



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE AGRONOMÍA

Evaluación de tres bioestimulantes mediante endoterapia en *Persea americana*, en sector Las Viñas, parroquia Picaihua, provincia de Tungurahua

**DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

Autor: Morales Morales Mauro David

Tutor: Ing. Mg. Velástegui Espín Giovanny Patricio

Cevallos – Ecuador

2026

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación sobre el tema: “Evaluación de tres fertilizantes foliares a distintas concentraciones mediante endoterapia en *Persea americana*, en el sector Las Viñas, parroquia Picaihua, provincia de Tungurahua” del alumno Morales Morales Mauro David estudiante de la carrera de Agronomía, expongo que dicho Trabajo de Titulación ha sido revisado en su totalidad, el mismo que responde a las normas establecidas en el **Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato**.

Por lo tanto, autorizo la presentación del mismo, ante el organismo pertinente para ser sometido a la evaluación de los profesores calificadores designado por **Consejo Directivo de la Facultad**.

Cevallos, Junio, 2026



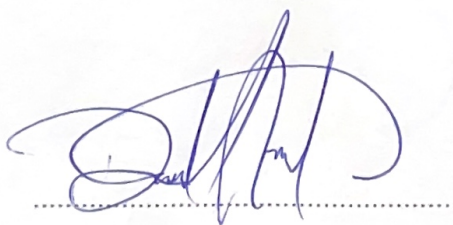
Ing. Mg. Velástegui Espín Giovanny Patricio

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

El suscrito, Morales Morales Mauro David, portador de cédula de ciudadanía número: 1850990589, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado: “Evaluación de tres fertilizantes foliares a distintas concentraciones mediante endoterapia en *Persea americana*, en el sector Las Viñas, parroquia Picaihua, provincia de Tungurahua” es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es expresamente de mi responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.

Cevallos, Junio, 2026



Morales Morales Mauro David

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado del Trabajo de Titulación, “Evaluación de tres fertilizantes foliares a distintas concentraciones mediante endoterapia en *Persea americana*, en el sector Las Viñas, parroquia Picaihua, provincia de Tungurahua” de Morales Morales Mauro David estudiante de la carrera de Agronomía, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de conformidad con el Reglamento para la Titulación de Grado para obtener el título terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato, una vez revisado y calificado.

Cevallos, Junio, 2026

REVISADO POR:

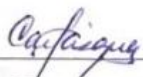


Ing. Velástegui Espín Giovanny Patricio, Mg.

TUTOR

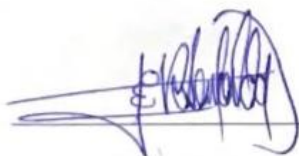
APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACION

Para constancia firman:



Ing. Vásquez Freytez Carlos Luis, PhD

PRESIDENTE



Ing. Artieda Rojas Jorge Rodrigo, PhD.

MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO



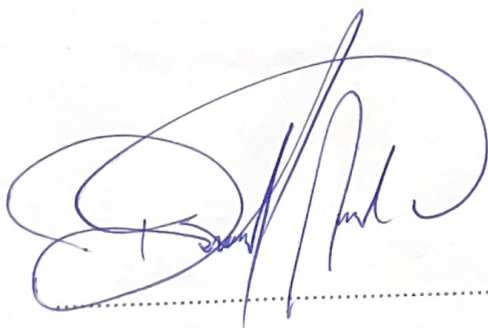
Ing. Pérez Salinas Marco Oswaldo, PhD.

MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO

DERECHOS DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “Evaluación de tres fertilizantes foliares a distintas concentraciones mediante endoterapia en *Persea americana*, en el sector Las Viñas, parroquia Picaihua, provincia de Tungurahua” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad. Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial. Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.

Cevallos, Junio, 2026



Morales Morales Mauro David

AUTOR

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico en primer lugar a Dios, por ser mi guía, mi fortaleza a lo largo de este exigente camino universitario.

A mis padres, quienes con su amor, sacrificio y enseñanzas sembraron en mí los valores y la determinación necesarios para no rendirme ante las adversidades. Su fe inquebrantable en mí fue siempre el impulso que necesitaba para seguir adelante.

A mis hermanos, quienes han sido parte fundamental de este camino, gracias por su compañía, su apoyo y por estar siempre presentes en cada etapa de este proceso y sobre todo a mi hermana quien me ayudado incondicionalmente a lo largo de mis estudios.

A mi novia, quien me ha dado su inmenso amor se merece todo mi agradecimiento por la ayuda incondicional a lo largo de este proceso y el apoyo para mejorar cada día y ser mejor que ayer.

A mi familia en general y a la de mi novia que me demostró que el apoyo verdadero no se mide en palabras sino en actos, en cada gesto silencioso y en cada momento en que estuvieron presentes cuando más los necesité.

A mis docentes, quienes más allá de transmitir conocimientos, me enseñaron a pensar, a crecer y a enfrentar los retos con criterio y responsabilidad. Su labor dejó una marca profunda en mi formación personal y profesional.

AGRADECIMIENTO

Cómo no elevar mi gratitud, en primer lugar, a Dios, quien me ha concedido salud y fortaleza a lo largo de toda mi vida universitaria.

Agradezco profundamente a mis padres, cuyo amor incondicional y sacrificio constante me impulsaron a seguir adelante sin renunciar a mis metas, aun en los momentos más difíciles. Gracias a su ejemplo de esfuerzo, valentía y principios lograron forjar la persona que soy hoy.

