

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



TESIS

**EFFECTO DE ABONOS ORGÁNICOS Y BIOESTIMULANTES EN
CARACTERÍSTICAS AGROBOTÁNICAS DEL CAFETO (*Coffea arábica* L.)
DURANTE LA ETAPA INICIAL DE CRECIMIENTO EN CAMPO DEFINITIVO EN
EL DISTRITO DE QUELLOUNO - LA CONVENCION - CUSCO**

PRESENTADO POR:

Br. YORKS JHERSON ICHILLUMPA
HUAMAN

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

ASESOR:

MGT. ARCADIO CALDERÓN
CHOQUECHAMBI

CO ASESOR:

ING. ERNESTO PAÑO ANCASI

CUSCO – PERÚ
2025

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: EFEECTO DE ABONOS ORGÁNICOS Y BIOESTIMULANTES EN CARACTERÍSTICAS AGROBOTÁNICAS DEL CAFETO (Coffea arabica L.) DURANTE LA ETAPA INICIAL DE CRECIMIENTO EN CAMPO DEFINITIVO EN EL DISTRITO DE QUELLOUNO - LA CONVENCION - CUSCO

Presentado por: YORKS JHERSON ICHILLUMPA HUAMAN DNI N° 74442186

presentado por: DNI N°:

Para optar el título profesional/grado académico de INGENIERO AGRÓNOMO

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por dos veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 9 %.

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

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

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

Cusco, 27 de AGOSTO de 2025


.....
Firma

Post firma JHERSON ICHILLUMPA HUAMAN

Nro. de DNI 23964581

ORCID del Asesor 0000-0001-8040-3755

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259:487459387

YORKS JHERSON ICHILLUMPA HUAMAN

TESIS YORKS ULTIMO OK.pdf

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:487459387

121 páginas

Fecha de entrega

27 ago 2025, 9:11 a.m. GMT-5

37.427 palabras

Fecha de descarga

27 ago 2025, 9:22 a.m. GMT-5

179.481 caracteres

Nombre del archivo

TESIS YORKS ULTIMO OK.pdf

Tamaño del archivo

3.9 MB

9% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Coincidencias menores (menos de 12 palabras)
- Fuentes de Internet

Exclusiones

- N.º de fuente excluida
- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 0%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 9%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

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

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

DEDICATORIA

A mi familia y amigos más cercanos,
por motivarme a seguir cada día
en este reto llamado vida.

AGRADECIMIENTO

A mis padres, por ser el pilar de mi vida, por su apoyo incondicional, por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia y por creer en mí, incluso en los momentos en los que dudé de mí mismo. Gracias por cada consejo, cada palabra de aliento y por estar siempre a mi lado.

A mis hermanos, por su compañía, su amor y por ser una fuente constante de inspiración. Cada uno de ustedes me ha enseñado algo invaluable y este logro también es de ustedes.

A mi abuela, que ahora me cuida desde el cielo. Aunque ya no estás físicamente, siento tu presencia en cada paso que doy. Gracias por tu amor, sabiduría y por los valores que dejaste en mi corazón.

A mi padre político, por su apoyo, comprensión y por ser una guía en momentos importantes. Tu presencia en mi vida ha sido fundamental y agradezco cada palabra y gesto que me has brindado.

Al Ing. Arcadio Calderón, a quien admiro por la calidad de profesional que es, por haber colaborado conmigo en asesorar la presente tesis.

Este trabajo es un reflejo de todo lo que me han dado y de todo lo que me han enseñado.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
CONTENIDO.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS	v
INTRODUCCIÓN	ix
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Problema general	1
1.2. Problemas específicos.....	1
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN.....	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
2.3. Justificación	3
III. HIPÓTESIS	5
3.1. Hipótesis general.....	5
3.2. Hipótesis específicas.....	5
IV. MARCO TEÓRICO	6
4.1. Antecedentes de la investigación	6
4.2. Bases teóricas y conceptuales	8
4.3. Terminología básica	39
V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	40
5.1. Tipo de investigación.....	40
5.2. Ubicación temporal del experimento.....	40
5.3. Ubicación del campo experimental.....	40
5.4. Materiales y métodos.....	41
5.4.1. Materiales, equipos y herramientas.....	41
5.4.2. Métodos.....	47
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	60
6.1. Características agrobotánicas de tallo.....	60
6.1.1. Altura de planta	60
6.1.2. Diámetro de tallo	64
6.2. Características agrobotánicas de la hoja.....	66
6.1.3. Longitud de hoja.....	66

6.1.4 Ancho de hoja.....	68
6.1.5 Área foliar de hoja	70
6.1.6 Área total de hojas por planta.....	72
6.1.7 Perímetro de hoja	74
6.1.8 Número de hojas	77
VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.....	81
Conclusiones.....	81
Sugerencias	82
BIBLIOGRAFÍA	83
ANEXO 1: RESULTADOS DE EVALUACIONES DE CAMPO.....	88
ANEXO 2: PANEL FOTOGRÁFICO	104
ANEXO 3: ANÁLISIS DE SUELO.....	110

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Contenido de nutrientes del guano de isla balanceado.....	43
Tabla 2: Contenido de elementos minerales de terrasur.....	44
Tabla 3: Contenido de elementos minerales de biol.....	45
Tabla 4: Tratamientos	47
Tabla 5: Resultados de análisis de suelo.....	50
Tabla 6: Niveles críticos para materia orgánica y elementos mayores.....	50
Tabla 7: Niveles críticos para pH y conductividad eléctrica.....	51
Tabla 8: Dosis y frecuencia de aplicación de abonos orgánicos.....	56
Tabla 9: Operacionalización de variables dependientes	59
Tabla 10: Promedios de altura de planta (cm).....	60
Tabla 11: Auxiliar de sumas totales y promedios por niveles de los factores.....	60
Tabla 12: Análisis de varianza para altura de planta.....	61
Tabla 13: Prueba de Tukey para el factor abono orgánico.....	62
Tabla 14: Prueba de Tukey para el factor bioestimulante	62
Tabla 15: Análisis de variancia auxiliar para la interacción del factor abono orgánico y bioestimulante	62
Tabla 16: Prueba de Tukey para la interacción entre abono orgánico y sin bioestimulante	63
Tabla 17: Diámetro de tallo promedio (mm).....	64
Tabla 18: Auxiliar de sumas totales y promedios por niveles de los factores.....	64
Tabla 19: Análisis de varianza para diámetro de tallo	65
Tabla 20: Longitud de hoja promedio (mm).....	66
Tabla 21: Auxiliar de sumas totales y promedios por niveles de los factores.....	66
Tabla 22: Análisis de varianza para longitud de hoja	67
Tabla 23: Ancho de hoja promedio (mm)	68
Tabla 24: Auxiliar de sumas totales y promedios por niveles de los factores.....	68
Tabla 25: Análisis de varianza para ancho de hoja	69
Tabla 26: Área foliar promedio (cm ²).....	70
Tabla 27: Auxiliar de sumas totales y promedios por niveles de los factores.....	70
Tabla 28: Análisis de varianza para área foliar.....	71
Tabla 29: Área total de hojas por planta (cm ²)	72
Tabla 30: Auxiliar de sumas totales y promedios por niveles de los factores.....	72

Tabla 31: Análisis de varianza para área foliar.....	73
Tabla 32: Prueba de Tukey para el factor abono orgánico.....	73
Tabla 33: Perímetro de hoja promedio (cm).....	74
Tabla 34: Auxiliar de sumas totales y promedios por niveles de los factores.....	75
Tabla 35: Análisis de varianza para perímetro de hoja	75
Tabla 36: Prueba de Tukey para el factor bioestimulante	76
Tabla 37: Número de hojas promedio	77
Tabla 38: Auxiliar de sumas totales y promedios por niveles de los factores.....	77
Tabla 39: Análisis de varianza para número de hojas.....	78
Tabla 40: Prueba de Tukey para el factor abono orgánico.....	78
Tabla 41: Prueba de Tukey para el factor bioestimulante	79
Tabla 42: Resultados para altura de planta (cm) – Bloque I	88
Tabla 43: Resultados para altura de planta (cm) – Bloque II	88
Tabla 44: Resultados para altura de planta (cm) – Bloque III.....	89
Tabla 45: Resultados para altura de planta (cm) – Bloque IV	89
Tabla 46: Resultados para diámetro de tallo (mm) – Bloque I.....	90
Tabla 47: Resultados para diámetro de tallo (mm) – Bloque II.....	90
Tabla 48: Resultados para diámetro de tallo (mm) – Bloque III.....	91
Tabla 49: Resultados para diámetro de tallo (mm) – Bloque IV	91
Tabla 50: Resultados para longitud de hoja (mm) – Bloque I.....	92
Tabla 51: Resultados para longitud de hoja (mm) – Bloque II.....	92
Tabla 52: Resultados para longitud de hoja (mm) – Bloque III.....	93
Tabla 53: Resultados para longitud de hoja (mm) – Bloque IV	93
Tabla 54: Resultados para ancho de hoja (mm) – Bloque I	94
Tabla 55: Resultados para ancho de hoja (mm) – Bloque II	94
Tabla 56: Resultados para ancho de hoja (mm) – Bloque III	95
Tabla 57: Resultados para ancho de hoja (mm) – Bloque IV	95
Tabla 58: Resultados para área foliar (cm ²) – Bloque I.....	96
Tabla 59: Resultados para área foliar (cm ²) – Bloque II.....	96
Tabla 60: Resultados para área foliar (cm ²) – Bloque III.....	97
Tabla 61: Resultados para área foliar (cm ²) – Bloque IV.....	97
Tabla 62: Resultados para área de hojas total por planta (cm ²) – Bloque I.....	98
Tabla 63: Resultados para área de hojas total por planta (cm ²) – Bloque II.....	98

Tabla 64: Resultados para área de hojas total por planta (cm ²) – Bloque III.....	99
Tabla 65: Resultados para área de hojas total por planta (cm ²) – Bloque III.....	99
Tabla 66: Resultados para perímetro de hoja (cm) – Bloque I	100
Tabla 67: Resultados para perímetro de hoja (cm) – Bloque II	100
Tabla 68: Resultados para perímetro de hoja (cm) – Bloque III	101
Tabla 69: Resultados para perímetro de hoja (cm) – Bloque IV.....	101
Tabla 70: Resultados para número de hojas – Bloque I.....	102
Tabla 71: Resultados para número de hojas – Bloque II.....	102
Tabla 72: Resultados para número de hojas – Bloque III.....	103
Tabla 73: Resultados para número de hojas – Bloque IV	103

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, titulado “Efecto de abonos orgánicos y bioestimulantes en características agrobotánicas del cafeto (*Coffea arábica* L.) durante la etapa inicial de crecimiento en campo definitivo en el distrito de Quellouno – La Convención – Cusco”, se desarrolló durante el periodo 2023–2024. El objetivo fue evaluar la influencia de diferentes abonos orgánicos y bioestimulantes en el crecimiento inicial del cafeto, cultivar Bourbon, bajo condiciones agroecológicas de Quellouno.

Se empleó un diseño de bloques completos al azar en arreglo factorial 3×3 , con nueve tratamientos y cuatro repeticiones, totalizando 36 unidades experimentales. Los factores de estudio fueron: guano de isla, gallinaza Terrasur y testigo (como abonos orgánicos); y biol, EM–Compost y testigo (como bioestimulantes). Las variables evaluadas fueron altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas, longitud, ancho, área y perímetro foliar.

Los resultados mostraron que el guano de isla y la gallinaza Terrasur incrementaron significativamente la altura de planta, con promedios de 154.1 y 143.4 cm, respectivamente, frente al testigo. En cuanto a los bioestimulantes, el biol (148.8 cm) y el EM–Compost (143.5 cm) superaron al testigo, destacando además el guano de isla y el biol en el número de hojas, con promedios de 13.6 y 13.1, respectivamente. No se observaron diferencias estadísticas significativas en diámetro de tallo, longitud, ancho y área foliar.

Se concluye que el guano de isla y el biol constituyen prácticas sostenibles y de bajo costo que favorecen el crecimiento inicial del cafeto, contribuyendo al fortalecimiento de la caficultura en la selva cusqueña.

Palabras clave: *Coffea arábica*, abonos orgánicos, bioestimulantes, crecimiento inicial.

INTRODUCCIÓN

El café constituye uno de los principales cultivos agrícolas a nivel mundial, tanto por su importancia económica como por su impacto social y cultural. Según la Organización Internacional del Café (OIC, 2023), más de 12 millones de familias dependen de este cultivo en más de 70 países, con una superficie global estimada en 11 millones de hectáreas. En el Perú, el café representa el producto agrícola de mayor exportación: en el año 2021 se cultivaron 427,433 hectáreas, con una producción de 365,221 toneladas y una exportación de 195,283 toneladas, generando divisas por aproximadamente 770 millones de dólares (MIDAGRI, 2024).

La provincia de La Convención, en Cusco, es una de las principales zonas cafetaleras del país. Allí, la caficultura es desarrollada por pequeños agricultores con parcelas de 3 a 7 hectáreas en promedio, que generalmente emplean tecnología de bajo nivel, basada en prácticas tradicionales y con un uso limitado de fertilizantes químicos. En este contexto, la demanda internacional de cafés especiales ha impulsado la adopción de estrategias de manejo sostenible, entre ellas el uso de abonos orgánicos y bioestimulantes que permiten mejorar la fertilidad del suelo, promover la actividad microbiana y optimizar el crecimiento inicial del cultivo.

Los abonos orgánicos, como el guano de isla y la gallinaza compostada, aportan nutrientes esenciales y mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Mosquera, 2010; Félix et al., 2008). Por su parte, los bioestimulantes, entre ellos el biol y los microorganismos eficientes (EM-Compost), han demostrado favorecer procesos fisiológicos relacionados con el crecimiento vegetal, la fotosíntesis y la absorción de nutrientes, contribuyendo a un mejor establecimiento de las plantas en campo definitivo (Morales, 2017; Ayala & Valdiviezo, 2022).

En la caficultura de la selva cusqueña, una de las principales limitantes es el deficiente crecimiento inicial de las plantas en nuevas plantaciones, lo que repercute en bajos rendimientos y en la vulnerabilidad del cultivo frente a plagas y enfermedades. Esta problemática se relaciona, en gran medida, con la limitada

aplicación de fertilización orgánica y bioestimulantes en la etapa inicial de establecimiento.

En este sentido, resulta necesario evaluar científicamente el efecto de estas prácticas de manejo, a fin de identificar alternativas sostenibles que fortalezcan la productividad y resiliencia de los cafetales en la región. La presente investigación busca dar respuesta a esta necesidad, aportando evidencia técnica sobre la influencia de abonos orgánicos y bioestimulantes en el crecimiento inicial del café (Coffea arábica L.), cultivar Bourbon, bajo condiciones agroecológicas de Quelluno, Cusco.

El autor

I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

Identificación del problema objeto de investigación

En la instalación de nuevas plantaciones de café en la provincia de La Convención y específicamente en el distrito de Quellouno, se ha observado como problema constante el crecimiento deficiente de las plantas de café recién instaladas en campo definitivo, lo cual trae como consecuencia rendimiento bajo de las plantaciones ya que, las plantas no se establecen en el campo definitivo en forma adecuada, prueba de ello son las estadísticas de rendimiento mencionadas por MIDAGRI (2024) para la región Cusco, para el año 2021 de 448 kg/Ha equivalente a 9.7 quintales de 46 kg, este rendimiento equivale al 52.46% del rendimiento promedio nacional de 854 kg/ha (18.56 qq/ha) para este mismo año.

Una de las causas del deficiente crecimiento de plantas de café recién instaladas en campo definitivo es el deficiente abonamiento realizado, ya que, no se utilizan abonos orgánicos como guano de isla y gallinaza procesada terrasur, tampoco se aplican bioestimulantes foliares como biol y microorganismos eficientes, que permitan mejorar los procesos fisiológicos que influyen directamente en crecimiento inicial del cultivo, sin embargo, para determinar que abonos orgánicos y bioestimulantes son los mejores es necesario conocer el efecto de estos productos, dentro de este contexto se realizan las siguientes preguntas de investigación:

Formulación del problema

1.1. Problema general

¿Cuál es el efecto de abonos orgánicos y bioestimulantes en las características agrobotánicas del cafeto (*Coffea arabica* L.), cultivar bourbon, durante la etapa inicial de crecimiento en campo definitivo y condiciones del distrito de Quellouno, La Convención - Cusco?

1.2. Problemas específicos

1. ¿Qué efecto tienen los abonos orgánicos: guano de isla y terrasur y los bioestimulantes: biol y EM-compost en altura de planta y diámetro de tallo del cafeto durante la etapa inicial de crecimiento en campo definitivo?

2. ¿Cuál es el efecto de los abonos orgánicos, guano de isla y terrasur y los bioestimulantes, biol y EM-compost en longitud, ancho y perímetro de hoja, área foliar y número de hojas por planta del cafeto durante la etapa inicial de crecimiento en campo definitivo?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de abonos orgánicos y bioestimulantes en las características agrobotánicas del cafeto (*Coffea arabica* L.), cultivar bourbon, durante la etapa inicial de crecimiento en campo definitivo y condiciones del distrito de Quellouno, La Convención - Cusco.

2.2. Objetivos específicos

1. Determinar el efecto que tienen los abonos orgánicos: guano de isla y terrasur y los bioestimulantes: biol y EM-compost en altura de planta y diámetro de tallo del cafeto durante la etapa inicial de crecimiento en campo definitivo.
2. Analizar el efecto de los abonos orgánicos, guano de isla y terrasur y los bioestimulantes, biol y EM-compost en longitud, ancho y perímetro de hoja, área foliar y número de hojas por planta del cafeto durante la etapa inicial de crecimiento en campo definitivo.

2.3. Justificación

La producción de hojas en la etapa de crecimiento inicial en campo definitivo es fundamental para el establecimiento de la planta y asegura el crecimiento de una planta robusta y bien desarrollada capaz de rendir su máximo potencial, puesto que, las hojas son los órganos especializados en fotosíntesis y con ello en la producción de sustancias químicas que permiten el crecimiento y desarrollo de la especie, motivo por el cual, investigar en abonos orgánicos como el guano de isla y la gallinaza mejorada y los bioestimulantes foliares como el biol y los microorganismos eficaces como el EM-Compost, que permitan mejorar las características de la hoja como son: la cantidad de hojas por planta, la longitud y el diámetro de la lámina foliar, el área foliar, es de gran importancia y justifican la presente investigación.

El crecimiento del tallo en el cultivo de café en los primeros meses de crecimiento en campo definitivo es de gran importancia, ya que, es parte esencial de la estructura aérea de la planta, considerando que es una especie perenne el tallo debe formarse en forma robusta y bien equilibrada para soportar las cosechas posteriores, así como

las labores propias del cultivo, razón por la cual, investigar el efecto que tiene la aplicación de abonos orgánicos al suelo y bioestimulantes foliares en el características del tallo como son diámetro del tallo principal, altura de tallo principal y número de ramas primarias y secundarias.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

El uso de abonos orgánicos y bioestimulantes influye significativamente en el crecimiento inicial del cafeto (*Coffea arábica* L.), cultivar Bourbon, en campo definitivo en Quellouno, mejorando variables como altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas, en comparación con el testigo sin aplicación.

3.2. Hipótesis específicas

1. La aplicación del abono orgánico guano de isla incrementa la altura de planta y el diámetro de tallo en comparación con el testigo y otros tratamientos.
2. El bioestimulante biol mejora el número de hojas por planta en relación con el testigo y con el EM-Compost.
3. La combinación de guano de isla y biol genera los mejores resultados en las características agrobotánicas evaluadas durante la etapa inicial de crecimiento.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Antecedentes de la investigación

Portocarrero (2023) en la investigación “Efecto de tres abonos orgánicos en el desarrollo vegetativo y rendimiento del café (*Coffea arábica*), distrito de Pangoa, provincia Satipo – Junín” realizado con el objetivo de determinar el efecto de tres abonos orgánicos en el desarrollo vegetativo y rendimiento del café (*Coffea arábica*), distrito de Pangoa, provincia Satipo – Junín, evaluó los abonos orgánicos: guano de isla, gallinaza y humus y tres dosis: 200, 300 y 400 g/planta en el cultivo de café, estos abonos fueron aplicados en campo definitivo y en condiciones de Satipo, región Junín, fue asumido el diseño bloques completo al azar con arreglo factorial, entre los resultados se tiene: para altura de planta se presentaron diferencias significativas para abono orgánico, dosis y para la interacción de ambos factores, el mejor tratamiento fue guano de isla aplicado a una dosis de 400 g/planta con 167.6 cm. Para rendimiento en cerezo evaluado se presentaron diferencias significativas para abono orgánico, dosis y para la interacción de ambos factores, el mejor tratamiento fue guano de isla aplicado a 300 g/planta y 400 g/planta con 2,415 g/planta y 2,496.0 g/planta respectivamente. En esta investigación solamente fue evaluado altura de planta y rendimiento en cerezo.

Ayala & Valdiviezo (2022) en la investigación “Efecto de la aplicación de microorganismos eficientes como complemento a la fertilización orgánica en el cultivo de café (*Coffea arábica*)” realizado con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de microorganismos eficientes como complemento a la fertilización orgánica en el cultivo de café (*Coffea arabica*) en el Centro Experimental La Playita, el experimento fue instalado según el diseño completo al azar con arreglo factorial con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, entre los resultados se tiene: para altura de planta se presentaron diferencias significativas, el mejor tratamiento fue el microorganismo eficiente endomicorrizas y el abono orgánico humus con 273.9 cm de altura evaluado a los 90 días, para diámetro de tallo se presentaron diferencias significativas siendo el tratamiento el microorganismo eficiente endomicorrizas y el abono orgánico humus con 7.34 cm, para perímetro foliar se presentaron diferencias significativas siendo el mejor tratamiento el microorganismo eficiente endomicorrizas y el abono orgánico humus con 54.2 cm.

Gamboa (2019) en la investigación “Aplicación de biol mediante la técnica en ferdín en el crecimiento de *Coffea arabica* L. variedad catuai, en Satipo” con los objetivos de determinar el efecto del biol aplicado con la tecnología en ferdin en las características morfológicas del cultivo de café, en Satipo – Perú y determinar la dosis óptima de biol aplicado con la tecnología en ferdin en el crecimiento del cultivo de café, en Satipo – Perú, los tratamientos fueron cinco dosis de biol en plantaciones de café instalados en campo definitivo con dos meses de edad, fue asumido el diseño bloques completo al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones, entre los resultados se resalta: para altura de planta se presentaron diferencias significativas el mejor tratamiento fue 100% de biol con 19.72 cm de altura. Para diámetro de tallo se presentaron diferencias significativas siendo el mejor tratamiento el testigo sin biol con 5.83 mm. Para número de hojas por planta se presentaron diferencias significativas el mejor tratamiento fue el testigo sin biol con un promedio de 10.45 plantas/ha, para área foliar se presentaron diferencias significativas siendo el mejor tratamiento el testigo sin biol con 280.5 m².

La etapa inicial del cultivo del cafeto comprende el período que transcurre desde el trasplante de los plantones en campo definitivo hasta aproximadamente los 18–24 meses de edad, cuando la planta alcanza su fase juvenil avanzada y se prepara para la primera floración productiva (Arcila et al., 2007; INIA, 2022). Durante esta etapa, el cafeto establece su sistema radicular, desarrolla el tallo principal y emite la mayor parte de las hojas que determinarán su capacidad fotosintética futura.

Según Marín (2012), el crecimiento inicial en campo definitivo es decisivo, ya que una planta que logra un establecimiento vigoroso presentará mayor resistencia a plagas, enfermedades y estrés hídrico, además de un mejor potencial productivo a largo plazo. En esta fase, variables como altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas y área foliar son indicadores fundamentales del vigor y la adaptación al ambiente (Jaulis et al., 2020; Valverde-Lucio et al., 2020).

Asimismo, las condiciones edafoclimáticas y el manejo agronómico tienen un impacto determinante en esta etapa. Investigaciones recientes destacan que el uso de abonos orgánicos y bioestimulantes en los primeros meses de crecimiento favorece la mineralización de nutrientes, la formación de biomasa aérea y el equilibrio fisiológico

de la planta, asegurando un desarrollo uniforme y sostenible (Canseco Martínez et al., 2020; Gonzales Orbezo, 2023).

En síntesis, la etapa inicial del cultivo del cafeto constituye una fase crítica para el éxito de las plantaciones, ya que define el potencial productivo del cultivo y determina en gran medida la longevidad y rentabilidad del cafetal.

4.2. Bases teóricas y conceptuales

4.2.1. Cultivo de la café

4.2.1.1. Posición taxonómica

Según la clasificación propuesta por Cronquist (1992) mencionado por Sotomayor (1993) el café presenta la siguiente posición taxonómica:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Rubiales

Familia: Rubiaceae

Género: Coffea

Especie: *Coffea arábica* L.

4.2.1.2. Especies cultivadas

Existen dos especies de café cultivados a nivel mundial:

- *Coffea arábica* L.: ANACAFE (2019) menciona que esta especie ocupa la mayor superficie cultivada a nivel mundial, representa aproximadamente el 60% de la producción mundial. Esta especie muestra buena calidad en taza, es autógama, sin embargo, presenta un 9% de polinización cruzada, esta especie es tetraploide y cuenta con 44 cromosomas, el número básico del género es $x=11$. Herrera & Cortina (2013) indican que esta especie se formó hace aproximadamente 50,000 años a partir de la hibridación natural entre las especies *Coffea eugenioides* y *Coffea canephora*.
- *Coffea canephora*: ANACAFE (2019) menciona que esta especie es conocida como café Robusta y ocupa el 40% de la producción mundial de café restante.

La calidad en taza es inferior a *Coffea arábica*, a diferencia de la especie anteriormente citada es una planta alógama y diploide, debido a que esta especie es de polinización cruzada existe mucha variabilidad morfológica.

4.2.1.3. Variedades mayormente cultivadas a nivel nacional

- **Bourbon:** Julca et al., (2023) menciona que esta variedad presenta plantas altas de dos a tres metros, abundantes ramas laterales formadas en la base de la planta, es muy susceptible a la roya, los frutos son rojos tintos, es precoz, presenta muy buena calidad en taza por lo que, se considera dentro del grupo de café especial de alto calidad en taza por su aroma y cuerpo.
- **Caturra:** Instituto del Café de Costa Rica (2011) señala que esta variedad fue reportada en Brasil por primera vez, posiblemente como una mutación de un gene dominante de la variedad Bourbon. Esta variedad tiene porte bajo, los entrenudos son cortos, el tallo principal es grueso con pocas ramas, presenta ramificación secundaria, las plantas son vigorosas y compactas, los frutos son de tamaño grande, presenta un sistema radicular muy abundante y de gran extensión.
- **Catimor:** ANACAFE (2019) menciona que esta variedad se originó de la hibridación de la variedades Caturra y el híbrido CIFC 832/1 de Timor. El catimor presenta plantas de porte bajo, altamente productivas y resistentes a la roya (*Hemilea vastatrix*), son muy precoces, productivas y muy exigentes en el manejo agronómico, especialmente en la fertilización, es susceptible al ojo de gallo (*Mycena citricolor*).
- **Geisha:** Sotomayor (1993) indica que la variedad Geisha se originó en el sector del mismo nombre en Etiopía. Presenta plantas de porte alto, frutos grandes, es una variedad de alta calidad en taza y presenta un amplio rango ecológico, es decir se adapta fácilmente a un gran número de ambientes, se ha reportado resistencia a varias razas de roya del cafeto (*Hemilea vastatrix*).
- **Castillo:** ANACAFE (2019) menciona que esta variedad fue producida en Colombia, su característica principal es que presenta dos tipos de resistencia a la roya del café (*Hemilea vastatrix*) la vertical y horizontal. La variedad presenta plantas de porte bajo, vigorosa y de alta productividad.

- **Marsellesa:** Bertrand & Georget (2020) menciona que esta variedad presenta plantas de porte bajo, la forma del arbusto es semi-cónico, los brotes son de color verde, los entrenudos cortos, presenta muy buena ramificación secundaria, se recomienda su cultivo a niveles inferiores a 1200 m, el rendimiento promedio es de 30 qq/ha, presenta plantas resistentes a la roya del café (*Hemilea vastatrix*).
- **Tipica:** Sotomayor (1993) menciona que la variedad típica, que fue ampliamente cultivada hasta la aparición de razas de roya (*Hemilea vastatrix*). con alta virulencia, presenta plantas altas hasta de 4.0 m de altura, ramas laterales con ángulos de 50 a 70° con respecto al tallo principal, los entrenudos de las ramas son largas, color de brotes bronceado. Con gran capacidad de adaptarse a diversas condiciones, buena calidad sensorial, bajo rendimiento, susceptible a roya del café (*Hemilea vastatrix*). ANACAFE (2019) agrega que las hojas son oblongas, elípticas, su base y ápice es agudo, su textura es lisa y fina, el fruto es alargado, grande, color rojo vino a la madurez, maduración tardía, se adapta bien en el rango de 1300 a 1800 m de altitud, tiene comportamiento bienal en la producción.

4.2.1.4. Morfología

Sistema radicular

Sotomayor (1993) menciona que la planta de café cuyo origen es la semilla forma una raíz pivotante principal que puede alcanzar de 50 a 60 cm de profundidad, dependiendo del tipo de suelo, a partir de la raíz principal emergen las raíces secundarias cuya cantidad depende de la variedad, estas raíces sirven para el anclaje de la planta y en ella nacen las raíces delgadas o raicillas, se ha determinado que la mayor masa radicular de raicillas se ubican en los primeros 30 cm del suelo y sirven para que la planta absorba nutrientes y agua de la solución de suelo, las raicillas pueden extenderse hasta un radio de 2.0 a 2.5 m a partir del tallo principal, dependiendo de la variedad.

