hacia el área destinada al acopio, procesamiento y empackado.

Figura 2.19

Cosecha y post cosecha de racimos en los cultivares



2.7. Procesamiento de la información

El procesamiento de la información relacionada con la productividad de los cultivares de plátano y banano se realizó mediante el análisis estadístico de los datos obtenidos de las variables evaluadas en el experimento. Para ello, se aplicó el análisis de varianza (ANVA) y la prueba de comparación múltiple de Tukey ($p = 0.05$), con la finalidad de determinar la existencia de diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados. En cuanto al análisis económico, se elaboró la estructura de costos de producción, considerando los ingresos generados por la venta del producto, el valor bruto de producción y el ingreso neto, con el propósito de determinar la rentabilidad porcentual de los cultivares bajo las condiciones del ensayo.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Productividad de cultivares de plátano y banano

3.1.1. *Altura de planta*

Tabla 3.1

Análisis de variancia de altura de planta a la floración de cultivares de plátano y banano con fuentes de abonos. Pichari 560 msnm

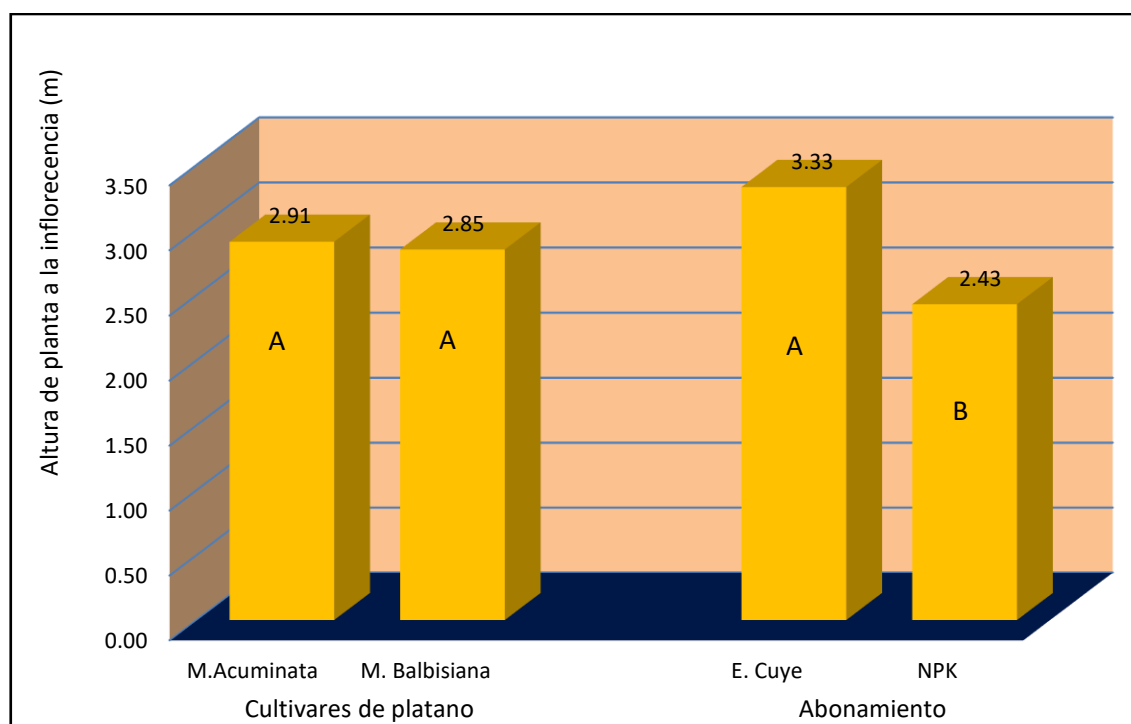
F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	0.0026	0.0013	0.21	0.8144 ns
Abonos (A)	1	0.01	0.01	1.76	0.2334 ns
Cultivares ©	1	2.44	2.44	394.45	<0.0001**
Interacción (A x C)	1	0.02	0.02	2.79	0.1459 ns
Error	6	0.04	0.01		
Total	11	2.51			

C.V. = 2.73 %

La tabla 3.1 correspondiente al análisis de varianza de la variable altura de planta, considerando el efecto de los abonos y cultivares evaluados, evidencia diferencias altamente significativas para el factor cultivares. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticas significativas en la interacción entre las fuentes de abonamiento y los cultivares, lo que permite interpretar únicamente el efecto individual de los cultivares sobre esta variable. Asimismo, el coeficiente de variación obtenido (2.73 %) indica una alta precisión experimental y confiabilidad en los datos registrados.

Figura 3.1

Prueba de Tukey de los efectos principales de altura de planta a la floración de cultivares de plátano y banano con fuentes de abonos y cultivares. Pichari 560 msnm



La figura 3.1 de la prueba de Tukey muestra uniformidad en altura de planta en los dos cultivares en el promedio de fuentes de abonamiento, sin embargo, el cultivar *Musa acuminata* (Cavendish Williams) es la que presenta numéricamente una mayor altura de planta con 2.91 m; mientras que con estiércol de cuy (EC) se obtiene una mayor respuesta en altura de planta con un valor de 3.33 m, superando estadísticamente a la fertilización NPK, respuesta que nos muestra la diferencia morfoagronómica que existe entre los cultivares de banano y plátano.

Según Mendoza & Zamora (2018): en estudios de plátano en zonas tropicales del Perú, los abonos orgánicos como el estiércol de cuy liberan nutrientes de forma gradual, mejoran la estructura del suelo y favorecen el crecimiento vegetativo mucho más que los fertilizantes químicos de efecto rápido como el NPK.

3.1.2. Días a la floración

Tabla 3.2

Análisis de variancia de días a la floración de cultivares de plátano y banano con fuentes de abonos y cultivares. Pichari 560 msnm

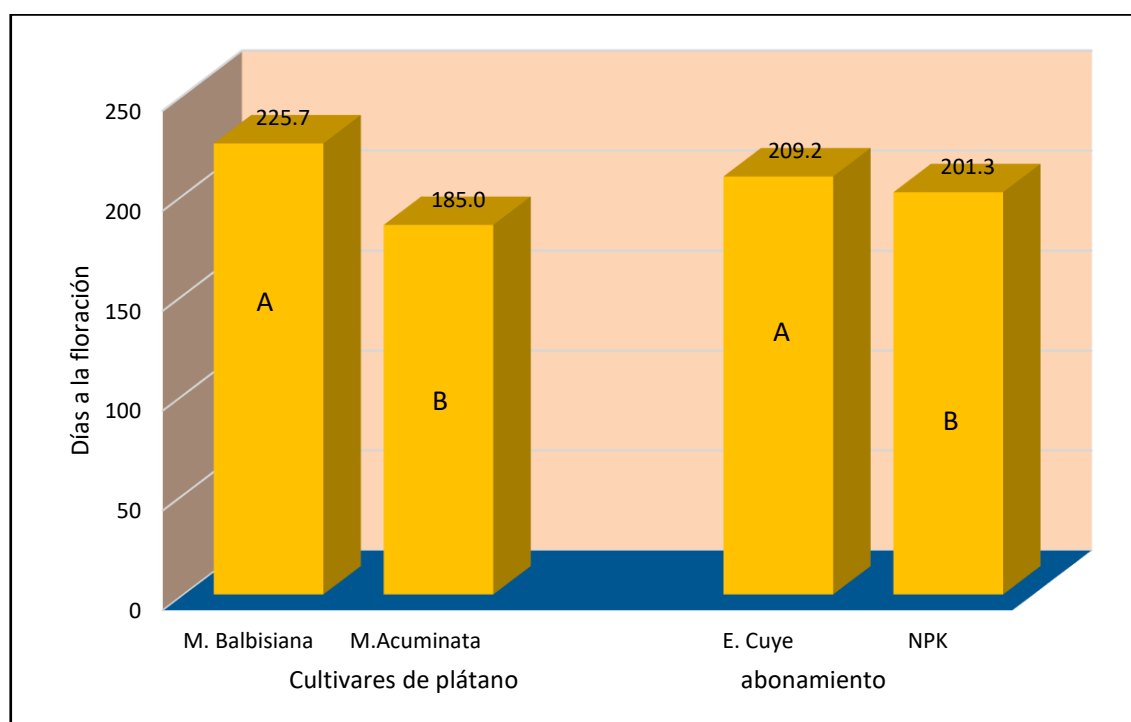
F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	68.69	34.34	1.71	0.2584 ns
Abonos (A)	1	188.02	188.02	9.36	0.0222 *
Cultivares ©	1	5006.17	5006.17	249.27	<0.0001**
Interacción (A x C)	1	5.47	5.47	0.27	0.6205 ns
Error	6	120.50	20.08		
Total	11	5388.84			

C.V. = 2.18 %

La tabla 3.2 presenta el análisis de variancia de la variable días a floración, donde se observa significancia estadística para el efecto de los abonos y alta significancia estadística para los cultivares evaluados. Sin embargo, la interacción entre abonos y cultivares no presentó diferencias estadísticas significativas, lo que permite analizar el efecto individual de cada factor por separado. Asimismo, el coeficiente de variación de 2,18 % indica una adecuada precisión y confiabilidad en los datos obtenidos durante el desarrollo del experimento.

Figura 3.2

Prueba de Tukey de los efectos principales de días a floración de cultivares de plátano y banano con fuentes de abonamiento. Pichari 560 msnm



La figura 3.2 de la prueba de Tukey de los efectos principales de días a floración en los cultivares, se observa diferencia estadística entre los cultivares, siendo la *Musa acuminata* (Cavendish Williams) la más precoz con 185 días a la floración y la *Musa balbisiana* (Ordinario) como la más tardía con 225.7 días; asimismo, se observa una mayor precocidad cuando se aplicó el abono inorgánico NPK con 201.3 días y tardía al haberse aplicado el abono orgánico de cuy (EC) con 209.2 días; lo que nos muestra que la respuesta de las plantas es diferente con ambas fuentes, siendo más acelerado el crecimiento, desarrollo y floración de las plantas con abonamiento NPK, en cuya formulación figura el Nitrato di amónico, cuyo ión nitrato (NO_3^-) es asimilado más rápido por las plantas.

3.1.3. *Peso de racimos comercial*

Tabla 3.3

Análisis de variancia del peso de racimos comercial de cultivares de plátano y banano con fuentes de abonos y cultivares. Pichari 560 msnm

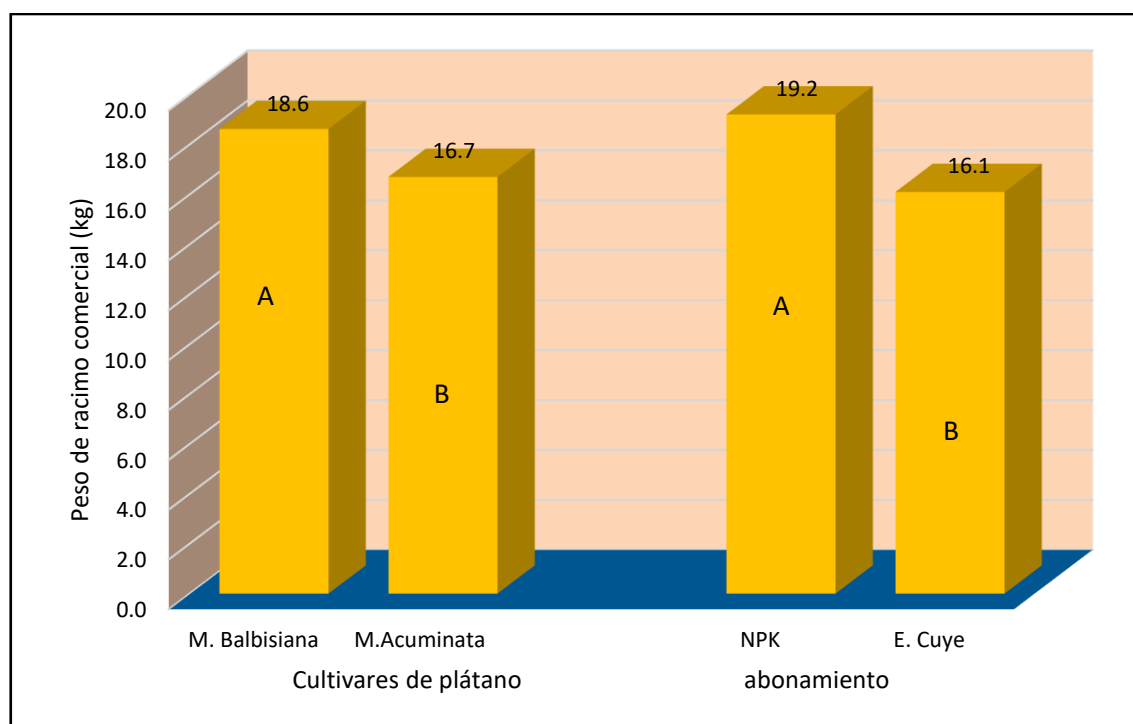
F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	1.15	0.57	6.97	0.0273 *
Abonos (A)	1	28.12	28.12	341.36	<0.0001 **
Cultivares ©	1	11.31	11.31	137.28	<0.0001**
Interacción (A x C)	1	0.22	0.22	2.63	0.1558 ns
Error	6	0.49	0.08		
Total	11	41.29			

C.V. = 1.63 %

La tabla 3.3 presenta el análisis de varianza correspondiente al peso comercial de los racimos, donde se observa una alta significancia estadística para los efectos principales de los factores abonos y cultivares. No obstante, la interacción entre ambos factores no presentó diferencias estadísticas significativas, permitiendo realizar la interpretación individual del efecto de los abonos y cultivares sobre esta variable. Asimismo, el coeficiente de variación obtenido (1.63 %) evidencia una elevada precisión experimental y confiabilidad en los datos registrados durante el ensayo.

Figura 3.3

Prueba de Tukey de los efectos principales de pesos de racimos comercial de cultivares de plátano y banano con fuentes de abonamiento. Pichari 560 msnm



En la figura 3.3 de la prueba de Tukey del peso de racimos comercial se observa diferencia estadística entre cultivares de plátano y banano, siendo la *Musa balbisiana* (ordinario) la de mayor peso con un valor de 18.6 kg y la *Musa acuminata* (Cavendish Williams) con menor peso con 16.7 kg; mientras que el promedio con fuentes de abonamiento, con fertilización NPK se obtiene un mayor peso con un valor de 19.2 kg superando estadísticamente al estiércol de cuy (EC) con 16.1. kg de peso de racimos.

Estos resultados obtenidos en los cultivares con fuentes de abonos son diferenciados, lo que nos muestra que con abonamiento NPK se logra el mayor peso de racimos debido al mayor crecimiento y desarrollo de plantas cuya mayor área foliar permite una mayor actividad fotosintética y por ende una mayor producción y acumulación de fotosintatos en los racimos de las plantas, siendo lo contrario en plantas con abonamiento de EC; siendo superior a los reportes de Ramos-Agüero & Martí (2016) que el banano Ordinario en condiciones de Tarapoto produce 34.58 dedos por racimo, 5.71 manos por racimo y 9.81 kg por racimo.

