

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE NEGOCIOS

AGRONÓMICOS Y FORESTALES



TESIS

**Aplicación de bioestimulantes y su incidencia en el rendimiento
y calidad del palto (*Persea americana*) bajo condiciones
agroecológicas del anexo Ccochac, distrito de Santillana**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero de Negocios Agronómicos y Forestales

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Agronomía

PRESENTADO POR:

Villar Curo, Edwin Gomer

ASESOR:

Dr. Enderson Henry Cruz Mamani

HUANTA – AYACUCHO

2026

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

Aplicación de bioestimulantes y su incidencia en el rendimiento y calidad del paltano (Persea americana) bajo condiciones agroecológicas del anexo Ccochac, distrito de Santillana

AUTOR

Edwin Gomer Villar Curo

RECUENTO DE PALABRAS

5774 Words

RECUENTO DE CARACTERES

34842 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

24 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

338.6KB

FECHA DE ENTREGA

Nov 17, 2025 12:40 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Nov 17, 2025 12:45 AM GMT-5

● **15% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 15% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 7% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA

Creada por Ley N° 29658

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

"Año la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO DE NEGOCIOS AGRONÓMICOS Y
FORESTALES**

En la ciudad de Huanta, en el auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería de Negocios Agronómicos y Forestales del campus universitario de la Universidad Nacional Autónoma de Huanta, ubicado en la autopista Carlos Ch. Hiraoka, desvío a Ccollana, a los 29 días del mes de mayo de 2026, siendo las 09:00 horas, se dio inicio al acto académico de sustentación de tesis con la presencia de los miembros del jurado calificador:

Dr. Reynaldo Sucari Leon	Presidente
Mtro. William Blas Torres Gutierrez	Miembro titular 2
Dr. Enderson Henry Cruz Mamani	Miembro titular 3

Acto seguido se procedió a dar lectura a la Resolución de Vicepresidencia Académica N° 072-2026-CO-UNAH, en la que señala fecha, hora y designación de jurado evaluador para la sustentación de tesis del **Bach. Edwin Gomer Villar Curo**, con la tesis titulada: "**Aplicación de bioestimulantes y su incidencia en el rendimiento y calidad del palto (*Persea americana*) bajo condiciones agroecológicas del anexo Ccochac, distrito de Santillana**"; asesorado por el Dr. Enderson Henry Cruz Mamani, para optar el Título profesional de: Ingeniero de Negocios Agronómicos y Forestales.

Observaciones:

..... *NINGUNO*

.....


.....

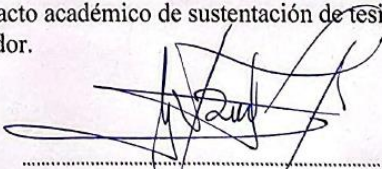
Terminada la sustentación se procedió a la formulación de preguntas por los miembros del jurado evaluadores, los mismos que fueron defendidos y absueltos por el tesista. Acto seguido se procedió a calificar con el resultado siguiente:

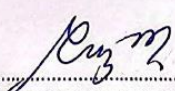
Aprobado Regular	()
Aprobado Bueno	()
Aprobado Muy Buenos	(17)
Aprobado Excelente	()

Con la calificación de *Diecisiete* (17)

Siendo las *10:30 hrs.* se da por finalizada el acto académico de sustentación de tesis pasando a firmar los miembros del jurado evaluador.


.....
Dr. Reynaldo Sucari Leon
Presidente


.....
Mtro. William Blas Torres Gutierrez
Miembro Titular 2


.....
Dr. Enderson Henry Cruz Mamani
Miembro Titular 3

**Aplicación de bioestimulantes y su incidencia en el rendimiento y calidad del
palto (*Persea americana*) bajo condiciones agroecológicas
del anexo Ccochac, distrito de Santillana**

TESISTA

Villar Curo, Edwin Gomer

ASESOR

Dr. Enderson Henry Cruz Mamani

CIP N° 285419

Dedicatoria

Con profunda gratitud y respeto, dedico el presente trabajo de investigación a Dios, por brindarme la vida, la fortaleza y la sabiduría necesarias para culminar esta importante etapa académica.

A mis padres, quienes con su esfuerzo, sacrificio y constante apoyo han sido el pilar fundamental en mi formación personal y profesional. Su ejemplo de perseverancia, responsabilidad y amor incondicional ha sido la motivación permanente para alcanzar mis metas.

A mi familia, por su comprensión, paciencia y aliento durante todo el proceso de desarrollo de esta investigación, brindándome el apoyo emocional necesario en cada etapa de este camino académico.

Asimismo, dedico este trabajo a los agricultores del anexo Ccochac, distrito de Santillana, cuyo conocimiento y compromiso con la producción agrícola motivan la búsqueda de alternativas sostenibles para mejorar el rendimiento y la calidad del cultivo de palto (*Persea americana*) bajo condiciones agroecológicas.

Finalmente, a todas aquellas personas que, de una u otra manera, contribuyeron e inspiraron la culminación de esta investigación, alentando siempre el valor del conocimiento y el desarrollo agrícola sostenible.

Agradecimiento

El autor expresa su más sincero agradecimiento a Dios por otorgarle la vida, la salud y la fortaleza necesarias para culminar satisfactoriamente esta etapa de formación profesional y el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Asimismo, se agradece a la universidad y a los docentes de la Escuela Profesional por los conocimientos, orientaciones y enseñanzas impartidas durante la formación académica, los cuales constituyeron la base fundamental para la realización de esta investigación.

De manera especial, se expresa un profundo reconocimiento al Dr. Enderson Henry Cruz Mamani asesor de tesis por su orientación académica, apoyo constante, sugerencias y valiosos aportes metodológicos brindados durante el proceso de elaboración del presente estudio, contribuyendo significativamente a su culminación.

Finalmente, se agradece a la familia y a todas aquellas personas que, de manera directa o indirecta, brindaron su apoyo, motivación y confianza durante el desarrollo de esta investigación. Su respaldo fue fundamental para lograr la culminación del presente trabajo de tesis.

RESUMEN

El cultivo de palto (*Persea americana*) constituye una actividad agrícola de gran importancia económica y nutricional en diversas regiones del Perú; sin embargo, su productividad y calidad pueden verse limitadas por las condiciones agroecológicas y el manejo agronómico. En este contexto, el uso de bioestimulantes se presenta como una alternativa tecnológica para mejorar el crecimiento, el rendimiento y la calidad de los frutos. Por ello, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar la incidencia de la aplicación de bioestimulantes en el rendimiento y la calidad del cultivo de palto bajo las condiciones agroecológicas del anexo Ccochac, distrito de Santillana. La investigación se desarrolló bajo un diseño experimental de bloques completos al azar, con cuatro bloques y cinco tratamientos: T1 (testigo), T2 (Ficomar 2 L/ha), T3 (Ficomar 4 L/ha), T4 (Kalifrut 1,5 L/ha) y T5 (Kalifrut 3 L/ha). Los resultados evidenciaron una tendencia creciente en todas las variables evaluadas con la aplicación de bioestimulantes. El peso promedio del fruto aumentó de 211,25 g en el testigo a 247,25 g en el tratamiento con Kalifrut 3 L/ha; el contenido de materia seca 18,85% a 24,52% y el porcentaje de frutos comerciales de 72,73% a 89,93%. Asimismo, el número de frutos por árbol se elevó de 129 a 181,25 frutos, el rendimiento por árbol de 27,26 a 44,82 kg/árbol y el rendimiento por hectárea de 7,58 a 12,46 t/ha. El análisis inferencial confirmó diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0,001$), con coeficientes de determinación elevados (R^2 entre 0,990 y 0,998), evidenciando una respuesta consistente y dosis-dependiente. Se concluye que la aplicación de bioestimulantes influye significativamente en el rendimiento y la calidad del cultivo de palto bajo las condiciones agroecológicas del anexo Ccochac. El tratamiento Kalifrut 3 L/ha presentó los mejores resultados en todas las variables evaluadas, por lo que se recomienda su uso como una alternativa agronómica eficiente para mejorar la productividad y la calidad comercial del palto en la zona de estudio.

Palabras clave: bioestimulantes, rendimiento del palto, calidad del fruto, *Persea americana*, manejo agroecológico.

ABSTRACT

The cultivation of avocado (*Persea americana*) constitutes an agricultural activity of great economic and nutritional importance in various regions of Peru; however, its productivity and quality may be limited by agroecological conditions and agronomic management. In this context, the use of biostimulants emerges as a technological alternative to improve plant growth, yield, and fruit quality. Therefore, the objective of this research was to evaluate the effect of the application of biostimulants on the yield and quality of avocado crops under the agroecological conditions of the Ccochac annex, district of Santillana. The research was conducted under a randomized complete block experimental design with four blocks and five treatments: T1 (control), T2 (Ficomar 2 L/ha), T3 (Ficomar 4 L/ha), T4 (Kalifrut 1.5 L/ha), and T5 (Kalifrut 3 L/ha). The results showed an increasing trend in all the evaluated variables with the application of biostimulants. The average fruit weight increased from 211.25 g in the control to 247.25 g in the treatment with Kalifrut 3 L/ha; dry matter content 18.85% to 24.52% and the percentage of commercial fruits from 72.73% to 89.93%. Likewise, the number of fruits per tree increased from 129 to 181.25 fruits, yield per tree from 27.26 to 44.82 kg/tree, and yield per hectare from 7.58 to 12.46 t/ha. Inferential analysis confirmed highly significant differences among treatments ($p < 0.001$), with high coefficients of determination (R^2 between 0.990 and 0.998), showing a consistent and dose-dependent response. It is concluded that the application of biostimulants significantly influences the yield and quality of avocado crops under the agroecological conditions of the Ccochac annex. The treatment Kalifrut 3 L/ha showed the best results in all evaluated variables; therefore, its use is recommended as an efficient agronomic alternative to improve the productivity and commercial quality of avocado in the study area.

Keywords: biostimulants, avocado yield, fruit quality, *Persea americana*, agroecological management.

ÍNDICE

RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
ÍNDICE.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	xvi
CAPÍTULO I.....	21
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	21
1.1. Planteamiento del problema.....	21
1.2. Descripción y formulación del problema.....	22
1.2.1. Problema general.....	22
1.2.2. Problemas específicos.....	23
1.3. Objetivos.....	23
1.3.1. Objetivo general.....	23
1.3.2. Objetivos específicos.....	23
1.4. Justificación e importancia.....	23
1.4.1. Justificación.....	23
1.4.2. Importancia.....	25
1.5. Hipótesis.....	26
1.5.1. Hipótesis general.....	26
1.5.2. Hipótesis específicas.....	26
1.6. Variables de la investigación.....	27
1.6.1. Variable independiente (VI): Aplicación de bioestimulantes.....	27
1.6.2. Variables dependientes (VD):.....	27
1.6.2.1. Rendimiento del cultivo de palto.....	27
1.6.2.2. Calidad del fruto de palto.....	27
1.7. Operacionalización de variables.....	28
CAPÍTULO II.....	29

MARCO TEÓRICO.....	29
2.1. Antecedentes	29
2.2. Bases teóricas	35
2.3. Calidad del fruto.....	46
2.4. Definición de términos	48
CAPÍTULO III.....	52
METODOLOGÍA	52
2.5. Tipo y nivel de investigación	52
2.5.1. Tipo de investigación	52
2.5.2. Nivel de investigación.....	52
2.6. Método de investigación	53
2.7. Diseño de investigación	53
2.8. Ámbito temporal y espacial.....	54
2.8.1. Ámbito temporal	54
2.8.2. Ámbito espacial.....	54
2.9. Población y muestra	55
2.9.1. Población.....	55
2.9.2. Muestra.....	56
2.10. Variables de estudio	56
2.10.1. Variable independiente: Aplicación de bioestimulantes	56
2.10.2. Variables dependientes: Calidad del fruto	57
2.10.3. Variables dependientes: Rendimiento del cultivo.....	57
2.11. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	57
2.11.1. Técnicas.....	58
2.11.2. Instrumentos	58
2.12. Análisis estadístico.....	58
CAPÍTULO IV.....	59
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	59
CAPÍTULO V	90
CONCLUSIONES	90
CAPÍTULO VI.....	91

RECOMENDACIONES	91
CAPÍTULO VII	92
REFERENCIAS	92
ANEXOS	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de operacionalización de variables.....	28
Tabla 2 Tratamientos experimentales con bioestimulantes Ficomar y Kalifrut en diferentes dosis.....	56
Tabla 3 Estadística descriptiva del peso promedio del fruto (g) de palto según tratamientos de bioestimulantes.....	59
Tabla 4 Estadística descriptiva para el contenido de materia seca (%).....	60
Tabla 5 Estadística descriptiva para el porcentaje de frutos comerciales.....	62
Tabla 6 Estadística descriptiva del número de frutos por árbol de palto según tratamientos de bioestimulantes.....	63
Tabla 7 Estadística descriptiva para el rendimiento en kilogramos por árbol de palto según tratamientos de bioestimulantes.....	64
Tabla 8 Estadística descriptiva para el rendimiento por hectárea (t/ha) según tratamientos de bioestimulantes.....	65
Tabla 9 Evaluación de normalidad de los datos del peso promedio del fruto (g) por árbol mediante Shapiro–Wilk.....	67
Tabla 10 Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para peso promedio del fruto (g).....	68
Tabla 11 Análisis de varianza (ANOVA) para el diseño de bloques completos al azar para el peso promedio del fruto (g).....	69
Tabla 12 Análisis de diferencias entre medias mediante Tukey para el peso promedio del fruto (g).....	69
Tabla 13 Evaluación de normalidad para el contenido de materia seca (%) mediante Shapiro–Wilk.....	70
Tabla 14 Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para el contenido materia seca (%).....	71
Tabla 15 Análisis de varianza (ANOVA) para el contenido de materia seca (%)	72
Tabla 16 Análisis de diferencias entre medias mediante Tukey para el contenido de materia seca (%).....	73

Tabla 17 Evaluación de normalidad para el porcentaje de frutos comerciales mediante Shapiro–Wilk	74
Tabla 18 Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para el porcentaje de frutos comerciales	75
Tabla 19 Análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de frutos comerciales	76
Tabla 20 Análisis de diferencias entre medias mediante Tukey para el porcentaje de frutos comerciales	76
Tabla 21 Evaluación de normalidad de los datos de número de frutos por árbol mediante Shapiro–Wilk	77
Tabla 22 Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para el número de frutos por árbol	78
Tabla 23 Análisis de varianza (ANOVA) para el diseño de bloques completos al azar para el número de frutos por árbol	79
Tabla 24 Análisis de diferencias entre medias mediante Tukey para el número de frutos por árbol	80
Tabla 25 Evaluación de normalidad para el rendimiento kilogramos por árbol mediante Shapiro–Wilk	81
Tabla 26 Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para el rendimiento kilogramos por árbol	81
Tabla 27 Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento kilogramos por árbol	82
Tabla 28 Análisis de diferencias entre medias mediante Tukey el rendimiento kilogramos por árbol.....	83
Tabla 29 Evaluación de normalidad para el Rendimiento por hectárea (t/ha) mediante Shapiro–Wilk	83
Tabla 30 Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para el rendimiento por hectárea (t/ha)	84
Tabla 31 Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento por hectárea (t/ha)	85
Tabla 32 Análisis de diferencias entre medias mediante Tukey para el rendimiento por hectárea (t/ha)	86

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1** Ubicación geográfica del área de estudio en el anexo Ccochac, distrito de Santillana, provincia de Huanta, región Ayacucho. 55
- Figura 2** Diagrama de caja del peso promedio del fruto (g) de palto según tratamientos con diferentes dosis de bioestimulantes..... 59
- Figura 3** Diagrama de caja para el contenido de materia seca (%) según tratamientos con diferentes dosis de bioestimulantes..... 61
- Figura 4** Diagrama de caja para el porcentaje de frutos comerciales según tratamientos con diferentes dosis de bioestimulantes..... 62
- Figura 5** Diagrama de caja del número de frutos por planta en palto según tratamientos con diferentes dosis de bioestimulantes..... 63
- Figura 6** Diagrama de caja para el rendimiento en kilogramos por árbol de palto según tratamientos con diferentes dosis de bioestimulantes 65
- Figura 7** Diagrama de caja para el rendimiento por hectárea (t/ha) según tratamientos con diferentes dosis de bioestimulantes..... 65

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A Matriz de consistencia	101
Anexo B Información de las medias de las variables	103
Anexo C Información de los resultados de la estadística descriptiva de las variables	103
Anexo D Resultados de la prueba de normalidad Shapiro–Wilk de las variables del cultivo de palto según tratamientos.	110
Anexo E Resultados de la prueba de homogeneidad de varianzas de las variables del cultivo de palto según tratamientos	111
Anexo F Resultados de la prueba de efectos inter-sujetos de las variables del cultivo de palto según tratamientos	112
Anexo G Resultados de la prueba Tukey de las variables del cultivo de palto según tratamientos	114
Anexo H Esquema o plano del campo experimental con ubicación de tratamientos.	116
Anexo I Ficha técnica del bioestimulante Ficomar	117
Anexo J Ficha técnica del bioestimulante Kalifrut.....	120
Anexo K Fotografías y evidencias visuales.....	122

INTRODUCCIÓN

La agricultura constituye uno de los pilares fundamentales para la seguridad alimentaria, el desarrollo económico y la sostenibilidad ambiental en muchas regiones del mundo. Dentro de este contexto, los cultivos frutales han adquirido una creciente importancia debido a su valor nutricional, su potencial comercial y su contribución al desarrollo de economías locales y regionales. Entre estos cultivos destaca el palto (*Persea americana*), especie originaria de Mesoamérica que actualmente se cultiva en diversas zonas tropicales y subtropicales del planeta debido a su alta demanda en los mercados internacionales y a sus características nutricionales sobresalientes (FAO, 2022).

El fruto del palto es reconocido por su alto contenido de ácidos grasos monoinsaturados, vitaminas, minerales y compuestos bioactivos que contribuyen a la salud humana, razón por la cual su consumo se ha incrementado significativamente en las últimas décadas. Este crecimiento en la demanda ha impulsado la expansión de su cultivo en diferentes países productores, especialmente en América Latina, donde se encuentran condiciones agroecológicas favorables para su desarrollo (Salazar et al., 2020). Asimismo, el palto representa una fuente importante de ingresos para los agricultores, debido a su valor comercial tanto en el mercado nacional como en el internacional.

En el contexto latinoamericano, Perú se ha consolidado como uno de los principales productores y exportadores de palta a nivel mundial, destacándose especialmente por la producción de la variedad Hass (USDA Foreign Agricultural Service, 2025; OECD & FAO, 2025). El crecimiento del sector ha sido notable durante los últimos años, impulsado por la expansión de las áreas cultivadas, la mejora de las tecnologías de manejo agronómico y el incremento de la demanda internacional (Calvo et al., 2014). Según reportes del Instituto Nacional de Estadística e Informática, la producción de palta en el país ha mostrado incrementos significativos, alcanzando en determinados periodos incrementos significativos en su producción, lo que evidencia la importancia estratégica de este cultivo para la economía agraria nacional (INEI, 2025).

Este crecimiento productivo también se ha observado en diversas regiones del país, incluyendo zonas andinas donde las condiciones agroecológicas permiten el desarrollo del cultivo con características particulares de calidad y rendimiento. En el caso del departamento de Ayacucho, el cultivo de palto ha experimentado un incremento progresivo en los últimos años, evidenciándose un crecimiento sostenido de la producción, lo que refleja el potencial productivo de esta región para el desarrollo del cultivo (INEI, 2025). Sin embargo, a pesar del crecimiento del cultivo y de su importancia económica, la producción de palto enfrenta diversos desafíos relacionados con la eficiencia productiva, la calidad del fruto y la sostenibilidad del sistema agrícola. Entre los principales factores que limitan la productividad del cultivo se encuentran las condiciones edafoclimáticas, el manejo agronómico inadecuado, el uso limitado de tecnologías agrícolas y la baja adopción de prácticas innovadoras que permitan optimizar el desarrollo fisiológico de la planta y la calidad del fruto (Azcón et al., 2021).

En este contexto, la agricultura moderna ha comenzado a incorporar nuevas herramientas orientadas a mejorar la eficiencia productiva de los cultivos sin comprometer la sostenibilidad ambiental. Una de estas herramientas es el uso de bioestimulantes, los cuales se definen como sustancias o microorganismos que, aplicados a las plantas o al suelo, estimulan procesos naturales que favorecen la absorción de nutrientes, mejoran la tolerancia al estrés abiótico y promueven el crecimiento y desarrollo vegetal (du Jardin, 2015). Los bioestimulantes pueden estar compuestos por diferentes sustancias, entre las que se incluyen extractos de algas marinas, aminoácidos, ácidos húmicos y fúlvicos, microorganismos beneficiosos y otros compuestos orgánicos que actúan como reguladores fisiológicos del crecimiento vegetal. Estas sustancias no funcionan necesariamente como fertilizantes tradicionales, sino que influyen en los procesos metabólicos de las plantas, mejorando la eficiencia en el uso de nutrientes y favoreciendo la productividad de los cultivos (Rouphael y Colla, 2020).

Diversos estudios han demostrado que la aplicación de bioestimulantes puede mejorar significativamente el crecimiento vegetativo, la floración, el cuajado de frutos y el rendimiento en diferentes cultivos frutales. En el caso del palto, investigaciones recientes han evidenciado que el uso de bioestimulantes contribuye

a incrementar el peso del fruto, mejorar la calidad comercial y aumentar la productividad por árbol, lo que representa una alternativa viable para optimizar la producción en sistemas agrícolas sostenibles (Calvo et al., 2014). Asimismo, el uso de bioestimulantes se ha asociado con mejoras en parámetros de calidad del fruto, tales como el contenido materia seca, el tamaño del fruto y el porcentaje de frutos comerciales. Estos factores son determinantes para la competitividad del producto en los mercados nacionales e internacionales, ya que influyen directamente en la aceptación del consumidor y en el valor comercial del cultivo (Colla & Rouphael, 2019).

En sistemas de producción agroecológica, el uso de bioestimulantes adquiere aún mayor relevancia, debido a que estos productos permiten mejorar el desempeño fisiológico de las plantas sin generar impactos negativos significativos en el ambiente. La agricultura agroecológica busca integrar prácticas de manejo sostenible que favorezcan la conservación de los recursos naturales, la biodiversidad y la productividad agrícola a largo plazo (Altieri & Nicholls, 2017). En el caso de las zonas altoandinas del Perú, donde las condiciones climáticas y edáficas pueden representar limitaciones para el desarrollo de algunos cultivos, la aplicación de bioestimulantes podría constituir una estrategia importante para mejorar la productividad agrícola. No obstante, la información científica disponible sobre el efecto de estos productos en el cultivo de palto bajo condiciones agroecológicas específicas aún es limitada, particularmente en regiones como Ayacucho.

En el anexo Ccochac, ubicado en el distrito de Santillana, provincia de Huanta, departamento de Ayacucho, el cultivo de palto se ha convertido en una alternativa productiva relevante para los agricultores locales. Sin embargo, los niveles de rendimiento y calidad del fruto aún presentan variabilidad debido a diversos factores, entre los cuales destacan el manejo agronómico tradicional, la limitada adopción de tecnologías agrícolas y la falta de información científica sobre prácticas de manejo que permitan optimizar la producción. En este contexto, surge la necesidad de evaluar estrategias agronómicas que contribuyan a mejorar el rendimiento y la calidad del cultivo bajo las condiciones agroecológicas propias de la zona. Entre estas estrategias, el uso de bioestimulantes representa una alternativa

prometedora que podría favorecer el crecimiento vegetativo de las plantas, mejorar la eficiencia fisiológica y aumentar la productividad del cultivo.

Desde el punto de vista científico y tecnológico, resulta fundamental generar evidencia experimental que permita determinar el efecto de diferentes bioestimulantes en el desarrollo del cultivo de palto, así como identificar las dosis más adecuadas para maximizar el rendimiento y la calidad del fruto. Este tipo de investigaciones contribuye a fortalecer el conocimiento agronómico y proporciona información útil para la toma de decisiones en el manejo del cultivo. En este sentido, el problema de investigación se plantea en torno a la siguiente interrogante: ¿Cuál es la incidencia de la aplicación de bioestimulantes en el rendimiento y la calidad del cultivo de palto (*Persea americana*) bajo las condiciones agroecológicas del anexo Ccochac, distrito de Santillana?

La presente investigación se justifica desde diferentes perspectivas. En primer lugar, desde el punto de vista científico, permitirá generar información sobre el efecto de los bioestimulantes en el cultivo de palto bajo condiciones agroecológicas específicas de la región de Ayacucho, contribuyendo al desarrollo del conocimiento agronómico en el manejo de cultivos frutales. En segundo lugar, desde una perspectiva productiva, los resultados del estudio podrán contribuir a mejorar las prácticas de manejo agrícola de los productores locales, permitiendo incrementar el rendimiento y la calidad del fruto, lo cual podría traducirse en mayores ingresos económicos para las familias agricultoras. En consecuencia, el objetivo general de la presente investigación fue evaluar la incidencia de la aplicación de bioestimulantes en el rendimiento y la calidad del cultivo de palto (*Persea americana*) bajo las condiciones agroecológicas del anexo Ccochac, distrito de Santillana. De esta manera, la presente investigación busca contribuir al desarrollo de estrategias de manejo agronómico que permitan mejorar la productividad y la calidad del cultivo de palto en sistemas agroecológicos de la región de Ayacucho, promoviendo prácticas agrícolas sostenibles que beneficien tanto a los productores como al entorno ambiental.

La presente investigación se estructura en siete capítulos, los cuales organizan de manera sistemática el desarrollo del estudio:

Capítulo I: El Problema. En este capítulo se expone el planteamiento del problema de investigación, así como la formulación de los objetivos que orientan el estudio. Asimismo, se presenta la justificación e importancia de la investigación, se formulan las hipótesis generales y específicas, y se identifican las variables que intervienen en el proceso investigativo.

Capítulo II: Marco Teórico. Este capítulo desarrolla el sustento teórico y conceptual del estudio, incorporando los antecedentes de investigación a nivel internacional, nacional y local. Además, se presentan las bases teóricas que fundamentan el análisis del tema de estudio y se establecen las definiciones conceptuales de los principales términos utilizados en la investigación.

Capítulo III: Metodología. En este capítulo se describe el enfoque metodológico del estudio, especificando el tipo, nivel, método y diseño de investigación. Asimismo, se detalla el ámbito de estudio, la población y la muestra seleccionada, así como las técnicas e instrumentos empleados para la recolección de datos. Finalmente, se explican los procedimientos y técnicas utilizadas para el procesamiento y análisis de la información recopilada.

Capítulo IV: Resultados y Discusión. Este capítulo presenta de manera sistemática los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación, los cuales son analizados e interpretados en función de los objetivos e hipótesis planteados, contrastándolos con los fundamentos teóricos y antecedentes revisados.

Capítulo V: Conclusiones. En este apartado se exponen las principales conclusiones derivadas de los resultados obtenidos, las cuales responden directamente a los objetivos e hipótesis planteados en la investigación.

Capítulo VI: Recomendaciones. Finalmente, se presentan las recomendaciones formuladas a partir de los hallazgos del estudio, orientadas a la aplicación práctica de los resultados y al desarrollo de futuras investigaciones relacionadas con la temática abordada.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

El cultivo de palto (*Persea americana*) posee una relevancia creciente en la agricultura mundial y en particular en diversas regiones del Perú debido a su valor nutricional, la demanda de mercados nacionales e internacionales y su contribución a la economía local (Rojas et al., 2023). La intensificación de la producción de palto enfrenta retos significativos derivados de las condiciones agroecológicas específicas y las prácticas de manejo agronómico, que pueden limitar la productividad y calidad de los frutos en determinados contextos productivos.

La creciente demanda mundial de *Persea americana* (palto) se vincula tanto a su valor nutricional como a su rentabilidad económica para los productores agrícolas dentro y fuera de Perú. Este cultivo de alto valor enfrenta limitaciones vinculadas con prácticas agronómicas y condiciones agroecológicas específicas que afectan su productividad y calidad de fruto (Soberón, 2024; Veramendi, 2024). En varios contextos productivos regionales, las estrategias tradicionales de manejo aún no incorporan tecnologías agronómicas que favorezcan la eficiencia fisiológica y productiva de la planta.

Ante estas limitaciones, el uso de bioestimulantes ha surgido como una alternativa técnica para potenciar el rendimiento y la calidad del cultivo mediante la mejora de procesos fisiológicos, nutricionales y de estrés abiótico (Soberón, 2024; Sulca, 2024). Por ejemplo, investigaciones recientes han demostrado que la aplicación de bioestimulantes orgánicos puede incrementar significativamente el número de frutos, rendimiento total por hectárea y características agronómicas del cultivo de palto, comparado con controles sin tratamiento (Veramendi, 2024). Asimismo, en el distrito de Catahuasi, el bioestimulante Ecozúm aumentó el rendimiento de categorías comerciales en comparación con el tratamiento testigo (Sulca, 2024). Estas evidencias revelan que la respuesta del cultivo a estas tecnologías es positiva en contextos agroecológicos locales.