Tallo

Florez et al., (2013) mencionan que la planta de café presenta un solo tallo principal leñoso, en los primeros cuatro nudos del tallo solamente se originan hojas, a partir del

quinto o cuarto entrenudo se producen las ramas laterales a partir de yemas que se ubican en la axila superior de la hoja, estas ramas crecen en forma continua en forma conjunta con el tallo principal, a partir de las ramas primarias se forman ramas secundarias en forma opuesta originando un arbusto en forma cónica, a partir de las secundarias se pueden formar ramas terciarias, sobre las ramas secundarias y terciarias se forman las inflorescencias. El ápice del tallo principal es la estructura que genera crecimiento en altura o crecimiento ortotrópico, genera también las hojas y los nudos, mientras que, el ápice de las ramas secundarias generan el crecimiento horizontal o plagiotrópico.

Hojas

Arcila et al., (2007) mencionan que la hoja del café presenta típicamente la forma elíptica, su superficie es ligeramente coriácea, tanto la lámina foliar como sus márgenes son levemente ondulados, las hojas jóvenes son de color verde claro y tiende a oscurecerse cuando maduran. La hoja se origina en la yema apical de las ramas o tallo principal, nace como un protuberancia que luego se va diferenciando en una lámina foliar, dependiendo de la variedad la lámina foliar puede tener de 30 a 40 cm² de área foliar, la formación de las hojas depende básicamente de las condiciones ambientales y del manejo agronómico y dentro de ella del riego, el número de hojas por planta y el área foliar de la planta depende de la edad y la variedad, por ejemplo para una planta de cinco años de la variedad caturra la cantidad de hojas fue de 3,920 hojas para una densidad de 10,000 plantas/ha.

Flores

Sotomayor (1993) describe las siguientes partes de la flor del café:

- Cáliz: es poco desarrollado, cuenta con cinco sépalos de 1 a 2 mm de longitud, los sépalos se ubican encima del ovario de la flor.
- Corola: es un tubo largo localizado después del cáliz, que termina en cinco pétalos de color blanco.
- Estambres: presenta filamento y en su extremo distal una antera, se ubican en las uniones de los pétalos, el número de estambres es cinco. Las anteras se abren longitudinalmente y dejan caer el polen sobre el estigma de la flor durante la fecundación.

- Pistilo: esta compuesto de ovario, estilo y estigma. El ovario de forma globosa se ubica en la base del estilo y contiene dos óvulos que luego de fecundadas forman las dos semillas. El estilo es un tubo largo que termina en el estigma u órgano receptor del polen.

Inflorescencia

Arcila et al., (2007) mencionan que la inflorescencia del cafeto es del tipo glomerulo, que viene a ser una inflorescencia cimosa muy contraída, cuenta con una yema, brácteas y botones florales, el número de botones florales por glomerulo puede ser de cuatro a cinco.

Frutos

Sotomayor (1993) menciona que el fruto del café se considera una drupa, su forma general es elipsoidal y consta de las siguientes partes: epicarpio o epidermis que viene a ser la cáscara de la cereza, el mesocarpio o pulpa formado por el mucilago, el endocarpio o pergamino que viene a ser la cubierta dura que recubre la semilla y finalmente el endospermo o semilla. Arcila et al., (2007) agrega que el color de la epidermis del fruto varia desde verde amarillo, hasta rojo intenso, incluso hasta violeta o negro dependiendo de la variedad y de la madurez del fruto. Los frutos maduros o sobremaduros tienden a caerse fácilmente. El mesocarpio del fruto esta formado por una capa esponjosa de hasta 5 mm de espesor, este tejido es rico en azucares y mucilagos, que recubren el endocarpio o pergamino. El mucilago representa el 11.8% del peso del fruto, mientras que, el pergamino representa el 6.1% del peso del fruto húmedo. Debajo del pergamino y recubriendo la semilla se ubica una capa fina llamada película plateada o tegumento seminal representa el 0.2% del peso del fruto en base húmeda.

Semilla

Sotomayor (1993) menciona que la semilla presenta dos partes bien diferenciadas, el endospermo y el embrión. El endospermo de la semilla es de naturaleza coriácea de color verdoso o amarillento, con presencia de un repliegue que nace en el surco de la cara plana de la semilla. Al endospermo se le denomina también café verde, representa el 38.9% del peso del fruto en base húmeda. Está conformado

básicamente por almidón, aceites, azúcares y alcaloides como la cafeína y otras sustancias que generan el aroma y sabor de los granos, los cuales reaccionan cuando el grano es tostado y libera los aromas característicos. El embrión de la semilla es pequeño y de color blanquecino, se ubica en la parte dorso-basal de la semilla, contienen cotiledones superpuestos y que miden en promedio 5 mm.

4.2.1.5. Requerimientos de suelo y clima

Temperatura

Instituto del Café de Costa Rica (2011) indica que la temperatura óptima para la producción del café se ubica en el rango de 19 y 21°C, el límite inferior permitido es de 13°C, mientras que, el límite superior es de 32°C. Sotomayor (1993) agrega que las temperaturas muy altas inhiben el crecimiento de la planta, así, por ejemplo, cuando la temperatura se incrementa a 24°C la fotosíntesis comienzan a decrecer en su tasa, cuando la temperatura llega a los 34°C la fotosíntesis se reduce al mínimo y se afecta severamente el crecimiento de la planta, sin embargo, la sensibilidad con respecto a la temperatura depende de la especie, las variedades arábicas son más susceptibles a las altas temperaturas, mientras que, las variedades de tipo robusta son más susceptibles a las bajas temperaturas. Arcila et al., (2007) menciona que cuando las temperaturas por debajo de 10°C se presenta por periodos prolongados provocan clorosis y paralización del crecimiento, especialmente de las hojas jóvenes.

Suelo

Marín (2012) menciona que los suelos más adecuados para la producción del café son de textura franca, con buena fertilidad natural, drenaje y aireación óptima; pH ácido a ligeramente ácido, buena profundidad efectiva y alto contenido de materia orgánica. Arcila et al., (2007) agrega que un suelo con buenas condiciones para el cultivo de café es aquel que asegura buena retención de humedad, textura suelta con gran cantidad de macroporos bien interconectados que facilitan el crecimiento radicular, la provisión de oxígeno y agua en forma adecuada, debe además mantener la temperatura durante la noche.

Precipitación

Instituto del Café de Costa Rica (2011) señala que la precipitación afecta el crecimiento de la planta, se ha determinado que precipitaciones anuales acumuladas inferiores a 1000 mm limitan el crecimiento, por escasez hídrica, ya que, se ha demostrado que periodos prolongados de sequia genera defoliación y puede incluso matar la planta, sin embargo, precipitaciones elevadas también afectan negativamente así tenemos que, precipitaciones superiores a los 3000 mm anuales afectan la calidad física del café y sobre todo la calidad organoléptica o calidad en taza de los granos.

Iluminación

Sotomayor (1993) menciona que el café es una especie que se ve afectado en su producción por la iluminación, ya que, para lograr el máximo nivel de fotosíntesis se requiere una proporción menor a la tercera parte de la insolación directa, se ha determinado que la asimilación neta del cafeto es mayor en condiciones de luminosidad moderada que a pleno sol, sin embargo, la ausencia de luz o sombra excesiva es perjudicial ya que, reduce los procesos fisiológicos de la planta y con ello el rendimiento. Indica que el balance entre la radiación solar difusa y directa es de gran importancia en el cultivo de café, ya que, cuando la cantidad de radiación solar difusa es mayor que la cantidad de radiación directa las plantas de café producen ramas más largas por alargamiento de entrenudos y mayor área foliar, estas dos condiciones reducen el rendimiento del cultivo, ya que, ramas con entrenudos largos reducen la cantidad de inflorescencias producidas por rama y mayor área foliar reduce la formación de inflorescencia.

4.2.1.6. Producción de plantones en vivero

Selección de semillas

Marín (2012) mencionó la recomendaciones para obtener semilla de buena calidad del mismo campo del productor:

- Se debe ubicar dentro de la plantación lotes con plantas de producción homogénea de 4 a 8 años de edad.
- Seleccionar e identificar plantas con alto rendimiento y que no estén afectados por plagas y enfermedades.

- La cosecha se debe realizar en forma selectiva, de la parte central de la planta y de la parte media de la rama productiva, las cerezas deben estar completamente maduras.
- Seleccionar las cerezas según peso sumergiendolos en agua
- El despulpado debe ser manual para evitar dañar las semillas
- Luego de fermentadas y lavadas deben ser secadas a la sombra
- Seleccionar las semillas por forma y tamaño, se debe descartar granos tipo caracolillo, triángulos, elefantes, conchas, partidos o muy pequeños.

Instalación de almacigueras

Instituto del Café de Costa Rica (2011) recomienda lo siguiente:

- Las camas almacigueras deben tener un ancho promedio de 1.0 a 1.2 m, la longitud es variable según cantidad de semilla y la profundidad mínima del sustrato debe ser de 10 cm.
- El sustrato de germinación debe ser desinfectado ya sea por medios físicos como la radiación solar o por medios químicos como el uso de fungicidas aplicados al suelo.
- Las semillas deben ser tratadas con un fungicida protectante como el captan u otro similar.
- Se debe distribuir en promedio 1 kilogramo por metro cuadrado de almaciguera.
- La semilla se debe cubrir con una capa fina de tierra y luego debe cubrirse con paja para evitar daño de pajaros.
- Cuando las semillas hayan germinado y comienzan a emerger del suelo se debe retirar la paja y reemplazar por una sombra difusa.

Elaboracion de camas de repique

INIA (2022) menciona que las camas de crecimiento en el cual se repicará las plantulas extraidas de la almaciguera debe excavar de preferencia en el suelo, el ancho de la cama recomendada cuandos se conduce en camas gemelas es de 1.2 m con la calle entre las camas gemelas de 25 cm, las calles principales deben tener 50 cm, la profundidad de las camas de repique puede ser de 20 cm.

Preparación de sustrato de crecimiento

Sotomayor (1993) menciona que el sustrato de crecimiento debe tener una textura adecuada, no debe ser muy suelta ni muy compacta, cuando el sustrato es muy suelto o arenoso pueden desprenderse cuando las plantas son trasplantadas en campo definitivo ya que, deben retirarse las bolsas de repique, cuando el sustrato es muy compacto o altamente arcilloso el desarrollo radicular es muy pobre. Recomienda también que la tierra provenga de la capa superficial de un suelo rico en materia orgánica en el cual no haya sido cultivado café, este suelo puede ser mezclado con cascaras de café compostados o de gallinaza. INIA (2022) recomienda utilizar proporción de mezcla de 3:1 entre tierra agrícola y compost, se debe tamizar el sustrato con una malla metálica de $\frac{3}{4}$ ", se recomienda también solarizar el sustrato cubriendo con plástico o aplicar formol a una dosis de 200 ml/20 litros de agua, se debe aplicar roca fosfórica y dolomita.

Embolsado de sustrato

Marín (2012) menciona que el embolsado consiste en llenar la bolsa de repique con sustrato, el llenado debe ser presionado con los dedos para eliminar los espacios con aire en las esquinas de la bolsa, se recomienda utilizar bolsas de 5"x7" con perforaciones de 1 mm de diámetro. Sotomayor (1993) agrega que las bolsas de repique deben ser de polietileno negro, las dimensiones más frecuentes son de 6"x10" cuando se desea obtener plántulas con ramas y bien desarrollados, para el llenado se puede utilizar cucharones de aluminio u otro material para no dañar los dedos de la mano. Una vez que se termine el embolsado debe trasladarse a las camas de crecimiento y se debe acomodar formando filas, las bolsas deben colocarse en forma vertical y horizontalmente alineado. INIA (2022) recomienda bolsas de repique de polietileno de 5"x8" con ocho orificios como máximo, el rendimiento para este tipo de bolsas de 600 bolas por día por jornal.

Trasplante o repique

INIA (2022) menciona las siguientes recomendaciones para un buen trasplante:

- Seleccionar plántulas en estado de cabeza de fósforo, debe eliminarse las plántulas con raíces deformadas o rotas.
- Regar las bolsas de repique con sustrato antes del trasplante

- Desinfectar las raíces con solución de *Trichoderma spp* a una dosis de 10 g/litro de agua.
- Se debe utilizar un palo repicador para realizar los hoyos en la bolsa de repique
- La plantúla debe ubicarse en el hoyo sin doblar las raíces y luego debe cubrirse con tierra eliminando las bolsas de aire y que la raíz entre en contacto con el suelo. El cuello de la plantúla debe coincidir con el nivel del sustrato en la bolsa.

Conducción del vivero

Marín (2012) recomienda las siguientes medidas para conducir el vivero hasta que las plantas puedan llevarse a campo definitivo:

- El riego debe realizarse en las mañanas o tardes tratando de mantener humedo el sustrato de crecimiento.
- Se debe realizar el control de malezas en forma mensual o con mayor frecuencia si las condiciones ambientales son de altas temperaturas
- Se debe monitorear la presencia de enfermedades y plagas para que puedan ser controlados en forma oportuna.
- En los primeros dos meses de crecimiento se debe construir un tinglado de con 40% de sombra y luego del cual, se debe descubrir completamente hasta que las plantas sean llevadas a campo definitivo.
- Se puede realizar fertilización luego de la aparición de la cuarta hoja verdadera y puede aplicarse guano de isla a una dosis de 4 g/planta y fosfato diamónico a una dosis de 2.0 g/planta.

4.2.1.7. Instalación de plantones en campo definitivo

Preparación del terreno

Marín (2012) menciona que la preparación del terreno consiste en eliminar las malezas, arbusto y árboles existentes de ser un campo nuevo y eliminar los cafetos viejos y sus tocones en el caso de campos de renovación, no se recomienda realizar quemadas a pesar de ser controladas, ya que, existe el alto riesgo de incendios forestales. Sotomayor (1993) agrega que la preparación del terreno consiste en la limpieza y acondicionamiento del área donde se instalará el cultivo, en el caso de que se esté renovando plantaciones no se debe cortar los árboles de sombra luego de una evaluación siempre que se encuentren en buenas condiciones.

Trasplante

Durante el trasplante a campo definitivo se debe realizar las siguientes actividades:

- Trazado y estacado: INIA (2022) menciona que el trazado y estacado se realiza siguiendo las curvas de nivel, los distanciamientos dependen de la variedad, así tenemos: para variedades de porte bajo como el catimor, caturra, catui entre otros los distanciamientos frecuentes son de 2.0 m entre hileras y 1.0 m entre plantas o 2.5 m entre hileras y 0.8 m entre plantas. Para el caso de variedades de porte alto como Bourbon, típica o Gehisa la distancia entre hileras es de 2.5 m y de 1.5 m entre plantas o de 3.0 m entre hileras y de 1.0 m entre plantas. Marín (2012) menciona que el café puede instalarse en tres sistemas: cuadrado, rectángulo o triángulo, en terrenos con pendiente pronunciada se realiza con nivel tipo A o caballete trazando las curvas maestras en líneas de contorno.
- Apertura de hoyos: Marín (2012) menciona que la dimensiones de los hoyos varia con la textura, drenaje y fertilidad del suelo, las dimensiones más frecuentes son 20 x 20 x 30 cm de profundidad, se recomienda separar la tierra excavada de la parte superficial con la del fondo del hoyo, e invertir de ser necesario al momento de instalar las plantas. INIA (2022) agrega que en condiciones del país que el hoyo debe ser de 30x30x30 recomienda separar los 10 cm superficiales a un lado del hoyo para utilizar en la instalación de la planta.
- Época de plantación: INIA (2022) recomienda instalar la plantación de café en los meses de mayor precipitación, en el caso peruano se debe instalar en los meses de diciembre a enero para asegurar humedad en el suelo que permita el adecuado establecimiento del cultivo en los primeros meses de crecimiento.
- Abonamiento: Marín (2012) menciona que el abonamiento al trasplante se puede realizar con abonos orgánicos como guano de isla, compost, humus, entre otros, estos abonos deben mezclarse antes de instalar la planta y junto al hoyo. Se recomienda agregar por hoyo 100 g de roca fosfórica, 200 g de cáscara de café compostada, 25 g de magnocal y 2.0 g de ulexita.
- Trasplante: Marín (2012) indica que el trasplante se realiza cortando la base de la bolsa de repique y con una navaja se corta la bolsa, luego se coloca la planta con el suelo de la bolsa en el hoyo, se acomoda en el fondo y se cubre con

tierra hasta el nivel del cuello, finalmente debe compactarse ligeramente para eliminar las bolsas de aire. INIA (2022) agrega que las plantas deben instalarse cuando presenten tres pares de hojas lo cual puede ocurrir de dos a tres meses del repique en vivero.

4.2.1.8. Prácticas de cultivo

Instalacion de sombra

INIA (2022) menciona que se puede instalar dos tipos de sombra: la temporal utilizando plátano a una distancia de 8.0 m entre hileras y 8.0 m entre plantas o frejol de palo instalado a una distancia de 4.0 m entre hileras y 3.0 m entre plantas. La sombra permanente se puede instalar con diferentes especies arbóreas tales como: paca (*Inga sp*), *Pinus tecunomani*, roble (*Quercus robur L.*), nogal (*Juglans sp*), entre otros, en el caso de zonas altas los distanciamientos de plantación son 12 x 12 m, en zonas medias a densidad es mayor a 10 x 10 m y en la zonas bajas aún más denso con 8.0 x 8.0 m.

Sotomayor (1993) indica que la sombra en el café cumple las siguientes funciones:

- Genera un balance positivo entre la radiación directa y difusa.
- Disminuye la tasa de evapotranspiración del cultivo reduciendo sus requerimientos hídricos de cultivo.
- La geotemperatura es uniforme por lo que, se favorece la asimilación de nutrientes minerales.
- La inducción floral no varía entre un año y otro, reduciéndose la bianualidad de la producción.
- El control de malezas es menos frecuente, ya que, se reduce el crecimiento de malezas agresivas, como las poáceas.
- Disminuye la erosión hídrica laminar de los suelos, ya que, la copa de los arboles reduce la velocidad de caída del agua de lluvia.
- Se incrementa la materia orgánica del suelo, ya que, los árboles de sombra sueltan sus hojas en temporadas definidas del año.
- Los árboles de sombra se comportan como cortinas de viento y evitan daño sobre las plantas.

Control de malezas

Salazar & Hincapíe (2013) menciona que se considera maleza a las plantas que interfieren con el cultivo y afectan negativamente su producción, actualmente este término ha sido reemplazado con plantas arvenses el cual se define como plantas acompañantes del cultivo, este término no discrimina entre plantas buenas o malas. El café es un cultivo altamente sensible a la interferencia de las arvenses, el rendimiento puede perderse hasta en el 96% según estudios realizados. Las malezas presentan dos tipos de interferencia: la competencia y la alelopatía, la interferencia por competencia es física ya que, las arvenses compiten con el cultivo por espacio, luz, agua y nutrientes del suelo, mientras que la alelopatía es una interferencia química, ya que, muchas arvenses liberan al medio ambiente uno o varios compuestos químicos que interfieren con los procesos fisiológicos de los cultivos y reducen o anulan su crecimiento.

INIA (2022) menciona varias medidas de control de malezas en el café, entre ellos el control mecánico con el uso de herramientas como machetes y motoguadaña con los cuales se corta la maleza a nivel del suelo, recomienda también el control cultural, instalando cultivos temporales entre las hileras, esta medida es efectiva en los primeros años de crecimiento de las plantas, se puede instalar frijol (*Phaseolus vulgaris*), mani (*Arachis hypogaea L.*) y otros cultivos bajos que se adapten bien a la zona.

Salazar & Hincapíe (2013) recomiendan algunas medidas de control de arvenses:

- Utilizar semilla limpia, evita el ingreso de nuevas malezas a la zona de cultivo
- Instalar variedades mejoradas de café con mayor capacidad de competencia
- Preparación adecuada de suelos, antes de la instalación del cultivo, debe eliminarse de raíz y trasladarse al borde o lejos de la parcela algunas especies muy agresivas
- Establecer la plantación en la época correcta, especialmente en meses de alta precipitación para lograr plantas robustas y bien desarrolladas que puedan competir con éxito con las malezas.
- Control oportuno de plagas y enfermedades
- Fertilización oportuna y en cantidad óptima

— Densidad de plantación adecuada para la zona

Podas

En el cultivo de café existen varios tipos de poda:

- **Poda de formación:** Sotomayor (1993) menciona que este tipo de poda tiene la finalidad de formar la arquitectura de la planta, se realiza en los primeros años de crecimiento de la planta, entre los tipos de podas de formación está: poda por despunte, el cual consiste en eliminar la guía principal y favorecer el crecimiento únicamente de dos ejes principales, la planta toma la forma de una horqueta. Poda por deschuponamiento, el cual consiste en eliminar periódicamente las ramas de crecimiento vigoroso que nacen del tallo principal o ramas secundarias y que presentan crecimiento otrotrópico, estas ramas son poco productivos y por lo que, es necesario eliminar en las podas de formación. Podas de inducción multicaulinar, el cual consiste en agobiar el tallo principal en 45° para favorecer la formación de chupones de los cuales se escogen tres ramas sanas, vigorosas y bien formadas.
- **Poda de renovación:** INIA (2022) menciona que este tipo de poda se realizar a lo seis años de crecimiento, consiste en cortar toda la planta en forma de bisel a una determinada altura del suelo y luego del crecimiento de los retoños elegir los mejores. Marín (2012) agrega que la altura de corte del tallo principal depende de la variedad, en el caso de variedades de porte bajo como caturra, catimor y catui la altura de corte es de 80 a 90 cm de altura del suelo, en el caso de variedades de porte alto como la típica, bourbon, entre otros, se recomienda realizar el corte a 60 cm del suelo, las herramientas de corte que pueden utilizarse son: serrucho curvo de poda, tijera de poda o motosierra, se recomienda de dos a tres brotes por planta, los brotes elegidos deben estar ubicados en la parte alta.

Cosecha

Sotomayor (1993) menciona que la madurez de los frutos de café se determina presionando entre los dedos, las semillas deben desprenderse con facilidad separandose de la pulpa, al mismo tiempo el fruto debe desprenderse rápidamente

del pedúnculo, el color del fruto no es un indicador de madurez ya que, esta característica depende de la variedad.

Cuya (2013) menciona que la cosecha se realiza en forma manual desgranando las cerezas de la rama productiva, no se debe desgarrar las yemas de las ramas al momento de cosechar, ya que, de ellas depende la producción de la siguiente campaña, no se debe cosechar frutos verdes o inmaduros, ya que, la maquina no despulpa esas cerezas y lo hace en forma parcial y afecta la calidad física de los granos.

Beneficio

IICA (2010) menciona el beneficio del café de la siguiente manera:

- **Despulpado:** se refiere a la extracción de la pulpa de los cerezos, se realiza con maquinaria especializada. Se recomienda realizar el despulpado el mismo día de la cosecha de no hacerlo se debe remojar en agua durante máximo 24 horas.
- **Fermentación:** este proceso se realiza en pozas de concreto o de madera, la fermentación normal demora de 24 a 36 horas, sirve para separar el mucilago de los granos. El punto exacto en el cual se debe interrumpir la fermentación se determina frotando con los dedos, si los granos se notan ásperos y con sonido de cascajo es el momento de comenzar el lavado de granos.
- **Lavado de granos:** el proceso de lavado puede realizarse en diferentes tipos de estructuras: en las mismas pozas de fermentación, en canal de correteo o lavado con bombas centrifugas, el objetivo es dejar limpio de musilago fermentado los granos a nivel de pergamino.
- **Secado de granos:** esta actividad puede realizarse en forma natural en secaderos o tendales, bajo fitotoldos o secadores solares y en hornos con temperatura controlada, el objetivo es eliminar el contenido de humedad hasta un porcentaje aceptado en el comercio.

4.2.1.9. Nutrición mineral del café

Extracción de nutricionales

Sadeghian (2013) menciona la extracción de nutrientes del café en la fase productiva de la siguiente manera: 547 kg/ha de N, 51.0 kg/ha de P, 508 kg/ha de K, 234 kg/ha de Ca y de 59 a 117 kg/ha de Mg, esta extracción se refiere no solamente a los granos, sino también los tallos, hojas y ramas. Según este mismo autor la extracción de nutrientes para 1,000 kg de café grano, equivalente a 1,250 kg de café pergamino seco es de 30.9 kg de N, 2.3 kg de P, 36.9 KG DE k, 4.3 kg de Ca, 2.3 kg de Mg y 1.2 kg de S, para el mismo nivel de producción el café extrae 107 g de Fe, 61 g de Mn, 50 g de B, 33 g de Cu y 18 g de Zn.

Funciones de los nutrientes en las plantas de café

Morales et al., (2019) menciona las funciones de los elementos esenciales según la etapa de desarrollo de la planta:

— Etapa de prefloración y posfloración:

- Fósforo: promueve la floración y el desarrollo del fruto, participa en la formación, crecimiento y multiplicación.
- Azufre: participa en la formación de clorofila, interviene en los procesos de respiración y fotosíntesis, participa en la formación, viabilidad y fertilización del polen.
- Cobre: participa en la producción de proteínas, aminoácidos y enzimas. Es un promotor de la clorofila.
- Boro: es esencial en el metabolismo del nitrógeno, influye en los procesos de multiplicación y crecimiento celular, tiene importancia en la viabilidad del polen y desarrollo de flores y frutos.
- Molibdeno: se requiere en la asimilación del nitrógeno, participa en la formación del polen.

— Crecimiento del fruto:

- Magnesio: interviene en la formación de semillas, es parte de la clorofila y por tanto participa en la fotosíntesis, permite que el fósforo se moviliza dentro de la planta.
- Zinc: estimula el crecimiento de los frutos, incrementa la tolerancia a enfermedades, favorece la absorción del fósforo.

— **Formación y llenado de frutos:**

- Calcio: es un componente de la pared celular, incrementa la absorción del potasio, incrementa la capacidad adaptativa de la planta.
- Nitrógeno: mejora la biomasa de la planta, forma parte de la clorofila.
- Fósforo: participa activamente en el traslado de fotosintatos a los órganos de reserva.

— **Maduración de frutos:**

- Potasio: es un activador enzimático, regula el equilibrio de agua en las células, acelera la producción de azúcares, mejora la tolerancia de la planta a factores adversos, mejora la calidad y el color del grano.
- Boro: evita acumulación de ácidos clorogénicos en el fruto, incrementa la movilidad de los azúcares.
- Molibdeno: es un activador enzimático.

Sintomas de deficiencia de nutrientes

Sadeghian (2017) describe los síntomas de deficiencia principales en el café:

- **Nitrógeno:** clorosis relativamente uniforme de las hojas, senescencia prematura de hojas y posterior caída, reducción en emisión de brotes, reducción en el crecimiento de la planta, se reduce el tamaño de los frutos.
- **Fósforo:** retraso en el crecimiento de plantas jóvenes, sistema radicular poco desarrollado, hojas de color verde opaco, en plantas adultas amarillamiento desuniforme de hojas más viejas con manchas rojizas, en casos severos defoliación.
- **Potasio:** presencia de necrosis en ápices y bordes de hojas viejas, en casos severos ocurre defoliación, se reduce tamaño de frutos por reducción del grosor de la pulpa.
- **Calcio:** se presenta clorosis en el borde de hojas nuevas, las hojas pierden turgencia se doblan hacia abajo y los bordes se ondulan, en casos severos ocurre necrosis de puntos de crecimiento.
- **Magnesio:** se presenta clorosis internerval en hojas viejas, defoliación en ramas productivas.
- **Azufre:** amarillamiento uniforme de hojas jóvenes, las hojas viejas permanecen verdes.

- **Fierro:** las hojas nuevas muestran coloraciones desde amarillo verdoso hasta verde muy claro, las nervaduras se conservan verdes y forma una red fina.
- **Boro:** se presentan manchas de color café en brotes, muerte de yemas terminales y nacimiento de nuevos brotes, hojas adultas de color verde aceituna se extiende desde el ápice a la base en forma de v invertida. Las nervaduras de hojas viejas se suberizan, mancha circular de color oscuro y apariencia suberosa en la base de los frutos, extendiéndose hasta el pedúnculo del fruto.

4.2.2. Abonos orgánicos

4.2.2.1. Concepto

García et al (2009) menciona que los abonos orgánicos son sustancias de origen vegetal o animal, que se aplica al suelo con la finalidad de mejorar la fertilidad, se diferencia de los fertilizantes debido a que la cantidad de nutrientes minerales que contienen son relativamente más bajos. Se debe diferenciar entre abono orgánico y enmienda orgánica, este último concepto se reserva para aquellos materiales orgánicos que se aplican con la finalidad de mejorar el nivel de materia orgánica del suelo, como es la aplicación de abonos verdes.

Diversas investigaciones recientes respaldan el uso de abonos orgánicos y bioestimulantes en el cultivo de café. Jaulis et al. (2020) demostraron que la aplicación combinada de guano de isla y biol incrementó significativamente la altura de planta, el diámetro del tallo y el número de hojas en plantines de *Coffea arábica* en Cajamarca. De manera similar, Canseco Martínez et al. (2020) encontraron que la combinación de lombricomposta, guano de murciélago y biofertilizantes (*Azotobacter* sp. y *Glomus cubense*) mejoró de forma notable la altura y el vigor de las plantas en vivero. En el contexto peruano, Gonzales Orbezo (2023) reportó que el guano de islas elevó la materia orgánica, el nitrógeno y la capacidad de intercambio catiónico del suelo en agroecosistemas de café en Huánuco, reforzando así la sostenibilidad de los sistemas productivos. Complementariamente, Egoavil (2024) indicó que tanto guano como compost incrementan la fertilidad del suelo, destacando su aporte en nitrógeno, fósforo y potasio. Por otro lado, estudios sobre bioestimulantes muestran efectos positivos en la fisiología de las plantas: Valverde-Lucio et al. (2020) comprobaron que productos como Starlite, Humega, Micorriza y Evergreen promovieron mayor

acumulación de materia seca, nitrógeno y clorofila en café, superando incluso a la fertilización convencional con urea. Estos hallazgos coinciden en que el uso de insumos orgánicos y bioestimulantes constituye una alternativa eficiente para mejorar el crecimiento inicial y la productividad del cafeto, especialmente en zonas de caficultura con limitaciones tecnológicas como Quellouno.