Agradezco de corazón a mi novia Lizbeth quien ha sido mi gran apoyo en estos últimos semestres; su dedicación, paciencia y sobre todo su inmenso amor fueron de mucha ayuda para que esta meta se convirtiera en realidad y así juntos hemos podido construir este logro y con la certeza de que es el primero de muchos que alcanzaremos de la mano.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi prima Ibelia y a su esposo Edwin, quienes en los inicios de mi carrera universitaria me abrieron las puertas de su hogar y asumieron con generosidad un rol que va mucho más allá del parentesco. Fueron como padres en aquella etapa en la que aún aprendía a tomar decisiones con madurez, y supieron guiarme con paciencia y sabiduría cuando el impulso solía hablar antes que la razón.

Quiero de igual forma agradecer a mi suegrita por haberme recibido en su hogar con los brazos abiertos y hacerme sentir parte de su familia además de que desde el primer momento que llegue a su hogar me brindó su apoyo, su cariño y su confianza, acogiéndome como a un hijo más.

Finalmente, extendiendo mi gratitud a todos los docentes que a lo largo de mi formación académica compartieron sus conocimientos con dedicación y compromiso. De manera especial, al Ingeniero Hernán Zurita y a la Ingeniera Rita Santana, quienes con su guía y apoyo dejaron una huella significativa en mi desarrollo profesional. Y sobre todo a mi tutor de tesis el Ingeniero Giovanny Velástegui quien con paciencia y entrega me acompañó y orientó en cada etapa de la realización de este trabajo investigativo, siendo una pieza fundamental para culminar este sueño.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN EJECUTIVO	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
MARCO TEÓRICO	3
1.1 Antecedentes investigativos	3
1.2 Bases conceptuales.....	5
1.2.1 Aguacate (<i>Persea americana</i>)	5
1.2.2 Taxonomía	5
1.2.3 Deficiencia nutricional.....	6
1.2.4 Engrose del fruto.....	6
1.2.5 Endoterapia	6
1.2.6 Mecanismo de acción	7
1.3 Objetivos.....	7
1.3.1 Objetivo general.....	7
1.3.2 Objetivos específicos	8
CAPÍTULO II.....	9
METODOLOGÍA	9
2.1. Materiales.....	9
2.1.1 Área del Estudio.....	9

2.1.2 Modalidad de Investigación	9
2.1.3 Equipos y Materiales	10
2.1.4. Factores de estudio.....	11
2.1.5 Diseño experimental	11
2.1.6 Hipótesis.....	11
2.2 Metodología.....	12
2.2.1 Manejo del Experimento	12
CAPÍTULO III.....	14
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
3.1 Diámetro del fruto (cm). Evaluación a los 25 días.....	14
3.2 Diámetro del fruto. Evaluación a los 50 días	15
CAPÍTULO IV	19
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	19
4.1 Conclusiones.....	19
4.2 Recomendaciones.....	19
4.3 Referencias bibliográficas.....	20
ANEXOS	23

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Taxonomía del aguacate.</i>	5
Tabla 2 <i>Cuadro de Análisis de Varianza (ANDEVA factorial) para la variable diámetro del aguacate, evaluación realizada a los 25 días después de aplicar tratamiento.</i>	14
Tabla 3 <i>Distribución de medidas mediante la prueba de Tukey (5%) para la variable diámetro del aguacate. Evaluación realizada a los 50 días después de aplicar tratamiento.</i>	15
Tabla 4 <i>ANDEVA factorial para la variable diámetro del aguacate, evaluación realizada a los 50 días después de aplicar tratamiento.</i>	16
Tabla 5 <i>ANDEVA factorial para la variable peso del fruto.</i>	17

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Endoterapia en árbol de aguacate guatemalteco</i>	7
Figura 2 <i>Ubicación de la investigación</i>	9

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Selección y enumeración de los árboles.....	23
Anexo 2 Medición de una altura recomendable para evitar contaminaciones futuras y perforación a la corteza del árbol.	23
Anexo 3 Colocación de las mangueras en los hoyos realizados.	24
Anexo 4 Preparación las soluciones en las distintas concentraciones.	24
Anexo 5 Colocación de la solución en las mangueras previamente puestas en los agujeros realizados.	24
Anexo 6 Medición del diámetro a los 25 días de a ver realizado las aplicaciones. ...	25
Anexo 7 Medición del diámetro del fruto a los 50 días de las aplicaciones.	25
Anexo 8 Cosecha de los frutos de todas las plantas en estudio.	25
Anexo 9 Clasificación de acuerdo al porte de cada fruto y cada árbol.....	26
Anexo 10 Medición del peso del fruto de aguacate mediante una balanza digital. ...	26
Anexo 11 Distribución de medias mediante Tukey (5%) para la variable diámetro del fruto (cm). Evaluación inicial (día 0).	26
Anexo 12 Distribución de medidas mediante la prueba de Tukey (5%) para la variable diámetro del aguacate, evaluación realizada a los 25 días después de aplicar tratamiento.....	27
Anexo 13 Distribución de medias mediante la prueba de Tukey (5%) para la variable peso del fruto (g).	27

RESUMEN EJECUTIVO

El cultivo de aguacate (*Persea americana*) representa una alternativa económica clave en la región interandina del Ecuador; sin embargo, su productividad en la provincia de Tungurahua se ve limitada por suelos andisoles ácidos que fijan micronutrientes esenciales, reduciendo la eficacia de la fertilización convencional. Ante esta problemática, la presente investigación de tipo aplicada y enfoque cuantitativo tuvo como objetivo evaluar la eficacia de tres bioestimulantes foliares (Algeed Plus, Kelpak y Turbo Mix) a distintas concentraciones (5 y 10 ml/L) aplicados mediante endoterapia vegetal para optimizar el engrose del fruto. La metodología empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar con arreglo factorial ($3 \times 2 + 1$ testigo), con tres repeticiones, en el sector Las Viñas, parroquia Picaihua. Las variables de respuesta evaluadas a los 25 y 50 días fueron el diámetro y peso del fruto. Los resultados demostraron diferencias altamente significativas ($p < 0,0001$), destacando el tratamiento Algeed Plus a 10 ml/L como el más efectivo, logrando un peso promedio de 502,0 g y un diámetro de 8,04 cm, superando al testigo en un 87,1 % y 11,7 %, respectivamente. Como novedad científica, este estudio valida la endoterapia como una vía de administración nutricional superior que evita la fijación edáfica, ofreciendo una propuesta técnica y económicamente rentable para pequeños y medianos productores de la sierra ecuatoriana, garantizando un manejo agronómico sostenible.