Sin embargo, a pesar de estos resultados alentadores, existe una limitación considerable en la literatura respecto a la comprensión integral del efecto de los bioestimulantes sobre las variables productivas y de calidad del palto bajo condiciones agroecológicas específicas como las del anexo Ccochac, distrito de Santillana. Esta brecha de información delimita la capacidad de los productores y técnicos para adoptar prácticas basadas en evidencia que optimicen el rendimiento y la calidad de fruta en condiciones reales de campo, afectando tanto la producción como la competitividad productiva local.

De este modo, el problema principal que motiva la presente investigación radica en la falta de conocimiento científico localizado sobre cómo la aplicación de bioestimulantes incide en indicadores de rendimiento y calidad del cultivo de palto (*Persea americana*) bajo las condiciones agroecológicas del anexo Ccochac, distrito de Santillana. La ausencia de estudios específicos sobre esta relación impide establecer recomendaciones técnicas adaptadas a las condiciones agroecológicas de la zona, lo cual limita el uso eficiente de estos insumos, la toma de decisiones agronómicas informadas y la mejora de la productividad del cultivo en el contexto regional (Soberón, 2024; Veramendi, 2024; Sulca, 2024).

Por tanto, resulta crucial generar evidencia científica que determine de manera precisa los efectos de los bioestimulantes sobre variables de rendimiento como número de frutos por árbol, peso promedio de fruto, rendimiento por hectárea y parámetros de calidad como contenido de materia seca. La producción de esta evidencia permitirá no solo comprender mejor los efectos agronómicos de estos insumos, sino también orientar la toma de decisiones de productores y especialistas en la implementación de prácticas sostenibles y eficientes para aumentar la productividad y calidad del cultivo de palto en el área de estudio.

1.2. Descripción y formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la incidencia de la aplicación de bioestimulantes en el rendimiento y la calidad del cultivo de palto (*Persea americana*) bajo las condiciones agroecológicas del anexo Ccochac, distrito de Santillana?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo influye la aplicación de bioestimulantes en el rendimiento del cultivo de palto (*Persea americana*)?
- ¿Qué efecto tiene la aplicación de bioestimulantes sobre la calidad comercial de los frutos de palto (*Persea americana*)?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la incidencia de la aplicación de bioestimulantes en el rendimiento y la calidad del cultivo de palto (*Persea americana*) bajo las condiciones agroecológicas del anexo Ccochac, distrito de Santillana.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la influencia de la aplicación de bioestimulantes sobre el rendimiento del cultivo de palto (*Persea americana*).
- Evaluar el efecto de los bioestimulantes en la calidad comercial de los frutos de palto.

1.4. Justificación e importancia

1.4.1. Justificación

1.4.1.1. Justificación teórica

La presente investigación se sustenta teóricamente en los avances recientes sobre los efectos de los bioestimulantes en cultivos frutales, los cuales han demostrado mejorar variables productivas y de calidad en aguacate (*Persea americana*) y otras especies (Rojas et al., 2023). Estudios experimentales han evidenciado que la aplicación de bioestimulantes puede incrementar significativamente el rendimiento y parámetros de calidad en palto, como el número de frutos y peso total de cosecha bajo condiciones controladas y de campo (Veramendi, 2024; Soberón, 2024). Estas bases teóricas respaldan la necesidad de profundizar el conocimiento sobre los

mecanismos y efectos de los bioestimulantes en contextos agroecológicos específicos, como el del anexo Ccochac.

1.4.1.2. Justificación práctica

Desde una perspectiva práctica, la adopción de bioestimulantes representa una alternativa agronómica que puede optimizar la productividad de los cultivos de palto, herramienta relevante para productores del anexo Ccochac. Investigaciones aplicadas han mostrado que bioestimulantes mejoran parámetros como número de frutos, rendimiento por hectárea y características fisiológicas de la planta, lo cual puede traducirse en prácticas concretas de manejo agronómico (Calvo et al., 2014; Bautista, 2025; Villavicencio, 2023; Vasquez, 2025). Este estudio generará información útil para técnicos y agricultores sobre estrategias de manejo que potencien la eficiencia productiva.

1.4.1.3. Justificación metodológica

Metodológicamente, la investigación aporta un enfoque experimental riguroso adaptado al contexto local, utilizando diseños estadísticamente válidos para comparar tratamientos con bioestimulantes frente a testigos (Veramendi, 2024). Estudios similares han empleado Diseños de Bloques Completos al Azar (DBCA) para evaluar efectos agronómicos de bioestimulantes en palto, lo que permite identificar diferencias significativas entre tratamientos (Bautista, 2025). Esta metodología confirma la pertinencia de aplicar técnicas experimentales robustas para generar conclusiones válidas y replicables.

1.4.1.4. Justificación económica

En términos económicos, mejorar el rendimiento y calidad del palto permite incrementar los ingresos de los agricultores, reduciendo pérdidas y diferenciando la producción por categorías de calidad comercial (Rojas et al., 2023). La competitividad en mercados locales y de exportación depende de la eficiencia productiva y de la calidad del fruto; por tanto, estrategias como la aplicación de bioestimulantes pueden generar mayor

rentabilidad, ofreciendo alternativas viables ante los costos crecientes de insumos convencionales.

1.4.1.5. Justificación científica

Científicamente, existe una brecha en el conocimiento específico sobre los efectos de bioestimulantes en cultivos de palto bajo condiciones agroecológicas locales como las del anexo Ccochac. Si bien estudios han evaluado estos efectos en diversas regiones (Veramendi, 2024), pocos han abordado la interacción entre bioestimulantes y variables ambientales particulares de zonas con características agroecológicas propias. La generación de nueva evidencia en este contexto contribuirá al cuerpo de conocimiento especializado y permitirá realizar recomendaciones fundamentadas para investigaciones futuras (Soberón, 2024).

1.4.2. Importancia

La importancia de estudiar la incidencia de la aplicación de bioestimulantes en el rendimiento y calidad del cultivo de palto (*Persea americana*) radica en el rol estratégico de este cultivo tanto para la seguridad alimentaria como para la economía agrícola regional y nacional. En años recientes, el palto ha adquirido creciente relevancia en la agroexportación peruana y representa una fuente significativa de ingresos para pequeños y medianos productores (Veramendi, 2024). No obstante, la productividad y calidad del cultivo se ven frecuentemente afectadas por factores agroecológicos específicos que limitan su potencial agronómico, evidenciando la necesidad de tecnologías que optimicen el desempeño productivo.

La problemática central de esta investigación surge de la insuficiente evidencia científica local que determine con claridad cómo los bioestimulantes influyen en variables productivas y de calidad en condiciones reales de campo en el anexo Ccochac, distrito de Santillana, situación que dificulta la adopción de prácticas agronómicas basadas en evidencia (Soberón, 2024). Estudios previos han demostrado que la aplicación de bioestimulantes puede mejorar el número de frutos,

rendimiento por hectárea y características agronómicas del palto, comparado con tratamientos sin aplicación, lo que sugiere un potencial agronómico significativo (Bautista, 2025). Sin embargo, dichas investigaciones no han sido aplicadas de manera sistemática en todos los contextos agroecológicos locales.

La falta de datos específicos en la zona de estudio limita la formulación de recomendaciones técnicas adaptadas a las condiciones ambientales y prácticas de manejo locales. Resolver esta carencia de información permite no solo optimizar la gestión del cultivo desde un punto de vista técnico y económico, sino también aportar a la literatura científica con resultados validados experimentalmente en un contexto regional concreto (Soberón, 2024). Además, la generación de evidencia robusta sobre el uso de bioestimulantes puede contribuir al desarrollo de estrategias agronómicas sostenibles que aumenten la productividad y calidad del cultivo, beneficiando tanto a la comunidad científica como a los productores (Veramendi, 2024).

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

La aplicación de bioestimulantes tiene un efecto significativo en el rendimiento y la calidad del cultivo de palto (*Persea americana*) bajo las condiciones agroecológicas del anexo Ccochac, distrito de Santillana.

1.5.2. Hipótesis específicas

- La aplicación de bioestimulantes incrementa significativamente el rendimiento del cultivo de palto (*Persea americana*).
- La aplicación de bioestimulantes mejora significativamente la calidad comercial de los frutos de palto (*Persea americana*).

1.6. Variables de la investigación

1.6.1. Variable independiente (VI): Aplicación de bioestimulantes

Definición conceptual: Tratamiento aplicado a los cultivos de palto que consiste en la administración de productos biológicos que estimulan procesos fisiológicos y metabólicos de la planta, con el objetivo de mejorar el crecimiento, rendimiento y calidad de los frutos (Rojas et al., 2023).

Definición operacional: Cantidad y tipo de bioestimulante aplicado por hectárea, frecuencia de aplicación y dosis específica (Ficomar 2 L/ha, Ficomar 4 L/ha, Kalifrut 1,5 L/ha, Kalifrut 3 L/ha).

1.6.2. Variables dependientes (VD):

1.6.2.1. Rendimiento del cultivo de palto

Definición conceptual: Magnitud de producción de frutos obtenida por árbol y por hectárea como resultado de la interacción entre las prácticas de manejo y las condiciones agroecológicas (Veramendi, 2024).

Definición operacional: Número de frutos por árbol, peso promedio de fruto (g), rendimiento por árbol (kg) y rendimiento por hectárea (t/ha).

1.6.2.2. Calidad del fruto de palto

Definición conceptual: Características físicas, químicas y comerciales del fruto que determinan su aptitud para el consumo y comercialización (Soberón, 2024).

Definición operacional: Materia seca, porcentaje de frutos comerciales (cumplimiento de tamaño y apariencia según estándares de mercado).

1.7. Operacionalización de variables

Tabla 1

Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición	Instrumento de recolección
Aplicación de bioestimulantes (VI)	Producto biológico que estimula procesos fisiológicos de la planta para favorecer crecimiento, productividad y calidad de fruto (Rojas et al., 2023).	Dosis y tipo de bioestimulante aplicado por unidad de superficie en campo.	- Tipo de bioestimulante- Dosis por hectárea - Frecuencia de aplicación	- Nominal (tipo) - De razón (dosis y frecuencia)	Registro de campo y formulación de tratamientos experimentales.
Rendimiento del cultivo (VD)	Cantidad de producto obtenido por unidad de cultivo como resultado de prácticas agronómicas y condiciones ambientales (Veramendi, 2024).	Medición del output productivo por árbol y por hectárea al momento de cosecha.	- Número de frutos por árbol -Rendimiento por árbol (kg) - Rendimiento por hectárea (t/ha)	De razón	Conteo directo en campo; balanza digital; cálculo productivo.
Calidad del fruto (VD)	Características físico-químicas y comerciales que determinan el valor del fruto para consumo y comercialización (Soberón, 2024).	Evaluación de atributos que influyen en la aceptación comercial del fruto.	- Materia seca (%), -Peso promedio del fruto (g) - Porcentaje de frutos comerciales	De razón	Conteo directo, cálculo productivo, Laminadora y estufa de secado.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

En Colombia, Rojas et al. (2023) llevaron a cabo la investigación titulada “Biostimulants Improve Yield and Quality in Preharvest without Impinging on the Postharvest Quality of Hass Avocado and Mango Fruit: Evaluation under Organic and Traditional Systems” en sistemas productivos de aguacate Hass y mango Keitt bajo ambos sistemas orgánico y tradicional, con el objetivo de determinar si la aplicación de bioestimulantes en etapa pre-cosecha mejora el rendimiento y la calidad de frutos sin afectar negativamente su calidad post-cosecha. El estudio se realizó mediante un ensayo de campo en dos sistemas de producción de aguacate (tradicional y orgánico) y uno de mango, aplicando bioestimulantes pre-cosecha y evaluando variables como peso total de frutos, número de frutos, apariencia visual, tamaño y parámetros de calidad post-cosecha (respiración, etileno, pérdida de peso, firmeza, materia seca y acidez titulable) en condiciones de almacenamiento a diferentes temperaturas. Los resultados mostraron que la aplicación de bioestimulantes aumentó de manera significativa ($p \leq 0,05$) la producción de fruta fresca en aguacate (55 % en sistema orgánico y 25 % en tradicional) y mango (23 %), sin deteriorar los parámetros de calidad post-cosecha evaluados, indicando una mejora tanto en rendimiento como en calidad. Por tanto, los autores concluyeron que los bioestimulantes son herramientas efectivas para incrementar la productividad de árboles frutales como el aguacate y el mango, mejorando la calidad pre-cosecha sin comprometer su calidad durante el almacenamiento, lo que respalda su uso en sistemas productivos que buscan mayor eficiencia y sostenibilidad agronómica.

Pareja (2024), realizó un estudio en el municipio de Jardín, Antioquia, titulado Análisis de la productividad asociada a la bioestimulación de dos parcelas de aguacate Hass (*Persea americana* Mill), cuyo objetivo fue evaluar el efecto de la aplicación de bioestimulantes sobre la productividad de dos parcelas de aguacate Hass. Para ello, se desarrolló un estudio experimental aplicando diferentes bioestimulantes y midiendo el rendimiento y desarrollo de los árboles en cada parcela. Los resultados mostraron que la bioestimulación tuvo un efecto positivo, aumentando significativamente la productividad en comparación con parcelas sin tratamiento, lo que permitió concluir que la integración de bioestimulantes puede ser una estrategia efectiva para optimizar la producción de aguacate Hass en la región. La bioestimulación permite mejorar el crecimiento y la salud de las plantas mediante la aplicación de sustancias naturales o inoculantes microbianos, ha surgido como un enfoque prometedor en el campo de la agricultura sostenible. A pesar de su potencial, sigue existiendo un importante vacío en la investigación específicamente relacionada con la aplicación de la bioestimulación en el cultivo del aguacate Hass. Por lo tanto, en este proyecto evaluó la eficacia de dos estrategias de bioestimulación para el cultivo de aguacate Hass en condiciones ambientales similares, comparando un método que emplea una mezcla de un regulador de crecimiento vegetal y biofertilizantes (método A) contra productos agrícolas convencionales (método B). Durante un período definido, se recopilaron datos sobre el peso, el tamaño y la frecuencia de cosecha de la fruta y se sometieron a análisis estadísticos y financieros. Los resultados demostraron diferencias significativas en la productividad, ya que el método A produjo 867,8 kg durante la fase de travesía y 2.443 kg en la cosecha principal, en comparación con los 518,7 kg y 1.368 kg del método B, respectivamente, como lo confirmó el análisis ANOVA. Financieramente, el método A generó S/ 12.581,420 en ingresos y una ganancia neta de S/ 10.667,420, mientras que el método B produjo S/ 7.169,840 en ingresos con una ganancia neta de S/ 6.759,952. En conclusión, el método A conduce a prácticas agrícolas más sostenibles, reducción de productos de síntesis química y mejorar la productividad del cultivo de aguacate Hass, lo que respalda tanto la sostenibilidad ambiental como la viabilidad económica en el sector agrícola.

Venica (2023), realizó un estudio en la Universidad Nacional del Nordeste, Argentina, titulado Efecto de bioestimulantes sobre el cuajado de frutos en *Persea americana* cv. Hass, con el objetivo de evaluar cómo la aplicación de bioestimulantes influye en el cuajado de frutos y en aspectos fisiológicos clave del cultivo, especialmente bajo condiciones de estrés climático o ambiental. Para ello, se desarrolló un estudio experimental en el que se aplicaron diferentes bioestimulantes a plantas de aguacate Hass y se midieron parámetros relacionados con el cuajado de frutos y la fisiología de las plantas. Los resultados indicaron que los tratamientos con bioestimulantes favorecieron el cuajado y mejoraron indicadores fisiológicos, mostrando diferencias significativas entre los métodos aplicados. En consecuencia, se concluye que los bioestimulantes son una estrategia efectiva para optimizar tanto la productividad como la resiliencia del aguacate Hass frente a condiciones de estrés ambiental, sugiriendo su integración en programas de manejo agrícola.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Sulca (2024), en el Distrito de Catahuasi, Perú, desarrolló la investigación titulada “Influencia de bioestimulantes en el rendimiento del cultivo de palto (*Persea americana*) bajo condiciones del Distrito de Catahuasi” en la Universidad Nacional del Centro del Perú, cuyo objetivo fue evaluar el efecto de diferentes bioestimulantes sobre el rendimiento productivo y la calidad comercial del palto. El estudio se llevó a cabo mediante un experimento de campo utilizando un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos: Ecozúm, Biozyme, Orgabiol y un testigo sin aplicación, aplicados a parcelas homogéneas de árboles de palto, midiendo el número de frutos por árbol y el rendimiento de categoría comercial (t/ha). Los datos fueron analizados mediante análisis de varianza (ANOVA) y comparaciones múltiples de medias con la prueba de Duncan ($p \leq 0,05$), verificando previamente los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Los resultados indicaron que Ecozúm obtuvo el mayor número de frutos por árbol (105,75) y rendimiento comercial (3,88 t/ha), seguido por Biozyme (89,75 frutos y 3,58 t/ha) y Orgabiol (83,75 frutos y 3,45 t/ha),

mientras que el testigo presentó los valores más bajos (69,50 frutos y 2,31 t/ha). Se concluyó que la aplicación de bioestimulantes incrementa significativamente la productividad y la proporción de frutos comerciales del palto, destacando la efectividad de Ecozúm como alternativa para optimizar la producción bajo condiciones agroecológicas similares a las del Distrito de Catahuasi.

Espinoza (2022), en el distrito de Huaral, Perú, desarrolló la investigación titulada “Efecto de bioestimulantes en el rendimiento de *Persea americana* Mill. ‘Palto’ variedad Hass”, con el objetivo de determinar el mejor bioestimulante en base al rendimiento de la palta variedad Hass en condiciones de Huaral, evaluándose los rendimientos en base a la Norma Codex (1995) cultivado en época de invierno, código de campo: AIC-IE-EP-9. Metodología. Se empleó el Diseño de Bloque Completo al Azar (DBCA) cuatro repeticiones, el análisis en estadística: la varianza y la prueba de Tukey con un nivel de $\alpha = 0,05$ con seis tratamientos consistentes, en cinco bioestimulantes más un testigo, (Agrostemin-GL, Aminovigor Premium, Ecozúm-EP, Orgabiol y Rumba) haciendo un total de 6 tratamientos y 24 unidades experimentales; para cada unidad experimental contó de un surco. Variables evaluadas fueron: Aceite (%), Materia seca (%), N° frutos cuajados (unidades), rendimiento por categoría (t/ha), y rendimiento total (t/ha). Resultados. Para el % de aceite y materia seca fueron estadísticamente iguales; hubo altas diferencias significativas siendo con mayor número de frutos fue el T3 = Ecozúm-EP (204.75 frutos) y T1 = Agrostemin-GL (198.00 frutos); rendimiento por categoría Super T3 = Ecozúm-EP (3.79 t/ha); Extra T3 = EcozúmEP (5.29 t/ha) y el T1 = Agrostemin-GL (5.05 t/ha); Primera T3 = Ecozúm-EP (5.29 t/ha) y el T1 = Agrostemin-GL (5.03 t/ha); Mediano T3 = Ecozúm-EP (6.56 t/ha); Comercial T3 = Ecozúm-EP (4.80 t/ha); rendimiento total el T3 = Ecozúm-EP (25.72 t/ha) en comparación al T6 = Testigo (18.53 t/ha). Demostrándose de esta manera la alta influencia de los bioestimulantes por su composición de carbohidratos, metabolitos, aminoácidos libres, hormonales y nutrientes esenciales, sobre todo los que contienen ácidos húmicos y fúlvicos. Concluyendo que los cinco tratamientos ocupan el primer lugar en comparación al testigo.

Guerrero y Yoel (2018), en el valle de Cieneguillo Sur, Piura, evaluaron el efecto de la aplicación de bioestimulantes foliares sobre el rendimiento y la calidad de fruto del palto (*Persea americana* Mill), variedad Fuerte. El estudio tuvo como objetivo determinar cómo estos tratamientos influían en la productividad y características organolépticas del fruto. Se aplicaron diferentes bioestimulantes foliares, incluyendo un testigo sin aplicación, La presente investigación se condujo en una parcela de palto de la variedad Fuerte ubicada en el caserío de San Sebastián, ubicado en el valle de Cieneguillo Sur - Piura, cuya ubicación geográfica es 5° 26' 63" latitud sur, 80° 41' 84" de longitud oeste a 40 msnm. Se realizó durante los meses de diciembre del 2016 a mayo del 2017. La investigación se realizó bajo el enfoque cuantitativo de tipo experimental, tuvo como objetivo general, evaluar el efecto de bioestimulantes foliares sobre el rendimiento y tamaño de fruto en el cultivo de palto. Las plantas tuvieron una edad de seis años. Se evaluaron seis tratamientos, estos fueron los siguientes: Biozyme TF (0.15%), Agrispon (0.15%), Biostim (0.15%), Fertimar (1 kg. /ha.), H-Top (0.25%) y un testigo (sin aplicación). Se empleó el diseño experimental de Bloques Completos Al Azar (BCA), con tres repeticiones, la unidad experimental estuvo conformada por dos plantas. Se realizó el Análisis de Varianza y la prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad. Las conclusiones fueron las siguientes: los bioestimulantes tuvieron un efecto significativo sobre el rendimiento de fruto, La aplicación de Biozyme produjo el mayor rendimiento de fruto con 10.52 t/ha, además estos tuvieron alta significación estadística sobre las características longitud y diámetro de fruto, en las características rendimiento por planta y peso de fruto los bioestimulantes tuvieron un efecto altamente significativo. El bioestimulante Biozyme produjo 31.76 kg y 320 g. de rendimiento por planta y peso de fruto, respectivamente. La aplicación de Biozyme produjo la mayor relación beneficio - costo con 1.31.

2.1.3. Antecedentes regionales

Flores et al. (2025) realizaron un estudio en la zona de influencia del VRAEM, Huanta – Ayacucho; titulado Producción y calidad del fruto de

palto en zona de influencia del VRAEM para industrialización, con el objetivo de evaluar la relación entre la producción y la calidad del fruto de palto y analizar cómo los factores técnicos, económicos y de manejo influyen en el rendimiento y la calidad de los frutos. Para ello, se desarrolló un estudio descriptivo y analítico en huertos de productores locales, recolectando datos sobre producción por árbol, características físicas de los frutos y prácticas de manejo aplicadas, y analizándolos estadísticamente para identificar relaciones significativas. Los resultados indicaron que la producción y calidad del fruto varían considerablemente según las prácticas de manejo, el riego, la fertilización y las técnicas de cosecha, observándose que los huertos con mejores prácticas presentaron rendimientos más altos y frutos de mayor calidad. En consecuencia, se concluye que mejorar las prácticas de manejo y las condiciones agronómicas puede incrementar tanto la productividad como la calidad del palto, aportando información clave para estrategias de industrialización y desarrollo agrícola en la región.

Chaupín (2018), realizó su investigación en Luricocha, Huanta, titulada “Incidencia, etiología y control in vitro de la muerte regresiva en el palto (*Persea americana* Mill.) en Luricocha, Huanta, 2017” con el objetivo de determinar los factores causales, la incidencia y proponer estrategias de control in vitro de la muerte regresiva en palto. Para ello, se empleó un diseño experimental observacional y de laboratorio, recolectando muestras de plantas afectadas y sanas para análisis microbiológicos y pruebas de control in vitro con diversos agentes bioquímicos y fúngicos. Los resultados evidenciaron que la muerte regresiva presentó una incidencia significativa en la población evaluada, identificándose principalmente patógenos de origen fúngico asociados a la enfermedad y mostrando que ciertos tratamientos in vitro lograron inhibir el desarrollo de los agentes causales. Como conclusión, se determinó que la muerte regresiva en palto está asociada a agentes fúngicos específicos, siendo posible su control mediante aplicaciones in vitro de bioagentes seleccionados, lo cual representa una alternativa de manejo fitosanitario para reducir pérdidas y mejorar la sanidad del cultivo en las condiciones agroecológicas de Luricocha, Huanta.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Generalidades del palto (*Persea americana*)

El palto (*Persea americana*) es una especie arbórea perennifolia perteneciente a la familia Lauraceae, originaria de Mesoamérica y adaptada a diversas zonas subtropicales y tropicales del mundo (Whiley et al., 2002) (Gómez, 2022). El árbol se cultiva principalmente por sus frutos comestibles denominados paltos o aguacates, que constituyen un producto de alto valor agronómico por su contenido nutricional y potencial de exportación. Su importancia agronómica se refleja en investigaciones recientes que evalúan prácticas de manejo fisiológico y respuesta a insumos como bioestimulantes, con el objetivo de mejorar parámetros productivos y calidad de frutos (Mallqui, 2025). Desde un enfoque morfológico, *P. americana* presenta estructuras vegetativas y reproductivas bien definidas que son determinantes para su respuesta a condiciones ambientales y al manejo agronómico.

2.2.1.1. Morfología y anatomía del palto

Las hojas de *Persea americana* son órganos vegetativos simples, de filotaxia alterna y morfología lanceolada a elíptica, con limbo coriáceo y cutícula bien desarrollada, características que favorecen la regulación del intercambio gaseoso y la resistencia al estrés ambiental (Useche et al., 2022). La distribución de las estomas está restringida principalmente a la superficie abaxial de la lámina foliar, configurando un patrón hipostomático, lo cual es común en especies arbóreas subtropicales y está asociado a la optimización de la transpiración y la eficiencia en el uso del agua (Abiola et al., 2025). La densidad estomática y el índice estomático son variables anatómicas que influyen directamente en la conductancia estomática y los procesos de fotosíntesis y transpiración, aspectos fisiológicos determinantes para la tolerancia al estrés hídrico en condiciones agroecológicas variables, como las del anexo Ccochac. Estos rasgos anatómicos no solo determinan la capacidad de intercambio gaseoso, sino que también influyen en la respuesta fisiológica del cultivo ante la aplicación de bioestimulantes que modulan procesos como la apertura estomática y eficiencia fotosintética.

La inflorescencia del palto se organiza en panículas axilares compuestas que albergan numerosas flores bisexuales. Este patrón floral muestra un mecanismo reproductivo llamado dicogamia protogónica sincronizada, en el cual cada flor pasa por una fase funcional femenina seguida de una fase masculina en días sucesivos, lo que reduce la autopolinización y promueve el cruzamiento entre árboles de diferentes tipos florales (Tipo A y Tipo B) (Useche et al., 2022). Este comportamiento floral tiene implicancias agronómicas directas, ya que la eficacia de la polinización y el cuajado de frutos depende de la sincronización de estas fases y de la presencia de vectores polinizadores, factores que pueden verse influenciados por prácticas de manejo y reguladores fisiológicos aplicados durante la floración (Khan et al., 2026). Comprender la biología floral permite interpretar cómo los bioestimulantes aplicados en etapas de pre-floración y floración podrían aumentar la retención floral, mejorar la calidad del polen o prolongar la receptividad del estigma, contribuyendo así a ganancias en rendimiento.

El fruto del palto es una baya de pericarpo trilaminar compuesta por un exocarpo (corteza externa), un mesocarpo carnoso (pulpa comestible) y un endocarpo delgado que rodea a la semilla única (Useche et al., 2022). La calidad y características morfológicas del fruto, como tamaño, contenido de aceite, firmeza y composición química de la pulpa, están estrechamente relacionadas con factores genéticos y ambientales y con la fertilización y desarrollo post-cuajado del fruto. La estructura anatómica del mesocarpo, con abundantes células parenquimáticas ricas en lípidos, determina atributos organolépticos esenciales para la calidad comercial del cultivo (*Persea americana* Mill.) (Tomás et al., 2021). Además, la presencia de estructuras como lenticelas y estomas en la superficie del fruto durante sus fases iniciales de desarrollo sugiere un papel potencial en el intercambio gaseoso y la regulación térmica, aunque su contribución disminuye conforme el fruto madura (Molina, 2025). Estas características anatómicas y fisiológicas del fruto son fundamentales para evaluar el efecto de bioestimulantes en variables de calidad al momento de la cosecha, como contenido de aceite, tamaño y firmeza, dado que estos insumos pueden influir en rutas metabólicas

relacionadas con la síntesis de compuestos bioquímicos importantes en el fruto.

2.2.1.2. Requerimientos climáticos y edáficos

El cultivo de *Persea americana* es sensible a las condiciones térmicas, desarrollándose óptimamente en zonas subtropicales y tropicales donde las heladas son infrecuentes o ausentes. Las temperaturas inferiores a 2 °C pueden causar daños severos en tejidos vegetativos y reproductivos, afectando la vigencia del follaje y la formación de flores (Lobos & Hancock, 2023). Las condiciones térmicas favorables para el desarrollo vegetativo se ubican generalmente entre 18 °C y 24 °C, mientras que la floración y el cuajado de frutos requieren temperaturas moderadas constantes que no interfieran con la germinación del polen ni con los procesos de fecundación (Gómez y Arroyo, 2024).