4.2.2.2. Beneficios sobre características físicas del suelo

Mosquera (2010) menciona algunos beneficios de los abonos orgánicos sobre las propiedades físicas de los suelos, estos beneficios se debe al incremento de la materia orgánica:

- Existe un mayor grado de agregación de las partículas del suelo lo cual modifica la estructura del suelo.
- Se incrementa la permeabilidad del suelo al incrementarse la cantidad de macro y microporos del suelo.
- La capacidad de retención de agua del suelo se mejora.
- La geotemperatura se eleva y la cantidad de radiación retenida se mejora
- Al incrementarse la porosidad del suelo se incrementa la capacidad de infiltración del suelo.

4.2.2.3. Beneficios sobre propiedades químicas del suelo

Felix et al., (2008) mencionan los siguientes beneficios en las propiedades químicas del suelo:

- La capacidad de intercambio catiónico se incrementa debido a la formación de micelas cargadas eléctricamente, que es una consecuencia de la formación de humus en el suelo por adición de abonos orgánicos.
- El fósforo se mantiene en estado disponible para las plantas por formación de complejos fosfo-húmicos.
- Se mejora la capacidad buffer del suelo y por tanto, no puede modificarse el pH
- Se incrementa la disponibilidad de nutrientes minerales en el suelo, especialmente de elementos mayores como el nitrógeno, fósforo y potasio, algunos abonos orgánicos como el guano de isla tiene alto contenido de nitrógeno, los cuales son fácilmente asimilados por las plantas.

- Se mejora la disponibilidad de micronutrientes como el hierro, cobre y zinc, ya que, las sustancias húmicas son quelatantes.

4.2.2.4. Beneficios sobre las propiedades biológicas del suelo

Mosquera (2010) menciona que la incorporación de los abonos orgánicos al suelo favorece la actividad microbiana, ya que, es una fuente de nutrición de estos organismos, especialmente de los microorganismos aerobios, entre ellos microorganismos eficientes cuyo efecto positivo en el crecimiento de las plantas está demostrado. Felix et al., (2008) agrega entre los organismos beneficios que se alimentan de materia orgánica las especies *Bacillus spp.*, *Enterobacter spp.*, *Pseudomonas spp.*, *Streptomyces spp.*, *Trichoderma spp.*, *Penicillium spp.*

4.2.2.5. Tipos de abonos orgánicos

Melendez & Molina (2003) indican básicamente dos tipos de abonos orgánicos:

- *Naturales*: dentro de este grupo se incluye cualquier tipo de residuo vegetal, excreciones y subproductos de origen animal y residuos urbanos;
- *Fabricados*: dentro de este grupo se incluye: compost de diferentes tipos, bocashi, humus de lombriz o vermicompost, extractos de ácidos húmicos y fúlvicos, extractos de algas u otros organismos, biofermentos, efluente de biodigestor.

4.2.3. Bioestimulantes

4.2.3.1. Concepto

(Morales C. G., 2017) menciona que los bioestimulantes son sustancias orgánicas utilizadas para incrementar el crecimiento de las plantas y mejorar la resistencia a las condiciones de estrés biótico o abiótico, tales como temperaturas extremas, falta o exceso de agua, problemas de salinidad, toxicidad de elementos minerales, ataque de plagas y enfermedades. En su composición estos productos pueden incluir fitohormonas. Valverde et al., (2020) amplían el concepto mencionando que los bioestimulantes son sustancias e incluso microorganismos que aplicados a las plantas mejoran sus procesos fisiológicos logrando una mayor absorción y asimilación de nutrientes, mayor tolerancia al estrés, proporciona incremento adicional en el rendimiento del cultivo, estimula y vigoriza desde la germinación de las semillas hasta la fructificación, reduce el ciclo vegetativo, entre otros beneficios.

4.2.3.2. Clasificación

Los bioestimulantes se clasifican según su origen de la siguiente manera:

- **Sustancias húmicas:** García (2017) menciona que son sustancias procedentes de la descomposición de la materia orgánica del suelo, así como de la actividad metabólica de los microorganismos del suelo. Las sustancias húmicas están conformadas por un grupo heterogéneo categorizado según su peso molecular y solubilidad como huminas, ácidos húmicos y ácidos fúlvicos. López et al., (2023) agregan que los ácidos húmicos influyen directamente en la nutrición vegetal al liberar elementos nutritivos como el nitrógeno, mientras que, los ácidos fúlvicos estimulan el crecimiento radicular, ambas sustancias contribuyen a mejorar el crecimiento de la planta, incrementan el rendimiento y mejoran la resistencia de la planta frente a factores ambientales con efectos negativos.
- **Hidrolizado de proteínas:** García (2017) indica que estos bioestimulantes son obtenidos por la hidrólisis química o enzimática de proteínas de origen vegetal o animal, pueden ser mezclas o puras, contiene normalmente aminoácidos, betainas, poliaminas, entre otros. López et al., (2023) agregan que estos productos influyen en el crecimiento vegetal debido a que participan en múltiples procesos fisiológicos y algunos sirven de base para formar nuevas proteínas que influyen en el crecimiento vegetal.
- **Extracto de algas:** García (2017) menciona que si bien las algas fueron utilizadas ampliamente como fuente de materia orgánica de los suelos e incluso como fertilizantes, el efecto bioestimulante de algunas algas es reciente, a partir de estos organismos se ha extraído sustancias con efectos bioestimulantes como los polisacáridos de laminarina, alginatos y carragenatos. López et al., (2023) mencionan que las algas verdes, rojas y marrones contienen sustancias que promueven el crecimiento vegetal y activan los mecanismos de defensa de las plantas frente a estímulos ambientales con efectos negativos.
- **Quitosano y otros biopolímeros:** García (2017) menciona que el quitosano es una forma desacetilada del biopolímero de quitina, el cual puede ser producido en forma natural o industrial. Son utilizados para mejorar el crecimiento de las plantas debido a que pueden unirse a una

amplia gama de compuestos celulares, entre ellos a los receptores responsables de la activación de las defensas de las plantas. López et al., (2023) mencionan que estos productos son utilizados para mejorar la defensa natural de las plantas ya que, evitan el crecimiento de hongos y bacterias patógenas. Estas sustancias estimulan el flujo del calcio la planta, mejoran la respuesta a la salinidad, estrés hídrico o altas temperaturas.

- **Microorganismos benéficos:** López et al., (2023) mencionan que entre los microorganismos que pueden ser considerados con efectos bioestimulantes se encuentran los hongos y las bacterias, tal es el caso de los hongos micorrizicos que forman micorrizas con las raíces y suministran de sustancias nutritivas a las plantas, o de bacterias que habitan en el suelo y producen sustancias que estimulan el crecimiento vegetal. Los hongos benéficos mejoran la disponibilidad de nutrientes en el suelo y aumentan la acumulación de polifenoles, en el caso de las bacterias benéficas inducen la tolerancia a factores de estrés y mejoran la eficiencia del fósforo en el suelo. dentro de este grupo de microorganismos benéficos se ubican los microorganismos eficientes actualmente comercializados para mejorar el rendimiento de los cultivos.
- **Reguladores de crecimiento:** Saborío (2002) menciona que los reguladores de crecimiento son sustancias producidas en forma industrial emulan el efecto de las fitohormonas, los cuales son sustancias que en pequeñas cantidades tienen efecto directo en los procesos fisiológicos de las plantas y regulan muchas funciones, mejorando el rendimiento del cultivo, entre los reguladores de crecimiento más utilizados en la fabricación de bioestimulantes son: las auxinas, citoquininas y las giberelinas.

4.2.3.3. Modo de acción de los bioestimulantes

Ahorro energético

Saborío (2002) señala que el ahorro energético ocurre cuando se aplica bioestimulantes a base de aminoácidos, ya que, las células normalmente a través de sus procesos fisiológicos sintetizan aminoácidos a partir de los nutrientes minerales que absorben, estos aminoácidos forman cadenas generándose proteínas y enzimas. El suministro de aminoácido exógeno favorece el proceso de producción de proteínas

con lo que se produce un ahorro de energía que la planta puede dirigir hacia otros procesos tales como floración, cuajado y producción de frutos. El ahorro energético es de gran valor cuando estos productos son aplicados en un momento en el cual el cultivo está debilitado por alguna condición extrema como un estrés hídrico, una helada, ataque de una plaga, un trasplante, el transporte de una localidad a otra, enfermedades y/o efectos fitotóxicos tales como la aplicación indebida de productos fitosanitarios, entre otros.

Formación de sustancias biológicamente activas

Saborío (2002) menciona que la planta frente a la aplicación de bioestimulantes a base de aminoácidos forma sustancias biológicamente activas, las cuales vigorizan las plantas y estimulan su crecimiento y son de gran interés en las etapas críticas del crecimiento vegetal. La naturaleza de estas sustancias no es conocida, sin embargo, se ha demostrado que estimulan la síntesis de clorofila, ácido Indolacético, vitaminas y numerosos sistemas enzimáticos. La acción combinada de los bioestimulantes aplicados y las fitohormonas naturales que produce la planta estimulan la floración, cuajado de frutos, aceleran la maduración y mejora el tamaño, coloración, contenido de azúcares y vitaminas. Se ha determinado que extractos de algas favorecen el crecimiento de las flores y la polinización debido a que estimulan el metabolismo de poliaminas.

Producción de antioxidantes

Srivastava (2002) señala que se ha demostrado que las plantas cuando son sometidos a periodos de estrés reduce su metabolismo por el incremento de sustancias oxidantes, razón por la cual, algunos bioestimulantes orgánicos que contienen vitaminas en cuyo contenido se encuentra el ascorbato se comportan como antioxidantes, estas sustancias evitan niveles tóxicos de oxidantes en las plantas y mejoran el metabolismo con lo cual se genera un efecto positivo y promueve el crecimiento del cultivo.

Efecto regulador sobre el metabolismo de los microelementos

Saborío (2002) señala que la aplicación de bioestimulantes orgánicos con capacidad quelatante forman quelatos con microelementos esenciales como el hierro, cobre, zinc

y manganeso, lo cual favorece su transporte y absorción en los tejidos vegetales. Esta propiedad de los quelatos de poder introducir moléculas al interior de los tejidos vegetales se aprovecha para mejorar la eficacia de diversos productos fitosanitarios sistémicos o penetrantes como herbicidas y reguladores de crecimiento. sin embargo, en algunas ocasiones la propiedad quelatante de los bioestimulantes puede generar un efecto contrario, como es el caso de algunos productos que contienen aminoácidos pueden ser incompatibles con productos cúpricos como algunos fungicidas, debido a que los aminoácidos forman enlaces con el cobre y al ingresar al tejido vegetal generan fitotoxicidad esto suelo presentarse en el caso de la uva.

Incremento de polifenoles

Srivastava (2002) menciona que plantas tratadas con bioestimulantes son más resistentes a condiciones de estrés como es el ataque de insectos, debido entre otros factores a que las plantas son más vigorosas y pueden producir mayor cantidad de compuestos defensivos como los polifenoles.

Regulación fisiológica bajo condiciones de estrés hídrico

Saborío (2002) menciona que el uso de bioestimulantes estimula la resitencia al estrés de las plantas, se ha demostrado que el estrés ambiental reduce el rendimiento en los cultivos agrícolas entre el 60 al 80%, los factores más limitantes más críticos son la sequía y la salinidad, los cuales afectan directamente el estado hídrico de la planta. Se supone que si se mejora el nivel hídrico de la planta durante los momentos de estrés se puede mejorar significativamente la producción total final.

4.2.4. Microorganismos eficientes

4.2.4.1. Concepto

Banco Interamericano de Desarrollo (2009) define microorganismos eficientes como un grupo de microorganismos que mejoran la estructura y fertilidad natural del suelo, mejoran la capacidad potencial de las plantas para la extracción de nutrientes del suelo y mejoran la tolerancia de las plantas hacia los problemas fitosanitarios, estos microorganismos viven en forma natural en el suelo y en los alimentos, esos grupos son: Lactobacillus, Levaduras y bacterias fototróficas. El uso de los microorganismos eficientes fue desarrollado por vez primera por el Dr. Teruo Higa en la Universidad de

Ryukyus, Okinawa, Japón en 1982, este investigador logró que los tres grupos de microorganismos coexistan y que al combinarse generen un efecto sinérgico que mejoran el efecto individual de cada uno.

4.2.4.2. Grupos principales conformantes de microorganismos eficientes

Existen básicamente tres grupos de microorganismos eficientes que en conjunto en beneficio de las plantas:

- **Bacterias ácido lácticas:** Tanya & Leiva (2019) mencionan que estas bacterias se caracterizan por producir ácido láctico como producto de la fermentación de carbohidratos en medio anaeróbico, estas especies tienen amplio rango de adaptación al pH del medio, existen especies altamente tolerantes a medios ácidos con pH de 2 a 3, otros son tolerantes a medios altamente alcalinos con pH hasta 9.6.
- **Bacterias fotosintéticas:** Luna & Mesa (2016) mencionan que estas bacterias son autótrofas, por tanto, tienen la capacidad de sintetizar sustancias orgánicas, utilizando como fuente secreciones radiculares, materia orgánica y gases tóxicos como ácido sulfhídrico, utilizando energía radiante y térmica del suelo. Entre las sustancias orgánicas sintetizadas están: aminoácidos, ácidos nucleicos, productos bioactivos y carbohidratos, los cuales estimulan el crecimiento vegetal, al ser absorbidos por las raíces, estos productos sirven también como sustrato de alimentación para otros microorganismos eficientes.
- **Levaduras:** Arias (2010) indica que se caracterizan por sintetizar productos antimicrobianos y otras sustancias que favorecen el crecimiento vegetal, esta síntesis lo realizan a partir de aminoácidos y carbohidratos secretados por bacterias fototróficas y de materia orgánica existente en el suelo. Entre las sustancias sintetizadas están hormonas y enzimas, estos productos promueven la división celular y favorecen el desarrollo de otros microorganismos eficientes.
- **Actinomicetos:** Luna & Mesa (2016) indican que son organismos con la capacidad de sintetizar productos antimicrobianos a partir de aminoácidos y materia orgánica secretada por bacterias fotosintéticas, estos mejoran las propiedades biológicas del suelo al incrementar la actividad microbiana, presentan también control sobre algunos hongos y bacterias patógenas,

incrementan la resistencia de las plantas, producen antibióticos que inhiben la acción de patógenos del suelo, mejoran el crecimiento y la acción del azotobacter y las micorrizas.

- **Hongos de fermentación:** Luna & Mesa (2016) mencionan que estos organismos intervienen activamente en la descomposición rápida de la materia orgánica y producen alcohol, ésteres y productos antimicrobianos, esto a su vez eliminan los malos olores y previenen la presencia de insectos perjudiciales como las larvas de mosca doméstica. Tanya y Leiva (2019) mencionan como especies importantes: *Aspergillus oryzae*, *Penicillium sp*, *Trichoderma sp* y *Mucor hiemalis*.

4.2.4.3. Ventajas del uso de microorganismos eficientes

IICA (2013) menciona los principales beneficios del uso de microorganismos eficientes en la agricultura:

- Producen sustancias bioactivas que son absorbidas por las plantas y mejoran el crecimiento de la planta, entre ellos tenemos: vitaminas, ácidos orgánicos, minerales, hormonas y enzimas.
- En la familia Fabáceae estos microorganismos establecen simbiosis con las raíces y fijan nitrógeno del medio ambiente formando nódulos, suministran este elemento en condiciones asimilables para el crecimiento de la planta.
- Favorecen el proceso de mineralización de la materia orgánica y por tanto, favorecen el suministro de elementos minerales esenciales a la planta asegurando una buena nutrición.
- Favorecen la descomposición de la materia orgánica, formando humus en el proceso, sustancia que mejora las propiedades físicas y químicas del suelo.
- Mejora el mecanismo de resistencia natural de las plantas a las plagas y enfermedades.

4.2.4.4. Formas de aplicación de microorganismos eficientes

EMPROTEC (2020) menciona las formas en las cuales puede aplicarse los microorganismos eficientes:

- **Al suelo antes de la siembra:** el producto activado se puede aplicar al suelo antes de la siembra con la finalidad de establecer los microorganismos

eficientes en el suelo, cuando se aplica estiércol o restos de cosecha se debe aplicar con un mes de anticipación para favorecer la descomposición de la materia orgánica, en el caso de residuos de cosecha se debe picar en forma menuda para facilitar la descomposición. Las dosis de aplicación dependen del producto formulado y del tipo de suelo, en el caso de EM-Compost en suelos con excesiva aplicación de agroquímicos se usa 25 l/500 litros de agua por hectárea, en terrenos normales 10 l/500 litros de agua por hectárea, en cultivos orgánicos 5 l/500 litros de agua por hectárea.

- **Al suelo después de la siembra:** La aplicación al suelo y después de la siembra se debe realizar muy temprano en el mañana o en la tarde. El chorro de pulverización se debe dirigir a la zona de mayor crecimiento radicular, se debe aplicar con alto volumen. El objetivo de este tipo de aplicación es establecer los microorganismos eficientes en la zona radicular para favorecer la solubilización de nutrientes minerales, mejorar la producción de sustancias bioactivas, proteger los cultivos frente a fitopatógenos del suelo. La dosis de aplicación depende del cultivo: para especies de ciclo corto se aplica 20 l/ha en una dilución de 2 a 5%, con una frecuencia semanal en el primer mes de crecimiento, cada 15 días antes de la cosecha. Para cultivos bianuales 20 l/ha, a una dilución del 2% cada 15 días. Para cultivos permanentes 30 litros/ha, a una dilución del 5% cada 30 días.
- **Sobre semillas y plántulas:** los microorganismos eficientes pueden aplicarse impregnando las semillas antes de la siembra, el objetivo es generar una barrera protectora alrededor de la semilla y promover una zona rica en microorganismos eficientes en la rizosfera de la raíz. En el caso de trasplante se puede aplicar sumergiendo las plántulas en una solución de microorganismos eficientes durante 15 minutos, la finalidad es reducir el estrés generado por el trasplante y aportar sustancias activas promotoras del desarrollo vigoroso de las plantas. Los microorganismos eficientes se aplican luego de ser activados y diluidos en agua al 2%. Se puede aplicar también en forma de riego sobre las almacigueras tres días antes de ser llevados a campo definitivo.
- **Sobre el follaje:** los microorganismos eficientes aplicados sobre el follaje promueven el desarrollo de los puntos meristemáticos de plantas y protegen

contra fitopatógenos, generando un ambiente favorable para el crecimiento vigoroso de plantas. La dosis de aplicación foliar es diluido al 2% con asperjadora, la frecuencia varia con la especie: en el caso de plantas anuales se debe aplicar cada ocho días, en plantas bianuales cada 15 días y plantas permanentes de 15 a 30 días.

- **Enraizamiento de estacas:** en este tipo de aplicación las estacas o esquejes se sumergen en una solución al 2% de microorganismos eficientes durante 15 minutos y se dejar orear durante 30 minutos antes de instalar en el sustrato de enraizamiento, la finalidad de este tipo de aplicación es formar una barrera protectora alrededor de la estaca al entrar en contacto con el suelo o sustrato y reducir la incidencia de enfermedades producidos por patógenos que habitan en el sustrato o suelo. Se busca promover la brotación vigorosa y uniforme de los materiales instalados en el sustrato, generándose hormonas, aminoácidos y sustancias antioxidantes.

4.2.5. Determinación de área foliar mediante aplicativos para celular

Vasquez & Sanchez (2019) mencionan que actualmente, existe un gran número de programas computacionales que pueden ser instalados como aplicativos en unidades móviles o celulares y que sirven para determinar el área y el perímetro de una superficie determinanda tomando una fotografía digital, entre ellas estan: Petiole Pro, esta aplicación permite determinar el área y perímetro foliar y guardar en el equipo el resultado, Easy Leaf Área Free, que permite determinar áreas foliares, BioLeaf – Foliar Analysis, está aplicación además de determinar áreas foliares permite determinar áreas dañadas por insectos y puede estimar la defoliación, ImageJ, esta aplicación es similar a Petiole Pro y permite determinar áreas foliares.

Rincon et al., (2012) mencionan que en el área agrícola se ha utilizado poco las fotografías obtenidas con cámaras fotográficas de celulares, cámaras profesionales o web o cámaras incorporados a computadoras para determinar área foliar, a pesar de que estos equipos permite capturar imágenes con resolución aceptable, sin embargo, existe en la red plataformas de software libre como ImageJ que puede ser instalado como aplicativos en los celulares que permite determinar el área de objetos gráficos.

Contreras & Lugo (2016) mencionan que una aplicación móvil para determinar área foliar hereda las funcionalidades de portabilidad y autonomía de los teléfonos celulares, estos aplicativos pueden utilizarse para determinar áreas de hojas de diferente tamaño y que pueden ser fotografiados completamente. La aplicación puede ser utilizada en campo o laboratorio y no es necesario incluso separar las hojas de la planta en algunos casos.

A continuación, se mencionan trabajos de investigación a nivel de artículos científicos en los cuales se ha utilizado aplicativos móviles, como ImageJ, aplicativo igual a Petiole Pro, que fueron desarrollados por compañías dedicadas al mismo rubro y que son competencia en el mercado:

Lagos et al., (2021) en el trabajo de investigación “Estimación del área foliar en café variedad castillo con medidas lineales y su relación con el rendimiento” realizado en la Universidad de Nariño, Colombia, con la finalidad de obtener una ecuación de regresión que permita calcular el área foliar del café y a partir de ella estimar el rendimiento del cultivo, para la determinación del área foliar se utilizó el aplicativo ImageJ, se tomó fotografías de las hojas muestreadas y se analizó con este software de versión libre.

Gonzales & Duff (2023) en el trabajo de investigación “Estimación del área foliar y su relación sobre algunos caracteres agromorfológicos en variedades de *C. arabica* L. en Ángel Albino Corzo Chiapas, México” con la finalidad de determinar la influencia del área foliar sobre algunas características agromorfológicas en el cafeto, determinó el área foliar utilizando el aplicativo para celulares con sistema operativo Android, llamado Bio-Elíptica, esta investigación fue realizada en las siguientes variedades de cafeto: Típica, Borbón, Caturra, Maragogipe, Marsellesa, Centroamericano, Catimor, Costa Rica 95 y Pacas.

Seleznov & Kuzmenko (2023) en la publicación “Petiole Pro: Informe de impacto y publicación - Julio de 2023” realizado en el portal Web Rresearchgate.net menciona en total 56 artículos científicos publicados entre el 2018 al 2023, en los cuales se utilizaron el aplicativo Petiole Pro para determinar el área foliar, la publicación

menciona diferentes especies vegetales entre ellos café. A continuación, se cita algunos de ellos.

Rodriguez (2020) en la investigación “Desarrollo de plantas de café (*Coffea arabica* L.) de la variedad marsellesa modulado por el uso de micorrizas” utilizó el aplicativo Petiole Pro para determinar el área foliar del café, la metodología consistió en tomar una muestra de 30 hojas sanas y maduras de la parte media del cafeto, seleccionando los árboles en forma de zigzag. La recolección de las hojas consistió en desprender el tercer par de hojas; tomando como primer par aquellas que presentaban un a longitud mayor de 5 cm. Por cada cafeto se tomaron 4 hojas, 2 por cada bandola ubicadas en el sentido opuesto del árbol, estas se colocaron en bolsas de plástico identificadas con una etiqueta indicando la fecha de recolección. A cada hoja con ayuda de una regla milimétrica se tomó el largo desde el ápice hasta cubrir todo el limbo sin tomar en cuenta el peciolo y el ancho de la hoja y se le calculo el área foliar utilizando el método fotográfico con ayuda del software móvil Petiole Pro.

Jagjeet, et al. (2021) en la investigación “Rendimiento de la aplicación móvil de Petiole Pro en la estimación del área foliar en función de la altura de calibración” realizado en el Instituto Central de Ingeniería Agrícola de Bhopal, India, el objetivo fue comparar el método de conteo en cuadrícula y la determinación del área a través del aplicativo móvil Petiole Pro, se utilizó como muestra 20 hojas. El aplicativo Petiole Pro fue descargada en forma gratuita de Google Play Store y se utilizó la opción de calibración de hojas pequeñas. Los resultados mostraron que el error de área foliar observado fue inferior a 1 cm². El estudio mostró un efecto no significativo de la altura de calibración en el rendimiento de la aplicación móvil. El error máximo (cm²) se observó al aumentar la altura de calibración de H1 a H3, pero fue inferior a 1 cm². Este estudio también informó que los resultados del área foliar estimada por la aplicación móvil coincidieron con los del método de conteo en cuadrícula.

Kizildenis (2023) en la investigación “Comparación de diferentes herramientas y métodos en la medición del área foliar en alfalfa” realizada en la universidad Niğde Ömer Halisdemir, Turquía, el objetivo fue comparar un método utilizando un dispositivo automático de medición del área foliar en laboratorio con el uso del

aplicativo Petiole Pro en el campo, los resultados indicaron que el promedio del medidor automático de área foliar para el área foliar total fue de $61.65 \pm 3.50 \text{ cm}^2$; mientras que el promedio para la evaluación de la aplicación Petiole Pro fue de $61.56 \pm 3.15 \text{ cm}^2$, concluyéndose que la aplicación Petiole Pro mide el área de cada hoja por separado, de forma más rápida y eficiente que antes, especialmente en el campo

Seleznov, et.al., (2018) en la investigación “Métodos de evaluación para la estimación del área foliar de manzano jóvenes” realizado en la Universidad Nacional de Horticultura de Uman, Ucrania determinaron el área foliar de hojas de manzanos jóvenes mediante tres métodos: papel milimetrado, método gravimétrico y uso de aplicativo móvil Petiole Pro, los resultados fueron: el método de papel milimetrado permitió obtener un promedio de 31.21 cm^2 , la visualización con la aplicación Petiole Pro en un teléfono inteligente con sistema operativo Android fue de 31.28 cm^2 y el resultado promedio para método gravimétrico fue 32.01 cm^2 . El método gravimétrico y la aplicación móvil Petiole Pro resultaron ser los más eficientes en cuanto al tiempo empleado.

Kumar et al., (2022) en la investigación “Estimación del área de una sola hoja en las principales especies de plantas hospedantes de Tasar (Arjun, Asan y Jarul) mediante un método no destructivo” el objetivo fue estimar el área foliar mediante una ecuación de regresión. se recolectaron hojas maduras completamente expandidas, desde la sexta a la duodécima, octava a la duodécima y sexta a la octava posición desde la punta del brote en Arjun (*Terminalia arjuna*), Asan (*Terminalia tomentosa*) y Jarul (*Lagerstroemia speciosa*), respectivamente, de ramas seleccionadas aleatoriamente de plantas cultivadas en campo manteniendo 30 hojas por réplica, se consideraron un total de 90 hojas de cada especie. Se registraron los parámetros morfométricos de las hojas, a saber, la longitud máxima de la lámina (L), el ancho (W) y sus cuadrados L^2 , B^2 , el área foliar y el largo x ancho de la lámina (L x B) de cada hoja muestreada. El área foliar real se midió con la aplicación móvil Petiole Pro, disponible en la Play Store para dispositivos Android. La L de la hoja se midió desde la base de la hoja hasta la punta de la hoja a lo largo del nervio central, y la B se midió desde los bordes de la hoja en el punto de máxima anchura. Se ha realizado un análisis de correlación y regresión y se ha desarrollado una ecuación de regresión específica para cada especie, que

resulta útil para estimar el área foliar de estas plantas hospedantes de tasar (*Antheraea mylitta*) de manera no destructiva, con bajo costo de insumos y alta precisión.

4.3. Terminología básica

4.3.1. Característica agrobotánica

Franco & Hidalgo (2003) definen como un atributo de la planta que tiene interés agronómico, es decir son importantes desde el punto de vista agronómico o de utilización de la especie con interés productivo. En el caso de café se refiere a la altura de planta que influye en la arquitectura de la planta, el diámetro del tallo influye en la robustez de la planta, el número de hojas por planta afecta en el rendimiento final del cultivo, entre otras características.

4.3.2. Crecimiento vegetal

Azcon & Talón (2013) definen crecimiento vegetal como el incremento irreversible de volumen de una célula, tejido, órgano o individuo, normalmente acompañado de un incremento en masa o peso. Para el crecimiento vegetal no solamente es necesario la multiplicación celular por mitosis, sino también la expansión celular de tal manera que las células hijas en muy corto tiempo alcanzan el tamaño de la célula madre, finalmente el crecimiento vegetal concluye con la diferenciación celular que está relacionada a la organización celular.

4.3.3. Efecto

Colombo (2013) define efecto como el resultado de una acción, o como el cambio que genera esta acción en un entorno determinado, por tanto, todo efecto se debe a una causa que explica que el resultado de la acción sea de una manera determinada. En el caso de la experimentación agrícola la aplicación de un tratamiento determinado que viene a ser la causa genera una respuesta determinada en una variable que viene a ser el efecto.

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Tipo de investigación

La investigación fue de tipo experimental y aplicada, con enfoque cuantitativo.

Experimental, porque se manipularon deliberadamente los factores en estudio, abonos orgánicos (guano de isla, gallinaza Terrasur y testigo) y bioestimulantes (biol, EM-Compost y testigo), para observar sus efectos sobre las variables de crecimiento inicial del café (altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas, etc.). Este diseño permitió establecer relaciones de causa y efecto entre los tratamientos y las respuestas de las plantas (Hernández et al., 2014).

Aplicada, porque buscó resolver un problema práctico de la caficultura local: el bajo vigor de las plantaciones en su etapa inicial. Los resultados obtenidos generan información útil para los productores de Quelluno, aportando alternativas sostenibles de manejo con impacto directo en la productividad.

De enfoque cuantitativo, ya que los datos obtenidos fueron medidos, tabulados y analizados estadísticamente mediante un diseño de bloques completos al azar en arreglo factorial (3x3), lo que permitió validar hipótesis mediante pruebas objetivas y comparaciones numéricas.

En síntesis, se eligió este tipo de investigación porque permite no solo comprobar la influencia de los abonos orgánicos y bioestimulantes en el crecimiento inicial del café, sino también ofrecer recomendaciones técnicas con aplicabilidad directa en el contexto agrícola de la selva cusqueña.

5.2. Ubicación temporal del experimento

La etapa experimental se realizó del 23 de agosto del 2023 al 15 de julio del 2024.

