



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Atribución 4.0 Internacional

Esta licencia permite que otros distribuyan, mezclen, adapten y construyan sobre su trabajo, incluso comercialmente, siempre que le reconozcan la creación original. Esta es la licencia más complaciente que se ofrece. Recomendado para la máxima difusión y uso de materiales con licencia.

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



Universidad Nacional "San Luis Gonzaga"
Facultad de Agronomía
Dirección Unidad de Investigación
"Fundo Arrabales" Altura Km 299 Panam. Sur
Teléf.: 056-257444 Anexo 25
Ica – Perú



CONSTANCIA DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD 2026

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

Efecto de la aplicación foliar de fosfito de Potasio sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de fruta en Palto (*Persea americana L.*) variedad Fuerte en Chincha.

Presentado por:

HUAMANI VEGA SHARON KAROL

Graduado del nivel Pregrado de la Facultad de Agronomía. El resultado obtenido es 01% de similitud (Uno por ciento de similitud) por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO

Según Reglamento para la evaluación de la originalidad de los documentos de investigación, aprobado con Resolución Rectoral N° 1668-R-UNICA-2020 – (18.1 La Universidad considera como original al documento de investigación que presenta un porcentaje de similitud menor o igual al veinte por ciento (20%) con textos de otros autores, según el informe automatizado de originalidad del programa informático adoptado por la Universidad.)

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Observaciones:

- Se analizó la **TESIS** mediante el programa informático iThenticate.
- Se consideró la exclusión de cadenas sintácticas de **40 palabras**, se adjunta pantallazo de la exclusión.

(15.5 La exclusión de cadenas sintácticas cortas procede para evitar que, frases habituales o de conexión, sean reportadas como similitudes. La longitud de las cadenas excluidas no debe superar las cuarenta (40) palabras y debe adecuarse a las características de la disciplina a la que corresponde el documento evaluado, además debe constar en el informe los criterios de exclusión utilizados).

Ica, 30 de marzo del 2026.

.....
Dr. FELIX GUILLERMO FUENTES QUIJANDRIA
Director de la Unidad de Investigación
Facultad de Agronomía

.....
CARMINA PAOLA DONAYRE ESPINOZA
Operador del Programa Informático iThenticate

+UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN.

FACULTAD DE AGRONOMÍA



Efecto de la aplicación foliar de fosfito de Potasio sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de fruta en Palto (*Persea americana* L.) variedad Fuerte en Chincha

Línea de Investigación: Ciencias Naturales, Ingeniería y Tecnologías Sostenibles

INFORME FINAL DE TESIS

AUTOR:

HUAMANI VEGA, SHARON KAROL

Ica, Perú

2026

DEDICATORIA

A DIOS:

Por ser mi guía en todo momento, por fortalecerme ante las dificultades y colmar mi camino de bendiciones. Sin su presencia, este logro no habría sido posible.

A MIS PADRES

Martin y María Eulalia por ser mi ejemplo de fortaleza, esfuerzo y dedicación. Tu apoyo incondicional y tus palabras de aliento fueron la fuerza que me impulsó a no rendirme y a seguir adelante siempre. Gracias por enseñarme que con disciplina y constancia todo es posible

A mi mamá, por su amor, paciencia y por estar siempre a mi lado con una sonrisa. Gracias por hacer de mí una persona autosuficiente.

A MIS HERMANAS

Martha y Bresia, por su cariño, comprensión y por compartir conmigo cada momento de este camino.

A Danha, mi fiel compañera de cuatro patas, por su ternura y por alegrar mis días con su amor incondicional.

Con mucho amor, esta meta es tan mía como de ustedes.

Sharon Karol Huamani Vega

AGRADECIMIENTOS

A mi alma máter, la Universidad Nacional "San Luis Gonzaga", pilar fundamental de mi formación. A ella le debo la sólida base de conocimientos y las herramientas esenciales que hoy me capacitan e impulsan hacia mi futuro desarrollo profesional en el campo de la Agronomía.

A mis padres Martin y María Eulalia, por ser mi mayor ejemplo de esfuerzo, disciplina y dedicación. Gracias por su amor incondicional, por enseñarme el valor del trabajo y por confiar siempre en mis capacidades.

A los docentes de la Facultad de Agronomía, por su orientación constante y por la calidad de sus enseñanzas. Su compromiso y la generosa transferencia de sus conocimientos me han brindado experiencias fundamentales, pilares sobre los cuales se rige mi futuro desarrollo profesional.

Al Dr. Jorge Luis Magallanes Magallanes, mi asesor, por su liderazgo profesional y su meticulosa orientación. Agradezco la infinita paciencia y la dedicación incondicional que demostró, cualidades que resultaron indispensables para la exitosa culminación y calidad de la presente investigación.

A mis estimados compañeros, por ser parte fundamental de esta jornada. Los momentos y las lecciones compartidas hicieron de nuestro camino una experiencia de apoyo incondicional, fortaleciendo de manera decisiva mi formación profesional.

A Danha, por ser mi apoyo incondicional. Su compañía constante y su afecto fueron el valioso sostén emocional que me permitió mantener el equilibrio y la fortaleza indispensables para culminar exitosamente esta etapa.

A todas aquellas personas e instituciones que, de manera directa o indirecta, hicieron posible la culminación de esta investigación con su valiosa contribución, les expreso mi más profundo y sincero reconocimiento.

Sharon Karol Huamani Vega

RESUMEN

El estudio tuvo como propósito evaluar el efecto de la aplicación foliar de fosfito de potasio sobre las características agronómicas, el rendimiento y la calidad de los frutos del palto (*Persea americana* L.) variedad Fuerte, bajo las condiciones edafoclimáticas de la provincia de Chíncha. Para ello se aplicaron diferentes dosis del producto, evaluándose variables fenológicas, productivas y de calidad comercial. Los resultados evidenciaron que el fosfito de potasio influyó de manera altamente significativa en la mayoría de las características agronómicas estudiadas. Las dosis intermedias y altas (3.0 y 3.5 L/ha) redujeron los días a la floración y aumentaron tanto el número de frutos por planta como la proporción de frutos de mayor calidad comercial, demostrando un claro efecto bioestimulante sobre el cuajado y la retención de frutos. En cuanto al rendimiento, la dosis de 3.5 L/ha alcanzó el valor más alto con 25.78 t/ha, superando ampliamente al testigo y consolidándose como la mejor alternativa para maximizar la productividad. Asimismo, se registraron diferencias significativas en el diámetro polar, diámetro ecuatorial y la relación DP/DE, indicando que las dosis más altas favorecieron frutos de mayor tamaño y forma más uniforme, atributos determinantes para mejorar la calidad comercial. En contraste, las dosis inferiores a 2.0 L/ha mostraron respuestas limitadas o no significativas, reflejando insuficiente aporte nutricional para generar mejoras agronómicas. Los coeficientes de variación (2.7 %–6.3 %) confirmaron la precisión experimental bajo las condiciones de Chíncha.

Palabras clave: fosfito de potasio, rendimiento, calidad, palto Fuerte.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of foliar application of potassium phosphite on the agronomic characteristics, yield, and fruit quality of avocado (*Persea americana* L.) cv. Fuerte under the edaphoclimatic conditions of the province of Chincha. Different doses of the product were applied, and phenological, productive, and commercial quality variables were assessed. The results showed that potassium phosphite had a highly significant influence on most of the evaluated agronomic traits. Intermediate and high doses (3.0 and 3.5 L/ha) reduced the number of days to flowering and increased both the number of fruits per plant and the proportion of fruits of higher commercial quality, demonstrating a clear biostimulant effect on fruit set and retention. Regarding yield, the 3.5 L/ha dose achieved the highest production with 25.78 t/ha, markedly outperforming the control and establishing itself as the most effective treatment for maximizing productivity. Significant differences were also recorded for polar diameter, equatorial diameter, and the PD/ED ratio, indicating that higher doses promoted larger and more uniformly shaped fruits key attributes for improving commercial quality. In contrast, doses below 2.0 L/ha showed limited or non-significant responses, reflecting insufficient nutritional stimulus to generate agronomic improvements. Coefficients of variation (2.7%–6.3%) confirmed the experimental precision under Chincha is environmental conditions.

Keywords: potassium phosphite, yield, quality, Fuerte avocado.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	Pág.
CARATULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I : INTRODUCCIÓN.	1
1.1 Antecedentes	2
1.2 Planteamiento del problema	6
1.3 Formulación del problema	7
1.4 Justificación e importancia de la investigación	7
1.5 Hipótesis	8
1.6 Objetivos.	9
II : ESTRATEGIA METODOLÓGICA	10
2.1 Ubicación del experimento	10
2.2 Tipo, nivel y diseño de la investigación	11
2.3 Población y Muestra	11
2.4 Análisis de suelo	12
2.5 Observaciones meteorológicas	13
2.6 Tratamientos en estudio	14
2.7 Diseño experimental	15
2.8 Características del campo experimental	15
2.9 Conducción del experimento	17
2.10 Instrumentos y equipos de evaluación	20
2.11 Variables estudiadas	20
2.12 Procesamiento de datos	22
III : RESULTADOS	23
IV : DISCUSIÓN	33
V : CONCLUSIONES	39
VI : RECOMENDACIONES	40
VII : REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
VIII : ANEXOS	44

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Análisis físico mecánico de suelo	12
Tabla 2. Análisis químico del suelo	13
Tabla 3. Observaciones meteorológicas de Julio 2024 a mayo 2025	14
Tabla 4. Tratamientos en estudio	15
Tabla 5. Cronograma de riego mensual en palto Fuerte en Chíncha 2024-2025	17
Tabla 6. Dosis de fertilizantes aplicados	18
Tabla 7. Malezas más frecuentes encontradas	18
Tabla 8. Cronograma de manejo fitosanitario	19
Tabla 9. Análisis de varianza de días a la floración del efecto de la aplicación foliar de fosfito de potasio sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de fruta en palto (<i>persea americana</i> L.) variedad Fuerte en Chíncha	23
Tabla 10. Prueba de rango múltiple de Duncan de días a la floración del efecto de la aplicación foliar de fosfito de potasio sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de fruta en palto (<i>persea americana</i> L.) variedad Fuerte en Chíncha	23
Tabla 11. análisis de varianza de número de frutos por planta del efecto de la aplicación foliar de fosfito de potasio sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de fruta en palto (<i>persea americana</i> L.) variedad Fuerte en Chíncha	24
Tabla 12. Prueba de rango múltiple de Duncan de número de frutos por planta del efecto de la aplicación foliar de fosfito de potasio sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de fruta en palto (<i>persea americana</i> L.) variedad Fuerte en Chíncha	24
Tabla 13. Análisis de varianza del peso de 10 frutos del efecto de la aplicación foliar de fosfito de potasio sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de fruta en palto (<i>persea americana</i> L.) variedad fuerte en Chíncha	25

Tabla 14.	Prueba de rango múltiple de Duncan del peso de 10 frutos del efecto de la aplicación foliar de fosfito de potasio sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de fruta en palto (<i>persea americana</i> L.) variedad Fuerte en Chíncha	25
Tabla 15.	Análisis de varianza del diámetro polar de fruto del efecto de la aplicación foliar de fosfito de potasio sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de fruta en palto (<i>persea americana</i> L.) variedad Fuerte en Chíncha	26
Tabla 16.	Prueba de rango múltiple de Duncan del diámetro polar de fruto del efecto de la aplicación foliar de fosfito de potasio sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de fruta en palto (<i>persea americana</i> L.) variedad Fuerte en Chíncha.	26
Tabla 17.	Análisis de varianza del diámetro ecuatorial de fruto del efecto de la aplicación foliar de fosfito de potasio sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de fruta en palto (<i>persea americana</i> L.) variedad Fuerte en Chíncha	27
Tabla 18.	Prueba de rango múltiple de Duncan del diámetro ecuatorial de fruto del efecto de la aplicación foliar de fosfito de potasio sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de fruta en palto (<i>persea americana</i> L.) variedad Fuerte en Chíncha	27
Tabla 19.	Análisis de varianza de la relación diámetro polar/diámetro ecuatorial del efecto de la aplicación foliar de fosfito de potasio sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de fruta en palto (<i>persea americana</i> L.) variedad Fuerte en Chíncha	28
Tabla 20.	Prueba de rango múltiple de Duncan de la relación diámetro polar/diámetro ecuatorial del efecto de la aplicación foliar de fosfito de potasio sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de fruta en palto (<i>persea americana</i> L.) variedad Fuerte en Chíncha	28
Tabla 21.	Análisis de varianza del rendimiento de fruto de primera del efecto de la aplicación foliar de fosfito de potasio sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de fruta en palto (<i>persea americana</i> L.) variedad Fuerte en Chíncha	29
Tabla 22.	Prueba de rango múltiple de Duncan del rendimiento de fruto de primera del efecto de la aplicación foliar de fosfito de potasio sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de fruta en palto (<i>persea americana</i> L.) variedad Fuerte en Chíncha	29

