UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE AGRONOMÍA

“Aplicación de complejo nutri-hormonal en el cultivo de aguacate (*Persea americana*) mediante endoterapia vegetal.”

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

Autor: Mario José Llerena Sarabia

Tutor: Ing. Mg. José Hernán Zurita Vásquez.

Cevallos - Ecuador

Enero-2026

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación sobre el tema:

"Aplicación de complejo nutri-hormonal en el cultivo de aguacate (*Persea americana*) mediante endoterapia vegetal." del alumno Mario José Llerena Sarabia, estudiante de la carrera de Agronomía, considero 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 el H. Consejo Directivo de la Facultad.

Cevallos, 03 de Diciembre del 2025



.....

Ing. Mg. Zurita Vásquez José Hernán

CC.: 1802182194

TUTOR(A)

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, MARIO JOSÉ LLERENA SARABIA con cédula de ciudadanía No 1804450938, declaro que los criterios emitidos en el trabajo de titulación, "**Aplicación de complejo nutri-hormonal en el cultivo de aguacate (*Persea americana*) mediante endoterapia vegetal."**, así como también los contenidos presentados, ideas, análisis, síntesis de datos y conclusiones, son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor de este trabajo de Titulación.

Cevallos, 10 de Diciembre del 2025



.....

Mario José Llerena Sarabia

C.C.: 1804450938

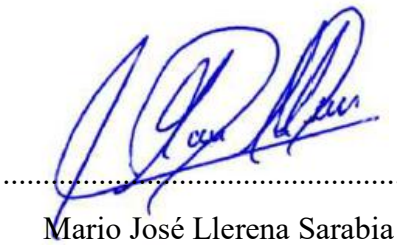
AUTOR

DERECHO DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado **"Aplicación de complejo nutri-hormonal en el cultivo de aguacate (*Persea americana*) mediante endoterapia vegetal."** como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de 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.



.....

Mario José Llerena Sarabia

C.C.: 1804450938

AUTOR

TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado del Trabajo de Titulación, **"Aplicación de complejo nutri-hormonal en el cultivo de aguacate (*Persea americana*) mediante endoterapia vegetal."**, de **Llerena Sarabia Mario José**, 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 enero 2026

REVIDADO POR



Ing. Mg. Zurita Vásquez José Hernán.

TUTOR

TUTOR APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACION

Para constancia firman:



Ing. Pomboza Tamaquiza Pedro Pablo, PhD.

PRESIDENTE



Ing. Espinoza Vaca Jorge Santiago, PhD.

MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Mg. Ortiz Tirado Paul Santiago

MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO

DEDICATORIA

A mi papá, Mario Raúl, por ser mi impulso silencioso en cada paso que he dado. Gracias por enseñarme a no rendirme, demostrándolo con tu propio ejemplo de sacrificio diario, en el cansancio que nunca mencionaste, y en el amor que siempre supiste darme todos los días. Este logro no solo me pertenece también es tuyo, porque cada paso que doy lo construyo sobre el ejemplo que me diste.

A mi mamá, Sonia Eliza, que, aunque ya no se encuentra conmigo, su memoria sigue presente en cada una de las decisiones que tomo, en mi manera de avanzar y en la fuerza que no sabía que tenía hasta que la vida me enseñó otra manera de extrañarte. Mamá, esta tesis es una dedicatoria a tu amor infinito, a tus enseñanzas que no se olvidan, y a tus manos que me levantaron muchas veces cuando yo no podía hacerlo por mí mismo, espero que en el lugar donde estes puedas ver que no te fallé, que sigo progresando tal como me enseñaste. Me haces falta, pero tu recuerdo me sigue manteniendo de pie.

Mis hermanas, Mónica Llerena y Valeria Llerena, que han sido mi escape en momentos difíciles cuando todo parece complicarse. Gracias por recordarme que en esta vida nadie avanza solo.

A mi novia Jazmina Aponte, quien estuvo conmigo cuando esto parecía demasiado, me acompaño en silencio y entendió mis enojos y mi cansancio. Estuvo cuando me quebraba cuando me perdía y no encontraba salida, este trabajo muchas veces avanzo porque ella no me permitió dejarlo por que compartió conmigo el cansancio las noches largas y las dudas.