Descriptores: Bioestimulantes foliares, endoterapia vegetal, engrose del fruto, suelos andisoles, nutrición del aguacate.

ABSTRACT

Avocado (*Persea americana*) cultivation represents a key economic alternative in the inter-Andean region of Ecuador; however, its productivity in the Tungurahua province is limited by acidic andosol soils that fix essential micronutrients, reducing the efficacy of conventional fertilization. Faced with this problem, the present applied research with a quantitative approach aimed to evaluate the efficacy of three foliar biostimulants (Algeed Plus, Kelpak, and Turbo Mix) at different concentrations (5 and 10 ml/L) applied via plant endotherapy to optimize fruit sizing. The methodology employed a Randomized Complete Block Design with a factorial arrangement ($3 \times 2 + 1$ control), with three replications, in the Las Viñas sector, Picaihua parish. The response variables evaluated at 25 and 50 days were fruit diameter and weight. The results demonstrated highly significant differences ($p < 0.0001$), highlighting the Algeed Plus treatment at 10 ml/L as the most effective, achieving an average weight of 502.0 g and a diameter of 8.04 cm, surpassing the control by 87.1% and 11.7%, respectively. As a scientific novelty, this study validates endotherapy as a superior nutritional administration pathway that avoids edaphic fixation, offering a technically and economically profitable proposal for small and medium-sized producers in the Ecuadorian sierra, ensuring sustainable agronomic management.

Keywords: Foliar biostimulants, plant endotherapy, fruit sizing, andosol soils, avocado nutrition.

INTRODUCCIÓN

El aguacate (*Persea americana*) es un frutal perenne de origen mesoamericano, considerado un cultivo de mayor expansión a nivel mundial debido a su alto valor tanto nutricional como vitamínicos que son de gran beneficio para la salud y responde a la creciente demanda de alimentos funcionales en los mercados internacionales que supera los 10 millones de toneladas anuales (**Ming et al., 2023**).

En Ecuador, el aguacate ha experimentado un crecimiento acelerado, especialmente en la región interandina, donde se ha convertido en una alternativa clave de ingresos para pequeños y medianos productores. Sin embargo, su producción enfrenta limitaciones significativas consecuentes de factores edafoclimáticos, sobre todo en la provincia Tungurahua, donde predominan suelos andisoles ácidos con reducida disponibilidad de micronutrientes esenciales como zinc (Zn), boro (B) y hierro (Fe) involucrando directamente con el desarrollo vegetativo, la floración y engrose del fruto (**Vieral et al., 2016**).

En el barrio Las Viñas, los agricultores han reportado problemas visibles de deficiencia nutricional en sus plantaciones de aguacate guatemalteco: clorosis intervenal en hojas jóvenes, caída prematura de flores, una deformación de frutos e incluso de tamaños reducidos. Los análisis de suelo realizados por el Centro de Desarrollo Agrícola Ambato en 2023 confirmaron pH ácido (5,2–5,6) y niveles críticos de Zn (<0,8 ppm) y B (<0,3 ppm). A pesar de la aplicación de fertilizantes foliares de manera rutinaria, los productores no han observado mejoras significativas en el engrose del fruto, lo que sugiere ineficiencias en la absorción o movilización de nutrientes bajo las condiciones locales (**Pazmiño, 2023**).

Ante esta problemática, algunos agricultores han empezado a poner en práctica la endoterapia, técnica que, aunque originalmente se utilizó para el control fitosanitario en la actualidad sirve como vía alternativa de nutrición en árboles. Este método se trata

de inyectar soluciones líquidas directamente en el sistema vascular del árbol, lo que tiene como función principal facilitar y mejorar la distribución de nutrientes, evitando las limitaciones de la absorción radicular en suelos ácidos. De igual forma ayuda a disminuir la deriva de ciertas sustancias químicas hacia el suelo, aire y agua **(Llerena, 2026)**.

Esta investigación surge como respuesta a una urgente necesidad técnica y social al evaluar la eficacia de tres fertilizantes foliares aplicados por medio de endoterapia a varias concentraciones, para identificar la combinación óptima que promueva el engrose seguro del fruto en aguacate guatemalteco. Los resultados beneficiarán directamente a los pequeños y medianos productores del sector Las Viñas, los cuales también servirán como base para protocolos técnicos replicables en otras zonas de la Sierra ecuatoriana con problemas similares.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes investigativos

En la Universidad Politécnica de Valencia (España), se evaluó la endoterapia con zinc quelatado en olivos sembrados en suelos ácidos, logrando como resultados una corrección completa de síntomas en un lapso de 6 semanas con una dosis de 1,2 g de Zn por árbol. Este estudio valida la endoterapia como un método eficiente y seguro para la nutrición de frutales, lo cual requiere menos cantidad de producto que la vía foliar (**Laborda, 2025**).

En Perú **Pelaez (2026)** elaboró un trabajo técnico con administración fitosanitaria sobre el aguacate, donde su enfoque principal es el control junto con la planificación y dosificación de insumos que se aplicaron por endoterapia en 238 cultivos. Este trabajo reportó que esta técnica, funciona más del 50 % a comparación de otras nutricionales lo que permitió también el mejoramiento de la sanidad del cultivo. Lo que indica que es necesario la exploración de más vías de aplicación más eficientes que las convencionales.