3.1.4. Número de dedos comercial

Tabla 3.4

Análisis de variancia del número de dedos comercial de cultivares de plátano y banano con fuentes de abonos y cultivares. Pichari 560 msnm

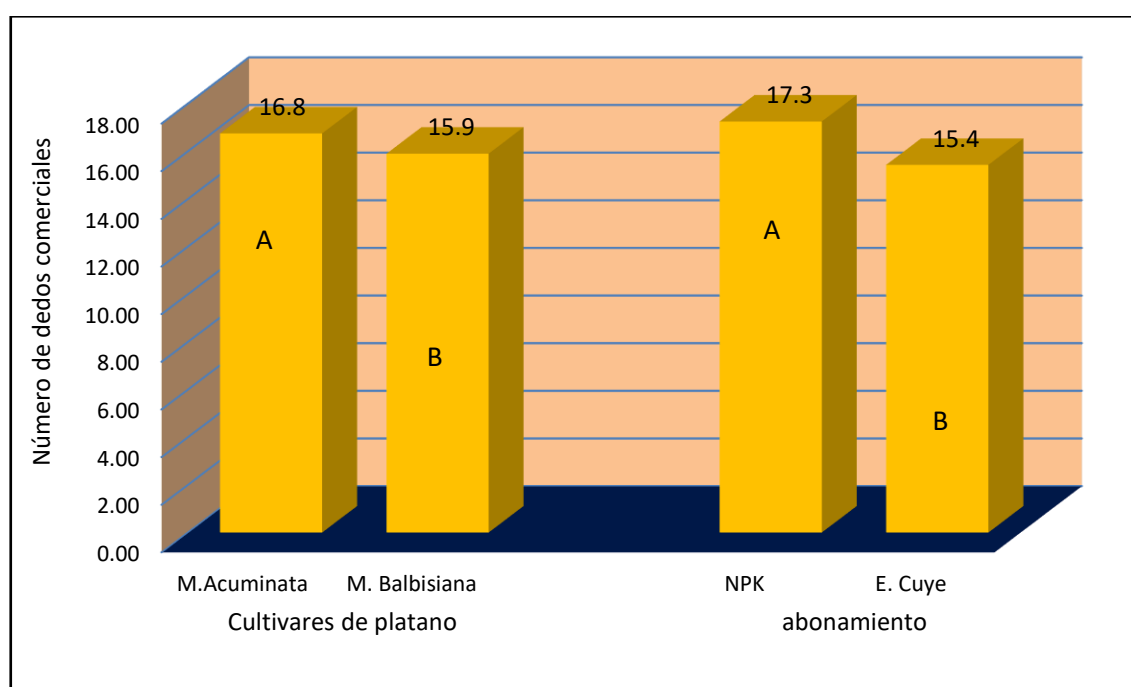
F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	0.07	0.03	0.29	0.7550 ns
Abonos (A)	1	9.96	9.96	89.29	0.0001 **
Cultivares ©	1	2.04	2.04	18.29	0.0052 **
Interacción (A x C)	1	0.61	0.61	5.45	0.0582 ns
Error	6	0.67	0.11		
Total	11	13.34			

C.V. = 2.04 %

La tabla 3.4 presenta el análisis de variancia correspondiente al número de dedos comerciales en los cultivares, donde se evidencia una alta significancia estadística para los efectos principales de los abonos y cultivares evaluados. Sin embargo, la interacción entre ambos factores no presentó diferencias estadísticas significativas, lo que permite analizar de manera independiente el efecto de cada factor sobre esta variable. Asimismo, el coeficiente de variación de 2,04 % indica una adecuada precisión y confiabilidad de los datos obtenidos durante el desarrollo del ensayo experimental.

Figura 3.4

Prueba de Tukey de los efectos principales del número de dedos comercial de cultivares de plátano y banano con fuentes de abonamiento. Pichari 560 msnm



La figura 3.4 de la prueba de Tukey de los efectos principales del número de dedos comercial de cultivares, se observa diferencia estadística entre cultivares de plátano, siendo la Musa acuminata (Cavendish Williams) con 16.8 dedos y la Musa balbisiana (ordinario) con 15.9 dedos; mientras que las fuentes de abonos con NPK se obtiene el mayor número de dedos con 17.3 dedos superior estadísticamente al estiércol de cuy (EC) con 15.4 dedos comercial. Estos resultados obtenidos en los cultivares y fuentes de abonos son diferenciados, lo que nos indica que con abonamiento NPK se obtiene un mayor número de dedos comercial por racimo al relacionarse con el mayor crecimiento y desarrollo de plantas, cuyos racimos presentaron mayor número de dedos; mientras que con EC presenta menor número de dedos en los racimos.

3.1.5. Número de manos comercial del racimo

Tabla 3.5

Análisis de variancia del número de manos comercial del racimo de cultivares de plátano y banana con fuentes de abonos y cultivares. Pichari 560 msnm

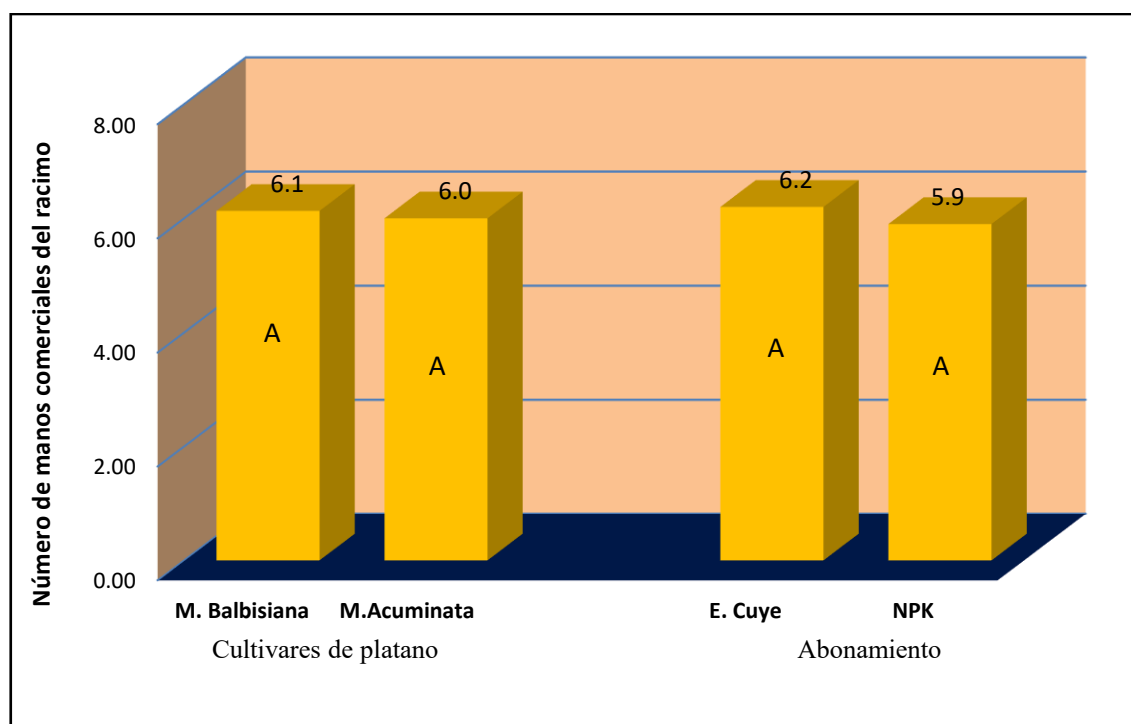
F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	0.29	0.14	1.05	0.4068 ns
Abonos (A)	1	0.24	0.24	1.76	0.2326 ns
Cultivares ©	1	0.10	0.10	0.74	0.4233 ns
Interacción (A x C)	1	0.14	0.14	1.03	0.3492 ns
Error	6	0.82	0.14		
Total	11	1.59			

C.V. = 6.12 %

La tabla 3.5 muestra el análisis de variancia correspondiente al número de manos comerciales por racimo de los cultivares evaluados, donde se observa que ninguna de las fuentes de variación presentó diferencias estadísticas significativas. Estos resultados evidencian un comportamiento homogéneo de los tratamientos respecto a esta variable evaluada. Asimismo, el coeficiente de variación obtenido (6.12 %) indica una adecuada precisión experimental y confiabilidad en los datos registrados durante el ensayo.

Figura 3.5

Prueba de Tukey de los efectos principales del número de manos comerciales del racimo de cultivares de plátano y banano con fuentes de abonamiento. Pichari 560 msnm



En la figura 3.5 se presenta la prueba de Tukey de los efectos principales del número de manos comerciales de racimos en los cultivares, donde no existe diferencia estadística en ninguna de las fuentes de variación indicándonos una uniformidad en esta variable, pero la *Musa balbisiana* abonado con estiércol de cuyes muestran numéricamente los mayores valores.

3.1.6. Rendimiento de cultivares por hectárea

Tabla 3.6

Análisis de variancia del rendimiento por hectárea de cultivares de plátano y banano con fuentes de abonos y cultivares. Pichari 560 msnm

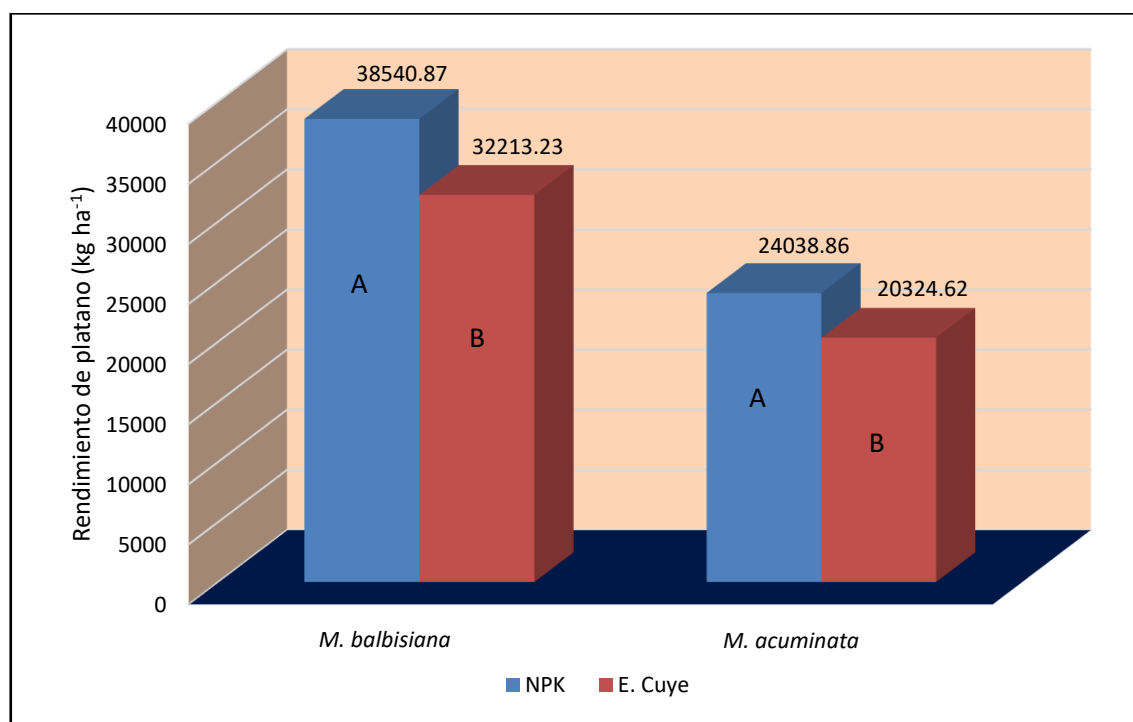
F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	2965098.21	1482549.11	5.35	0.0463 *
Abonos (A)	1	75629515.45	75629515.45	273.13	<0.0001 **
Cultivares ©	1	522348617.99	522343617.99	1886.42	<0.0001 **
Interacción (A x C)	1	5122342.40	5122342.40	18.50	0.0051 **
Error	6	1661394.49	276899.08		
Total	11	607726968.55			

C.V. = 1.83 %

La tabla 3.6 del análisis de varianza del rendimiento de los cultivares de plátano y banano muestra alta significancia estadística en la interacción entre abonamientos y cultivares, permitiendo evaluar los efectos simples de los factores estudiados. El coeficiente de variación (1.83 %) evidencia una buena precisión experimental y confiabilidad en los resultados obtenidos.

Figura 3.6

Prueba de Tukey de los efectos simples de fuentes de abonos en los cultivares de plátano. y banano. Pichari 560 msnm

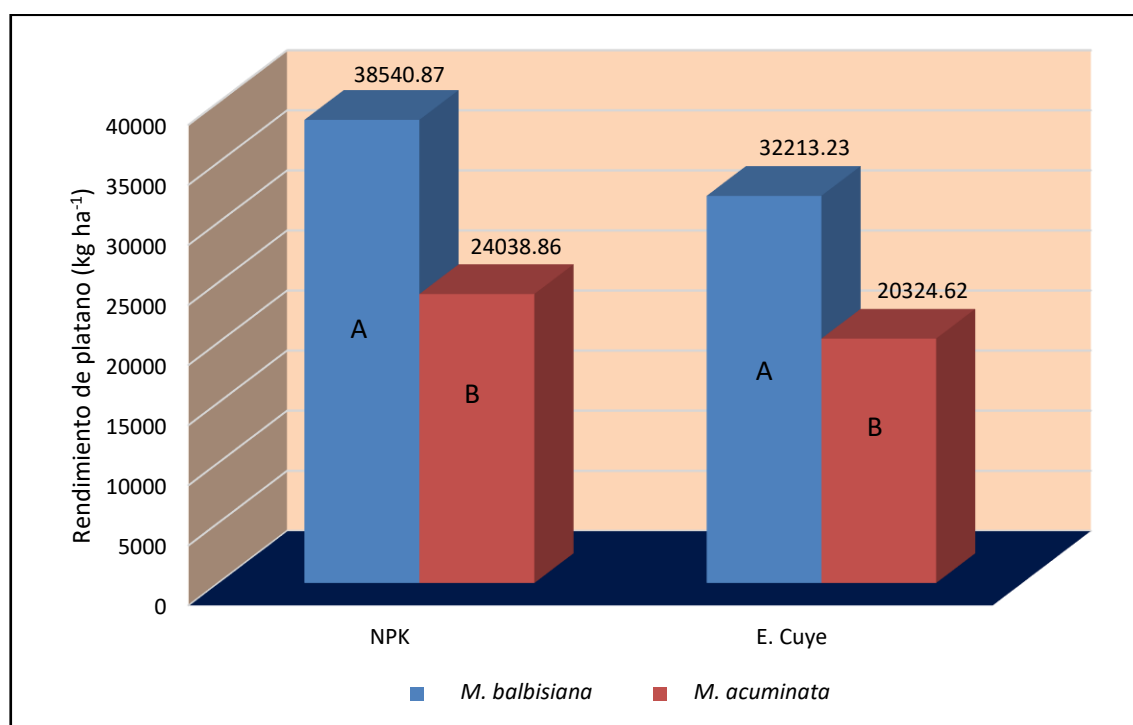


La figura 3.6 de la prueba de Tukey del rendimiento en fruta, nos muestra que el cultivar *Musa balbisiana* (ordinario) con abonamiento NPK se logró el mayor rendimiento con 38,540 kg.ha⁻¹, con superioridad estadística al abonamiento con estiércol de cuy (EC) con menor rendimiento de 32,213.23 kg.ha⁻¹; mientras que el *Musa acuminata* (Cavendish Williams) con abonamiento NPK se logra el mayor rendimiento con 24,038.86 kg.ha⁻¹ con diferencia estadística al abonamiento con estiércol de cuy (EC) con menor rendimiento de 20,324.62 kg.ha⁻¹. Esta diferencia de los rendimientos de debe a la mayor disponibilidad de nutrientes por las plantas abonadas con NPK que se expresa en el crecimiento y desarrollo más precoz de las plantas del Cavendish Williams frente al plátano Ordinario.