Tabla 23.	Análisis de varianza del rendimiento de fruto mediano del efecto de la aplicación foliar de fosfito de potasio sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de fruta en palto (<i>persea americana</i> L.) variedad Fuerte en Chincha	30
Tabla 24.	Prueba de rango múltiple de Duncan del rendimiento de fruto mediano del efecto de la aplicación foliar de fosfito de potasio sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de fruta en palto (<i>persea americana</i> L.) variedad Fuerte en Chincha	30
Tabla 25.	Análisis de varianza del rendimiento de fruto extra del efecto de la aplicación foliar de fosfito de potasio sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de fruta en palto (<i>persea americana</i> L.) variedad Fuerte en Chincha	31
Tabla 26.	Prueba de rango múltiple de Duncan del rendimiento de fruto extra del efecto de la aplicación foliar de fosfito de potasio sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de fruta en palto (<i>persea americana</i> L.) variedad Fuerte en Chincha	31
Tabla 27.	Análisis de varianza del rendimiento total de fruto del efecto de la aplicación foliar de fosfito de potasio sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de fruta en palto (<i>persea americana</i> L.) variedad Fuerte en Chincha	32
Tabla 28.	Prueba de rango múltiple de Duncan del rendimiento total de fruto del efecto de la aplicación foliar de fosfito de potasio sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de fruta en palto (<i>persea americana</i> L.) variedad Fuerte en Chincha	32

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.,
Figura 1. Ubicación del campo experimental	10
Figura 2. Planta de palta “Fuerte” en Chíncha	
Figura 3. Fruto de palta variedad “Fuerte” en Chíncha	
Figura 4. Medición del diámetro ecuatorial del fruto de palta	
Figura 5. Medición del diámetro ecuatorial del fruto de palta	
Figura 6. Los tres tamaños de fruto de palta cosechado	
Figura 7. Cosecha de palta “Fuerte” en Chíncha	

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del palto (*Persea americana* L.) constituye una de las principales actividades agrícolas de exportación en el Perú, debido a su creciente demanda en los mercados internacionales y a su alto valor económico. Según el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI), el país se ubica entre los tres principales exportadores mundiales de palta, con un crecimiento sostenido en superficie cultivada y volumen exportado [1]. Las regiones de la costa, particularmente Ica, han mostrado un notable incremento en la producción, siendo la provincia de Chincha una zona de alto potencial para el desarrollo del cultivo [2].

El rendimiento y la calidad del fruto del palto están influenciados por factores fisiológicos, edáficos y climáticos. Entre ellos, la nutrición mineral cumple un papel fundamental en el adecuado crecimiento y desarrollo de las plantas. El potasio (K) es esencial para la regulación osmótica, la activación enzimática, la translocación de carbohidratos y la síntesis de compuestos asociados a la calidad del fruto [3]. Deficiencias o desequilibrios de este elemento pueden afectar el tamaño, contenido de materia seca y vida poscosecha del fruto [4].

En los últimos años, la aplicación foliar de fertilizantes líquidos con base en fosfito de potasio (KH_2PO_3) ha sido utilizada como una estrategia complementaria al manejo nutricional convencional. Los fosfitos actúan no solo como fuente de potasio disponible, sino también como estimulantes fisiológicos que promueven la absorción de fósforo, activan enzimas antioxidantes y mejoran la resistencia sistémica frente a patógenos [5]. Estos compuestos inducen la síntesis de fitoalexinas y aumentan la actividad metabólica de las plantas bajo condiciones de estrés [6].

Diversos estudios en cultivos frutales como en el caso del palto, investigaciones han demostrado que la aplicación foliar de fosfitos puede contribuir a mejorar parámetros de crecimiento y rendimiento [7], [8]. Sin embargo, la respuesta agronómica varía según la variedad, el estado fenológico y las condiciones ambientales.

En la provincia de Chincha, las condiciones de suelo franco arenoso, baja capacidad de retención de humedad y alta radiación solar pueden limitar la eficiencia de absorción de nutrientes por vía radicular. En tales condiciones, la aplicación foliar de potasio puede representar una alternativa efectiva para optimizar la nutrición y mejorar la calidad del fruto. Evaluar este tipo de prácticas resulta esencial para desarrollar tecnologías sostenibles adaptadas a los sistemas de producción locales.

El presente estudio tiene como objetivo evaluar el efecto de la aplicación foliar de fosfito de potasio sobre las características agronómicas, el rendimiento y la calidad del fruto en palto (*Persea americana* L.) variedad Fuerte bajo las condiciones de Chincha, analizando variables

como altura de planta, número de frutos por árbol, peso promedio del fruto, contenido de materia seca y parámetros físicoquímicos de calidad.

Los resultados de esta investigación contribuirán al conocimiento sobre el uso eficiente del fosfito de potasio en el cultivo del palto, proporcionando información útil para el manejo nutricional en zonas áridas y semiáridas, y fortaleciendo la competitividad de la producción local y nacional.

1.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Antecedentes internacionales

La aplicación de fosfitos en la agricultura ha sido ampliamente estudiada en diversos cultivos frutales y hortícolas debido a su efecto positivo sobre el rendimiento, la calidad y la resistencia a enfermedades. Según [2] demostraron que la aplicación foliar de nutrientes, incluido el potasio, mejora la eficiencia fisiológica en cítricos y paltos cuando se realiza en momentos fenológicos precisos. De manera similar, Li et al. [6] reportaron que los fosfitos actúan como compuestos multifuncionales que estimulan procesos metabólicos relacionados con la floración, la fotosíntesis y la síntesis de compuestos fenólicos, generando incrementos en la productividad y la calidad del fruto.

Asimismo, [9] registraron una reducción significativa de la antracnosis y mejoras en la calidad poscosecha de frutos de palto variedad 'Méndez' tras la aplicación combinada de fosfito de potasio y microorganismos benéficos.

De acuerdo con [10] en California (EE. UU), estudió la aplicación foliar de fosfato y fosfito de Potasio durante la floración en palto 'Hass'. El estudio tuvo como objetivo mejorar la cuaja y el rendimiento al suministrar nutrientes clave directamente a las estructuras reproductivas. Los resultados indicaron que los tratamientos foliares con fosfito de Potasio (4-30-8) y fosfato de Potasio (3-18-18) tendieron a incrementar el rendimiento total y, más importante, a aumentar el número de frutos de mayor calibre (tamaños 60, 48 y 40) en comparación con el control, sugiriendo un impacto positivo en la eficiencia de la fertilización en momentos fenológicos específicos.

Según [11], en 2016, resumiendo investigaciones a largo plazo sobre el manejo nutricional en palto 'Hass' en EE. UU., afirmó que la aplicación foliar de fosfito aumentó significativamente el rendimiento de frutos grandes en años de baja cosecha ("off-year"). En promedio, las aplicaciones incrementaron el rendimiento total en 38.8 libras de fruta por árbol en tres temporadas de cosecha en comparación con la aplicación de fosfato de Potasio al suelo.

Opazo en Chile [12], si bien se enfocaron principalmente en la recuperación de paltos 'Hass' afectados por *Phytophthora cinnamomi* mediante la aplicación de fosfito de Potasio, también registraron variables de producción. Se observó que los árboles tratados con fosfito mostraron una mayor recuperación, lo que resultó en un incremento en el número y peso de frutos por árbol,

demostrando que la sanidad mejorada por el fosfito impacta positivamente el rendimiento agronómico (7350 y 6642 kg/ha).

Según Guest y Grant [13], los fosfitos actúan estimulando mecanismos de defensa sistémica en las plantas, lo que contribuye a la reducción de daños en raíces y al incremento de la actividad enzimática relacionada con el metabolismo antioxidante. Este efecto ha sido verificado en cultivos tropicales como el palto, mango y cítricos, donde se observaron aumentos en el vigor y productividad de los árboles.

En México, Ramírez-Gil et al. [14] evaluaron el efecto de diferentes concentraciones de fosfito de potasio aplicadas vía foliar en plantas de palto cv. Hass, reportando incrementos significativos en el tamaño de fruto, firmeza de la pulpa y contenido de sólidos solubles, atributos directamente relacionados con la calidad comercial. Asimismo, se registró una reducción en la incidencia de pudriciones radicales y un mayor equilibrio entre el crecimiento vegetativo y reproductivo.

De igual modo, López-Lima y colaboradores [15], en un estudio realizado en Colombia, demostraron que la aplicación de fosfito de potasio combinada con micronutrientes mejoró el rendimiento total de fruta por hectárea en un 18 %, optimizando además la eficiencia de absorción de potasio en hojas y frutos.

Por otro lado, estudios desarrollados en Israel y Sudáfrica, principales países productores de palta indican que la aplicación de fertilizantes foliares con base en potasio mejora la resistencia al estrés hídrico y la calidad postcosecha de la fruta, reduciendo pérdidas por ablandamiento y aumentando su vida útil durante el transporte [16], [17].

Antecedentes nacionales

En el contexto peruano, el cultivo del palto ha tenido un crecimiento exponencial debido a su alta rentabilidad y a la expansión de las exportaciones hacia mercados de Europa y América del Norte [7]. En la costa sur, particularmente en Ica, diversos estudios han evaluado el efecto de la nutrición mineral sobre el rendimiento del palto. Allecca [18] reportó que la aplicación foliar de potasio incrementó el tamaño y peso promedio de fruto en la variedad Fuerte, mejorando también la materia seca. Bustamante Nolasco [19], en un ensayo realizado en el valle de Pisco, encontró que el uso de fosfito potásico incrementó el rendimiento por planta y redujo la incidencia de pudriciones radicales en palto Hass.

Bustamante y Nolasco [19], en Ancash evaluaron el rendimiento y peso de frutos en palto *Hass* al aplicar fosfito potásico (vía suelo) en árboles enfermos. Reporta que los tratamientos con fosfito obtuvieron un mayor número y peso de frutos por árbol, demostrando un efecto positivo indirecto en el rendimiento.

Estos resultados sugieren que el uso de fosfitos puede ser una alternativa eficaz para mejorar la productividad en condiciones edáficas áridas o de baja fertilidad, características comunes en los suelos de la región Ica.

Según Flores [20], en el año 2023 realizó en un estudio que se desarrolló en la empresa Agrícola Alaya S.A.C., dentro del proyecto de Irrigación Olmos, con el propósito de evaluar el efecto de la citoquinina y el potasio en el cultivo de palto. La hipótesis planteada estableció que la aplicación de estos productos incrementaría significativamente el calibre, peso y rentabilidad del cultivo. Se implementaron seis tratamientos y un testigo, bajo un diseño experimental de Bloques Completamente al Azar. Los resultados evidenciaron un aumento en la producción de frutos, siendo el tratamiento T5 el que alcanzó la mayor cantidad de paltas cosechadas; no obstante, las diferencias entre tratamientos no fueron estadísticamente significativas. Los tratamientos T1 y T3 presentaron mejoras en el calibre y peso del fruto, mientras que el T1 registró la mejor relación beneficio/costo. En consecuencia, se concluyó que la aplicación de citoquinina y potasio favorece el rendimiento del cultivo de palto, destacándose el tratamiento T1 como el más eficiente.

Rojas [21] evaluó el efecto de la aplicación de bioestimulante sobre el rendimiento y la calidad del cultivo de palto (*Persea americana* L.) variedad Fuerte, bajo condiciones del sector Cieneguillo, en la región Piura. El experimento se estableció bajo un diseño de Bloques Completamente al Azar, con tres repeticiones y seis tratamientos: Biozyme (0,15%), Agrispon (0,15%), Biostim (0,15%), Fertimar (1 kg/ha), H-Top (0,25%) y un testigo sin aplicación. Los resultados indicaron que el tratamiento con Biozyme al 0,15% generó el mayor rendimiento total, alcanzando 10,52 t/ha, además de registrar un rendimiento promedio por planta de 31,76 kg y un peso de fruto de 320 g. Dicho tratamiento presentó diferencias significativas respecto a los demás bioestimulante en cuanto a peso y calidad de fruto. En conclusión, se determinó que la aplicación de bioestimulante, especialmente Biozyme al 0,15% durante la etapa de floración, tiene un efecto positivo y significativo en el rendimiento y calidad del cultivo de palto variedad Fuerte bajo las condiciones de Piura.

Arellan [22] evaluó el efecto de diferentes inductores florales sobre el rendimiento del cultivo de palto (*Persea americana* L.) bajo condiciones de Huaral, Lima. El estudio se desarrolló utilizando un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con cuatro bloques y seis tratamientos: Agrostemin-GL, Bioestim, Biozyme-TF, Nutrifol-T, Triggrr-T y un testigo. Los resultados indicaron que el tratamiento con Nutrifol-T presentó el mejor desempeño, registrando un promedio de 187 frutos cuajados. En cuanto al rendimiento por categoría, se obtuvo 3,90 t/ha en la categoría “Súper”, 22,28 t/ha en “Extra” y 8,72 t/ha en “Primera”, alcanzando un rendimiento total de 62,12 t/ha, significativamente superior al resto de tratamientos. El autor concluyó que el uso de inductores florales influye de manera positiva en la calidad y el rendimiento de los frutos de palto.