5.3. Ubicación del campo experimental

5.3.1. Ubicación política

Región:	Cusco
Provincia:	La Convención
Distrito:	Quelluno
Sector:	Alto Pabellón

5.3.2. Ubicación geográfica

Longitud: 72°35'17.92" Oeste
Latitud: 12°36'54.22" Sur
Altitud: 1739 m

5.3.3. Ubicación hidrográfica

Cuenca : Vilcanota - Urubamba
Subcuenca: Yanatile
Microcuenca: Campanayoc

5.4. Materiales y métodos

5.4.1. Materiales, equipos y herramientas

5.4.1.1. Material biológico

Se utilizó plántulas de café del cultivar bourbon, los cuales fueron escogidos del vivero de crecimiento, considerando los siguientes criterios: diámetro de tallo principal, altura de planta, número de ramas y número de hojas uniforme para todas las plántulas.

5.4.1.2. Materiales

- Estacas para marcar parcelas
- Carteles de identificación de tratamientos
- Etiquetas para identificar plantas
- Libreta de campo y lapiceros
- Tablas de 6"X1"x 10 pies y listones de 2"x3"x10 pies
- Rollizos de madera corriente de 4" de diámetro, 3.5 y 3.0 m de largo
- Clavos para madera de 3"
- Malla raschell de 60% de sombra
- Arena fina del rio y tierra agrícola
- Bolsas de repique de 5 x 7
- Vasitos dosificadores, baldes

5.4.1.3. Herramientas

- Balanza de precisión
- Cinta métrica y cinta de lona
- Picos, kituchis, machetes y hachas
- Martillo, cordel
- Regla graduada con vernier (pie de rey)
- Repicador

5.4.1.4. Equipos

- Celular (registro fotográfico y aplicativo Petiole pro)
- Motosierra
- Pulverizador manual de 20 litros
- Equipo de cómputo e impresora

5.4.1.5. Abonos orgánicos utilizados en la investigación

Guano de isla

- Origen: Fue comprado de Agrorural para garantizar su pureza y contenido mínimo de nutrientes.
- Descripción: AGRORURAL (2018) menciona que es un producto natural que procede de las deyecciones de aves marinas Guanay, Piquero y Pelicano, presenta alta calidad puesto que la dieta alimentaria de estas aves es de productos marinos con alto contenido de nutrientes, estas deyecciones se acumularon durante varios años y fueron extraídos para su comercialización.
- Ventajas: AGRORURAL (2018) menciona las siguientes ventajas de su uso:
 - Presenta nutrientes minerales que la planta requiere para su crecimiento en forma fácilmente disponible.
 - Al ser un abono orgánico natural no contamina los suelos ni las fuentes de agua subterránea.
 - Es biodegradable, por tanto, se descompone en el suelo y forma humus que luego de un proceso de mineralización lenta libera nutrientes minerales al suelo y a disposición de las plantas.

- Al ser aplicado a suelos con textura suelta como los arenosos mejora la formación de estructura al comportarse como conglomerante por la formación de humus.
 - Mejora las condiciones físicas del suelo como es la aireación, retención de humedad y color.
 - Mejora las condiciones químicas del suelo, al formarse humus se incrementa la capacidad de intercambio catiónico y con ello la fertilidad del suelo.
 - Mejora las características biológicas del suelo, ya que, incrementa el contenido de microorganismos del suelo y es fuente de nutrientes para estos organismos.
 - Tiene propiedades sinérgicas con otras fuentes de abonamiento orgánico como es estiércol mejorando sus propiedades en conjunto.
- Dosis de aplicación: AGRORURAL (2018) menciona que depende del cultivo, en el caso de café se recomienda hasta 1,000 kg/ha.
- Composición de elementos: en la tabla siguiente se presenta el contenido de nutrientes del guano de isla

Tabla 1: Contenido de nutrientes del guano de isla balanceado

Elemento	Formula/símbolo	Concentración
Nitrógeno	N	10 – 14 %
Fósforo	P ₂ O ₅	10 – 12 %
Potasio	K ₂ O	2 – 3 %
Calcio	CaO	8.0%
Magnesio	MgO	0.50%
Azufre	S	1.50%
Hierro	Fe	0.03%
Zinc	Zn	0.00%
Cobre	Cu	0.02%
Manganeso	Mn	0.02%
Boro	B	0.02%

Fuente: (AGRORURAL, 2018)

Terrasur

- *Origen:* se compró de proveedor local de la ciudad de Quillabamba.
- *Descripción:* Elaborado por la empresa Multinversiones Medram S.A.C. por un proceso de degradación controlada de gallinaza procedente de las granjas de gallinas ponedoras de la empresa, se encuentra mejorada con microorganismos eficientes.
- *Beneficios:*
 - Es un abono natural orgánico que aporte nutrientes minerales esenciales para las plantas.
 - Mejora las características químicas del suelo al favorecer la formación de humus e incrementar la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC).
 - Mejora las propiedades físicas del suelo como son la retención de humedad y el contenido de oxígeno.
 - Al tener pH neutro, favorece la disponibilidad de nutrientes en el suelo.
 - Mejora las propiedades biológicas del suelo, ya que, contiene microorganismos eficientes activados.
 - Por ser una fuente orgánica tiene un buen aporte de materia orgánica y humus al suelo.
- *Dosis de aplicación:* 10 a 12 t/ha.

Tabla 2: Contenido de elementos minerales de terrasur

Elemento	Símbolo	Unidad	Contenido
pH			7.11
Conductividad eléctrica	CE	dS/m	15.50
Humedad		%	19.75
Materia orgánica	MO	%	40.0
Nitrógeno	N	%	2.0 - 3.0
Fósforo	P ₂ O ₅	%	5.10
Potasio	K ₂ O	%	3.83
Calcio	CaO	%	14.35
Magnesio	MgO	%	1.95
Sodio		g/100 g	0.50
Cobre	Cu	ppm	80.0
Zinc	Zn	ppm	552.0
Manganeso	Mn	ppm	733.0
Fierro	Fe	ppm	5,348.0
Boro	B	ppm	93.0
Relación C/N			8.0 – 15.0

Fuente: (Multinversiones Medram S.A.C, 2023)

5.4.1.6. Bioestimulantes utilizados en la investigación

Biol

- Origen: fue adquirido de proveedor local de la ciudad de Quillabamba
- Descripción: Bioabonos Orgánicos EIRL (2019) menciona que el biol es un bioestimulante orgánico líquido, con alto contenido de materia orgánica, adecuada cantidad de nutrientes y microorganismos eficientes que promueven la flora bacteriana del suelo, estimulan la biodegradación y la liberación de nutrientes y mejoran el rendimiento vegetal.
- Beneficios:
 - Mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo cuando es aplicado sobre ella.
 - Optimiza la solubilidad de nutrientes en el agua
 - Incrementa la población microbiana del suelo y acelera la descomposición de la materia orgánica.
 - Mejora la nutrición del cultivo en microelementos esenciales.
 - Los ácidos húmicos y fúlvicos que contiene actúan como sustancias quelatantes facilitando la absorción de nutrientes minerales
 - Mejoran el crecimiento vegetal
 - Incrementa el rendimiento de los cultivos
- Forma de aplicación: se puede aplicar a través de aspersion directa sobre el follaje o en el agua de riego por fertirrigación.
- Dosis: Bioabonos Orgánicos EIRL (2019) menciona que el biol puede aplicarse en las siguientes dosis: de 2 a 20 l/200 litros de agua cada 7 o 10 días.

Tabla 3: Contenido de elementos minerales de biol

Componente	Unidad	Cantidad	Componente	Unidad	Cantidad
Materia orgánica total	%	7.08	Manganeso	mg/l	0.99
Ácidos Húmicos	%	0.47	Boro	mg/l	1.74
Ácidos fúlvicos	%	1.92	Nitrógeno	mg/l	1512.0
Huminas	%	0.1	Fósforo	mg/l	95.9
Relación C/N		14.01	Potasio	mg/l	579.0
Fierro	mg/l	8.57	Calcio	mg/l	819.0
Cobre	mg/l	1.43	Magnesio	mg/l	220.0
Zinc	mg/l	1.84	Ph		4.0

Fuente: Bioabonos Orgánicos EIRL (2019)

EM-Compost

- Origen: Fue adquirido de proveedor local de la ciudad de Quillabamba
- Descripción: EMPROTEC (2020) menciona que es una mezcla de diferentes microorganismos naturales, no nocivos, no patógenos, ni genéticamente modificados. Estos microorganismos eficientes promueven procesos de fermentación benéfica, aceleran descomposición de materia orgánica, promueven equilibrio de flora microbiana y reducen presencia de nemátodos en el suelo.
- Beneficios:
 - Regulan el crecimiento de las plantas debido a que muchos microorganismos eficientes sintetizan sustancias que estimulan el crecimiento vegetal, mejorando el sistema radicular y el crecimiento de los tejidos.
 - Mejoran la respuesta de la planta a factores externos que generan estrés en las plantas.
 - Realizan control biológico de patógenos debido a que tienen mecanismos de control y competencia, especialmente hongos del suelo.
 - Favorecen la descomposición de la materia orgánica, aceleran los procesos de mineralización en el suelo y mejoran la disponibilidad de nutrientes.
- Composición: EMPROTEC (2020) menciona el siguiente contenido: bacterias ácido lácticas con una concentración de 10^4 UFC/ml, bacterias fotosintéticas con una concentración de 10^3 UFC/ml, Levaduras a una concentración de 10^3 UFC/ml.
- Dosis: 20 litros de producto activado por hectárea.

5.4.2. Métodos

5.4.2.1. Diseño experimental

El experimento se instaló según el diseño Bloques Completo al Azar con arreglo factorial 3Ax3B con 9 tratamientos, los cuales fueron distribuidos en cuatro bloques. El total de unidades experimentales fue de 36. Los tratamientos fueron distribuidos en forma aleatoria dentro de cada bloque y para tal fin se utilizó el método del balotario sin restitución. Los resultados fueron procesados en el programa Excel, se realizó el análisis de varianza y la prueba de Tukey a un nivel de significancia de 5%.

5.4.2.2. Factores y niveles evaluados

- Factor A: Abono orgánico
 - Nivel a₁: Guano de isla
 - Nivel a₂: Terrasur
 - Nivel a₃: Sin abono orgánico
- Factor B: Bioestimulante
 - Nivel b₁: Biol
 - Nivel b₂: EM-Compost
 - Nivel b₃: Sin bioestimulante

5.4.2.3. Tratamientos

Tabla 4: Tratamientos

Código	Combinación	Descripción de tratamiento
T-1	a ₁ b ₁	Guano de isla + Biol
T-2	a ₁ b ₂	Guano de isla + EM-Compost
T-3	a ₁ b ₃	Guano de isla + sin bioestimulante
T-4	a ₂ b ₁	Terrasur + Biol
T-5	a ₂ b ₂	Terrasur + EM-Compost
T-6	a ₂ b ₃	Terrasur + sin bioestimulante
T-7	a ₃ b ₁	Sin abono orgánico + Biol
T-8	a ₃ b ₂	Sin abono orgánico + EM-Compost
T-9	a ₃ b ₃	Sin abono orgánico+ sin bioestimulante

5.4.2.4. Características del campo experimental

Campo experimental

— Largo:	54.0 m
— Ancho incluida calles centrales:	30.0 m.
— Área total:	1,620.0 m ²

Bloques

— N° de bloques:	4.0
— Ancho de bloque:	7.5 m
— Largo de bloque:	54.0 m
— Área por bloque:	405.0 m ² .

Unidad experimental

— N° total:	36.0
— N° por bloque:	9.0
— Largo:	7.5 m
— Ancho:	6.0 m.
— Área:	45.0 m ²

Hileras

— N° de hileras por unidad experimental:	3.0
— Largo:	7.5 m
— Ancho:	2.0 m
— Área:	15.0 m ²

Densidad de Plantación

— Distancias entre hileras:	2.0 m
— Distancia entre plantas:	1.5 m
— N° de plantas por hilera:	5.0
— N° de plantas por unidad exp.	15.0
— N° de plantas por campo exp.	540.0
— Densidad de trasplante:	3,333 plantas/ha

Figura 1: Croquis del campo experimental

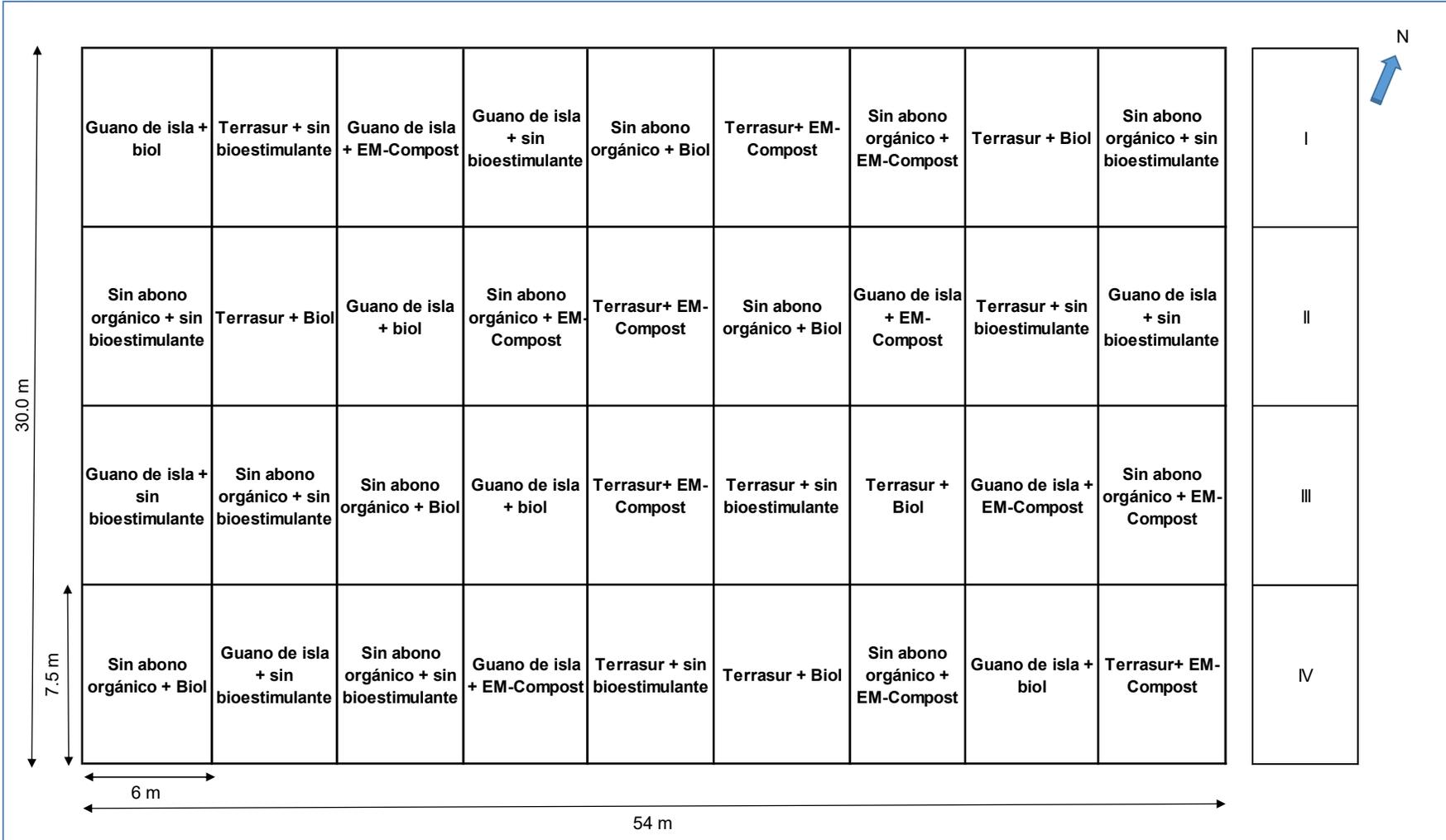
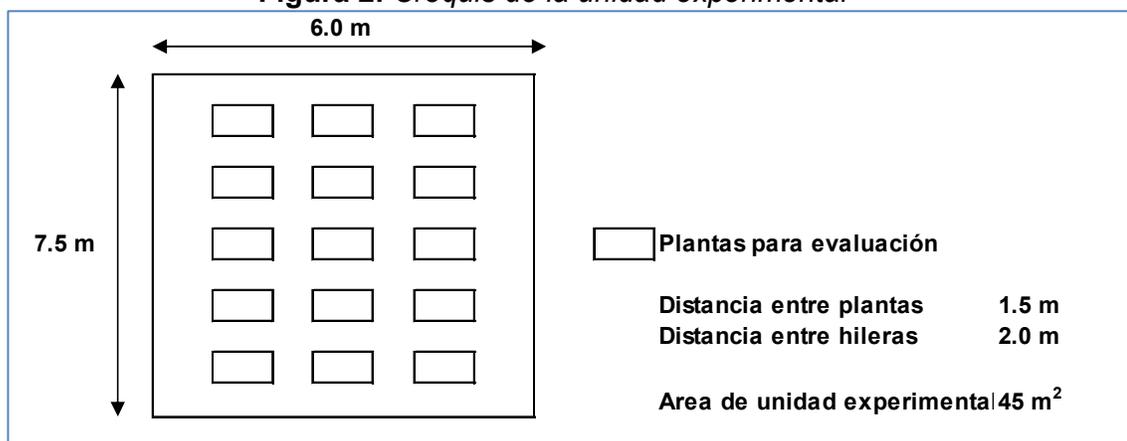


Figura 2: Croquis de la unidad experimental



5.4.2.5. Resultados e interpretación del análisis de suelo

Tabla 5: Resultados de análisis de suelo

Parámetro	Valor obtenido	Unidad	Interpretación
Materia orgánica	6.06	%	Alta
Fósforo (P ₂ O ₅) disponible	2.56	ppm	Bajo
Potasio (K ₂ O) disponible	233.3	ppm	Alto
pH	4.99	-	Ácido
Conductividad eléctrica	0.31	dS/m	Normal
Textura mecánica	Franco (48 % arena, 24 % limo, 28 % arcilla)	-	Adecuada
Densidad aparente	1.25*	g/cm ³	Aceptable

* Valor estimado según rangos reportados por FAO (2009) para suelos francos en zonas tropicales (1.20–1.30 g/cm³).

Fuente: Laboratorio de Suelos – datos procesados por el autor (2023).

Tabla 6: Niveles críticos para materia orgánica y elementos mayores

Nivel	% N	% MO	P ₂ O ₅ en ppm	K ₂ O en ppm	
				pH < 6,5	pH > 6,5
Bajo	0 a 0.1	Menor a 2	0 - 20	0 - 60	0 - 90
Medio	0.11 - 0.2	2.1 - 4.0	20 - 40	61 - 120	91 - 180
Alto	Mayor a 0.2	Mayor a 4	Mayor a 40	Mayor a 120	Mayor a 180

Fuente: Vitorino (1989)

Tabla 7: Niveles críticos para pH y conductividad eléctrica

	Acido	Neutro	Básico
pH	2.5 – 6.5	6.6 – 7.5	7.6 a más
C.E. (mmhos/cm) (dS/m)	Normal 0 a 2	Ligeramente salino 2.1 – 4	Salino 4.1 a más

Fuente: Vitorino (1989)

La interpretación de los resultados del análisis expresa lo siguiente:

- Materia orgánica: **nivel alto** el valor es mayor a 4%
- Fósforo: **nivel bajo**, el valor es mayor a 20 ppm.
- Potasio: **nivel alto**, considerando que el pH es menor a 6.5 y el valor es mayor a 120 ppm.
- pH: ácido, el suelo tiene problemas de acidez, el pH es menor a 6.5.
- Conductividad eléctrica: Normal, el suelo no tiene problemas de salinidad puesto que el valor obtenido es inferior a 2.0 dS/m.

5.4.2.6. Conducción del experimento

Roce del campo experimental

El roce del campo experimental fue realizado entre el 23 y 24 de agosto del 2023, esta labor fue realizada con anticipación debido a que el campo experimental estaba cubierto de árboles altos, arbustos y abundante maleza. La finalidad de esta labor era favorecer la descomposición de estos materiales hasta el momento en que se instaló las plántulas de café en campo definitivo. La labor comenzó con la eliminación de las malezas bajas con machete, continuó con la eliminación de arbustos y árboles delgados con hacha y culminó con el corte de los árboles más altos con la ayuda de una motosierra.

Instalación y manejo de almaciguera

La instalación de la almaciguera se realizó del 11 al 14 de octubre del 2023, las labores realizadas fueron las siguientes:

- Excavación de plataforma: debido a que el terreno en el cual se instaló la almaciguera tenía una pendiente ligera fue necesario excavar una plataforma con pico y pala.

- Construcción de tinglado: la estructura del tinglado fue construida con rollizos de madera corriente y listones, las paredes y techo fueron recubiertos con malla raschell, generando una sombra al 60%.
- Construcción de camas de almaciguera: fueron construidos dos camas dentro del tinglado con tablas de 6"x1" para los bordes.
- Instalación de sustrato de almaciguera: se utilizó arena de rio mezclado con tierra agrícola con la finalidad de proveer un medio altamente poroso.
- Tratamiento de semillas: antes de la siembra las semillas fueron tratadas con Vitavax a una dosis de 5 g de producto por kilogramo de semilla. El tratamiento consistió en humedecer las semillas y luego espolvorear el fungicida recubriendo con una capa fina la superficie de los granos, las semillas tratadas fueron oreadas a la sombra antes de la siembra.
- Siembra: esta labor fue realizada al voleo, distribuyendo en forma uniforme las semillas sobre el sustrato, luego fueron cubiertos con una capa fina de arena y tierra.
- Riegos: luego de la emergencia de las plántulas fue necesario regar para mantener la humedad del sustrato.
- Control de malezas: fueron eliminados en forma manual para evitar competencia con las plántulas de café.

Foto 1: Semillas de café distribuidos en cama almaciguera



Instalación de plántulas en camas platabandas de producción del vivero

La instalación de plántulas se realizó del 22 al 25 de noviembre del 2023, las actividades realizadas fueron las siguientes:

- Embolsado de sustrato: El embolsado fue realizado utilizando bolsas de polietileno negro de 5x7x2, el sustrato fue relleno sin dejar espacios vacíos. El sustrato utilizado fue excavado junto al tinglado, debido a que el suelo era poroso y rico en materia orgánica no fue necesario mezclar con otros sustratos.
- Acondicionamiento de bolsas con sustrato: las bolsas con sustrato fueron acomodados en las camas platabanda a nivel de suelo, dentro del tinglado construido anteriormente, fueron alineados con cordel y estacas, las bolsas se instalaron verticales.
- Trasplante: esta labor fue realizada con la ayuda de un repicador pequeño con el cual se hizo el hoyado en el centro de la bolsa con sustrato, dentro del hoyo la plántula en estado de mariposa fue instalado con las raíces totalmente verticales, luego fueron rellenos con sustrato y finalmente fueron compactados ligeramente para que las raíces entre en contacto con el sustrato de la bolsa.

Conducción de las camas platabandas de producción del vivero

La conducción del vivero fue realizada del 26 de noviembre del 2023 al 9 de febrero del 2024.

- Riego: inmediatamente después del trasplante fue necesario regar con manguera y difusor para favorecer el prendimiento de las plántulas. Los riegos posteriores se realizaron según necesidad hasta el mes de diciembre, posteriormente las lluvias se presentaron con regularidad y por tanto, no fue necesario continuar con los riegos.
- Control de malezas: el control fue realizado en forma manual, arrancando de raíz las malezas que crecieron en las bolsas de repique, entre las bolsas y las calles, el control fue mensual, ya que, en la zona de ceja de selva el crecimiento de las malezas en época de lluvias es muy rápido.

- Retiro del tinglado: un mes antes del trasplante a campo definitivo fue necesario retirar el tinglado con malla raschell para evitar crecimiento anormal de las plantas.

Trazado del campo experimental

Antes de realizar la plantación, se trazó el campo experimental con estacas, utilizando wincha de lona, cordel, fueron medidas las distancias contempladas en el proyecto de tesis, fue necesario identificar las unidades experimentales según el tratamiento correspondiente. Esta labor se ejecutó el mismo día de la plantación el 10 de febrero del 2024.

Selección y traslado de plantas a campo definitivo

Las plantas fueron seleccionadas en el vivero de crecimiento, todas las plantas elegidas fueron iguales en altura, diámetro de tallo, número de ramas y número de hojas. Las plantas elegidas fueron trasladadas con mucho cuidado al campo experimental evitando dañar las hojas. Esta labor fue realizada el 10 de febrero del 2024.

Trasplante

Para asegurar la precisión de la distancia entre hileras fue necesario tender un cordel y amarrar en estacas distanciadas entre ellas a 2.0 m. Para que la distancia entre plantas se mantenga en 1.5 m, se cortó una rama recta con esta dimensión y el cual fue utilizado para marcar los hoyos. Los hoyos fueron excavados con kituchi con un diámetro de 20 cm y 30 cm de profundidad. El trasplante se realizó temprano en la mañana y en suelo húmedo. Las plantas fueron colocadas el fondo del hoyo, eliminando previamente la bolsa de repique con una navaja, las raíces fueron cubiertos con suelo superficial rico en materia orgánica y se compactó ligeramente para que las raíces entren en contacto perfecto con el suelo circundante. Esta labor fue realizada el 10 de febrero del 2024.

Control de malezas

El control de maleza fue realizado en tres oportunidades, ya que, el crecimiento de las malezas fue muy rápida y existía el riesgo que las plantas reduzcan drásticamente su crecimiento, el control fue más cuidadoso en el primer mes,

evitando dañar el cultivo. Se utilizó el kituchi como herramienta de apoyo. Esta labor fue ejecutada el 10 de marzo, 15 de abril y 20 de mayo del 2024.

Aplicación de abonos orgánicos

La aplicación de los abonos orgánicos tuvo las siguientes características:

- Momento de aplicación: los abonos orgánicos fueron aplicados en forma fraccionada para evitar quemaduras. La primera fracción fue aplicada 15 días después del trasplante, la segunda aplicación fue realizada al mes de la primera aplicación.
- Forma de aplicación: los abonos orgánicos fueron aplicados alrededor de la planta en forma de un anillo, excavando ligeramente el suelo y distribuyendo el abono a chorro continuo, luego fue cubierto con tierra para evitar pérdida por lavado.
- Dosis por planta: en la tabla siguiente se muestra la dosis por aplicación y por planta, así como la dosis equivalente por hectárea y el número de aplicaciones.
 - Guano de isla: para la dosis de guano de isla se tuvo en consideración la recomendación realizada por AGRORURAL (2018) el cual indica que dosis adecuada de guano de isla para café en crecimiento es de 450 a 900 kg/ha. En la presente investigación se consideró una dosis de 800 kg/ha, el cual considerando una densidad de 3,333 plantas/ha, se utilizó 360 g/planta aplicado en dos oportunidades a 180 g/planta.
 - Terrasur: según Multinversiones Medram S.A.C, (2023), empresa productora y distribuidora de Terrasur, la dosis para plantas en plena producción es de 10 a 12 t/ha, sin embargo, considerando que las plantas de café en la presente investigación fueron recién instaladas se consideró aproximadamente el 11% de la dosis recomendada. Considerando además la investigación realizada por Portocarrero (2023) quien evaluó 200, 300 y 400 g/planta de guano de isla, gallinaza (Terrasur) y humus en el cultivo de café, aplicados en campo definitivo y en condiciones de Satipo, región Junín, obteniendo diferencias significativas en las variables evaluadas.

- Fechas de aplicación: la primera aplicación fue realizada el 14 de abril del 2024, la segunda aplicación fue realizada el 9 de junio del 2024.

Tabla 8: Dosis y frecuencia de aplicación de abonos orgánicos

Abono	Densidad (Plantas/ha)	kg/ha	Plantas/Unid. Exper.	kg/Unid. Exper.	g/planta	N° de aplicaciones	Dosis por aplicación (g/planta)
Guano de isla	3,333	800.0	15	3.60	360.0	2.00	180.0
Terrasur	3,333	1,333	15	6.00	600	2	300.0

Aplicación de microorganismos eficientes - EM-Compost

La aplicación de los microorganismos eficientes tuvo las siguientes características:

- Momento de aplicación: la primera aplicación se realizó 15 días después del trasplante, las siguientes aplicaciones fueron realizadas cada 10 días.
- Forma de aplicación: EMPROTEC (2020) empresa formuladora del EM-Compost recomienda como una forma de aplicación la aspersión foliar para estimular los puntos de crecimiento y favorecer el control de enfermedades, razón por la cual, en la presente investigación el producto fue aplicado en forma de aspersión foliar.
- Equipo de aplicación: se utilizó una pulverizadora manual de 5 litros.
- Horas de aplicación: el producto para evitar su deterioro fue aplicado en la mañana a primera hora.
- Activación del producto: siete días antes de la aplicación fue necesario activar el producto, para lo cual fue mezclado 0.5 litros de EM-Compost (5%) con 0.5 litros de melaza de caña (5%) y 9 litros de agua (90%) para formar 10 litros de producto activado.
- Cantidad de aplicaciones realizadas: fueron realizadas en total cuatro aplicaciones durante la etapa de crecimiento del cultivo.
- Dosis de aplicación: el producto activado fue aplicado al follaje a una dosis del 2%, es decir para una mezcla de 5 litros, capacidad de la asperjadora, se agregó 100 ml del producto activado EM-Compost a 4.9 litros de agua.
- Fechas de aplicación: la primera aplicación fue realizada el 14 de abril del 2024, la segunda aplicación fue realizada el 9 de junio del 2024.

Aplicación de biol

La aplicación de los microorganismos eficientes tuvo las siguientes características:

- Momento de aplicación: la primera aplicación se realizó 15 días después del trasplante, las siguientes aplicaciones fueron realizadas cada 10 días.
- Forma de aplicación: el producto fue aplicado en forma de aspersión foliar.
- Equipo de aplicación: se utilizó una pulverizadora manual de 5 litros.
- Horas de aplicación: el producto para evitar su deterioro fue aplicado en la mañana a primera hora.
- Cantidad de aplicaciones realizadas: fueron realizadas en total cuatro aplicaciones durante la etapa de crecimiento del cultivo.
- Dosis de aplicación: el biol fue aplicado al follaje a una dosis del 75 ml/litro de agua, es decir para una mezcla de 5 litros, capacidad de la asperjadora, se agregó 375 ml de biol a 5.0 litros de agua.
- Fechas de aplicación: la primera aplicación fue realizada el 14 de abril del 2024, la segunda aplicación fue realizada el 9 de junio del 2024.