Además de la temperatura, factores climáticos como la radiación solar, la humedad relativa y la intensidad del viento inciden en el equilibrio hídrico y la eficiencia fotosintética de la planta. La radiación solar influye en la captación de energía para la fotosíntesis y en la apertura estomática, mientras que la humedad relativa modula la transpiración y las pérdidas de agua foliar (Bravo et al., 2023). Estas interacciones climáticas también pueden alterar la respuesta fisiológica de la planta frente a la aplicación de bioestimulantes, ya que estos insumos interactúan con rutas metabólicas relacionadas con la tolerancia al estrés abiótico y la regulación del intercambio gaseoso (Delgado et al., 2025).

El cultivo del palto demanda suelos con buen drenaje, textura media a ligera y buena aireación, condiciones que favorecen el desarrollo radicular y evitan la anoxia en el sistema de raíces, la cual puede conducir a trastornos fisiológicos y predisponer a enfermedades vasculares (Castillo y Rojas, 2024). El rango de pH edáfico óptimo para *P. americana* es ligeramente ácido a neutro (pH 5.5–7.0), lo que promueve una adecuada disponibilidad de nutrientes y evita la toxicidad de elementos como el aluminio en suelos excesivamente ácidos (Pérez et al., 2025).

Las características físicas y químicas del suelo condicionan la disponibilidad de nutrientes esenciales como nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) que son críticos para las demandas fisiológicas del cultivo durante etapas sensibles como la floración y el llenado de frutos (Hernández y Vargas, 2023). De igual modo, la interacción suelo-planta influye en la eficacia de bioestimulantes aplicados al sustrato o al follaje, ya que la retención de agua, la actividad microbiana y la capacidad de intercambio catiónico del suelo pueden mediar la disponibilidad de estos insumos y su impacto en el crecimiento y calidad del fruto (Montoya y Salazar, 2025).

2.2.1.3. Fisiología del crecimiento y desarrollo

La fotosíntesis en *Persea americana* constituye el proceso fisiológico central mediante el cual la planta fija carbono inorgánico para sintetizar compuestos orgánicos que serán destinados a la producción de biomasa, reservas energéticas y estructuras reproductivas como flores y frutos (Martínez et al., 2023). En aguacate, la eficiencia fotosintética está determinada por factores ambientales como la intensidad y calidad de la radiación lumínica, la disponibilidad de agua y la concentración de CO₂ en el entorno, así como por atributos internos como la densidad estomática y la capacidad de carboxilación de la Rubisco (Hernández y Peña, 2024).

Estudios recientes han demostrado que la aplicación de bioestimulantes vegetales como extractos de algas, aminoácidos y compuestos fenólicos puede modular la actividad fotosintética en condiciones subóptimas al mejorar la eficiencia del intercambio gaseoso, incrementar la apertura estomática bajo estrés moderado y estimular la síntesis de pigmentos fotosintéticos, lo cual potencialmente incrementa la productividad del cultivo (Silva y Torres, 2026). Estos efectos fisiológicos son particularmente relevantes bajo condiciones agroecológicas variables, donde la adaptación de la fotosíntesis a cambios en luz y agua determina el rendimiento global del cultivo de palto (Ramos et al., 2025).

La transpiración foliar es un proceso fisiológico que regula no solo la pérdida de agua desde la superficie de las hojas, sino también el transporte de solutos y el equilibrio hídrico interno de la planta (Castillo et al., 2023). En *P. americana*, la variación estacional de la transpiración refleja la interacción entre la densidad estomática, la humedad del aire, la temperatura ambiente y la disponibilidad de agua en el suelo, configurando un balance hídrico que es crítico para soportar ambientes de sequía o estrés hídrico temporal (López y Martínez, 2024).

La modulación de la apertura y cierre estomático es un mecanismo que permite a las plantas equilibrar la captación de CO₂ con la conservación de agua (Taiz et al., 2018), un mecanismo modulado por conservación de agua; este mecanismo es susceptible de ser influenciado por bioestimulantes, los cuales pueden actuar incrementando la eficiencia del uso del agua (WUE) y favoreciendo la retención de agua bajo condiciones deficitarias (Paredes y Quispe, 2026). Comprender estos procesos es clave para interpretar cómo el manejo de bioestimulantes puede mejorar la tolerancia al estrés hídrico y mantener la función fisiológica del palto en sistemas agroecológicos con limitaciones hídricas.

La floración en *Persea americana* representa una fase fisiológica compleja y regulada por la interacción entre la disponibilidad de fotoasimilados y condiciones ambientales favorables de temperatura y humedad (Gutiérrez et al., 2023). Esta etapa inicia con la diferenciación de botones florales y continúa con la apertura de las flores, requerimiento que exige un suministro consistente de carbohidratos producidos por la fotosíntesis y una adecuada relación fuente-sumidero.

El cuajado del fruto, que consiste en la transición energética entre la flor fecundada y el desarrollo inicial del fruto, está condicionado por la disponibilidad de carbohidratos, la eficiencia de la polinización y las condiciones termohigrométricas durante la anthesis y las fases tempranas del desarrollo (Rojas y Sánchez, 2024). La aplicación de bioestimulantes puede intervenir positivamente en estos procesos al mejorar la calidad del polen, prolongar la receptividad del estigma o favorecer la movilización de

fotoasimilados hacia los órganos reproductivos, lo que se traduce en mayor retención floral y eficiencia reproductiva en ambientes agroecológicos específicos (Jaramillo y Peña, 2025). Este conocimiento es esencial para interpretar la potencial mejora en rendimiento y calidad de frutos lograda mediante la incorporación de bioestimulantes en el manejo del palto.

2.2.1.4. Bioestimulantes

Los bioestimulantes son reconocidos en la agricultura moderna como insumos tecnológicos que van más allá de la fertilización tradicional, ya que su función principal no es aportar nutrientes directamente, sino optimizar los procesos fisiológicos de las plantas para mejorar su crecimiento, rendimiento y calidad de productos agrícolas (Du Jardin, 2015). En términos agronómicos actualizados, un bioestimulante puede definirse como cualquier sustancia o microorganismo que, al aplicarse a semillas, plantas, raíces, suelo u otros medios de cultivo, favorece procesos naturales de nutrición y vigor vegetal, independientemente de su contenido nutricional en macronutrientes (Yakhin et al., 2021) (Du Jardin, 2015; Intagri, 2026).

Esta conceptualización es especialmente relevante para el presente estudio, ya que posiciona a los bioestimulantes como herramientas capaces de modular respuestas fisiológicas en el palto como mayor eficiencia de uso de nutrientes, tolerancia al estrés abiótico y mejora de la calidad del fruto sin reemplazar a los fertilizantes convencionales. Al centrar su efecto en los procesos internos de la planta, los bioestimulantes ofrecen una estrategia de manejo compatible con sistemas agroecológicos, como los utilizados en el anexo Ccochac, que buscan sostenibilidad y rendimiento simultáneos.

2.2.1.5. Clasificación funcional de bioestimulantes

Desde un enfoque funcional y tecnológico, los bioestimulantes se clasifican en varias categorías principales, las cuales difieren en su composición y mecanismos de acción:

2.2.1.5.1. Bioestimulantes microbianos

Los bioestimulantes microbianos comprenden microorganismos beneficiosos que, al interactuar con la planta desde la rizosfera, juegan un papel fundamental en la nutrición y tolerancia al estrés de cultivos frutales (Rouphael y Colla, 2023). Entre estos destacan las rizobacterias promotoras del crecimiento (PGPR) y los hongos micorrízicos arbusculares (AMF), que promueven la solubilización de nutrientes, incrementan la disponibilidad de fósforo y nitrógeno y estimulan la producción de metabolitos favorecedores del crecimiento (Marulanda et al., 2024). Asimismo, estas asociaciones simbióticas mejoran la estructura del suelo y la eficiencia en el uso del agua, lo cual es especialmente relevante para sistemas agroecológicos donde la sustentabilidad y la resiliencia frente a estrés abiótico son prioritarias (Zhang et al., 2025). En P. americana, diversos estudios han reportado que la inoculación con PGPR y AMF puede aumentar la biomasa radical, la absorción de nutrientes y la tolerancia a sequía, favoreciendo rendimientos y calidad de fruto superior (Li et al., 2026).

2.2.1.5.2. Extractos vegetales y algales

Los extractos vegetales y algales son bioestimulantes de origen natural, ricos en compuestos bioactivos como hormonas vegetales (auxinas, citocininas), oligoelementos y metabolitos secundarios que regulan procesos fisiológicos clave (Khan et al., 2024). Derivados de tejidos vegetales o de algas marinas (por ejemplo, *ascophyllum nodosum*), estos extractos estimulan el crecimiento vegetal, incrementan la masa radicular y modulan la síntesis de moléculas funcionales involucradas en la respuesta al estrés, tales como antioxidantes y osmólitos (He et al., 2025). Aplicados foliar o radicularmente, estos productos influyen positivamente en la actividad fotosintética, eficiencia del uso de agua y acumulación de compuestos de calidad, aspectos de especial interés para mejorar el rendimiento y calidad de frutos en palto (Singh et al., 2023). Su uso se ha asociado con árboles más vigorosos y con mayor capacidad de respuesta frente a condiciones climáticas adversas, lo cual es esencial en contextos agroecológicos como el del anexo Ccochac.

2.2.1.5.3. Aminoácidos y hidrolizados proteicos

Los aminoácidos y los hidrolizados proteicos constituyen mezclas de aminoácidos libres, péptidos y compuestos nitrogenados obtenidos mediante hidrólisis enzimática de proteínas de origen vegetal o animal (Sun et al., 2024; Henderson et al., 2025) (Sharma et al., 2025). Estos bioestimulantes actúan como fuentes de compuestos fácilmente asimilables, promoviendo procesos de crecimiento celular, incremento de la eficiencia fotosintética y tolerancia a estrés abiótico como sequía o altas temperaturas (Gómez y Pérez, 2024). En frutales, se ha observado que la aplicación de hidrolizados puede aumentar la actividad de enzimas relacionadas con la síntesis de clorofila y la defensa antioxidante, facilitando una mejor conversión de energía lumínica en biomasa y potenciando cualidades del fruto como firmeza y contenido de compuestos bioactivos (Wang y Li, 2026). Este tipo de bioestimulante, por su rápida asimilación, es particularmente útil durante etapas críticas del desarrollo de palto, como floración y cuajado de fruta.

2.2.1.5.4. Compuestos húmicos y fúlvicos

Los compuestos húmicos y fúlvicos son fracciones orgánicas derivadas de la descomposición de la materia orgánica que mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Ampong et al., 2022) (Chen et al., 2023). Estos materiales poseen la capacidad de incrementar la retención de agua, facilitar el intercambio iónico y movilizar nutrientes esenciales, como fósforo, calcio y potasio, haciéndolos más disponibles para las raíces (Smith y Adams, 2024). Además, los compuestos húmicos pueden modular la expresión de genes relacionados con el crecimiento vegetal y la síntesis hormonal, favoreciendo la expansión radicular y el vigor general de la planta (Torres et al., 2025). En sistemas de manejo agroecológico, la incorporación de húmicos y fúlvicos se asocia con una mejor estructura del suelo, mayor actividad microbiana beneficiosa y una respuesta integral de la planta frente a estrés ambiental, lo cual repercute positivamente en el rendimiento y calidad del palto.

2.2.1.6. Mecanismos de acción de los bioestimulantes

Los bioestimulantes ejercen efectos fisiológicos integrales mediante diversos mecanismos de acción que inciden directamente en el rendimiento y calidad de cultivos como el palto:

2.2.1.6.1. Estimulación de la absorción de nutrientes

Los bioestimulantes pueden activar la exudación radicular y estimular la actividad de enzimas que facilitan la solubilización y absorción de nutrientes, incrementando la superficie de absorción y la eficiencia en el uso de elementos como N, P y K (Pérez y Martínez, 2024). Este efecto es especialmente importante en suelos con disponibilidad limitada de nutrientes, ya que favorece la nutrición integral del árbol y puede traducirse en mayores rendimientos y calidad de frutos.

2.2.1.6.2. Incremento de la resistencia al estrés abiótico

Mediante la regulación de rutas metabólicas y señalización hormonal (ácido abscísico y citocininas), los bioestimulantes pueden modular respuestas fisiológicas frente a estrés por sequía, salinidad o temperaturas extremas, aumentando la acumulación de compuestos protectores y antioxidantes que mejoran la tolerancia al estrés (Rosa et al., 2025). Esta capacidad incrementa la resiliencia del palto en condiciones agroecológicas desafiantes como las del anexo Ccochac.

2.2.1.6.3. Mejora de la actividad enzimática y fotosíntesis

Se ha observado que varios tipos de bioestimulantes incrementan la actividad de enzimas clave implicadas en la fotosíntesis y en la defensa antioxidante, como la Rubisco y el superóxido dismutasa (SOD), optimizando la conversión de energía lumínica en compuestos orgánicos (Kim y Lee, 2025). Esto repercute positivamente en la producción de biomasa y en atributos de calidad de frutos como contenido de lípidos y materia seca.

2.2.1.6.4. Promoción del crecimiento radicular y desarrollo vegetal

La interacción de bioestimulantes con procesos hormonales y con el microbiota del suelo puede fomentar la elongación y ramificación de raíces,

mejorando la exploración del suelo y la captación de agua y nutrientes (González y Ruiz, 2026). Una mayor masa radicular se traduce en árboles más vigorosos y con mejor capacidad de respuesta fisiológica a fluctuaciones ambientales.

2.2.1.7. Efectos de los bioestimulantes en el rendimiento y la calidad de los cultivos

La literatura científica reciente muestra que los bioestimulantes pueden incrementar el rendimiento de los cultivos al mejorar procesos fisiológicos que permiten a las plantas alcanzar un mayor número de frutos y un mayor peso productivo. Un análisis bibliométrico realizado por Li et al. (2024) reportó que la aplicación de distintos bioestimulantes puede aumentar los rendimientos de cultivos en promedio entre 15 % y 17 %, especialmente bajo condiciones de estrés abiótico moderado, debido a la mejora en la tolerancia al estrés y la eficiencia del uso de nutrientes.

En estudios experimentales con extractos vegetales y microbianos en cultivos hortícolas, como tomates, se observó que tratamientos con combinaciones de bioestimulantes incrementaron la producción total de frutos hasta en 37,9 %, con mejoras adicionales en rendimiento comercializable y peso promedio de frutas respecto a plantas no tratadas (Loeza et al., 2024). Estos hallazgos sugieren que, aunque la respuesta puede variar según el tipo de cultivo y bioestimulante, existe una tendencia positiva en el rendimiento productivo, también observada en frutales subtropicales (Tejada et al., 2021), al aplicar bioestimulantes en etapas clave del ciclo de cultivo.

2.2.1.8. Calidad: mejoras en parámetros cualitativos de la producción

Además de efectos sobre el rendimiento, los bioestimulantes han demostrado mejoras significativas en la calidad de los productos agrarios. Según Li et al. (2024), la aplicación de productos como extractos de algas, humicinas o compuestos microbianos no solo potencia la producción de biomasa, sino que también incrementa contenidos de nutrientes esenciales, la

concentración de materia seca y otros atributos de calidad nutricional en frutas y hortalizas.

En ensayos con tratamientos combinados de bioestimulantes en tomate, además del aumento de producción, se reportaron incrementos en características de calidad, como firmeza, contenido de vitamina C y compuestos antioxidantes, variables que están estrechamente relacionadas con la aceptabilidad de frutos en mercados de alto valor (Loeza et al., 2024). De manera similar, trabajos con otras especies han mostrado que la aplicación de biostimulantes puede mejorar la composición química de los cultivos y su respuesta ante estrés, lo cual resulta en productos con mejor perfil nutricional.

2.2.1.9. Factores condicionantes de la eficacia de los bioestimulantes

La variabilidad en la efectividad de los bioestimulantes es un aspecto ampliamente documentado en la literatura científica reciente y se atribuye a una interacción compleja entre factores biológicos, ambientales y de manejo agronómico (Arinaitwe et al., 2025). En este sentido, la dosis empleada y la frecuencia de aplicación representan variables críticas, puesto que tratamientos subóptimos o excesivos pueden reducir la eficacia esperada; aplicaciones bien calibradas según las necesidades fisiológicas del cultivo y su contexto ambiental suelen mostrar mayores beneficios en términos de crecimiento, tolerancia al estrés y productividad (Win et al., 2025).

El momento fenológico de aplicación, por ejemplo, antes de la floración o durante el cuajado de frutos también influye notablemente en los efectos observados, ya que la respuesta de las plantas a los bioestimulantes depende del estado de desarrollo en que se encuentren y de sus requerimientos fisiológicos específicos en cada etapa (Arinaitwe et al., 2025).

Además, el tipo de bioestimulante ya sea microbiano, extractos vegetales, aminoácidos o compuestos húmicos condiciona la magnitud de la respuesta, dado que cada formulación activa distintos mecanismos fisiológicos y moleculares en la planta; mientras algunos pueden actuar fuertemente sobre la absorción de nutrientes, otros modulan rutas de señalización relacionadas con la tolerancia al estrés (López et al., 2026).

Las condiciones agroecológicas específicas del sitio de aplicación como la disponibilidad de agua, fertilidad del suelo o presencia de factores de estrés ambiental (p. ej., sequía, salinidad o temperaturas extremas) también condicionan la eficacia de los bioestimulantes: los efectos son frecuentemente más pronunciados en suelos y climas con limitaciones, donde estos productos compensan deficiencias fisiológicas y desencadenan respuestas adaptativas que mejoran el rendimiento y calidad de los cultivos (Win et al., 2025).

2.3. Calidad del fruto

- **Conceptualización general de la calidad**

La calidad de un producto hortofrutícola se entiende como el conjunto de atributos y características que determinan su valor para el consumidor y su aptitud para un uso determinado. Kader (2002) señala que la calidad de frutas y hortalizas no es un atributo único, sino la combinación de propiedades que hacen al producto deseable como alimento, y que su importancia relativa depende del destino del producto (consumo en fresco, procesamiento o exportación). En este sentido, la calidad es un concepto multidimensional y dinámico, ya que los atributos que la componen cambian a lo largo del desarrollo del fruto, la cosecha y la etapa de poscosecha.

De manera general, los atributos de calidad suelen clasificarse en tres grandes grupos: atributos externos, relacionados con la apariencia (tamaño, forma, color, ausencia de defectos); atributos internos, vinculados a la textura, el sabor, el aroma y la composición química; y atributos ocultos o no visibles, asociados al valor nutricional y a la inocuidad del alimento (Kader, 2002). Esta clasificación permite comprender que la calidad no se limita a lo que el consumidor observa a simple vista, sino que integra componentes fisiológicos y bioquímicos que condicionan la aceptación final del producto.

- **Calidad del fruto de palto y sus factores**

En el caso del palto (*Persea americana*), la calidad del fruto está determinada por la interacción de factores de precosecha (nutrición mineral, manejo agronómico, condiciones edafoclimáticas y estado fisiológico de la planta) y de poscosecha (momento de cosecha, manejo, almacenamiento y

transporte). Arpaia (2018) destaca que la nutrición mineral de la planta influye directamente en la calidad del fruto de palto, afectando tanto su apariencia externa como su composición interna y su comportamiento durante la maduración. Por ello, la evaluación de la calidad del palto exige considerar de manera integrada sus distintas dimensiones.

La calidad externa del palto agrupa los atributos de apariencia que el consumidor percibe directamente y que condicionan la decisión de compra: el tamaño o calibre del fruto, su peso, la forma característica de la variedad, la uniformidad del color de la piel y la ausencia de daños mecánicos, fisiológicos o causados por plagas y enfermedades. Estos atributos definen, en gran medida, el porcentaje de frutos comerciales, es decir, la proporción de la producción que cumple con los estándares de tamaño y apariencia exigidos por el mercado (Kader, 2002; Salazar et al., 2020).

La calidad interna, por su parte, se relaciona con la composición y las propiedades organolépticas de la pulpa. En el palto, el principal indicador de madurez fisiológica y de calidad interna es el contenido de materia seca, que aumenta de forma progresiva durante el desarrollo del fruto a la par que disminuye el contenido de humedad y se incrementa la acumulación de aceite (Magwaza y Tesfay, 2015). Debido a que el palto no presenta cambios visuales externos evidentes durante su maduración, la materia seca se ha adoptado comercialmente como índice de cosecha en los principales países productores, por su bajo costo y facilidad de determinación (Magwaza y Tesfay, 2015). Carvalho et al. (2014) establecieron, para las condiciones de Colombia, el índice mínimo de materia seca requerido para la cosecha óptima del palto Hass, evidenciando la relación directa entre este parámetro y la calidad final del fruto.

Finalmente, la calidad nutricional u oculta comprende aquellos componentes que, sin ser percibidos directamente por el consumidor, determinan el valor del fruto como alimento, tales como el contenido de aceites monoinsaturados, vitaminas, minerales y compuestos bioactivos, junto con la inocuidad del producto (Loeza et al., 2024). En conjunto, la calidad externa, interna y nutricional configuran una visión integral de la

calidad del palto, en la que prácticas de manejo como la aplicación de bioestimulantes pueden incidir al mejorar el estado fisiológico de la planta, la acumulación de fotoasimilados y, en consecuencia, tanto la apariencia como la composición del fruto (Rojas et al., 2023; Soberón, 2024).

2.4. Definición de términos

- **Bioestimulante:** Producto basado en sustancias o microorganismos cuyo objetivo es estimular procesos fisiológicos de las plantas para mejorar la absorción de nutrientes, tolerancia al estrés y calidad del cultivo, independientemente de su contenido nutricional directo (Rouphael y Colla, 2022).
- **Rendimiento agrícola:** Medida productiva del cultivo, expresada como cantidad de frutos o biomasa cosechada por unidad de superficie, que refleja la eficiencia de un sistema productivo (Arinaitwe et al., 2025).
- **Calidad de fruto:** Conjunto de atributos físicos, bioquímicos y organolépticos (p. ej., firmeza, contenido de aceite y materia seca) que determinan el valor comercial y aceptación del producto en mercado (Loeza et al., 2024).
- ***Persea americana*:** Nombre científico del palto o aguacate, especie frutal de alto valor comercial, nutricional y económico en sistemas tropicales y subtropicales. La variedad Hass es la más difundida en producción mundial.
- **Absorción de nutrientes:** Proceso fisiológico mediante el cual las raíces toman elementos del suelo que son esenciales para el crecimiento y desarrollo vegetal. Los bioestimulantes pueden aumentar esta absorción facilitando la asimilación.
- **Tolerancia al estrés abiótico:** Capacidad de una planta para soportar condiciones adversas como sequía, salinidad o altas temperaturas, atributo que puede ser mejorado mediante bioestimulantes.
- **Eficiencia de uso de nutrientes (EUN):** Relación entre la cantidad de nutrientes absorbidos por la planta y el rendimiento obtenido; se mejora cuando los bioestimulantes optimizan la absorción y utilización interna.

- **Microbiota rizosférica:** Conjunto de microorganismos que viven en la rizosfera y pueden interactuar con la planta para favorecer procesos de nutrición y tolerancia al estrés, incluidos en bioestimulantes microbianos.
- **Bioestimulantes microbianos:** Microorganismos benéficos como bacterias promotoras de crecimiento (PGPR) o hongos micorrízicos que favorecen la absorción de agua y nutrientes y mejoran la fisiología vegetal (Du Jardin, 2015).
- **Extractos vegetales y algales:** Bioestimulantes derivados de plantas o algas ricas en compuestos bioactivos que mejoran la actividad metabólica y fisiológica de plantas frutales como el palto.
- **Aminoácidos y hidrolizados proteicos:** Mezclas de aminoácidos y péptidos derivados de la hidrólisis de proteínas que pueden estimular el crecimiento celular y la tolerancia al estrés.
- **Compuestos húmicos y fúlvicos:** Fracciones orgánicas que mejoran la estructura del suelo y estimulan la actividad de raíces y metabolismo de las plantas.
- **Fenología del cultivo:** Secuencia de fases de desarrollo de una planta durante su ciclo de vida, desde brotación hasta cosecha; clave para determinar el momento de aplicación de bioestimulantes.
- **Agroecología:** Enfoque agrícola que integra principios ecológicos y sociales para una producción sostenible, garantizando la resiliencia de sistemas como los del anexo Ccochac.
- **Sistema de cultivo sostenible:** Conjunto de prácticas que busca altas productividades sin comprometer recursos ambientales y sociales, lo cual se relaciona con el uso de bioestimulantes para reducir insumos químicos.
- **Fisiología vegetal:** Rama que estudia los procesos vitales de las plantas, como fotosíntesis, transpiración y crecimiento, que son modulados por bioestimulantes.
- **Fotosíntesis:** Proceso metabólico mediante el cual las plantas convierten luz en energía química; su eficiencia puede ser mejorada por bioestimulantes.

- **Transpiración:** Pérdida de agua por las hojas que influye en el balance hídrico de la planta, y puede ser influenciada por bioestimulantes que optimizan apertura estomática.
- **Nutrición mineral:** Adquisición y asimilación de minerales esenciales del suelo, proceso en el que intervienen bioestimulantes para potenciar rendimiento en palto.
- **Cuajado de frutos:** Transición de flor a fruto fecundado; su éxito impacta directamente en el rendimiento y puede ser favorecido con bioestimulantes.
- **Materia seca:** Porcentaje de sólidos totales en tejido vegetal o fruto, utilizado como indicador de calidad; puede incrementarse con bioestimulantes.
- **Nutrición vegetal:** Estudio de requerimientos nutricionales de plantas, donde los bioestimulantes complementan estrategias de fertilización convencional.
- **Metabolitos secundarios:** Compuestos producidos por las plantas que contribuyen a la tolerancia al estrés y a la calidad del fruto; los bioestimulantes pueden modular su síntesis.
- **Estrategia de manejo agrícola:** Plan de prácticas de cultivo, en el que los bioestimulantes se integran para optimizar rendimiento y sostenibilidad.
- **Capacidad de resiliencia:** Habilidad de una planta o sistema agrícola para recuperarse de perturbaciones ambientales, potenciabile con bioestimulantes.
- **Tecnologías de producción sostenible:** Conjunto de técnicas, como uso de bioestimulantes, orientadas a maximizar productividad reduciendo impactos ambientales.
- **Agricultura de precisión:** Gestión de cultivos basada en tecnología y datos para optimizar insumos, incluida la aplicación precisa de bioestimulantes.
- **Producción frutal:** Cultivo y manejo de árboles frutales, en el cual factores fisiológicos y ambientales interactúan con el uso de bioestimulantes.

- **Calidad postcosecha:** Condición del fruto después de la cosecha (firmeza, vida útil); bioestimulantes pueden mejorar la resistencia al deterioro.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El estudio corresponde a una investigación aplicada, debido a que busca generar conocimientos orientados a la solución de un problema práctico relacionado con la productividad y calidad del cultivo del palto en condiciones agroecológicas específicas del anexo Ccochac, distrito de Santillana.

La investigación aplicada se caracteriza por utilizar el conocimiento científico existente para resolver problemas concretos en contextos productivos o tecnológicos, contribuyendo a mejorar procesos y prácticas agrícolas (Hernández y Mendoza, 2021). En el ámbito agronómico, este tipo de investigación permite validar tecnologías o insumos agrícolas, como fertilizantes, bioestimulantes o reguladores de crecimiento, con el propósito de optimizar la producción.

En este sentido, el uso de bioestimulantes se ha convertido en una alternativa sostenible para mejorar el desarrollo fisiológico de las plantas, incrementar la absorción de nutrientes y fortalecer la tolerancia al estrés abiótico, lo que se traduce en un incremento del rendimiento y de la calidad del fruto en cultivos frutales como el palto (Izquierdo et al., 2025).

3.1.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es explicativo, ya que pretende determinar la relación causal entre la aplicación de bioestimulantes (variable independiente) y el rendimiento y calidad del cultivo de palto (variables dependientes).

Las investigaciones de nivel explicativo buscan identificar las causas o factores que generan determinados fenómenos, estableciendo relaciones de

causa-efecto mediante procedimientos experimentales o cuasi experimentales. En el ámbito agrícola, este tipo de estudios permite comprobar científicamente la eficacia de prácticas de manejo o insumos en el comportamiento productivo de los cultivos (Soberón, 2024).

En estudios similares realizados en plantaciones de palto, se ha demostrado que la aplicación de bioestimulantes influye significativamente en variables productivas como número de frutos por árbol, peso del fruto y rendimiento total por hectárea, lo cual confirma la relación causal entre estos insumos y el desempeño productivo del cultivo (Sulca, 2024).

3.2. Método de investigación

El método de investigación utilizado es el método experimental, el cual consiste en la manipulación intencional de una o más variables independientes para analizar sus efectos sobre una o varias variables dependientes en condiciones controladas. El método experimental es ampliamente utilizado en la investigación agronómica porque permite evaluar la eficacia de tecnologías agrícolas, fertilizantes, bioestimulantes y prácticas de manejo mediante la comparación de tratamientos bajo condiciones similares de suelo, clima y manejo agronómico (Espinoza, 2022). Este método se fundamenta en la observación sistemática, la medición objetiva de variables y el análisis estadístico de los resultados obtenidos.