En el año 2007, [23] en su tesis evaluó el efecto de diferentes fuentes de potasio sobre el rendimiento del cultivo de palto (*Persea americana* L.). El estudio incluyó dos cosechas anuales de frutos con un peso promedio de 180 g. Los resultados mostraron diferencias significativas entre tratamientos, destacando que la aplicación de nitrato de potasio (KNO_3) generó el mayor

rendimiento, alcanzando 188,75 kg por árbol. En tanto, los tratamientos con Granupotasse y Solupotasse foliar presentaron rendimientos estadísticamente similares, con valores de 178,12 y 160 kg por árbol, respectivamente. El autor concluyó que el empleo de KNO₃ mejora de manera notable la productividad del cultivo de palto frente a otras fuentes de potasio evaluadas.

Vásquez [24] durante el año 2019, en su tesis, evaluó la influencia de la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio en los frutos de palto (*Persea americana* L.) bajo diferentes dosis de abonamiento. El tratamiento T6 presentó un efecto significativamente superior, al aplicar 30 kg de materia orgánica junto con 450 kg/ha de nitrógeno, 400 kg/ha de fósforo y 600 kg/ha de potasio. La fertilización se realizó en tres momentos, de acuerdo con las etapas fenológicas del cultivo. Este tratamiento alcanzó una producción promedio de 41,98 kg por unidad experimental, evidenciando la importancia del manejo adecuado de macronutrientes en la productividad del palto.

Antecedentes locales o regionales

En la provincia de Chincha, los productores de palto enfrentan limitaciones asociadas a la baja retención de humedad y a la deficiencia de macroelementos en los suelos agrícolas [7]. A pesar del potencial agroclimático favorable, existen pocos estudios experimentales sobre la respuesta del palto variedad Fuerte a la aplicación de fosfitos bajo estas condiciones.

Quispe [25], en un estudio realizado en el distrito de El Carmen, evaluó el efecto de la aplicación foliar de fosfito de potasio en plantas de palto var. Fuerte, observando una mejora significativa en el tamaño promedio del fruto, el porcentaje de cuajado y el contenido de materia seca, lo que contribuyó a un incremento del rendimiento por hectárea. Asimismo, se evidenció una reducción de síntomas asociados al estrés hídrico, atribuida al efecto bioestimulante del fosfito.

De manera similar, un trabajo técnico elaborado por la Dirección Regional de Agricultura de Ica (DRACI) [26] reportó que los programas de fertilización foliar con base en fosfito potásico, combinados con un manejo eficiente del riego, permiten mantener la calidad exportable del fruto y mejorar la firmeza de la pulpa en las zonas de Chincha y Pisco. Sin embargo, los autores destacan la necesidad de realizar investigaciones experimentales controladas para establecer dosis y frecuencias óptimas de aplicación según el estado fenológico del cultivo.

Santiago y Víctor [27] realizaron en 2021 un estudio exhaustivo en huertos de palto (*Persea americana* L.) ubicados en Chincha, Ica, con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes reguladores de crecimiento 6-benciladenina, paclobutrazol y uniconazol— sobre la abscisión de frutos y el rendimiento del cultivo. Los resultados mostraron que todos los tratamientos redujeron significativamente la caída de frutos después de la floración y el cuajado. Asimismo, los triazoles (uniconazol y paclobutrazol) incrementaron el peso promedio de fruta por árbol y el calibre en un 15% en Ica. Por otro lado, la aplicación de 6-benciladenina mejoró el rendimiento final a la cosecha y favoreció una mayor concentración de frutos de calibre mediano en Chincha, los cuales

poseen mayor valor comercial. Los autores concluyeron que el uso estratégico de reguladores de crecimiento representa una herramienta eficaz para controlar la abscisión, mejorar la calidad de los frutos y aumentar la productividad, contribuyendo así a una mayor eficiencia y rentabilidad en la producción de palto.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la provincia de Chíncha, región Ica, el cultivo del palto variedad Fuerte constituye una importante fuente de ingresos para los agricultores locales. Sin embargo, la producción enfrenta limitaciones asociadas a la baja fertilidad natural de los suelos arenosos, al pH alcalino que reduce la disponibilidad de nutrientes esenciales como el potasio y fósforo, y a la alta evapotranspiración característica de las zonas áridas costeras. Estas condiciones afectan el desarrollo vegetativo, el cuajado de frutos y la calidad final de la cosecha.

El potasio (K) es un macronutriente esencial en el metabolismo de las plantas, involucrado en la regulación osmótica, la translocación de carbohidratos y la activación enzimática. En el palto, su deficiencia repercute directamente en la reducción del tamaño de fruto, la pérdida de firmeza y la disminución del contenido de materia seca y sólidos solubles, afectando su calidad comercial y su vida postcosecha.

Por otro lado, los fosfitos derivados del ácido fosforoso han cobrado importancia por sus propiedades bioestimulante y fotoprotectoras. El fosfito de potasio (K_2HPO_3) se utiliza como fertilizante foliar por su rápida absorción y movilidad dentro de la planta, aportando potasio y fósforo en una forma altamente disponible.

Diversos estudios realizados en otros países reportan que la aplicación foliar de fosfito de potasio mejora parámetros agronómicos como el vigor vegetativo, la eficiencia fotosintética, el tamaño de fruto y el contenido de materia seca. Sin embargo, en el contexto de la costa sur del Perú, particularmente en Chíncha, existe escasa información científica sobre los efectos del fosfito potásico en la variedad de palta “Fuerte”, cuyas condiciones edafoclimáticas difieren significativamente de las zonas donde se han realizado estudios previos.

Esta falta de información limita la adopción de prácticas nutricionales más eficientes y sostenibles en la región. Por ello, se hace necesario evaluar experimentalmente el efecto de la aplicación foliar de fosfito de potasio sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de fruto en palto (*Persea americana* L.) variedad “Fuerte”, bajo las condiciones ambientales de Chíncha, con el fin de generar conocimiento técnico que contribuya al manejo nutricional racional y a la mejora de la productividad local.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Problema General

- ¿Cuál es el efecto de la aplicación foliar de fosfito de potasio sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de fruta en palto (*Persea americana* L.) variedad Fuerte en Chíncha?

Problemas Específicos

1. ¿Cómo influye la aplicación foliar de fosfito de potasio en el crecimiento vegetativo del palto variedad Fuerte?
2. ¿Qué efecto produce la aplicación foliar de fosfito de potasio sobre el rendimiento por planta y el número de frutos?
3. ¿De qué manera la aplicación foliar de fosfito de potasio afecta los parámetros de calidad de fruta?

1.4 IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Importancia

La presente investigación reviste gran relevancia científica, técnica, económica y ambiental, ya que se orienta a mejorar la productividad y calidad del cultivo de palto (*Persea americana* L.) variedad Fuerte, uno de los frutales más importantes en la provincia de Chíncha.

Desde el punto de vista científico, el estudio permitirá ampliar el conocimiento sobre la respuesta fisiológica del palto ante la aplicación foliar de fosfito de potasio, evaluando su influencia en el crecimiento vegetativo, rendimiento y calidad del fruto. Los resultados generarán información experimental útil para comprender los mecanismos de absorción y aprovechamiento de nutrientes esenciales bajo las condiciones edafoclimáticas propias de la región.

En el aspecto técnico, la investigación ofrecerá alternativas prácticas de manejo nutricional, orientadas a optimizar la fertilización foliar mediante el uso de productos que combinan funciones nutricionales y bioestimulante. El fosfito de potasio, además de suministrar potasio y fósforo en forma disponible, puede mejorar la resistencia de las plantas al estrés y potenciar la eficiencia fisiológica, contribuyendo a un manejo más sostenible del cultivo.

En el ámbito económico, la aplicación adecuada de este compuesto podría traducirse en un aumento del rendimiento y una mejora en la calidad comercial de los frutos, lo que impactaría favorablemente en la rentabilidad de los productores. Asimismo, permitiría reducir el uso excesivo de fertilizantes convencionales, generando un ahorro significativo en los costos de producción.

Desde la perspectiva ambiental, el uso racional de fosfitos representa una alternativa más limpia y segura para la agricultura, al disminuir la dependencia de agroquímicos sintéticos y reducir los riesgos de contaminación del suelo y del agua.

Finalmente, en el plano social, esta investigación contribuirá al fortalecimiento de la actividad frutícola en Chíncha, promoviendo la innovación tecnológica, la sostenibilidad productiva y el desarrollo económico de las comunidades agrícolas locales.

1.4.2 Justificación

El cultivo de palto (*Persea americana* L.) ha adquirido una importancia creciente en la agricultura peruana debido a su alta demanda en los mercados nacionales e internacionales. Sin embargo, la productividad y calidad del fruto se ven afectadas por factores nutricionales, ambientales y de manejo, lo que hace necesario implementar estrategias de fertilización más eficientes y sostenibles.

En este contexto, la aplicación foliar de fosfito de potasio se presenta como una alternativa tecnológica de gran potencial, al combinar propiedades nutricionales y bioestimulante que favorecen el desarrollo vegetativo, la floración y la fructificación. Su uso podría mejorar el aprovechamiento de nutrientes esenciales como el fósforo y el potasio, promover una mayor resistencia frente a condiciones de estrés biótico y abiótico, y optimizar el rendimiento y la calidad de los frutos del palto variedad Fuerte.

La justificación de esta investigación radica en la necesidad de generar información científica y práctica sobre la respuesta del palto a diferentes dosis de fosfito de potasio aplicadas por vía foliar, bajo las condiciones agroclimáticas específicas de la provincia de Chíncha. A pesar del crecimiento del cultivo en la región, existe una limitada disponibilidad de estudios locales que evalúen la eficiencia nutricional y los efectos fisiológicos de este tipo de fertilizantes en la variedad Fuerte, lo cual constituye un vacío técnico que este trabajo busca cubrir.

Asimismo, los resultados permitirán proporcionar criterios técnicos para el manejo nutricional del palto, contribuyendo al diseño de programas de fertilización foliar más precisos, sostenibles y adaptados a las condiciones de producción del sur del Perú. Esto favorecerá la toma de decisiones de los productores, técnicos y asesores agrónomos, impulsando prácticas agrícolas que mejoren la competitividad del sector.

En síntesis, esta investigación se justifica porque aportará conocimiento científico y tecnológico aplicable al manejo integral del cultivo de palto, generando beneficios económicos para los productores, mejorando la calidad del fruto destinado a la exportación y promoviendo un uso más racional de los insumos agrícolas en beneficio del ambiente y la sostenibilidad de los sistemas productivos de Chíncha.

1.5 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1 Hipótesis general

La aplicación foliar de fosfito de potasio mejora significativamente las características agronómicas, el rendimiento y la calidad de los frutos del palto (*Persea americana* L.) variedad Fuerte, cultivado bajo las condiciones edafoclimáticas de la provincia de Chíncha.

1.5.2 Hipótesis específicas

1. La aplicación foliar de fosfito de potasio incrementa el crecimiento vegetativo del palto variedad Fuerte, expresado en mayor altura de planta, número de brotes y área foliar.
2. La aplicación foliar de fosfito de potasio mejora los componentes de rendimiento, incrementando el número y peso promedio de los frutos por planta.
3. Diferentes concentraciones de fosfito de potasio generan variaciones significativas en las respuestas fisiológicas y productivas del palto, determinándose una dosis óptima para las condiciones locales de Chíncha.

1.6 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación foliar de fosfito de potasio sobre las características agronómicas, el rendimiento y la calidad de los frutos del palto (*Persea americana* L.) variedad Fuerte, bajo las condiciones edafoclimáticas de la provincia de Chíncha.

1.6.2 Objetivos específicos

1. Determinar el efecto de diferentes concentraciones de fosfito de potasio sobre el crecimiento vegetativo del palto variedad Fuerte, considerando variables como altura de planta, número de brotes y área foliar.
2. Evaluar el impacto de la aplicación foliar de fosfito de potasio sobre los componentes de rendimiento, incluyendo número de frutos por planta, peso promedio de fruto y rendimiento total.
3. Identificar la dosis óptima de fosfito de potasio que maximiza el rendimiento y la calidad del fruto del palto variedad Fuerte en las condiciones agroclimáticas de Chíncha.

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1 Ubicación del campo experimental

El presente estudio se llevó a cabo en el terreno del señor Luis Ronceros ubicado en el distrito de Alto Larán, provincia de Chincha, departamento de Ica, Perú. El terreno se encuentra geográficamente situado a una altitud aproximada de 95 m s. n. m., con coordenadas 13°23'45" de latitud sur y 76°07'50" de longitud oeste.

La zona presenta un clima cálido árido, característico de la costa sur peruana, con temperaturas promedio anuales entre 18 °C y 29 °C, baja precipitación (menor de 25 mm anuales) y una humedad relativa promedio del 68 %. Los suelos son de tipo arenoso franco, con buen drenaje y moderado contenido de materia orgánica, condiciones apropiadas para el cultivo de *Palto* (*Persea americana* L.).

El experimento se ejecutó durante la campaña agrícola 2024–2025, bajo un sistema de riego por gravedad, empleando un manejo agronómico uniforme en todas las unidades experimentales, lo que permitió evaluar el efecto de la aplicación foliar de fosfito de potasio sobre las características agronómicas, de rendimiento y calidad de fruta en la variedad Fuerte.