Los rendimientos logrados con el cultivar Ordinario son superiores al rendimiento del cultivar Williams abonados con NPK y GI+SP (guano de isla y sulfato de potasio) de 23448 kg/ha y 25741 kg/ha, respectivamente, mientras con el cultivar Williams se obtienen rendimientos dentro de lo reportado por Espinoza (2025); la diferencia se deba a la mayor respuesta a las dosis de NPK con otros componentes que influenciaron en el crecimiento y desarrollo de las plantas que se expresaron en el mayor peso de racimos comercial de los cultivares.

Figura 3.7

Prueba de Tukey de los efectos simples en los cultivares de plátano y banano con fuentes de abonamiento. Pichari 560 msnm



En la prueba de Tukey del rendimiento en fruta (figura 3.7), nos muestra que cuando se abona el cultivar *Musa balbisiana* (ordinario) con fuente de NPK se logra el mayor rendimiento con 38,540 kg.ha⁻¹ con diferencia estadística frente al cultivar *Musa acuminata* (Cavendish Williams) con 24,038.86 kg.ha⁻¹; mientras que, cuando se abona con estiércol de cuy (EC) el cultivar *Musa balbisiana* (ordinario) se obtuvo el mayor rendimiento con 32,213.23 kg.ha⁻¹ y con diferencia estadística frente al cultivar *Musa acuminata* (Cavendish Williams) con rendimiento de 20,324.62 kg.ha⁻¹.

Los rendimientos obtenidos en los cultivares con fuentes de abonamiento orgánico e inorgánico se diferencian estadística y numéricamente, siendo mayores los rendimientos con fuentes de abono NPK respecto a la fuente de abono EC, debido a la rápida absorción y asimilación de elementos nutritivos de NPK por las plantas que se expresan en el crecimiento y desarrollo precoz con respecto a la lenta asimilación de nutrientes de EC.

Estos resultados logrados son superiores a los obtenidos por Ramos-Agüero & Martí (2016) que el plátano Ordinario en condiciones de Tarapoto produjo 9.81 kg de plátanos por racimo y un rendimiento de 13.08 t/ha.

3.2. Rentabilidad económica de cultivares de plátano y banano

3.2.1. Costos de producción

Tabla 3.7

Costos de producción en los tratamientos de cultivares de banano y plátano. Pichari 560 msnm

Tratamiento	Cultivares de banano y plátano	Costos directos (S/x ha)	Costos indirectos (S/ x ha)	Costos de producción (S/ x ha)
T3: NPK	Ordinario	16,643.10	956.90	17,600.00
T1: NPK	C. Williams	16,139.10	956.90	17,096.00
T4: Estiércol cuy	Ordinario	14,318.10	956.90	15,275.00
T2: Estiércol cuy	C. Williams	13,814.10	956.90	14,771.00

En la tabla 3.7 se reporta los costos directos, indirectos y costos de producción de cultivares banano y plátano, siendo los costos de producción de cultivares Ordinario y C. Williams con los tratamientos T3 y T1 (NPK) de 17,600.00 y 17,096.00 soles.ha⁻¹, respectivamente; mientras que los costos de producción con los tratamientos T4 y T2 (EC) fueron de 15,275.00 y 14,771.00 soles.ha⁻¹, respectivamente.

Los resultados obtenidos de los costos de producción en los tratamientos de cultivares Ordinario y Williams se obtienen en el tratamiento T3 (NPK) el mayor costo con 17,600.00 soles.ha⁻¹ y en el tratamiento T1 (NPK) el menor costo con 17,096.00 soles.ha⁻¹; mientras que en los tratamientos T4 y T2 (EC) en los cultivares Ordinario y Williams los costos de producción son menores con 15,275.00 y 14,771.00 soles.ha⁻¹,

respectivamente. los mayores costos se deben al uso de los fertilizantes y el menor costos por uso de insumos orgánicos como el estiércol de cuy (EC).

Espinoza (2025) reporta que los costos de producción del cultivar Williams bajo la aplicación de NPK y GI+SP alcanzaron valores de 19 007.00 y 18 357.00 soles/ha, respectivamente, siendo superiores a los obtenidos en el presente ensayo. En una actividad agrícola como la producción de plátano y banano, los costos de producción se clasifican en directos e indirectos. Los costos directos corresponden a aquellos recursos que participan directamente en el proceso productivo, como semillas, fertilizantes, abonos orgánicos, pesticidas y otros insumos agrícolas. Por otro lado, los costos indirectos comprenden aquellos gastos complementarios que no forman parte directa del producto final, tales como mano de obra administrativa, equipos, herramientas, materiales, servicios, seguros, alquileres y costos financieros (Condeña, 2020).

3.2.2. Valor bruto de producción

Tabla 3.8

Rendimiento, precio unitario y valor bruto de producción de cultivares de banano y plátano. Pichari 560 msnm

Tratamiento	Cultivares	Rendimiento (kg/ha)	Precio unitario (S/ x kg)	Valor bruto de producción (S/ x ha)
T3: NPK	Ordinario	38,540.87	0.70	26,978.61
T1: NPK	C. Williams	32,213.23	1.00	32,213.23
T4: Estiércol cuy	C. Ordinario	24,038.86	0.70	16,827.20
T2: Estiércol cuy	Williams	20,324.62	1.00	20,324.62

La tabla 3.8 presenta los rendimientos, precios de comercialización y valores brutos de producción (VBP) obtenidos en los tratamientos evaluados con los cultivares de banano y plátano. Los rendimientos fueron valorizados considerando los precios de compra establecidos por empresas acopiadoras y comercializadoras del Mercado de Frutas N.º 2 de la ciudad de Lima, registrándose valores promedio de S/ 0.70 kg⁻¹ para el cultivar Ordinario y S/ 1.00 kg⁻¹ para el cultivar Williams. En el cultivar Ordinario, los tratamientos T3 (NPK) y T4 (EC) alcanzaron valores brutos de producción de S/ 26 978.61 y S/ 16 827.20 por hectárea, respectivamente. Mientras que en el cultivar

Williams, los tratamientos T1 (NPK) y T2 (EC) presentaron valores de S/ 32 213.23 y S/ 20 324.62 por hectárea, respectivamente.

Los rendimientos obtenidos en los tratamientos evaluados presentaron variaciones debido principalmente a la aplicación de diferentes dosis de fertilización inorgánica (NPK) y orgánica (EC), manteniendo similares labores agronómicas durante el manejo del cultivo. Estas diferencias también estuvieron influenciadas por la inversión inicial destinada al establecimiento de los cultivares y los costos de mantenimiento requeridos durante el desarrollo del experimento en la parcela experimental. En este sentido, la aplicación de abonos en los tratamientos evaluados representa un sistema de producción con mayor nivel tecnológico en comparación con el manejo tradicional de baja tecnología empleado por los productores de banano y plátano de la zona de estudio. Por ello, el establecimiento de los cultivares demandó una mayor inversión inicial, mientras que las actividades de mantenimiento requirieron menores recursos económicos durante el ciclo productivo.

3.2.3. Valor neto de producción

Tabla 3.9

Valor neto de producción de cultivares de banano y plátano. Pichari 560 msnm

Tratamiento	Cultivares de banano y plátano	Valor bruto de producción (S/ x ha)	Costos de producción (S/ x kg)	Valor neto de producción (S/ x ha)
T3: NPK	Ordinario	26,978.61	17,600.00	9,378.61
T1: NPK	C. Williams	32,213.23	17,096.00	15,117.23
T4: Estiércol cuy	Ordinario	16,827.20	15,275.00	1,552.20
T2: Estiércol cuy	C. Williams	20,324.62	14,771.00	5,553.62

En la tabla 3.9 se presenta el valor neto de producción (VNP) o ingreso neto obtenido mediante la diferencia entre el valor bruto de producción y los costos de producción de cada tratamiento evaluado en los cultivares Ordinario y Cavendish Williams. Los resultados muestran que en el cultivar Ordinario, los tratamientos T3 (NPK) y T4 (EC) alcanzaron valores netos de producción de 9 378,61 y 1 552,20 soles ha^{-1} , respectivamente. Por otro lado, en el cultivar Williams, los tratamientos T1 (NPK) y T2 (EC) registraron ingresos netos de 15 117,23 y 5 553,62 soles ha^{-1} , respectivamente.

Estos resultados evidencian diferencias en el beneficio económico generado por cada tratamiento, debido principalmente a la respuesta productiva de los cultivares y a los costos asociados al manejo agronómico. Asimismo, los valores obtenidos presentan diferencias respecto a los reportados por Espinoza (2025) en un ensayo realizado en Pichari con la variedad Williams, quien obtuvo un VNP de 7 588,30 soles ha⁻¹ con la aplicación de NPK y 4 809,90 soles ha⁻¹ con la aplicación de GI+SP.

Los valores netos de producción obtenidos en los tratamientos evaluados estuvieron influenciados por la relación existente entre los ingresos generados por la producción y los costos necesarios para el manejo de cada cultivar. Estos resultados guardan relación con lo indicado por el Ministerio de Economía y Finanzas (2014), que señala la importancia de considerar el valor bruto de producción (VBP) y el valor neto de producción (VNP) como indicadores fundamentales para la evaluación económica de una actividad agrícola. El VBP se obtiene mediante la multiplicación del rendimiento alcanzado por el cultivo (kg ha⁻¹) por el precio de venta del producto en chacra (S/ kg). Por su parte, el VNP se determina mediante la diferencia entre el valor bruto de producción por hectárea y los costos generados durante el proceso productivo, permitiendo conocer el beneficio económico real obtenido en cada tratamiento evaluado.

3.2.4. Rentabilidad económica en porcentaje

Tabla 3.10

Rentabilidad económica en porcentaje de cultivares de plátano y banano, Pichari 560 msnm

Tratamiento	Variedad de Banano	Valor neto de producción (S/x ha)	Costos de producción (S/ x kg)	Rentabilidad (%)
T3: NPK	Ordinario	9,378.61	17,600.00	87.66 %
T1: NPK	C. Williams	15,117.23	17,096.00	11.57 %
T4: Estiércol cuy	Ordinario	1,552.20	15,275.00	10.16 %
T2: Estiércol cuy	C. Williams	5,553.62	14,771.00	37.60 %

En la tabla 3.10 se observa la rentabilidad económica en porcentaje de los cultivares, con los tratamientos T3 (NPK) y T4 (estiércol de cuy) en el cultivar Ordinario se lograron el 87.66% y 10.16% de rentabilidad económica, respectivamente; mientras

con los tratamientos T1 (NPK) y T2 (EC) en el cultivar Williams se obtuvieron el 11.57% y 37.60% de rentabilidad económica, respectivamente.

Los resultados obtenidos permiten afirmar que los cultivares Ordinario y Williams generaron beneficios económicos favorables bajo los tratamientos evaluados. La mayor rentabilidad porcentual se alcanzó con el tratamiento T3 (NPK) en el cultivar Ordinario y T2 (EC) en el cultivar Williams, cuyos valores superaron la tasa de descuento del capital de trabajo establecida por AGROBANCO (20 % anual). En cambio, los tratamientos T1 (NPK) en Williams y T2 (EC) en Ordinario presentaron menores niveles de rentabilidad, ubicándose por debajo de dicha tasa de referencia. A pesar de estas diferencias, la producción de ambos cultivares resultó económicamente rentable durante la primera campaña productiva 2023-2024, considerando los precios de venta de 1,00 sol kg⁻¹ para el cultivar Ordinario y 0,70 soles kg⁻¹ para Williams. Asimismo, se prevé que la rentabilidad aumente a partir del segundo año de producción, debido a la reducción de los costos de establecimiento, ya que las nuevas plantas provendrán de hijuelos generados por la planta madre y requerirán principalmente labores de manejo agronómico y aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos. Esta condición permitirá mantener la producción durante los años siguientes, considerando una vida productiva aproximada de 15 años de la plantación.

Según el Ministerio de Economía y Finanzas (2014), la rentabilidad porcentual de un cultivo se obtiene mediante la relación entre el valor neto de producción (S/ ha) y el costo total de producción (S/ ha). El resultado de esta relación se expresa en porcentaje al multiplicarlo por 100, permitiendo determinar el beneficio económico generado en función de la inversión realizada durante el proceso productivo.

CONCLUSIONES

1. Evaluado las fuentes de abonamiento orgánico e inorgánico en la productividad de cultivares *Musa acuminata* (Cavendish Williams) y *Musa balbisiana* (ordinario), en altura de planta a la floración de C. Williams con NPK (Fosfato diamónico, Nitrato diamónico y Cloruro de Potasio) y EC (estiércol de cuy) es superior estadísticamente al Ordinario; con abono EC se obtiene mayor respuesta superando estadísticamente a la fertilización con NPK. En días a floración, C. Williams es más precoz que el Ordinario. En peso de racimos comercial por planta, los cultivares Ordinario y Williams así como con fuente NPK con diferencia estadística. En número de dedos comercial, C. Williams y Ordinario con diferencia estadística y con fuentes de abonos el NPK supera estadísticamente al EC. En número de manos comercial, los cultivares Ordinario y C. Williams, y con fuentes de abono sin diferencia estadística. En rendimiento, con NPK el Ordinario produce 38,540 kg.ha⁻¹ y C. Williams con 24,038.86 kg.ha⁻¹, con EC, el Ordinario produce 32,213.23 kg.ha⁻¹ y C. Williams con 20,324.62 kg.ha⁻¹.
2. En la rentabilidad económica de los cultivares, en costos de producción de Ordinario con NPK y EC es de 17,600.00 y 15,275.00 soles/ha, C. Williams con NPK y EC con 17,096.00 y 14,771.00 soles/ha, respectivamente. El valor bruto de producción (VBP), Ordinario con NPK y EC con 26,978.61 y 16,827.20 soles/ha, y C. Williams con NPK y EC con 32,213.23 y 20,324.62 soles/ha, respectivamente. El valor neto de producción (VNP), Ordinario con NPK y EC con 9,378.61 y 1,552.20 soles/ha, y C. Williams con NPK y EC con 15,117.23 y 5,553.62 soles/ha. La rentabilidad en porcentaje, Ordinario con NPK y EC con 87.61% y 10.16%, y C. Williams con NPK y EC con 11.57% y 37.60%, respectivamente, siendo ligeramente baja la rentabilidad durante el primer año por el mayor costo de instalación y manejo agronómico de ambos cultivares.