Llerena Sarabia Mario José

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a la Universidad Técnica de Ambato por abrirme las puertas y brindarme ese espacio académico y científico necesario para la realización de este trabajo.

Expreso mi respeto y gratitud al Ing. José Hernán Zurita, su acompañamiento técnico y guía profesional fueron pilares fundamentales para el correcto cumplimiento de esta investigación.

Finalmente, me reconozco a mí mismo por la dedicación, y el esfuerzo que puse día a día, lo que me permitió culminar mi proyecto de tesis.

Llerena Sarabia Mario José

ÍNDICE GENERAL

PORTADA ..... **i**

APROBACIÓN DEL TUTOR ..... **ii**

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN ..... **iii**

DERECHO DE AUTOR ..... **iv**

TRIBUNAL DE GRADO ..... **v**

DEDICATORIA ..... **vi**

AGRADECIMIENTO ..... **vii**

ÍNDICE GENERAL ..... **viii**

ÍNDICE DE FIGURAS ..... **xiii**

RESUMEN ..... **xiv**

ABSTRACT ..... **xv**

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN **1**

MARCO TEÓRICO **2**

1.1. Antecedentes Investigativos *2*

1.2. Categorías fundamentales *4*

1.2.1. Taxonomía 4

1.2.2. Origen 4

1.2.3. Morfología 5

Sistema radicular *5*

Tallo *5*

Hojas *5*

Flores *5*

Fruto *6*

Semilla *6*

1.2.4. Requerimiento climático 6

Humedad relativa *6*

Precipitaciones *6*

1.2.5. Plagas y enfermedades 6

1.2.6. Endoterapia vegetal 7

1.2.7. Sistemas de inyección fitosanitaria 8

1.2.8. Solución en estudio 8

OBJETIVOS **10**

2.1. Objetivo general: *10*

2.2. Objetivos específicos: *10*

CAPÍTULO II **11**

METODOLOGÍA **11**

2.1. Ubicación del estudio *11*

2.2. Caracterización del lugar. *12*

2.2.1. Temperatura. 12

2.2.2. Precipitación. 12

2.2.3. Humedad. 12

2.3. Equipos y materiales *12*

2.3.1. Equipos 12

2.3.2. Materiales 12

2.3.3. Material de oficina 13

2.3.4. Material Biológico 13

2.4. Factores de Estudio: *13*

2.4.1. Factor 1. 13

2.4.2. Factor 2. 13

2.5. Manejo del experimento *13*

2.5.1. Establecimiento de la investigación 13

2.5.2. Manejo especifico de la investigación. 13

2.6. Tamaño de la muestra *15*

2.7. Variables respuestas. *15*

2.7.1. Contenido de clorofila y nitrógeno (SPAD). 15

2.7.2. Color de las hojas. 15

2.7.3. Peso en fresco. 16

2.7.4. Peso en seco. 16

2.7.5. Cantidad de brotes nuevos. 16

2.8. Diseño experimental *16*

CAPÍTULO III 19

RESULTADOS Y DISCUSIÒN. 19

Contenido de clorofila y nitrógeno (SPAD). 19

CAPÍTULO IV 33

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 33

4.1. CONCLUSIONES 33

4.2. RECOMENDACIONES 34

BIBLIOGRAFÌA. 35

ANEXOS 38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 . *Taxonomía del cultivo de aguacate.* 4
Tabla 2 . *Composición TERRANOVA COMPLEX.* 9
Tabla 3 . *Descripción del ensayo.* 16
Tabla 4 . *Tratamientos usados en el ensayo.* 18
Tabla 5 . *Comparación de medias mediante prueba de Tukey para el nivel de clorofila a los 30 días después de la aplicación.* 19
Tabla 6 . *Comparación de medias mediante prueba de Tukey para el nivel de nitrógeno a los 30 días después de la aplicación.* 20
Tabla 7 . *Comparación de medias mediante prueba de Tukey para el porcentaje de clorofila a los 60 días después de la aplicación.* 22
Tabla 8 . *Comparación de medias mediante prueba de Tukey para el porcentaje de nitrógeno a los 60 días después de la aplicación.* 23
Tabla 9 . *Porcentaje de humedad a los 30 (DDA) después de la aplicación.* 25
Tabla 10 . *Porcentaje de humedad a los 60 (DDA) después de la aplicación.* 27
Tabla 11 . *Porcentaje de brotes nuevos a los 30 y 60 DDA.* 29
Tabla 12 . *Interpretación de colores del follaje a los 60 DDA.* 30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 . *Ubicación de la investigación.* 11
Figura 2 . *Diseño del área de investigación.* 17
Figura 3 . *Distribución de tratamientos en la parcela experimental (BCA).* 17