Figura 1: ubicación del campo experimental

2.2 TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

2.2.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo experimental, ya que se manipulará deliberadamente la variable independiente la concentración de fosfito de potasio aplicada por vía foliar con el propósito de observar y analizar su efecto sobre las variables dependientes relacionadas con el crecimiento, rendimiento y calidad del fruto del palto (*Persea americana* L.) variedad Fuerte. Este tipo de estudio permite establecer relaciones causales entre los tratamientos aplicados y las respuestas obtenidas en las plantas evaluadas.

2.2.2 Nivel de investigación

El nivel de la investigación es explicativo, debido a que busca determinar y analizar las causas de los cambios observados en las variables agronómicas y productivas del cultivo, explicando cómo y por qué la aplicación foliar de fosfito de potasio influye en el comportamiento fisiológico y la calidad del fruto. Asimismo, el estudio tiene componentes descriptivos y comparativos, al cuantificar las respuestas de las plantas frente a diferentes dosis del producto y contrastar los resultados obtenidos entre tratamientos.

2.2.3. Diseño de investigación

El diseño empleado será de tipo experimental completamente al azar (DCA), con un número determinado de tratamientos correspondientes a diferentes concentraciones de fosfito de potasio aplicadas foliarmente y un testigo sin aplicación. Cada tratamiento contará con un número igual de repeticiones para garantizar la validez estadística de los resultados.

Las unidades experimentales estarán constituidas por plantas de palto variedad Fuerte en producción, ubicadas en un lote homogéneo de la zona agrícola de Chincha. Se registrarán variables morfológicas, productivas y de calidad del fruto, las cuales serán sometidas a un análisis de varianza (ANVA) y, de ser necesario, a una prueba de comparación múltiple de medias (Duncan) para determinar diferencias significativas entre tratamientos.

2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

Población

La población del estudio estuvo conformada por todas las plantas de *Palto* (*Persea americana* L.) variedad Fuerte, plantados a un distanciamiento de 6.0 m entre suro por 6.0 m entre planta (277 plantas/ha.), cultivadas en el fundo experimental ubicado en el distrito de Chincha Alta, provincia de Chincha, región Ica, perteneciente a una superficie total de una hectárea con manejo tradicional. Esta población representa las unidades productivas sometidas a prácticas de fertilización foliar en condiciones agroclimáticas propias del valle de Chincha.

Muestra

La muestra estuvo constituida por un conjunto representativo de 80 plantas de palto variedad Fuerte, distribuidas de manera uniforme dentro del área experimental. La selección se realizó mediante un muestreo aleatorio simple de 3 plantas por unidad experimental, considerando como criterio de inclusión la uniformidad en edad, vigor y estado fitosanitario de las plantas.

2.4 ANÁLISIS DE SUELO

Para conocer las propiedades físico-mecánicas del suelo, se planificó el muestreo delimitando el terreno en zonas homogéneas. De estas zonas, se tomó un total de ocho submuestras en un recorrido tipo zigzag a lo largo del campo. La extracción se realizó mediante un corte en "V" utilizando una lampa, tomando una rebanada uniforme de suelo a una profundidad de 30 cm. Las submuestras recolectadas fueron cuidadosamente mezcladas para obtener una muestra compuesta y representativa.

Finalmente, se separó 1 kg de esta muestra, se colocó en una bolsa plástica de primer uso y se etiquetó con el nombre del propietario, el lote, la profundidad y la fecha de la toma. Posteriormente, la muestra fue enviada al Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Agua y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina para el análisis correspondiente, los resultados se muestran en la tabla 1 y 2.

TABLA 1
ANÁLISIS FÍSICO-MECÁNICO DEL SUELO

Determinación	Profundidad muestreo (0 – 30 cm)	Método empleado
Arena	44,0	Método del hidrómetro
Limo	33,0	Método del hidrómetro
Arcilla	23,0	Método del hidrómetro
Clase textural	Franco (Fr)	Triangulo textural

Nota: Datos obtenidos del laboratorio de Análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes. Universidad Nacional Agraria La Molina

TABLA 2
ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO

Determinación	Resultado	Método	Interpretación
pH	8,17	Potenciómetro	Normal
C. E. (mS/cm)	0,37	Extracto de pasta sat.	Lig. Salino
CaCO ₃ (%)	0,98	Gasovolumétrico	Bajo
M. O. (%)	0,41	Walkley y Black	Bajo
P disponible (ppm)	23,8	Olsen modificado	Alto
K disponible (ppm)	390,0	Acetato de amonio	Alto
C. I. C (meq/100 g)	10,88	Acetato de amonio	Bajo
Ca (meq/100 g)	8,21	Fotometría de llama	Bajo
Mg (meq/100 g)	1,37	Fotometría de llama	Bajo
Na (meq/100 g)	0,40	Fotometría de llama	Bajo
K (meq/100 g)	0,90	Fotometría de llama	Bajo

Nota: Datos obtenidos del laboratorio de Análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes. Universidad Nacional Agraria La Molina

2.5 OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS.

Con el objetivo de poder conocer las condiciones climáticas que se presentaron durante las fases fenológicas del cultivo de palto variedad “Fuerte” en la provincia de Chíncha, se solicitó a la estación CO-FONAGRO Chíncha perteneciente al servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Ica, por ser la estación más cercana al lugar donde se desarrolló la investigación, los resultados se muestran en la tabla 3.

TABLA 3

OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS DE JULIO 2024 MARZO 2025

MESES	Temperaturas °C			Horas de sol (unidad)		Humedad relativa (%)
	Máxima	Media	Mínima	Diaria	Mensual	Mensual
Julio	19,8	16,6	13,4	1,2	38,5	89,0
Agosto	19,9	16,3	12,7	1,9	57,4	86,0
Septiembre	19,9	16,7	13,5	1,88	56,5	86,0
Octubre	21,8	18,3	14,8	4,3	132,1	83,0
Noviembre	24,2	19,8	15,3	1,3	39,1	82,0
Diciembre	25,6	21,4	17,2	2,4	75,6	81,0
Enero	27,1	22,6	18,0	2,8	85,9	79,0
Febrero	28,4	24,6	20,7	8,3	231,7	81,0
Marzo	30,8	24,0	17,2	7.6	236.2	78,9

Nota: datos proporcionados por la estación meteorológica CO-FONAGRO Chincha.

La estación meteorológica está ubicada en las siguientes coordenadas:

Latitud sur: 76°8'3,3" S

Longitud Oeste: 13°27'28,1" W

Altitud: 71 msnm

Dpto.: Ica

Provincia: Chincha

Distrito: Chincha Baja

2.6 TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Los tratamientos consistieron en la aplicación foliar de siete dosis de fosfito de potasio (Kalex) en árboles de palto de la variedad “Fuerte” en Chincha que tenían más de 10 años de sembrados, cuyo propósito fue para determinar su efecto sobre el rendimiento y calidad de fruto, los tratamientos se muestran en la tabla 4.

TABLA 4
TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

CLAVE LITERAL	NOMBRE COMERCIAL	PROCEDENCIA	DOSIS L/ha.	MOMENTO DE APLICACIÓN
T1	Kalex	Serfi S. A	1.5	
T2	Kalex	Serfi S. A	2.0	a) Inicio de brotamiento
T3	Kalex	Serfi S. A.	2.5	b) antes de floración
T4	Kalex	Serfi S.A.	3.0	
T5	Kalex	Serfi S. A.	3.5	c) inicio de desarrollo de fruto
T6	Kalex	Serfi S. A.	4.0	
T7	Control	—	agua	ninguna

2.7 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño que se usó en la presente investigación fue un Diseño en Bloques Completos al Azar (DBCA), con siete tratamientos, distribuidos en cuatro bloques o repeticiones, con un total de 28 unidades experimentales

2.8 CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Dimensiones del terreno experimental

Largo	145.0 m
Ancho	35.0 m
Área total	5075.0 m ²
Área de calles	125.0 m ²
Área neta	4950.0 m ²

Bloques.

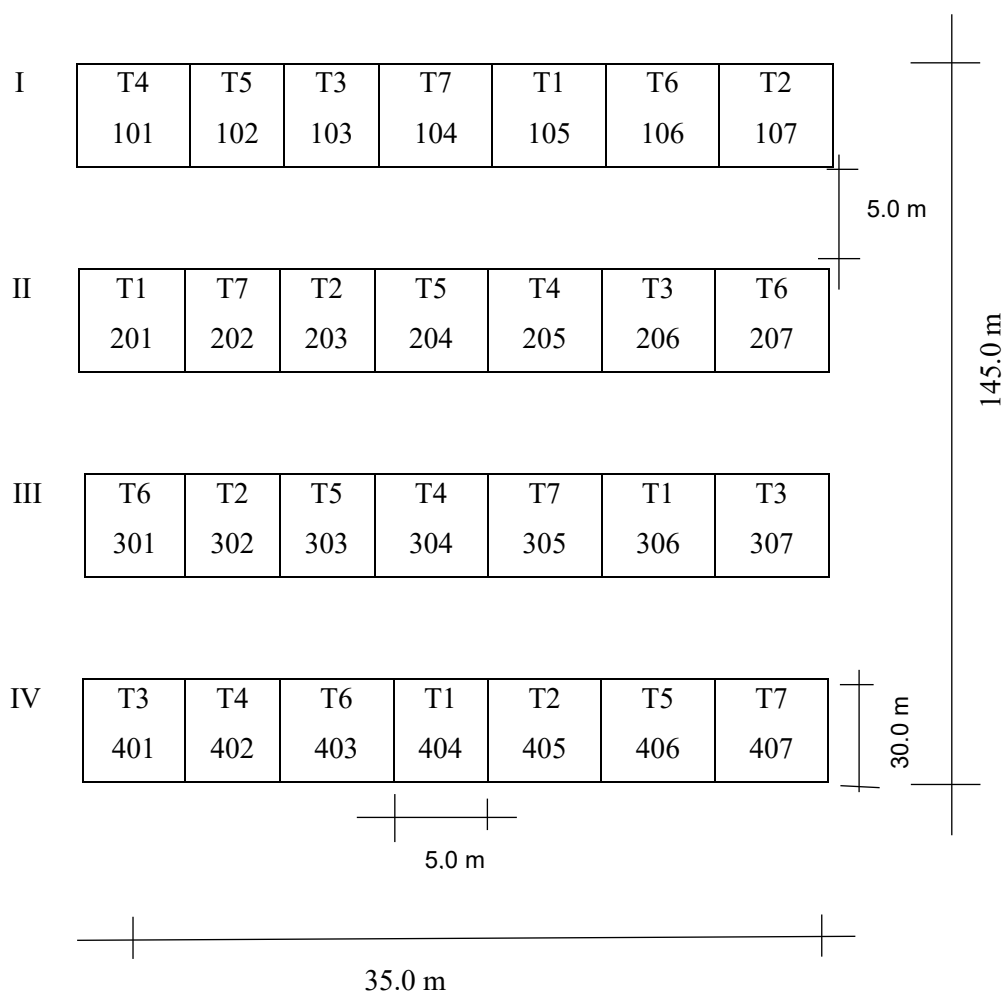
Largo	35.0 m
Ancho	30.0 m
Área de un bloque	1050.0 m ²
Número de bloques	4.0
Área de bloques	600.0 m ²

Parcelas:

Largo	30.0 m
-------	--------

Ancho	5.0 m
Área de una parcela	150.0 m ²
Número de surcos por parcela	1.0
Distancia entre surcos	5.0 m
Distancia entre golpes	5.0 m
Número de plantas por golpe	1.0

CROQUIS EXPERIMENTAL



Nota:

1 – 7 = número de tratamientos

101 – 407 = número de parcela según el bloque

I - IV = número de bloque

2.9 CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

La poda:

En la presente investigación se realizó dos tipos de poda, una poda de producción y una poda sanitaria. La poda de producción es una práctica de manejo realizada en árboles en etapa productiva con el objetivo de regular el equilibrio entre crecimiento vegetativo y fructificación, promoviendo ramas jóvenes fértiles y manteniendo una estructura de copa adecuada para sostener altos rendimientos. La poda sanitaria consiste en remover partes del árbol enfermas, dañadas, secas o infestadas por plagas, con el objetivo de proteger la salud del cultivo y evitar la propagación de enfermedades. Esta labor se realizó el 10 de julio del 2024

Limpieza del campo.

La limpieza de residuos de la poda es una actividad fundamental que se realiza inmediatamente después de la poda de producción y sanitaria. Su objetivo es evitar la proliferación de plagas y enfermedades, mantener el orden del campo y asegurar que el manejo sanitario sea efectivo. La labor se realizó el 15 de julio del 2024

Riego

En el presente estudio se utilizó el sistema de riego por gravedad, ya que en la zona cuenta con recursos hídricos suficientes, utilizando un total de 20 riegos durante la campaña y utilizando 13,000 m³/ha, según se detalla en el siguiente cronograma de riego (tabla 5).

TABLA 5

CRONOGRAMA DE RIEGO MENSUAL EN PALTO VARIEDAD “FUERTE” EN CHINCHA 2024 – 2025.