RECOMENDACIONES

- Evaluar la productividad y rentabilidad económica de los cultivares Ordinario y Williams en parcelas de productores durante dos campañas consecutivas, considerando como referencia los resultados obtenidos en la parcela experimental de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, con la finalidad de validar su comportamiento productivo y económico en condiciones reales de campo.
- Se recomienda que los productores de plátano lleven un registro detallado de los costos e ingresos generados durante el proceso productivo, tomando como referencia la estructura de inversión inicial y costos de producción planteada en esta investigación, lo que permitirá conocer y mejorar la rentabilidad económica de sus cultivares.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azcón, J. & Talón, M. (2001). *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. Mc Grawill - España.
- Benavides, J. (2018). *Evaluación de tres variedades de banano (Musa acuminata) con tres densidades sobre su rendimiento*. Piura, Perú.
<https://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1261>
- Cadena, I. (2005). *Efecto de abonos orgánicos fermentados en bananos (Musa acuminata) cv. "Gran Enano" en la región de Alto Beni* [tesis pre grado, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia].
- Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA, 2010). La Libertad.
- Condeña, F. (2020). *Proyectos Agropecuarios*. Texto universitario. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho.
- Cordero, B. (2010). *Aplicación de biol a partir de residuos: Ganaderos de cuy y gallinaza en cultivo de Raph. Anus Sativus L. para determinar su incidencia en la calidad de suelo para agricultura* [tesis de pre grado, Universidad Politecnica Salesiana, Ecuador].
- Espinoza, E. (2025). *Abonamiento orgánico-mineral en la productividad y rentabilidad de dos variedades de Musa paradisiaca en Omayá a 570 msnm, Pichari 2020*. La Convención, Cusco.
- Estrada, M.S. & Encalada, N.L. (2018). *Producción de banano orgánico, una experiencia exitosa en La Sabana del Cantón Pasaje, Provincia El Oro, Ecuador*. Revista Científica Agroecosistemas.
- Figueroa, R. & Wilson, G. (1992). *El Cultivo del Plátano en el Perú*. FUNDEAGRO. Primera edición. Lima - Perú.
- Gómez, T. (2021). *Agricultura urbana en sistema de bolsas: fertilización química y orgánica con azolla y estiércol de cuy en el crecimiento, rendimiento y calidad de papa (solanum tuberosum cv.Unica)* [tesis de pre grado, Universidad Nacional De San Agustín de Arequipa]. <http://hdl.handle.net/20.500.12773/13321>
- Huertas, V. (2005). *Fertilización de suelos*. Huacho, Perú.
- INFOAGRO (2016). *Fertilización y manejo en el cultivo de plátano*. Boletín Técnico N° 5. 2da Edición. Santo Domingo, República Dominicana.
https://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/platano.htm
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA, 1997). *El Cultivo del Plátano. Aspectos de la producción Manejo en Post Cosecha y Comercialización*. Lima.

- Mendieta, A. & Vargas, M. (2018). *Efecto de combinaciones de abonos orgánicos y minerales sobre la productividad del cultivo de plátano*, tesis de pre grado de Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí Manuel Félix López. <https://redi.cedia.edu.ec/document/166191>
- Mendoza, R., & Zamora, S. (2018). *Efecto de abonos orgánicos y químicos en el crecimiento y rendimiento de plátano (musa spp.) en la selva central peruana*. Revista peruana de agronomía, 12(1),45-58.
- Ministerio de Agricultura (2008). *Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria*. Dirección de Difusión, Mercadeo y Cultura Estadística del Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
- Ministerio de Economía y Finanzas (2014). *Guía general para identificación, formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública a, nivel de perfil* - Lima.
- Ojeda, R. (2012). *Manual de Manejo de Banano Orgánico en Piura*. Piura, Perú.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2002). *Los fertilizantes y su uso*. Roma.
- Ortiz, V. et al. (2001). *El cultivo de banano*. San José, Costa Rica.
- Quispe, R. (2018). *Inducción de plantas madres en la producción de hijuelos en tres cultivares de plátano (Musa Paradisiaca L.) Kimbiri, 520 msnm*. La Convención, Cusco
- Ramos–Agüero, D.A. & Martí, G. M. (2016). *Efecto de la nutrición órgano - mineral y densidad en plátano AAB, var. Cuerno Rosado*. Ciencia Agropecuaria, 25, 73-87.
- Robinson J. & Galán V. (2012). *Plátanos y Bananos*. Ediciones Mundi Prensa. España. <https://www.paraninfo.es/catalogo/9788484765424/platanos-y-bananas>
- Samson, J. (1991). *Fruticultura Tropical*. Editorial Limusa S.A. Primera edición. México.
- Sierra, L. (1993). *El cultivo de banano: Producción y Comercio*. Medellín, Colombia.
- Soto, M. (1985). *Bananos, Cultivos y Comercialización*. Litografía e Imprenta LIL, S.A. San José, Costa Rica.
- Stanley, J. (1994). *Marketing International*. Editorial Prentice Hall. Madrid, España.

ANEXOS

Anexo 1. *Panel fotográfico de parámetros de evaluación*



Foto 1. Altura de planta (cm)



Foto 2. Días a floración (días)



Foto 3. Peso de racimos comercial (kg)



Foto 4. Número de manos comercial del racimo (unid.)



Foto 5. Peso de racimos por planta (kg)



Foto 6. Rendimiento por hectárea

Anexo 2. Costos de producción de los tratamientos

T 1 = F1/E1 <i>Musa acuminata</i>					
COSTO DE PRODUCCIÓN = 1900 Plantas de <i>WILLIAMS / NPK</i>			ÁREA TOTAL = 1 ha		
DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	Precio unit. (S/.)	Sub total (S/.)	Costo total (S/.)
1. COSTOS DIRECTOS					16139.10
1.1. Preparación de terreno					2590
Desbroce de arbustos y malezas	Jor.	12	70	840	840
Eliminación de material vegetal	Jor.	9	70	630	630
Trazado y marcación de hoyo	Jor.	8	70	560	560
Apertura de hoyos 40x40x40 cm	Jor.	8	70	560	560
1.2. Tratamiento de hijuelos					490
Extracción de hijuelos	Jor.	5	70	350	350
Tratamiento de hijuelos	Jor.	2	70	140	140
1.3. Labores Agronómicas					5160
Aplicación de dolomita	Jor.	2	70	140	140
Abonado de fondo	Jor.	2	70	140	140
Plantación, tapado y apisonado	Jor.	8	70	560	560
Deshierbo de malezas	Jor.	16	70	1120	1120
Fertilización de plantas	Jor.	12	70	840	840
Control de plagas y enfermedades	Jor.	8	70	560	560
Manejo fitonutricional	Jor.	8	70	560	560
Deshije, deshoje, deschante	jor.	12	60	720	720
Enfunde, desflore, desmane y desbellote	jor.	4	60	240	240
Cosecha de racimos	jor.	4	70	280	280
1.4. Adquisición de Insumos					7899
Hijuelos	unid.	1280	2	2560	2560
Vitavax	kg	2	45	90	90
Benfucorocab	unid.	2	140	280	280
Adherente	Lt.	2	35	70	70
Calcio - Boro	unid.	4	45	180	180
Difeconazole	unid.	4	180	720	720
Dolomita	sacos	5	150	750	750
Fostato diamónico	sacos	3	160	480	480
Cloruro de potasio	sacos	9	125	1125	1125
Nitrato de Amonio	sacos	9	130	1170	1170
Cojin	unid.	4	5	20	20
Gasol 90	Gal.	4	16	64	64
Bolsas de enfunde	mll	1300	0.3	390	390
2. COSTOS INDIRECTOS	Unid.	Cant.	Costounit.	Factor V. U	956.9
2.1. Equipos y herramientas					206.9
Motoguadaña	unid.	1	1500	0.058	87
Motofumigadora	unid.	1	1300	0.058	75.4
Carretilla	unid.	1	400	0.058	23.2
Machete	unid.	8	15	0.15	18
Podadora de altura	unid.	1	10	0.15	1.5
Limador	unid.	1	12	0.15	1.8
2.2. Servicios					450
Muestreo de análisis de suelo	Jornal	1	150	150	150
2.3 Imprevistos					300
3. COSTO TOTAL					S/ 17,096
COSTO DE PRODUCCIÓN PLANTA:	S/ 13.36				

T 2 = F2/E1 <i>Musa acuminata</i>					
COSTO DE PRODUCCIÓN = 1900 Plantas <i>WILLIAMS/ Estiércol de cuy</i> ÁREA TOTAL = 1 ha					
DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	Precio unit.	Sub total	COSTO TOTAL
			(S/.)	(S/.)	(S/.)
1. COSTOS DIRECTOS					13814.10
1.1. Preparación de terreno					2590
Desbroce de arbustos y malezas	Jor.	12	70	840	840
Eliminación de material vegetal	Jor.	9	70	630	630
Trazado y marcación de hoyo	Jor.	8	70	560	560
Apertura de hoyos 40x40x40 cm	Jor.	8	70	560	560
1.2. Tratamiento de hijuelos					490
Extracción de hijuelos	Jor.	5	70	350	350
Tratamiento de hijuelos	Jor.	2	70	140	140
1.3. Labores agronómicas					5160
Aplicación de dolomita	Jor.	2	70	140	140
Abonado de fondo	Jor.	2	70	140	140
Plantación, tapado y apisonado	Jor.	8	70	560	560
Deshierbo de malezas	Jor.	16	70	1120	1120
Fertilización de plantas	Jor.	12	70	840	840
Control de plagas y enfermedades	Jor.	8	70	560	560
Manejo fitonutricional	Jor.	8	70	560	560
Deshije, deshoje, deschante	jor.	12	60	720	720
Enfunde, desflore, desmane y desbellote	jor.	4	60	240	240
Cosecha de racimos	jor.	4	70	280	280
1.4. Adquisición de Insumos					5574
Hijuelos	unid.	1280	2	2560	2560
Vitavax	kg	2	45	90	90
Benfucorocab	unid.	2	140	280	280
Adherente	Lt.	2	35	70	70
Calcio - Boro	unid.	4	45	180	180
Difeconazole	unid.	4	180	720	720
Dolomita	sacos	5	150	750	750
Estiércol de cuy	sacos	15	30	450	450
Cojin	unid.	4	5	20	20
Gasol 90	Gal.	4	16	64	64
Bolsas de enfunde	mll	1300	0.3	390	390
2. COSTOS INDIRECTOS	unid.	Cant.	Costo unit.	Factor V. U	956.9
2.1. Equipos y herramientas					206.9
Motoguadaña	unid.	1	1500	0.058	87
Motofumigadora	unid.	1	1300	0.058	75.4
Carretilla	unid.	1	400	0.058	23.2
Machete	unid.	8	15	0.15	18
Podadora de altura	unid.	1	10	0.15	1.5
Limador	unid.	1	12	0.15	1.8
2.2. Servicios					450
Muestreo de análisis de suelo	Jornal	1	150	150	150
2.3 Imprevistos					300
COSTO TOTAL					S/ 14,771
COSTO DE PRODUCCIÓN PLANTA:	S/ 11.54				

T 3 = F1/E2 <i>Musa balbisiana</i>					
COSTO DE PRODUCCIÓN = 1900 Plantas de ORDINARIO/ NPK			ÁREA TOTAL = 1 ha		
DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	Precio unit. (S/.)	Sub total (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
1. COSTOS DIRECTOS					16643.10
1.1. Preparación de terreno					2590
Desbroce de arbustos y malezas	Jor.	12	70	840	840
Eliminación de material vegetal	Jor.	9	70	630	630
Trazado y marcación de hoyo	Jor.	8	70	560	560
Apertura de hoyos 40x40x40 cm	Jor.	8	70	560	560
1.2. Tratamiento de hijuelos					490
Extracción de hijuelos	Jor.	5	70	350	350
Tratamiento de hijuelos	Jor.	2	70	140	140
1.3. Labores Agronómicas					5280
Aplicación de dolomita	Jor.	2	70	140	140
Abonado de fondo	Jor.	2	70	140	140
Plantación, tapado y apisonado	Jor.	8	70	560	560
Deshierbo de malezas	Jor.	16	70	1120	1120
Fertilización de plantas	Jor.	12	70	840	840
Control de plagas y enfermedades	Jor.	8	70	560	560
Manejo fitonutricional	Jor.	8	70	560	560
Deshije, deshoje, deschante	jor.	12	70	840	840
Enfunde, desflore, desmane y desbellote	jor.	4	60	240	240
Cosecha de racimos	jor.	4	70	280	280
1.4. Adquisición de Insumos					8283
Hijuelos	unid.	1280	2.3	2944	2944
Vitavax	kg	2	45	90	90
Benfucorocab	unid.	2	140	280	280
Adherente	Lt.	2	35	70	70
Calcio - Boro	unid.	4	45	180	180
Difeconazole	unid.	4	180	720	720
Dolomita	sacos	5	150	750	750
Fostato diamónico	sacos	3	160	480	480
Cloruro de potasio	sacos	9	125	1125	1125
Nitrato de amonio	sacos	9	130	1170	1170
Cojin	unid.	4	5	20	20
Gasol 90	Gal.	4	16	64	64
Bolsas de enfunde	mll	1300	0.3	390	390
2. COSTOS INDIRECTOS	unid.	Cant.	Costo unit.	Factor V. U	956.9
2.1. Equipos y herramientas					206.9
Motoguadaña	unid.	1	1500	0.058	87
Motofumigadora	unid.	1	1300	0.058	75.4
Carretilla	unid.	1	400	0.058	23.2
Machete	unid.	8	15	0.15	18
Podadora de altura	unid.	1	10	0.15	1.5
Limador	unid.	1	12	0.15	1.8
2.2. Servicios					450
Muestreo de análisis de suelo	Jornal	1	150	150	150
2.3 Imprevistos					300
3. COSTO TOTAL					S/ 17,600
COSTO DE PRODUCCIÓN PLANTA	S/ 13.75				