3.3. Diseño de investigación

El estudio se desarrolla bajo un diseño experimental, debido a que el investigador manipula deliberadamente la variable independiente (aplicación de bioestimulantes) para observar su efecto sobre las variables dependientes, como el rendimiento y la calidad del palto.

Generalmente, en investigaciones sobre bioestimulantes en cultivos frutales se utiliza el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), el cual permite controlar la variabilidad del campo experimental y mejorar la precisión de los resultados. En este diseño, los tratamientos se distribuyen aleatoriamente dentro de bloques homogéneos, permitiendo evaluar su efecto sobre variables agronómicas específicas. Estudios recientes sobre bioestimulantes en palto han aplicado este tipo

de diseño experimental para analizar variables como número de frutos por planta, rendimiento comercial y calidad del fruto (Espinoza, 2022; Sulca, 2024).

3.4. Ámbito temporal y espacial

El presente estudio se desarrolló considerando un periodo de tiempo determinado y un espacio geográfico específico que permitieron la ejecución de las actividades experimentales y la recolección de información necesaria para el análisis de la investigación. La delimitación temporal y espacial es fundamental para establecer el contexto en el que se desarrolló el estudio y garantizar la validez de los resultados obtenidos.

3.4.1. Ámbito temporal

El desarrollo de la investigación se llevó a cabo durante el año 2025 e inicios del año 2026, periodo en el cual se realizaron las diferentes fases del estudio, que comprendieron la planificación del experimento, la instalación del ensayo, la aplicación de los bioestimulantes, el monitoreo del desarrollo del cultivo y la recolección de datos correspondientes al rendimiento y la calidad del cultivo de palto.

Asimismo, durante este periodo se efectuaron las evaluaciones agronómicas correspondientes, el procesamiento de la información obtenida en campo y el análisis estadístico de los resultados, con la finalidad de determinar la incidencia de la aplicación de bioestimulantes en las variables de estudio bajo condiciones agroecológicas.

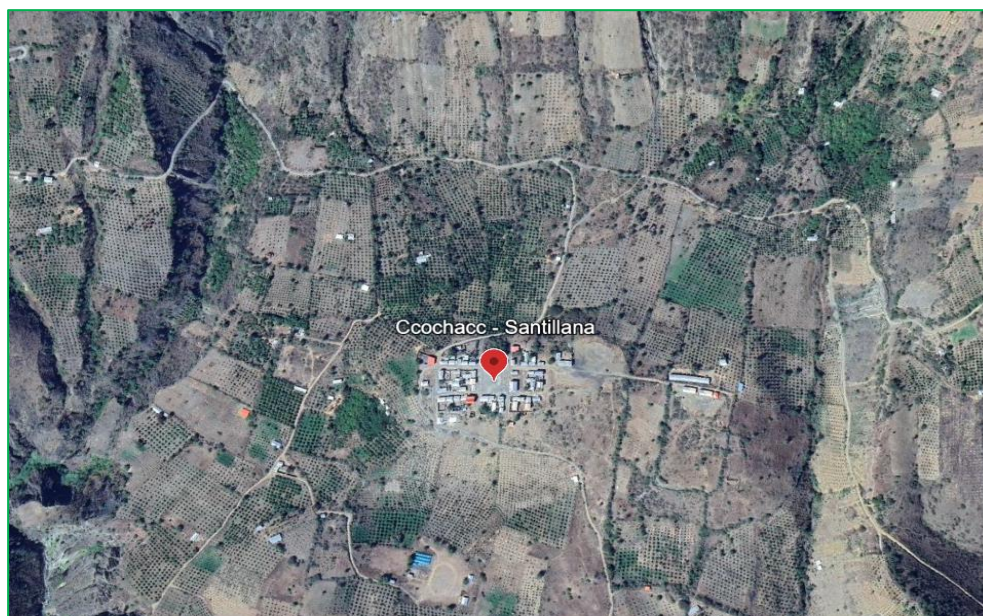
3.4.2. Ámbito espacial

La investigación se realizó en el anexo Ccochac, ubicado en el distrito de Santillana, provincia de Huanta, departamento de Ayacucho, Perú. Esta zona presenta condiciones agroecológicas favorables para el desarrollo del cultivo de palto, caracterizadas por suelos aptos para la producción agrícola, clima templado y disponibilidad de áreas destinadas al cultivo.

El área experimental se estableció en parcelas agrícolas destinadas al cultivo de palto (*Persea americana*), donde se implementaron los tratamientos correspondientes con bioestimulantes, permitiendo evaluar su efecto en el rendimiento y la calidad del cultivo bajo las condiciones propias del entorno agroecológico de la zona de estudio.

Figura 1

Ubicación geográfica del área de estudio en el anexo Ccochac, distrito de Santillana, provincia de Huanta, región Ayacucho.



Nota. Imagen satelital que muestra la ubicación del área de estudio en el anexo Ccochac, distrito de Santillana, provincia de Huanta, región Ayacucho. Fuente: Google Earth (2025).

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población de estudio estuvo constituida por 200 plantas de palto (*Persea americana*), establecidas en cuatro parcelas agrícolas del anexo Ccochac, distrito de Santillana. Cada parcela cuenta con 50 árboles de palto con una edad aproximada de cinco años agrícolas, los cuales se encuentran en etapa productiva. Estas plantas presentan condiciones agroecológicas similares, así como un manejo agronómico comparable, lo que permite garantizar la homogeneidad necesaria para el desarrollo del experimento y

la obtención de resultados confiables en la evaluación del efecto de los bioestimulantes sobre el rendimiento y la calidad del cultivo.

3.5.2. Muestra

La muestra del estudio estuvo conformada por las 80 plantas seleccionadas aleatoriamente dentro de la población de palto (*Persea americana*), ubicadas en las parcelas del anexo Ccochac, distrito de Santillana. La unidad experimental estuvo constituida por la parcela resultante de cada combinación de tratamiento y bloque; en cada parcela se evaluaron cuatro plantas seleccionadas por presentar características agronómicas similares, tales como edad, vigor y estado fitosanitario. El valor de cada variable en la parcela correspondió al promedio de las cuatro plantas evaluadas, con el propósito de reducir la variabilidad interna y garantizar la homogeneidad del experimento.

De esta manera, el estudio consideró 20 unidades experimentales (5 tratamientos \times 4 bloques), cada una evaluada sobre cuatro plantas cuyo promedio constituyó el dato de la parcela, lo que corresponde a un total de 80 plantas evaluadas en campo. Esta configuración permitió realizar una evaluación adecuada del efecto de los bioestimulantes sobre el rendimiento y la calidad del cultivo de palto bajo las condiciones agroecológicas del área de estudio.

3.6. Variables de estudio

3.6.1. Variable independiente: Aplicación de bioestimulantes

Tabla 2

Tratamientos experimentales con bioestimulantes Ficomar y Kalifrut en diferentes dosis

Tratamientos	Dosis de bioestimulante	
T1	Testigo	Sin bioestimulante
T2	Ficomar 2 L/ha	0.5 L/2500 m ²
T3	Ficomar 4 L/ha	1 L/2500 m ²
T4	Kalifrut 1,5 L/ha	0.375 L/2500 m ²
T5	Kalifrut 3 L/ha	0.75 L/2500 m ²

Nota. La 1ª aplicación fue durante el crecimiento vegetativo y la 2ª al inicio de floración.

Los bioestimulantes son sustancias aplicadas a las plantas de palto de la variedad Hass con el propósito de mejorar la eficiencia nutricional, la tolerancia al estrés y el desarrollo fisiológico del cultivo. En el caso del palto, estos productos pueden estimular el crecimiento vegetativo, el desarrollo radicular y la producción de frutos.

3.6.2. Variables dependientes: Calidad del fruto

La calidad del fruto del palto se relaciona con características físicas y comerciales que determinan su aceptación en el mercado.

Indicadores:

- Porcentaje de materia seca
- Peso del fruto
- Porcentaje de frutos comerciales

3.6.3. Variables dependientes: Rendimiento del cultivo

El rendimiento es uno de los indicadores más importantes para evaluar la eficiencia productiva de un cultivo. En el caso del palto, se expresa generalmente en peso de fruto por planta o por hectárea.

Indicadores:

- Número de frutos por árbol
- Rendimiento por planta (kg/planta)
- Rendimiento por hectárea (t/ha)

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la obtención de los datos se emplearon técnicas de observación directa y medición en campo, las cuales son ampliamente utilizadas en investigaciones agronómicas para evaluar variables de crecimiento, rendimiento y calidad del cultivo.

3.7.1. Técnicas

- **Observación directa:** Permitirá registrar el comportamiento agronómico de las plantas de palto durante el desarrollo del experimento, incluyendo características fenológicas y productivas.
- **Medición agronómica:** Consiste en la cuantificación de variables productivas mediante instrumentos de medición apropiados.

3.7.2. Instrumentos

Los instrumentos utilizados en la investigación incluyen:

- **Ficha de registro de campo** para el registro sistemático de los datos.
- **Balanza digital** para determinar el peso del fruto.
- **Vernier o calibrador** para medir el diámetro del fruto.
- **Cinta métrica** para mediciones agronómicas.
- **Cuaderno de campo** para el registro de observaciones.

3.8. Análisis estadístico

Los datos obtenidos durante el experimento fueron procesados mediante análisis estadístico inferencial, utilizando programas estadísticos especializados. El análisis se realizará mediante: Análisis de varianza (ANOVA). El análisis de varianza permitirá determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Este método estadístico es ampliamente utilizado en investigaciones experimentales agrícolas para comparar los efectos de diferentes tratamientos sobre variables productivas del cultivo. Prueba de comparación de medias. En caso de encontrarse diferencias significativas en el ANOVA, se aplicará una prueba de comparación de medias, como la prueba de Tukey o Duncan al 5% de significancia, con el fin de identificar qué tratamientos presentan mejores resultados productivos. Los resultados serán presentados mediante tablas y gráficos estadísticos, permitiendo una interpretación clara del efecto de los bioestimulantes sobre el rendimiento y la calidad del cultivo de palto.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Estadística descriptiva de la calidad del fruto

4.1.1.1. Estadística descriptiva para el peso promedio del fruto (g)

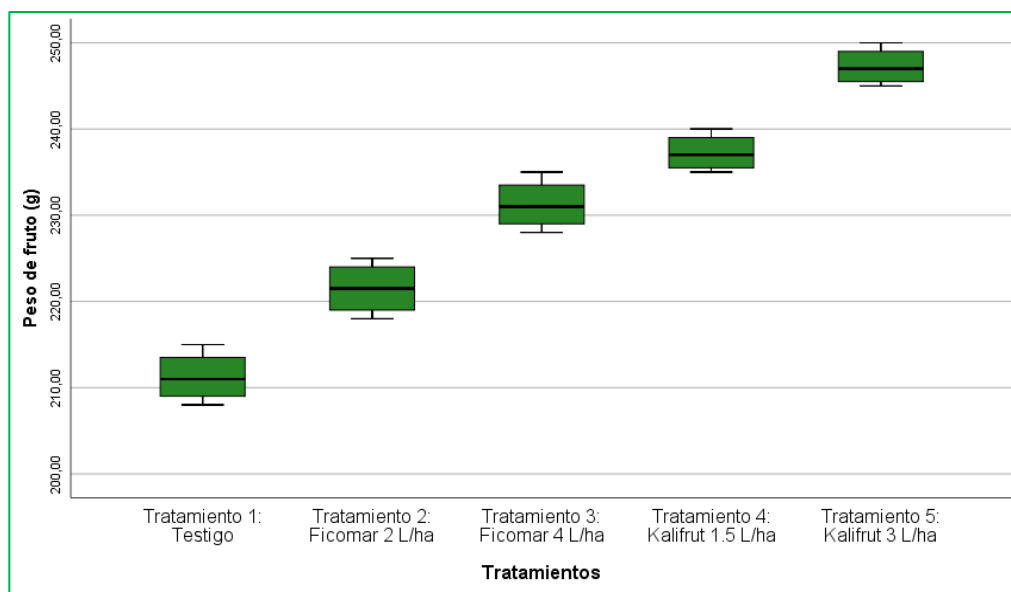
Tabla 3

Estadística descriptiva del peso promedio del fruto (g) de palto según tratamientos de bioestimulantes

Tratamiento	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo	IC95%
T1: Testigo	211,25	2,986	208,00	215,00	206,4985–216,0015
T2: Ficomar 2 L/ha	221,50	3,109	218,00	225,00	216,5527–226,4473
T3: Ficomar 4 L/ha	231,25	2,986	228,00	235,00	226,4985–236,0015
T4: Kalifrut 1,5 L/ha	237,25	2,217	235,00	240,00	233,7217–240,7783
T5: Kalifrut 3 L/ha	247,25	2,217	245,00	250,00	243,7217–250,7783

Figura 2

Diagrama de caja del peso promedio del fruto (g) de palto según tratamientos con diferentes dosis de bioestimulantes



La estadística descriptiva del peso promedio del fruto (Tabla 3) mostró medias crecientes de 211,25 g (T1, testigo; IC95%: 206,50-216,00) a 247,25 g (T5, Kalifrut 3 L/ha; IC95%: 243,72-250,78), con desviaciones estándar bajas (2,22-3,11 g) y rangos uniformes (7 g), evidenciando consistencia en la

respuesta a bioestimulantes. El diagrama de caja (Figura 2) confirmó distribuciones simétricas sin valores atípicos, con cuartiles compactos y sin superposición de IC95%, anticipando diferencias significativas confirmadas posteriormente por ANOVA y Tukey.

4.1.1.2. Estadística descriptiva para el contenido de materia seca

Tabla 4

Estadística descriptiva para el contenido materia seca (%)

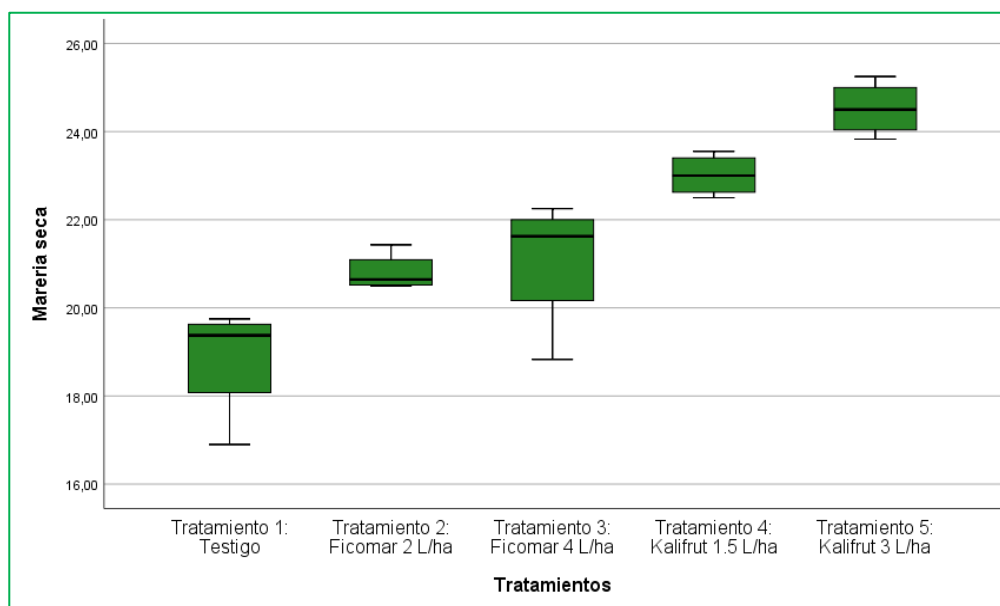
Tratamiento	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo	IC95%
T1: Testigo	18,850	1,316	16,90	19,75	16,7561–20,9439
T2: Ficomar 2 L/ha	20,805	0,431	20,50	21,43	20,1194–21,4906
T3: Ficomar 4 L/ha	21,082	1,534	18,83	22,25	18,6420–23,5230
T4: Kalifrut 1,5 L/ha	23,012	0,475	22,50	23,55	22,2567–23,7683
T5: Kalifrut 3 L/ha	24,520	0,615	23,83	25,25	23,5413–25,4987

La Tabla 4 presenta la estadística descriptiva del contenido de materia seca (%) en frutos de palto bajo la aplicación de diferentes bioestimulantes y dosis, evidenciando diferencias claras entre tratamientos. En términos de tendencia central, el tratamiento testigo (T1) registró el menor valor promedio de materia seca (18,85 %), lo que constituye una línea base sin intervención. En contraste, todos los tratamientos con bioestimulantes superan este valor, destacando especialmente T5 (Kalifrut 3 L/ha) con la media más alta (24,52 %), seguido de T4 (Kalifrut 1,5 L/ha) con 23,01 %. Los tratamientos con Ficomar (T2 y T3) también muestran incrementos respecto al testigo, aunque en menor magnitud, con medias de 20,81 % y 21,08 %, respectivamente. Este patrón sugiere una respuesta positiva del cultivo a la aplicación de bioestimulantes, con mayor efecto en el producto Kalifrut y particularmente a mayor dosis. Respecto a la variabilidad, T2 y T4 presentan desviaciones estándar relativamente bajas (0,43 y 0,48, respectivamente), lo que indica una respuesta más homogénea entre las unidades experimentales. Por el contrario, T3 muestra la mayor dispersión (1,53), evidenciando mayor heterogeneidad en la respuesta del cultivo bajo esta dosis de Ficomar. El tratamiento T5, a pesar de presentar el mayor promedio, mantiene una variabilidad moderada (0,62), lo que refuerza la consistencia de su efecto. El análisis de los valores mínimos y máximos complementa esta interpretación. T1 presenta un rango de 16,90 a 19,75 %, mientras que T5 alcanza valores superiores, entre 23,83 y 25,25 %.

evidenciando un desplazamiento general de la distribución hacia mayores contenidos de materia seca con la aplicación de bioestimulantes. Asimismo, los intervalos de confianza al 95% muestran escasa superposición entre el testigo y los tratamientos más efectivos (T4 y T5), lo que sugiere diferencias estadísticamente relevantes en términos descriptivos.

Figura 3

Diagrama de caja para el contenido de materia seca (%) según tratamientos con diferentes dosis de bioestimulantes



En relación con la Figura 3 (diagrama de caja), se observa visualmente la distribución de los datos por tratamiento. Las cajas correspondientes a T4 y T5 se ubican en niveles superiores, confirmando mayores valores de materia seca, con medianas claramente más altas respecto a los demás tratamientos. Además, estas cajas presentan menor amplitud intercuartílica en comparación con T3, lo que indica mayor uniformidad en los resultados. El tratamiento T3 exhibe una caja más amplia y posibles valores extremos, lo que coincide con su mayor desviación estándar. Por su parte, el testigo (T1) se sitúa en el nivel inferior del gráfico, con menor mediana y menor rango comparativo frente a los tratamientos con bioestimulantes.

4.1.1.3. Estadística descriptiva para el porcentaje de frutos comerciales

La Tabla 5 en términos descriptivos indica que, la media del porcentaje de frutos comerciales aumenta progresivamente desde el testigo (T1: 72,7250%) hasta el tratamiento con mayor dosis de Kalifrut (T5: 89,9250%), lo que evidencia un efecto positivo y consistente de la aplicación de bioestimulantes. Los rangos mínimos–máximo (por ejemplo, 71,80–73,80 para T1 y 88,60–91,20 para T5) muestran una clara separación entre tratamientos, reforzando la idea de que no solo mejora la media, sino también la consistencia de la fruta comercial. Además, los intervalos de confianza al 95% (IC95%) no se superponen entre extremos (testigo vs. Kalifrut 3 L/ha), lo que sugiere diferencias reales en el desempeño de ambos grupos, más allá de la variabilidad muestral.

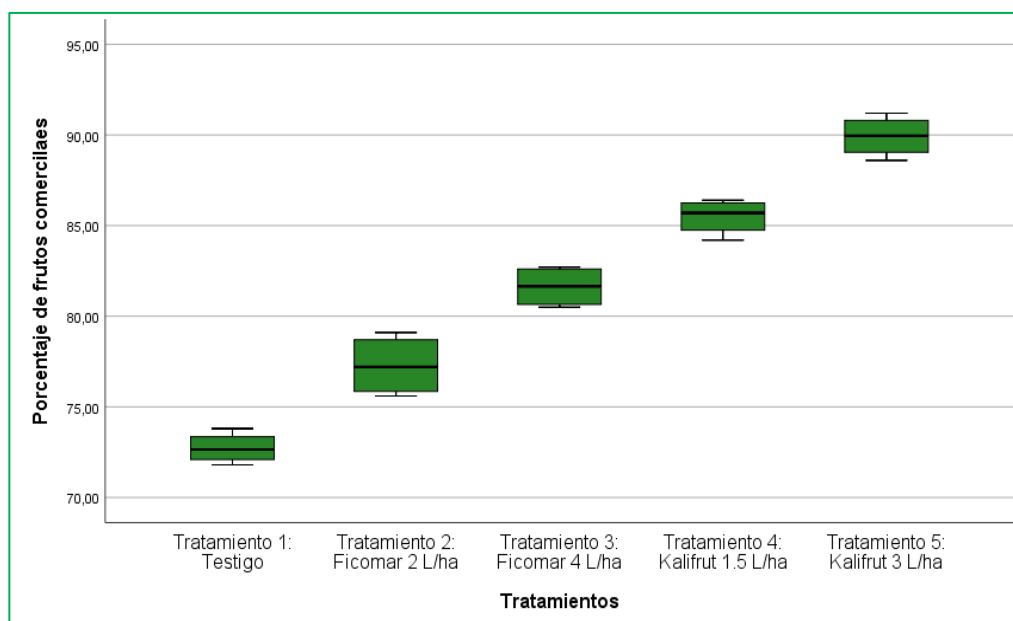
Tabla 5

Estadística descriptiva para el porcentaje de frutos comerciales

Tratamiento	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo	IC95%
T1: Testigo	72,725	0,846	71,80	73,80	71,3787–74,0713
T2: Ficomar 2 L/ha	77,275	1,690	75,60	79,10	74,5860–79,9640
T3: Ficomar 4 L/ha	81,625	1,135	80,50	82,70	79,8183–83,4317
T4: Kalifrut 1,5 L/ha	85,500	0,983	84,20	86,40	83,9355–87,0645
T5: Kalifrut 3 L/ha	89,925	1,124	88,60	91,20	88,1371–91,7129

Figura 4

Diagrama de caja para el porcentaje de frutos comerciales según tratamientos con diferentes dosis de bioestimulantes



La Figura 4 complementa estos cálculos presentando diagramas de caja ordenados por tratamiento, donde la posición de la mediana (línea central dentro de la caja) y la amplitud de la caja (rango intercuartílico) reflejan la tendencia observada en la tabla: a medida que aumenta la dosis y cambia el tipo de bioestimulante, no solo sube la mediana del porcentaje de frutos comerciales, sino que se mantiene una dispersión moderada y sin valores atípicos marcados. Esta coherencia visual con la estadística descriptiva indica que los tratamientos con Kalifrut (especialmente 3 L/ha) concentran la mayor proporción de observaciones en rangos superiores, consolidando su posición como los más eficaces para mejorar la calidad comercial del palto bajo las condiciones agroecológicas del anexo Ccochac, distrito de Santillana.

4.1.2. Estadística descriptiva para el rendimiento

4.1.2.1. Estadística descriptiva para el número de frutos por planta

Tabla 6

Estadística descriptiva del número de frutos por planta de palto según tratamientos de bioestimulantes

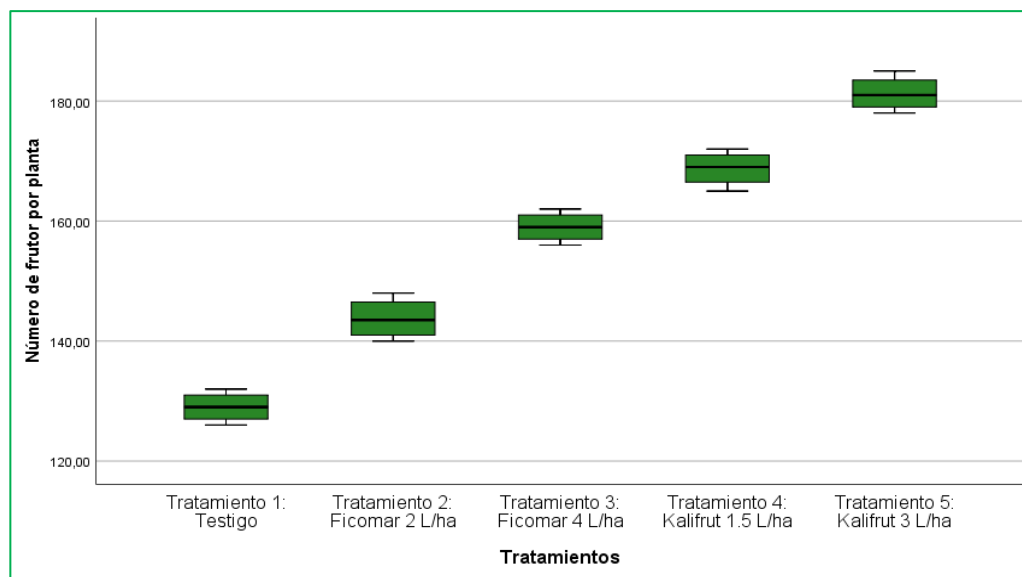
Tratamiento	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo	IC95%
T1: Testigo	129,00	2,582	126,00	132,00	124,8915–133,1085
T2: Ficomar 2 L/ha	143,75	3,500	140,00	148,00	138,1807–149,3193
T3: Ficomar 4 L/ha	159,00	2,582	156,00	162,00	154,8915–163,1085
T4: Kalifrut 1,5 L/ha	168,75	2,986	165,00	172,00	163,9985–173,5015
T5: Kalifrut 3 L/ha	181,25	2,986	178,00	185,00	176,4985–186,0015

El análisis descriptivo (tabla 6) del número de frutos por árbol de palto (*Persea americana*) mostró un aumento progresivo y significativo en la producción con la aplicación de bioestimulantes. El tratamiento testigo presentó una media de 129 frutos, mientras que los tratamientos con Ficomar a 2 y 4 L/ha incrementaron la producción a 143.75 y 159 frutos, respectivamente. Los tratamientos con Kalifrut mostraron los mayores rendimientos, alcanzando 168.75 frutos a 1,5 L/ha y 181.25 frutos a 3 L/ha. Los intervalos de confianza al 95 % y las bajas desviaciones estándar evidenciaron una variabilidad controlada y precisión en las estimaciones. La distribución representada en el diagrama de caja (figura 5) confirmó la tendencia ascendente y la homogeneidad de los datos, sin presencia de valores atípicos, especialmente en Kalifrut a mayor dosis. Estos

resultados demuestran que la aplicación de bioestimulantes mejora significativamente el rendimiento del palto bajo condiciones agroecológicas del anexo Ccochac, validando la eficacia de Kalifrut como bioestimulante para potenciar la producción de frutos.

Figura 5

Diagrama de caja del número de frutos por planta en palto según tratamientos con diferentes dosis de bioestimulantes



4.1.2.2. Estadística descriptiva para el rendimiento por planta (kg/árbol)

Tabla 7

Estadística descriptiva para el rendimiento en kilogramos por árbol de palto según tratamientos de bioestimulantes

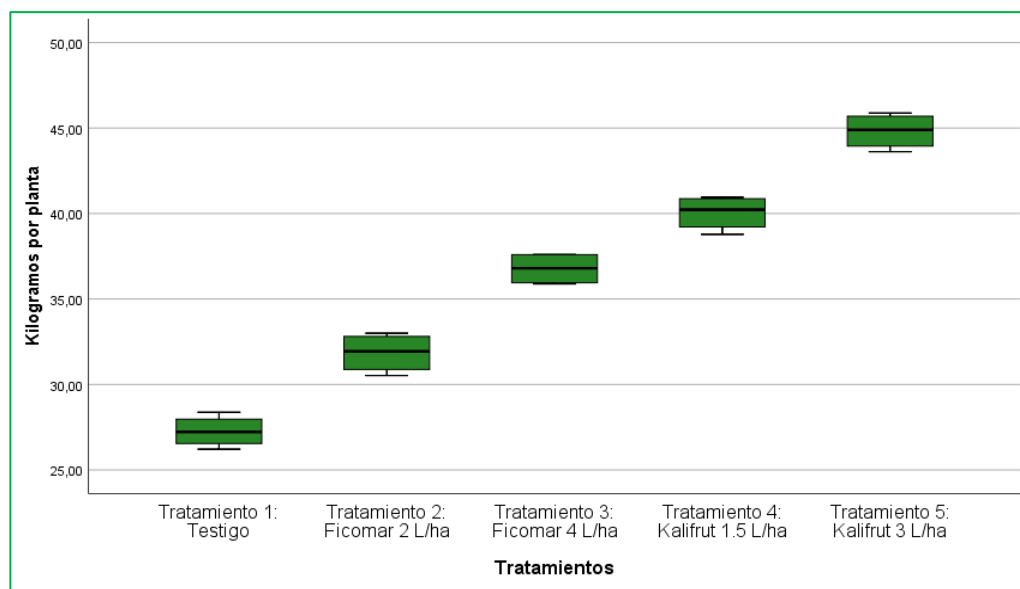
Tratamiento	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo	IC95%
T1: Testigo	27,258	0,929	26,21	28,38	25,7786–28,7364
T2: Ficomar 2 L/ha	31,848	1,165	30,52	33,00	29,9937–33,7013
T3: Ficomar 4 L/ha	36,770	0,949	35,88	37,60	35,2605–38,2795
T4: Kalifrut 1,5 L/ha	40,042	1,021	38,78	40,94	38,4179–41,6671
T5: Kalifrut 3 L/ha	44,818	1,055	43,61	45,88	43,1381–46,4969

La estadística descriptiva (Tabla 7) reveló rendimientos crecientes de 27,26 kg/árbol (T1, testigo; IC95%: 25,78-28,74) a 44,82 kg/árbol (T5, Kalifrut 3 L/ha; IC95%: 43,14-46,50), con desviaciones estándar bajas (0,93-1,17 kg) y rangos uniformes (1,72-2,48 kg), indicando alta consistencia experimental. El diagrama de caja (Figura 6) confirmó distribuciones normales simétricas sin outliers ni superposición de IC95%, anticipando las diferencias significativas por

ANOVA/Tukey y validando la respuesta dosis-dependiente de bioestimulantes en *Persea americana* bajo condiciones agroecológicas de Ccochac.