En Colombia, se documentó cantidades críticas de Zn y B (0.08 kg), en un cultivo de aguacate Hass, estos nutrientes son esenciales para el engrose del fruto y al moverse por el xilema es efectivo su llegada a los frutos en crecimiento. Aunque este estudio no se basa en practicar la endoterapia, sus hallazgos ayudan a un marco fisiológico que es clave para indicar que la inyección troncal es un método efectivo para una distribución más rápida controlada (**Salazar, 2021**).

En Ecuador **INIAP (2023)** fortaleció métodos para la fertilización del aguacate, indicando que Zn y N son los nutrientes más deficientes de la mayoría de las zonas del país sobre todo en la serranía. La fertilización foliar en este estudio se denomina como una técnica complementaria para corregir las deficiencias en la parte de la floración y engrose del fruto. Esta entidad recomienda la administración de 0,5 % de cada uno de los nutrientes: N, quelato de B y quelato de Zn, para el mejoramiento de la asimilación específicamente cuando las condiciones del suelo no abastecen la absorción radicular.

En el cantón Patate, provincia de Tungurahua, **Llerena (2026)** en su estudio titulado “Aplicación de complejo nutri-hormonal en el cultivo de aguacate (*Persea americana*) mediante endoterapia vegetal” utilizó dos dosis de Terranova Complex (0,5 y 1,0 cc/L) y tres volúmenes (50, 100 y 150 mL) colocando mediante endoterapia, obteniendo en sus resultados que fue la mejor respuesta fisiológica la combinación d 1 cc/L más 100 mL. Tuvo en cuenta la medición de la clorofila, brotación, nitrógeno foliar y color del follaje durante los 30 y 60 días que puso en práctica el método, donde obtuvo un mayor concentrado de nitrógeno, una brotación elevada junto con un follaje verdoso oscuro indicado de vigor. En el caso del testigo indicó los valores bajos en todos los factores de estudio.

El estudio denominado “Evaluación de tres métodos de aplicación de agroquímicos en el cultivo de aguacate (*Persea americana*)” se desarrolló en la parroquia Picaihua perteneciente a la ciudad de Ambato, el autor aplicó los métodos de: aspersión convencional, termonebulización y endoterapia, donde esta última obtuvo los mejores resultados que los otros dos; la brotación, el cuajamiento y el diámetro de los frutos fueron elevados al analizarlos a los 40 días desde que se implementaron los métodos. Adicionalmente la endoterapia se consideró más rentable en el ámbito económico. Este trabajo es altamente significativo para la presente investigación, ya que valida la viabilidad operativa para el engrose del fruto en suelos ácidos de la provincia de Tungurahua (**Torres, 2023**).

1.2 Bases conceptuales

1.2.1 Aguacate (*Persea americana*)

El aguacate (*Persea americana*) es un fruto perenne original de Mesoamérica específicamente de las zonas templadas del norte de México, ampliamente cultivado en la Sierra ecuatoriana por su gran valor en el mercado. Se identifica como uno de los frutos más favorecedor para la salud humana por su bajo contenido de sodio y fibra dietética y sobre todo libre totalmente de colesterol. La especie guatemalteca predomina en zonas templadas, destacada por ser un cultivo sensible a desequilibrios nutricionales sobre todo en suelos andisoles ácidos (Durán, 2019).

1.2.2 Taxonomía

Tabla 1

Taxonomía del aguacate.

Categoría Taxonómica	Clasificación
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta (Angiospermas)
Clase	Magnoliopsida
Orden	Laurales
Familia	Lauraceae
Género	Persea
Especie	<i>Persea americana</i> Mill.

Fuente: (MAGAP, 2024).

1.2.3 Deficiencia nutricional

La deficiencia nutricional en el aguacate se identifica cuando el contenido de un nutriente esencial está por debajo del umbral crítico requerido fisiológicamente lo que provoca síntomas de anomalías visibles en el fruto, hoja, raíces y brotes. En el *Persea americana* el Zn y B son los nutrientes principales, en donde el Zn participa en el desarrollo de hormonas de crecimiento activando las enzimas para su debida reproducción celular. Por otra parte el B fortalece la pared celular, ayudando a la transportación de azúcares hacia los frutos y así fecundar la flor **(Selamawit et al., 2026)**.

1.2.4 Engrose del fruto

El engrose es la fase de crecimiento celular del fruto tras el cuajamiento, donde se llega a desarrollar aumentando su peso, tamaño, diámetro y consistencia, para asegurar una cosecha de buena calidad. Se consigue mediante un manejo nutricional utilizando bioestimulantes de preferencia a base de algas ricos en Potasio, Calcio, Nitrógeno y una variedad de aminoácidos. **(Lamonarca, 2002)**.

1.2.5 Endoterapia

La endoterapia, también llamada inyección troncal, es un método que consiste en inyectar directamente soluciones líquidas en el xilema del tronco del árbol mediante perforaciones controladas. Originalmente fue desarrollada para aplicaciones de productos fitosanitarios, pero hoy en día sirve para administrar bioestimulantes o cualquier producto alto en nutrientes **(Entufinca, 2020)**.

Figura 1

Endoterapia en árbol de aguacate guatemalteco.



Fuente: **Mauro Morales**

1.2.6 Mecanismo de acción

Se inyecta directamente en el sistema vascular del árbol denominado xilema para aprovechar la corriente de savia que es transportada gracias a la transpiración y fotosíntesis del árbol, para que así el bioestimulante se distribuya rápidamente de forma homogénea por todo su organismo lo cual ayuda a evitar la contaminación ambiental (Moreno y Ríos, 2024).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- Evaluar tres bioestimulantes mediante endoterapia en *Persea americana*, en el sector Las Viñas, parroquia Picaihua, provincia de Tungurahua.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar el mejor bioestimulante para el engrose de aguacate.
- Identificar la dosis más adecuada para el engrose de aguacate utilizando la técnica de endoterapia vegetal.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Materiales

2.1.1 Área del Estudio

Figura 2

Ubicación de la investigación.