Mes	Duración (horas)	Total, m ³ /ha
Julio	18 horas	3400
Agosto	15 horas	2500
Septiembre	9 horas	1000
Octubre	8 horas	800
Noviembre	8 horas	800
Diciembre	8 horas	800
Enero	10 horas	1200
Febrero	10 horas	1200
Marzo	11 horas	1700
Total	97 horas	13,400 m³

Fertilización

El palto Fuerte es una especie exigente en N, K, Ca y B, especialmente en floración y llenado de fruto. En Chincha, la fertilización se ajusta al clima cálido y a la alta lixiviación del suelo arenoso. La fertilización consistió en aplicar los siguientes fertilizantes que se muestran en la tabla 7

TABLA 6
DOSIS DE FERTILIZANTES APLICADOS

Nutrientes	Kg/ha/año
Nitrógeno (N)	200 kg
Fosforo (P ₂ O ₅)	40 kg
Potasio (K ₂ O)	250 kg
Calcio (CaO)	80 kg
Boro (B)	1 kg
Zinc (Zn)	1 kg
Magnesio (Mg)	25 kg

Las fuentes de fertilización fueron: urea, fosfato triple (TSP), sulfato de potasio (SOP), nitrato de calcio, sulfato de magnesio, sulfato de potasio, bórax y sulfato de zinc.

Nutrición foliar complementaria

Se procedió a la aplicación foliar de las diversas dosis de fosfito de potasio (Kalex) a los 28 ddp a inicio de la floración (12/9/2024) y llenado de fruto (11/12/2024).

Deshierbos:

El deshierbo es la labor destinada a eliminar las malezas que compiten con el cultivo por agua, nutrientes, luz y espacio, especialmente en suelos arenosos como los de Chincha, donde la pérdida de humedad es rápida. Esta labor se hizo de forma manual con lampa y de forma frecuente

TABLA 7
MALEZAS MAS FRECUENTES ENCONTRADAS

Nombre común	Nombre científico	Tipo de maleza
Gramma dulce	<i>Cynodon dactylon</i>	Gramínea
Arrocillo	<i>Echinochloa colona</i>	Gramínea
Sorgo	<i>Sorghum halepense</i>	Gramínea
Pata de gallina	<i>Digitaria sanguinalis</i>	Gramínea
Gramma dulce	<i>Paspalum sp</i>	Gramínea
Yuyo espinoso	<i>Amaranthus spinosus</i>	Hoja ancha
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i>	Hoja ancha
Amor seco	<i>Bidens pilosa</i>	Hoja ancha
coquito	<i>Cyperus rotundus</i>	Ciperácea

Manejo fitosanitario.

En la presente investigación, el manejo fitosanitario se desarrolló mediante evaluaciones sistemáticas y el empleo de estrategias integradas de monitoreo y control, orientadas a identificar y mitigar oportunamente la incidencia de las principales plagas y enfermedades presentes en el cultivo de palto (*Persea americana* L.) variedad “Fuerte”. Esta estrategia permitió la toma de decisiones basada en evidencia, garantizando la conservación del estado sanitario del cultivo durante todo el periodo experimental.

TABLA 8
CRONOGRAMA DEL MANEJO FITOSANITARIO

Fecha	Labor	Producto utilizado	Dosis	Plaga
05/08/2024	Aplicación	Kalex	25 mL/árbol	Bioestimulante foliar
20/08/2024	Aplicación	Lancer	0,4 l/ha	Cochinilla (<i>Planococcus citri</i>)
10/09/2024	Aplicación	Absolute	0,3 l/ha	Trip (<i>Thrips tabaci</i>)
05/11/2024	Aplicación	Vertimec	0,3 l/ha	Ácaros (<i>Oligonychus punicae</i>) (<i>Tetranychus urticae</i>)
22/12/2024	Aplicación	Spinosad	0,3 l/ha	Minador de hojas (<i>liriomyza spp</i>)

Cosecha:

La poda se realizó en julio, permitiendo que el palto Fuerte brote en agosto, florezca entre agosto y septiembre y desarrolle frutos desde octubre hasta enero. La cosecha se llevó a cabo en el mes de marzo (09/03/2025/), cortando los frutos manualmente con tijeras, dejando un pedúnculo de 1–2 cm y evitando golpes. Los frutos se recolectaron en jabas limpias, se mantuvieron a la sombra y se trasladaron para su clasificación y evaluación de calidad. Cada jaba estaba debidamente rotulada para evitar confusiones.

2.10 INSTRUMENTOS Y EQUIPOS DE EVALUACIÓN

INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE ESCRITORIO

- Hoja de registro fenológico
- Calendario agrícola
- Fichas de registro de campo
- Marcadores para identificación de plantas
- Cordel
- Wincha graduada
- Papel bond
- Etiquetas
- Bolsas de polietileno primer uso

EQUIPOS

- ✓ Balanza electrónica digital calibrada
- ✓ Jabas plásticas para recolección
- ✓ Vernier digital (pie de rey)
- ✓ Hojas de cálculo (Microsoft Excel)

2.11 VARIABLES EVALUADAS:

Días a la floración (días).

Esta variable se evaluó registrando el número de días transcurridos desde el inicio del brotamiento hasta el inicio de la fase de floración del cultivo. Los valores obtenidos se promediaron para cada tratamiento, con el fin de determinar el tiempo promedio requerido para alcanzar la floración.

Número de frutos por planta (unidad)

En esta variable, se seleccionaron tres plantas al azar por cada tratamiento. Durante la cosecha, se contabilizó la cantidad total de frutos obtenidos por planta. Los datos registrados se utilizaron para calcular el promedio correspondiente a cada tratamiento evaluado.

Peso de 10 frutos (kg)

Para esta variable, se seleccionaron aleatoriamente diez frutos por cada tratamiento al momento de la cosecha. Los frutos fueron pesados utilizando una balanza calibrada y los valores registrados en la hoja de campo. Posteriormente, se calculó el promedio correspondiente para cada tratamiento.

Diámetro polar de fruto (cm)

Esta variable se evaluó seleccionando aleatoriamente cinco frutos de palta por cada tratamiento. Cada fruto fue colocado en posición vertical y se midió desde la base hasta el ápice utilizando un vernier graduado. Los valores obtenidos se registraron y posteriormente se procedió a realizar el cálculo del promedio correspondiente para cada tratamiento.

Diámetro ecuatorial de fruto (mm)

Esta variable se evaluó utilizando los cinco frutos seleccionados para la medición del diámetro polar. Cada fruto se colocó en posición vertical y se midió su diámetro ecuatorial en la parte media del fruto empleando un vernier graduado. Los datos obtenidos se registraron y posteriormente se calculó el promedio correspondiente para cada tratamiento en estudio.

Relación diámetro polar: diámetro ecuatorial (DP/DE)

Para esta variable, se midieron el diámetro polar (DP) y el diámetro ecuatorial (DE) en las cinco frutas evaluadas en la variable anterior por planta, al momento de la cosecha. La relación se obtuvo dividiendo el diámetro polar entre el diámetro ecuatorial, aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Relación} = \text{DP} / \text{DE}$$

Los valores obtenidos fueron registrados y posteriormente se calculó el promedio correspondiente para cada tratamiento.

Rendimiento de fruto de primera (t/ha)

Esta variable se determinó durante la cosecha mediante la selección de los frutos que cumplan con los estándares de calidad comercial para ser considerados como “primera”, de acuerdo con el calibre, forma, sanidad y ausencia de daños. Los frutos clasificados fueron pesados con una balanza calibrada y el peso obtenido se registró para cada tratamiento. Posteriormente, mediante una regla de tres simple, los valores fueron extrapolados para expresar el rendimiento en toneladas por hectárea (t/ha).

Rendimiento de fruto mediano (t/ha)

Esta variable se evaluó durante la cosecha mediante la selección de los frutos que correspondan a la categoría “mediana”, según los calibres establecidos para su clasificación comercial. Los frutos seleccionados fueron pesados utilizando una balanza calibrada y el peso obtenido se registró para cada tratamiento. Posteriormente, mediante una regla de tres simple, los valores fueron extrapolados para expresar el rendimiento en toneladas por hectárea (t/ha).

Rendimiento de fruto extra (t/ha)

Esta variable se evaluó durante la cosecha mediante la clasificación de los frutos que cumplan con las características comerciales correspondientes a la categoría “extra”, según su calibre, forma y calidad externa. Los frutos seleccionados fueron pesados utilizando una balanza calibrada, registrándose el peso total obtenido por cada tratamiento. Finalmente, mediante una regla de tres simple, los valores se extrapolaron para expresar el rendimiento en toneladas por hectárea (t/ha).

Rendimiento total de fruto (t/ha)

Para esta variable, los frutos cosechados se recolectaron en jabas plásticas y se pesaron utilizando una balanza instalada y calibrada en el campo de cultivo. Este procedimiento se realizó para cada tratamiento, registrando el peso total obtenido y calculando posteriormente el promedio

correspondiente. Finalmente, mediante una regla de tres simple, los valores fueron extrapolados para expresar el rendimiento en toneladas por hectárea (t/ha).

2.12 PROCESAMIENTO DE DATOS

Los datos obtenidos para cada una de las variables evaluadas fueron organizados y depurados en una base de datos elaborada en Microsoft Excel, con el fin de garantizar su correcta estructuración antes del análisis estadístico.

El análisis de varianza (ANVA) se realizó utilizando el software estadístico INFOSTAT, considerando niveles de significancia de $\alpha = 0,05$ y $\alpha = 0,01$. La significancia de los efectos se determinó mediante la prueba de “F” y el correspondiente valor p , lo que permitió establecer la presencia de diferencias estadísticas entre tratamientos.

Posteriormente, se aplicó la prueba de rangos múltiples de Duncan con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$, a fin de identificar grupos homogéneos y establecer el orden de mérito relativo entre tratamientos. Este procedimiento facilitó la interpretación de los resultados y permitió obtener parámetros adicionales como el error estándar y el coeficiente de variación para cada una de las variables analizadas.

III. RESULTADOS

Los promedios, análisis estadísticos y comparaciones necesarias para determinar el efecto real de los tratamientos sobre las características agronómicas evaluadas, se presentan a continuación.

TABLA 9.

ANÁLISIS DE VARIANZA DE DÍAS A LA FLORACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE FOSFITO DE POTASIO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTA EN PALTO (*Persea americana* L.) VARIEDAD FUERTE EN CHINCHA

F. V	G. L.	SC	CM	SIG.	Razón-F	Valor-P
Bloques	3	4.11	1,37	NS	0,94	0,4407
Tratamientos	6	321.86	53,64	**	36,93	< 0,0001
Error. corregido.	18	26,14	1,45	.-	.-	.-
Total	27	352.11	.-	.-	.-	.-
Promedio general (días)		44,7	CV= 2,7 %		S= 4,0	

*: Diferencias significativas con 95% de confianza.

** : Diferencias altamente significativas con 99% de confianza.

NS: No existen diferencias significativas

TABLA 10.

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DÍAS A LA FLORACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE FOSFITO DE POTASIO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTA EN PALTO (*Persea americana* L.) VARIEDAD FUERTE EN CHINCHA

Tratamientos	Descripción	Duncan (α 0.05)		
		Media (días)	Agrupación	O.M. R
7	Testigo control	49,5	a	1°
2	Kalex 2,0 l/ha	47,5	b	2°
1	Kalex 1,5 l/ha	47,0	b c	2°
3	Kalex 2,5 l/ha	45,25	c	3°
6	Kalex 4,0 l/ha	43,25	d	4°
5	Kalex 3,5 l/ha	40,25	e	5°
4	Kalex 3,0 l/ha	40,0	e	5°

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

TABLA 11.

ANÁLISIS DE VARIANZA DE NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE FOSFITO DE POTASIO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTA EN PALTO (*Persea americana* L.) VARIEDAD FUERTE EN CHINCHA

F. V	G. L.	SC	CM	SIG.	Razón-F	Valor-P
Bloques	3	28,14	9,38	NS	1,66	0,2116
Tratamientos	6	1221,86	203,64	**	35,99	< 0,0001
Error. corregido.	18	101,86	5,66	.-	.-	.-
Total	27	1351,86	.-	.-	.-	.-
Promedio general (unidad)		89,9	CV= 2,65 %		S= 7,0	

*: Diferencias significativas con 95% de confianza.

**: Diferencias altamente significativas con 99% de confianza.

NS: No existen diferencias significativas

TABLA 12.

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DEL NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE FOSFITO DE POTASIO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTA EN PALTO (*Persea americana* L.) VARIEDAD FUERTE EN CHINCHA

Tratamientos	Descripción	Duncan (α 0.05)		
		Media (unidad)	Agrupación	O.M. R
5	Kalex 3,5 l/ha	98,75	a	1°
6	Kalex 4,0 l/ha	95,75	a b	1°
4	Kalex 3,0 l/ha	94,25	b c	2°
3	Kalex 2,5 l/ha	91,5	c	3°
2	Kalex 2,0 l/ha	87,00	d	4°
1	Kalex 1,5 l/ha	83,25	e	5°
7	Testigo control	79,0	f	6°

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

TABLA 13.