Figura 6

Diagrama de caja para el rendimiento en kilogramos por árbol de palto según tratamientos con diferentes dosis de bioestimulantes



4.1.2.3. Estadística descriptiva para el rendimiento por hectárea (t/ha)

Tabla 8

Estadística descriptiva para el rendimiento por hectárea (t/ha) según tratamientos de bioestimulantes

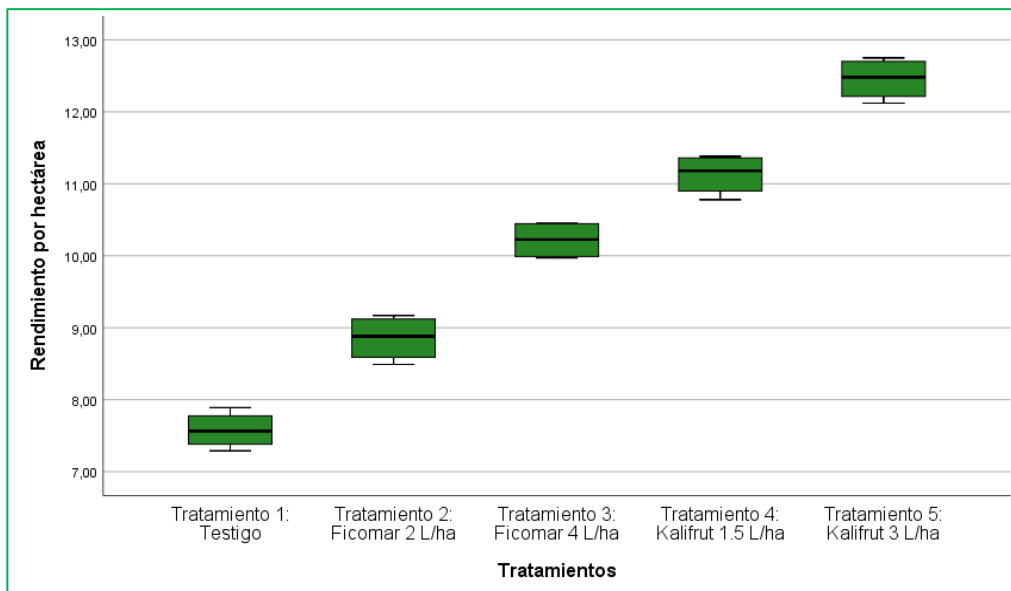
Tratamiento	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo	IC95%
T1: Testigo	7,577	0,257	7,29	7,89	7,1680–7,9870
T2: Ficomar 2 L/ha	8,855	0,319	8,49	9,17	8,3469–9,3631
T3: Ficomar 4 L/ha	10,217	0,263	9,97	10,45	9,7986–10,6364
T4: Kalifrut 1,5 L/ha	11,130	0,284	10,78	11,38	10,6788–11,5812
T5: Kalifrut 3 L/ha	12,457	0,293	12,12	12,75	11,9906–12,9244

La Tabla 8 proporciona las estadísticas descriptivas del rendimiento por hectárea (t/ha) para los cinco tratamientos de bioestimulantes en palto (*Persea americana*) bajo condiciones agroecológicas del anexo Ccochac, distrito de Santillana, mostrando un claro gradiente ascendente en medias: T1 (testigo: $7,5775 \pm 0,257$ t/ha; IC95%: 7,168–7,987), T2 (Ficomar 2 L/ha: $8,855 \pm 0,319$; IC95%: 8,347–9,363), T3 (Ficomar 4 L/ha: $10,218 \pm 0,263$; IC95%: 9,799–10,636), T4 (Kalifrut 1,5 L/ha: $11,130 \pm 0,284$; IC95%: 10,679–11,581) y T5 (Kalifrut 3 L/ha: $12,458 \pm 0,293$; IC95%: 11,991–12,924), con desviaciones

estándar bajas (<5% de la media) que indican consistencia experimental y rangos mínimos-máximos estrechos ($\sim 0,6$ t/ha).

Figura 7

Diagrama de caja para el rendimiento por hectárea (t/ha) según tratamientos con diferentes dosis de bioestimulantes



La Figura 7, diagrama de caja complementario, visualiza esta progresión, destacando medianas crecientes sin outliers evidentes, solapamientos mínimos de cajas entre tratamientos adyacentes y barras de IC95% no superpuestas en pares distales (e.g., T1 vs. T5), lo que anticipa diferencias significativas confirmadas por ANOVA y Tukey. Juntos, estos elementos descriptivos ilustran la incidencia positiva y dosis-respuesta de los bioestimulantes, con T5 elevando el rendimiento $\sim 64\%$ sobre el testigo, fundamentando su recomendación agroecológica en la tesis para optimizar productividad y calidad en *Persea americana*.

4.1.3. Estadística inferencial para la calidad del fruto

4.1.3.1. Estadística inferencial para peso del fruto.

4.1.3.1.1. Prueba de normalidad para el peso promedio del fruto (g).

Criterio de decisión

Se plantean las siguientes hipótesis:

- **H₀**: Los datos siguen una distribución normal.
- **H₁**: Los datos no siguen una distribución normal.

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Regla de decisión:

- Si $p > 0.05 \rightarrow$ No se rechaza H_0 (distribución normal).
- Si $p \leq 0.05 \rightarrow$ Se rechaza H_0 (no hay normalidad).

Tabla 9

Evaluación de normalidad de los datos del peso promedio del fruto (g) por árbol mediante Shapiro–Wilk

	<i>Trat.</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Gl</i>	<i>P</i>
Peso promedio del fruto	T1	0,990	4	0,980
	T2	0,990	4	0,980
	T3	0,994	4	0,992
	T4	0,990	4	0,981
	T5	0,990	4	0,980

En la Tabla 9 se observan los tratamientos (T1 a T5) donde los valores del estadístico de Shapiro–Wilk (W) muy cercanos a 1 (0,990–0,994), acompañados de valores de significancia (p) muy altos, que fluctúan entre 0,980 y 0,992. Dado que en todos los casos $p > 0,05$, se concluye que no se rechaza la hipótesis nula de normalidad, por lo que la variable "peso promedio del fruto" presenta un comportamiento compatible con la distribución normal en cada tratamiento evaluado.

4.1.3.1.2. Homogeneidad de varianzas de Levene para el número de frutos por árbol.

Planteamiento de hipótesis

- H_0 : Las varianzas son iguales entre los grupos.
- H_1 : Al menos una varianza es diferente.

Nivel de significancia

- Establecer $\alpha = 0,05$ (nivel usual en investigaciones).

Criterio de decisión

- Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza H_0 (no hay homogeneidad de varianzas).
- Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza H_0 (se asume homogeneidad).

Tabla 10

Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para peso promedio del fruto (g)

		<i>Estadístico de Levene</i>	gl1	gl2	Sig.
Número de frutos por árbol	Se basa en la media	0,307	4	15	0,869
	Se basa en la mediana	0,293	4	15	0,878
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0,293	4	12,982	0,877
	Se basa en la media recortada	0,307	4	15	0,869

La Tabla 10 presenta la verificación del supuesto de homogeneidad de varianzas para la variable "peso promedio del fruto (g)" mediante el test de Levene, considerando los cinco tratamientos con bioestimulantes en palto. Esta prueba contrasta la hipótesis nula de que las variaciones poblacionales son iguales entre grupos; si el valor de p es mayor que 0,05, no se rechaza la homogeneidad de varianzas, condición necesaria para aplicar ANOVA de manera válida. Desde el enfoque metodológico, la confirmación de la homocedasticidad, junto con la normalidad previamente verificada para esta misma variable, indica que se cumplen de manera adecuada los supuestos para el uso de pruebas paramétricas, particularmente el ANOVA y sus comparaciones múltiples posteriores. Esto otorga solidez a las inferencias sobre el efecto de las diferentes dosis de Kalifrut y Ficomar en el peso promedio del fruto de palto bajo las condiciones agroecológicas del anexo Ccochac, permitiendo atribuir las diferencias observadas a los tratamientos más que a variaciones aleatorias o artefactos estadísticos.

4.1.3.1.3. Análisis de varianza para el peso promedio del fruto (g).

Hipótesis general del modelo:

- H_0 : No existen diferencias significativas entre tratamientos.
- H_1 : Al menos un tratamiento difiere significativamente.

Criterio de decisión

- Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza H_0 (existen diferencias).
- Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza H_0 .

Tabla 11

Análisis de varianza (ANOVA) para el diseño de bloques completos al azar para el peso promedio del fruto (g)

<i>Origen</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
Bloque	104,200	3	34,733	53,436	0,000
Tratamiento	3100,200	4	775,050	1192,385	0,000
Error	7,800	12	0,650		
Total	3212,200	19			

a. R al cuadrado = ,998 (R al cuadrado ajustada = ,996)

El análisis de varianza para el peso promedio del fruto (Tabla 11) mostró efectos altamente significativos tanto del factor bloque ($F_{3,12} = 53,436$; $p < 0,001$) como del factor tratamiento ($F_{4,12} = 1192,385$; $p < 0,001$). El modelo explicó el 99,8% de la variabilidad observada ($R^2 = 0,998$; R^2 ajustado = 0,996), indicando un ajuste sobresaliente. Estos resultados evidencian que las distintas dosis y tipos de bioestimulantes generan diferencias marcadas en el peso promedio del fruto de palto (*Persea americana*), una variable clave de calidad, bajo las condiciones agroecológicas del anexo Ccochac, distrito de Santillana, justificando el empleo de pruebas post hoc para identificar cuáles tratamientos contribuyen en mayor medida al incremento del peso del fruto.

4.1.3.1.4. Prueba Tukey para el peso promedio del fruto (g).

Tabla 12

Análisis de diferencias entre medias mediante Tukey para el peso promedio del fruto (g)

<i>Tratamientos</i>	<i>Dosis de bioestimulantes</i>	<i>Medias</i>	<i>Sig.</i>
T5	Kalifrut 3 L/ha	247,250	a
T4	Kalifrut 1,5 L/ha	237,250	b
T3	Ficomar 4 L/ha	231,250	c
T2	Ficomar 2 L/ha	221,500	d
T1	Testigo	211,250	e

La Tabla 12 presenta los resultados de la prueba post hoc de Tukey ($\alpha = 0,05$) para el peso promedio del fruto de palto. Los tratamientos con bioestimulantes mostraron pesos superiores al testigo (T1: 211,25 g), evidenciando un efecto positivo sobre el calibre del fruto. El mayor peso promedio se registró en T5 (Kalifrut 3 L/ha: 247,25 g), seguido de T4 (Kalifrut 1,5 L/ha: 237,25 g). Los tratamientos con Ficomar presentaron valores

intermedios: T3 (231,25 g) y T2 (221,50 g). Estos resultados muestran una tendencia dosis-respuesta, indicando que Kalifrut, especialmente a mayor dosis, mejora significativamente el peso del fruto, posiblemente debido a su composición que favorece la movilización de fotoasimilados hacia el fruto.

4.1.3.2. Estadística inferencial para el contenido de materia seca (%)

4.1.3.2.1. Prueba de normalidad para el contenido de materia seca (%)

Criterio de decisión

Se plantean las siguientes hipótesis:

- **H₀**: Los datos siguen una distribución normal.
- **H₁**: Los datos no siguen una distribución normal.

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Regla de decisión:

- Si $p > 0.05 \rightarrow$ No se rechaza H₀ (distribución normal).
- Si $p \leq 0.05 \rightarrow$ Se rechaza H₀ (no hay normalidad).

Tabla 13

Evaluación de normalidad para el contenido de materia seca (%) mediante Shapiro–Wilk

	<i>Trat.</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Gl</i>	<i>P</i>
Contenido de materia seca (%)	T1	0,770	4	0,059
	T2	0,816	4	0,134
	T3	0,811	4	0,123
	T4	0,957	4	0,759
	T5	0,988	4	0,949

La Tabla 13 presenta la evaluación del supuesto de normalidad para la variable contenido de materia seca (%) en los diferentes tratamientos, empleando la prueba de Shapiro–Wilk, la cual es apropiada para tamaños muestrales pequeños. Desde el punto de vista estadístico, la hipótesis nula de esta prueba plantea que los datos siguen una distribución normal. En ese sentido, cuando el valor de significancia (p) es mayor que 0,05, no se rechaza dicha hipótesis. Bajo este criterio, se observa que todos los tratamientos (T1 a T5) presentan valores de p superiores al nivel de significancia establecido (T1

= 0,059; T2 = 0,134; T3 = 0,123; T4 = 0,759; T5 = 0,949), lo que indica que los datos del contenido de materia seca se ajustan a una distribución normal en cada tratamiento evaluado. Es importante señalar que el tratamiento T1 (testigo) presenta un valor de p cercano al umbral crítico (0,059), lo que sugiere una ligera aproximación a una posible desviación de la normalidad; sin embargo, al no ser inferior a 0,05, se considera que cumple con el supuesto. Por otro lado, los tratamientos T4 y T5 evidencian valores de p considerablemente altos, lo que refleja una mayor concordancia con la distribución normal y una mejor estabilidad en la dispersión de los datos.

4.1.3.2.2. *Homogeneidad de varianzas de Levene para el contenido de materia seca (%)*

Planteamiento de hipótesis

- Ho: Las varianzas son iguales entre los grupos.
- H1: Al menos una varianza es diferente.

Nivel de significancia

- Establecer $\alpha = 0,05$ (nivel usual en investigaciones).

Criterio de decisión

- Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza H_0 (no hay homogeneidad de varianzas).
- Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza H_0 (se asume homogeneidad).

Tabla 14

Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para el contenido de materia seca (%)

		<i>Estadístico de Levene</i>	gl1	gl2	Sig.
Contenido de materia seca (%)	Se basa en la media	2,130	4	15	0,127
	Se basa en la mediana	0,456	4	15	0,767
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0,456	4	6,776	0,766
	Se basa en la media recortada	1,728	4	15	0,196

En la Tabla 14 se observa que, en todas las variantes de la prueba (basada en la media, mediana, mediana con grados de libertad ajustados y media recortada), los valores de significancia son superiores a 0,05 (0,127; 0,767; 0,766 y 0,196, respectivamente). Estos resultados evidencian de manera

consistente que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las varianzas de los tratamientos evaluados. Particularmente, el estadístico basado en la media ($p = 0,127$), que es el más comúnmente reportado, confirma el cumplimiento del supuesto de homocedasticidad.

4.1.3.2.3. *Análisis de varianza para el contenido de materia seca (%)*

- H_0 : No existen diferencias significativas entre tratamientos.
- H_1 : Al menos un tratamiento difiere significativamente.

Criterio de decisión

- Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza H_0 (existen diferencias).
- Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza H_0 .

Tabla 15

Análisis de varianza (ANOVA) para el contenido de materia seca (%)

<i>Origen</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
Bloque	3,411	3	1,137	1,217	0,346
Tratamiento	75,877	4	18,969	20,308	0,000
Error	11,209	12	0,934		
Total	90,497	19			

a. R al cuadrado = ,876 (R al cuadrado ajustada = ,804)

La Tabla 15 presenta los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el contenido de materia seca (%) del palto, considerando los efectos de bloques y tratamientos en el diseño experimental. En primer lugar, el efecto de los bloques no resulta estadísticamente significativo ($F = 1,217$; $p = 0,346$), lo que indica que no existen diferencias relevantes atribuibles a la variabilidad espacial o a las condiciones heterogéneas del campo experimental. En términos metodológicos, esto sugiere que el control del error experimental mediante el bloqueo fue adecuado, pero que dichas diferencias no influyeron de manera determinante en la variable evaluada. Por otro lado, el factor tratamiento muestra un efecto altamente significativo ($F = 20,308$; $p = 0,000 < 0,05$), evidenciando que al menos uno de los tratamientos con bioestimulantes genera cambios estadísticamente significativos en el contenido de materia seca respecto a los demás. Este resultado confirma que la aplicación de bioestimulantes tiene una incidencia directa sobre esta variable de calidad del

fruto. En relación con la variabilidad, la suma de cuadrados del tratamiento (75,877) representa la mayor proporción de la variación total (90,497), lo que indica que las diferencias observadas en el contenido de materia seca se explican principalmente por el efecto de los tratamientos y no por el error experimental (11,209). Esto refuerza la consistencia y validez de los resultados obtenidos. Asimismo, el coeficiente de determinación ($R^2 = 0,876$) señala que el 87,6% de la variabilidad total del contenido de materia seca es explicada por el modelo (bloques y tratamientos), mientras que el R^2 ajustado (0,804) confirma un buen nivel de ajuste al considerar el número de factores incluidos. Estos valores reflejan una alta capacidad explicativa del modelo estadístico empleado.

4.1.3.2.4. Prueba Tukey para el contenido de materia seca (%)

Tabla 16

Análisis de diferencias entre medias mediante Tukey para el contenido de materia seca (%)

<i>Tratamientos</i>	<i>Dosis de bioestimulantes</i>	<i>Medias</i>	<i>Sig.</i>		
T5	Kalifrut 3 L/ha	24,520	<i>a</i>		
T4	Kalifrut 1,5 L/ha	23,012	<i>a</i>	<i>b</i>	
T3	Ficomar 4 L/ha	21,082		<i>b</i>	<i>c</i>
T2	Ficomar 2 L/ha	20,805			<i>c</i> <i>d</i>
T1	Testigo	18,850			<i>d</i>

La Tabla 16 presenta la comparación múltiple de medias mediante la prueba de Tukey muestran en primer lugar, el tratamiento T5 (Kalifrut 3 L/ha) alcanza la media más alta (24,52 %) y se ubica en el grupo “a”, lo que indica que presenta el mejor desempeño en términos de acumulación de materia seca. Este tratamiento no muestra diferencias significativas con T4 (Kalifrut 1,5 L/ha), que comparte la letra “a” y registra una media de 23,01 %, lo que sugiere que ambas dosis de Kalifrut tienen efectos estadísticamente similares en esta variable. El tratamiento T4, además de pertenecer al grupo “a”, también comparte la letra “b”, lo que lo posiciona como un grupo intermedio que se solapa con T3 (Ficomar 4 L/ha), cuya media es de 21,08 %. Esto indica que, aunque T4 tiende a valores superiores, no difiere significativamente de T3 en todos los casos. Por su parte, T3 se ubica en un nivel intermedio (“b–c”), mostrando diferencias parciales con los tratamientos superiores (T4 y T5) y

también cierta similitud con T2 (Ficomar 2 L/ha), que presenta una media de 20,81 g y se agrupa en “c–d”. Esto evidencia una transición gradual en la respuesta del cultivo conforme cambia el tipo y dosis del bioestimulante. Finalmente, el tratamiento testigo T1 (18,85 %) se ubica exclusivamente en el grupo “d”, siendo estadísticamente inferior a los demás tratamientos. Este resultado confirma que la ausencia de bioestimulantes limita significativamente la acumulación de materia seca en el fruto.

4.1.3.3. Estadística inferencial para el porcentaje de frutos comerciales.

4.1.3.3.1. Prueba de normalidad para el porcentaje de frutos comerciales.

Criterio de decisión

Se plantean las siguientes hipótesis:

- **H₀**: Los datos siguen una distribución normal.
- **H₁**: Los datos no siguen una distribución normal.

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Regla de decisión:

- Si $p > 0.05 \rightarrow$ No se rechaza H_0 (distribución normal).
- Si $p \leq 0.05 \rightarrow$ Se rechaza H_0 (no hay normalidad).

Tabla 17

Evaluación de normalidad para el porcentaje de frutos comerciales mediante Shapiro–Wilk

	<i>Trat.</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Gl</i>	<i>P</i>
Porcentaje de frutos comerciales (%)	T1	0,989	4	0,955
	T2	0,896	4	0,414
	T3	0,833	4	0,175
	T4	0,933	4	0,613
	T5	0,990	4	0,958

La Tabla 17 presenta los resultados para verificar el cumplimiento del supuesto de normalidad en los datos del porcentaje de frutos comerciales (%), se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk, considerando un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$. Los resultados, presentados en la Tabla 21, indican que todos los tratamientos (T1 a T5) exhiben distribuciones normales, ya que los valores p superan ampliamente el umbral crítico ($p > 0,05$ en todos los casos).

4.1.3.3.2. *Homogeneidad de varianzas de Levene para el porcentaje de frutos comerciales.*

Planteamiento de hipótesis

- H₀: Las varianzas son iguales entre los grupos.
- H₁: Al menos una varianza es diferente.

Nivel de significancia

- Establecer $\alpha = 0,05$ (nivel usual en investigaciones).

Criterio de decisión

- Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza H₀ (no hay homogeneidad de varianzas).
- Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza H₀ (se asume homogeneidad).

Tabla 18

Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para el porcentaje de frutos comerciales

		<i>Estadístico de Levene</i>	gl1	gl2	Sig.
Porcentaje de frutos comerciales (%)	Se basa en la media	2,280	4	15	0,109
	Se basa en la mediana	2,102	4	15	0,131
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2,102	4	12,122	0,143
	Se basa en la media recortada	2,278	4	15	0,109

La Tabla 18 presenta los resultados de la prueba de Levene para verificar el supuesto de homogeneidad de varianzas del porcentaje de frutos comerciales (%). Asimismo, la prueba de Levene, calculada tanto con base en la media como en la mediana y en la media recortada, mostró valores de significación por encima de 0,05 (rango de $p = 0,109$ a $0,143$), lo que confirma la homogeneidad de varianzas entre los tratamientos. En conjunto, estos resultados establecen que se cumplen los supuestos de normalidad y homocedasticidad.

4.1.3.3.3. *Análisis de varianza para el porcentaje de frutos comerciales*

- H₀: No existen diferencias significativas entre tratamientos.
- H₁: Al menos un tratamiento difiere significativamente.

Criterio de decisión

- Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza H_0 (existen diferencias).
- Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza H_0 .

Tabla 19

Análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de frutos comerciales

<i>Origen</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
Bloque	17,506	3	5,835	18,604	0,000
Tratamiento	727,228	4	181,807	579,618	0,000
Error	3,764	12	0,314		
Total	748,498	19			

a. R al cuadrado = ,995 (R al cuadrado ajustada = ,992)

La Tabla 19 presenta el análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de frutos comerciales. Los resultados muestran que el factor tratamiento tuvo un efecto altamente significativo ($F = 579,618$; $p < 0,001$), lo que indica que la aplicación de bioestimulantes influye significativamente en el porcentaje de frutos comerciales del palto. Asimismo, el efecto de bloque también fue significativo ($F = 18,604$; $p < 0,001$), evidenciando la presencia de variabilidad experimental asociada a las condiciones del terreno y justificando el uso del diseño en bloques al azar. Finalmente, el modelo presentó un alto coeficiente de determinación ($R^2 = 0,995$; R^2 ajustado = $0,992$), lo que demuestra que los tratamientos y bloques explican casi toda la variabilidad observada en el porcentaje de frutos comerciales.

4.1.3.3.4. Prueba Tukey para el porcentaje de frutos comerciales.

Tabla 20

Análisis de diferencias entre medias mediante Tukey para el porcentaje de frutos comerciales

<i>Tratamientos</i>	<i>Dosis de bioestimulantes</i>	<i>Medias</i>				<i>Sig.</i>
T5	Kalifrut 3 L/ha	89,925	<i>a</i>			
T4	Kalifrut 1,5 L/ha	85,500		<i>b</i>		
T3	Ficomar 4 L/ha	81,625			<i>c</i>	
T2	Ficomar 2 L/ha	77,275				<i>d</i>
T1	Testigo	72,725				<i>e</i>

La Tabla 20 presenta los resultados del análisis de comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el porcentaje de frutos comerciales (%), evidenciando diferencias significativas entre todos los tratamientos evaluados. El tratamiento T5 (Kalifrut 3 L/ha) alcanza la media más alta (89,9250%) y se encuentra en la categoría “a”, seguido por T4 (Kalifrut 1,5 L/ha; 85,5000%, categoría “b”), T3 (Ficomar 4 L/ha; 81,6250%, categoría “c”), T2 (Ficomar 2 L/ha; 77,2750%, categoría “d”) y T1 (testigo; 72,7250%, categoría “e”), lo que indica un incremento progresivo y estadísticamente diferenciado del porcentaje de frutos comerciales conforme aumenta la dosis y la eficacia del bioestimulante aplicado. Estos resultados demuestran que tanto Kalifrut como Ficomar mejoran la calidad comercial del palto (*Persea americana*), con Kalifrut mostrando mayor respuesta, siendo Kalifrut 3 L/ha el tratamiento que maximiza el porcentaje de frutos comerciales bajo las condiciones agroecológicas del anexo Ccochac, distrito de Santillana.

4.1.4. Estadística inferencial para el rendimiento

4.1.4.1. Estadística inferencial para el número de frutos por árbol.

4.1.4.1.1. Prueba de normalidad para el número de frutos por árbol de Criterio de decisión.

Se plantean las siguientes hipótesis:

- **H₀**: Los datos siguen una distribución normal.
- **H₁**: Los datos no siguen una distribución normal.

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Regla de decisión:

- Si $p > 0.05 \rightarrow$ No se rechaza H₀ (distribución normal).
- Si $p \leq 0.05 \rightarrow$ Se rechaza H₀ (no hay normalidad).

La evaluación de normalidad mediante el test de Shapiro-Wilk (Tabla 21) confirma que la variable número de frutos por árbol sigue una distribución normal en todos los tratamientos ($p > 0,05$; $W = 0,979-0,993$; $G1=4$). Esto habilita el análisis paramétrico subsiguiente, fortaleciendo las conclusiones

sobre la incidencia de bioestimulantes en el rendimiento del palto bajo condiciones agroecológicas del anexo Ccochac.

Tabla 21

Evaluación de normalidad de los datos de número de frutos por árbol mediante Shapiro–Wilk

	<i>Trat.</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Gl</i>	<i>P</i>
Número de frutos por árbol	T1	0,993	4	0,972
	T2	0,979	4	0,894
	T3	0,993	4	0,972
	T4	0,989	4	0,952
	T5	0,989	4	0,952

La evaluación de normalidad mediante el test de Shapiro-Wilk (Tabla 21) confirma que la variable número de frutos por árbol sigue una distribución normal en todos los tratamientos ($p > 0,05$; $W = 0,979-0,993$; $Gl=4$). Esto habilita el análisis paramétrico subsiguiente, fortaleciendo las conclusiones sobre la incidencia de bioestimulantes en el rendimiento del palto bajo condiciones agroecológicas del anexo Ccochac.

4.1.4.1.2. Homogeneidad de varianzas de Levene para el número de frutos por árbol.

Planteamiento de hipótesis

- H_0 : Las varianzas son iguales entre los grupos.
- H_1 : Al menos una varianza es diferente.

Nivel de significancia

- Establecer $\alpha = 0,05$ (nivel usual en investigaciones).

Criterio de decisión

- Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza H_0 (no hay homogeneidad de varianzas).
- Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza H_0 (se asume homogeneidad).

El test de Levene (Tabla 22) confirma la homogeneidad de varianzas para el número de frutos por árbol (estadísticos = 0,20; $p \geq 0,932$; $gl_1=4$, $gl_2=15$), independientemente del criterio (media, mediana o recortada). Junto con la normalidad previa, estos resultados validan el empleo de ANOVA paramétrica, asegurando inferencias confiables sobre el efecto de

bioestimulantes en el rendimiento del palto bajo condiciones agroecológicas locales.