Identificación de tratamientos

Antes de comenzar las aplicaciones de abonos orgánicos y bioestimulantes fue necesario colocar letreros para identificar las unidades experimentales, según el tratamiento correspondiente, estos letreros fueron recubiertos con plástico para evitar daño de las lluvias. Esta labor fue realizada el 10 de abril del 2024.

Sorteo e identificación de 10 plantas por cada unidad experimental

Antes de comenzar las evaluaciones se realizó un muestreo aleatorio en cada unidad experimental con la finalidad de elegir 10 plantas, el procedimiento consistió en elaborar 15 balotas enumeradas del 1 al 15, debido a que en cada unidad experimental se instalaron 15 plantas, las plantas elegidas en el sorteo fueron etiquetadas para evitar confusiones al momento de las evaluaciones identificándose con su respectivo número. Todas las evaluaciones se realizaron sobre las 10 plantas elegidas al azar en cada unidad experimental. Esta labor fue realizada el 10 de abril del 2024.

5.4.2.7. Evaluaciones para el objetivo específico 1

Altura de tallo principal

La altura de tallo principal fue determinada con wincha metálica, tomando la distancia existente entre el suelo a nivel de cuello y el ápice del tallo principal, los datos fueron registrados en la ficha de campo en cm. Las evaluaciones se realizaron sobre las 10 plantas muestreadas e identificadas anteriormente por cada unidad experimental. Las evaluaciones fueron realizadas el 15 de julio del 2024.

Diámetro de tallo principal

El diámetro del tallo principal fue determinado con una regla graduada con Vernier, fue medido al pie de la planta y los datos fueron registrados en la ficha de campo. Las evaluaciones se realizaron sobre las 10 plantas muestreadas e identificadas anteriormente por cada unidad experimental.

5.4.2.8. Evaluaciones para el objetivo específico 2

Longitud de hoja

En cada una de las 10 plantas elegidas al azar en cada unidad experimental, etiquetada anteriormente, fue elegida una sola hoja, ubicada en la parte media del tallo principal. Para determinar la parte media de la planta, fue medida la distancia entre el cuello y el ápice de la planta y se eligió la hoja inserta en la mitad de la dimensión. La longitud de la lámina foliar fue determinada con regla metálica, tomando la distancia existente entre la zona de inserción de la lámina foliar con el pedúnculo y el ápice de la hoja, los datos fueron registrados en la ficha de campo en milímetros.

Ancho de hoja

El ancho de la lámina foliar fue determinada en la parte media de la hoja con regla metálica. La hoja utilizada para determinar el ancho de la lámina foliar fue la misma utilizada para medir la longitud de la lámina foliar. Los datos se registraron en una ficha de campo. Las evaluaciones se realizaron sobre las 10 plantas muestreadas e identificadas anteriormente por cada unidad experimental.

Área de lámina foliar

El área de la lámina foliar se determinó con el aplicativo para celular Petiole Pro. La hoja elegida fue la misma que se empleó para medir longitud y ancho de lámina foliar. Los datos fueron registrados en la ficha de campo en cm^2 . Las evaluaciones se realizaron sobre las 10 plantas muestreadas e identificadas anteriormente por cada unidad experimental.

Área total de hojas por planta

El área total de las hojas por planta se determinó multiplicando el área de lámina foliar por el número de hojas de la planta, se consideró las 10 plantas muestreadas e identificadas anteriormente por cada unidad experimental.

Perímetro de la hoja

El perímetro de la hoja se determinó con el aplicativo para celular Petiole Pro. La hoja elegida fue la misma que se empleó para medir longitud y ancho de lámina foliar. Los datos fueron registrados en la ficha de campo en cm. Las evaluaciones se realizaron sobre las 10 plantas muestreadas e identificadas anteriormente por cada unidad experimental.

Número de hojas por planta

Se contabilizó el número total de hojas por planta, incluyendo las hojas iniciales con los cuales se instaló la planta en campo definitivo, los datos fueron registrados en la ficha de campo. Las evaluaciones se realizaron sobre las 10 plantas muestreadas e identificadas anteriormente por cada unidad experimental.

5.4.2.9. Operacionalización de variables

Tabla 9: Operacionalización de variables dependientes

Variable dependiente	Indicador	Escala de medición
Objetivo específico 1		
Características agrobotánicas de tallo	Altura del tallo principal	Escala de razón: distancia (cm)
	Diámetro de tallo principal	Escala de razón: distancia (mm)
Objetivo específico 2		
Características agrobotánicas de hojas	Longitud de la hoja	Escala de razón: distancia (mm)
	Ancho de la hoja	Escala de razón: distancia (mm)
	Área de lámina foliar	Escala de razón: superficie (cm^2)
	Área total de hojas por planta	Escala de razón: superficie (cm^2)
	Perímetro de la hoja	Escala de razón: distancia (cm)
	Número de hojas por planta	Escala de razón: Cantidad

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Características agrobotánicas de tallo

6.1.1 Altura de planta

Tabla 10: Promedios de altura de planta (cm)

Descripción	BLOQUE				Promedio
	I	II	III	IV	
Guano de isla + Biol	149.25	157.67	158.90	170.16	158.99
Guano de isla + EM-Compost	123.17	137.42	172.45	172.26	151.33
Guano de isla + sin bioestimulante	127.43	164.02	160.69	155.78	151.98
Terrasur + Biol	151.01	139.71	140.93	164.08	148.93
Terrasur + EM-Compost	125.47	162.74	138.12	126.68	138.25
Terrasur + sin bioestimulante	114.67	148.40	163.33	146.11	143.13
Sin abono orgánico + Biol	130.39	143.62	149.31	131.03	138.59
Sin abono orgánico + EM-Compost	130.27	139.92	143.56	149.50	140.81
Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	110.52	101.75	105.94	107.23	106.36
Promedio	129.13	143.92	148.14	146.98	142.04

En la tabla 10 se presenta los promedios por bloque y tratamiento para altura de planta, los cuales se obtuvieron de los resultados de campo presentados en anexos, en la tabla se observa que el promedio general para altura de planta fue de 142.04 cm, este promedio es inferior al reportado por Portocarrero (2023) quien evaluó guano de isla, gallinaza y humus aplicado en tres dosis diferentes y menciona como mejor tratamiento guano de isla a una dosis de 400 g/planta con un promedio de 167.6 cm de altura de planta, igualmente es inferior al mencionado por Ayala & Valdiviezo (2022) quienes evaluando microorganismos eficientes similares al de la presente investigación reportaron como mejor altura 273.9 cm a los 90 días después del tratamiento.

Tabla 11: Auxiliar de sumas totales y promedios por niveles de los factores

Abono Orgánico	Bioestimulante			Total	Promedio
	Biol	EM-Compost	Sin bioestimulante		
Guano de isla	635.97	605.31	607.91	1,849.19	154.10
Terrasur	595.73	553.01	572.51	1,721.24	143.44
Sin abono orgánico	554.35	563.24	425.44	1,543.03	128.59
Total	1,786.04	1,721.55	1,605.86	5,113.45	
Promedio	148.84	143.46	133.82		142.04

Tabla 12: Análisis de varianza para altura de planta

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	2085.649722	695.216574	4.30	3.01	4.72	*	NS
Abono orgánico	2	3940.721950	1970.360975	12.19	3.40	5.61	*	**
Bioestimulante	2	1389.238895	694.619448	4.30	3.40	5.61	*	NS
Abono orgánico x Bioestimulante	4	1957.755547	489.438887	3.03	2.78	4.22	*	NS
Error	24	3877.920028	161.580001					
Total	35	13251.286142					CV	8.95%

En la tabla 12 se presenta el análisis de varianza para altura de planta, en ella se observa que al 95% de confianza se presentaron diferencias significativas entre los bloques del experimento, lo cual implica que el suelo no fue uniforme en sus características principales, mientras que, al 99% de confianza no existen diferencias significativas entre los bloques. Con respecto a los efectos principales se presentaron diferencias estadísticas entre los niveles del factor abono orgánico, al 95 y 99% de confianza, por tanto, hubo efecto sobre altura de planta del café. Al 95% de confianza se presentaron diferencias significativas entre los niveles de bioestimulante, es decir estos productos afectaron la altura de planta del café, sin embargo, al 99% de confianza no se presentaron diferencias significativas, finalmente para efectos de interacción al 95% de confianza se presentaron diferencias estadísticas, por tanto, existe interacción entre el abono orgánico y el bioestimulante aplicado en la etapa inicial de crecimiento del café en campo definitivo, sin embargo, al 99% de confianza no se presentó interacción entre los dos factores evaluados. Los resultados al 95% de confianza confirman lo reportado por Portocarrero (2023) quien también menciona diferencias significativas para los niveles del factor abono orgánico, para las dosis de aplicación y para la interacción de ambos factores, igualmente corrobora lo mencionado por Ayala & Valdiviezo (2022) quien manifiesta que se presentaron diferencias significativas entre los niveles de los microorganismos eficientes aplicados, finalmente es similar al reportado por Gambo (2019) quien valuando diferentes dosis de biol encontró diferencias significativas entre los tratamientos para altura de planta.

Tabla 13: Prueba de Tukey para el factor abono orgánico

OM	Tratamiento		ALS (t)		ALS ($\Gamma\alpha$)	
	Clave	Promedios	0.05	0.01	0.05	0.01
I	Guano de isla	154.10	12.96	16.68	a	a
II	Terrasur	143.44	12.96	16.68	a	a
III	Sin abono orgánico	128.59	12.96	16.68	b	b
AES 0.05:	3.532	Error estándar:	3.669469	AES 0.01:	4.546	

Según la prueba de Tukey al 95 y 99% de confianza, presentado en la tabla 13, el abono orgánico guano de isla con un promedio de 154.10 cm de altura de planta y el abono orgánico Terrasur con un promedio de 143.44 cm de altura fueron estadísticamente iguales, pero son mejores que el testigo sin abono orgánico, por tanto, ambos abonos orgánicos incrementaron la altura de planta comparada con el testigo.

Tabla 14: Prueba de Tukey para el factor bioestimulante

OM	Tratamiento		ALS (t)		ALS ($\Gamma\alpha$)	
	Clave	Promedios	0.05	0.01	0.05	0.01
I	Biol	148.84	12.96	16.68	a	a
II	EM-Compost	143.46	12.96	16.68	a	b
III	Sin bioestimulante	133.82	12.96	16.68	b	b
AES 0.05:	3.532	Error estándar:	3.669469	AES 0.01:	4.546	0.00

La prueba de Tukey al 95% de confianza, presentada en la tabla 14, indica que el bioestimulante Biol con un promedio de 148.84 cm de altura de planta y el bioestimulante EM-compost con un promedio de 143.46 cm de altura de planta fueron estadísticamente iguales, pero son superiores al nivel sin bioestimulante, por tanto, ambos bioestimulantes incrementaron la altura de planta comparado con el testigo.

Tabla 15: Análisis de variancia auxiliar para la interacción del factor abono orgánico y bioestimulante

Fuente de variabilidad	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calc	F. tabular	Significancia
					0.05	0.05
Abono orgánico (guano de isla y terrasur) en Biol	2	832.90463450	416.45232	2.58	3.40	NS
Abono orgánico (guano de isla y terrasur) en EM-Compost	2	384.12578750	192.06289	1.19	3.40	NS
Abono orgánico (guano de isla y terrasur) en sin bioestimulante	2	4681.44707517	2340.72354	14.49	3.40	Sig
Error	24		161.58000			

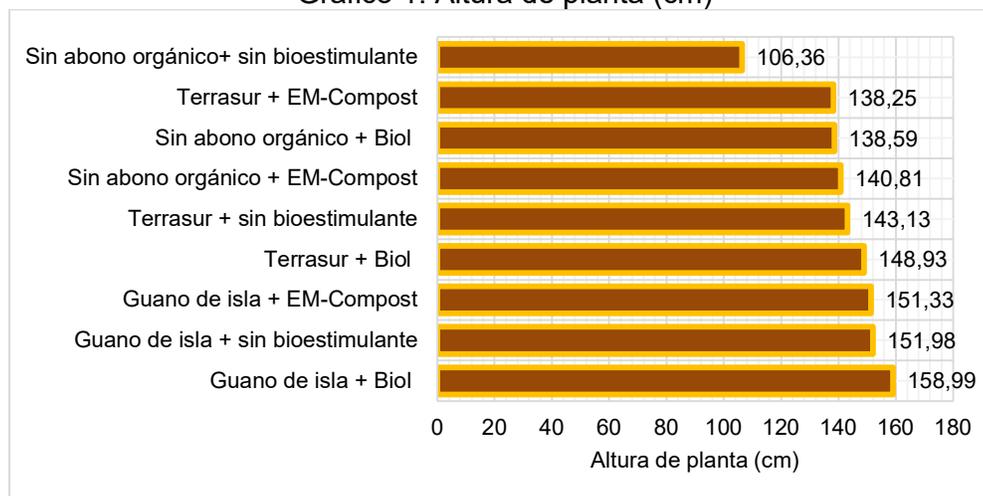
En la tabla 15 se presenta el análisis de variancia auxiliar para la interacción entre los factores abono orgánico y bioestimulantes, en ella se observa que no se presentaron diferencias significativas al 95% de confianza para la interacción de abono orgánico y biol, igualmente, tampoco se presentaron diferencias significativas para la interacción entre el abono orgánico y el EM-compost, pero al mismo porcentaje de probabilidad se presentaron diferencias significativas para la interacción de abono orgánico y el testigo sin bioestimulante.

Tabla 16: Prueba de Tukey para la interacción entre abono orgánico y sin bioestimulante

OM	Nivel	Promedios	ALS	
			(t) 0.05	(τ)α 0.05
I	Guano de isla + sin bioestimulante	151.98	9.89	a
II	Terrasur + sin bioestimulante	143.13	9.89	a
III	Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	106.36	9.89	b
AES (t) 0.05:		3.532	Error estándar:	6.3557061

En la tabla 16 se presenta la prueba de Tukey al 5% de probabilidad para la interacción entre abono orgánico y sin bioestimulante, en ella se observa que la interacción de guano de isla con sin bioestimulante con un promedio de 151.98 cm de altura de planta y la interacción de terrasur con sin bioestimulante con un promedio de 143.13 cm de altura fueron estadísticamente iguales, pero son superiores a la interacción de sin abono orgánico y sin bioestimulante con un promedio de 106.36 cm de altura de planta.

Gráfico 1: Altura de planta (cm)



En el gráfico 1 se observa a simple inspección que el tratamiento guano de isla + biol presentó el promedio más alto con 158.99 cm de altura de planta, mientras que, el tratamiento testigo, sin abono orgánico y sin bioestimulante presentó el promedio más bajo con 106.36 cm de altura de planta.

6.1.2 Diámetro de tallo

Tabla 17: Diámetro de tallo promedio (mm)

Descripción	BLOQUE				Promedio
	I	II	III	IV	
Guano de isla + Biol	3.35	3.51	3.46	3.70	3.50
Guano de isla + EM-Compost	2.69	3.17	3.49	3.85	3.30
Guano de isla + sin bioestimulante	2.89	3.44	3.28	3.19	3.20
Terrasur + Biol	3.71	3.08	3.33	3.48	3.40
Terrasur + EM-Compost	2.82	3.84	3.51	3.18	3.34
Terrasur + sin bioestimulante	2.63	3.27	3.51	3.68	3.27
Sin abono orgánico + Biol	3.39	3.49	3.34	3.35	3.39
Sin abono orgánico + EM-Compost	3.24	3.40	3.71	3.58	3.48
Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	3.02	3.35	3.44	3.47	3.32
Promedio	3.08	3.39	3.45	3.50	3.36

En la tabla 17 se presenta los promedios por bloque y tratamiento para diámetro de tallo, los cuales se obtuvieron de los resultados de campo presentados en anexos, en la tabla se observa que el promedio general para diámetro de tallo fue de 3.36 mm. Ayala & Valdiviezo (2022) evaluando microorganismos eficientes como complemento del abonamiento orgánico en condiciones de campo reportaron como mejor promedio 7.34 mm de diámetro de tallo, igualmente Gambo (2019) quien evaluó biol en diferentes dosis reportó como mejor promedio 5.83 mm de diámetro de tallo.

Tabla 18: Auxiliar de sumas totales y promedios por niveles de los factores

Abono Orgánico	Bioestimulante			Total	Promedio
	Biol	EM-Compost	Sin bioestimulante		
Guano de isla	14.02	13.19	12.80	40.01	3.33
Terrasur	13.60	13.34	13.09	40.03	3.34
Sin abono orgánico	13.57	13.93	13.27	40.77	3.40
Total	41.19	40.47	39.15	120.81	
Promedio	3.43	3.37	3.26		3.36

En la tabla 18 se presenta las sumas totales y los promedios por nivel de factor, en ella se observa que el nivel sin abono orgánico obtuvo el promedio más alto a simple

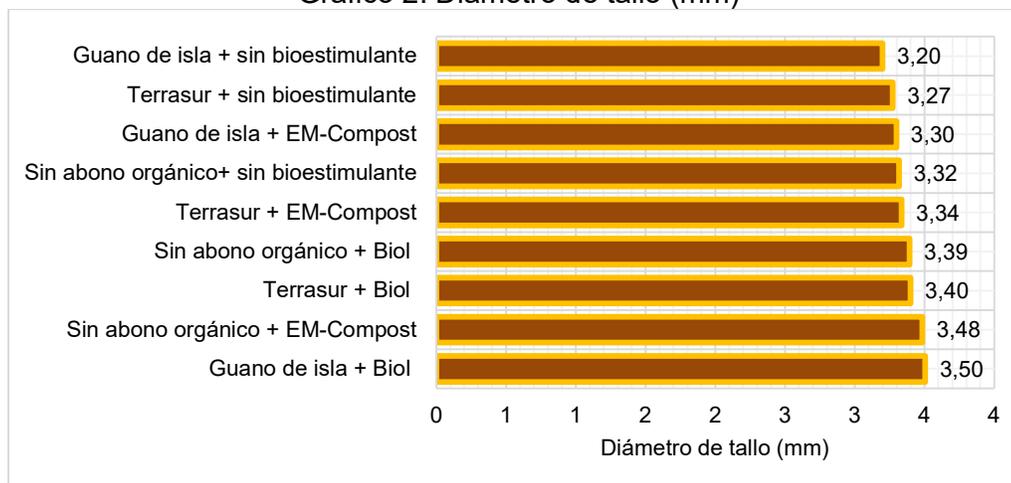
inspección con 3.4 mm de diámetro de tallo, por otro lado, el nivel de bioestimulante biol presentó el promedio más alto a simple inspección con 3.43 mm de diámetro de tallo.

Tabla 19: Análisis de varianza para diámetro de tallo

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	0.958960	0.319653	4.54	3.01	4.72	*	NS
Abono orgánico	2	0.031517	0.015759	0.22	0.051	0.01	NS	NS
Bioestimulante	2	0.177183	0.088592	1.26	3.40	5.61	NS	NS
Abono orgánico x Bioestimulante	4	0.104358	0.026090	0.37	0.173	0.07	NS	NS
Error	24	1.691057	0.070461					
Total	35	2.963077					CV	7.91%

Según el análisis de variancia elaborado para diámetro de tallo, presentado en la tabla 19, al 95% de confianza se presentaron diferencias significativas entre los bloques del experimento, esto implica que el campo experimental elegido no fue uniforme en las características de suelo, sin embargo, al 99% de confianza no se presentaron diferencias significativas entre los bloques del experimento. Al 95 y 99% de confianza no hubo efecto de los abonos orgánicos sobre el diámetro del tallo del café, ya que, no se presentaron diferencias estadísticas entre los niveles evaluados Al 95 y 99% de confianza no hubo efecto de los bioestimulantes sobre el diámetro del tallo, al no existir diferencias significativas entre los niveles evaluados, finalmente, no se presentó interacción entre los abonos orgánicos y los bioestimulantes al no presentarse diferencias significativas para la interacción de ambos factores al 95 y 99% de confianza.

Gráfico 2: Diámetro de tallo (mm)



En el gráfico 2 se observa que, los promedios para diámetro de tallo de los tratamientos evaluados son muy similares en sus valores, ya que el tratamiento con el valor más bajo guano de isla + sin bioestimulante presenta un promedio muy cercano al tratamiento con el valor relativamente más alto guano de isla + biol con una diferencia de mínima de 0.3 mm de diámetro de tallo, lo cual, implica que todos los tratamientos presentaron promedios estadísticamente iguales y confirma que tanto los abonos orgánicos como los bioestimulantes evaluados no afectaron el diámetro del tallo comparado con el testigo.

6.2. Características agrobotánicas de la hoja

6.1.3 Longitud de hoja

Tabla 20: Longitud de hoja promedio (mm)

Descripción	BLOQUE				Promedio
	I	II	III	IV	
Guano de isla + Biol	105.23	106.08	108.54	112.67	108.13
Guano de isla + EM-Compost	102.26	126.63	130.22	131.24	122.59
Guano de isla + sin bioestimulante	87.83	128.65	124.98	129.54	117.75
Terrasur + Biol	132.38	91.76	92.99	117.83	108.74
Terrasur + EM-Compost	93.51	133.83	107.71	88.75	105.95
Terrasur + sin bioestimulante	70.14	106.91	106.15	119.33	100.63
Sin abono orgánico + Biol	100.66	113.14	115.46	98.97	107.06
Sin abono orgánico + EM-Compost	109.14	95.96	119.36	93.72	104.55
Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	106.11	105.23	133.10	120.88	116.33
Promedio	100.81	112.02	115.39	112.55	110.19

En la tabla 20 se presenta los promedios por bloque y tratamiento para longitud de hoja, los cuales se obtuvieron de resultados de campo presentados en anexos, en ella se observa que el promedio general para longitud de hoja fue de 110.19 mm.

Tabla 21: Auxiliar de sumas totales y promedios por niveles de los factores

Abono Orgánico	Bioestimulante			Total	Promedio
	Biol	EM-Compost	Sin bioestimulante		
Guano de isla	432.52	490.36	471.00	1,393.88	116.16
Terrasur	434.96	423.79	402.53	1,261.28	105.11
Sin abono orgánico	428.23	418.18	465.32	1,311.73	109.31
Total	1,295.71	1,332.33	1,338.84	3,966.88	
Promedio	107.98	111.03	111.57		110.19

En la tabla 21 se presenta las sumas totales y los promedios por nivel de factor, en ella se observa que el nivel guano de isla obtuvo el promedio más alto a simple inspección con 116.16 mm de longitud de hoja, por otro lado, el nivel sin

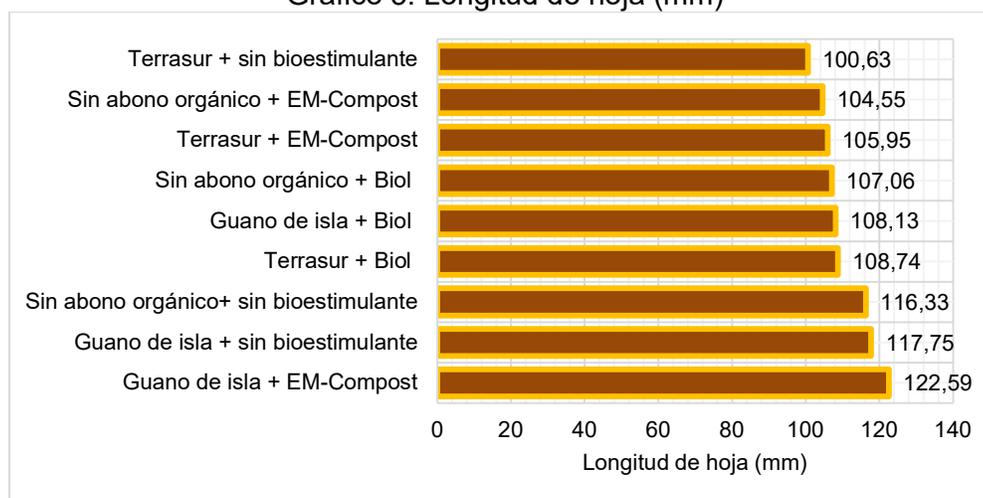
bioestimulante presentó el promedio más alto a simple inspección con 111.57 mm de longitud de hoja.

Tabla 22: Análisis de varianza para longitud de hoja

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	1115.929158	371.976386	1.59	3.01	4.72	NS	NS
Abono orgánico	2	746.551467	373.275733	1.59	3.40	5.61	NS	NS
Bioestimulante	2	90.101124	45.050562	0.19	0.001	0.01	NS	NS
Abono orgánico x Bioestimulante	4	787.131014	196.782753	0.84	0.006	0.07	NS	NS
Error	24	5619.336455	234.139019					
Total	35	8359.049218					CV	13.89%

Según el análisis de variancia elaborado para longitud de hoja y presentado en la tabla 22, al 95 y 99% de confianza no se presentaron diferencias significativas entre los bloques del experimento, esto implica que el campo experimental elegido fue uniforme en las características de suelo. Al 95 y 99% de confianza no hubo efecto de los abonos orgánicos sobre la longitud de hoja del café ya que, no se presentaron diferencias estadísticas entre los niveles evaluados. Al 95 y 99% de confianza no hubo efecto de los bioestimulantes sobre la longitud de hoja, al no existir diferencias significativas entre los niveles evaluados, finalmente, no se presentó interacción entre los abonos orgánicos y los bioestimulantes al no presentarse diferencias significativas para la interacción de ambos factores, al 95 y 99% de confianza.

Gráfico 3: Longitud de hoja (mm)



En el gráfico 3 se observa que, los promedios para longitud de hoja de los tratamientos evaluados son muy similares en sus valores, ya que el tratamiento con el valor más bajo terrasur + sin bioestimulante presenta un promedio muy cercano al tratamiento con el valor relativamente más alto guano de isla + EM-Compost con una diferencia de mínima de 21.96 mm de longitud de hoja, lo cual, implica que todos los tratamientos presentaron promedios estadísticamente iguales y confirma que tanto los abonos orgánicos como los bioestimulantes evaluados no afectaron la longitud de hoja comparado con el testigo.

6.1.4 Ancho de hoja

Tabla 23: Ancho de hoja promedio (mm)

Descripción	BLOQUE				Promedio
	I	II	III	IV	
Guano de isla + Biol	49.26	49.30	50.82	52.45	50.46
Guano de isla + EM-Compost	43.43	51.77	63.96	56.69	53.96
Guano de isla + sin bioestimulante	41.94	55.18	51.18	51.80	50.02
Terrasur + Biol	62.53	37.64	39.78	50.39	47.58
Terrasur + EM-Compost	39.47	57.70	46.83	41.40	46.35
Terrasur + sin bioestimulante	35.46	45.93	46.24	49.44	44.27
Sin abono orgánico + Biol	44.45	47.92	52.95	42.43	46.94
Sin abono orgánico + EM-Compost	43.65	43.99	49.49	46.79	45.98
Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	53.10	49.26	57.07	55.44	53.72
Promedio	45.92	48.74	50.92	49.65	48.81

En la tabla 23 se presenta los promedios por bloque y tratamiento para ancho de hoja, los cuales se obtuvieron de los resultados de campo presentados en anexos, en la tabla se observa que el promedio general para ancho de hoja fue de 48.81 mm.

Tabla 24: Auxiliar de sumas totales y promedios por niveles de los factores

Abono Orgánico	Bioestimulante			Total	Promedio
	Biol	EM-Compost	Sin bioestimulante		
Guano de isla	201.83	215.84	200.09	617.77	51.48
Terrasur	190.33	185.39	177.06	552.79	46.07
Sin abono orgánico	187.74	183.92	214.87	586.54	48.88
Total	579.90	585.16	592.03	1,757.09	
Promedio	48.33	48.76	49.34		48.81

En la tabla 24 se presenta las sumas totales y los promedios por nivel de factor, en ella se observa que el nivel guano de isla obtuvo el promedio más alto a simple

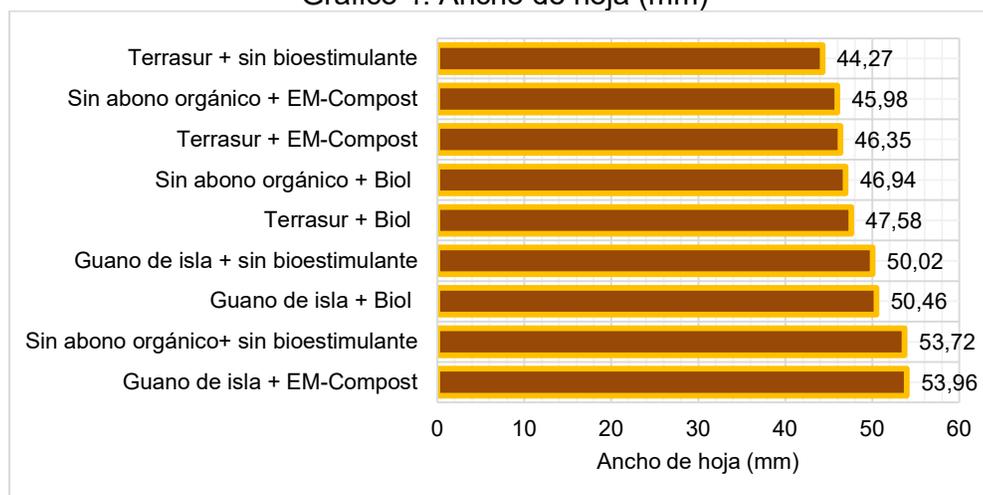
inspección con 51.48 mm de ancho de hoja, por otro lado, el nivel sin bioestimulante presentó el promedio más alto a simple inspección con 49.34 mm de ancho de hoja.