Fuente: (Google Earth, 2026).

Esta investigación se realizó en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, parroquia Picaihua, barrio Las Viñas San Alfonso a una altura de 2.500 msnm aproximadamente; y a 1°14' de latitud S y 78°37' de longitud O (**Pazmiño, 2023**).

2.1.2 Modalidad de Investigación

La presente investigación es de tipo aplicada y tiene un enfoque cuantitativo, porque busca dar solución a un problema real en el *Persea americana*, relacionado con la

deficiencia nutricional y el bajo engrose del fruto, mediante la evaluación de bioestimulantes foliares aplicados por el método de endoterapia. Se realizó la recolección y análisis de datos numéricos como el diámetro del fruto, peso, número de frutos por árbol en el cual los tratamientos fueron asignados de forma aleatoria para evaluar su efecto.

2.1.3 Equipos y Materiales

2.1.3.1 Equipos

- Computadora
- Taladro
- Cámara fotográfica o celular
- Vaso medidor
- Calculadora
- Balanza analítica

2.1.3.2 Materiales

- Mangueras
- KELPAK (Bioestimulante foliar1)
- ALGEED PLUS (Bioestimulante foliar 2)
- TURBOMIX (Bioestimulante foliar 3)
- Agua
- Etiquetas
- Marcadores
- Cuaderno de campo / fichas de registro
- Guantes de protección
- Mascarilla
- Alcohol o desinfectante
- Mangueras

2.1.4. Factores de estudio

Bioestimulantes foliares:

F1: KELPAK

F2: ALGEED PLUS

F3: TURBOMIX

Concentraciones de fertilizantes:

C1: 5 ml/L

C2: 10 ml/L

2.1.5 Diseño experimental

En esta investigación se usó un Diseño de Bloques al Azar (DBA) en arreglo factorial donde se aplicó $(3 \times 2 + 1)$ con 3 repeticiones y a las respuestas significativas se les establecerá mediante la prueba de Tukey (5%). Este diseño permite agrupar unidades experimentales similares en bloques, reduciendo el efecto de factores externos y mejorando la precisión en la comparación de los tratamientos en el cultivo de aguacate.

2.1.6 Hipótesis

Hipótesis nula (H_0): Los tratamientos con bioestimulantes foliares aplicados mediante endoterapia a distintas concentraciones no produce diferencias significativas en el engrose del fruto en plantas de aguacate.

Hipótesis alternativa (H_1): Al menos uno de los bioestimulantes foliares aplicados mediante endoterapia a una determinada concentración mejoró significativamente el engrose del fruto en plantas de aguacate.

2.2 Metodología

2.2.1 Manejo del Experimento

2.2.1.1 Material vegetal

El material vegetal de la investigación se encuentra formado por árboles de aguacate guatemalteco las cuales tiene similitud en edad, variedad y condiciones fitosanitarias, con el fin de garantizar la uniformidad del estudio y la confiabilidad de los resultados.

Se eligieron árboles de aguacate establecidos dentro área de estudio, los cuales fueron divididos en bloques y tratamientos. Se trabajaron con 14 plantas por repetición, las cuales fueron evaluadas de forma aleatoria en un periodo de 25 y 50 días postratamiento, garantizando el trabajo experimental y la validez de los resultados.

2.2.1.2. Variables

Variable independiente:

- KELPAK
- ALGEED PLUS
- TURBOMIX
- Testigo

Variable dependiente:

- Diámetro del fruto: Para esta variable se eligieron frutos al azar en cada tratamiento y se midió su diámetro en centímetros utilizando un vernier.
- Peso del fruto: Se tomarán muestras representativas de frutos por tratamiento y se determinará su peso mediante una balanza, con el fin de evaluar el rendimiento.

- Número de frutos por planta: En cada árbol seleccionad se contabilizará el número total de frutos para determinar la productividad.

Tabla 2

Distribución de medias mediante Tukey (5%) para la variable diámetro del fruto (cm). Evaluación inicial (día 0). Antes de la aplicación de los tratamientos.

Tratamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Medias
B1D2	4.00	3.90	3.70	3.87
B1D1	4.00	3.95	3.45	3.80
B3D2	3.75	3.70	3.53	3.66
B3D1	3.75	3.40	3.75	3.63
B2D2	3.75	3.55	3.50	3.60
B2D1	3.45	3.55	3.60	3.53
Testigo	3.25	3.80	3.35	3.47

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Diámetro del fruto (cm). Evaluación a los 25 días

Tabla 3

Cuadro de Análisis de Varianza (ANDEVA factorial) para la variable diámetro del aguacate, evaluación realizada a los 25 días después de aplicar tratamiento.

F.V.	GL	SC	CM	F calc.	p-valor	Sig.
Bloques	2	0,2171	0,1086	1,18	0,3417	ns
Tratamientos	6	2,9229	0,4871	5,28	0,0071	**
Fertilizantes (F)	2	0,7203	0,3601	3,90	0,0495	*
Concentración (C)	1	0,5339	0,5339	5,78	0,0332	*
Interacción F×C	2	0,1353	0,0676	0,73	0,5009	ns
Testigo vs Fact.	1	1,5334	1,5334	16,61	0,0015	**
Error	12	1,1079	0,0923			
Total	20	4,2479				