Tabla 22

Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para el número de frutos por árbol

		<i>Estadístico de Levene</i>	<i>gl1</i>	<i>gl2</i>	<i>Sig.</i>
Número de frutos por árbol	Se basa en la media	0,205	4	15	0,932
	Se basa en la mediana	0,199	4	15	0,935
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0,199	4	14,193	0,935
	Se basa en la media recortada	0,204	4	15	0,932

4.1.4.1.3. Análisis de varianza para el número de frutos por árbol.

Hipótesis general del modelo:

- H_0 : No existen diferencias significativas entre tratamientos.
- H_1 : Al menos un tratamiento difiere significativamente.

Criterio de decisión

- Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza H_0 (existen diferencias).
- Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza H_0 .

El análisis de varianza ANOVA (Tabla 21) reveló efectos altamente significativos del tratamiento de número de frutos por árbol ($F \{4,12\} = 933,221$; $p < 0,001$), explicando el 99,7% de la variabilidad ($R^2 = 0,997$). El factor bloque también fue significativo ($F \{3,12\} = 20,009$; $p < 0,001$), validando el diseño experimental. Estos resultados indican que la aplicación de bioestimulantes inciden positivamente en el vigor vegetativo del palto (*Persea americana*) bajo condiciones agroecológicas del anexo Ccochac.

Tabla 23

Análisis de varianza (ANOVA) para el diseño de bloques completos al azar para el número de frutos por árbol

<i>Origen</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
Bloque	108,550	3	36,183	20,009	0,000
Tratamiento	6750,300	4	1687,575	933,221	0,000
Error	21,700	12	1,808		
Total	6880,550	19			

a. R al cuadrado = ,997 (R al cuadrado ajustada = ,995)

4.1.4.1.4. Prueba Tukey para el número de frutos por árbol.

La prueba post-hoc de Tukey (Tabla 23) reveló diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0,05$). Kalifrut 3 L/ha (T5: 181,25 frutos/árbol) superó a todos, seguido por Kalifrut 1,5 L/ha (T4: 168,75), Ficomar 4 L/ha (T3: 159,00), Ficomar 2 L/ha (T2: 143,75) y testigo (T1: 129,00). Estos resultados demuestran superioridad de Kalifrut en dosis altas para elevar el rendimiento del palto (*Persea americana*) bajo condiciones agroecológicas del anexo Ccochac, distrito de Santillana.

Tabla 24

Análisis de diferencias entre medias mediante Tukey para el número de frutos por árbol

Tratamientos	Dosis de bioestimulantes	Medias	Sig.		
T5	Kalifrut 3 L/ha	181,250	a		
T4	Kalifrut 1,5 L/ha	168,750		b	
T3	Ficomar 4 L/ha	159,000			c
T2	Ficomar 2 L/ha	143,750			d
T1	Testigo	129,000			e

4.1.4.2. Estadística inferencial para el rendimiento por árbol (kg/árbol).

4.1.4.2.1. Prueba de normalidad para el rendimiento (kg/árbol).

Criterio de decisión

Se plantean las siguientes hipótesis:

- **H₀**: Los datos siguen una distribución normal.
- **H₁**: Los datos no siguen una distribución normal.

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Regla de decisión:

- Si $p > 0.05 \rightarrow$ No se rechaza H_0 (distribución normal).
- Si $p \leq 0.05 \rightarrow$ Se rechaza H_0 (no hay normalidad).

La prueba de normalidad Shapiro-Wilk (Tabla 25) confirmó la distribución normal del rendimiento (kg/árbol) en todos los tratamientos ($p > 0,05$; rango: 0,058-0,974), con estadísticos W de 0,770-0,993 ($gl=4$). Este

supuesto, verificado para cada nivel factorial, justifica la aplicación de ANOVA de un factor y prueba de Tukey ($\alpha=0,05$), garantizando control del error tipo I en la evaluación de bioestimulantes sobre *Persea americana*.

Tabla 25

Evaluación de normalidad para el rendimiento kilogramos por árbol mediante Shapiro–Wilk

	<i>Trat.</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Gl</i>	<i>P</i>
Rendimiento (kg/árbol)	T1	0,993	4	0,974
	T2	0,920	4	0,538
	T3	0,770	4	0,058
	T4	0,898	4	0,421
	T5	0,930	4	0,595

4.1.4.2.2. *Homogeneidad de varianzas de Levene el rendimiento kilogramos por árbol.*

Planteamiento de hipótesis

- H_0 : Las varianzas son iguales entre los grupos.
- H_1 : Al menos una varianza es diferente.

Nivel de significancia

- Establecer $\alpha = 0,05$ (nivel usual en investigaciones).

Criterio de decisión

- Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza H_0 (no hay homogeneidad de varianzas).
- Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza H_0 (se asume homogeneidad).

Tabla 26

Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para el rendimiento kilogramos por árbol

		<i>Estadístico de Levene</i>	<i>gl1</i>	<i>gl2</i>	<i>Sig.</i>
Rendimiento (kg/árbol)	Se basa en la media	0,323	4	15	0,858
	Se basa en la mediana	0,288	4	15	0,881
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0,288	4	11,528	0,880
	Se basa en la media recortada	0,323	4	15	0,858

La prueba de Levene (Tabla 26) verificó la homogeneidad de varianzas del rendimiento (kg/árbol) entre tratamientos ($F=0,288-0,323$; $p=0,858-0,881$; $gl_1=4$, $gl_2=15$), confirmando el supuesto de homocedasticidad independientemente del criterio (media/mediana). Este resultado, combinado con la normalidad por Shapiro-Wilk, autoriza el empleo de ANOVA paramétrica de un factor seguida de comparaciones múltiples (Tukey), asegurando validez estadística en la evaluación de bioestimulantes sobre *Persea americana* en condiciones agroecológicas del anexo Ccochac.

4.1.4.2.3. Análisis de varianza para el rendimiento kilogramos por árbol.

Hipótesis general del modelo:

- H_0 : No existen diferencias significativas entre tratamientos.
- H_1 : Al menos un tratamiento difiere significativamente.

Criterio de decisión

- Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza H_0 (existen diferencias).
- Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza H_0 .

La Tabla 27 confirma diferencias altamente significativas por tratamientos ($F=1320,246$; $p<0,001$) y bloques ($F=33,011$; $p<0,001$) en rendimiento (kg/árbol), con tratamientos explicando 752,998 de SC total (97,8%) y error mínimo (1,711; $CM=0,143$). El $R^2=0,998$ (ajustado=0,996) evidencia ajuste excepcional, validando supuestos previos (Shapiro-Wilk/Levene) y habilitando Tukey para discriminación específica de bioestimulantes (Kalifrut vs. Ficomar) en *Persea americana* bajo manejo agroecológico de Ccochac.

Tabla 27

Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento kilogramos por árbol

<i>Origen</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
Bloque	14,121	3	4,707	33,011	0,000
Tratamiento	752,998	4	188,250	1320,246	0,000
Error	1,711	12	0,143		
Total	768,830	19			

a. R al cuadrado = ,998 (R al cuadrado ajustada = ,996)

4.1.4.2.4. Prueba Tukey para el rendimiento kilogramos por árbol.

Tabla 28

Análisis de diferencias entre medias mediante Tukey el rendimiento kilogramos por árbol

<i>Tratamientos</i>	<i>Dosis de bioestimulantes</i>	<i>Medias</i>			<i>Sig.</i>
T5	Kalifrut 3 L/ha	44,818	<i>a</i>		
T4	Kalifrut 1,5 L/ha	40,042		<i>b</i>	
T3	Ficomar 4 L/ha	36,770			<i>c</i>
T2	Ficomar 2 L/ha	31,848			<i>d</i>
T1	Testigo	27,258			<i>e</i>

La prueba Tukey (Tabla 28) discrimino cinco grupos homogéneos en rendimiento (kg/árbol): T5 (Kalifrut 3 L/ha: 44,82 kg; a) superó significativamente a todos ($p \leq 0,05$), seguido por T4 (40,04 kg; b), T3 (36,77 kg; c), T2 (31,85 kg; d) y testigo (27,26 kg; e), con incrementos del 16,9% al 64,4%. Esta respuesta dosis-dependiente confirma la hipótesis de superioridad de Kalifrut sobre Ficomar en *Persea americana*, bajo condiciones agroecológicas del anexo Ccochac, con implicancias directas para recomendaciones productivas.

4.1.4.3. Estadística inferencial para el rendimiento por hectárea (t/ha).

4.1.4.3.1. Prueba de normalidad para el Rendimiento por hectárea (t/ha).

Criterio de decisión

Se plantean las siguientes hipótesis:

- **H₀**: Los datos siguen una distribución normal.
- **H₁**: Los datos no siguen una distribución normal.

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Regla de decisión:

- Si $p > 0.05 \rightarrow$ No se rechaza H₀ (distribución normal).
- Si $p \leq 0.05 \rightarrow$ Se rechaza H₀ (no hay normalidad).

La Tabla 29 presenta los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk aplicada al rendimiento por hectárea (t/ha) para los tratamientos

T1 a T4, con grados de libertad $Gl=4$ en todos los casos; se observa que todos los tratamientos cumplen el criterio de normalidad ($p > 0,05$), evidenciando un excelente ajuste en T1 ($W=0,992$; $p=0,968$), clara normalidad en T2 ($W=0,920$; $p=0,538$) y T4 ($W=0,899$; $p=0,425$), y un ajuste marginal pero aceptable en T3 ($W=0,775$; $p=0,065$), lo que confirma que los datos siguen distribuciones normales y justifica el empleo de pruebas paramétricas como ANOVA para evaluar la incidencia de los bioestimulantes en el rendimiento del palto (*Persea americana*) bajo condiciones agroecológicas del anexo Ccochac, distrito de Santillana, fortaleciendo así la robustez inferencial del análisis experimental.

Tabla 29

Evaluación de normalidad para el Rendimiento por hectárea (t/ha) mediante Shapiro–Wilk

	<i>Trat.</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Gl</i>	<i>P</i>
Rendimiento por hectárea (t/ha)	T1	0,992	4	0,968
	T2	0,920	4	0,538
	T3	0,775	4	0,065
	T4	0,899	4	0,425
	T5	0,928	4	0,582

4.1.4.3.2. Homogeneidad de varianzas de Levene par el rendimiento por hectárea (t/ha).

Planteamiento de hipótesis

- H_0 : Las varianzas son iguales entre los grupos.
- H_1 : Al menos una varianza es diferente.

Nivel de significancia

- Establecer $\alpha = 0,05$ (nivel usual en investigaciones).

Criterio de decisión

- Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza H_0 (no hay homogeneidad de varianzas).
- Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza H_0 (se asume homogeneidad).

La Tabla 30 expone los resultados de la prueba de Levene para evaluar la homogeneidad de varianzas en el rendimiento por hectárea (t/ha) entre tratamientos de bioestimulantes en palto (*Persea americana*), bajo condiciones agroecológicas del anexo Ccochac, distrito de Santillana. Con $gl_1=4$ y $gl_2=15$ (o 11,528 ajustado), las cuatro variantes de la prueba basada en la media

($F=0,323$; $p=0,858$), mediana ($F=0,288$; $p=0,881$), mediana con gl ajustado ($F=0,288$; $p=0,880$) y media recortada ($F=0,323$; $p=0,858$) muestran valores $p \gg 0,05$, confirmando la hipótesis nula de varianzas iguales y rechazando cualquier evidencia de heterogeneidad.

Tabla 30

Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para el rendimiento por hectárea (t/ha)

		<i>Estadístico de Levene</i>	gl1	gl2	Sig.
Rendimiento por hectárea (t/ha)	Se basa en la media	0,323	4	15	0,858
	Se basa en la mediana	0,288	4	15	0,881
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0,288	4	11,528	0,880
	Se basa en la media recortada	0,323	4	15	0,858

4.1.4.3.3. *Análisis de varianza para el rendimiento por hectárea (t/ha).*

Hipótesis general del modelo:

- H_0 : No existen diferencias significativas entre tratamientos.
- H_1 : Al menos un tratamiento difiere significativamente.

Criterio de decisión

- Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza H_0 (existen diferencias).
- Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza H_0 .

Tabla 31

Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento por hectárea (t/ha)

<i>Origen</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
Bloque	1,082	3	0,361	33,293	0,000
Tratamiento	58,127	4	14,532	1341,497	0,000
Error	0,130	12	0,011		
Total	59,339	19			

a. R al cuadrado = ,998 (R al cuadrado ajustada = ,997)

La Tabla 31 resume el análisis de varianza (ANOVA) de dos vías para el rendimiento por hectárea (t/ha) en el experimento de bioestimulantes sobre palto (*Persea americana*) en el anexo Ccochac, distrito de Santillana, desglosando la variabilidad total ($SC=59,339$; $gl=19$) en efectos de bloque

(SC=1,082; gl=3; MC=0,361; F=33,293; p=0,000), tratamiento (SC=58,127; gl=4; MC=14,532; F=1.341,497; p=0,000) y error (SC=0,130; gl=12; MC=0,011). Ambos factores principales son altamente significativos ($p<0,001$), indicando que los tratamientos bioestimulantes y los bloques explican la gran mayoría de la variación observada, con un ajustado $R^2=0,997$ que evidencia un modelo explicativo excepcional (99,7% de la varianza total). Estos resultados confirman una incidencia estadísticamente significativa de los bioestimulantes en el rendimiento del palto bajo condiciones agroecológicas de Ccochac.

4.1.4.3.4. Prueba Tukey para el rendimiento por hectárea.

La Tabla 32 presenta el análisis post-hoc de Tukey (HSD) para comparar medias de rendimiento por hectárea (t/ha) entre cinco tratamientos de bioestimulantes en palto (*Persea americana*) bajo condiciones agroecológicas del anexo Ccochac, distrito de Santillana, ordenados de mayor a menor: T5 (Kalifrut 3 L/ha: 12,4575 t/ha, grupo 'a'), T4 (Kalifrut 1,5 L/ha: 11,1300 t/ha, 'b'), T3 (Ficomar 4 L/ha: 10,2175 t/ha, 'c'), T2 (Ficomar 2 L/ha: 8,8550 t/ha, 'd') y T1 (testigo: 7,5775 t/ha, 'e'). Letras diferentes indican diferencias significativas ($p<0,05$), confirmando un gradiente claro de eficacia: Kalifrut a dosis alta maximiza el rendimiento (45% superior al testigo), seguido de dosis media y Ficomar a dosis alta, mientras el testigo resulta inferior.

Tabla 32

Análisis de diferencias entre medias mediante Tukey para el rendimiento por hectárea (t/ha)

<i>Tratamientos</i>	Dosis de bioestimulantes	<i>Medias</i>	<i>Sig.</i>		
T5	Kalifrut 3 L/ha	12,457	<i>a</i>		
T4	Kalifrut 1,5 L/ha	11,130		<i>b</i>	
T3	Ficomar 4 L/ha	10,217			<i>c</i>
T2	Ficomar 2 L/ha	8,855			<i>d</i>
T1	Testigo	7,577			<i>e</i>

4.2. Discusiones

La presente investigación demostró que la aplicación de bioestimulantes influyó de manera significativa en el rendimiento y la calidad del cultivo de palto (*Persea americana*), con una respuesta dosis-dependiente y diferencias altamente

significativas entre tratamientos ($p < 0,001$). A continuación se discuten estos hallazgos organizados en torno a las dos variables centrales del estudio —la calidad del fruto y el rendimiento— y se contrastan con los antecedentes revisados.

➤ **Efecto de los bioestimulantes sobre la calidad del fruto**

El peso promedio del fruto se incrementó de 211,25 g en el testigo a 247,25 g con Kalifrut 3 L/ha, mostrando una tendencia dosis-respuesta clara. Este resultado coincide con Rojas et al. (2023), quienes reportan que los bioestimulantes derivados de extractos de algas, aminoácidos y compuestos orgánicos mejoran el crecimiento y el calibre del fruto al aumentar la capacidad fotosintética y la movilización de fotoasimilados hacia los órganos de almacenamiento. En la misma línea, Venica (2023) señala que el manejo nutricional complementado con bioestimulantes contribuye al incremento del tamaño del fruto y a la mejora de su calidad comercial, aunque advierte que la magnitud de la respuesta depende de las condiciones edafoclimáticas, lo que resulta especialmente relevante en una zona altoandina como Santillana.

El contenido de materia seca aumentó de 18,85 % en el testigo a 24,52 % con Kalifrut 3 L/ha. Este es un hallazgo particularmente importante, ya que la materia seca constituye el principal índice de madurez y calidad interna del palto. Chaupín (2018) indica que los bioestimulantes actúan como moduladores metabólicos que favorecen la síntesis y acumulación de compuestos orgánicos en el fruto; en el palto, esta acumulación de carbohidratos durante la fase final del desarrollo está directamente ligada a la disponibilidad y transporte de fotoasimilados. El incremento observado sugiere, por tanto, que los tratamientos no solo mejoraron la apariencia del fruto, sino también su composición interna.

El porcentaje de frutos comerciales se elevó de 72,73 % en el testigo a 89,93 % con Kalifrut 3 L/ha. Esta mejora se explica porque los compuestos bioactivos de los bioestimulantes promueven el cuajado, reducen la caída fisiológica de frutos y aumentan la proporción de frutos que cumplen los estándares de tamaño y apariencia del mercado. Guerrero y Yoel (2018) evidenciaron que la acción sinérgica de estos compuestos favorece la división y elongación celular en flores y frutos jóvenes, reduce la abscisión prematura y mejora la uniformidad del cultivo, lo que concuerda con el aumento conjunto del número de frutos y del porcentaje de frutos comerciales observado en este estudio.

➤ **Efecto de los bioestimulantes sobre el rendimiento**

El rendimiento por hectárea aumentó de 7,58 t/ha en el testigo a 12,46 t/ha con Kalifrut 3 L/ha, mientras que el número de frutos por árbol pasó de 129 a 181,25 y el rendimiento por árbol de 27,26 a 44,82 kg. Estos incrementos concuerdan con Sulca (2024), quien reporta que los bioestimulantes estimulan la actividad enzimática y hormonal, favoreciendo el desarrollo reproductivo y la retención de frutos en las etapas iniciales. Del mismo modo, Espinoza (2022) sostiene que el rendimiento del palto depende del manejo nutricional durante las fases críticas de floración y cuajado, momento en el que la bioestimulación optimiza la eficiencia fisiológica de la planta.

Al comparar las magnitudes absolutas con otros estudios, se observa que la tendencia es consistente aunque los valores difieren según el contexto. Sulca (2024), en Catahuasi, obtuvo rendimientos superiores (hasta 19,80 t/ha frente a 12,81 t/ha del testigo) y Espinoza (2022), en Huaral, también reportó incrementos marcados (25,72 t/ha frente a 18,53 t/ha del testigo). Estas diferencias en magnitud se atribuyen a factores agroclimáticos, edáficos y de manejo, así como a la composición particular de cada bioestimulante. Lo relevante es que, en todos los casos, incluido el presente estudio, los tratamientos con bioestimulantes superaron al testigo, confirmando la validez del efecto más allá de la localidad.

El incremento del rendimiento observado puede atribuirse a la acción de los compuestos bioactivos —aminoácidos, extractos de algas, fitohormonas y micronutrientes— que estimulan la fotosíntesis, la absorción y translocación de nutrientes y la síntesis de reguladores de crecimiento. Pareja (2024) reporta que los bioestimulantes derivados de extractos de algas promueven una mayor actividad fotosintética y optimizan la movilización de fotoasimilados hacia los órganos reproductivos, favoreciendo el desarrollo del fruto y el rendimiento total, mecanismo coherente con la respuesta dosis-dependiente hallada en este trabajo.

➤ **Influencia de las condiciones agroecológicas**

La magnitud de la respuesta también estuvo condicionada por el entorno agroecológico del anexo Ccochac. En zonas altoandinas, variables como la altitud, la radiación solar, la fertilidad del suelo y la disponibilidad hídrica afectan los procesos fisiológicos que determinan el crecimiento y desarrollo del fruto. Flores

et al. (2025) señalan que, en la zona de influencia del VRAEM, la producción y calidad del palto están fuertemente moduladas por estas condiciones locales, lo que respalda la idea de que los bioestimulantes tienden a producir respuestas más marcadas cuando compensan limitaciones fisiológicas del cultivo.

No obstante, es importante contextualizar los efectos según la especie, la variedad y el manejo. Rojas et al. (2023) advierten que, en aguacate Hass bajo sistemas orgánicos y tradicionales, los bioestimulantes no siempre modifican de manera significativa los parámetros de calidad interna durante la poscosecha. Esta divergencia con los resultados del presente estudio —donde sí se observaron mejoras claras— resalta que el efecto de la bioestimulación depende del momento de evaluación (precosecha frente a poscosecha) y de las condiciones particulares de cada sistema productivo, y sugiere la conveniencia de evaluar también el comportamiento poscosecha en futuras investigaciones.

En conjunto, los hallazgos confirman que los bioestimulantes actúan como moduladores fisiológicos que potencian de manera integral la productividad y la calidad del palto, mejorando el tamaño del fruto, el contenido de materia seca, la uniformidad, la retención y el número de frutos por árbol, siendo Kalifrut 3 L/ha el tratamiento que maximizó estos efectos bajo las condiciones del anexo Ccochac (Sulca, 2024; Pareja, 2024; Flores et al., 2025).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

- La aplicación de bioestimulantes influyó de manera significativa en el rendimiento y la calidad del cultivo de palto (*Persea americana*) bajo las condiciones agroecológicas del anexo Ccochac, distrito de Santillana. El análisis de varianza confirmó diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0,001$) en todas las variables evaluadas, por lo que se acepta la hipótesis general de la investigación. El tratamiento Kalifrut 3 L/ha (T5) obtuvo los mejores resultados, con un rendimiento de 12,46 t/ha frente a 7,58 t/ha del testigo, lo que representa un incremento cercano al 64 %.
- Respecto al rendimiento, la respuesta fue dosis-dependiente: a mayor dosis de bioestimulante, mayor productividad. El número de frutos por árbol aumentó de 129 (testigo) a 181,25 con Kalifrut 3 L/ha, y el rendimiento por árbol pasó de 27,26 a 44,82 kg. Este incremento se atribuye a la acción de aminoácidos, extractos de algas y reguladores de crecimiento presentes en los bioestimulantes, que favorecen la diferenciación floral, el cuajado y la retención de frutos. Por tanto, se acepta la primera hipótesis específica.
- En cuanto a la calidad, los bioestimulantes mejoraron los tres indicadores evaluados. El peso promedio del fruto se incrementó de 211,25 g (testigo) a 247,25 g; el contenido de materia seca, de 18,85 % a 24,52 %; y el porcentaje de frutos comerciales, de 72,73 % a 89,93 %, todos ellos con el tratamiento Kalifrut 3 L/ha. Estos resultados confirman que la bioestimulación mejora tanto la calidad externa (calibre y apariencia) como la calidad interna (materia seca) del fruto, por lo que se acepta la segunda hipótesis específica.

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

- Aplicar Kalifrut a la dosis de 3 L/ha en las etapas de floración y cuajado, por ser el tratamiento que alcanzó el mayor rendimiento (12,46 t/ha) y el mayor número de frutos por árbol en este estudio. Esta dosis se recomienda como punto de partida para los productores de palto del anexo Ccochac que busquen incrementar su productividad.
- Priorizar bioestimulantes con alto contenido de aminoácidos y extractos de algas para mejorar la calidad del fruto, ya que fueron los que produjeron mayor peso promedio, mayor contenido de materia seca y mayor porcentaje de frutos comerciales, atributos que determinan el precio de venta y la aceptación en el mercado. Ajustar el tipo, la dosis y la frecuencia del bioestimulante a las condiciones locales de altitud, radiación, fertilidad del suelo y disponibilidad de agua, dado que la magnitud de la respuesta observada depende del contexto agroecológico de cada parcela.
- Integrar el uso de bioestimulantes dentro de un programa de fertilización balanceada y buenas prácticas agronómicas, y no como sustituto de la nutrición mineral, con el fin de aprovechar mejor la absorción de nutrientes y reducir el estrés fisiológico de la planta. Llevar un registro por campaña del rendimiento, el número de frutos, el porcentaje de frutos comerciales y la materia seca, de modo que cada productor pueda verificar el efecto del bioestimulante en su parcela y ajustar la dosis en las siguientes temporadas. Asimismo, se recomienda desarrollar nuevas investigaciones que incorporen un análisis económico (costo-beneficio) y evalúen el efecto en otras variedades y localidades.

CAPÍTULO VII

REFERENCIAS

- Abiola, Y. O., Liu, B., Sulaiman, H. Y., Kaurilind, E., Tosens, T., & Niinemets, Ü. (2025). Contrasting leaf structural, photosynthetic and allocation responses to elevated CO₂ in different aged leaves of *Persea americana* and *Annona muricata*. *Plant Physiology and Biochemistry*, 223, 109842. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2025.109842>
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2017). Agroecology: A brief account of its origins and currents of thought in Latin America. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 41(3–4), 231–237. <https://doi.org/10.1080/21683565.2017.1287147>
- Ampong, K., Thilakaranthna, M. S., & Gorim, L. Y. (2022). *Understanding the role of humic acids on crop performance and soil health*. *Frontiers in Agronomy*, 4, 848621. <https://doi.org/10.3389/fagro.2022.848621>
- Arinaitwe, U., López-Serrano, L., Scalschi, L., Simeón, R., & San Bautista, A. (2025). *Unlocking the potential of biostimulants: A comprehensive review of their performance variability and influencing factors*. *MDPI Applied Sciences*. <https://doi.org/10.3390/app16041924>
- Arpaia, M. L. (2018). Mineral nutrition and avocado fruit quality. *HortTechnology*, 28(3), 284–289. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH03906-17>
- Azcón, C., & Barea, J. M. (2021). *Biofertilizers and plant growth-promoting rhizobacteria in sustainable agriculture*. Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-48971-2>
- Bautista, E. E. (2025). *Efecto de bioestimulantes para el amarre de frutos en el cultivo de palto (Persea americana Mill.) variedad Hass, Yungay* (Tesis). Universidad San Pedro. <https://hdl.handle.net/20.500.12976/27282>
- Bravo, L., Silva, G., & Arévalo, J. (2023). *Influencia de variables climáticas en la eficiencia fotosintética de Persea americana en sistemas agroecológicos*. *Journal of Tropical Agriculture*, 12(2), 45–58.
- Calvo, P., Nelson, L., & Kloepper, J. W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*, 383(1–2), 3–41. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8>

- Carvalho, C. P., Velásquez, M. A., & Van Rooyen, Z. (2014). Determination of the minimum dry matter index for the optimum harvest of ‘Hass’ avocado fruits in Colombia. *Agronomía Colombiana*, 32(3), 399–406.
- Castillo, M., & Rojas, F. (2024). *Impacto de la estructura y aireación del suelo en el cultivo de palto*. *Soil Science and Agroecosystems*, 9(1), 34–49.
- Castillo, A., Vega, R., & Morales, J. (2023). *Water relations and transpiration dynamics in avocado under variable environmental conditions*. *Journal of Plant Physiology and Ecology*, 15(4), 215–230.
- Chaupín, M. O. (2018). Incidencia, etiología y control in vitro de la muerte regresiva en el palto (*Persea americana* Mill.) en Luricocha, Huanta, 2017 [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio Institucional UNSCH. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3085>
- Chen, L., Zhao, X., & Li, Y. (2023). Soil organic matter fractions and crop performance: Effects of humic and fulvic acids. *Soil Biology and Biochemistry*, 175, 108–234. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2022.108234>
- Colla, G., & Rouphael, Y. (2019). Biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 246, 1–3. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.10.045>
- Colla, G., Rouphael, Y., Canaguier, R., Svecova, E., & Cardarelli, M. (2014). Biostimulant action of protein hydrolysates: Unraveling their effects on plant physiology and crop performance. *Frontiers in Plant Science*, 5, 448. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00448>
- Delgado, J. A., Torres, M., & Carrasco, S. (2025). *Efecto de bioestimulantes sobre la tolerancia a estrés abiótico en frutales subtropicales*. *Agroecosystems Research Journal*, 7(3), 23–40.
- Du Jardín, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196, 3–14. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
- Espinoza L., E. M. (2022). *Efecto de bioestimulantes en el rendimiento de Persea americana* Mill. “palto” variedad Hass en Huaral [Tesis de grado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/5969>

- FAO. (2022). Good agricultural practices for avocado production. Food and Agriculture Organization. <https://www.fao.org/3/cb9429en/cb9429en.pdf>
- Flores, R. V., Quispe Quezada, U. R., Quispe Rodríguez, J., Quispe Quezada, L. P., & Torres Gutiérrez, W. B. (2025). Producción y calidad del fruto de palto en zona de influencia del VRAEM para industrialización. *Revista Alfa*, 9(27), 186-195. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v9i27.406>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2024). *Ripe for change: Adapting avocado production to a changing climate*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cc7119en>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2023). *Tropical fruits market review*. FAO. <https://www.fao.org/markets-and-trade/commodities/tropical-fruits/en/>
- Food and Agriculture Organization. (2021). *Avocado production and post-harvest management*. <https://www.fao.org/3/i0529e/i0529e.pdf>
- Food and Agriculture Organization. (2022). *Good agricultural practices for avocado production*. <https://www.fao.org/3/cb9429en/cb9429en.pdf>
- Gómez, F. M. (2022). *Evaluación de la respuesta del crecimiento vegetativo de aguacate (Persea americana var. Hass) a la aplicación de un bioestimulante* [Trabajo de titulación]. Universidad Central del Ecuador.
- Gómez, P., & Arroyo, S. (2024). Temperaturas críticas para etapas fenológicas de *Persea americana*. *Revista de Producción Frutal Andina*, 10(1), 77–89.
- Gómez, M., & Pérez, F. (2024). Effects of amino acid hydrolysates on plant metabolism under abiotic stress. *Journal of Plant Nutrition*, 47(5), 820–834.
- González, H., & Ruiz, J. (2026). Bioestimulants and root development in fruit trees cultivated under agroecological systems. *International Journal of Horticultural Science*, 30(1), 52–67.
- Guerrero, R., & Yoel, E. (2018). Aplicación de bioestimulantes foliares sobre el rendimiento y calidad de fruto de Palto (*Persea americana* Mill), variedad fuerte en el valle de Cieneguillo Sur, Piura.