Tabla 25: Análisis de varianza para ancho de hoja

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	121.705002	40.568334	0.95	0.12	0.04	NS	NS
Abono orgánico	2	176.032520	88.016260	2.05	3.40	5.61	NS	NS
Bioestimulante	2	6.159587	3.079794	0.07	0.05	0.01	NS	NS
Abono orgánico x Bioestimulante	4	196.000847	49.000212	1.14	2.78	4.22	NS	NS
Error	24	1028.350139	42.847922					
Total	35	1528.248096					CV	13.41%

Según el análisis de variancia elaborado para ancho de hoja y presentado en la tabla 25 indica que, al 95 y 99% confianza no se presentaron diferencias significativas entre los bloques del experimento, esto implica que el campo experimental elegido fue uniforme en las características de suelo. al 95 y 99% de confianza no hubo efecto de los abonos orgánicos sobre el ancho de hoja del café ya que, no se presentaron diferencias estadísticas entre los niveles evaluados. Al 95 y 99% de confianza no hubo efecto de los bioestimulantes sobre el ancho de hoja, al no existir diferencias significativas entre los niveles evaluados, finalmente, no se presentó interacción entre los abonos orgánicos y los bioestimulantes al no presentarse diferencias significativas para la interacción de ambos factores, al 95 y 99% de confianza.

Gráfico 4: Ancho de hoja (mm)



En el gráfico 4 se observa que, los promedios para ancho de hoja de los tratamientos evaluados son muy similares en sus valores, ya que el tratamiento con el valor más bajo terrasur + sin bioestimulante presenta un promedio muy cercano al tratamiento con el valor relativamente más alto guano de isla + EM-Compost con una diferencia de mínima de 9.69 mm de ancho de hoja, lo cual, implica que todos los tratamientos presentaron promedios estadísticamente iguales y confirma que tanto los abonos orgánicos como los bioestimulantes evaluados no afectaron el ancho de hoja comparado con el testigo.

6.1.5 Área foliar de hoja

Tabla 26: Área foliar promedio (cm²)

Descripción	BLOQUE				Promedio
	I	II	III	IV	
Guano de isla + Biol	48.70	48.69	50.32	51.43	49.78
Guano de isla + EM-Compost	36.27	46.46	54.43	53.12	47.57
Guano de isla + sin bioestimulante	38.99	42.97	41.78	42.33	41.52
Terrasur + Biol	44.98	24.52	71.49	41.30	45.57
Terrasur + EM-Compost	29.13	42.80	50.47	33.43	38.96
Terrasur + sin bioestimulante	25.87	48.60	49.13	47.56	42.79
Sin abono orgánico + Biol	37.17	42.80	43.94	36.46	40.09
Sin abono orgánico + EM-Compost	44.50	42.62	60.08	32.84	45.01
Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	49.34	48.70	52.79	50.83	50.41
Promedio	39.44	43.13	52.71	43.26	44.63

En la tabla 26 se presenta los promedios por bloque y tratamiento para área foliar, los cuales se obtuvieron de los resultados de campo presentados en anexos, en la tabla se observa que el promedio general para área foliar fue de 44.63 cm². Gambo (2019) evaluó biol en diferentes dosis en condiciones de campo definitivo y reportó como mejor resultado área foliar promedio de 280.5 m²

Tabla 27: Auxiliar de sumas totales y promedios por niveles de los factores

Abono Orgánico	Bioestimulante			Total	Promedio
	Biol	EM-Compost	Sin bioestimulante		
Guano de isla	199.13	190.28	166.06	555.47	46.29
Terrasur	182.29	155.84	171.15	509.28	42.44
Sin abono orgánico	160.37	180.04	201.66	542.07	45.17
Total	541.79	526.15	538.88	1,606.82	
Promedio	45.15	43.85	44.91		44.63

En la tabla 27 se presenta las sumas totales y los promedios por nivel de factor, en ella se observa que el nivel guano de isla obtuvo el promedio más alto a simple

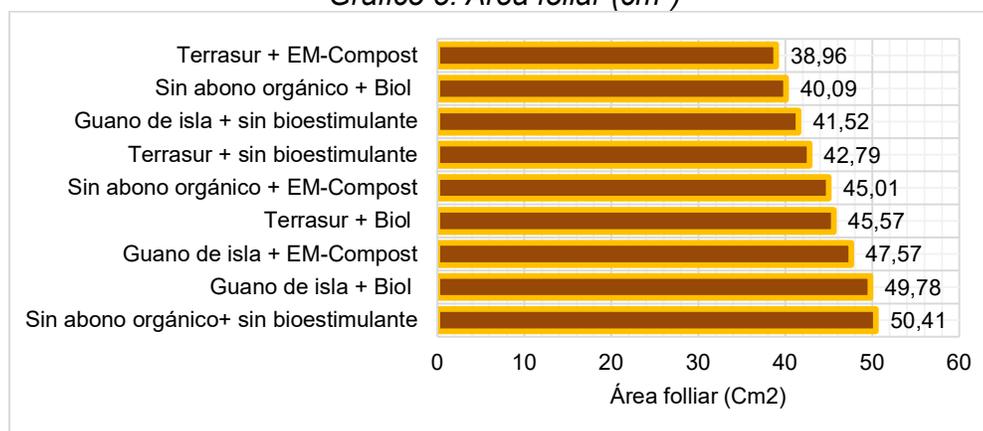
inspección con 46.29 cm² de área foliar, por otro lado, el nivel biol presentó el promedio más alto a simple inspección con 45.15 cm² de área foliar.

Tabla 28: Análisis de varianza para área foliar

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	867.902369	289.300790	4.40	3.01	4.72	*	NS
Abono orgánico	2	94.113747	47.056874	0.71	0.05	0.01	NS	NS
Bioestimulante	2	11.517185	5.758592	0.09	0.05	0.01	NS	NS
Abono orgánico x Bioestimulante	4	436.468757	109.117189	1.66	2.78	4.22	NS	NS
Error	24	1579.556385	65.814849					
Total	35	2989.558443					CV	18.18%

El análisis variancia para área foliar (tabla 28), indica al 95% de confianza que no se presentaron diferencias significativas entre los bloques del experimento, esto implica que el campo experimental elegido no fue uniforme en las características de suelo, sin embargo, al 99% de confianza no se presentaron diferencias significativas. Al 95 y 99% de confianza no hubo efecto de los abonos orgánicos sobre el área foliar del café ya que, no se presentaron diferencias estadísticas entre los niveles evaluados. Al 95 y 99% de confianza no hubo efecto de los bioestimulantes sobre el área foliar, al no existir diferencias significativas entre los niveles evaluados, finalmente, no se presentó interacción entre los abonos orgánicos y los bioestimulantes al no presentarse diferencias significativas para la interacción de ambos factores, al 95 y 99% de confianza. Gamboa (2019) evaluando diferentes niveles de biol reportó diferencias significativas para área foliar del café.

Gráfico 5: Área foliar (cm²)



En el gráfico 5 se observa que, los promedios para área foliar de los tratamientos evaluados son muy similares en sus valores, ya que el tratamiento con el valor más bajo terrasur + EM-compost presenta un promedio muy cercano al tratamiento con el valor relativamente más alto guano de sin abono orgánico + sin bioestimulante con una diferencia de mínima de 11.45 cm² de área foliar, lo cual, implica que todos los tratamientos presentaron promedios estadísticamente iguales y confirma que tanto los abonos orgánicos como los bioestimulantes evaluados no afectaron el área foliar del café instalado en campo definitivo comparado con el testigo.

6.1.6 Área total de hojas por planta

Tabla 29: Área total de hojas por planta (cm²)

Descripción	BLOQUE				Promedio
	I	II	III	IV	
Guano de isla + Biol	703.25	712.62	725.66	822.80	741.08
Guano de isla + EM-Compost	502.05	642.72	755.16	799.62	674.89
Guano de isla + sin bioestimulante	423.72	550.26	535.50	473.94	495.86
Terrasur + Biol	651.88	281.67	742.49	458.61	533.66
Terrasur + EM-Compost	291.31	568.71	639.49	361.09	465.15
Terrasur + sin bioestimulante	274.37	619.83	609.96	646.76	537.73
Sin abono orgánico + Biol	476.80	541.81	535.99	447.11	500.43
Sin abono orgánico + EM-Compost	445.00	499.39	732.63	432.19	527.30
Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	522.83	486.96	537.47	559.21	526.62
Promedio	476.80	544.88	646.04	555.70	555.86

En la tabla 29 se presenta los promedios por bloque y tratamiento para área total de hojas por planta, los cuales se obtuvieron de los resultados de campo presentados en anexos, en la tabla se observa que el promedio general para área total de hojas por planta fue de 555.86 cm². Gambo (2019) evaluó biol en diferentes dosis en condiciones de campo definitivo y reportó como mejor resultado área foliar promedio de 280.5 m²

Tabla 30: Auxiliar de sumas totales y promedios por niveles de los factores

Abono Orgánico	Bioestimulante			Total	Promedio
	Biol	EM-Compost	Sin bioestimulante		
Guano de isla	2,964.33	2,699.55	1,983.43	7,647.31	637.28
Terrasur	2,134.64	1,860.60	2,150.92	6,146.16	512.18
Sin abono orgánico	2,001.71	2,109.21	2,106.47	6,217.39	518.12
Total	7,100.68	6,669.36	6,240.81	20,010.86	
Promedio	591.72	555.78	520.07		555.86

En la tabla 30 se presenta las sumas totales y los promedios por nivel de factor, en ella se observa que el nivel guano de isla obtuvo el promedio más alto a simple

inspección con 637.28 cm² de área foliar, por otro lado, el nivel biol presentó el promedio más alto a simple inspección con 591.72 cm² de área foliar.

Tabla 31: Análisis de varianza para área foliar

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	130522.507164	43507.502388	3.35	3.01	4.72	*	NS
Abono orgánico	2	119532.553848	59766.276924	4.60	3.40	5.61	*	NS
Bioestimulante	2	30807.170650	15403.585325	1.19	3.40	5.61	NS	NS
Abono orgánico x Bioestimulante	4	113134.341894	28283.585473	2.18	2.78	4.22	NS	NS
Error	24	311749.294088	12989.553920					
Total	35	705745.867644					CV	20.50%

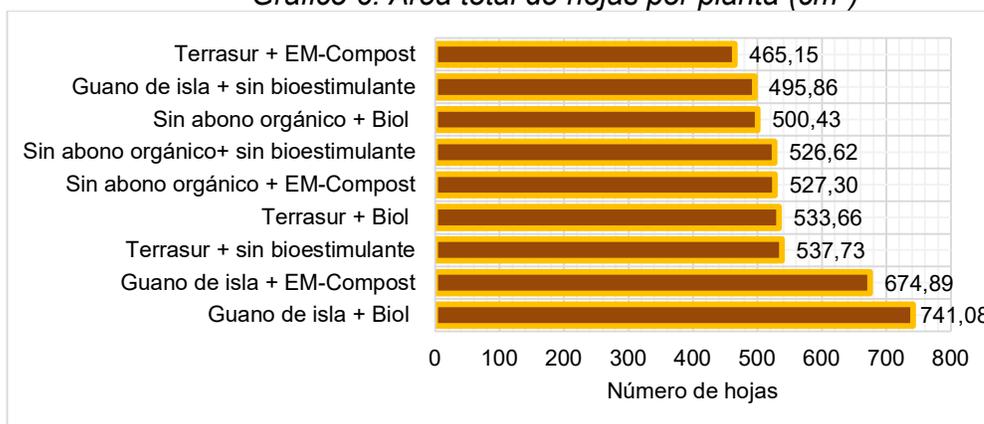
El análisis variancia para área total de hojas por planta (tabla 31), indica al 95% de confianza que se presentaron diferencias significativas entre los bloques del experimento, esto implica que el campo experimental elegido no fue uniforme en las características de suelo, sin embargo, al 99% de confianza no se presentaron diferencias significativas. Al 95% de confianza hubo efecto de los abonos orgánicos sobre el área total de hojas por planta del café, ya que, se presentaron diferencias estadísticas entre los niveles evaluados, sin embargo, al 99% no se presentaron diferencias significativas. Al 95 y 99% de confianza no hubo efecto de los bioestimulantes sobre el área total de hojas por planta, al no existir diferencias significativas entre los niveles evaluados, finalmente, no se presentó interacción entre los abonos orgánicos y los bioestimulantes al no presentarse diferencias significativas para la interacción de ambos factores, al 95 y 99% de confianza. Gamboa (2019) evaluando diferentes niveles de biol reportó diferencias significativas para área foliar del café.

Tabla 32: Prueba de Tukey para el factor abono orgánico

OM	Tratamiento		ALS (t)	ALS (T)α	
	Clave	Promedios	0.05	0.05	
I	Guano de isla	637.28	116.21	a	
II	Sin abono orgánico	518.12	116.21	a	b
III	Terrasur	512.18	116.21	b	
AES 0.05:	3.532	Error estándar:	32.900803		

Según la prueba de Tukey al 95 % de confianza, presentado en la tabla 32, el abono orgánico guano de isla con un promedio de 637.28 cm² de área foliar total por planta y el testigo sin abono orgánico con un promedio de 518.12 cm² de área foliar total por planta fueron estadísticamente iguales, pero son mejores que el Terrasur.

Gráfico 6: Área total de hojas por planta (cm²)



En el gráfico 6 se observa que, los promedios para área total de hojas por planta de los tratamientos evaluados presentan el valor más bajo con terrasur + EM-compost con un promedio de 465.15 cm², mientras que el tratamiento guano de isla + Biol presenta el promedio más alto con 741.08 cm² de área total de hojas por planta, lo cual, implica que los bioestimulantes evaluados afectaron el área total de hojas del café instalado en campo definitivo.

6.1.7 Perímetro de hoja

Tabla 33: Perímetro de hoja promedio (cm)

Descripción	BLOQUE				Promedio
	I	II	III	IV	
Guano de isla + Biol	45.93	46.95	47.32	48.46	47.16
Guano de isla + EM-Compost	31.10	38.16	43.73	47.51	40.12
Guano de isla + sin bioestimulante	38.23	36.72	37.46	37.01	37.35
Terrasur + Biol	53.02	33.04	36.27	45.30	41.90
Terrasur + EM-Compost	35.27	38.23	25.30	21.16	29.99
Terrasur + sin bioestimulante	30.25	36.17	42.48	45.29	38.55
Sin abono orgánico + Biol	37.59	42.30	46.89	35.73	40.62
Sin abono orgánico + EM-Compost	43.95	24.25	27.76	46.87	35.71
Sin abono orgánico + sin bioestimulante	47.84	45.93	47.73	47.81	47.33
Promedio	40.35	37.97	39.44	41.68	39.86

En la tabla 33 se presenta los promedios por bloque y tratamiento para perímetro de hoja, los cuales se obtuvieron de los resultados de campo presentados en anexos, en la tabla se observa que el promedio general para perímetro de hoja fue de 39.86 cm. Ayala & Valdiviezo (2022) evaluaron microorganismos eficientes en campo definitivo y reportaron como mejor resultado 54.2 cm de perímetro de hoja superior al reportado en la presente investigación.

Tabla 34: Auxiliar de sumas totales y promedios por niveles de los factores

Abono Orgánico	Bioestimulante			Total	Promedio
	Biol	EM-Compost	Sin bioestimulante		
Guano de isla	188.66	160.50	149.41	498.57	41.55
Terrasur	167.62	119.95	154.19	441.76	36.81
Sin abono orgánico	162.50	142.82	189.31	494.63	41.22
Total	518.78	423.27	492.91	1,434.95	
Promedio	43.23	35.27	41.08		39.86

En la tabla 34 se presenta las sumas totales y los promedios por nivel de factor, en ella se observa que el nivel guano de isla obtuvo el promedio más alto a simple inspección con 41.55 cm de perímetro de hoja, por otro lado, el nivel biol presentó el promedio más alto a simple inspección con 43.23 cm de perímetro de hoja.

Tabla 35: Análisis de varianza para perímetro de hoja

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	65.748461	21.916154	0.46	0.12	0.04	NS	NS
Abono orgánico	2	167.715892	83.857946	1.78	3.40	5.61	NS	NS
Bioestimulante	2	406.685583	203.342792	4.31	3.40	5.61	*	NS
Abono orgánico x Bioestimulante	4	372.297508	93.074377	1.97	2.78	4.22	NS	NS
Error	24	1133.067947	47.211164					
Total	35	2145.515391					CV	17.24%

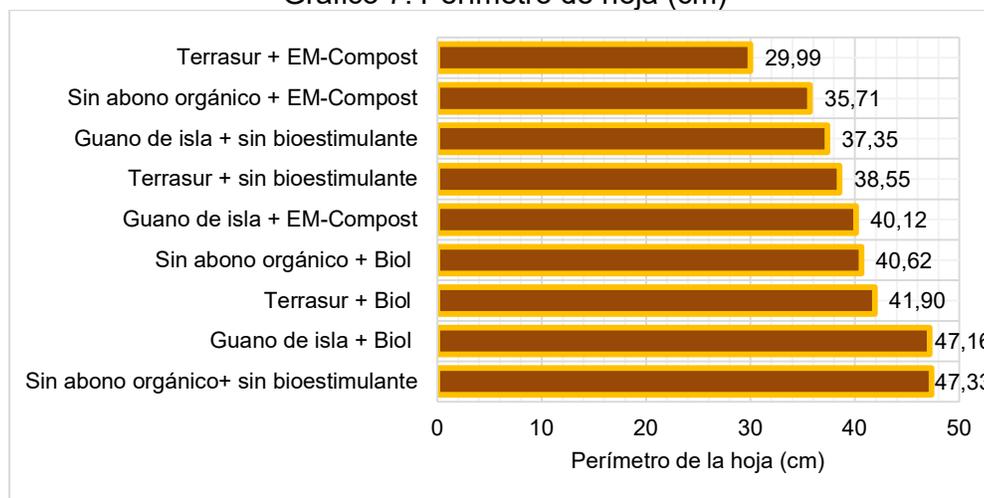
Según el análisis de variancia elaborado para perímetro de la hoja y presentado en la tabla 35, al 95 y 99% de confianza no se presentaron diferencias significativas entre los bloques del experimento, esto implica que el campo experimental elegido fue uniforme en las características de suelo, al 95 y 99% de confianza no hubo efecto de los abonos orgánicos sobre el perímetro de hoja del café ya que, no se presentaron diferencias estadísticas entre los niveles evaluados. Al 95% de confianza hubo efecto de los bioestimulantes sobre el perímetro de hoja, al existir diferencias significativas entre los niveles evaluados, sin embargo, al 99% de confianza no se presentaron diferencias significativas, finalmente, no se presentó interacción entre los abonos orgánicos y los bioestimulantes al no presentarse diferencias significativas para la interacción de ambos factores al 95 y 99% de confianza. Ayala & Valdiviezo (2022) evaluaron microorganismos eficientes en campo definitivo y mencionan diferencias significativas para perímetro de hoja.

Tabla 36: Prueba de Tukey para el factor bioestimulante

OM	Tratamiento		ALS (t)	ALS (T) α	
	Clave	Promedios	0.05	0.05	
I	Biol	43.23	7.01	a	
II	Sin bioestimulante	41.08	7.01	a	b
III	EM-Compost	35.27	7.01	b	
AES 0.05:		3.532	Error estándar:	1.983498	AES 0.01: 0.00

La prueba de Tukey al 5% de probabilidad, presentada en la tabla 36 indica que el bioestimulante biol con un promedio de 43.23 cm de perímetro de hoja y el nivel sin bioestimulante con un promedio de 41.08 cm de perímetro de hoja fueron estadísticamente iguales, pero son superiores al nivel EM-Compost.

Gráfico 7: Perímetro de hoja (cm)



En el gráfico 7 se observa a simple inspección que el tratamiento sin abono orgánico + sin bioestimulante presentó el promedio más alto con 47.33 cm de perímetro de hoja, seguido de muy cerca por el tratamiento guano de isla + biol con un promedio de 47.16 cm de perímetro de hoja, mientras que, el tratamiento terrasur + EM-compost presentó el promedio más bajo con 29.99 cm de perímetro de hoja.

6.1.8 Número de hojas

Tabla 37: Número de hojas promedio

Descripción	BLOQUE				Promedio
	I	II	III	IV	
Guano de isla + Biol	14.40	14.60	14.40	16.00	14.85
Guano de isla + EM-Compost	13.80	13.80	13.80	15.00	14.10
Guano de isla + sin bioestimulante	10.80	12.80	12.80	11.20	11.90
Terrasur + Biol	14.40	11.60	10.60	11.80	12.10
Terrasur + EM-Compost	10.00	13.20	12.60	12.00	11.95
Terrasur + sin bioestimulante	10.40	12.80	12.40	13.40	12.25
Sin abono orgánico + Biol	12.80	12.60	12.20	12.20	12.45
Sin abono orgánico + EM-Compost	10.00	11.60	12.00	13.20	11.70
Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	10.60	10.00	10.20	11.00	10.45
Promedio	11.91	12.56	12.33	12.87	12.42

En la tabla 37 se presenta los promedios por bloque y tratamiento para número de hojas por planta, los cuales se obtuvieron de los resultados de campo presentados en anexos, en la tabla se observa que el promedio general para número de hojas fue de 12.42 hojas/planta. Gamboa (2019) evaluando diferentes niveles de biol en reportó como mejor resultado 10.45 hojas/planta promedio.

Tabla 38: Auxiliar de sumas totales y promedios por niveles de los factores

Abono Orgánico	Bioestimulante			Total	Promedio
	Biol	EM-Compost	Sin bioestimulante		
Guano de isla	59.40	56.40	47.60	163.40	13.62
Terrasur	48.40	47.80	49.00	145.20	12.10
Sin abono orgánico	49.80	46.80	41.80	138.40	11.53
Total	157.60	151.00	138.40	447.00	
Promedio	13.13	12.58	11.53		12.42

En la tabla 38 se presenta las sumas totales y los promedios por nivel de factor, en ella se observa que el nivel guano de isla obtuvo el promedio más alto a simple inspección con 13.62 hojas/planta, por otro lado, el nivel biol presentó el promedio más alto a simple inspección con 13.13 hojas/planta promedio.

Tabla 39: Análisis de varianza para número de hojas

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	4.358889	1.452963	1.31	3.01	4.72	NS	NS
Abono orgánico	2	27.846667	13.923333	12.53	3.40	5.61	*	**
Bioestimulante	2	15.860000	7.930000	7.14	3.40	5.61	*	**
Abono orgánico x Bioestimulante	4	11.293333	2.823333	2.54	2.78	4.22	NS	NS
Error	24	26.671111	1.111296					
Total	35	86.030000					CV	8.49%

Según el análisis de variancia elaborado para número de hojas por planta y presentado en la tabla 39, al 95 y 99% de confianza no se presentaron diferencias significativas entre los bloques del experimento, esto implica que el campo experimental elegido fue uniforme en las características de suelo. al 95 y 99% de confianza hubo efecto de los abonos orgánicos sobre el número de hojas por planta del café ya que, se presentaron diferencias estadísticas entre los niveles evaluados. Al 95 y 99% de confianza hubo efecto de los bioestimulantes sobre el número de hojas por planta, al existir diferencias significativas entre los niveles evaluados, finalmente, no se presentó interacción entre los abonos orgánicos y los bioestimulantes al no presentarse diferencias significativas para la interacción de ambos factores, al 95 y 99% de confianza. Gamboa (2019) evaluando diferentes niveles de biol en reportó diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

Tabla 40: Prueba de Tukey para el factor abono orgánico.

OM	Tratamiento		ALS (t)		ALS (T)α	
	Clave	Promedios	0.05	0.01	0.05	0.01
I	Guano de isla	13.62	1.07	1.38	a	a
II	Terrasur	12.10	1.07	1.38	b	b
III	Sin abono orgánico	11.53	1.07	1.38	b	b
AES 0.05:	3.532	Error estándar:	0.304316	AES 0.01:	4.546	

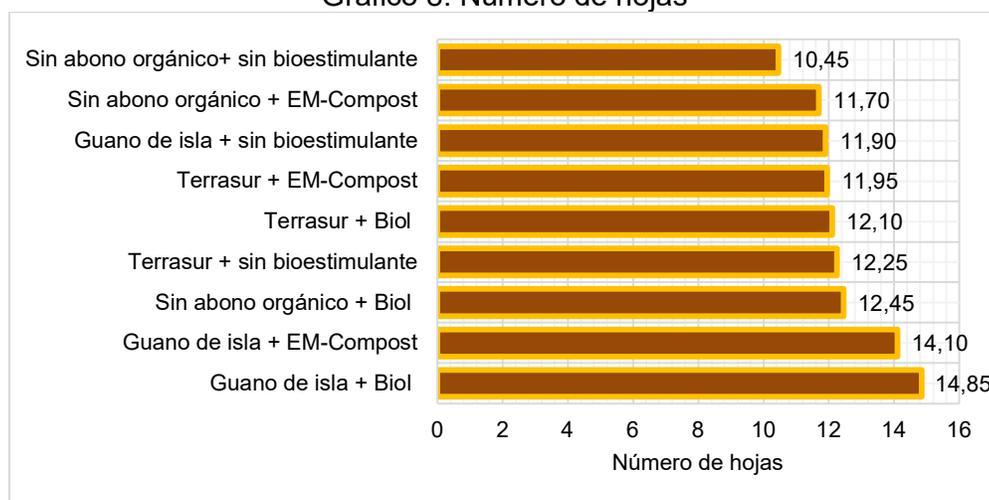
La prueba de Tukey elaborado al 95 y 99% de confianza para el factor abono orgánico, presentada en la tabla 40, indica el guano de isla con un promedio de 13.62 hojas/planta fue estadísticamente superior a los demás niveles evaluados, por tanto, este abono orgánico puede recomendarse para ser aplicado en campo definitivo debido a que incrementa el perímetro de la hoja del café.

Tabla 41: Prueba de Tukey para el factor bioestimulante

OM	Tratamiento		ALS (t)		ALS (t) α	
	Clave	Promedios	0.05	0.01	0.05	0.01
I	Biol	13.13	1.07	1.38	a	a
II	EM-Compost	12.58	1.07	1.38	b	b
III	Sin bioestimulante	11.53	1.07	1.38	b	b
AES 0.05:		3.532	Error estándar:	0.304316	AES 0.01: 4.546	

La prueba de Tukey elaborado al 95 y 99% de confianza para el factor bioestimulante, presentada en la tabla 41, indica que el biol con un promedio de 13.13 hojas/planta fue estadísticamente superior a los demás niveles evaluados, por tanto, este bioestimulante puede recomendarse para ser aplicado en campo definitivo debido a que incrementa el perímetro de la hoja del café.

Gráfico 8: Número de hojas



En el gráfico 8 se observa a simple inspección que el tratamiento guano de isla + biol presentó el promedio más alto con 14.85 hojas/planta, seguido de muy cerca por el tratamiento guano de isla + EM-Compost con un promedio de 14.1 hojas/planta, mientras que, el tratamiento testigo sin bioestimulante + sin abono orgánico presentó el promedio más bajo con 10.45 hojas/planta.

Los resultados obtenidos en la presente investigación guardan relación con las condiciones climáticas de Quellouno, distrito ubicado a 850 m s. n. m., con temperaturas promedio anuales de 20–24 °C y precipitaciones que superan los 1,800 mm anuales (MIDAGRI, 2024). Estas condiciones de clima cálido-húmedo favorecen un crecimiento acelerado del cafeto en su etapa inicial, lo que explica los valores superiores de altura de planta observados en tratamientos con guano de isla y biol. Investigaciones similares en regiones con alta pluviosidad, como Satipo y Villa Rica, han reportado que la disponibilidad constante de humedad en el suelo, combinada con abonos orgánicos, potencia la absorción de nutrientes y mejora la respuesta fisiológica de las plantas (Canseco Martínez et al., 2020; Jaulis et al., 2020). Asimismo, la estabilidad térmica de la zona, sin extremos de temperatura, contribuye a una fotosíntesis sostenida y al mantenimiento de un follaje vigoroso, lo que se refleja en el mayor número de hojas por planta en tratamientos con bioestimulantes. Estos resultados confirman que la interacción entre factores edáficos, climáticos y de manejo orgánico determina el éxito del establecimiento inicial del cafeto en condiciones de selva alta.

VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

Conclusiones

1. Para altura de planta se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. El guano de isla y la gallinaza terrasur presentaron en promedio 154.1 y 143.44 cm de altura de planta respectivamente, estos promedios fueron estadísticamente superiores al testigo sin abono orgánico. Los bioestimulantes biol y EM-Compost presentaron en promedio 148.84 y 143.46 cm de altura de planta respectivamente, estos promedios fueron estadísticamente superiores al testigo sin bioestimulante. Los abonos orgánicos guano de isla y gallinaza terrasur, así como los bioestimulantes biol y EM-Compost no afectaron el diámetro de tallo, ya que, no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos al 95 y 99% confianza, el diámetro de tallo promedio general fue de 3.36 mm. Para altura de planta se presentó interacción al 95% de confianza siendo mejor la interacción de guano de isla y sin bioestimulante con 151.98 cm de altura. Para diámetro de tallo no se presentó interacción entre factores al 95 y 99% de confianza.
2. La longitud y ancho de hoja, así como el área foliar no fueron afectados por los abonos orgánicos guano de isla y gallinaza terrasur y los bioestimulantes biol y EM-Compost, ya que, no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos al 95 y 99% de confianza, los promedios generales fueron: longitud de hoja 110.19 mm, ancho de hoja 48.81 mm, área foliar 44.63 cm². Al 95% de confianza el perímetro de hoja fue afectado por el bioestimulante, siendo el mejor biol con 43.23 cm, sin embargo, no hubo diferencias significativas para el abono orgánico al 95 y 99% de confianza. El número de hojas por planta fue afectado por abonos orgánicos y bioestimulantes, al presentarse diferencias significativas al 95 y 99% de confianza, siendo mejor guano de isla con 13.62 hojas/planta y biol con 13.13 hojas/planta promedio. Para longitud, ancho y perímetro de hoja, así como para área foliar y número de hojas por planta no se presentó interacción entre los factores abono orgánico y bioestimulantes al 95 y 99% de confianza.