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PESO DE 10 FRUTOS DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE FOSFITO DE POTASIO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTA EN PALTO (*Persea americana* L.) VARIEDAD FUERTE EN CHINCHA

F. V	G. L.	SC	CM	SIG.	Razón-F	Valor-P
Bloques	3	0,07	0,02	NS	1,01	0,4106
Tratamientos	6	4,62	0,77	**	32,07	< 0,0001
Error. corregido.	18	0,43	0,02	.-	.-	.-
Total	27	5,12	.-	.-	.-	.-
Promedio general (kg)		2,436	CV= 6,36 %		S= 0,44	

*: Diferencias significativas con 95% de confianza.

**: Diferencias altamente significativas con 99% de confianza.

NS: No existen diferencias significativas

TABLA 14.

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DEL PESO DE 10 FRUTOS DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE FOSFITO DE POTASIO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTA EN PALTO (*Persea americana* L.) VARIEDAD FUERTE EN CHINCHA

Tratamientos	Descripción	Duncan (α 0.05)		
		Media (kg)	Agrupación	O.M. R
5	Kalex 3,5 l/ha	2,95	a	1°
4	Kalex 3,0 l/ha	2,70	b	2°
6	Kalex 4,0 l/ha	2,68	b	2°
3	Kalex 2,5 l/ha	2,53	b c	2°
2	Kalex 2,0 l/ha	2,40	c d	3°
1	Kalex 1,5 l/ha	2,20	d	4°
7	Testigo control	1,60	e	5°

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

TABLA 15.

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL DIAMÉTRO POLAR DE FRUTO DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE FOSFITO DE POTASIO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTA EN PALTO (*Persea americana* L.)
VARIEDAD FUERTE EN CHINCHA

F. V	G. L.	SC	CM	SIG.	Razón-F	Valor-P
Bloques	3	0,37	0,12	NS	1,36	0,2859
Tratamientos	6	45,58	7,60	**	83,37	< 0,0001
Error. corregido.	18	1,64	0,09	.-	.-	.-
Total	27	47,59	.-	.-	.-	.-
Promedio general (cm)		11,046	CV= 2,73 %		S= 1,33	

*: Diferencias significativas con 95% de confianza.

**: Diferencias altamente significativas con 99% de confianza.

NS: No existen diferencias significativas

TABLA 16.

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DEL DIMÉTRO POLAR DE FRUTO DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE FOSFITO DE POTASIO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTA EN PALTO (*Persea americana* L.)
VARIEDAD FUERTE EN CHINCHA

Tratamientos	Descripción	Duncan (α 0.05)		
		Media (cm)	Agrupación	O.M. R
5	Kalex 3,5 l/ha	12,48	a	1°
6	Kalex 4,0 l/ha	12,25	a	1°
4	Kalex 3,0 l/ha	12,15	a	1°
3	Kalex 2,5 l/ha	11,20	b	2°
2	Kalex 2,0 l/ha	10,73	c	3°
1	Kalex 1,5 l/ha	9,58	d	4°
7	Testigo control	8,95	e	5°

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

TABLA 17.

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL DIÁMETRO ECUATORIAL DE FRUTO DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE FOSFITO DE POTASIO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTA EN PALTO (*Persea americana* L.) VARIEDAD FUERTE EN CHINCHA

F. V	G. L.	SC	CM	SIG.	Razón-F	Valor-P
Bloques	3	0,08	0,03	NS	0,63	0,6048
Tratamientos	6	14,44	2,41	**	58,22	< 0,0001
Error. corregido.	18	0,74	0,04	.-	.-	.-
Total	27	15,27	.-	.-	.-	.-
Promedio general (cm)		6,611	CV= 3,08 %		S= 0,75	

*: Diferencias significativas con 95% de confianza.

**: Diferencias altamente significativas con 99% de confianza.

NS: No existen diferencias significativas

TABLA 18.

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DEL DIÁMETRO ECUATORIAL DE FRUTO DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE FOSFITO DE POTASIO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTA EN PALTO (*Persea americana* L.) VARIEDAD FUERTE EN CHINCHA

Tratamientos	Descripción	Duncan (α 0.05)		
		Media (cm)	Agrupación	O.M. R
5	Kalex 3,5 l/ha	7,50	a	1°
4	Kalex 3,0 l/ha	7,23	a	1°
3	Kalex 2,5 l/ha	6,90	b	2°
6	Kalex 4,0 l/ha	6,88	b c	2°
2	Kalex 2,0 l/ha	6,58	c	3°
1	Kalex 1,5 l/ha	5,95	d	4°
7	Testigo control	5,25	e	5°

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

TABLA 19.

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA RELACIÓN DIÁMETRO POLAR/DIÁMETRO ECUATORIAL
DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE FOSFITO DE POTASIO SOBRE LAS
CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTA EN PALTO
(*Persea americana* L.) VARIEDAD FUERTE EN CHINCHA

F. V	G. L.	SC	CM	SIG.	Razón-F	Valor-P
Bloques	3	0,02	0,01	*	2,24	0,1187
Tratamientos	6	0,08	0,01	*	4,68	0,0049
Error. corregido.	18	0,05	0,01	.-	.-	.-
Total	27	0,15	.-	.-	.-	.-
Promedio general (cm)		1,665	CV= 3,16 %		S= 0,07	

*: Diferencias significativas con 95% de confianza.

**: Diferencias altamente significativas con 99% de confianza.

NS: No existen diferencias significativas

TABLA 20.

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DE LA RELACIÓN DIAMÉTRO
POLAR/DIÁMETRO ECUATORIAL DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE FOSFITO DE
POTASIO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD
DE FRUTA EN PALTO (*Persea americana* L.) VARIEDAD FUERTE EN CHINCHA

Tratamientos	Descripción	Duncan (α 0.05)		
		Media (cm)	Agrupación	O.M. R
6	Kalex 4,0 l/ha	1,78	a	1°
4	Kalex 3,0 l/ha	1,68	b	2°
7	Testigo control	1,67	b	2°
5	Kalex 3,5 l/ha	1,66	b	2°
2	Kalex 2,0 l/ha	1,63	b	2°
3	Kalex 2,5 l/ha	1,62	b	2°
1	Kalex 1,5 l/ha	1,61	b	2°

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

TABLA 21.

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO DE FRUTO DE PRIMERA DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE FOSFITO DE POTASIO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTA EN PALTO (*Persea americana* L.) VARIEDAD FUERTE EN CHINCHA

F. V	G. L.	SC	CM	SIG.	Razón-F	Valor-P
Bloques	3	0,44	0,15	NS	0,70	0,5659
Tratamientos	6	23,68	3,95	**	18,72	< 0,0001
Error. corregido.	18	3,80	0,21	.-	.-	.-
Total	27	27,92	.-	.-	.-	.-
Promedio general (t/ha)		12,468	CV= 3,68 %		S= 1,02	

*: Diferencias significativas con 95% de confianza.

**: Diferencias altamente significativas con 99% de confianza.

NS: No existen diferencias significativas

TABLA 22.

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DEL RENDIMIENTO DE FRUTO DE PRIMERA DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE FOSFITO DE POTASIO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTA EN PALTO (*Persea americana* L.) VARIEDAD FUERTE EN CHINCHA

Tratamientos	Descripción	Duncan (α 0.05)		
		Media (t/ha)	Agrupación	O.M. R
5	Kalex 3,5 l/ha	13,58	a	1°
6	Kalex 4,0 l/ha	13,28	a b	1°
4	Kalex 3,0 l/ha	12,80	b c	2°
3	Kalex 2,5 l/ha	12,70	b c	2°
2	Kalex 2,0 l/ha	12,43	c d	3°
1	Kalex 1,5 l/ha	11,93	d	4°
7	Testigo control	10,58	e	5°

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

TABLA 23.

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO DE FRUTO MEDIANO DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE FOSFITO DE POTASIO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTA EN PALTO (*Persea americana* L.) VARIEDAD FUERTE EN CHINCHA

F. V	G. L.	SC	CM	SIG.	Razón-F	Valor-P
Bloques	3	0,79	0,26	*	4,17	0,0208
Tratamientos	6	15,35	2,56	**	40,41	< 0,0001
Error. corregido.	18	1,14	0,06	.-	.-	.-
Total	27	17,29	.-	.-	.-	.-
Promedio general (t/ha)		5,239	CV= 4,80 %		S= 0,80	

*: Diferencias significativas con 95% de confianza.

**: Diferencias altamente significativas con 99% de confianza.

NS: No existen diferencias significativas

TABLA 24.

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DEL RENDIMIENTO DE FRUTO MEDIANO DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE FOSFITO DE POTASIO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTA EN PALTO (*Persea americana* L.) VARIEDAD FUERTE EN CHINCHA

Tratamientos	Descripción	Duncan (α 0.05)		
		Media (t/ha)	Agrupación	O.M. R
5	Kalex 3,5 l/ha	6,65	a	1°
4	Kalex 3,0 l/ha	5,75	b	2°
6	Kalex 4,0 l/ha	5,25	c	3°
2	Kalex 2,0 l/ha	5,23	c	3°
3	Kalex 2,5 l/ha	5,03	c	3°
1	Kalex 1,5 l/ha	4,60	d	4°
7	Testigo control	4,18	e	5°

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

TABLA 25.

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO DE FRUTO EXTRA DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE FOSFITO DE POTASIO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTA EN PALTO (*Persea americana* L.) VARIEDAD FUERTE EN CHINCHA

F. V	G. L.	SC	CM	SIG.	Razón-F	Valor-P
Bloques	3	0,43	0,14	NS	2,24	0,1190
Tratamientos	6	12,25	2,04	**	31,85	< 0,0001
Error. corregido.	18	1,15	0,06	.-	.-	.-
Total	27	13,83	.-	.-	.-	.-
Promedio general (t/ha)		4,413	CV= 5,74 %		S= 0,72	

*: Diferencias significativas con 95% de confianza.

**: Diferencias altamente significativas con 99% de confianza.

NS: No existen diferencias significativas

TABLA 26.

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DEL RENDIMIENTO DE FRUTO EXTRA DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE FOSFITO DE POTASIO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTA EN PALTO (*Persea americana* L.) VARIEDAD FUERTE EN CHINCHA

Tratamientos	Descripción	Duncan (α 0.05)		
		Media (t/ha)	Agrupación	O.M. R
5	Kalex 3,5 l/ha	5,52	a	1°
6	Kalex 4,0 l/ha	5,05	b	2°
4	Kalex 3,0 l/ha	4,53	c	3°
2	Kalex 2,0 l/ha	4,35	c	3°
3	Kalex 2,5 l/ha	4,18	c d	3°
1	Kalex 1,5 l/ha	3,93	d	4°
7	Testigo control	3,35	e	5°

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

TABLA 27.

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO TOTAL DE FRUTO DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE FOSFITO DE POTASIO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTA EN PALTO (*Persea americana* L.) VARIEDAD FUERTE EN CHINCHA

F. V	G. L.	SC	CM	SIG.	Razón-F	Valor-P
Bloques	3	2,54	0,85	NS	1,54	0,2374
Tratamientos	6	141,60	23,60	**	43,03	< 0,0001
Error. corregido.	18	9,87	0,55	.-	.-	.-
Total	27	154,01	.-	.-	.-	.-
Promedio general (t/ha)		22,125	CV= 3,35 %		S= 2,39	

*: Diferencias significativas con 95% de confianza.

**: Diferencias altamente significativas con 99% de confianza.

NS: No existen diferencias significativas

TABLA 28.

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DEL RENDIMIENTO TOTAL DE FRUTO DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE FOSFITO DE POTASIO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTA EN PALTO (*Persea americana* L.) VARIEDAD FUERTE EN CHINCHA

Tratamientos	Descripción	Duncan (α 0.05)		
		Media (t/ha)	Agrupación	O.M. R
5	Kalex 3,5 l/ha	25,78	a	1°
6	Kalex 4,0 l/ha	23,58	b	2°
4	Kalex 3,0 l/ha	23,08	b c	2°
2	Kalex 2,0 l/ha	22,00	c d	3°
3	Kalex 2,5 l/ha	21,90	d	4°
1	Kalex 1,5 l/ha	20,45	e	5°
7	Testigo control	18,10	f	6°

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.059$)

IV. DISCUSIÓN

En este capítulo se interpretan y analizan los resultados obtenidos, contrastándolos con la literatura científica existente y evaluando la respuesta del cultivo frente a los tratamientos aplicados. Se discuten las tendencias observadas y se explica el comportamiento de cada variable, con el fin de comprender los factores que influyeron en el desempeño agronómico registrado.

Días a la floración

El análisis de varianza (Tabla 9) indicó diferencias altamente significativas ($p < 0.0001$) entre tratamientos para la variable días a la floración, evidenciando que la aplicación foliar de fosfito de potasio ejerció un efecto determinante en el inicio de la fase reproductiva del cultivo de palto (*Persea americana* L.) variedad Fuerte. El coeficiente de variación (2.7 %) reflejó una adecuada precisión experimental, mientras que los bloques no mostraron efectos significativos, lo cual sugiere uniformidad en las condiciones ambientales del ensayo.