T 4 = F2/E2 <i>Musa balbisiana</i>					
COSTO DE PRODUCCIÓN = 1900 Plantas de Ordinario/Estiércol de cuy ÁREA TOTAL = 1 ha					
DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	Precio unit.	Sub total	COSTO TOTAL
			(S/.)	(S/.)	(S/.)
1. COSTOS DIRECTOS					14318.10
1.1. Preparación de terreno					2590
Desbroce de arbustos y malezas	Jor.	12	70	840	840
Eliminación de material vegetal	Jor.	9	70	630	630
Trazado y marcación de hoyo	Jor.	8	70	560	560
Apertura de hoyos 40x40x40 cm	Jor.	8	70	560	560
1.2. Tratamiento de hijuelos					490
Extracción de hijuelos	Jor.	5	70	350	350
Tratamiento de hijuelos	Jor.	2	70	140	140
1.3. Labores Agronómicas					5280
Aplicación de dolomita	Jor.	2	70	140	140
Abonado de fondo	Jor.	2	70	140	140
Plantación, tapado y apisonado	Jor.	8	70	560	560
Deshierbo de malezas	Jor.	16	70	1120	1120
Fertilización de plantas	Jor.	12	70	840	840
Control de plagas y enfermedades	Jor.	8	70	560	560
Manejo fitonutricional	Jor.	8	70	560	560
Deshije, deshoje, deschante	jor.	12	70	840	840
Enfunde, desflore, desmane y desbellote	jor.	4	60	240	240
Cosecha de racimos	jor.	4	70	280	280
1.4. Adquisición de Insumos					5958
Hijuelos	unid.	1280	2.3	2944	2944
Vitavax	kg	2	45	90	90
Benfucorocab	unid.	2	140	280	280
Adherente	Lt.	2	35	70	70
Calcio - Boro	unid.	4	45	180	180
Difeconazole	unid.	4	180	720	720
Dolomita	sacos	5	150	750	750
Estiércol de cuy	sacos	15	30	450	450
Cojin	unid.	4	5	20	20
Gasol 90	Gal.	4	16	64	64
Bolsas de enfunde	mll	1300	0.3	390	390
2. COSTOS INDIRECTOS	unid.	Cant.	Costo unit.	Factor V. U	956.9
2.1. Equipos y herramientas					206.9
Motoguadaña	unid.	1	1500	0.058	87
Motofumigadora	unid.	1	1300	0.058	75.4
Carretilla	unid.	1	400	0.058	23.2
Machete	unid.	8	15	0.15	18
Podadora de altura	unid.	1	10	0.15	1.5
Limador	unid.	1	12	0.15	1.8
2.2. Servicios					450
Muestreo de análisis de suelo	Jornal	1	150	150	150
2.3 Imprevistos					300
3. COSTO TOTAL					S/ 15,275
COSTO DE PRODUCCIÓN PLANTA	S/ 11.93				

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. JUNIOR GUILLERMO QUISPE ESCALANTE
R.D. N° 192-2026-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho, a los dieciséis días del mes de julio del año dos mil veintiséis, siendo las quince 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 el M.Sc. Francisco Condeña Almora, M.Sc. Carlos Orlando Huayhua Lobatón como asesor, Mtro. Ennio Chauca Retamozo y la Mtra. Susana Sabina Paco Espino; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Abonamiento orgánico e inorgánico en el rendimiento y rentabilidad de plátano (*Musa balbisiana*) y banano (*Musa acuminata*) en Pichari, Cusco 2023**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroforestal, presentado por el Bachiller **JUNIOR GUILLERMO QUISPE ESCALANTE**.

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

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
M.Sc. Francisco Condeña Almora	16	15	16	16
M.Sc. Carlos Orlando Huayhua Lobatón	18	14	17	16
Mtro. Ennio Chauca Retamozo	16	15	16	16
Mtra. Susana Sabina Paco Espino	17	16	16	16
PROMEDIO GENERAL				16

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



M.Sc. Francisco Condeña Almora
Presidente



M.Sc. Carlos Orlando Huayhua Lobatón
Asesor



Mtro. Ennio Chauca Retamozo
Jurado



Mtra. Susana Sabina Paco Espino
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 Resolución Decanal N° 0213-2025-UNSCH-FCA; hace constar que el trabajo titulado;

Abonamiento orgánico e inorgánico en el rendimiento y rentabilidad de plátano (*Musa balbisiana*) y banano (*Musa acuminata*) en Pichari, Cusco 2023

Autor : Junior Guillermo Quispe Escalante

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 investigación, aprobado mediante la RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de **veintitrés por ciento (23%)** de índice de similitud, realizado sin **depósito de trabajos estándar**.

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

Nota: Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 3013868512

Ayacucho, 17 de agosto de 2026

M.Sc. Carlos Orlando Huayhua Lobatón
Docente Instructor – EPIAF-FCA

Abonamiento orgánico e inorgánico en el rendimiento y rentabilidad de plátano (*Musa balbisiana*) y banano (*Musa acuminata*) en Pichari, Cusco 2023

por Junior Guillermo Quispe Escalante

Fecha de entrega: 17-ago-2026 01:25p. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 3013868512

Nombre del archivo: TESIS_JUNIOR_GUILLERMO_QUISPE_ESCALANTE_II.pdf (6.84M)

Total de palabras: 19913

Total de caracteres: 112213

Abonamiento orgánico e inorgánico en el rendimiento y rentabilidad de plátano (Musa balbisiana) y banano (Musa acuminata) en Pichari, Cusco 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

18%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	8%
	Trabajo del estudiante	
2	repositorio.unsch.edu.pe	4%
	Fuente de Internet	
3	www.scribd.com	1%
	Fuente de Internet	
4	repositorio.unu.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
5	repositorio.unp.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
6	dspace.unl.edu.ec	1%
	Fuente de Internet	
7	docplayer.es	1%
	Fuente de Internet	
8	dspace.esPOCH.edu.ec	1%
	Fuente de Internet	
9	www.clubensayos.com	1%
	Fuente de Internet	
10	1library.co	1%
	Fuente de Internet	
11	repositorio.unan.edu.ni	1%
	Fuente de Internet	
12	repositorio.esPAM.edu.ec	1%
	Fuente de Internet	
13	bedri.es	1%
	Fuente de Internet	
14	repositorio.unsa.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	

15	repositorio.unap.edu.pe	Fuente de Internet	<1 %
16	Submitted to tec	Trabajo del estudiante	<1 %
17	hdl.handle.net	Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.unasam.edu.pe	Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas	Activo	Excluir coincidencias	< 30 words
Excluir bibliografía	Activo		

Abonamiento orgánico e inorgánico en el rendimiento y rentabilidad de plátano (*Musa balbisiana*) y banano (*Musa acuminata*) en Pichari, Cusco 2023

Junior Guillermo Quispe Escalante¹ : junior.quispe.28@unsch.edu.pe

Carlos Orlando Huayhua Lobatón² : carlos.huayhua@unsch.edu.pe

Área de investigación : Medio Ambiente

Línea de investigación : Sistemas de Producción Agrícola

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en la parcela experimental de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal de Pichari, provincia de La Convención, región Cusco, con el objetivo de evaluar el efecto del abonamiento orgánico e inorgánico sobre el rendimiento y la rentabilidad económica de los cultivares de plátano y banano. El experimento se instaló bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), considerando cuatro tratamientos y tres repeticiones. Se evaluaron dos fuentes de fertilización: abono inorgánico NPK, conformado por fosfato diamónico, nitrato diamónico y cloruro de potasio, y abono orgánico mediante estiércol de cuy (EC). Los resultados mostraron diferencias significativas en algunas variables productivas evaluadas. En altura de planta, los cultivares C. Williams y Ordinario presentaron mejores respuestas con la aplicación de NPK y estiércol de cuy, destacando el efecto favorable del abono orgánico. En rendimiento, el cultivar Ordinario alcanzó los mayores valores con NPK y EC, obteniendo 38 540 y 32 213,23 kg ha⁻¹, respectivamente; mientras que C. Williams registró 24 038,86 y 20 324,62 kg ha⁻¹. Respecto a la evaluación económica, el mayor valor neto de producción correspondió a C. Williams con NPK (15 117,23 soles ha⁻¹), mientras que la mayor rentabilidad económica fue obtenida por el cultivar Ordinario con NPK (87,61 %). Se concluye que la aplicación de fertilización orgánica e inorgánica mejora el rendimiento productivo y genera beneficios económicos en el cultivo de plátano y banano, aunque los elevados costos iniciales de establecimiento influyen en la rentabilidad durante el primer año de producción.

Palabras clave: cultivares Williams (*Musa acuminata*) y Ordinario (*Musa balbisiana*), abono orgánico e inorgánico, productividad y rentabilidad.

Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga-Perú. Tesista¹ Asesor²

Effect of organic and inorganic fertilization on the yield and profitability of plantain (*Musa balbisiana*) and banana (*Musa acuminata*) in Pichari, Cusco, 2023

Junior Guillermo Quispe Escalante¹ : junior.quispe.28@unsch.edu.pe

Carlos Orlando Huayhua Lobatón² : carlos.huayhua@unsch.edu.pe

Research area : Environment

Research line : Agricultural Production Systems

ABSTRACT

This research was conducted at the experimental plot of the Professional School of Agroforestry Engineering in Pichari, La Convención Province, Cusco Region, with the aim of evaluating the effect of organic and inorganic fertilization on the yield and economic profitability of plantain and banana cultivars. The experiment was set up using a Randomized Complete Block Design (RCBD), comprising four treatments and three replications. Two fertilization sources were evaluated: inorganic NPK fertilizer consisting of diammonium phosphate, ammonium nitrate, and potassium chloride and organic fertilizer in the form of guinea pig manure (GPM). The results showed significant differences in some of the productive variables evaluated. Regarding plant height, the Williams and Ordinario cultivars showed the best responses to the application of NPK and guinea pig manure, highlighting the favorable effect of the organic fertilizer. Regarding yield, the Ordinario cultivar achieved the highest values with NPK and EC treatments, yielding 38,540 and 32,213.23 kg ha⁻¹, respectively, whereas C. Williams recorded 24,038.86 and 20,324.62 kg ha⁻¹. In the economic assessment, C. Williams with NPK showed the highest net production value (15,117.23 soles ha⁻¹), while the Ordinario cultivar with NPK achieved the highest economic profitability (87.61%). It is concluded that the application of organic and inorganic fertilizers improves productive yield and generates economic benefits in plantain and banana cultivation, although high initial establishment costs impact profitability during the first year of production.

Keywords: Williams (*Musa acuminata*) and Ordinario (*Musa balbisiana*) cultivars, organic and inorganic fertilizers, productivity and profitability.

I. INTRODUCCIÓN

El plátano (*Musa balbisiana* L.) y el banano (*Musa acuminata* L.) son especies frutales que tienen su origen en el sudeste asiático, específicamente en la zona comprendida entre la India y el sector oriental de la península de Malasia. Los bananos de consumo humano se originaron principalmente en regiones como India y Malasia, desde donde se difundieron hacia Asia continental, Polinesia y África. Posteriormente, su cultivo se extendió hacia América tropical, comprendida entre los 30° de latitud norte y sur. Debido a su elevado valor económico, nutricional y social, estos cultivos se han convertido en alimentos fundamentales para amplios sectores de la población mundial, contribuyendo a la seguridad alimentaria y al desarrollo de diversas regiones productoras.

La justificación del trabajo de investigación se debe al escaso conocimiento de la productividad y rentabilidad de cultivares de plátano y banano en condiciones del distrito de Pichari siendo necesario conocer los índices productivos durante el crecimiento y desarrollo de los cultivares y los indicadores económicos como los costos de producción desde la instalación y el mantenimiento de las plantaciones cuando se aplican las fuentes de abonamiento orgánico e inorgánico en los cultivares, para obtener los mayores beneficios económicos, debiendo producirse los cambios en la racionalidad de los productores para mejorar la rentabilidad de la producción de plátano. Las justificaciones científico, económico y social son:

- *Científico:* Con el trabajo se conocerá la influencia de las fuentes de abonamiento orgánico e inorgánico en los rendimientos productivos y la rentabilidad económica de los cultivares de plátano y banano, debiendo considerarse como un aporte para los futuros trabajos productivos y de investigación.
- *Económico:* Se plantea la alternativa de solución al problema con el conocimiento de la estructura de costos de producción, los índices económicos y las ventas de banano y plátano para la generación de ingresos económicos de los productores del ámbito de influencia de la E.P de Ingeniería Agroforestal.
- *Social:* Se plantea la solución al problema crítico que limita el desarrollo de los cultivares de plátano y banano en la capacitación y asistencia técnica para el fortalecimiento de capacidades técnico productivas de los productores del ámbito de influencia de la E.P de Ingeniería Agroforestal.

En el distrito de Pichari se cultivan diversos cultivares de banano y plátano, destacando principalmente los cultivares comerciales Ordinario y Williams por su mayor presencia en la zona. La producción de estos cultivos depende de la disponibilidad de recursos como el suelo, del cual las plantas obtienen los nutrientes esenciales para sus procesos de crecimiento, desarrollo y formación de frutos. No obstante, los sistemas de producción

presentan limitaciones debido al manejo agronómico inadecuado, especialmente por la escasa incorporación de fuentes de fertilización orgánica e inorgánica, situación que influye negativamente en la productividad y rentabilidad de los cultivares. Ante esta problemática, en la presente investigación se evaluó el efecto de diferentes fuentes de abonamiento mineral, como fosfato diamónico, nitrato diamónico y cloruro de potasio, así como la aplicación de abono orgánico proveniente de estiércol de cuy. Previamente, se realizó el análisis de suelo con la finalidad de determinar las necesidades nutricionales del cultivo y establecer las dosis adecuadas de fertilización. Posteriormente, los tratamientos fueron aplicados bajo condiciones experimentales con el propósito de incrementar el rendimiento productivo y mejorar la rentabilidad económica de los cultivares de plátano evaluados.

Mediante el desarrollo del presente trabajo experimental se busca contribuir al incremento de la productividad y rentabilidad de los cultivares de plátano y banano. Los resultados obtenidos permitirán generar información técnica que será socializada con los productores asociados y no asociados del distrito de Pichari, orientándolos sobre el uso adecuado de fuentes y dosis de fertilización orgánica e inorgánica para mejorar el manejo nutricional de las plantas. De esta manera, se pretende brindar alternativas de solución frente a las limitaciones productivas identificadas en la zona. En función de los fundamentos y justificaciones expuestas, en la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo general

Evaluar el efecto de fuentes de abonamiento orgánico e inorgánico en el rendimiento y rentabilidad de plátano (*Musa balbisiana*) y banano (*Musa acuminata*) en Pichari, Cusco 2023.