En la tabla 2 se obtuvo valor del factor fertilizante ($F= 3,90$ y $p= 0,049$) el cual fue significativo para la influencia del crecimiento y engorde del fruto a los 25 días postratamiento. De igual forma el factor de concentración también fue significativo ($F=7,90$ y $p=0,033$) demostrando que la dosis de 10 ml/L influye en un mayor diámetro a comparación de la dosis de 5 ml/L. En la interacción de $F \times C$ se demostró que no hay resultados significativos ($F=0,73$ y $p=0,501$) lo que demuestra que el efecto de cada uno de los fertilizantes que actúa de forma independiente a la concentración usada dentro del rango analizado. La comparación entre testigo y factor fue de alta significancia ($F=16,61$ y $p=0,0015$) lo que indica que los fertilizantes administrados mediante endoterapia supera al testigo el cual no se aplicó ningún fertilizante. La prueba de Tukey estableció que todos los tratamientos se encuentran en el rango A,

haciendo énfasis que el tratamiento B1D2 es el mejor tratamiento. Estos resultados se asimilan a los resultados de **Torres (2023)** quien destacó que la endoterapia nutricional generó mejoras significativas para el engrose del aguacate dentro del rango de los primeros 25 días de evaluación obteniendo un coeficiente de variación del 11,3% siendo este un valor aceptable para trabajo en campo. De igual forma concuerda con los resultados obtenido por **Benigno et al. (2025)** quienes destacan la eficacia de la endoterapia vegetal para lograr la distribución de los tratamientos con más rapidez y eficacia.

3.2 Diámetro del fruto. Evaluación a los 50 días

Tabla 4

Distribución de medidas mediante la prueba de Tukey (5%) para la variable diámetro del aguacate. Evaluación realizada a los 50 días después de aplicar tratamiento.

Tratamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Medias	n	Rango
B1D2	8.50	8.60	8.50	8.53	3	A
B1D1	7.55	8.25	8.00	7.93	3	B
B3D2	7.60	7.75	7.75	7.70	3	B
B3D1	7.80	7.55	7.65	7.67	3	B
B2D2	7.50	7.40	7.45	7.45	3	B
B2D1	7.25	7.30	7.40	7.32	3	B
Testigo	6.45	7.05	6.65	6.72	3	C

La Tabla 4 indica los resultados obtenidos mediante la prueba de Tukey (5%) para el diámetro del fruto a los 50 días. Se observan diferencias estadísticamente altamente significativas entre los seis tratamientos evaluados. El CV es de un 2,38% demostrando que es el porcentaje más bajo obtenido del estudio, constatando una elevada precisión en las mediciones junto con una respuesta diferencial clara entre dichos tratamientos.

Tabla 5

ANDEVA factorial para la variable diámetro del aguacate, evaluación realizada a los 50 días después de aplicar tratamiento.

F.V.	GL	SC	CM	F calc.	p-valor	Sig.
Bloques	2	0,1131	0,0565	1,72	0,2209	ns
Tratamientos	6	5,6333	0,9389	28,51	<0,0001	**
Fertilizantes (F)	2	2,2300	1,1150	33,85	<0,0001	**
Concentración (C)	1	0,2939	0,2939	8,92	0,0113	*
Interacción F×C	2	0,2744	0,1372	4,17	0,0423	*
Testigo vs Fact.	1	2,8350	2,8350	86,07	<0,0001	**
Error	12	0,3952	0,0329			
Total	20	6,1417				

En tabla 4 se refleja que los tratamientos indican una diferencia altamente significativa ($F = 28,51$; $p < 0,0001$). En la descomposición factorial, dicho factor influyó en la mayor variación ($F=33,85$ y $p<0,0001$) con una suma alta de cuadros de descomposición $SC=2,230$. La concentración ($F=8,92$ y $p= 0,011$) y la interacción $F \times C$ ($F=4,17$ y $p=0,042$) mostraron significancia. En la comparación entre ortogonal testigo y factorial fue de significancia alta ($F=86,97$ y $p=0,0001$) demostrando contundentemente que la endoterapia nutricional supera al testigo sin aplicación al finalizar el período de evaluación. De igual forma. B1D2 obtuvo el mayor diámetro dentro del rango A con un total de 8,522 cm observando una clara diferencia estadística comparada al resto de tratamientos aplicados, ya que estos se encuentran dentro del rango B.

La prueba de Tukey dividió los tratamientos en tres agrupaciones estadísticas, el tratamiento de B1D2 dio el mejor resultado a los 50 días con un diámetro de 8,533 cm dentro del rango A; Evidentemente el testigo tuvo el diámetro de 6,717 cm con un rango C con una diferencia de 1,816 cm equivalente al 27% de incremento. Los reportes tuvieron una similitud con **López (2019)** quien demostró que la aplicación de Algeed Plus 10 ml/L en el árbol de aguacate obtuvo un peso de 502 gramos superando

a testigo que pesó 268,3 g equivalente al 87% de incremento. Teniendo en cuenta que la vía directa en el cultivo ayuda al engrose del fruto.

Tabla 6

ANDEVA factorial para la variable peso del fruto.

F.V.	GL	SC	CM	F calc.	p-valor	Sig.
Bloques	2	4831,60	2415,80	2,52	0,1220	ns
Tratamientos	6	171491,24	28581,87	29,81	<0,0001	**
Fertilizantes (F)	2	87273,00	43636,50	45,51	<0,0001	**
Concentración (C)	1	9157,56	9157,56	9,55	0,0094	**
Interacción F×C	2	3632,11	1816,06	1,89	0,1928	ns
Testigo vs Fact.	1	71428,57	71428,57	74,50	<0,0001	**
Error	12	11504,90	958,74			
Total	20	187827,74				

En la tabla se evidenció que el factor fertilizante fue el efecto dominante ($F = 45,5$ y $p < 0,0001$), obteniendo la más alta suma de cuadrados de toda la descomposición ($SC = 87\,273$). La concentración de igual forma fue altamente significativa ($F = 9,55$; $p = 0,009$), indicando que la dosis de 10 ml/L produce frutos significativamente más pesados que la dosis de 5 ml/L. La interacción $F \times C$ no fue significativa ($F = 1,89$; $p = 0,193$ ns), lo que indica que el efecto de la concentración es consistente entre los tres fertilizantes para esta variable. La comparación ortogonal testigo vs. factorial fue altamente significativa ($F = 74,50$; $p < 0,0001$), validando estadísticamente la superioridad de la endoterapia nutricional sobre el manejo sin aplicación.