La prueba de rango múltiple de Duncan (Tabla 10) confirmó la existencia de grupos estadísticamente diferenciados. El testigo registró el mayor número de días a la floración (49.5 días), ubicándose en el grupo “a”. En contraste, las dosis crecientes de fosfito de potasio redujeron progresivamente el tiempo de floración, destacando los tratamientos T5 (3.5 L/ha) y T4 (3.0 L/ha), con 40.25 y 40.0 días, respectivamente. Esta tendencia sugiere que el fosfito de potasio favorece una inducción floral anticipada, posiblemente asociada a su función como bioestimulante en procesos fisiológicos vinculados al desarrollo reproductivo.

En síntesis, los resultados demuestran que la aplicación foliar de fosfito de potasio reduce significativamente los días a la floración, especialmente en las dosis intermedias y altas, optimizando el comportamiento fenológico del cultivo bajo las condiciones edafoclimáticas de Chíncha.

Número de frutos por planta

El análisis de varianza para el número de frutos por planta (Tabla 11) mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0.0001$), lo que indica que la aplicación foliar de fosfito de potasio influyó de manera determinante en la productividad del palto (*Persea americana* L.) variedad Fuerte. Este comportamiento coincide con lo reportado por Lovatt [28], quien señala que el potasio y los compuestos derivados del fósforo pueden intervenir en la regulación del cuajado y el desarrollo reproductivo en palto. Asimismo, el coeficiente de variación (2.65 %) evidenció una alta precisión experimental, mientras que el efecto de bloques no fue significativo, confirmando la uniformidad de las condiciones del ensayo.

Los resultados de la prueba de Duncan (Tabla 12) muestran un aumento progresivo en el número de frutos con el incremento de la dosis de fosfito de potasio, alcanzando los valores más altos en los tratamientos T5 (3.5 L/ha) y T6 (4.0 L/ha).

En conjunto, los resultados del presente estudio confirman que la aplicación foliar de fosfito de potasio, especialmente en dosis intermedias y altas, mejora significativamente el número de frutos por planta, fortaleciendo la evidencia sobre su eficacia como herramienta fisiológica y nutricional para optimizar la productividad del palto en condiciones áridas como las de Chíncha.

Peso de 10 frutos

El análisis de varianza del peso de 10 frutos (Tabla 13) mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0.0001$), lo cual indica que la aplicación foliar de fosfito de potasio influyó significativamente en el peso acumulado de los frutos de palto (*Persea americana* L.) variedad Fuerte. El coeficiente de variación (6.36 %) se ubicó dentro de un rango aceptable para estudios agronómicos, lo que refleja una adecuada precisión experimental. Por otro lado, el efecto de bloques no fue significativo, indicando condiciones homogéneas en el área de evaluación.

Los resultados de la prueba de Duncan (Tabla 14) evidencian que las dosis intermedias y altas de fosfito de potasio incrementaron el peso de los frutos. El tratamiento T5 (3.5 L/ha) registró el mayor peso (2.95 kg por 10 frutos), seguido por los tratamientos T4 (3.0 L/ha) y T6 (4.0 L/ha). A medida que disminuyó la dosis, también se redujo el peso de los frutos, siendo el testigo el de menor valor (1.60 kg). Este comportamiento sugiere que el fosfito de potasio contribuyó a mejorar el llenado del fruto, posiblemente por su efecto en el transporte de fotoasimilados, activación metabólica y fortalecimiento de la integridad celular.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Lahav y Gazit [29], quienes señalan que el potasio es determinante en el crecimiento y tamaño final del fruto de palto.

Diámetro polar de fruto

El análisis de varianza del diámetro polar del fruto (Tabla 15) mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0.0001$), indicando que la aplicación foliar de fosfito de potasio ejerció un efecto directo sobre el crecimiento longitudinal del fruto de palto (*Persea americana* L.) variedad Fuerte. El coeficiente de variación (2.73 %) reveló una adecuada precisión experimental, mientras que el factor bloques no produjo efectos significativos, lo cual confirma la uniformidad ambiental de las unidades experimentales.

Los resultados de la prueba de Duncan (Tabla 16) muestran que las dosis intermedias y altas de fosfito de potasio incrementaron significativamente el diámetro polar del fruto. Los tratamientos T5 (3.5 L/ha), T6 (4.0 L/ha) y T4 (3.0 L/ha) integraron el grupo de mayor valor, con diámetros superiores a 12 cm. A medida que se redujo la dosis, también disminuyó el tamaño del fruto, siendo el testigo el tratamiento con la menor longitud (8.95 cm). Este comportamiento indica que el fosfito de potasio favorece el alargamiento del fruto, probablemente por su efecto sobre la división y elongación celular, así como por la mejora en el transporte de fotoasimilados hacia los órganos en crecimiento.

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Lahav y Gazit [29], quienes destacan la importancia del potasio en el crecimiento dimensional del fruto de palto.

diámetro ecuatorial del fruto

El análisis de varianza del diámetro ecuatorial del fruto (Tabla 17) mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0.0001$), lo cual indica que la aplicación foliar de fosfito de potasio afectó de manera directa el crecimiento transversal del fruto de palto (*Persea americana* L.) variedad Fuerte. El coeficiente de variación (3.08 %) evidenció una adecuada precisión experimental, mientras que el factor bloques no presentó efectos significativos, mostrando homogeneidad en las condiciones del ensayo.

Los resultados de la prueba de rango múltiple de Duncan (Tabla 18) evidencian que los tratamientos T5 (3.5 L/ha) y T4 (3.0 L/ha) alcanzaron los mayores valores de diámetro ecuatorial, integrando el primer grupo estadístico. Los tratamientos con dosis intermedias (2.5–4.0 L/ha) mostraron valores moderados, mientras que los menores diámetros correspondieron a las dosis más bajas y al testigo. Esto indica que el fosfito de potasio favorece un crecimiento más equilibrado del fruto, incrementando su volumen y calidad comercial.

Estos resultados concuerdan con lo señalado por Lahav y Gazit [29], quienes destacan que el potasio participa activamente en el desarrollo del tamaño y forma del fruto en el palto, mediante la regulación del transporte de carbohidratos y la turgencia celular.

En síntesis, la aplicación foliar de fosfito de potasio incrementó significativamente el diámetro ecuatorial del fruto, evidenciando una respuesta más marcada en las dosis entre 3.0 y 3.5 L/ha, lo cual contribuye a mejorar la calidad física y la uniformidad del fruto bajo las condiciones de Chincha.

Relación diámetro polar/diámetro ecuatorial

El análisis de varianza de la relación entre el diámetro polar y el diámetro ecuatorial del fruto (Tabla 19) mostró diferencias significativas entre tratamientos ($p = 0.0049$), lo que evidencia que la aplicación foliar de fosfito de potasio generó variaciones en la forma del fruto de palto (*Persea americana* L.) variedad Fuerte. Aunque el coeficiente de variación (3.16 %) indicó una adecuada precisión experimental, el efecto de bloques también fue significativo, lo cual sugiere cierta variabilidad espacial en el ensayo, posiblemente asociada a condiciones microambientales o diferencias de vigor entre plantas.

La prueba de Duncan (Tabla 20) mostró que el tratamiento T 6 (4.0 L/ha) obtuvo la mayor relación DP/DE (1.78), siendo el único ubicado en el primer grupo estadístico. Los demás tratamientos, incluyendo el testigo, se concentraron en un mismo grupo (1.61–1.68), indicando que el fosfito de potasio únicamente produjo cambios notorios en la forma del fruto bajo dosis altas. Este incremento en la relación DP/DE sugiere un mayor alargamiento relativo del fruto, lo que coincide con el comportamiento observado en las variables individuales de diámetro polar y ecuatorial.

Estos resultados se alinean con lo señalado por Lahav y Gazit [29], quienes destacan la influencia del potasio en el desarrollo morfológico del fruto, así como con estudios de Barroso y Pérez [30],

donde se reporta que los fosfitos pueden modificar el crecimiento celular y la acumulación de materia seca, afectando directamente la forma final del fruto.

En conjunto, los resultados indican que la aplicación foliar de fosfito de potasio modifica de manera limitada la relación DP/DE, presentando efectos significativos únicamente en dosis altas (4.0 L/ha), lo que sugiere una respuesta morfológica moderada en las condiciones de Chincha.

Rendimiento de fruto de primera

El análisis de varianza del rendimiento de fruto de primera (Tabla 21) mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0.0001$), lo que demuestra que la aplicación foliar de fosfito de potasio ejerció un efecto marcado en el rendimiento comercial de frutos de alta calidad en palto (*Persea americana* L.) variedad Fuerte. El coeficiente de variación (3.68 %) indicó un adecuado control experimental, mientras que el factor bloques no mostró diferencias significativas, confirmando la homogeneidad de las condiciones del ensayo.

De acuerdo con la prueba de Duncan (Tabla 22), las mayores producciones de fruto de primera se lograron con las dosis de 3.5 L/ha (13.58 t/ha) y 4.0 L/ha (13.28 t/ha), ubicándose en el grupo de mayor rendimiento. Los tratamientos intermedios (2.5–3.0 L/ha) mostraron valores moderados, mientras que el testigo obtuvo el rendimiento más bajo (10.58 t/ha). Estos resultados indican que el fosfito de potasio no solo favorece el crecimiento y tamaño del fruto, sino también la proporción de fruta que cumple los estándares de mercado, mejorando la calidad comercial final.

Este comportamiento coincide con lo señalado por Lovatt [28], quien describe que el potasio participa en procesos metabólicos esenciales para la translocación de carbohidratos hacia el fruto, aumentando su llenado y calidad.

En conjunto, estos resultados confirman que la aplicación foliar de fosfito de potasio incrementa significativamente el rendimiento de fruta de primera, especialmente con dosis entre 3.0 y 3.5 L/ha, representando una estrategia efectiva para mejorar la productividad y la calidad del palto en las condiciones de Chincha.

Rendimiento de fruto mediano

El análisis de varianza del rendimiento de fruto mediano (Tabla 23) mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0.0001$), lo que evidencia que la aplicación foliar de fosfito de potasio influyó de manera importante en la producción de esta categoría comercial en palto (*Persea americana* L.) variedad Fuerte. El coeficiente de variación (4.80 %) fue aceptable para estudios agronómicos y el efecto de bloques fue significativo, lo cual sugiere cierta variabilidad espacial dentro del área experimental, posiblemente asociada a diferencias microambientales.

Según la prueba de Duncan (Tabla 24), el mayor rendimiento de fruto mediano se obtuvo con la dosis de 3.5 L/ha (6.65 t/ha), seguido por el tratamiento T4 (3.0 L/ha) con 5.75 t/ha. Los tratamientos con dosis intermedias de fosfito de potasio (2.0–4.0 L/ha) conformaron un grupo estadístico homogéneo, mientras que el menor rendimiento correspondió al testigo (4.18 t/ha).

Estos resultados reflejan que el fosfito de potasio promueve una distribución más equilibrada del tamaño del fruto, incrementando la cantidad de fruta comercializable en categorías distintas a la de primera.

Este comportamiento es consistente con lo descrito por Lovatt [28], quien sostiene que el potasio favorece procesos de llenado y formación del fruto, influyendo en el peso y tamaño final. Asimismo, Barroso y Pérez [30] y Forster et al. [31] indican que los fosfitos incrementan la eficiencia metabólica, la movilización de carbohidratos y la resistencia al estrés, factores clave en la formación de frutos de calibre medio y uniforme.

En conjunto, los resultados sugieren que el fosfito de potasio incrementa significativamente el rendimiento de fruta mediana, con respuestas óptimas en dosis de 3.0 a 3.5 L/ha, lo que contribuye a mejorar el rendimiento total y la calidad comercial del palto bajo las condiciones de Chíncha.

Rendimiento de fruto extra

El análisis de varianza del rendimiento de fruto extra (Tabla 25) mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0.0001$), lo que confirma que la aplicación foliar de fosfito de potasio influyó notablemente en la producción de frutos de mayor tamaño en palto (*Persea americana* L.) variedad Fuerte. El coeficiente de variación (5.74 %) se ubicó dentro de un rango aceptable para estudios de rendimiento, mientras que el factor bloques no presentó efectos significativos, indicando uniformidad en las condiciones experimentales.

La prueba de Duncan (Tabla 26) reveló que el mayor rendimiento de fruto extra se obtuvo con la dosis de 3.5 L/ha (5.52 t/ha), seguido por el tratamiento de 4.0 L/ha (5.05 t/ha). Los tratamientos intermedios (2.0–3.0 L/ha) se ubicaron en grupos estadísticos similares, mientras que el rendimiento más bajo correspondió al testigo (3.35 t/ha). Esta respuesta demuestra que el fosfito de potasio incrementa la proporción de frutos de calibre extra, posiblemente debido a su efecto sobre la división y expansión celular y al mejoramiento del transporte de carbohidratos hacia los frutos.