Objetivos específicos

1. Evaluar la productividad de cultivares de plátano y banano con fuentes de abonos orgánico e inorgánico.
2. Evaluar la rentabilidad de cultivares de plátano y banano con fuentes de abonos orgánico inorgánico.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación de la zona de estudio

La presente investigación fue desarrollada en la parcela experimental de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, ubicada en Pichari Baja, distrito de Pichari, provincia de La Convención, región Cusco. El área de estudio se encuentra aproximadamente a 590 m s. n. m., correspondiente a una zona de vida de selva baja, con condiciones climáticas caracterizadas por temperaturas que oscilan entre 15 y 35 °C. Las coordenadas geográficas son 12° 31' 64.18" de latitud norte y 73° 50' 30.41" de latitud sur.

2.2. Recursos empleados durante el desarrollo experimental

Materiales y equipos

- Hijuelos de banano *Musa acuminata* (Williams)
- Hijuelos de plátano *Musa balbisiana* (Ordinario)
- Equipo fotográfico digital
- Balanza digital (50 kg.)
- Computadora
- Jabas plásticas
- Cajas de cartón
- Bolsas para empacado
- Mochila de 15 litros
- Bolsa de infunde
- Cinta de embalaje

Herramientas

- Machete
- Pala
- Carretilla
- Alquiler de motoguadaña
- Tacho de 20 L.
- Cinta métrica (50 m.)

Insumos

- Abonos: estiércol de cuy, fosfato di amónico, nitrato di amónico y cloruro de potasio
- Insecticidas: Benfurocab, fipromil
- Fungicidas: difeconaloze, vitavax
- Abonos foliares: calcio/boro, estimulantes foliares

Otros

- Libreta de campo
- Bolígrafos
- Plumones
- Engrapadoras y grapas
- Combustible de 90 octanos y aceite de 2 tiempos

2.3. Planeamiento del ensayo

Factores en estudio

Cultivares de banano y plátano

- c1: Ordinario
- c2: Williams

Abonamiento de plantas

- a1: Fosfato di amónico, Nitrato di amónico y Cloruro de potasio (NPK)
- a2: Estiércol de cuy (EC)

Descripción de los tratamientos experimentales

Tratam.	Clave	Cultivares de banano y plátano	Fuente de abonamiento
T ₁	c1 a1	c1: Ordinario	a1: NPK
T ₂	c1 a2	c1: Ordinario	a2: Estiércol de cuy (EC)
T ₃	c2 a1	c2: Williams	a1: NPK
T ₄	c2 a2	c2: Williams	a2: Estiércol de cuy (EC)

Nota: La aplicación de dosis de abonos orgánico e inorgánico se realizó de acuerdo a las recomendaciones del análisis de suelos realizado por el Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar del PIPG-UNSCH.

Tabla 2.1*Descripción del abonamiento de cultivares de banano y plátano*

Fuentes de abono	Fertilizantes /abonos	1er abonamiento a 45 días			2do abonamiento a 100 días			3er abonamiento a 140 días			Total/plant a (kg)
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Minerales (NPK)	Fosfato di-amónico		0.04			0.04			0.04		0.120
	Nitrato di amónico	0.09			0.17			0.09			0.350
	Cloruro de potasio			0.110			0.110			0.110	0.330
	Total gramos / planta		0.233 kg/ planta		0.319 kg/ planta			0.233 kg /planta			
Estiércol de Cuy	Estiércol de cuy		2.50			5.00			2.50		10.000
	Total gramos / planta		2.5 kg/ planta		5.0 kg/ planta			2.5 kg/ planta			

Nota. La dosificación de fuentes de abono se realizó según el análisis de suelo, % de elementos por cada fertilizante, % MO y la extracción de planta de banano y plátano.

Utilización de abonos por hectárea:

Fuente de abono inorgánico : NPK = 120 gr- 340 gr- 330 gr

Fuente de abono orgánico : EC = 10 kg.

Tabla 2.2*Croquis del ensayo experimental*

Bloque	Cultivar Ordinario		Bloque	Cultivar Williams	
I	T1	T2	I	T3	T4
II	T2	T1	II	T4	T3
III	T1	T2	III	T3	T4

2.4. Diseño del experimento

La presente investigación corresponde a un estudio de tipo experimental, con enfoque estadístico y analítico, en el cual se empleó el Diseño de Bloques Completamente Randomizados (DBCR). Los tratamientos fueron establecidos mediante un arreglo factorial compuesto por dos cultivares de plátano y banano y dos fuentes de fertilización, una orgánica y otra inorgánica, generándose un total de cuatro tratamientos con tres repeticiones cada uno. En consecuencia, se conformaron 12 unidades experimentales. Cada unidad experimental estuvo constituida por 10 plantas, haciendo un total de 120 plantas de plátano y banano consideradas para la evaluación del ensayo.

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \delta_j + \alpha\delta_{(ij)} + E_{ijk}$$

i = 1, 2 = cultivar

j = 1, 2 = abonos

k = 1, 2, 3 = repetición

Dónde:

Y_{ijk} = Variable respuesta en la k-ésima repetición, del i-ésima cultivar y de la j-ésima fuente de abono

μ = Media general

β_k = Efecto bloque o repetición

α_i = Efecto cultivar banano y plátano

- δ_j = Efecto de abonamiento
 $\alpha\delta_{(ij)}$ = Interacción cultivar y abono
 E_{ijk} = Error experimental

2.5. Procesamiento de la información

El procesamiento de la información relacionada con la productividad de los cultivares de plátano y banano se realizó mediante el análisis estadístico de los datos obtenidos de las variables evaluadas en el experimento. Para ello, se aplicó el análisis de varianza (ANVA) y la prueba de comparación múltiple de Tukey ($p = 0.05$), con la finalidad de determinar la existencia de diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados. En cuanto al análisis económico, se elaboró la estructura de costos de producción, considerando los ingresos generados por la venta del producto, el valor bruto de producción y el ingreso neto, con el propósito de determinar la rentabilidad porcentual de los cultivares bajo las condiciones del ensayo.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Productividad de cultivares de plátano y banano

3.1.1. Altura de planta

Tabla 3.1

Análisis de variancia de altura de planta a la floración de cultivares de plátano y banano con fuentes de abonos. Pichari 560 msnm

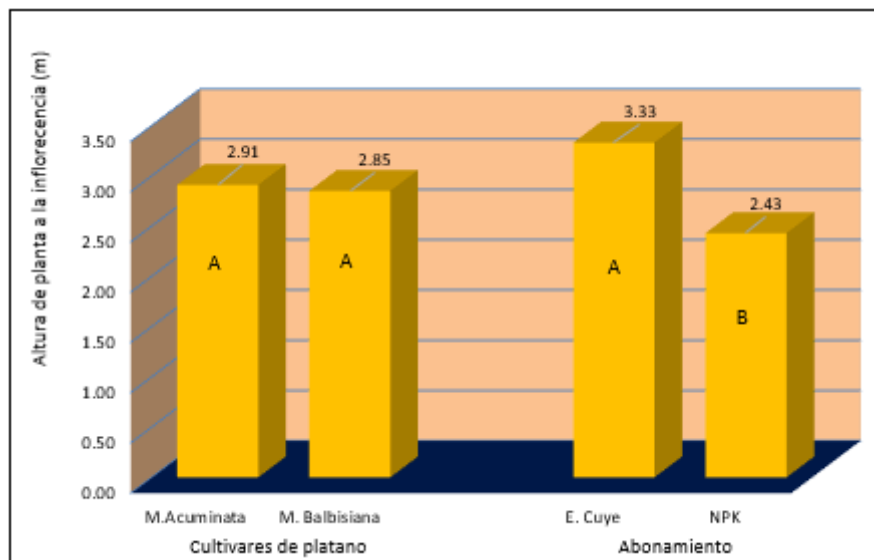
F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	0.0026	0.0013	0.21	0.8144 ns
Abonos (A)	1	0.01	0.01	1.76	0.2334 ns
Cultivares ©	1	2.44	2.44	394.45	<0.0001**
Interacción (A x C)	1	0.02	0.02	2.79	0.1459 ns
Error	6	0.04	0.01		
Total	11	2.51			

C.V. = 2.73 %

La tabla 3.1 correspondiente al análisis de varianza de la variable altura de planta, considerando el efecto de los abonos y cultivares evaluados, evidencia diferencias altamente significativas para el factor cultivares. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticas significativas en la interacción entre las fuentes de abonamiento y los cultivares, lo que permite interpretar únicamente el efecto individual de los cultivares sobre esta variable. Asimismo, el coeficiente de variación obtenido (2.73 %) indica una alta precisión experimental y confiabilidad en los datos registrados.

Figura 3.1

Prueba de Tukey de los efectos principales de altura de planta a la floración de cultivares de plátano y banano con fuentes de abonos y cultivares. Pichari 560 msnm



La figura 3.1 de la prueba de Tukey muestra uniformidad en altura de planta en los dos cultivares en el promedio de fuentes de abonamiento, sin embargo, el cultivar *Musa acuminata* (Cavendish Williams) es la que presenta numéricamente una mayor altura de planta con 2.91 m; mientras que con estiércol de cuy (EC) se obtiene una mayor respuesta en altura de planta con un valor de 3.33 m, superando estadísticamente a la fertilización NPK, respuesta que nos muestra la diferencia morfoagronómica que existe entre los cultivares de banano y plátano.

Según Mendoza & Zamora (2018), en estudios de plátano en zonas tropicales del Perú, los abonos orgánicos como el estiércol de cuy liberan nutrientes de forma gradual, mejoran la estructura del suelo y favorecen el crecimiento vegetativo mucho más que los fertilizantes químicos de efecto rápido como el NPK.

3.1.2. Días a la floración

Tabla 3.2

Análisis de variancia de días a la floración de cultivares de plátano y banano con fuentes de abonos y cultivares. Pichari 560 msnm

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	68.69	34.34	1.71	0.2584 ns
Abonos (A)	1	188.02	188.02	9.36	0.0222 *
Cultivares ©	1	5006.17	5006.17	249.27	<0.0001 **
Interacción (A x C)	1	5.47	5.47	0.27	0.6205 ns
Error	6	120.50	20.08		
Total	11	5388.84			

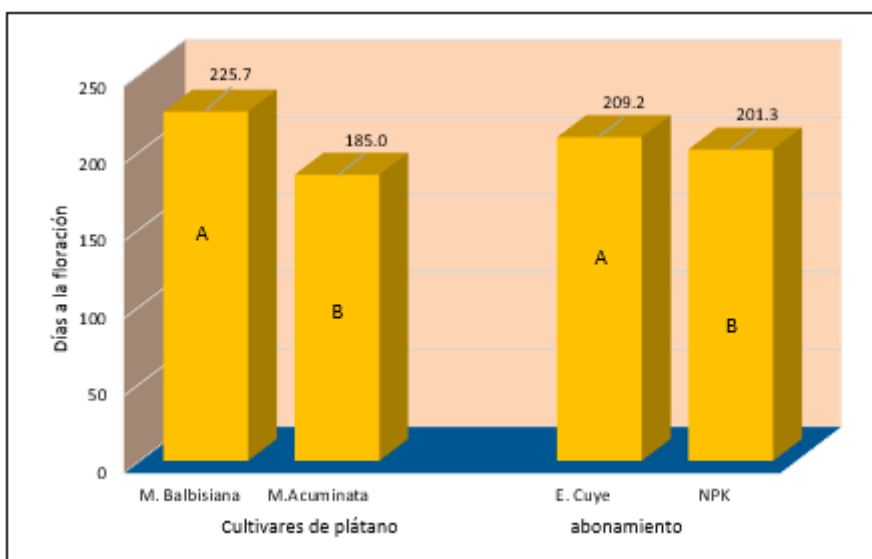
C.V. = 2.18 %

La tabla 3.2 presenta el análisis de variancia de la variable días a floración, donde se observa significancia estadística para el efecto de los abonos y alta significancia estadística para los

cultivares evaluados. Sin embargo, la interacción entre abonos y cultivares no presentó diferencias estadísticas significativas, lo que permite analizar el efecto individual de cada factor por separado. Asimismo, el coeficiente de variación de 2,18 % indica una adecuada precisión y confiabilidad en los datos obtenidos durante el desarrollo del experimento.

Figura 3.2

Prueba de Tukey de los efectos principales de días a floración de cultivares de plátano y banano con fuentes de abonamiento. Pichari 560 msnm



La figura 3.2 de la prueba de Tukey de los efectos principales de días a floración en los cultivares, se observa diferencia estadística entre los cultivares, siendo la *Musa acuminata* (Cavendish Williams) la más precoz con 185 días a la floración y la *Musa balbisiana* (Ordinario) como la más tardía con 225.7 días; asimismo, se observa una mayor precocidad cuando se aplicó el abono inorgánico NPK con 201,3 días y tardía al haberse aplicado el abono orgánico de cuy (EC) con 209.2 días; lo que nos muestra que la respuesta de las plantas es diferente con ambas fuentes, siendo más acelerado el crecimiento, desarrollo y floración de las plantas con abonamiento NPK, en cuya formulación figura el Nitrato di amónico, cuyo ión nitrato (NO_3^-) es asimilado más rápido por las plantas.

3.1.3. Peso de racimos comercial

Tabla 3.3

Análisis de variancia del peso de racimos comercial de cultivares de plátano y banano con fuentes de abonos y cultivares. Pichari 560 msnm

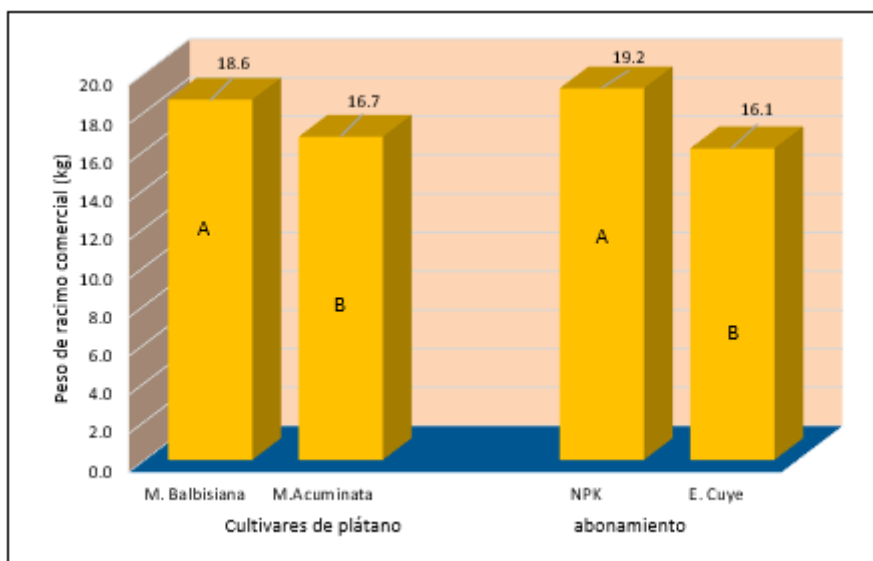
F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	1.15	0.57	6.97	0.0273 *
Abonos (A)	1	28.12	28.12	341.36	<0.0001 **
Cultivares ©	1	11.31	11.31	137.28	<0.0001 **
Interacción (A x C)	1	0.22	0.22	2.63	0.1558 ns
Error	6	0.49	0.08		
Total	11	41.29			

C.V. = 1.63 %

La tabla 3.3 presenta el análisis de varianza correspondiente al peso comercial de los racimos, donde se observa una alta significancia estadística para los efectos principales de los factores abonos y cultivares. No obstante, la interacción entre ambos factores no presentó diferencias estadísticas significativas, permitiendo realizar la interpretación individual del efecto de los abonos y cultivares sobre esta variable. Asimismo, el coeficiente de variación obtenido (1.63 %) evidencia una elevada precisión experimental y confiabilidad en los datos registrados durante el ensayo.