- Gutiérrez, C., Pérez, M. E., & Torres, R. (2023). *Reproductive phenology and carbohydrate dynamics in Persea americana*. *Plant Reproduction Science*, 11(1), 59–73.
- He, W., Zhang, H., & Wang, R. (2025). Seaweed extracts as biostimulants in horticultural crops: Effects on growth, yield and quality. *Frontiers in Plant Science*, 16, 780–799. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.780799>
- Henderson, B. C. R., Sanderson, J. M., & Fowles, A. (2025). *A review of the foliar application of individual amino acids as biostimulants in plants*. *Discover Agriculture*, 3, Article 69. <https://doi.org/10.1007/s44279-025-00222-7>
- Hernández, R., & Vargas, P. (2023). *Necesidades nutricionales del palto en suelos volcánicos*. *Nutrición Vegetal*, 5(2), 99–110.
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2021). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.
- Hernández, F., & Peña, J. (2024). *Photosynthetic responses of avocado to light and water stress*. *Journal of Tropical Agriculture and Development*, 22(2), 101–115.
- INEI. (2025). Producción de palta creció en 112,9% durante setiembre de 2025. Instituto Nacional de Estadística e Informática. <https://acortar.link/TsUTnT>
- Intagri S.C. (2026). *Bioestimulantes agrícolas: definición y principales categorías y regulación a nivel mundial*. Recuperado de <https://acortar.link/loOKJ6>
- Izquierdo, J., Arriagada, O., García-Pintos, G., Ortiz, R., & García-Pintos, M. (2025). Humic field biostimulation as a sustainable agricultural practice to increase yield of main grains: Evidence from on-farm trials. *Frontiers in Plant Science*, 16. <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2025.1709876/full>
- Jaramillo, L. S., & Peña, D. E. (2025). *Bioestimulantes y su efecto en la eficiencia reproductiva del cultivo de aguacate*. *Revista Agroecología y Productividad*, 9(3), 87–101.
- Kader, A. A. (2002). *Postharvest technology of horticultural crops* (3.^a ed., Publicación 3311). University of California, Agriculture and Natural Resources.
- Khan, A., Eltaher, S., Freeman, B., & Ali, G. S. (2026). *PaDSPD, a MYB-like transcription factor linked with diurnally synchronous protogynous*

dichogamy in avocado. Fruit Research, 6, e004.
<https://doi.org/10.1002/pei3.70083>

- Khan, M. I. R., et al. (2024). Seaweed bioactive compounds enhance plant growth and stress tolerance. *Plant Science Today*, 11(2), 99–115.
- Kim, J. H., & Lee, D. U. (2025). Impact of biostimulants on photosynthesis and antioxidant activity in fruit crops. *Plant Physiology and Biochemistry*, 180, 89–103.
- Li, J., et al. (2024). *Biostimulants for sustainable development of agriculture: A bibliometric content analysis. Discover Agriculture*, 5, 1–22.
<https://doi.org/10.1007/s44279-024-00149-5>
- Li, T., et al. (2026). Effects of PGPR and AMF inoculation on drought tolerance and nutrient uptake in avocado. *Agronomy Journal*, 118(3), 765–781.
- Lobos, G. A., & Hancock, J. F. (2023). *Avocado production systems and environmental constraints: A review. Horticultural Reviews*, 50, 1–28.
- Loeza, P., Jiménez, R., & Santoyo, G. (2024). *The Effect of Biostimulants on Horticultural Crops. Horticulturae*, 10(10), 1086.
<https://doi.org/10.3390/horticulturae10101086>
- López, M., & Martínez, R. (2024). *Transpiration patterns in Persea americana under seasonal water deficit. Annals of Horticultural Research*, 18(5), 310–324.
- López, L., Scalschi, L., Simeón, R., & San Bautista, A. (2026). *Harnessing the power of biostimulants: Enhancing agricultural productivity and sustainability. Applied Sciences*, 16(4), Article 1924.
<https://doi.org/10.3390/app16041924>
- Mallqui, G. (2025). *Crecimiento de plántones injertados de Persea americana en respuesta a bioestimulantes* [Tesis]. Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Martínez, J., López, R., & Sánchez, P. (2022). Efecto de bioestimulantes en el rendimiento y calidad de frutos de palto (*Persea americana*) en la región andina. *Revista Peruana de Ciencias Agrarias*, 14(2), 45–56.
- Marulanda, A., et al. (2024). Plant–microbe interactions in the rhizosphere and implications for sustainable crop production. *Journal of Applied Microbiology*, 136(7), 4425–4441.

- Molina, E., León, H., & Quispe, C. (2025). *Evaluación del efecto de temperatura en la germinación de polen de aguacate*. *Journal of Crop Science in Tropical Climates*, 8(1), 12–24.
- Magwaza, L. S., & Tesfay, S. Z. (2015). A review of destructive and non-destructive methods for determining avocado fruit maturity. *Food and Bioprocess Technology*, 8(10), 1995–2011. <https://doi.org/10.1007/s11947-015-1568-y>
- Montoya, J., & Salazar, Y. (2025). *Interacciones suelo–bioestimulantes y respuesta fisiológica de Persea americana*. *International Journal of Plant Nutrition*, 18(4), 165–181.
- OECD & FAO. (2025). *OECD-FAO Agricultural Outlook 2025-2034*. OECD Publishing. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2025/07/oecd-fao-agricultural-outlook-2025-2034_3eb15914/601276cd-en.pdf
- Paredes, R. J., & Quispe, H. (2026). *Enhancement of water use efficiency in fruit crops using bio-stimulant applications*. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 212(1), 76–92.
- Pareja, J. M. (2024). Análisis de la productividad asociada a la bioestimulación de dos parcelas de aguacate Hass (*Persea americana* Mill) en el municipio de Jardín Antioquia [Trabajo de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD]. Repositorio institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/69462>
- Pérez, A., Gómez, R., & Castillo, D. (2025). *pH edáfico y disponibilidad de nutrientes en plantaciones de palto*. *Soil and Plant Analysis Journal*, 16(1), 30–47.
- Pérez, J., & Martínez, R. (2024). Nutrient acquisition in horticultural crops: Role of biostimulants. *Plant and Soil*, 486, 215–233.
- Ramos, B., Moreno, J. A., & Salinas, E. (2025). *Effects of biostimulants on the photosynthetic performance in avocado plantations*. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 188(3), 412–428.
- Rojas, A., & Sánchez, L. (2024). *Fruit set and early development physiology in avocado (Persea americana)*. *Journal of Fruit Science*, 32(2), 145–158.
- Rojas, M. L., Ramírez, J. G., González, L. F., & Balaguera, H. E. (2023). *Biostimulants improve yield and quality in preharvest without impinging on the postharvest quality of Hass avocado and mango fruit: Evaluation*

under organic and traditional systems. Agronomy, 13(7), 1917.
<https://doi.org/10.3390/agronomy13071917>

- Rosa, A. L., et al. (2025). Regulation of abiotic stress responses by biostimulants in horticultural plants. *Journal of Experimental Botany, 75(10), 3102–3119.*
- Rouphael, Y., & Colla, G. (2020). Biostimulants in agriculture. *Frontiers in Plant Science, 11, 40.*
<https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00040>
- Rouphael, Y., & Colla, G. (2023). Biostimulants in agriculture: A global perspective. *Horticultural Reviews, 51, 1–50.*
- Salazar, S., Cossio, L., & Lovatt, C. J. (2020). Crop load management in avocado. *Scientia Horticulturae, 261, 108–117.*
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108517>
- Sharma, H. S. S., Fleming, C., Selby, C., Rao, J. R., & Martin, T. (2025). Plant biostimulants: A review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. *Journal of Applied Phycology, 26(1), 465–490.*
- Silva, H. F., & Torres, C. J. (2026). *Current advances in bioestimulant-mediated stress tolerance in horticultural crops. Plant Stress Biology, 4(1), 44–58.*
- Singh, R., et al. (2023). Seaweed extracts as growth enhancers in horticultural crops. *Journal of Plant Growth Regulation, 42(1), 368–383.*
- Smith, R., & Adams, D. (2024). Humic and fulvic acids as soil conditioners: Effects on nutrient availability and root development. *Soil Science and Plant Nutrition, 70(2), 118–133.*
- Soberón, L. S. (2024). *Eficacia de la aplicación de bioestimulantes en el rendimiento y calidad de palto (Persea americana Mill.) variedad Hass, Chao (Tesis). Universidad San Pedro.*
<https://hdl.handle.net/20.500.12976/25691>
- Sulca, C. W. (2024). *Influencia de bioestimulantes en el rendimiento del cultivo de palto (Persea americana) bajo condiciones del Distrito de Catahuasi. Universidad Nacional del Centro del Perú.*
<https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/123456789/5678>
- Sun, W., Shahrajabian, M. H., Kuang, Y., & Wang, N. (2024). *Amino acids biostimulants and protein hydrolysates in agricultural sciences. Plants, 13(2), 210.* <https://doi.org/10.3390/plants13020210>

- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2018). *Plant physiology and development* (6th ed.). Oxford University Press. <https://global.oup.com/academic/product/plant-physiology-and-development-9781605357454>
- Tejada, M., Gómez, I., & García, C. (2021). Biofertilizers and biostimulants: Effects on fruit yield and quality in subtropical crops. *Agronomy*, *11*(7), 1418. <https://doi.org/10.3390/agronomy11071418>
- Tomás, F. A., et al. (2023). *Fruit anatomy and quality traits during development in Persea americana*. *Journal of Horticultural Science*.
- Torres, M., Vega, R., & Ramírez, J. (2025). Humic substances and gene expression related to plant growth and hormonal synthesis. *Plant Growth Regulation*, *105*(3), 401–417.
- USDA Foreign Agricultural Service. (2025). *Peru: Peruvian avocado exports expected to bounce back*. <https://www.fas.usda.gov/data/peru-peruvian-avocado-exports-expected-bounce-back>
- Useche, N., Ayala, P., Campos E., & Barrientos, F. (2022). *Relationships between stomatal and gas exchange characteristics of the leaf blade in Persea americana seedlings*. *Revista Chapingo Serie Horticultura*.
- Vasquez, R. (2025). Uso de un bioestimulante y dos fuentes de abonos orgánicos e inorgánicos en la producción de plántulas mejoradas de *Persea americana* Mill. (palto) en Tingo María.
- Venica, C. (2023). Efecto de bioestimulantes sobre el cuajado de frutos en *Persea americana* cv. Hass [Trabajo de investigación, Universidad Nacional del Nordeste]. Repositorio institucional UNNE. <https://repositorio.unne.edu.ar/xmlui/handle/123456789/53743>
- Veramendi, R. (2024). *Efecto de tres bioestimulantes orgánicos en el rendimiento del palto (Persea americana) variedad Hass en condiciones de Sayán* (Tesis). Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. <http://hdl.handle.net/20.500.14067/10886>
- Villavicencio, A. (2023). *Uso de reguladores de crecimiento y bioestimulantes en el cultivo de palto "Hass" en Huaura-Sayán*. Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/items/ff72213d-4982-42ff-9c3c-ddbe7bd93eb6>

- Wang, Y., & Li, X. (2026). Protein hydrolysates as biostimulants: Effects on chlorophyll synthesis, antioxidant defense and fruit quality. *Frontiers in Plant Science*, 17, 812345.
- Whiley, A. W., Schaffer, B., & Wolstenholme, B. N. (2002). *The avocado: Botany, production and uses*. CABI Publishing.
<https://era.daf.qld.gov.au/id/eprint/10341/>
- Win, P. P., et al. (2025). *Integrated approach of using biostimulants for improving crop growth and stress tolerance: Evidence from rice and soybean crops*. *Agronomy*, 15(10), 2265.
- Yakhin, O., Lubyantov, A., Yakhin, I., & Brown, P. (2021). Biostimulants in plant science: A global perspective. *Frontiers in Plant Science*, 12, 650.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2021.00650>
- Zhang, Q., et al. (2025). Microbial inoculants and plant growth promotion: Current status and future perspectives. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 109(12), 5021–5040.

ANEXOS

*Anexo A**Matriz de consistencia*

Aplicación de bioestimulantes y su incidencia en el rendimiento y calidad del palto (*Persea americana*) bajo condiciones agroecológicas del anexo Ccochac, distrito de Santillana

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>Problema general:</p> <p>Se desconoce cómo la aplicación de bioestimulantes incide en el rendimiento y la calidad del cultivo de palto (<i>Persea americana</i>) bajo condiciones agroecológicas del anexo Ccochac, distrito de Santillana.</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Evaluar la incidencia de la aplicación de bioestimulantes en el rendimiento y la calidad del cultivo de palto (<i>Persea americana</i>) bajo las condiciones agroecológicas del anexo Ccochac, distrito de Santillana.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>La aplicación de bioestimulantes incide positivamente en el rendimiento y la calidad del cultivo de palto (<i>Persea americana</i>) bajo las condiciones agroecológicas del anexo Ccochac, distrito de Santillana.</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>Aplicación de bioestimulantes (tipo y dosis)</p>	<p>Tipo: Cuantitativa experimental</p> <p>Nivel: Explicativo</p> <p>Método: Experimental</p> <p>Diseño: Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA)</p> <p>Población: Todos los árboles de palto (<i>Persea americana</i>) del anexo Ccochac.</p>

<p>Problemas específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Se desconoce el efecto de los bioestimulantes sobre el rendimiento del palto. ▪ Se desconoce cómo los bioestimulantes afectan la calidad comercial del fruto. 	<p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Analizar la influencia de la aplicación de bioestimulantes sobre el rendimiento del cultivo de palto (<i>Persea americana</i>). ▪ Evaluar el efecto de los bioestimulantes en la calidad comercial de los frutos de palto. 	<p>Hipótesis específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ La aplicación de bioestimulantes aumenta significativamente el rendimiento del cultivo de palto (<i>Persea americana</i>). ▪ La aplicación de bioestimulantes mejora la calidad comercial de los frutos de palto. 	<p>Variable dependiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Rendimiento del palto (kg/árbol) ▪ Calidad del fruto (materia seca %) 	<p>Muestra: 80 plantas distribuidas en 5 tratamientos (20 unidades experimentales)</p> <p>Muestreo: Muestreo aleatorio simple.</p> <p>Técnicas de recolección de datos: Fichas de campo para registro de parámetros agronómicos y calidad.</p> <p>Instrumentos comunes: Balanza de precisión, calibrador Vernier, refractómetro portátil, reactivos de laboratorio, cuadernos y etiquetas para registro.</p>
---	--	---	--	--

Anexo B

Información de las medias de las variables

The screenshot shows the IBM SPSS Statistics Editor de datos interface. The main window displays a data table with 8 variables and 21 rows of data. The variables are: Bloque, Tratamientos, Número de frutos por árbol, Peso promedio del fruto, Rendimiento por árbol, Rendimiento por hectárea, Porcentaje de frutos cosechados, and Marea seca. The data is organized into 21 rows, each representing a different experimental unit or treatment combination.

Bloque	Tratamientos	Número de frutos por árbol	Peso promedio del fruto	Rendimiento por árbol	Rendimiento por hectárea	Porcentaje de frutos cosechados	Marea seca	
1	1	1	128,00	210,00	26,88	7,47	72,40	19,50
2	1	2	142,00	220,00	31,24	8,69	76,10	20,50
3	1	3	156,00	230,00	35,88	9,97	80,50	21,75
4	1	4	165,00	235,00	38,78	10,78	84,20	22,75
5	1	5	178,00	245,00	43,61	12,12	88,60	23,83
6	2	1	132,00	215,00	28,38	7,89	73,80	19,75
7	2	2	145,00	225,00	32,63	9,07	78,30	21,43
8	2	3	160,00	235,00	37,60	10,45	82,70	22,25
9	2	4	170,00	240,00	40,80	11,34	86,10	23,25
10	2	5	182,00	250,00	45,50	12,65	90,40	24,75
11	3	1	130,00	212,00	27,56	7,66	72,90	19,25
12	3	2	148,00	223,00	33,00	9,17	79,10	20,75
13	3	3	162,00	232,00	37,58	10,44	82,50	18,83
14	3	4	172,00	238,00	40,94	11,38	86,40	23,55
15	3	5	185,00	248,00	45,88	12,75	91,20	25,25
16	4	1	126,00	208,00	26,21	7,29	71,80	16,90
17	4	2	140,00	218,00	30,52	8,49	75,60	20,54
18	4	3	158,00	228,00	36,02	10,01	80,80	21,50
19	4	4	168,00	236,00	39,65	11,02	85,30	22,50
20	4	5	180,00	246,00	44,28	12,31	89,50	24,25
21								

Anexo C

Información de los resultados de la estadística descriptiva de las variables

		Descriptivos		Estadístico	Desv. Error
Peso_promedio_del_fruto	Tratamientos	Media		211,250	1,493
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	206,499	
			Límite superior	216,001	
		Media recortada al 5%	211,222		
		Mediana	211,000		
		Varianza	8,917		
		Desv. Desviación	2,986		
		Mínimo	208,00		
		Máximo	215,00		
		Rango	7,00		
		Rango intercuartil	5,75		
		Asimetría	0,423	1,014	
		Curtosis	-4,16	2,619	
		Media	221,500	1,555	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	216,553	
			Límite superior	226,447	
		Media recortada al 5%	221,500		
		Mediana	221,500		
		Varianza	9,667		
		Desv. Desviación	3,109		
	Mínimo	218,00			
	Máximo	225,00			
	Rango	7,00			
	Rango intercuartil	6,00			
	Asimetría	0,000	1,014		
	Curtosis	-2,433	2,619		
	Media	231,250	1,493		
		Límite inferior	226,499		

Tratamiento 3: Ficomar 4 L/ha	95% de intervalo de confianza para la media	Límite superior	236,001	
	Media recortada al 5%		231,222	
	Mediana		231,000	
	Varianza		8,917	
	Desv. Desviación		2,986	
	Mínimo		228,00	
	Máximo		235,00	
	Rango		7,00	
	Rango intercuartil		5,75	
	Asimetría		0,423	1,014
	Curtosis		-416	2,619
	Media		237,250	1,109
	Tratamiento 4: Kalifrut 1,5 L/ha	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	233,722
		Límite superior	240,778	
Media recortada al 5%			237,222	
Mediana			237,000	
Varianza			4,917	
Desv. Desviación			2,217	
Mínimo			235,00	
Máximo			240,00	
Rango			5,00	
Rango intercuartil			4,25	
Asimetría			0,482	1,014
Curtosis			-1,700	2,619
Tratamiento 5: Kalifrut 3 L/ha		Media		247,250
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	243,722	
		Límite superior	250,778	
	Media recortada al 5%		247,222	
	Mediana		247,000	
	Varianza		4,917	
	Desv. Desviación		2,217	
	Mínimo		245,00	
	Máximo		250,00	
	Rango		5,00	
	Rango intercuartil		4,25	
	Asimetría		0,482	1,014
	Curtosis		-1,700	2,619

Descriptivos

Tratamientos			Estadístico	Desv. Error	
Materia_seca	Tratamiento 1: Testigo	Media	18,850	0,658	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	16,756	
			Límite superior	20,944	
		Media recortada al 5%		18,908	
		Mediana		19,375	
		Varianza		1,732	
		Desv. Desviación		1,316	
		Mínimo		16,90	
		Máximo		19,75	
		Rango		2,85	
		Rango intercuartil		2,20	
		Asimetría		-1,857	1,014
		Curtosis		3,529	2,619
	Tratamiento 2: Ficomar 2 L/ha	Media		20,805	0,215
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	20,119	
			Límite superior	21,491	
		Media recortada al 5%		20,787	
		Mediana		20,645	
		Varianza		0,186	
		Desv. Desviación		0,431	
Mínimo		20,50			

		Máximo		21,43	
		Rango		,93	
		Rango intercuartil		,75	
		Asimetría		1,642	1,014
		Curtosis		2,575	2,619
	Tratamiento 3: Ficomar 4 L/ha	Media		21,082	0,767
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	18,642	
			Límite superior	23,523	
		Media recortada al 5%		21,143	
		Mediana		21,625	
		Varianza		2,352	
		Desv. Desviación		1,534	
		Mínimo		18,83	
		Máximo		22,25	
		Rango		3,42	
		Rango intercuartil		2,63	
		Asimetría		-1,749	1,014
		Curtosis		3,266	2,619
	Tratamiento 4: Kalifrut 1,5 L/ha	Media		23,012	0,237
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	22,257	
			Límite superior	23,768	
		Media recortada al 5%		23,011	
		Mediana		23,000	
		Varianza		0,226	
		Desv. Desviación		0,475	
		Mínimo		22,50	
		Máximo		23,55	
		Rango		1,05	
		Rango intercuartil		,91	
		Asimetría		0,099	1,014
		Curtosis		-2,998	2,619
	Tratamiento 5: Kalifrut 3 L/ha	Media		24,520	0,308
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	23,541	
			Límite superior	25,499	
		Media recortada al 5%		24,518	
		Mediana		24,500	
		Varianza		0,378	
		Desv. Desviación		0,615	
		Mínimo		23,83	
		Máximo		25,25	
		Rango		1,42	
		Rango intercuartil		1,19	
		Asimetría		0,152	1,014
		Curtosis		-1,415	2,619

		Descriptivos		Estadístico	Desv. Error
		Tratamientos			
Porcentaje de frutos comerciales	Tratamiento 1: Testigo	Media		72,725	0,423
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	71,379	
			Límite superior	74,071	
		Media recortada al 5%		72,717	
		Mediana		72,650	
		Varianza		0,716	
		Desv. Desviación		0,846	
		Mínimo		71,80	
		Máximo		73,80	
		Rango		2,00	
		Rango intercuartil		1,63	
		Asimetría		0,464	1,014

		Curtosis		0,028	2,619
Tratamiento 2: Ficomar 2 L/ha		Media		77,275	0,845
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior		74,586	
		Límite superior		79,964	
		Media recortada al 5%		77,267	
		Mediana		77,200	
		Varianza		2,856	
		Desv. Desviación		1,690	
		Mínimo		75,60	
		Máximo		79,10	
		Rango		3,50	
		Rango intercuartil		3,17	
		Asimetría		0,115	1,014
		Curtosis		-4,519	2,619
	Tratamiento 3: Ficomar 4 L/ha		Media		81,625
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior		79,818	
		Límite superior		83,432	
		Media recortada al 5%		81,628	
		Mediana		81,650	
		Varianza		1,289	
		Desv. Desviación		1,135	
		Mínimo		80,50	
		Máximo		82,70	
		Rango		2,20	
		Rango intercuartil		2,08	
		Asimetría		-,033	1,014
		Curtosis		-5,504	2,619
Tratamiento 4: Kalifrut 1,5 L/ha			Media		85,500
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior		83,936	
		Límite superior		87,064	
		Media recortada al 5%		85,522	
		Mediana		85,700	
		Varianza		0,967	
		Desv. Desviación		0,983	
		Mínimo		84,20	
		Máximo		86,40	
		Rango		2,20	
		Rango intercuartil		1,85	
		Asimetría		-,884	1,014
		Curtosis		-,503	2,619
	Tratamiento 5: Kalifrut 3 L/ha		Media		89,925
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior		88,137	
		Límite superior		91,713	
		Media recortada al 5%		89,928	
		Mediana		89,950	
		Varianza		1,263	
		Desv. Desviación		1,124	
		Mínimo		88,60	
		Máximo		91,20	
		Rango		2,60	
		Rango intercuartil		2,18	
		Asimetría		-,105	1,014
		Curtosis		-1,353	2,619

Descriptivos

Tratamientos		Estadístico		Desv. Error
Número_de_fru	Tratamiento	Media	129,000	1,291
tos_por_árbol	1: Testigo	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	124,891

		Límite superior	133,108	
		Media recortada al 5%	129,000	
		Mediana	129,000	
		Varianza	6,667	
		Desv. Desviación	2,582	
		Mínimo	126,00	
		Máximo	132,00	
		Rango	6,00	
		Rango intercuartil	5,00	
		Asimetría	0,000	1,014
		Curtosis	-1,200	2,619
	Tratamiento	Media	143,750	1,750
	2: Ficomar	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	138,181
	2 L/ha		Límite superior	149,319
		Media recortada al 5%	143,722	
		Mediana	143,500	
		Varianza	12,250	
		Desv. Desviación	3,500	
		Mínimo	140,00	
		Máximo	148,00	
		Rango	8,00	
		Rango intercuartil	6,75	
		Asimetría	0,321	1,014
		Curtosis	-1,598	2,619
	Tratamiento	Media	159,000	1,291
	3: Ficomar	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	154,892
	4 L/ha		Límite superior	163,108
		Media recortada al 5%	159,000	
		Mediana	159,000	
		Varianza	6,667	
		Desv. Desviación	2,582	
		Mínimo	156,00	
		Máximo	162,00	
		Rango	6,00	
		Rango intercuartil	5,00	
		Asimetría	0,000	1,014
		Curtosis	-1,200	2,619
	Tratamiento	Media	168,750	1,493
	4: Kalifrut	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	163,999
	1,5 L/ha		Límite superior	173,501
		Media recortada al 5%	168,778	
		Mediana	169,000	
		Varianza	8,917	
		Desv. Desviación	2,986	
		Mínimo	165,00	
		Máximo	172,00	
		Rango	7,00	
		Rango intercuartil	5,75	
		Asimetría	-4,23	1,014
		Curtosis	-4,16	2,619
	Tratamiento	Media	181,250	1,493
	5: Kalifrut	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	176,499
	3 L/ha		Límite superior	186,001
		Media recortada al 5%	181,222	
		Mediana	181,000	
		Varianza	8,917	
		Desv. Desviación	2,986	
		Mínimo	178,00	
		Máximo	185,00	
		Rango	7,00	

Rango intercuartil	5,75	
Asimetría	0,423	1,014
Curtosis	-416	2,619

Descriptivos

	Tratamientos		Estadístico	Desv. Error	
Rendimiento_p or_árbol	Tratamiento 1: Testigo	Media	27,258	0,465	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	25,779	
			Límite superior	28,736	
			Media recortada al 5%	27,253	
		Mediana	27,220		
		Varianza	0,864		
		Desv. Desviación	0,929		
		Mínimo	26,21		
		Máximo	28,38		
		Rango	2,17		
		Rango intercuartil	1,80		
	Asimetría	0,198	1,014		
	Curtosis	-900	2,619		
	Tratamiento 2: Ficomar 2 L/ha	Media	31,848	0,583	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	29,994	
			Límite superior	33,701	
			Media recortada al 5%	31,857	
		Mediana	31,935		
		Varianza	1,357		
		Desv. Desviación	1,165		
		Mínimo	30,52		
		Máximo	33,00		
		Rango	2,48		
		Rango intercuartil	2,21		
	Asimetría	-233	1,014		
	Curtosis	-3,764	2,619		
	Tratamiento 3: Ficomar 4 L/ha	Media	36,770	0,474	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	35,261	
			Límite superior	38,279	
			Media recortada al 5%	36,773	
		Mediana	36,800		
		Varianza	0,900		
		Desv. Desviación	0,949		
Mínimo		35,88			
Máximo		37,60			
Rango		1,72			
Rango intercuartil		1,68			
Asimetría	-,018	1,014			
Curtosis	-5,889	2,619			
Tratamiento 4: Kalifrut 1,5 L/ha	Media	40,042	0,510		
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	38,418		
		Límite superior	41,667		
		Media recortada al 5%	40,063		
	Mediana	40,225			
	Varianza	1,042			
	Desv. Desviación	1,021			
	Mínimo	38,78			
	Máximo	40,94			
	Rango	2,16			
	Rango intercuartil	1,91			
Asimetría	-,573	1,014			
Curtosis	-2,634	2,619			

Tratamiento 5: Kalifrut 3 L/ha	Media		44,818	0,528
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	43,138	
		Límite superior	46,497	
		Media recortada al 5%	44,826	
	Mediana		44,890	
	Varianza		1,114	
	Desv. Desviación		1,055	
	Mínimo		43,61	
	Máximo		45,88	
	Rango		2,27	
	Rango intercuartil		2,01	
	Asimetría		-,226	1,014
	Curtosis		-3,558	2,619

Descriptivos

	Tratamientos		Estadístico	Desv. Error	
Rendimiento_ por_hectárea	Tratamiento 1: Testigo	Media	7,577	0,129	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	7,168	
			Límite superior	7,987	
			Media recortada al 5%	7,576	
		Mediana		7,565	
		Varianza		0,066	
		Desv. Desviación		0,257	
		Mínimo		7,29	
		Máximo		7,89	
		Rango		,60	
		Rango intercuartil		,50	
		Asimetría		0,238	1,014
		Curtosis		-,922	2,619
			Tratamiento 2: Ficomar 2 L/ha	Media	8,855
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior			8,347	
	Límite superior			9,363	
	Media recortada al 5%			8,858	
Mediana				8,880	
Varianza				0,102	
Desv. Desviación				0,319	
Mínimo				8,49	
Máximo				9,17	
Rango				,68	
Rango intercuartil				,61	
Asimetría				-,244	1,014
Curtosis				-3,731	2,619
	Tratamiento 3: Ficomar 4 L/ha			Media	10,217
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	9,799	
			Límite superior	10,636	
			Media recortada al 5%	10,218	
		Mediana		10,225	
		Varianza		0,069	
		Desv. Desviación		0,263	
		Mínimo		9,97	
		Máximo		10,45	
		Rango		,48	
		Rango intercuartil		,47	
		Asimetría		-,019	1,014
		Curtosis		-5,878	2,619
			Tratamiento 4: Kalifrut 1,5 L/ha	Media	11,130
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior			10,679	
	Límite superior			11,581	

	Media recortada al 5%		11,136	
	Mediana		11,180	
	Varianza		0,080	
	Desv. Desviación		0,284	
	Mínimo		10,78	
	Máximo		11,38	
	Rango		,60	
	Rango intercuartil		,53	
	Asimetría		-,565	1,014
	Curtosis		-2,669	2,619
Tratamiento 5: Kalifrut 3 L/ha	Media		12,457	0,147
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	11,991	
		Límite superior	12,924	
	Media recortada al 5%		12,460	
	Mediana		12,480	
	Varianza		0,086	
	Desv. Desviación		0,293	
	Mínimo		12,12	
	Máximo		12,75	
	Rango		,63	
Rango intercuartil		,56		
	Asimetría		-,251	1,014
	Curtosis		-3,542	2,619

Anexo D

Resultados de la prueba de normalidad Shapiro–Wilk de las variables del cultivo de palto según tratamientos.