La prueba de Tukey ($DMS = 88,483$ g) agrupó a todos los tratamientos en el rango A, aunque con amplias diferencias numéricas. B1D2 registró el mayor peso promedio (549,0 g), superando al Testigo (247,3 g) en un 122,0%. Estos resultados son distintos a los resultados reportados por **Llerena (2026)** en el cantón Patate quien realizó un estudio con Terranova Complex mediante endoterapia y reportó al administrar en el

cultivo de aguacate una dosis de de 1 cc/L influyó una mejor respuesta fisiológica, con un alto porcentaje de 9,31 de nitrógeno foliar al igual que alto porcentaje de 46,89% en cuanto a la brotación.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Se concluye que el bioestimulante Algeed Plus fue el más efectivo para promover el engrose del fruto en el cultivo de aguacate (*Persea americana*). A los 50 días después de la aplicación, este tratamiento registró el mayor diámetro promedio de fruto (8,53 cm) y el mayor peso promedio (549,0 g), superando estadísticamente a los tratamientos con Kelpak, TurboMix y al testigo.

Se determinó que la concentración de 10 ml/L es la dosis óptima para la aplicación mediante endoterapia vegetal. El análisis de varianza confirmó que este nivel de concentración tuvo un efecto altamente significativo ($p < 0,01$) en comparación con la dosis de 5 ml/L, generando un incremento del 27% en el diámetro del fruto y un notable 122,0% en el peso del fruto respecto al testigo. Por lo tanto, la dosis de 10 ml/L garantiza la máxima respuesta fisiológica sin generar efectos de saturación o fitotoxicidad.

4.2 Recomendaciones

Se recomienda la implementación del tratamiento con Algeed Plus a una concentración de 10 ml/L mediante endoterapia vegetal como práctica estándar de manejo nutricional en las plantaciones de aguacate del sector Las Viñas y zonas aledañas con condiciones edafoclimáticas similares. Esta práctica ha demostrado ser la más rentable y efectiva para maximizar el calibre y peso del fruto, variables clave para la comercialización.

Para garantizar el éxito de la endoterapia y la sanidad del cultivo, es imperativo mantener estrictos protocolos de bioseguridad. Se recomienda desinfectar las brocas del taladro con alcohol al 70% entre cada árbol para evitar la transmisión de patógenos (como *Phytophthora* u hongos de madera) y sellar adecuadamente los orificios de

inyección con pasta cicatrizante o cal agrícola para favorecer la rápida regeneración del tejido vascular.

Se sugiere replicar este estudio a escala comercial para realizar un análisis de costo-beneficio que cuantifique la rentabilidad económica de la endoterapia frente a la fertilización tradicional. Asimismo, se recomienda evaluar el efecto de aplicaciones repetidas de endoterapia en ciclos productivos consecutivos para determinar su impacto a largo plazo en la salud vascular del árbol y la calidad organoléptica del fruto.

4.3 Referencias bibliográficas

Benigno, A., Arglietti, C., Papini, V., Riolo, M., Cacciola, S., & Moricca, S. (2025). *Endoterapia arbórea: Una revisión exhaustiva de los beneficios y desventajas de los tratamientos de inyección en el tronco para el cuidado y la protección de los árboles*. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12526419/>

Durán, F. (2019). *Cultivo y Exportación del Aguacate*. Grupo Latino Editores. <https://0x10d2az1-y-https-research-ebsco-com.itmsp.museknowledge.com/c/zflu57/search/details/b3wpqm3m2n?db=nlebk&limiters=None&q=aguacate&searchMode=boolean>

Entufinca. (2020). *Inyección en aguacate. ¿Cómo se hace y para qué se hace?* <https://entufinca.com/inyeccion-en-aguacate-como-se-hace-y-para-que-se-hace/>

Google Earth. (2026). *Las Viñas San Alfonso* [Map]. https://earth.google.com/web/search/Las+Vi%C3%B1as+San+Alfonso,+Nit%C3%B3n,+Ambato/@-1.2399582,-78.5536293,2326.00565909a,845.01221787d,35y,0h,0t,0r/data=CpUBGmcSYQolMHg5MWQzODcwMDExZTViM2E1OjB4MTVINGRhMzM2NTM1NTk3ORkvg9Zo3tbzvyHfZpabqNTwComTGFzIFZpw7FhcyBTYW4gQWxmb25zywgTml0w7NuLCBBbWJhdG8YAIAiABliYKJAm0oNcGe37zvxEJlANaKSD0vxmgmlmWyIKNTwCHes3oBW6RTwEICCAFCAGgASgOI_____ARAA?authuser=0

INIAP. (2023). *Nutrición del Cultivo Aguacate*. <https://tecnologia.iniap.gob.ec/wp-content/uploads/2023/11/nutricion-3.pdf>