Figura 3.3

Prueba de Tukey de los efectos principales de pesos de racimos comercial de cultivares de plátano y banano con fuentes de abonamiento. Pichari 560 msnm



En la figura 3.3 de la prueba de Tukey del peso de racimos comercial se observa diferencia estadística entre cultivares de plátano y banano, siendo la *Musa balbisiana* (ordinario) la de mayor peso con un valor de 18.6 kg y la *Musa acuminata* (Cavendish Williams) con menor peso con 16.7 kg; mientras que el promedio con fuentes de abonamiento, con fertilización NPK se obtiene un mayor peso con un valor de 19.2 kg superando estadísticamente al estiércol de cuy (EC) con 16.1. kg de peso de racimos.

Estos resultados obtenidos en los cultivares con fuentes de abonos son diferenciados, lo que nos muestra que con abonamiento NPK se logra el mayor peso de racimos debido al mayor crecimiento y desarrollo de plantas cuya mayor área foliar permite una mayor actividad fotosintética y por ende una mayor producción y acumulación de fotosintatos en los racimos de las plantas, siendo lo contrario en plantas con abonamiento de EC; siendo superior a los reportes de Ramos-Agüero & Martí (2016) que el banano Ordinario en condiciones de Tarapoto produce 34.58 dedos por racimo, 5.71 manos por racimo y 9.81 kg por racimo.

3.1.4. Número de dedos comercial

Tabla 3.4

Análisis de variancia del número de dedos comercial de cultivares de plátano y banano con fuentes de abonos y cultivares. Pichari 560 msnm

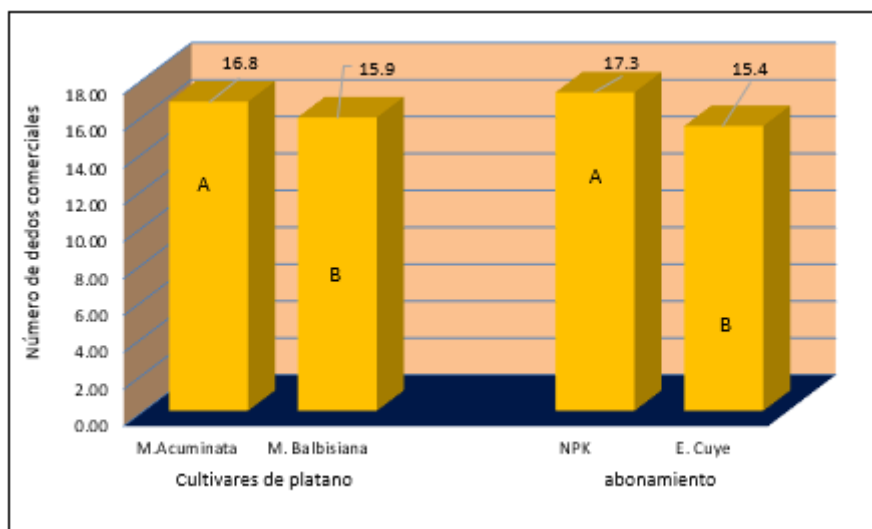
F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	0.07	0.03	0.29	0.7550 ns
Abonos (A)	1	9.96	9.96	89.29	0.0001 **
Cultivares ©	1	2.04	2.04	18.29	0.0052 **
Interacción (A x C)	1	0.61	0.61	5.45	0.0582 ns
Error	6	0.67	0.11		
Total	11	13.34			

C.V. = 2.04 %

La tabla 3.4 presenta el análisis de variancia correspondiente al número de dedos comerciales en los cultivares, donde se evidencia una alta significancia estadística para los efectos principales de los abonos y cultivares evaluados. Sin embargo, la interacción entre ambos factores no presentó diferencias estadísticas significativas, lo que permite analizar de manera independiente el efecto de cada factor sobre esta variable. Asimismo, el coeficiente de variación de 2,04 % indica una adecuada precisión y confiabilidad de los datos obtenidos durante el desarrollo del ensayo experimental.

Figura 3.4

Prueba de Tukey de los efectos principales del número de dedos comercial de cultivares de plátano y banano con fuentes de abonamiento. Pichari 560 msnm



La figura 3.4 de la prueba de Tukey de los efectos principales del número de dedos comercial de cultivares, se observa diferencia estadística entre cultivares de plátano, siendo la Musa acuminata (Cavendish Williams) con 16.8 dedos y la Musa balbisiana (ordinario) con 15.9 dedos; mientras que las fuentes de abonos con NPK se obtiene el mayor número de dedos con 17.3 dedos superior estadísticamente al estiércol de cuy (EC) con 15.4 dedos comercial.

Estos resultados obtenidos en los cultivares y fuentes de abonos son diferenciados, lo que nos indica que con abonamiento NPK se obtiene un mayor número de dedos comercial por racimo al relacionarse con el mayor crecimiento y desarrollo de plantas, cuyos racimos presentaron mayor número de dedos; mientras que con EC presenta menor número de dedos en los racimos.

3.1.5. Número de manos comercial del racimo

Tabla 3.5

Análisis de variancia del número de manos comercial del racimo de cultivares de plátano y banano con fuentes de abonos y cultivares. Pichari 560 msnm

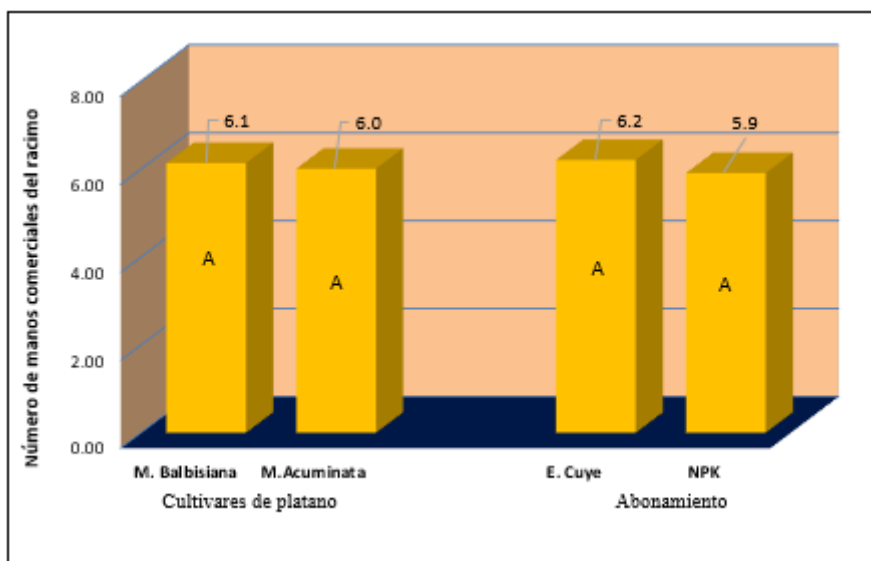
F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	0.29	0.14	1.05	0.4068 ns
Abonos (A)	1	0.24	0.24	1.76	0.2326 ns
Cultivares ©	1	0.10	0.10	0.74	0.4233 ns
Interacción (A x C)	1	0.14	0.14	1.03	0.3492 ns
Error	6	0.82	0.14		
Total	11	1.59			

C.V. = 6.12 %

La tabla 3.5 muestra el análisis de varianza correspondiente al número de manos comerciales por racimo de los cultivares evaluados, donde se observa que ninguna de las fuentes de variación presentó diferencias estadísticas significativas. Estos resultados evidencian un comportamiento homogéneo de los tratamientos respecto a esta variable evaluada. Asimismo, el coeficiente de variación obtenido (6.12 %) indica una adecuada precisión experimental y confiabilidad en los datos registrados durante el ensayo.

Figura 3.5

Prueba de Tukey de los efectos principales del número de manos comerciales del racimo de cultivares de plátano y banano con fuentes de abonamiento. Pichari 560 msnm



En la figura 3.5 se presenta la prueba de Tukey de los efectos principales del número de manos comerciales de racimos en los cultivares, donde no existe diferencia estadística en ninguna de las fuentes de variación indicándonos una uniformidad en esta variable, pero la *Musa balbisiana* abonado con estiércol de cuyes muestran numéricamente los mayores valores.

3.1.6. Rendimiento de cultivos por hectárea

Tabla 3.6

Análisis de variancia del rendimiento por hectárea de cultivos de plátano y banano con fuentes de abonos y cultivos. Pichari 560 msnm

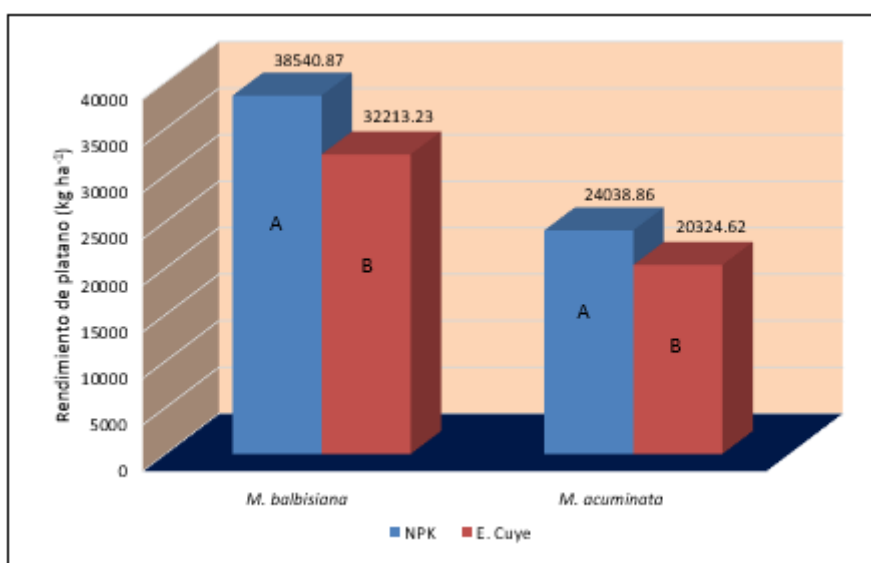
F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	2965098.21	1482549.11	5.35	0.0463 *
Abonos (A)	1	75629515.45	75629515.45	273.13	<0.0001 **
Cultivos ©	1	522348617.99	522343617.99	1886.42	<0.0001 **
Interacción (A x C)	1	5122342.40	5122342.40	18.50	0.0051 **
Error	6	1661394.49	276899.08		
Total	11	607726968.55			

C.V. = 1.83 %

La tabla 3.6 del análisis de variancia del rendimiento de los cultivos de plátano y banano muestra alta significancia estadística en la interacción entre abonamientos y cultivos, permitiendo evaluar los efectos simples de los factores estudiados. El coeficiente de variación (1.83 %) evidencia una buena precisión experimental y confiabilidad en los resultados obtenidos.

Figura 3.6

Prueba de Tukey de los efectos simples de fuentes de abonos en los cultivos de plátano. y banano. Pichari 560 msnm



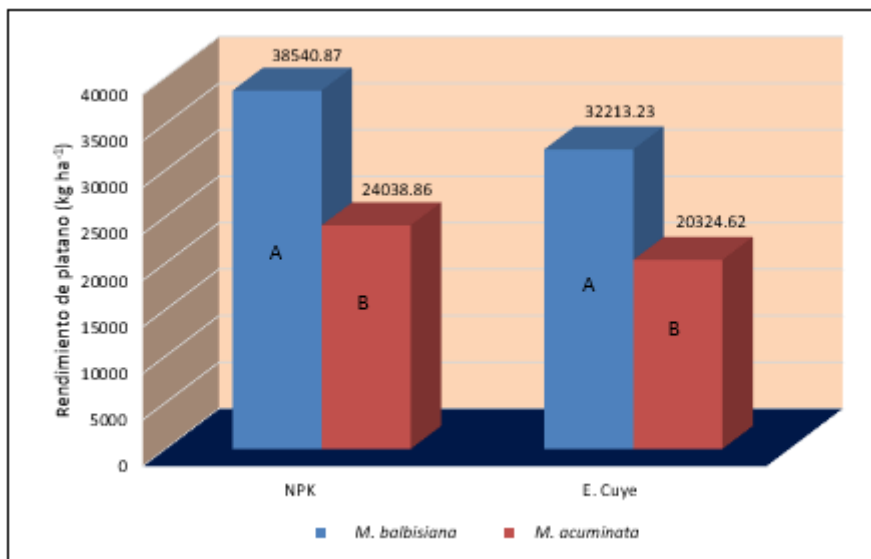
La figura 3.6 de la prueba de Tukey del rendimiento en fruta, nos muestra que el cultivar *Musa balbisiana* (ordinario) con abonamiento NPK se logró el mayor rendimiento con

38,540 kg.ha⁻¹, con superioridad estadística al abonamiento con estiércol de cuy (EC) con menor rendimiento de 32,213.23 kg.ha⁻¹; mientras que el *Musa acuminata* (Cavendish Williams) con abonamiento NPK se logra el mayor rendimiento con 24,038.86 kg.ha⁻¹ con diferencia estadística al abonamiento con estiércol de cuy (EC) con menor rendimiento de 20,324.62 kg.ha⁻¹. Esta diferencia de los rendimientos de debe a la mayor disponibilidad de nutrientes por las plantas abonadas con NPK que se expresa en el crecimiento y desarrollo más precoz de las plantas del Cavendish Williams frente al plátano Ordinario.

Los rendimientos logrados con el cultivar Ordinario son superiores al rendimiento del cultivar Williams abonados con NPK y GI+SP (guano de isla y sulfato de potasio) de 23448 kg/ha y 25741 kg/ha, respectivamente, mientras con el cultivar Williams se obtienen rendimientos dentro de lo reportado por Espinoza (2025); la diferencia se deba a la mayor respuesta a las dosis de NPK con otros componentes que influenciaron en el crecimiento y desarrollo de las plantas que se expresaron en el mayor peso de racimos comercial de los cultivares.