Sugerencias

1. Se sugiere continuar con la evaluación de los abonos orgánicos y bioestimulantes utilizando los mismos productos, pero con diferentes dosis y épocas de aplicación.
2. Se sugiere comparar los abonos orgánicos terrasur y guano de isla con otras fuentes de abonos orgánicos aplicados a dosis más bajas.
3. Se sugiere comparar los abonos orgánicos y bioestimulantes evaluados en la presente investigación en otras localidades y épocas de trasplante.

BIBLIOGRAFÍA

- AGRORURAL. (2018). *Manual de abonamiento con guano de las islas*. Lima, Perú: Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural.
- ANACAFE. (2019). *Guía de variedades de café*. Guatemala: Asociación Nacional del Café.
- Arcila, P., Farfan, V., Moreno, B., Salazar, G., & Hincpie, G. (2007). *Sistemas de producción de café en Colombia*. Bogotá, Colombia: Cenicafé.
- Arias, A. (2010). *Microorganismos eficientes y su beneficio para la agricultura y el medio ambiente*. Cauca, Colombia : Journal de Ciencia e Ingeniería.
- Ayala, N., & Valdiviezo, S. (2022). *Efecto de la aplicación de microorganismos eficientes como complemento a la fertilización orgánica en el cultivo de café (Coffea arábica)*. La Maná, Ecuador : Universidad Técnica de Cotopaxi .
- Azcon, J., & Talón, M. (2013). *Fundamentos de fisiología vegetal* . Madrid, España: McGraw - Hill.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2009). *Manual práctico de uso EM*. Montevideo, Uruguay: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Bertrand, B., & Georget, F. (2020). *Variedad Marsellesa*. Bogotá, Colombia: Forumcafé.
- Bioabonos Orgánicos EIRL. (2019). *Ficha técnica- Biol*. Lima, Perú: Bioabonos.com.
- Colombo, A. (2013). *Efectos, impactos y outcomes: variantes tipológicas versus metodologías de análisis*. Catalunya, España: Universitat Oberta de Catalunya.
- Contreras, S., & Lugo, O. (2016). *Desarrollo de una aplicación móvil para obtener el área foliar de hojas simples*. México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Cronquist, A. (1992). *An integrated system of classification of flowering plants*. New York: Columbia University Press.
- Cuya, E. (2013). *Asistencia técnica dirigida a cosecha y postcosecha del café*. Moyobamba, San Martín, Perú: Agrobanco.
- EMPROTEC . (2023). *Guía de la tecnología de EM*. San Juan de Tibás, Costa Rica: EM Producción y Tecnología S,A.

- EMPROTEC. (2020). *Guía de la tecnología de EM*. San Juan de Tibás, Costa Rica: EM Producción y Tecnología S,A.
- Felix, J., Sañudo, R., Rojo, G., Martinez, R., & Olalde, V. (2008). *Importancia de los abonos orgánicos*. México: Revista Ximhai.
- Florez, C., Ibarra, L., Gomez, L., Carmona, C., Castaño, A., & Ortiz, A. (2013). *Estructura y funcionamiento de la planta de café*. En. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia: Bogota, Colombia.
- Franco, T., & Hidalgo, R. (Edits.). (2003). *Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos*. Cali, Colombia: Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI).
- Gamboa, P. (2019). *Aplicación de biol mediante la técnica en ferdín en el crecimiento de Coffea arábica L. variedad catuai, en Satipo*. Satipo, Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Garcia, P., Lucena, J., Ruano, S., & Nogales, M. (2009). *Guia práctica de la fertilización racional de los cultivos en España*. Madrid, España: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- García, S. D. (2017). *Bioestimulantes agrícolas, definición, principales categorías y regulación a nivel mundial*. México: INTAGRI.
- Gonzales, A., & Duff, J. (2023). *Estimación del área foliar y su relación sobre algunos caracteres agromorfológicos en variedades de C. arabica L. en Ángel Albino Corzo Chiapas, México*. Chiapas, México: Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar.
- Herrera, J., & Cortina, H. (2013). *Taxonomía y clasificación del café*. Bogota, Colombia: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia -.
- IICA. (2010). *Protocolo de análisis de calidad de café*. Guatemala: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- IICA. (2013). *Tecnología de bajo costo, guía de manejo de microorganismos eficientes (ME)*. Managua, Nicaragua : Instituto Interamericano de Coopereación para la Agricultura .
- INIA. (2022). *Manual del cultivo de cafe en el VRAEM*. Lima, Perú: Instituto Nacional de Innovación Agraria.

- Instituto del Café de Costa Rica. (2011). *Guía técnica para el beneficiado de café protegido bajo una indicación*. San Jose, Costa Rica: Litografía e Imprenta LIL, S.A.
- Jagjeet, S., Laxman, S., & Abhisek, K. (2021). *Performance of the petiole mobile application on the leaf area estimation as varied with calibration height*. Bombay, India: The Pharma Innovation Journal.
- Julca, A., Alvarado, L., Borjas, R., Castro, V., León, F., Valderrama, D., & Bello, S. (2023). *Variedades de café (Coffea arábica), una revisión y algunas experiencias en el Perú*. Bolivia: Scielo Bolivia.
- Kizildenis, T. (2023). *Comparison of different tools and methods in the measurement of leaf area in alfalfa*. Turkia: Black Sea Journal of Engineering and Science.
- Kumar, B., Mahto, R., Doss, S., Aparna, K., Yadav, H., & Sathyanarayana, K. (2022). *Estimation of single leaf area in major tasar host plant species (arjun, asan and jarul) through non-destructive method*. India: Plant Archives.org.
- Lagos, T., Navia, J., Riascos, S., & Andrade, D. (2021). *Estimación del área foliar en café variedad castillo con medidas lineales y su relación con el rendimiento*. Bogota, Colombia: Universidad de La Amazonia, Colombia.
- López, J., Cruz, C., & Muñoz, C. (2023). *Bioestimulantes: el futuro de una agricultura sostenible*. Veracruz, México : Instituto de Genética Barbara McClintock.
- Luna, M. A., & Mesa, J. (2016). *Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores*. Cevallos, Ecuador : Revista científica Agroecosistemas.
- Marín, G. (2012). *Producción de cafés especiales. Manual técnico*. Lima, Perú: Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo - DESCO.
- Melendez, G., & Molina, E. (2003). *Fertilizantes: características y manejo*. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- MIDAGRI. (2024). *Perfil productivo regional*. Lima, Perú: Ministerior de Desarrollo Agrario y Riego.
- Morales, C. G. (2017). *Manual de manejo agronómico del arándano* . Santiago, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- Morales, P., Córdón, L., & Girón, J. (2019). *La fertilización al suelo y foliar*. Guatemala: Centro de Investigaciones en Café de Anacafé –Cedicafé.

- Mosquera, B. (2010). *Abonos orgánicos, protegen el suelo y garantizan alimentación sana*. Quito, Ecuador: Fondo para la Protección del Agua.
- Multinversiones Medram S.A.C. (2023). *Ficha técnica Terrasur*. Chincha, Perú: Multinversiones Medram S.A.C.
- Portocarrero, E. (2023). *Efecto de tres abonos orgánicos en el desarrollo vegetativo y rendimiento del café (Coffea arábica), distrito de Pangoa, provincia Satipo - Junín*. Moquegua, Perú: Universidad José Carlos Mariategui .
- Rincon, N., Olarte, M., & Perez, J. (2012). *Determinación del área foliar en fotografías yomadas con una cámara eeb, un teléfono celular o una cámara semiprofesional*. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Rodriguez, A. (2020). *Desarrollo de plantas de café (Coffea arabica L.) de la variedad marsellesa modulado por el uso de micorrizas*. Puebla, México : Tecnológico Nacional de México .
- Saborío, F. (2002). *Bioestimulantes en fertilización foliar - memoria del seminario de capacitación fertilización foliar principios y aplicaciones*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Sadeghian, S. (2013). *Nutrición de cafetales* . Bogota, Colombia : Centro Nacional de Investigaciones en Café- CENICAFE .
- Sadeghian, S. (2017). *Sintomas visuales de deficiencias nutricionales en café, diagnóstico y manejo* . Manizales, Colombia : Centro Nacional de Investigaciones en Café - CENICAFE.
- Salazar, L., & Hincapié, E. (2013). *Manejo integrado de arvenses* . Bogota, Colombia : Centro Nacional de Investigaciones de Café - CENICAFE.
- Seleznov, A., & Kuzmenko, M. (2023). *Petiole Pro: Impact and Publication Report - July 2023*. Berlin, Alemania: ResearchGate.net .
- Seleznov, A., Polunina, O., & Maiborada, V. (2018). *Evaluation methods of estimation of young apple trees leaf area*. Ucrania : National University of Horticulture (Uman),.
- Sotomayor, I. (Ed.). (1993). *Manual del cultivo de café*. Quevedo, Ecuador: Instituto Nacional Autonomo de Investigaciones Agropecuarias .
- Srivastava, L. M. (2002). *Crecimiento y desarrollo de las Plantas: hormonas y ambiente*. Ámsterdam, Holanda: s/e.

- Tanya, M., & Leiva, M. (2019). *Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas*. Villa Clara, Cuba: Universidad Central Marta Abreu de las Villas.
- Valverde, Y., Moreno, J., Quijje, K., Castro, A., Merchan, W., & Gabriel, J. (2020). *Los bioestimulantes: Una innovación en la agricultura para el cultivo del café (Coffea arabica L.)*. Quito, Ecuador : Selva Andina Research Society .
- Vasquez, J., & Sanchez, M. (2019). *Desarrollo de aplicación móvil como herramienta de medición no destructiva del área foliar en plantas Helianthus annuus L.* Bogota, Colombia : Universidad Cooperativa de Colombia.
- Vitorino, B. (1989). *Fertilidad de suelos y fertilizantes, con énfasis en los suelos de Perú*. Cusco, Perú: Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.
- Jaulis, J. C., Martínez, A., Juscamaita, J., Adama, E. R., & Adama, J. V. (2020). Efecto de la aplicación combinada de abono líquido y sólido en la producción de plantines de café (*Coffea arabica*).
- Gonzales Orbezo, K. E. (2023). Efecto de los abonos orgánicos en las propiedades físico-químicas del suelo y el rendimiento en el agroecosistema de café (*Coffea arabica L.*) en Villa Gloria, Chinchao – Huánuco. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Hermilio Valdizán.
- Egoavil, C. M. (2024). Estudio sobre guano y compost en calidad del suelo en zonas cafetaleras de Perú. Revista HighTech UCT.
- Valverde-Lucio, Y., Moreno-Quinto, J., Quijje-Quiroz, K., Castro-Landín, A., & Merchán-García, W. (2020). Los bioestimulantes: una innovación en la agricultura para el cultivo del café (*Coffea arabica L.*).

ANEXO 1: RESULTADOS DE EVALUACIONES DE CAMPO

Tabla 42: Resultados para altura de planta (cm) – Bloque I

Tratamiento		Planta										Promedio
Clave	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
T-1	Guano de isla + Biol	133.04	154.85	131.77	123.47	205.37	140.25	135.62	160.85	148.91	158.34	149.25
T-2	Guano de isla + EM-Compost	120.72	134.00	129.24	114.49	131.73	114.25	131.24	116.17	124.87	115.03	123.17
T-3	Guano de isla + sin bioestimulante	117.54	122.90	144.30	110.97	152.42	125.24	119.31	114.10	118.94	148.54	127.43
T-4	Terrasur + Biol	126.71	213.92	136.83	154.58	145.84	156.78	162.34	135.56	140.21	137.32	151.01
T-5	Terrasur + EM-Compost	148.75	115.74	127.99	129.62	126.20	124.30	132.15	125.63	109.15	115.16	125.47
T-6	Terrasur + sin bioestimulante	123.61	154.63	122.51	113.97	103.00	116.24	125.50	98.24	87.27	101.68	114.67
T-7	Sin abono orgánico + Biol	146.98	95.27	166.66	125.96	134.19	123.34	140.23	129.67	111.45	130.12	130.39
T-8	Sin abono orgánico + EM-Compost	150.93	134.53	96.88	145.96	145.41	138.62	124.12	108.27	123.15	134.87	130.27
T-9	Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	115.71	108.91	119.56	114.40	102.34	104.74	118.90	102.36	108.32	109.97	110.52

Tabla 43: Resultados para altura de planta (cm) – Bloque II

Tratamiento		Planta										Promedio
Clave	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
T-1	Guano de isla + Biol	154.68	145.93	169.63	154.31	154.77	162.34	158.45	150.12	170.89	155.56	157.67
T-2	Guano de isla + EM-Compost	109.82	149.70	135.06	132.08	135.00	138.12	142.45	140.39	144.75	146.85	137.42
T-3	Guano de isla + sin bioestimulante	212.11	164.54	146.28	162.21	154.51	159.30	168.20	155.75	160.30	157.00	164.02
T-4	Terrasur + Biol	154.54	188.43	150.98	126.94	91.62	146.31	135.54	130.48	143.78	128.44	139.71
T-5	Terrasur + EM-Compost	182.82	154.92	182.06	188.79	162.02	154.25	160.21	152.12	164.88	125.30	162.74
T-6	Terrasur + sin bioestimulante	167.63	171.20	128.91	148.93	154.29	139.18	145.12	142.10	150.23	136.45	148.40
T-7	Sin abono orgánico + Biol	154.56	138.16	154.08	153.72	133.22	145.23	142.34	139.45	128.34	147.12	143.62
T-8	Sin abono orgánico + EM-Compost	176.26	119.53	133.57	121.64	154.42	141.76	138.24	129.35	147.83	136.55	139.92
T-9	Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	103.04	94.85	91.77	103.47	105.37	89.25	105.62	96.85	108.91	118.34	101.75

Tabla 44: Resultados para altura de planta (cm) – Bloque III

Tratamiento		Planta										Promedio
Clave	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
T-1	Guano de isla + Biol	144.22	162.35	139.18	128.71	215.43	153.78	147.91	168.72	159.23	169.42	158.90
T-2	Guano de isla + EM-Compost	242.64	126.32	173.45	154.70	182.81	165.25	171.43	178.12	160.47	169.34	172.45
T-3	Guano de isla + sin bioestimulante	159.30	168.20	155.75	160.30	157.00	162.50	154.80	166.10	159.90	163.00	160.69
T-4	Terrasur + Biol	123.41	111.22	154.30	154.48	152.07	146.34	141.23	150.67	131.22	144.35	140.93
T-5	Terrasur + EM-Compost	154.44	145.45	111.96	132.77	123.91	135.88	155.64	145.19	135.54	140.40	138.12
T-6	Terrasur + sin bioestimulante	183.90	199.50	173.90	155.24	149.18	161.85	143.97	152.17	148.32	165.24	163.33
T-7	Sin abono orgánico + Biol	148.69	169.24	156.25	135.05	154.60	160.45	149.23	140.34	133.56	145.67	149.31
T-8	Sin abono orgánico + EM-Compost	154.82	169.26	157.40	122.02	126.47	140.18	145.32	132.87	150.45	136.78	143.56
T-9	Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	108.45	114.86	109.51	107.94	104.66	100.23	105.45	96.78	111.22	100.34	105.94

Tabla 45: Resultados para altura de planta (cm) – Bloque IV

Tratamiento		Planta										Promedio
Clave	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
T-1	Guano de isla + Biol	155.37	175.92	150.11	135.28	225.85	165.48	160.34	180.95	170.78	181.53	170.16
T-2	Guano de isla + EM-Compost	153.36	200.97	197.82	171.10	137.67	189.53	175.45	162.98	155.23	178.46	172.26
T-3	Guano de isla + sin bioestimulante	150.25	162.75	145.60	155.40	160.00	149.20	158.80	153.10	165.30	157.40	155.78
T-4	Terrasur + Biol	185.88	241.57	193.99	132.91	149.17	140.76	137.58	156.32	143.90	158.76	164.08
T-5	Terrasur + EM-Compost	113.20	119.16	154.31	119.43	112.42	123.50	135.60	118.20	128.90	142.10	126.68
T-6	Terrasur + sin bioestimulante	148.35	165.28	169.67	197.03	156.72	124.48	150.23	114.25	119.01	116.07	146.11
T-7	Sin abono orgánico + Biol	140.12	98.67	150.23	125.45	130.56	134.34	139.23	135.45	123.78	132.45	131.03
T-8	Sin abono orgánico + EM-Compost	134.97	142.74	162.20	138.30	154.77	148.64	151.71	153.24	154.00	154.38	149.50
T-9	Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	105.67	115.32	104.29	100.54	102.45	102.68	118.45	117.23	100.76	104.89	107.23

Tabla 46: Resultados para diámetro de tallo (mm) – Bloque I

Tratamiento		Planta										Promedio
Clave	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
T-1	Guano de isla + Biol	3.08	3.53	2.85	2.67	4.07	3.34	3.15	3.72	3.45	3.60	3.35
T-2	Guano de isla + EM-Compost	2.42	2.61	3.12	2.54	2.76	2.67	2.64	2.34	2.93	2.82	2.69
T-3	Guano de isla + sin bioestimulante	2.80	2.52	2.95	2.77	3.47	2.85	2.84	2.97	2.57	3.14	2.89
T-4	Terrasur + Biol	3.56	4.20	3.33	3.50	3.79	3.84	3.67	3.63	3.97	3.60	3.71
T-5	Terrasur + EM-Compost	3.35	2.50	2.51	3.41	2.72	2.84	2.87	3.01	2.51	2.45	2.82
T-6	Terrasur + sin bioestimulante	2.78	3.38	3.10	2.35	2.82	2.86	2.36	2.24	2.08	2.34	2.63
T-7	Sin abono orgánico + Biol	3.12	3.40	3.90	3.23	3.61	3.45	3.54	3.22	3.12	3.34	3.39
T-8	Sin abono orgánico + EM-Compost	3.49	4.10	2.78	3.18	3.56	3.24	2.88	2.99	2.92	3.24	3.24
T-9	Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	3.00	2.45	3.08	2.72	2.86	3.02	3.06	3.48	3.62	2.87	3.02

Tabla 47: Resultados para diámetro de tallo (mm) – Bloque II

Tratamiento		Planta										Promedio
Clave	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
T-1	Guano de isla + Biol	2.82	2.98	3.86	2.87	3.85	3.65	3.72	3.58	3.93	3.79	3.51
T-2	Guano de isla + EM-Compost	3.07	3.12	3.31	2.85	2.81	3.15	3.24	3.41	3.29	3.45	3.17
T-3	Guano de isla + sin bioestimulante	4.23	3.12	3.02	3.13	3.38	3.14	3.51	4.06	3.82	3.01	3.44
T-4	Terrasur + Biol	3.10	3.42	2.98	3.23	2.32	3.16	3.02	3.31	2.89	3.38	3.08
T-5	Terrasur + EM-Compost	4.33	3.55	4.32	4.36	4.28	3.58	3.80	3.42	3.60	3.13	3.84
T-6	Terrasur + sin bioestimulante	3.47	3.42	3.19	3.31	3.20	3.12	3.25	3.34	3.18	3.23	3.27
T-7	Sin abono orgánico + Biol	3.98	3.15	3.72	3.26	3.39	3.52	3.45	3.67	3.23	3.56	3.49
T-8	Sin abono orgánico + EM-Compost	3.54	2.63	2.86	3.86	3.44	3.29	3.64	3.42	3.75	3.58	3.40
T-9	Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	3.08	3.53	2.85	2.67	4.07	3.34	3.15	3.72	3.45	3.60	3.35

Tabla 48: Resultados para diámetro de tallo (mm) – Bloque III

Tratamiento		Planta										Promedio
Clave	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
T-1	Guano de isla + Biol	3.22	3.65	2.92	2.78	4.15	3.48	3.29	3.84	3.55	3.75	3.46
T-2	Guano de isla + EM-Compost	3.43	3.12	3.33	3.26	3.61	3.52	3.57	3.49	3.71	3.85	3.49
T-3	Guano de isla + sin bioestimulante	3.45	3.20	3.05	3.25	3.15	3.30	3.40	3.35	3.25	3.40	3.28
T-4	Terrasur + Biol	2.99	2.80	3.96	3.09	3.58	3.33	3.40	3.15	3.67	3.32	3.33
T-5	Terrasur + EM-Compost	3.92	3.84	3.25	3.05	3.24	2.95	3.48	3.39	3.99	3.98	3.51
T-6	Terrasur + sin bioestimulante	3.51	4.40	3.75	3.30	3.28	3.41	3.30	3.10	3.45	3.56	3.51
T-7	Sin abono orgánico + Biol	3.18	3.02	3.04	3.12	3.63	3.45	3.45	3.67	3.34	3.45	3.34
T-8	Sin abono orgánico + EM-Compost	4.04	3.88	4.15	3.68	3.38	3.59	3.42	3.79	3.66	3.52	3.71
T-9	Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	2.96	3.16	3.41	3.66	2.98	3.45	3.51	3.62	3.79	3.81	3.44

Tabla 49: Resultados para diámetro de tallo (mm) – Bloque IV

Tratamiento		Planta										Promedio
Clave	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
T-1	Guano de isla + Biol	3.35	3.75	3.05	4.08	4.25	3.61	3.45	3.95	3.65	3.89	3.70
T-2	Guano de isla + EM-Compost	3.38	4.28	4.24	3.71	3.18	4.05	3.91	3.89	3.73	4.12	3.85
T-3	Guano de isla + sin bioestimulante	3.30	3.18	3.22	3.10	3.29	3.00	3.14	2.87	3.33	3.45	3.19
T-4	Terrasur + Biol	4.06	4.46	3.58	2.86	3.42	3.18	3.32	3.05	3.63	3.26	3.48
T-5	Terrasur + EM-Compost	3.37	2.67	3.04	2.86	2.58	3.22	3.45	3.31	3.58	3.69	3.18
T-6	Terrasur + sin bioestimulante	4.27	3.82	3.67	4.32	3.96	3.58	3.67	3.20	3.32	2.98	3.68
T-7	Sin abono orgánico + Biol	2.95	3.10	3.80	3.25	3.52	3.40	3.56	3.34	3.12	3.45	3.35
T-8	Sin abono orgánico + EM-Compost	2.82	3.34	4.17	3.41	3.85	3.83	3.84	3.54	3.60	3.42	3.58
T-9	Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	3.12	3.25	3.45	3.72	3.18	3.52	3.48	3.61	3.64	3.75	3.47

Tabla 50: Resultados para longitud de hoja (mm) – Bloque I

Tratamiento		Planta										Promedio
Clave	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
T-1	Guano de isla + Biol	93.91	105.19	104.51	92.40	119.81	108.23	102.45	111.93	100.27	113.58	105.23
T-2	Guano de isla + EM-Compost	101.49	77.21	116.64	99.91	102.45	102.25	104.87	99.87	114.75	103.20	102.26
T-3	Guano de isla + sin bioestimulante	46.32	80.59	103.44	129.09	108.24	96.25	46.28	95.24	67.64	105.24	87.83
T-4	Terrasur + Biol	112.33	186.59	144.76	114.56	136.64	120.81	159.12	114.16	117.89	116.98	132.38
T-5	Terrasur + EM-Compost	107.36	79.05	91.80	104.07	102.01	100.20	88.94	97.45	82.07	82.10	93.51
T-6	Terrasur + sin bioestimulante	74.82	76.36	117.78	64.69	85.68	66.34	82.54	40.25	42.58	50.32	70.14
T-7	Sin abono orgánico + Biol	93.01	87.95	123.69	117.32	92.82	98.34	105.23	102.34	89.12	96.78	100.66
T-8	Sin abono orgánico + EM-Compost	130.48	99.45	98.39	107.14	122.02	108.23	113.10	99.15	114.65	98.78	109.14
T-9	Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	102.30	86.59	111.76	80.64	110.87	120.34	105.64	118.24	124.25	100.46	106.11

Tabla 51: Resultados para longitud de hoja (mm) – Bloque II

Tratamiento		Planta										Promedio
Clave	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
T-1	Guano de isla + Biol	82.41	93.18	123.42	126.56	80.09	110.34	108.65	104.23	119.47	112.45	106.08
T-2	Guano de isla + EM-Compost	101.07	154.41	142.46	108.61	114.83	129.45	123.50	118.76	134.56	138.67	126.63
T-3	Guano de isla + sin bioestimulante	142.67	154.32	130.13	116.40	130.24	119.50	130.00	122.75	116.50	124.00	128.65
T-4	Terrasur + Biol	102.49	113.80	103.21	83.90	57.09	92.56	89.15	97.24	84.50	93.62	91.76
T-5	Terrasur + EM-Compost	115.92	132.82	120.83	160.70	139.33	134.64	142.05	129.64	158.16	104.25	133.83
T-6	Terrasur + sin bioestimulante	101.94	129.13	100.38	117.98	93.96	111.24	107.93	102.45	98.32	105.76	106.91
T-7	Sin abono orgánico + Biol	112.99	105.04	110.63	126.03	108.87	115.34	111.45	113.34	107.34	120.34	113.14
T-8	Sin abono orgánico + EM-Compost	82.57	93.50	78.36	105.55	101.05	89.32	104.87	97.12	100.45	106.78	95.96
T-9	Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	93.91	105.19	104.51	92.40	119.81	108.23	102.45	111.93	100.27	113.58	105.23

Tabla 52: Resultados para longitud de hoja (mm) – Bloque III

Tratamiento		Planta										Promedio
Clave	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
T-1	Guano de isla + Biol	96.12	109.36	108.51	95.28	122.15	111.28	106.74	115.45	102.71	117.81	108.54
T-2	Guano de isla + EM-Compost	140.10	118.96	139.01	96.85	141.50	120.23	132.56	145.89	136.67	130.43	130.22
T-3	Guano de isla + sin bioestimulante	119.50	130.00	122.75	116.50	124.00	128.50	121.00	133.00	125.50	129.00	124.98
T-4	Terrasur + Biol	68.65	89.14	96.28	96.27	107.31	91.12	94.53	88.79	102.14	95.65	92.99
T-5	Terrasur + EM-Compost	117.11	109.82	95.23	95.12	116.00	109.89	121.15	104.67	109.69	98.37	107.71
T-6	Terrasur + sin bioestimulante	102.76	106.69	115.40	105.69	113.80	111.46	109.28	97.34	95.60	103.45	106.15
T-7	Sin abono orgánico + Biol	110.57	105.30	120.76	88.81	148.90	118.34	122.34	117.45	106.78	115.34	115.46
T-8	Sin abono orgánico + EM-Compost	148.91	125.98	116.05	97.23	135.02	119.85	108.23	101.45	125.12	115.78	119.36
T-9	Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	115.21	108.51	136.27	154.75	124.47	139.56	145.23	130.84	135.68	140.49	133.10

Tabla 53: Resultados para longitud de hoja (mm) – Bloque IV

Tratamiento		Planta										Promedio
Clave	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
T-1	Guano de isla + Biol	99.84	115.12	112.47	98.67	125.34	115.89	110.42	120.39	105.16	123.42	112.67
T-2	Guano de isla + EM-Compost	93.85	120.32	118.86	154.78	132.78	139.56	145.23	130.84	135.68	140.49	131.24
T-3	Guano de isla + sin bioestimulante	125.00	137.50	123.74	130.53	128.00	121.74	129.50	132.45	140.57	126.38	129.54
T-4	Terrasur + Biol	119.92	118.55	148.96	110.52	126.09	104.78	109.23	101.56	129.78	108.93	117.83
T-5	Terrasur + EM-Compost	131.38	83.50	88.14	79.72	74.34	85.30	78.90	94.60	81.40	90.20	88.75
T-6	Terrasur + sin bioestimulante	115.36	145.50	154.00	140.19	108.46	112.22	108.14	102.69	108.54	98.24	119.33
T-7	Sin abono orgánico + Biol	90.34	85.12	115.78	110.23	88.56	102.34	105.45	100.34	93.45	98.12	98.97
T-8	Sin abono orgánico + EM-Compost	107.36	104.16	109.73	106.52	80.09	94.88	87.78	83.78	81.93	81.01	93.72
T-9	Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	98.12	110.43	120.54	134.23	115.78	125.45	123.89	121.56	130.45	128.32	120.88

Tabla 54: Resultados para ancho de hoja (mm) – Bloque I

Tratamiento		Planta										Promedio
Clave	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
T-1	Guano de isla + Biol	53.73	45.63	52.18	42.02	55.18	47.60	49.32	51.83	44.91	50.21	49.26
T-2	Guano de isla + EM-Compost	36.57	36.34	52.34	43.71	42.86	38.96	43.87	44.38	48.97	46.28	43.43
T-3	Guano de isla + sin bioestimulante	35.87	33.76	49.29	44.77	55.36	38.20	37.85	37.13	32.87	54.25	41.94
T-4	Terrasur + Biol	53.07	74.87	59.06	46.09	56.30	82.65	78.54	54.68	62.37	57.66	62.53
T-5	Terrasur + EM-Compost	42.54	32.42	38.92	44.61	44.79	42.58	39.45	42.32	33.50	33.56	39.47
T-6	Terrasur + sin bioestimulante	31.88	32.16	48.41	27.66	37.71	32.41	46.25	32.58	34.75	30.74	35.46
T-7	Sin abono orgánico + Biol	40.37	38.52	58.56	50.47	39.36	45.12	42.34	44.87	41.23	43.67	44.45
T-8	Sin abono orgánico + EM-Compost	56.23	38.95	38.84	40.28	55.49	41.69	38.45	40.00	46.34	40.25	43.65
T-9	Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	48.02	37.40	50.82	38.56	49.42	63.27	72.14	60.58	62.57	48.25	53.10

Tabla 55: Resultados para ancho de hoja (mm) – Bloque II

Tratamiento		Planta										Promedio
Clave	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
T-1	Guano de isla + Biol	34.72	44.12	54.28	57.90	44.78	49.21	51.12	47.85	55.67	53.34	49.30
T-2	Guano de isla + EM-Compost	35.76	70.02	55.87	46.10	46.55	52.12	50.87	49.65	53.74	56.98	51.77
T-3	Guano de isla + sin bioestimulante	68.50	71.40	62.40	46.29	50.71	51.50	54.00	48.75	45.00	53.25	55.18
T-4	Terrasur + Biol	46.12	45.76	46.36	32.33	23.30	37.89	34.72	39.83	31.15	38.95	37.64
T-5	Terrasur + EM-Compost	50.44	61.37	48.48	78.08	60.08	62.10	64.11	58.97	49.26	44.12	57.70
T-6	Terrasur + sin bioestimulante	43.01	54.45	48.52	51.26	39.93	46.78	44.39	42.18	40.83	47.92	45.93
T-7	Sin abono orgánico + Biol	48.92	39.09	48.08	49.40	52.19	46.67	50.23	51.45	45.78	47.34	47.92
T-8	Sin abono orgánico + EM-Compost	46.35	43.34	28.81	51.16	49.23	40.89	45.23	41.36	44.58	48.92	43.99
T-9	Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	53.73	45.63	52.18	42.02	55.18	47.60	49.32	51.83	44.91	50.21	49.26