	Tratamientos	Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Porcentaje_de_frutos_comerciales	Tratamiento 1: Testigo	0,989	4	0,955
	Tratamiento 2: Ficomar 2 L/ha	0,896	4	0,414
	Tratamiento 3: Ficomar 4 L/ha	0,833	4	0,175
	Tratamiento 4: Kalifrut 1,5 L/ha	0,933	4	0,613
	Tratamiento 5: Kalifrut 3 L/ha	0,990	4	0,958

	Tratamientos	Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Materia_seca	Tratamiento 1: Testigo	0,770	4	0,059
	Tratamiento 2: Ficomar 2 L/ha	0,816	4	0,134
	Tratamiento 3: Ficomar 4 L/ha	0,811	4	0,123
	Tratamiento 4: Kalifrut 1,5 L/ha	0,957	4	0,759
	Tratamiento 5: Kalifrut 3 L/ha	0,988	4	0,949

	Tratamientos	Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Peso_promedio_del_fruto	Tratamiento 1: Testigo	0,989	4	0,952
	Tratamiento 2: Ficomar 2 L/ha	0,972	4	0,855
	Tratamiento 3: Ficomar 4 L/ha	0,989	4	0,952
	Tratamiento 4: Kalifrut 1,5 L/ha	0,963	4	0,798
	Tratamiento 5: Kalifrut 3 L/ha	0,963	4	0,798

		Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk		
Tratamientos		Estadístico	gl	Sig.
Número_de_frutos_por_árbol	Tratamiento 1: Testigo	0,993	4	0,972
	Tratamiento 2: Ficomar 2 L/ha	0,979	4	0,894
	Tratamiento 3: Ficomar 4 L/ha	0,993	4	0,972
	Tratamiento 4: Kalifrut 1,5 L/ha	0,989	4	0,952
	Tratamiento 5: Kalifrut 3 L/ha	0,989	4	0,952

		Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk		
Tratamientos		Estadístico	gl	Sig.
Rendimiento_por_árbol	Tratamiento 1: Testigo	0,993	4	0,974
	Tratamiento 2: Ficomar 2 L/ha	0,920	4	0,538
	Tratamiento 3: Ficomar 4 L/ha	0,770	4	0,058
	Tratamiento 4: Kalifrut 1,5 L/ha	0,898	4	0,421
	Tratamiento 5: Kalifrut 3 L/ha	0,930	4	0,595

		Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk		
Tratamientos		Estadístico	gl	Sig.
Rendimiento_por_hectárea	Tratamiento 1: Testigo	0,992	4	0,968
	Tratamiento 2: Ficomar 2 L/ha	0,920	4	0,538
	Tratamiento 3: Ficomar 4 L/ha	0,775	4	0,065
	Tratamiento 4: Kalifrut 1,5 L/ha	0,899	4	0,425
	Tratamiento 5: Kalifrut 3 L/ha	0,928	4	0,582

Anexo E

Resultados de la prueba de homogeneidad de varianzas de las variables del cultivo de palto según tratamientos

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Peso_promedio_del_fruto	Se basa en la media	0,307	4	15	0,869
	Se basa en la mediana	0,293	4	15	0,878
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0,293	4	12,982	0,877
	Se basa en la media recortada	0,307	4	15	0,869

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Porcentaje_de_frutos_comerciales	Se basa en la media	2,280	4	15	0,109
	Se basa en la mediana	2,102	4	15	0,131
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2,102	4	12,122	0,143
	Se basa en la media recortada	2,278	4	15	0,109

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Materia_seca	Se basa en la media	2,130	4	15	0,127
	Se basa en la mediana	0,456	4	15	0,767
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0,456	4	6,776	0,766
	Se basa en la media recortada	1,728	4	15	0,196

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Número_de_frutos_por_árbol	Se basa en la media	0,205	4	15	0,932
	Se basa en la mediana	0,199	4	15	0,935
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0,199	4	14,193	0,935
	Se basa en la media recortada	0,204	4	15	0,932

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Rendimiento_por_árbol	Se basa en la media	0,323	4	15	0,858
	Se basa en la mediana	0,288	4	15	0,881
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0,288	4	11,528	0,880
	Se basa en la media recortada	0,323	4	15	0,858

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Rendimiento_por_hectárea	Se basa en la media	0,299	4	15	0,874
	Se basa en la mediana	0,265	4	15	0,896
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0,265	4	11,584	0,895
	Se basa en la media recortada	0,298	4	15	0,875

Anexo F

Resultados de la prueba de efectos inter-sujetos de las variables del cultivo de palto según tratamientos

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Peso_promedio_del_fruto

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	3204,400 ^a	7	457,771	704,264	0,000
Intersección	1055241,800	1	1055241,800	1623448,923	0,000
Bloque	104,200	3	34,733	53,436	0,000
Tratamientos	3100,200	4	775,050	1192,385	0,000
Error	7,800	12	0,650		
Total	1058454,000	20			
Total corregido	3212,200	19			

a. R al cuadrado = ,998 (R al cuadrado ajustada = ,996)

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Porcentaje_de_frutos_comerciales

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	744,734 ^a	7	106,391	339,184	0,000
Intersección	132551,762	1	132551,762	422587,977	0,000
Bloque	17,506	3	5,835	18,604	0,000
Tratamientos	727,228	4	181,807	579,618	0,000
Error	3,764	12	0,314		
Total	133300,260	20			
Total corregido	748,498	19			

a. R al cuadrado = ,995 (R al cuadrado ajustada = ,992)

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Contenido_de_materia_seca

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	79,288 ^a	7	11,327	12,126	0,000
Intersección	9377,914	1	9377,914	10039,510	0,000
Bloque	3,411	3	1,137	1,217	0,346
Tratamientos	75,877	4	18,969	20,308	0,000
Error	11,209	12	0,934		
Total	9468,412	20			
Total corregido	90,497	19			

a. R al cuadrado = ,876 (R al cuadrado ajustada = ,804)

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Número_de_frutos_por_árbol

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	6858,850 ^a	7	979,836	541,845	0,000
Intersección	488906,450	1	488906,450	270363,014	0,000
Bloque	108,550	3	36,183	20,009	0,000
Tratamientos	6750,300	4	1687,575	933,221	0,000
Error	21,700	12	1,808		
Total	495787,000	20			
Total corregido	6880,550	19			

a. R al cuadrado = ,997 (R al cuadrado ajustada = ,995)

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Peso_promedio_del_fruto

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	3204,400 ^a	7	457,771	704,264	0,000
Intersección	1055241,800	1	1055241,800	1623448,923	0,000
Bloque	104,200	3	34,733	53,436	0,000
Tratamientos	3100,200	4	775,050	1192,385	0,000
Error	7,800	12	0,650		
Total	1058454,000	20			
Total corregido	3212,200	19			

a. R al cuadrado = ,998 (R al cuadrado ajustada = ,996)

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Rendimiento_por_árbol

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	767,119 ^a	7	109,588	768,574	0,000
Intersección	26132,112	1	26132,112	183271,780	0,000
Bloque	14,121	3	4,707	33,011	0,000
Tratamientos	752,998	4	188,250	1320,246	0,000
Error	1,711	12	0,143		
Total	26900,942	20			
Total corregido	768,830	19			

a. R al cuadrado = ,998 (R al cuadrado ajustada = ,996)

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Rendimiento_por_hectárea

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	59,209 ^a	7	8,458	780,838	0,000
Intersección	2019,045	1	2019,045	186387,734	0,000
Bloque	1,082	3	0,361	33,293	0,000
Tratamientos	58,127	4	14,532	1341,497	0,000
Error	0,130	12	0,011		
Total	2078,384	20			
Total corregido	59,339	19			

a. R al cuadrado = ,998 (R al cuadrado ajustada = ,997)

Anexo G

Resultados de la prueba Tukey de las variables del cultivo de palto según tratamientos

		Peso_promedio_del_fruto					
Tratamientos		N	Subconjunto				
			1	2	3	4	5
HSD Tukey ^{a,b}	Tratamiento 1: Testigo	4	211,250				
	Tratamiento 2: Ficomar 2 L/ha	4		221,500			
	Tratamiento 3: Ficomar 4 L/ha	4			231,250		
	Tratamiento 4: Kalifrut 1,5 L/ha	4				237,250	
	Tratamiento 5: Kalifrut 3 L/ha	4					247,250
	Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Duncan ^{a,b}	Tratamiento 1: Testigo	4	211,250				
	Tratamiento 2: Ficomar 2 L/ha	4		221,500			
	Tratamiento 3: Ficomar 4 L/ha	4			231,250		
	Tratamiento 4: Kalifrut 1,5 L/ha	4				237,250	
	Tratamiento 5: Kalifrut 3 L/ha	4					247,250
	Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = ,650.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

b. Alfa = .05.

		Materia_seca				
Tratamientos		N	Subconjunto			
			1	2	3	4
HSD Tukey ^{a,b}	Tratamiento 1: Testigo	4	18,850			
	Tratamiento 2: Ficomar 2 L/ha	4	20,805	20,805		
	Tratamiento 3: Ficomar 4 L/ha	4		21,082	21,082	
	Tratamiento 4: Kalifrut 1,5 L/ha	4			23,012	23,012
	Tratamiento 5: Kalifrut 3 L/ha	4				24,520
	Sig.		0,087	0,994	0,092	0,241
Duncan ^{a,b}	Tratamiento 1: Testigo	4	18,850			
	Tratamiento 2: Ficomar 2 L/ha	4		20,805		
	Tratamiento 3: Ficomar 4 L/ha	4		21,082		
	Tratamiento 4: Kalifrut 1,5 L/ha	4			23,012	
	Tratamiento 5: Kalifrut 3 L/ha	4				24,520
	Sig.		1,000	0,692	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = ,934.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

b. Alfa = 0.05.

		Porcentaje_de_frutos_comerciales					
Tratamientos		N	Subconjunto				
			1	2	3	4	5
HSD Tukey ^{a,b}	Tratamiento 1: Testigo	4	72,725				
	Tratamiento 2: Ficomar 2 L/ha	4		77,275			
	Tratamiento 3: Ficomar 4 L/ha	4			81,625		
	Tratamiento 4: Kalifrut 1,5 L/ha	4				85,500	
	Tratamiento 5: Kalifrut 3 L/ha	4					89,925
	Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Duncan ^{a,b}	Tratamiento 1: Testigo	4	72,725				
	Tratamiento 2: Ficomar 2 L/ha	4		77,275			
	Tratamiento 3: Ficomar 4 L/ha	4			81,625		
	Tratamiento 4: Kalifrut 1,5 L/ha	4				85,500	
	Tratamiento 5: Kalifrut 3 L/ha	4					89,925
	Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = ,314.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.
b. Alfa = .05.

Número_de_frutos_por_árbol

Tratamientos	N	Subconjunto					
		1	2	3	4	5	
HSD Tukey ^{a,b}	Tratamiento 1: Testigo	4	129,000				
	Tratamiento 2: Ficomar 2 L/ha	4		143,750			
	Tratamiento 3: Ficomar 4 L/ha	4			159,000		
	Tratamiento 4: Kalifrut 1,5 L/ha	4				168,750	
	Tratamiento 5: Kalifrut 3 L/ha	4					181,250
	Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Duncan ^{a,b}	Tratamiento 1: Testigo	4	129,000				
	Tratamiento 2: Ficomar 2 L/ha	4		143,750			
	Tratamiento 3: Ficomar 4 L/ha	4			159,000		
	Tratamiento 4: Kalifrut 1,5 L/ha	4				168,750	
	Tratamiento 5: Kalifrut 3 L/ha	4					181,250
	Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 1,808.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.
b. Alfa = .05.

Rendimiento_por_árbol

Tratamientos	N	Subconjunto					
		1	2	3	4	5	
HSD Tukey ^{a,b}	Tratamiento 1: Testigo	4	27,258				
	Tratamiento 2: Ficomar 2 L/ha	4		31,848			
	Tratamiento 3: Ficomar 4 L/ha	4			36,770		
	Tratamiento 4: Kalifrut 1,5 L/ha	4				40,042	
	Tratamiento 5: Kalifrut 3 L/ha	4					44,818
	Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Duncan ^{a,b}	Tratamiento 1: Testigo	4	27,258				
	Tratamiento 2: Ficomar 2 L/ha	4		31,848			
	Tratamiento 3: Ficomar 4 L/ha	4			36,770		
	Tratamiento 4: Kalifrut 1,5 L/ha	4				40,042	
	Tratamiento 5: Kalifrut 3 L/ha	4					44,818
	Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = ,143.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.
b. Alfa = .05.

Rendimiento_por_hectárea

Tratamientos	N	Subconjunto					
		1	2	3	4	5	
HSD Tukey ^{a,b}	Tratamiento 1: Testigo	4	7,577				
	Tratamiento 2: Ficomar 2 L/ha	4		8,855			
	Tratamiento 3: Ficomar 4 L/ha	4			10,217		
	Tratamiento 4: Kalifrut 1,5 L/ha	4				11,130	
	Tratamiento 5: Kalifrut 3 L/ha	4					12,457
	Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Duncan ^{a,b}	Tratamiento 1: Testigo	4	7,577				
	Tratamiento 2: Ficomar 2 L/ha	4		8,855			
	Tratamiento 3: Ficomar 4 L/ha	4			10,217		
	Tratamiento 4: Kalifrut 1,5 L/ha	4				11,130	
	Tratamiento 5: Kalifrut 3 L/ha	4					12,457
	Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = ,011.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.
b. Alfa = .05.

Anexo H

Esquema o plano del campo experimental con ubicación de tratamientos.



Anexo I

Ficha técnica del bioestimulante Ficomar

FICHA TÉCNICA FICOMAR

DATOS DE LA EMPRESA

Empresa Comercializadora : FARMAGRO S.A
 Proveedor : VELSAM MATERIAS BIOACTIVAS, S.L.

IDENTIDAD

Composición : Extracto de algas 15 % p/p
 Nitrógeno (N) total 0,4 % p/p
 Nitrógeno (N) orgánico 0,4 % p/p
 Fósforo (P₂O₅) soluble en agua 0,2 % p/p
 Potasio (K₂O) soluble en agua 4,5 % p/p
 Magnesio (MgO) 0,1 % p/p
 Calcio (CaO) 0,2 % p/p
 Azufre (SO₂) 0,4 % p/p
 Boro (B) 0,003 % p/p
 Materia orgánica 15 % p/p

Formulación : Disolución de extracto de algas
 Clase de uso : Bioestimulante

CARACTERÍSTICAS

FICOMAR es un producto líquido compuesto por un extracto de algas de *Ascophyllum nodosum*, que contiene una variedad de hormonas vegetales, aminoácidos, carbohidratos y vitaminas. En conjunto, estos compuestos contribuyen a vigorizar la planta y los brotes, adelantando la aparición de los ramilletes de floración y asegurando una floración homogénea y abundante.

Aplicada vía foliar, **FICOMAR** incrementa el contenido de polen en las flores y mejora su fertilidad, lo que provoca un efecto positivo en el cuajado, apreciable por el fortalecimiento de los sépalos.

PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS

Densidad Específica : 1.2
 Estado Físico : Líquido
 Color : Marrón oscuro
 Olor : Característico
 Estabilidad en Almacenamiento : Es estable bajo condiciones normales de manipulación y almacenamiento por 2 años.
 Explosividad : No explosivo
 Corrosividad : No corrosivo

MODO DE ACCIÓN

FICOMAR tiene efectos bioreguladores del crecimiento que estimulan de forma óptima el desarrollo de los vegetales, incrementando su actividad fisiológica.

FICOMAR tiene efecto bioregulador debido, en gran parte, a las citoquininas. Estas hormonas vegetales se manifiestan principalmente en la división celular, el aumento de la producción de carbohidratos y proteínas, así como en una síntesis acentuada de clorofila, que intensifica la fotosíntesis. Las citoquininas inhiben ciertas reacciones del catabolismo celular que provocan la destrucción de la clorofila y el envejecimiento general de las plantas.

Aunque no se conocen con exactitud los mecanismos bioquímicos que conducen a la producción de citoquininas, su estructura química es muy similar a la de la adenina, una de las bases fundamentales del ADN y ARN. Asimismo, las citoquininas estimulan el alargamiento celular e intervienen en el crecimiento ordenado del embrión durante el desarrollo de las semillas.

Entre las citoquininas más importantes se encuentran la zeatina y la iso-pentenil adenina. Además, en menor medida, el extracto de algas de **FICOMAR** contiene macronutrientes, micronutrientes, auxinas, giberelinas, betainas, carbohidratos y polialcoholes.

RECOMENDACIONES DE USO

CULTIVO	DOSIS (L/200L)	DOSIS
Frutales: Uva de mesa, uva para vino y pisquera	300 - 500	De 2 a 3 aplicaciones
Manzano, fresa	300 - 500	De 2 a 3 aplicaciones
Melocotón, Durazno, Maracuyá	300 - 500	De 2 a 3 aplicaciones
Limón, Mandarina, Naranja	300 - 500	De 2 a 3 aplicaciones
Palto	300 - 500	De 2 a 3 aplicaciones
Mango	300 - 500	De 2 a 4 aplicaciones
Olivo	300 - 500	De 2 a 3 aplicaciones
Banano	300 - 500	De 1 a 2 aplicaciones
Café, Cacao, Papaya	200 - 400	De 1 a 2 aplicaciones
Arándano	200 - 400	De 1 a 2 aplicaciones
Granado	200 - 400	De 2 a 4 aplicaciones
Hortalizas: Apio, Acelga, Tomate, Lechuga, Ají, Pimiento, Páprika, Pepino, Sandía, Zapallo, Brócoli, Coliflor, Col, Papa, Cebolla, Espárrago, Ají, Arveja, Haba, Lenteja, Frejol, Pallar, Alcachofa.	200 - 400	De 2 a 3 aplicaciones
Otros: Trigo, maíz	200 - 400	De 1 a 2 aplicaciones
Tabaco	300	De 1 a 2 aplicaciones
Arroz	300	De 2 a 3 aplicaciones
Caña de azúcar	300 - 500	De 1 a 2 aplicaciones

CONDICIONES DE APLICACIÓN

Se recomienda realizar aplicaciones de **FICOMAR** varias veces durante el período vegetativo del cultivo.

COMPATIBILIDAD

FICOMAR es compatible con la mayoría de los fungicidas, insecticidas y herbicidas de uso común. Sin embargo, se recomienda realizar una prueba de compatibilidad.

REINGRESO A UN ÁREA TRATADA

Se recomienda no ingresar a las áreas tratadas hasta 4 horas después de la aplicación.

FITOTOXICIDAD

FICOMAR no es fitotóxico siguiendo las recomendaciones de la etiqueta.

CATEGORÍA TOXICOLÓGICA

Ligeramente Peligroso.

Rev. 08-01-25

Anexo J

Ficha técnica del bioestimulante Kalifrut

<p style="text-align: center;">FICHA TÉCNICA</p> <p style="text-align: center;">KALIFRUT®</p> <p>Es un Bioestimulante de naturaleza orgánica, de total asimilación por las plantas, cuya función es la activación de ciclos metabólicos específicos a nivel celular, los cuales se encuentran deprimidos por los efectos adversos de los factores medioambientales.</p> <p>01 GENERALIDADES</p> <p>02 COMPOSICIÓN</p> <p>03 MECANISMO DE ACCIÓN</p> <p>04 CARACTERÍSTICAS</p> <p>05 RECOMENDACIONES DE USO</p> <p>06 INFORMACIÓN ADICIONAL</p> <p style="text-align: center;">Biogen </p>	<div style="text-align: center;">  <p>BIOESTIMULANTE PARA EL AMARRE DE FRUTOS CONCENTRADO SOLUBLE (SL)</p> </div> <p>01 GENERALIDADES</p> <p>Kalifrut® es un Bioestimulante orgánico que favorece el cuajado, amarre y crecimiento inicial de frutos, evitando su caída excesiva.</p> <p>02 COMPOSICIÓN QUÍMICA:</p> <table border="0"> <tr><td>Aminoácidos totales.....</td><td>1,7 %</td></tr> <tr><td>Carbohidratos totales activos...</td><td>15,0 %</td></tr> <tr><td>Materia Orgánica.....</td><td>25,0 %</td></tr> <tr><td>Calcio (Ca).....</td><td>9,5 %</td></tr> <tr><td>Zinc /Zn).....</td><td>4,0 %</td></tr> <tr><td>Boro (B).....</td><td>96 mg/L</td></tr> </table> <p>03 MECANISMO DE ACCIÓN</p> <p>Kalifrut® estimula la formación de Pectatos cálcicos, incrementando la fortaleza y elasticidad de los tejidos vegetales, lo que favorece la retención de los frutos, evitando su caída excesiva. Estos procesos son afectados drásticamente por la influencia de las condiciones ambientales adversas (plagas y enfermedades, variaciones de temperatura, radiación, nubosidad, humedad, heladas, sequías, salinidad, etc.</p> <p>04 CARACTERÍSTICAS</p> <p>Kalifrut® es un Bioestimulante a base de Complejos Orgánicos fusionados con Calcio, Boro, Zinc, que actúan como cofactores enzimáticos que favorecen el cuajado, amarre y crecimiento inicial de frutos, evitando su caída excesiva. Prolonga la vida comercial o post - cosecha de los frutos.</p>	Aminoácidos totales.....	1,7 %	Carbohidratos totales activos...	15,0 %	Materia Orgánica.....	25,0 %	Calcio (Ca).....	9,5 %	Zinc /Zn).....	4,0 %	Boro (B).....	96 mg/L
Aminoácidos totales.....	1,7 %												
Carbohidratos totales activos...	15,0 %												
Materia Orgánica.....	25,0 %												
Calcio (Ca).....	9,5 %												
Zinc /Zn).....	4,0 %												
Boro (B).....	96 mg/L												
<p>FICHA TÉCNICA Actualización: 2021 Versión: 1.0 Producto: KALIFRUT®</p>													

05 RECOMENDACIONES DE USO:

Kalifrut® se aplica en las etapas de prefloración, cuajado y crecimiento inicial de frutos y tubérculos.

CULTIVO		
HORTALIZAS	Alcachofa, tomate, papa, cebolla, ajo, apio, melón, sandía, brócoli, coliflor, repollo, maca, pimiento, camote, nabo, col, zanahoria, beterraga, rabanito, poro, cebollita china, zapallo, caigua, pepinillo, calabaza, ajíes: panca, escabeche, rocoto; pimientos: páprika, piquillo, jalapeño, morrón, cristal.	
LEGUMINOSAS	Frijol, vainita, arveja, haba, soya, maní, pallar, garbanzo, holantao.	
CEREALES	Arroz, trigo, cebada, maíz, quinua.	
CULTIVOS INDUSTRIALES	Algodón, café, marigold, olivo, avena, cacao, palmito, caña de azúcar, espárrago.	
FRUTALES	Naranja, mandarina, manzano, fresa, durazno, uva, plátano, pera, ciruelo, piña, lima, limón, palto, pepino, papayo, mango, higo, granado, arándanos.	
DOSIFICACIÓN	CULTIVOS ANUALES FRUTALES	0,5 L /Ci 200 L; 1-2L/Ha. 2 - 4 L./Ha.

06 INFORMACIÓN ADICIONAL

COMPATIBILIDAD:

Kalifrut® es compatible con la mayoría de pesticidas, fungicidas y fertilizantes comúnmente usados, con excepción de los de reacción alcalina. Es importante antes de efectuar la mezcla hacer una prueba de compatibilidad.

PRECAUCIONES:

Aun cuando el producto es inocuo y contiene componentes naturales se recomienda alejar del alcance de los niños, en caso de ingestión inducir al vómito y buscar atención médica, evitar el contacto con la piel, ojos y ropa, porque puede causar irritación, evitar el transporte y almacenamiento junto con productos alimenticios.

PRESENTACIONES:

Kalifrut® es comercializado en presentaciones de 1L, 5L, 20L y 200L.

NOTA AL COMPRADOR

El fabricante garantiza que el producto contenido en este envase concuerda con las indicaciones descritas en la etiqueta. El fabricante no es responsable por los daños ocasionados por el mal almacenamiento o el uso inadecuado del producto.

FICHA TÉCNICA

KALIFRUT®



Biogen

Fabricado por:
BIOGEN AGRO S.A.C.
Calle René Descartes 311. Urb. Santa Raquel 2da
Etapa, Ate. Lima - Perú.
Telf.: (511)612-6565

Distribuido por:
TALEX PERU S.A.C.
Calle René Descartes 311. Urb. Santa Raquel 2da
Etapa, Ate. Lima - Perú.
Telf.: (511)612-6565

FICHA TÉCNICA
Actualización: 2021
Versión: 1.0
Producto: KALIFRUT®

Anexo K*Fotografías y evidencias visuales***Fotografía 1: Aplicación de bioestimulantes en las parcelas experimentales**

Nota. Bioestimulantes Kalifrut y Ficomar

Fotografía 2: Aplicación foliar de Kalifrut

Nota. Procedimiento de aplicación de Kalifrut 3 L/ha (T5) en plantas de palto, evidenciando uniformidad en la cobertura foliar.

Fotografía 3: Aplicación foliar de Ficomar



Nota. Aplicación de Ficomar 4 L/ha (T3) en parcelas asignadas, mostrando técnicas de fumigación manual o mecanizada.

Fotografía 4: Comparación de crecimiento vegetativo



Nota. Diferencias en vigor y tamaño de plantas entre testigo (T1) y Kalifrut 3 L/ha (T5) durante la fase de desarrollo vegetativo.

Fotografía 5: Cuajado de frutos

Nota. Desarrollo de frutos en tratamientos con bioestimulantes versus testigo, evidenciando efecto en cuajado y número de frutos por árbol.

Fotografía 6: Frutos cosechados

Nota. Comparación del calibre y uniformidad de frutos

Fotografía 7: Pesado de frutos de palta



Nota. Efectos de Kalifrut y Ficomar en rendimiento y calidad de frutos, evidenciando respuesta dosis-dependiente.

Fotografía 8: Preparación de muestras en la máquina laminadora



Nota. Preparación de frutos de palta en laminas para evaluar la materia seca.

Fotografía 9: Láminas de muestras de palta



Nota. Muestras de láminas de palta listas para someter a la estufa.

Fotografía 10: Secado de muestras en estufa



Nota. Secado en estufa a 105° C por 24 horas, para evaluar la materia seca de la palta