Figura 3.7

Prueba de Tukey de los efectos simples en los cultivares de plátano y banano con fuentes de abonamiento. Pichari 560 msnm



En la prueba de Tukey del rendimiento en fruta (figura 3.7), nos muestra que cuando se abona el cultivar *Musa balbisiana* (ordinario) con fuente de NPK se logra el mayor rendimiento con 38,540 kg.ha⁻¹ con diferencia estadística frente al cultivar *Musa acuminata* (Cavendish Williams) con 24,038.86 kg.ha⁻¹; mientras que, cuando se abona con estiércol de cuy (EC) el cultivar *Musa balbisiana* (ordinario) se obtuvo el mayor rendimiento con 32,213.23 kg.ha⁻¹ y con diferencia estadística frente al cultivar *Musa acuminata* (Cavendish Williams) con rendimiento de 20,324.62 kg.ha⁻¹.

Los rendimientos obtenidos en los cultivares con fuentes de abonamiento orgánico e inorgánico se diferencian estadística y numéricamente, siendo mayores los rendimientos con

fuentes de abono NPK respecto a la fuente de abono EC, debido a la rápida absorción y asimilación de elementos nutritivos de NPK por las plantas que se expresan en el crecimiento y desarrollo precoz con respecto a la lenta asimilación de nutrientes de EC.

Estos resultados logrados son superiores a los obtenidos por Ramos-Agüero & Martí (2016) que el plátano Ordinario en condiciones de Tarapoto produjo 9.81 kg de plátanos por racimo y un rendimiento de 13.08 t/ha.

3.2. Rentabilidad económica de cultivares de plátano y banano

3.2.1. Costos de producción

Tabla 3.7

Costos de producción en los tratamientos de cultivares de banano y plátano. Pichari 560 msnm

Tratamiento	Cultivares de banano y plátano	Costos directos (S/x ha)	Costos indirectos (S/ x ha)	Costos de producción (S/ x ha)
T3: NPK	Ordinario	16,643.10	956.90	17,600.00
T1: NPK	C. Williams	16,139.10	956.90	17,096.00
T4: Estiércol cuy	Ordinario	14,318.10	956.90	15,275.00
T2: Estiércol cuy	C. Williams	13,814.10	956.90	14,771.00

En la tabla 3.7 se reporta los costos directos, indirectos y costos de producción de cultivares banano y plátano, siendo los costos de producción de cultivares Ordinario y C. Williams con los tratamientos T3 y T1 (NPK) de 17,600.00 y 17,096.00 soles.ha⁻¹, respectivamente; mientras que los costos de producción con los tratamientos T4 y T2 (EC) fueron de 15,275.00 y 14,771.00 soles.ha⁻¹, respectivamente.

Los resultados obtenidos de los costos de producción en los tratamientos de cultivares Ordinario y Williams se obtienen en el tratamiento T3 (NPK) el mayor costo con 17,600.00 soles.ha⁻¹ y en el tratamiento T1 (NPK) el menor costo con 17,096.00 soles.ha⁻¹; mientras que en los tratamientos T4 y T2 (EC) en los cultivares Ordinario y Williams los costos de producción son menores con 15,275.00 y 14,771.00 soles.ha⁻¹, respectivamente. los mayores costos se deben al uso de los fertilizantes y el menor costos por uso de insumos orgánicos como el estiércol de cuy (EC).

Espinoza (2025) reporta que los costos de producción del cultivar Williams bajo la aplicación de NPK y GI+SP alcanzaron valores de 19 007.00 y 18 357.00 soles/ha, respectivamente, siendo superiores a los obtenidos en el presente ensayo. En una actividad agrícola como la producción de plátano y banano, los costos de producción se clasifican en directos e indirectos. Los costos directos corresponden a aquellos recursos que participan directamente en el proceso productivo, como semillas, fertilizantes, abonos orgánicos, pesticidas y otros insumos agrícolas. Por otro lado, los costos indirectos comprenden aquellos gastos complementarios que no forman parte directa del producto final, tales como mano de obra administrativa, equipos, herramientas, materiales, servicios, seguros, alquileres y costos financieros (Condeña, 2020).

3.2.2. Valor bruto de producción

Tabla 3.8

Rendimiento, precio unitario y valor bruto de producción de cultivares de banano y plátano. Pichari 560 msnm

Tratamiento	Cultivares	Rendimiento (kg/ha)	Precio unitario (S/ x kg)	Valor bruto de producción (S/ x ha)
T3: NPK	Ordinario	38,540.87	0.70	26,978.61
T1: NPK	C. Williams	32,213.23	1.00	32,213.23
T4: Estiércol cuy	C. Ordinario	24,038.86	0.70	16,827.20
T2: Estiércol cuy	Williams	20,324.62	1.00	20,324.62

La tabla 3.8 presenta los rendimientos, precios de comercialización y valores brutos de producción (VBP) obtenidos en los tratamientos evaluados con los cultivares de banano y plátano. Los rendimientos fueron valorizados considerando los precios de compra establecidos por empresas acopiadoras y comercializadoras del Mercado de Frutas N.º 2 de la ciudad de Lima, registrándose valores promedio de S/ 0.70 kg⁻¹ para el cultivar Ordinario y S/ 1.00 kg⁻¹ para el cultivar Williams. En el cultivar Ordinario, los tratamientos T3 (NPK) y T4 (EC) alcanzaron valores brutos de producción de S/ 26 978.61 y S/ 16 827.20 por hectárea, respectivamente. Mientras que en el cultivar Williams, los tratamientos T1 (NPK) y T2 (EC) presentaron valores de S/ 32 213.23 y S/ 20 324.62 por hectárea, respectivamente. Los rendimientos obtenidos en los tratamientos evaluados presentaron variaciones debido principalmente a la aplicación de diferentes dosis de fertilización inorgánica (NPK) y orgánica (EC), manteniendo similares labores agronómicas durante el manejo del cultivo. Estas diferencias también estuvieron influenciadas por la inversión inicial destinada al establecimiento de los cultivares y los costos de mantenimiento requeridos durante el desarrollo del experimento en la parcela experimental. En este sentido, la aplicación de abonos en los tratamientos evaluados representa un sistema de producción con mayor nivel tecnológico en comparación con el manejo tradicional de baja tecnología empleado por los productores de banano y plátano de la zona de estudio. Por ello, el establecimiento de los cultivares demandó una mayor inversión inicial, mientras que las actividades de mantenimiento requirieron menores recursos económicos durante el ciclo productivo.

3.2.3. Valor neto de producción

Tabla 3.9

Valor neto de producción de cultivares de banano y plátano. Pichari 560 msnm

Tratamiento	Cultivares de banano y plátano	Valor bruto de producción (S/ x ha)	Costos de producción (S/ x kg)	Valor neto de producción (S/ x ha)
T3: NPK	Ordinario	26,978.61	17,600.00	9,378.61
T1: NPK	C. Williams	32,213.23	17,096.00	15,117.23
T4: Estiércol cuy	Ordinario	16,827.20	15,275.00	1,552.20
T2: Estiércol cuy	C. Williams	20,324.62	14,771.00	5,553.62

En la tabla 3.9 se presenta el valor neto de producción (VNP) o ingreso neto obtenido mediante la diferencia entre el valor bruto de producción y los costos de producción de cada tratamiento evaluado en los cultivares Ordinario y Cavendish Williams. Los resultados muestran que en el cultivar Ordinario, los tratamientos T3 (NPK) y T4 (EC) alcanzaron valores netos de producción de 9 378,61 y 1 552,20 soles ha⁻¹, respectivamente. Por otro lado, en el cultivar Williams, los tratamientos T1 (NPK) y T2 (EC) registraron ingresos netos de 15 117,23 y 5 553,62 soles ha⁻¹, respectivamente. Estos resultados evidencian diferencias en el beneficio económico generado por cada tratamiento, debido principalmente a la respuesta productiva de los cultivares y a los costos asociados al manejo agronómico. Asimismo, los valores obtenidos presentan diferencias respecto a los reportados por Espinoza (2025) en un ensayo realizado en Pichari con la variedad Williams, quien obtuvo un VNP de 7 588,30 soles ha⁻¹ con la aplicación de NPK y 4 809,90 soles ha⁻¹ con la aplicación de GI+SP.

Los valores netos de producción obtenidos en los tratamientos evaluados estuvieron influenciados por la relación existente entre los ingresos generados por la producción y los costos necesarios para el manejo de cada cultivar. Estos resultados guardan relación con lo indicado por el Ministerio de Economía y Finanzas (2014), que señala la importancia de considerar el valor bruto de producción (VBP) y el valor neto de producción (VNP) como indicadores fundamentales para la evaluación económica de una actividad agrícola. El VBP se obtiene mediante la multiplicación del rendimiento alcanzado por el cultivo (kg ha⁻¹) por el precio de venta del producto en chacra (S/ kg). Por su parte, el VNP se determina mediante la diferencia entre el valor bruto de producción por hectárea y los costos generados durante el proceso productivo, permitiendo conocer el beneficio económico real obtenido en cada tratamiento evaluado.

3.2.4. Rentabilidad económica en porcentaje

Tabla 3.10

Rentabilidad económica en porcentaje de cultivares de plátano y banano, Pichari 560 msnm

Tratamiento	Variedad de Banano	Valor neto de producción (S/x ha)	Costos de producción (S/ x kg)	Rentabilidad (%)
T3: NPK	Ordinario	9,378.61	17,600.00	87.66 %
T1: NPK	C. Williams	15,117.23	17,096.00	11.57 %
T4: Estiércol cuy	Ordinario	1,552.20	15,275.00	10.16 %
T2: Estiércol cuy	C. Williams	5,553.62	14,771.00	37.60 %

En la tabla 3.10 se observa la rentabilidad económica en porcentaje de los cultivares, con los tratamientos T3 (NPK) y T4 (estiércol de cuy) en el cultivar Ordinario se lograron el 87.66% y 10.16% de rentabilidad económica, respectivamente; mientras con los tratamientos T1

(NPK) y T2 (EC) en el cultivar Williams se obtuvieron el 11.57% y 37.60% de rentabilidad económica, respectivamente.

Los resultados obtenidos permiten afirmar que los cultivares Ordinario y Williams generaron beneficios económicos favorables bajo los tratamientos evaluados. La mayor rentabilidad porcentual se alcanzó con el tratamiento T3 (NPK) en el cultivar Ordinario y T2 (EC) en el cultivar Williams, cuyos valores superaron la tasa de descuento del capital de trabajo establecida por AGROBANCO (20 % anual). En cambio, los tratamientos T1 (NPK) en Williams y T2 (EC) en Ordinario presentaron menores niveles de rentabilidad, ubicándose por debajo de dicha tasa de referencia. A pesar de estas diferencias, la producción de ambos cultivares resultó económicamente rentable durante la primera campaña productiva 2023-2024, considerando los precios de venta de 1,00 sol kg⁻¹ para el cultivar Ordinario y 0,70 soles kg⁻¹ para Williams. Asimismo, se prevé que la rentabilidad aumente a partir del segundo año de producción, debido a la reducción de los costos de establecimiento, ya que las nuevas plantas provendrán de hijuelos generados por la planta madre y requerirán principalmente labores de manejo agronómico y aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos. Esta condición permitirá mantener la producción durante los años siguientes, considerando una vida productiva aproximada de 15 años de la plantación.

Según el Ministerio de Economía y Finanzas (2014), la rentabilidad porcentual de un cultivo se obtiene mediante la relación entre el valor neto de producción (S/ ha) y el costo total de producción (S/ ha). El resultado de esta relación se expresa en porcentaje al multiplicarlo por 100, permitiendo determinar el beneficio económico generado en función de la inversión realizada durante el proceso productivo.

CONCLUSIONES

1. Evaluado las fuentes de abonamiento orgánico e inorgánico en la productividad de cultivares *Musa acuminata* (Cavendish Williams) y *Musa balbisiana* (ordinario), en altura de planta a la floración de C. Williams con NPK (Fosfato diamónico, Nitrato diamónico y Cloruro de Potasio) y EC (estiércol de cuy) es superior estadísticamente al Ordinario; con abono EC se obtiene mayor respuesta superando estadísticamente a la fertilización con NPK. En días a floración, C. Williams es más precoz que el Ordinario. En peso de racimos comercial por planta, los cultivares Ordinario y Williams así como con fuente NPK con diferencia estadística. En número de dedos comercial, C. Williams y Ordinario con diferencia estadística y con fuentes de abonos el NPK supera estadísticamente al EC. En número de manos comercial, los cultivares Ordinario y C. Williams, y con fuentes de abono sin diferencia estadística. En rendimiento, con NPK el Ordinario produce 38,540 kg.ha⁻¹ y C. Williams con 24,038.86 kg.ha⁻¹, con EC, el Ordinario produce 32,213.23 kg.ha⁻¹ y C. Williams con 20,324.62 kg.ha⁻¹.

2. En la rentabilidad económica de los cultivares, en costos de producción de Ordinario con NPK y EC es de 17,600.00 y 15,275.00 soles/ha, C. Williams con NPK y EC con 17,096.00 y 14,771.00 soles/ha, respectivamente. El valor bruto de producción (VBP), Ordinario con NPK y EC con 26,978.61 y 16,827.20 soles/ha, y C. Williams con NPK y EC con 32,213.23 y 20,324.62 soles/ha, respectivamente. El valor neto de producción (VNP), Ordinario con NPK y EC con 9,378.61 y 1,552.20 soles/ha, y C. Williams con NPK y EC con 15,117.23 y 5,553.62 soles/ha. La rentabilidad en porcentaje, Ordinario con NPK y EC con 87.61% y 10.16%, y C. Williams con NPK y EC con 11.57% y 37.60%, respectivamente, siendo ligeramente baja la rentabilidad durante el primer año por el mayor costo de instalación y manejo agronómico de ambos cultivares.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Condeña, F. (2020). *Proyectos Agropecuarios*. Texto universitario. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho.
- Espinoza, E. (2025). *Abonamiento orgánico-mineral en la productividad y rentabilidad de dos variedades de Musa paradisiaca en Omay a 570 msnm, Pichari 2020*. La Convención, Cusco.
- Mendoza, R., & Zamora, S. (2018). *Efecto de abonos orgánicos y químicos en el crecimiento y rendimiento de plátano (musa spp.) en la selva central peruana*. Revista peruana de agronomía, 12(1),45-58.
- Ministerio de Economía y Finanzas (2014). *Guía general para identificación, formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública a, nivel de perfil* - Lima.
- Ramos-Agüero, D.A. & Martí, G. M. (2016). *Efecto de la nutrición órgano - mineral y densidad en plátano AAB, var. Cuerno Rosado*. Ciencia Agropecuaria, 25, 73-87.