Tabla 56: Resultados para ancho de hoja (mm) – Bloque III

Tratamiento		Planta										Promedio
Clave	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
T-1	Guano de isla + Biol	55.12	45.67	53.92	44.18	57.42	49.68	50.94	53.34	46.15	51.78	50.82
T-2	Guano de isla + EM-Compost	63.12	48.57	68.88	54.34	70.46	66.21	62.54	71.34	65.43	68.75	63.96
T-3	Guano de isla + sin bioestimulante	51.50	54.00	48.75	45.00	53.25	52.00	49.50	55.00	50.00	52.75	51.18
T-4	Terrasur + Biol	28.82	32.20	46.50	47.77	43.97	38.23	40.12	35.78	44.83	39.55	39.78
T-5	Terrasur + EM-Compost	57.91	48.35	39.62	44.82	41.87	30.16	50.70	52.05	41.76	61.05	46.83
T-6	Terrasur + sin bioestimulante	49.64	47.11	44.89	47.37	49.66	46.58	43.26	42.78	45.11	46.02	46.24
T-7	Sin abono orgánico + Biol	47.24	48.31	57.75	36.35	92.90	50.34	50.34	49.45	45.67	51.12	52.95
T-8	Sin abono orgánico + EM-Compost	64.24	50.99	45.07	41.01	57.44	49.19	44.56	40.92	53.14	48.36	49.49
T-9	Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	47.81	40.62	58.29	69.01	53.40	60.12	58.45	57.31	62.56	63.12	57.07

Tabla 57: Resultados para ancho de hoja (mm) – Bloque IV

Tratamiento		Planta										Promedio
Clave	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
T-1	Guano de isla + Biol	56.82	47.34	55.67	46.23	58.94	50.72	52.18	54.93	48.01	53.67	52.45
T-2	Guano de isla + EM-Compost	42.05	49.29	51.30	65.52	56.35	60.78	57.54	54.67	63.12	66.23	56.69
T-3	Guano de isla + sin bioestimulante	52.14	55.84	49.07	51.61	54.25	50.02	52.38	53.98	48.25	50.50	51.80
T-4	Terrasur + Biol	39.43	53.03	69.54	49.04	57.06	44.67	46.90	42.28	55.56	46.34	50.39
T-5	Terrasur + EM-Compost	57.14	37.05	41.53	30.51	33.12	40.20	45.70	38.50	42.30	47.90	41.40
T-6	Terrasur + sin bioestimulante	45.73	58.58	64.23	62.93	44.00	37.68	55.27	43.08	42.71	40.15	49.44
T-7	Sin abono orgánico + Biol	39.56	37.45	55.12	47.67	38.45	42.12	43.67	41.45	38.23	40.56	42.43
T-8	Sin abono orgánico + EM-Compost	49.47	44.34	48.55	48.89	44.78	45.50	46.10	46.50	46.80	47.00	46.79
T-9	Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	43.67	52.12	54.78	59.67	51.24	56.12	58.34	55.67	60.23	62.56	55.44

Tabla 58: Resultados para área foliar (cm²) – Bloque I

Tratamiento		Planta										Promedio
Clave	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
T-1	Guano de isla + Biol	50.75	42.30	49.02	46.05	52.03	49.56	47.08	51.04	48.60	50.53	48.70
T-2	Guano de isla + EM-Compost	42.87	46.46	24.12	28.49	39.11	35.27	41.08	29.87	37.14	38.27	36.27
T-3	Guano de isla + sin bioestimulante	37.59	18.26	38.86	44.45	48.98	43.20	41.25	38.24	38.97	40.12	38.99
T-4	Terrasur + Biol	33.43	65.98	43.76	29.38	40.59	57.71	64.02	32.81	45.03	37.06	44.98
T-5	Terrasur + EM-Compost	34.50	19.75	24.22	39.27	32.26	31.81	33.64	34.69	19.87	21.30	29.13
T-6	Terrasur + sin bioestimulante	23.85	24.55	57.00	17.89	32.29	21.51	38.19	13.12	14.79	15.48	25.87
T-7	Sin abono orgánico + Biol	33.72	31.48	49.67	43.58	32.01	37.12	35.45	38.34	33.89	36.45	37.17
T-8	Sin abono orgánico + EM-Compost	49.90	51.97	36.00	41.86	42.50	42.13	38.69	46.85	45.85	49.25	44.50
T-9	Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	57.22	50.49	49.17	38.86	42.85	50.46	50.98	52.21	50.97	50.21	49.34

Tabla 59: Resultados para área foliar (cm²) – Bloque II

Tratamiento		Planta										Promedio
Clave	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
T-1	Guano de isla + Biol	40.76	45.62	50.33	54.12	42.87	51.48	48.79	50.23	52.94	49.78	48.69
T-2	Guano de isla + EM-Compost	38.76	45.62	40.33	48.59	42.01	50.18	46.87	52.13	48.79	51.34	46.46
T-3	Guano de isla + sin bioestimulante	47.25	46.73	44.88	42.13	40.68	42.75	42.50	39.50	43.00	40.25	42.97
T-4	Terrasur + Biol	28.57	29.12	29.79	16.42	32.51	20.68	20.58	23.99	15.87	27.65	24.52
T-5	Terrasur + EM-Compost	42.55	43.93	52.10	48.30	43.87	40.51	37.16	39.87	41.57	38.11	42.80
T-6	Terrasur + sin bioestimulante	35.18	70.31	48.71	60.41	37.50	52.08	47.92	43.17	40.16	50.56	48.60
T-7	Sin abono orgánico + Biol	45.31	37.14	46.98	47.23	50.67	12.34	49.23	48.12	44.67	46.34	42.80
T-8	Sin abono orgánico + EM-Compost	38.28	40.56	22.58	53.99	49.75	36.54	47.41	40.15	44.72	52.23	42.62
T-9	Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	50.75	42.30	49.02	46.05	52.03	49.56	47.08	51.04	48.60	50.53	48.70

Tabla 60: Resultados para área foliar (cm²) – Bloque III

Tratamiento		Planta										Promedio
Clave	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
T-1	Guano de isla + Biol	51.05	47.03	50.21	47.51	53.08	51.53	48.56	52.53	49.57	52.09	50.32
T-2	Guano de isla + EM-Compost	58.43	45.61	51.34	46.23	54.18	53.56	57.61	61.12	55.89	60.32	54.43
T-3	Guano de isla + sin bioestimulante	41.75	42.50	39.50	43.00	40.25	42.00	39.75	44.00	41.50	43.50	41.78
T-4	Terrasur + Biol	19.77	28.68	44.71	45.96	47.11	34.89	37.86	31.78	45.72	378.45	71.49
T-5	Terrasur + EM-Compost	67.82	53.09	37.73	42.63	48.56	33.14	61.42	54.48	45.80	60.07	50.47
T-6	Terrasur + sin bioestimulante	50.97	50.26	51.81	49.99	56.54	51.93	47.20	41.63	43.36	47.58	49.13
T-7	Sin abono orgánico + Biol	40.23	45.67	50.12	38.45	48.76	42.89	42.89	43.78	41.23	45.34	43.94
T-8	Sin abono orgánico + EM-Compost	95.70	64.21	52.29	39.87	77.56	58.96	48.20	41.51	66.44	56.04	60.08
T-9	Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	45.23	48.32	53.78	59.34	47.89	54.26	52.87	50.65	55.43	60.12	52.79

Tabla 61: Resultados para área foliar (cm²) – Bloque IV

Tratamiento		Planta										Promedio
Clave	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
T-1	Guano de isla + Biol	52.07	48.54	51.29	49.08	54.03	52.56	49.51	53.59	50.51	53.07	51.43
T-2	Guano de isla + EM-Compost	45.61	51.23	53.78	59.34	47.89	54.26	52.87	50.65	55.43	60.12	53.12
T-3	Guano de isla + sin bioestimulante	43.50	46.23	41.20	44.62	40.00	44.16	48.55	39.34	25.48	50.21	42.33
T-4	Terrasur + Biol	44.85	65.42	35.11	45.73	32.58	34.81	30.26	48.83	34.12		41.30
T-5	Terrasur + EM-Compost	30.91	36.60	24.32	24.62	34.30	36.06	36.41	34.44	43.25		33.43
T-6	Terrasur + sin bioestimulante	50.63	53.33	60.23	58.13	43.08	35.97	56.66	40.25	39.78	37.54	47.56
T-7	Sin abono orgánico + Biol	34.21	30.98	46.34	41.12	32.78	36.23	38.34	35.67	33.12	35.78	36.46
T-8	Sin abono orgánico + EM-Compost	39.83	34.63	39.95	39.05	26.89	32.21	30.26	29.10	28.44	28.06	32.84
T-9	Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	47.89	50.23	49.76	53.67	48.45	52.14	50.87	49.76	51.43	54.12	50.83

Tabla 62: Resultados para área de hojas total por planta (cm²) – Bloque I

Tratamiento		Planta										Promedio
Clave	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
T-1	Guano de isla + Biol	710.50	592.20	686.28	552.60	832.48	693.84	659.12	816.64	680.40	808.48	703.25
T-2	Guano de isla + EM-Compost	600.18	650.44	337.68	341.88	547.54	493.78	575.12	418.18	519.96	535.78	502.05
T-3	Guano de isla + sin bioestimulante	375.90	182.60	388.60	533.40	489.80	518.40	495.00	382.40	389.70	481.44	423.72
T-4	Terrasur + Biol	468.02	1055.68	612.64	411.32	568.26	807.94	896.28	459.34	720.48	518.84	651.88
T-5	Terrasur + EM-Compost	345.00	197.50	242.20	392.70	322.60	318.10	336.40	346.90	198.70	213.00	291.31
T-6	Terrasur + sin bioestimulante	238.50	245.50	684.00	178.90	322.90	258.12	381.90	131.20	147.90	154.80	274.37
T-7	Sin abono orgánico + Biol	472.08	377.76	695.38	522.96	448.14	445.44	425.40	536.76	406.68	437.40	476.80
T-8	Sin abono orgánico + EM-Compost	499.00	519.70	360.00	418.60	425.00	421.30	386.90	468.50	458.50	492.50	445.00
T-9	Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	686.64	504.90	491.70	466.32	428.50	504.60	611.76	522.10	509.70	502.10	522.83

Tabla 63: Resultados para área de hojas total por planta (cm²) – Bloque II

Tratamiento		Planta										Promedio
Clave	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
T-1	Guano de isla + Biol	570.64	638.68	704.62	757.68	600.18	823.68	683.06	803.68	847.04	696.92	712.62
T-2	Guano de isla + EM-Compost	465.12	638.68	564.62	680.26	588.14	702.52	656.18	729.82	683.06	718.76	642.72
T-3	Guano de isla + sin bioestimulante	661.50	654.22	538.56	589.82	569.52	513.00	510.00	553.00	430.00	483.00	550.26
T-4	Terrasur + Biol	342.84	349.44	297.90	164.20	325.10	289.52	205.80	287.88	222.18	331.80	281.67
T-5	Terrasur + EM-Compost	595.70	527.16	729.40	772.80	614.18	486.12	520.24	478.44	581.98	381.10	568.71
T-6	Terrasur + sin bioestimulante	492.52	984.34	584.52	724.92	525.00	624.96	575.04	518.04	562.24	606.72	619.83
T-7	Sin abono orgánico + Biol	634.34	445.68	563.76	566.76	608.04	148.08	689.22	577.44	536.04	648.76	541.81
T-8	Sin abono orgánico + EM-Compost	459.36	405.60	225.80	539.90	597.00	438.48	568.92	401.50	626.08	731.22	499.39
T-9	Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	507.50	423.00	490.20	460.50	520.30	495.60	470.80	510.40	486.00	505.30	486.96

Tabla 64: Resultados para área de hojas total por planta (cm²) – Bloque III

Tratamiento		Planta										Promedio
Clave	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
T-1	Guano de isla + Biol	714.70	658.42	702.94	665.14	955.44	721.42	679.84	735.42	693.98	729.26	725.66
T-2	Guano de isla + EM-Compost	818.02	547.32	718.76	554.76	758.52	749.84	921.76	855.68	782.46	844.48	755.16
T-3	Guano de isla + sin bioestimulante	501.00	595.00	474.00	602.00	483.00	588.00	477.00	528.00	498.00	609.00	535.50
T-4	Terrasur + Biol	197.70	286.80	536.52	551.52	565.32	348.90	378.60	317.80	457.20	3784.50	742.49
T-5	Terrasur + EM-Compost	813.84	743.26	452.76	511.56	582.72	397.68	859.88	762.72	549.60	720.84	639.49
T-6	Terrasur + sin bioestimulante	611.64	703.64	621.72	599.88	678.48	727.02	566.40	499.56	520.32	570.96	609.96
T-7	Sin abono orgánico + Biol	482.76	548.04	601.44	461.40	585.12	514.68	514.68	612.92	494.76	544.08	535.99
T-8	Sin abono orgánico + EM-Compost	1339.80	898.94	732.06	558.18	1085.84	589.60	482.00	415.10	664.40	560.40	732.63
T-9	Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	452.30	483.20	537.80	593.40	574.68	542.60	528.70	506.50	554.30	601.20	537.47

Tabla 65: Resultados para área de hojas total por planta (cm²) – Bloque III

Tratamiento		Planta										Promedio
Clave	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
T-1	Guano de isla + Biol	833.12	776.64	820.64	785.28	864.48	840.96	792.16	857.44	808.16	849.12	822.80
T-2	Guano de isla + EM-Compost	547.32	717.22	968.04	830.76	670.46	868.16	845.92	810.40	776.02	961.92	799.62
T-3	Guano de isla + sin bioestimulante	435.00	554.76	576.80	535.44	560.00	441.60	485.50	393.40	254.80	502.10	473.94
T-4	Terrasur + Biol	627.90	1046.72	491.54	548.76	390.96	348.10	302.60	488.30	341.20	0.00	458.61
T-5	Terrasur + EM-Compost	370.92	439.20	291.84	295.44	411.60	432.72	436.92	413.28	519.00	0.00	361.09
T-6	Terrasur + sin bioestimulante	708.82	746.62	843.22	930.08	603.12	431.64	793.24	483.00	477.36	450.48	646.76
T-7	Sin abono orgánico + Biol	410.52	309.80	648.76	493.44	458.92	434.76	460.08	428.04	397.44	429.36	447.11
T-8	Sin abono orgánico + EM-Compost	477.96	484.82	559.30	468.60	322.68	386.52	423.64	407.40	398.16	392.84	432.19
T-9	Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	478.90	602.76	597.12	536.70	484.50	625.68	610.44	497.60	617.16	541.20	559.21

Tabla 66: Resultados para perímetro de hoja (cm) – Bloque I

Tratamiento		Planta										Promedio
Clave	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
T-1	Guano de isla + Biol	45.70	45.32	47.85	41.22	49.68	44.21	43.12	48.19	46.23	47.78	45.93
T-2	Guano de isla + EM-Compost	40.22	26.43	20.66	23.73	26.40	32.58	39.85	28.62	36.21	36.25	31.10
T-3	Guano de isla + sin bioestimulante	38.02	31.65	39.06	33.81	46.98	36.25	36.12	43.25	35.00	42.14	38.23
T-4	Terrasur + Biol	23.73	68.91	50.56	37.45	48.63	77.84	72.12	43.50	57.29	50.12	53.02
T-5	Terrasur + EM-Compost	39.66	29.69	33.99	42.10	31.12	38.23	37.69	35.61	34.78	29.79	35.27
T-6	Terrasur + sin bioestimulante	27.52	29.14	42.89	21.78	33.81	29.35	39.12	26.23	27.54	25.12	30.25
T-7	Sin abono orgánico + Biol	35.12	30.98	47.89	40.23	34.56	37.65	39.34	36.98	35.45	37.67	37.59
T-8	Sin abono orgánico + EM-Compost	47.20	53.10	27.55	45.37	38.71	43.12	39.25	50.23	42.25	52.68	43.95
T-9	Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	46.92	50.60	49.01	34.22	49.38	48.27	50.24	50.26	50.13	49.38	47.84

Tabla 67: Resultados para perímetro de hoja (cm) – Bloque II

Tratamiento		Planta										Promedio
Clave	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
T-1	Guano de isla + Biol	46.29	42.13	47.35	48.90	43.21	50.01	45.87	47.14	49.65	48.92	46.95
T-2	Guano de isla + EM-Compost	32.47	38.63	37.12	39.22	33.51	41.98	36.43	40.21	38.76	43.29	38.16
T-3	Guano de isla + sin bioestimulante	35.67	37.64	40.52	41.87	25.70	35.50	37.80	36.90	38.20	37.40	36.72
T-4	Terrasur + Biol	38.65	38.32	39.78	28.89	22.15	34.29	31.85	35.44	27.89	33.12	33.04
T-5	Terrasur + EM-Compost	42.34	36.87	39.19	44.26	42.76	31.35	39.08	34.66	34.85	36.91	38.23
T-6	Terrasur + sin bioestimulante	31.45	48.28	37.14	42.87	29.81	36.92	34.45	32.84	31.67	36.25	36.17
T-7	Sin abono orgánico + Biol	44.12	38.24	46.50	48.91	47.32	15.12	46.98	47.89	42.34	45.56	42.30
T-8	Sin abono orgánico + EM-Compost	25.78	27.37	24.43	31.34	30.05	20.22	20.32	19.52	21.39	22.05	24.25
T-9	Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	45.70	45.32	47.85	41.22	49.68	44.21	43.12	48.19	46.23	47.78	45.93

Tabla 68: Resultados para perímetro de hoja (cm) – Bloque III

Tratamiento		Planta										Promedio
Clave	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
T-1	Guano de isla + Biol	47.10	43.65	49.25	42.90	51.35	46.50	44.80	50.18	47.85	49.65	47.32
T-2	Guano de isla + EM-Compost	44.29	36.84	41.23	38.72	45.11	46.28	43.54	47.43	44.72	49.12	43.73
T-3	Guano de isla + sin bioestimulante	35.50	37.80	36.90	38.20	37.40	36.50	37.00	39.00	38.50	37.80	37.46
T-4	Terrasur + Biol	24.35	28.47	42.87	43.56	41.29	35.88	36.56	33.23	40.58	35.92	36.27
T-5	Terrasur + EM-Compost	28.28	25.79	22.10	22.69	26.24	23.81	28.34	25.32	25.00	25.39	25.30
T-6	Terrasur + sin bioestimulante	45.12	43.56	41.37	42.94	44.88	42.81	40.32	38.89	41.17	43.75	42.48
T-7	Sin abono orgánico + Biol	46.21	48.32	52.23	42.31	50.98	47.23	47.23	44.67	43.12	46.56	46.89
T-8	Sin abono orgánico + EM-Compost	37.08	31.69	29.06	26.34	34.45	24.61	22.85	21.09	26.42	23.99	27.76
T-9	Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	41.23	46.54	49.87	51.12	43.76	48.45	50.25	47.12	46.59	52.34	47.73

Tabla 69: Resultados para perímetro de hoja (cm) – Bloque IV

Tratamiento		Planta										Promedio
Clave	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
T-1	Guano de isla + Biol	48.55	44.70	50.58	43.84	52.93	47.20	45.53	51.45	48.95	50.84	48.46
T-2	Guano de isla + EM-Compost	40.23	47.56	46.74	51.23	44.16	48.89	50.25	47.12	46.59	52.34	47.51
T-3	Guano de isla + sin bioestimulante	36.05	38.54	35.52	37.23	37.85	34.56	36.80	38.22	39.53	35.75	37.01
T-4	Terrasur + Biol	34.90	47.85	62.43	43.67	51.23	39.78	41.95	38.41	52.19	40.54	45.30
T-5	Terrasur + EM-Compost	30.66	19.05	20.48	17.62	17.92	21.14	21.57	20.28	20.71	22.17	21.16
T-6	Terrasur + sin bioestimulante	49.25	46.85	58.77	55.99	43.00	32.55	53.03	38.98	38.88	35.62	45.29
T-7	Sin abono orgánico + Biol	33.45	28.56	45.12	38.34	34.23	37.12	36.45	35.34	33.89	34.78	35.73
T-8	Sin abono orgánico + EM-Compost	52.51	50.29	53.31	52.07	40.76	46.49	44.59	43.44	42.81	42.45	46.87
T-9	Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	45.23	47.45	44.67	49.23	46.54	48.32	47.87	46.32	50.12	52.34	47.81

Tabla 70: Resultados para número de hojas – Bloque I

Tratamiento		Planta										Promedio
Clave	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
T-1	Guano de isla + Biol	14.00	14.00	14.00	12.00	16.00	14.00	14.00	16.00	14.00	16.00	14.40
T-2	Guano de isla + EM-Compost	14.00	14.00	14.00	12.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	13.80
T-3	Guano de isla + sin bioestimulante	10.00	10.00	10.00	12.00	10.00	12.00	12.00	10.00	10.00	12.00	10.80
T-4	Terrasur + Biol	14.00	16.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	16.00	14.00	14.40
T-5	Terrasur + EM-Compost	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
T-6	Terrasur + sin bioestimulante	10.00	10.00	12.00	10.00	10.00	12.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.40
T-7	Sin abono orgánico + Biol	14.00	12.00	14.00	12.00	14.00	12.00	12.00	14.00	12.00	12.00	12.80
T-8	Sin abono orgánico + EM-Compost	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
T-9	Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	12.00	10.00	10.00	12.00	10.00	10.00	12.00	10.00	10.00	10.00	10.60

Tabla 71: Resultados para número de hojas – Bloque II

Tratamiento		Planta										Promedio
Clave	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
T-1	Guano de isla + Biol	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	16.00	14.00	16.00	16.00	14.00	14.60
T-2	Guano de isla + EM-Compost	12.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	13.80
T-3	Guano de isla + sin bioestimulante	14.00	14.00	12.00	14.00	14.00	12.00	12.00	14.00	10.00	12.00	12.80
T-4	Terrasur + Biol	12.00	12.00	10.00	10.00	10.00	14.00	10.00	12.00	14.00	12.00	11.60
T-5	Terrasur + EM-Compost	14.00	12.00	14.00	16.00	14.00	12.00	14.00	12.00	14.00	10.00	13.20
T-6	Terrasur + sin bioestimulante	14.00	14.00	12.00	12.00	14.00	12.00	12.00	12.00	14.00	12.00	12.80
T-7	Sin abono orgánico + Biol	14.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	14.00	12.00	12.00	14.00	12.60
T-8	Sin abono orgánico + EM-Compost	12.00	10.00	10.00	10.00	12.00	12.00	12.00	10.00	14.00	14.00	11.60
T-9	Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00

Tabla 72: Resultados para número de hojas – Bloque III

Tratamiento		Planta										Promedio
Clave	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
T-1	Guano de isla + Biol	14.00	14.00	14.00	14.00	18.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.40
T-2	Guano de isla + EM-Compost	14.00	12.00	14.00	12.00	14.00	14.00	16.00	14.00	14.00	14.00	13.80
T-3	Guano de isla + sin bioestimulante	12.00	14.00	12.00	14.00	12.00	14.00	12.00	12.00	12.00	14.00	12.80
T-4	Terrasur + Biol	10.00	10.00	12.00	12.00	12.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.60
T-5	Terrasur + EM-Compost	12.00	14.00	12.00	12.00	12.00	12.00	14.00	14.00	12.00	12.00	12.60
T-6	Terrasur + sin bioestimulante	12.00	14.00	12.00	12.00	12.00	14.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.40
T-7	Sin abono orgánico + Biol	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	14.00	12.00	12.00	12.20
T-8	Sin abono orgánico + EM-Compost	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	12.00
T-9	Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	10.00	10.00	10.00	10.00	12.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.20

Tabla 73: Resultados para número de hojas – Bloque IV

Tratamiento		Planta										Promedio
Clave	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
T-1	Guano de isla + Biol	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
T-2	Guano de isla + EM-Compost	12.00	14.00	18.00	14.00	14.00	16.00	16.00	16.00	14.00	16.00	15.00
T-3	Guano de isla + sin bioestimulante	10.00	12.00	14.00	12.00	14.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	11.20
T-4	Terrasur + Biol	14.00	16.00	14.00	12.00	12.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	11.80
T-5	Terrasur + EM-Compost	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
T-6	Terrasur + sin bioestimulante	14.00	14.00	14.00	16.00	14.00	12.00	14.00	12.00	12.00	12.00	13.40
T-7	Sin abono orgánico + Biol	12.00	10.00	14.00	12.00	14.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.20
T-8	Sin abono orgánico + EM-Compost	12.00	14.00	14.00	12.00	12.00	12.00	14.00	14.00	14.00	14.00	13.20
T-9	Sin abono orgánico+ sin bioestimulante	10.00	12.00	12.00	10.00	10.00	12.00	12.00	10.00	12.00	10.00	11.00

ANEXO 2: Panel fotográfico

Foto 2: Roce de campo experimental



Foto 3: Campo experimental recién rosado



Foto 4: Almacigueras



Foto 5: Siembra de semillas en almaciguera



Foto 6: Embolsado y repique de plántulas



Foto 7: Repique de plántulas en bolsas de crecimiento



Foto 8: Trazo del campo experimental



Foto 9: Excavación de hoyos



Foto 10: Plantones antes de ser trasplantados



Foto 11: Instalación en campo definitivo



Foto 12: Primera aplicación de guano de isla



Foto 13: Primera aplicación de terrasur



Foto 14: Aplicación de guano de isla



Foto 15: Primera aplicación de biol



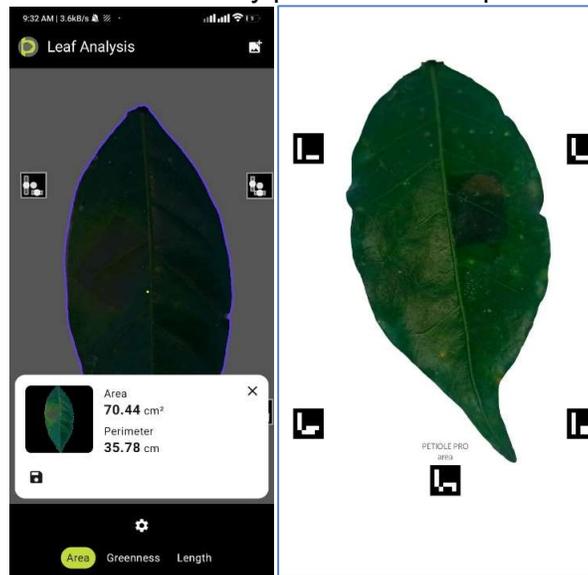
Foto 16: Segunda aplicación de EM-Compost



Foto 17: Segunda aplicación de terrasur



Foto 18: Evaluación de área y perímetro con aplicativo Petiole Pro



ANEXO 3: ANÁLISIS DE SUELO



452

INFORME DE ENSAYO IESA4522

INFORMACION GENERAL

CLIENTE	YORKS IHERSON ICHILLUMPA HUAMAN	PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	Parcela: - / Sector: PABELLON / Distrito: QUELLOUNO
DIRECCIÓN	Sector Alto Pabellon s/n Poblado de Quelouno, Distrito: Quelouno, Provincia: La Convencion, Departamento: Cusco.	CULTIVO	Cafe
RUC	1074423867	MUESTREO POR	El Proprietario
ENSAYOS SOLICITADOS	Análisis de Caracterización y Micronutrientes	FECHA DE MUESTREO	-
CONTACTO	Cesar Rodriguez	HORA DE MUESTREO	-
MATRIZ	Suelo	FECHA DE RECEPCIÓN	16/02/2024
COTIZACIÓN DEL SERVICIO	OS: 0046	FECHA DE INICIO DE ENSAYO	16/02/2024
ID ANOBA	SA244522	FECHA FIN DE ENSAYO	20/02/2024
		ID CLIENTE	YORKS IHERSON ICHILLUMPA HUAMAN DNI: 74442186

RESULTADO DE ANALISIS

PARAMETRO FÍSICOQUÍMICOS	SÍMBOLO	UNIDAD	LC	RESULTADO
Arena		%	1.00	48.00
Arcilla		%	1.00	24.00
Limo		%	1.00	28.00
Clase textural				Franco
pH (1/1)	pH			4.99
Conductividad Eléctrica (1/1)	(CE)	dS/m	0.01	0.31
Carbonatos	(CaCO ₃)	%CaCO ₃	0.05	1.99
Materia Orgánica Oxidable	(MO)	%	0.02	6.06
Ácidos Intercambiable	(A ⁺ -H ⁻)	meq/100g	0.05	0.08
BASES INTERCAMBIABLES				
Calcio de Cambio	(Ca)	meq/100g	0.03	12.50
Magnesio de Cambio	(Mg)	meq/100g	0.01	1.90
Sodio de Cambio	(Na)	meq/100g	0.01	0.20
Potasio de Cambio	(K)	meq/100g	0.02	0.40
MACRONUTRIENTES				
Potasio Disponible	(K)	mg/Kg	2.00	233.30
Fósforo Disponible	(P)	mg/Kg	0.50	2.56
MICRONUTRIENTES				
Cobre Disponible	(Cu)	mg/Kg	1.00	4.56
Zinc Disponible	(Zn)	mg/Kg	2.00	8.20
Manganeso Disponible	(Mn)	mg/Kg	1.50	121.80
Hierro Disponible	(Fe)	mg/Kg	1.00	161.40
Boro Disponible	(B)	mg/Kg	0.10	< 0.10
OTROS				
CEC Efectiva	(CEC)	meq/100g	-	15.09
% Sodio intercambiable	(PSI)	%	-	1.34
% Ácidos intercambiable	(PAI)	%	-	0.52

ANÁLISIS GRÁFICO

Muy bajo Bajo Medio Alto Muy Alto