- Laborda, R. (2025). *La contribución del Árbol a la ciudad sostenible* (Universidad Politécnica de Valencia).
https://ocs.editorial.upv.es/index.php/CNArboricultura/XVI_CNA/paper/viewFile/121/93
- Lamonarca, F. (2002). *Los árboles frutales* (1.^a ed.). De Vecchi, Editorial, S.A.
<https://ebookcentral.proquest.com/lib/uta-ebooks/detail.action?docID=4946426>
- Llerena, M. (2026). *Aplicación de complejo nutri-hormonal en el cultivo de aguacate (Persea americana) mediante endoterapia vegetal*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio institucional de la Universidad Técnica de Ambato.
<https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/45e59cd8-49fe-4d98-b26d-f5ec53117818/content>
- López, C. (2019). “*Manejo de nutrición Y fertilización del Aguacate Persea americana en el cantón Pimampiro rovincia de Imbabura*” [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Loja. <https://dspace.unl.edu.ec/server/api/core/bitstreams/01fd23a7-263a-44bc-a6b2-9d5c2d9dd11c/content>
- MAGAP. (2024). *Manal de manejo productivo de aguacate*.
https://sipa.agricultura.gob.ec/boletines/situacionales/2023/manual_manejo_productivo_aguacate.pdf
- Ming, K., Guan, Z., Blare, T., & Hammami, M. (2023). Global Avocado Boom. *Agricultural & Applied Economics Association*, 38(4).
https://www.choicesmagazine.org/UserFiles/file/cmsarticle_868.pdf
- Pazmiño, M. (2023). *Modelo de gestión basado en la asociatividad para la optimización de los recursos en empresas agrícolas* [Tesis de postgrado, Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato]. Repositorio institucional de la Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato.
<https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/9b51f945-655b-4567-b647-a14cf8d4e289/content>
- Pelaez, T. (2026). *Supervisión de aplicaciones fitosanitarias en el cultivo de palto (Persea americana Mill.) en la corporación AGROLATINA S.A.C., PAMPAS DE*

NAZCA-ICA [Trabajo de suficiencia profesional, Universidad José Carlos Mariátegui]. Repositorio institucional la Universidad José Carlos Mariátegui. <https://repositorio-api.ujcm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/06a3c57d-54c6-4e89-a920-f0fc5ee5636e/content>

Salazar, S. (2021). *Requerimientos nutricionales del aguacate*. <https://repository.agrosavia.co/server/api/core/bitstreams/ce9b047b-40fb-4178-b1e9-3f808b8f3377/content>

Selamawit, T., Ajebu, N., & Adugna, T. (2026). *Composición nutricional y fermentación in vitro de fracciones de fruta de aguacate de diferentes variedades*. <https://0x1012b27-y-https-www-scopus-com.itmsp.museknowledge.com/pages/publications/105032213778?origin=resultslist>

Torres, J. (2023). *“Evaluación de tres métodos de aplicación de agroquímicos en el cultivo de aguacate (Persea americana)”* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio institucional de la Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/d5e17f17-31f6-4de2-9d4c-d6828258e54b/content>

Vieral, A., Sotomayor, A., & Viera, W. (2016). Potencial del cultivo de Aguacate (*Persea Americana*) en Ecuador como alternativa de comercialización en el mercado local e internacional. *INAP*, *III*(3). <https://repositorio.iniap.gob.ec/server/api/core/bitstreams/29380418-e509-4a7a-95de-7e17524258cd/content>

ANEXOS

Anexo 1 *Selección y enumeración de los árboles.*



Anexo 2 *Medición de una altura recomendable para evitar contaminaciones futuras y perforación a la corteza del árbol.*



Anexo 3 Colocación de las mangueras en los hoyos realizados.



Anexo 4 Preparación las soluciones en las distintas concentraciones.



Anexo 5 Colocación de la solución en las mangueras previamente puestas en los agujeros realizados.



Anexo 6 *Medición del diámetro a los 25 días de a ver realizado las aplicaciones.*



Anexo 7 *Medición del diámetro del fruto a los 50 días de las aplicaciones.*



Anexo 8 *Cosecha de los frutos de todas las plantas en estudio.*



Anexo 9 Clasificación de acuerdo al porte de cada fruto y cada árbol.



Anexo 10 Medición del peso del fruto de aguacate mediante una balanza digital.



Anexo 11 Distribución de medias mediante Tukey (5%) para la variable diámetro del fruto (cm). Evaluación inicial (día 0).

Tratamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Medias	n	Rango
B1D2	4.00	3.90	3.70	3.87	3	A
B1D1	4.00	3.95	3.45	3.80	3	A
B3D2	3.75	3.70	3.53	3.66	3	A
B3D1	3.75	3.40	3.75	3.63	3	A
B2D2	3.75	3.55	3.50	3.60	3	A
B2D1	3.45	3.55	3.60	3.53	3	A
Testigo	3.25	3.80	3.35	3.47	3	A

Anexo 12 Distribución de medidas mediante la prueba de Tukey (5%) para la variable diámetro del aguacate, evaluación realizada a los 25 días después de aplicar tratamiento.

Tratamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Medias	n	Rango
Algeed Plus 10 cc/L	5.70	6.40	6.00	6.03	3	A
TurboMix 10 cc/L	5.60	6.35	5.70	5.88	3	A
Algeed Plus 5 cc/L	5.45	5.45	5.75	5.55	3	A
TurboMix 5 cc/L	5.70	5.05	5.55	5.43	3	A
Kelpak 10 cc/L	5.30	5.50	5.30	5.37	3	A
Kelpak 5 cc/L	5.15	5.35	5.30	5.27	3	A
Testigo	4.85	5.25	4.35	4.82	3	A

Anexo 13 Distribución de medias mediante la prueba de Tukey (5%) para la variable peso del fruto (g).

Tratamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Medias	n	Rango
B1D2	522.5	558.0	566.5	549.0	3	A
B1D1	423.5	479.0	489.5	464.0	3	A
B3D2	391.0	444.0	387.5	407.5	3	A
B3D1	372.0	439.0	348.5	386.5	3	A
B2D2	371.5	366.5	321.5	353.2	3	A
B2D1	339.0	346.5	286.0	323.8	3	A
Testigo	287.0	239.0	216.0	247.3	3	A