Estos resultados coinciden con lo señalado por Lovatt [28], quien indica que el potasio contribuye directamente al llenado del fruto, aumentando su tamaño y calidad. Asimismo, Barroso y Pérez [30] destacan que los fosfitos actúan como bioestimulante, favoreciendo la acumulación de materia seca y el desarrollo de frutos de mayor peso. De igual forma, Forster et al. [31] describen que los fosfitos mejoran la actividad metabólica y la tolerancia al estrés, condiciones que pueden potenciar el crecimiento de frutos grandes.

En conjunto, los resultados muestran que el fosfito de potasio incrementa significativamente el rendimiento de fruto extra, con efectos más notorios en dosis de 3.0 a 3.5 L/ha, consolidándose como una práctica agronómica eficaz para maximizar la calidad comercial del palto en Chíncha.

Rendimiento total de fruto

El análisis de varianza del rendimiento total de fruto (Tabla 27) mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0.0001$), indicando que la aplicación foliar de fosfito de potasio tuvo un efecto determinante en la productividad del palto (*Persea americana* L.) variedad Fuerte. El coeficiente de variación (3.35 %) reflejó una adecuada precisión experimental, mientras que el factor bloques no presentó efectos significativos, lo que evidencia uniformidad en las condiciones del ensayo.

Los resultados de la prueba de Duncan (Tabla 28) indican que la mayor producción total se obtuvo con la dosis de 3.5 L/ha (25.78 t/ha), seguida por el tratamiento T6 (4.0 L/ha) y el tratamiento T4 (3.0 L/ha). A medida que las dosis disminuyeron, el rendimiento total también se redujo significativamente, alcanzando los valores más bajos en el tratamiento T1 (1.5 L/ha) y en el testigo (18.10 t/ha). Este comportamiento sugiere que el fosfito de potasio favorece un mayor cuajado, retención y desarrollo de los frutos, contribuyendo a un incremento notable de la productividad total.

Este resultado coincide con Lovatt [28], quien señala que el potasio es esencial para la translocación de fotoasimilados hacia los frutos, lo que incrementa el rendimiento total del cultivo. Además, estudios de Barroso y Pérez [30] y Forster et al. [31] destacan que los fosfitos pueden mejorar la eficiencia metabólica y la resistencia a condiciones de estrés, lo que se traduce en una mayor producción de frutos y mejor calidad comercial.

En conjunto, los resultados evidencian que la aplicación foliar de fosfito de potasio incrementa significativamente el rendimiento total de fruto, con una respuesta óptima observada en las dosis entre 3.0 y 3.5 L/ha, consolidándose como una práctica agronómica eficaz para mejorar la productividad del palto bajo las condiciones edafoclimáticas de Chíncha.

V. CONCLUSIONES

En este capítulo se presentan las conclusiones derivadas del análisis de los resultados obtenidos en el estudio. Estas se formulan en función de los objetivos planteados y reflejan el efecto real de la aplicación foliar de fosfito de potasio sobre las características agronómicas, el rendimiento y la calidad de fruto del cultivo de palto variedad Fuerte bajo las condiciones edafoclimáticas de Chincha.

1. La aplicación foliar de fosfito de potasio mostró un efecto altamente significativo ($p < 0.0001$) en el rendimiento total del cultivo de palto (*Persea americana* L.) variedad Fuerte, alcanzándose el mayor rendimiento con la dosis de 3.5 L/ha, con 25.78 t/ha, superando ampliamente al testigo.
2. Las dosis entre 3.0 y 3.5 L/ha incrementaron significativamente la producción de frutos de primera, medianos y extra, demostrando que el fosfito de potasio mejora no solo la cantidad, sino también la calidad comercial del fruto.
3. Se encontraron diferencias altamente significativas en el diámetro polar, diámetro ecuatorial y en la relación DP/DE, destacando que las dosis intermedias y altas de fosfito de potasio favorecieron un mayor tamaño y forma más uniforme del fruto, atributos claves para la calidad comercial.
4. El fosfito de potasio redujo significativamente los días a la floración y aumentó el número de frutos por planta, especialmente en dosis entre 3.0 y 3.5 L/ha, lo que evidencia un efecto bioestimulante sobre el cuajado y la retención de frutos.
5. Las dosis inferiores a 2.0 L/ha mostraron efectos limitados o no significativos en las variables evaluadas, ubicándose cercanas al comportamiento del testigo, lo cual indica que no proporcionan suficiente estímulo fisiológico ni nutricional para mejorar el rendimiento.
6. Los valores de coeficiente de variación (CV) se mantuvieron dentro de rangos adecuados (2.7 % – 6.3 %), confirmando precisión experimental y consistencia en los resultados obtenidos bajo las condiciones edafoclimáticas de Chincha.
7. El tratamiento 3.5 L/ha destacó en la mayoría de las variables (dimensiones, rendimiento por categorías, rendimiento total), consolidándose como la dosis óptima para maximizar productividad y calidad en palto variedad Fuerte.

VI. RECOMENDACIONES

En este capítulo se presentan las recomendaciones derivadas de los resultados obtenidos en la investigación. Estas sugerencias buscan orientar futuras aplicaciones del fosfito de potasio en el cultivo de palto variedad Fuerte y contribuir a la mejora de las prácticas agronómicas bajo condiciones similares a las de Chíncha.

1. Se recomienda la aplicación foliar de fosfito de potasio en dosis entre 3.0 y 3.5 L/ha, ya que estas concentraciones mostraron los mejores resultados en el rendimiento total, rendimiento por categorías (primera, mediana y extra) y en las dimensiones del fruto.
2. Se recomienda aplicar fosfito de potasio en las etapas fenológicas de brotamiento, cuajado y desarrollo inicial del fruto, momentos en los cuales el cultivo mostró mayor respuesta fisiológica al tratamiento.
3. Utilizar el tratamiento 3.5 L/ha como referencia para productores, dado que esta dosis obtuvo los mayores valores de rendimiento total y rendimiento de frutas comerciales, se recomienda su uso como pauta técnica para la producción de palto variedad Fuerte en Chíncha y zonas agroecológicas similares.
4. Realizar nuevas investigaciones sobre la interacción del fosfito de potasio con otros bioestimulante o nutrientes clave (Ca, B, Zn), Su efecto en diferentes variedades de palto, Su impacto en condiciones climáticas contrastantes y diferentes tipos de suelo.
5. Validar las dosis recomendadas en parcelas comerciales de mayor escala, con el fin de confirmar la consistencia de los resultados y su rentabilidad económica.
6. Utilizar Kalex, ya que además de aportar potasio, actúa como un eficiente agente fitosanitario que fortalece la defensa radicular frente a hongos, oomicetos y bacterias, mejorando la sanidad y vigor de la planta.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI), *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola 2023*, Lima, Perú, 2024.
- [2] C. J. Lovatt and R. L. Mikkelsen, "Properly timed foliar-applied fertilizers increases efficacy — a review and update on timing foliar nutrient applications to citrus and avocado," *HortTechnology*, vol. 23, no. 5, pp. 536–545, 2013.
- [3] R. I. Mayén-Villa, E. J. Morales-Rosales, E. J. Morales-Morales and J. A. López-Sandoval, "Yield of tomato (*Solanum lycopersicum*) as a function of potassium phosphite as foliar fertilizer," *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, vol. 10, no. 2, Art. e3543, 2023.
- [4] M. Opazo, "Evaluación de dos métodos de aplicación de fosfito en recuperación de palto afectado por *Phytophthora*," *AvocadoSource*, 2000.
- [5] S. L. Masikane et al., "Strategy on phosphite fruit and root residues of avocado," *Postharvest Biology and Technology*, vol. 168, 2020.
- [6] Z. Li et al., "Functional mechanisms of phosphite and its effects on crop flowering, yield and quality: a review," *Frontiers in Plant Science*, vol. 16, Art. 1554321, 2025.
- [7] S. Hunter et al., "Evidence of phosphite tolerance in *Phytophthora cinnamomi* isolates from avocado orchards," *Plant Disease*, vol. 107, no. 3, pp. 857–864, 2023.
- [8] Horticulture Australia, *Understanding the Mode of Action of Phosphite in Avocado (AV19005)*, Final Project Report, Dec. 2023.
- [9] E. Vizcaíno-Ríos, A. López-Jiménez, D. Téliz-Ortiz y C. Saucedo-Veloz, "Prebiotic, *Bacillus subtilis* and potassium phosphite on anthracnose severity and post-harvest quality in 'Méndez' avocado," *Agrociencia*, vol. 57, no. 1, 2023. DOI: 10.47163/agrociencia.v57i1.2342.
- [10] C. J. Lovatt, "Improving fruit set and yield of 'Hass' avocado with a bloom application of potassium phosphate or potassium phosphite alone or in combination with boron or urea," *California Avocado Society Yearbook*, vol. 78, pp. 175-177, 1994.
- [11] C. J. Lovatt, "Improving fruit set and yield of 'Hass' avocado with potassium phosphate or potassium phosphite applied during bloom," *Proc. World Avocado Congr.*, vol. 4, pp. 337–342, 2016.
- [12] M. Opazo, J. De Andraca, and M. Besoain, "Evaluación de dos métodos de aplicación de fosfito potásico en la recuperación de paltos (*Persea americana* Mill) cv. Hass afectados por *Phytophthora cinnamomi*," *Avocadosource*, pp. 1–6, 2000.
- [13] D. Guest and B. Grant, "The complex action of phosphonates as antifungal agents," *Biological Reviews*, vol. 96, pp. 447–461, 2021.

- [14] J. E. Ramírez-Gil, C. Morales, and L. Ochoa, “Efecto del fosfito de potasio sobre el desarrollo y rendimiento del aguacate (*Persea americana* Mill.),” *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, vol. 13, no. 2, pp. 299–310, 2019.
- [15] A. López-Lima, P. Rodríguez, and M. Salazar, “Evaluación agronómica de fosfitos en aguacate var. Hass en Colombia,” *Agronomía Colombiana*, vol. 38, no. 3, pp. 221–230, 2020.
- [16] R. Ben-Ya’acov and S. Kadman, *Avocado Fertilization and Mineral Nutrition Management*, Israeli Agricultural Research Organization (Volcani Center), Tel Aviv, 2018.
- [17] L. Mokwena and J. Bower, “Effect of potassium nutrition on avocado fruit quality and postharvest life,” *South African Avocado Growers’ Association Yearbook*, vol. 42, pp. 45–50, 2019.
- [18] I. Allica, “Aplicación foliar de potasio en el rendimiento del palto (*Persea americana* Mill.) var. Fuerte,” *Repositorio RENATI–SUNEDU*, Lima, Perú, 2021.
- [19] P. L. Bustamante Nolasco, “Evaluación del fosfito potásico en palto cv. Hass,” *Repositorio UNJFSC*, Huacho, Perú, 2021.
- [20] F. Flores, “Efecto de la citoquinina y el potasio en el cultivo de palto (*Persea americana* L.) en Agrícola Alaya S.A.C., proyecto Irrigación Olmos,” Tesis de licenciatura, Univ. Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú, 2023.
- [21] C. Rojas, “Efecto de la aplicación de bioestimulante en el rendimiento y calidad del cultivo de palto (*Persea americana* L.) variedad Fuerte bajo condiciones de Cieneguillo – Piura,” Tesis de licenciatura, Univ. Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú, 2018.
- [22] E. Arellan M. Efecto de inductores florales en el rendimiento del cultivo de palto (*Persea americana* L.) bajo condiciones de Huaral-Lima. 2019.
- [23] R. Méndez. Evaluación de fuentes de potasio en el rendimiento del cultivo de palto (*Persea americana* L.). Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 2007.
- [24] L. Vásquez. Evaluación de la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio en el rendimiento del cultivo de palto (*Persea americana* L.). Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 2019.
- [25] J. Quispe, “Efecto de la aplicación foliar de fosfito de potasio en el rendimiento del palto (*Persea americana* L.) var. Fuerte en El Carmen – Chincha,” *Repositorio UNICA*, Ica, Perú, 2023.
- [26] Dirección Regional de Agricultura de Ica (DRACI), Informe sobre la Evaluación de Fertilizantes Foliares en Palto Variedades Fuerte y Hass en Chincha, Ica, Perú, 2024.

- [27] A. Santiago, & Víctor, J. Efecto de reguladores de crecimiento en la abscisión y rendimiento del cultivo de palto (*Persea americana* L.) en Chincha e Ica, Perú. 2021
- [28] C. J. Lovatt, “The Effect of Nutrition on Flowering, Fruit Set, and Yield of Avocado,” *California Avocado Society Yearbook*, vol. 85, pp. 167–176, 2002.
- [29] E. Lahav and S. Gazit, Avocado Fertilization. International Potash Institute, Bern, Switzerland, 1996.
- [30] G. Barroso and L. Pérez, “Efecto de los fosfitos en el rendimiento y calidad de frutales,” *Revista de Fruticultura*, vol. 28, no. 3, pp. 45–52, 2015.
- [31] H. Forster, T. Adaskaveg, and T. J. Michailides, “Phosphite compounds: Mode of action and potential use for disease control in horticultural crops,” *Plant Disease*, vol. 89, no. 9, pp. 944–950, 2005.