RESUMEN

El presente estudio evaluó la aplicación de un complejo nutri-hormonal en el cultivo de aguacate (*Persea americana*) mediante la técnica de endoterapia vegetal, con el propósito de determinar la dosis y el volumen óptimos para estimular una respuesta fisiológica en el cultivo. La investigación se realizó en el cantón Patate, perteneciente a la provincia de Tungurahua, caserío San Rafael, bajo un diseño de bloques completos al azar (DBCA), conformado por siete tratamientos: un testigo y seis combinaciones derivadas de dos dosis del complejo (0,5 y 1,0 cc/L) y la aplicación de tres volúmenes (50, 100 y 150 mL).Las variables evaluadas incluyeron el contenido de clorofila (SPAD), la concentración de nitrógeno foliar, el porcentaje de humedad, la coloración del follaje y el porcentaje de brotación a los 30 y 60 días después de la aplicación (DDA).Los resultados indicaron variaciones marcadas entre tratamientos, quedando en evidencia que la dosis de 1,0 cc/L combinada con un volumen de 100 mL generó la mejor respuesta fisiológica: incrementos notorios en el contenido de clorofila, mayor concentración de nitrógeno y un porcentaje alto de brotación. Del mismo modo, los tratamientos que recibieron un aporte más elevado de nutrientes presentaron una tonalidad foliar intensa, asociada con un estado nutricional más favorable. En conjunto, considerando todos los datos, se observa que el método de endoterapia resulta ser una técnica eficiente, precisa y de óptima absorción para la solución nutri-hormonal en aguacate, representando una alternativa viable para optimizar el vigor vegetativo y potenciar el funcionamiento fisiológico del cultivo bajo condiciones reales en campo.

PALABRAS CLAVE: ENDOTERAPIA, DOSIS, COMPLEJO NUTRI-HORMONAL, CLOROFILA, NITROGENO.

ABSTRACT

The present study evaluated the application of a nutri-hormonal complex in avocado (Persea americana) cultivation through the technique of plant endotherapy, with the purpose of determining the optimal dosage and volume to stimulate a physiological response in the crop. The research was carried out in the Patate canton, belonging to the province of Tungurahua, in the San Rafael area, under a randomized complete block design (RCBD) consisting of 7 treatments: one control and six combinations derived from two doses of the complex (0.5 and 1.0 cc/L) and three application volumes (50, 100, and 150 mL). The evaluated variables included chlorophyll content (SPAD), foliar nitrogen concentration, moisture percentage, leaf coloration, and sprouting percentage at 30 and 60 days after application (DAA). The results showed marked variations among treatments, revealing that the 1.0 cc/L dose combined with a 100 mL volume generated the best physiological response: notable increases in chlorophyll content, higher nitrogen concentration, and a higher sprouting percentage. Likewise, the treatments that received a greater nutrient supply presented a more intense leaf coloration associated with a more favorable nutritional status. Overall, considering all the data, it is observed that the endotherapy method proves to be an efficient, precise, and highly absorbent technique for the nutri-hormonal solution in avocado, representing a viable alternative to optimize vegetative vigor and enhance the physiological functioning of the crop under real field conditions.

KEYWORDS: ENDOTHERAPY, DOSAGE, NUTRI-HORMONAL COMPLEX, CHLOROPHYLL, NITROGEN.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El aguacate (*Persea americana*) constituye uno de los cultivares de interés estratégico para la región latinoamericana, y en estos últimos años ha evidenciado un crecimiento exponencial en Ecuador. La cadena productiva y comercial de este fruto representa una oportunidad sostenible para reactivar y fortalecer la economía en los sectores rurales, ya que los precios del mercado han demostrado buenos niveles de aceptación y rentabilidad debido a su capacidad de transformar las economías rurales y ampliar la base productiva, este cultivo representa una opción estratégica para el desarrollo agroindustrial sostenible a futuro (MAG, 2024).

Según las cifras proporcionadas por el Instituto Nacional Ecuatoriano de Censos (INEC), a partir del año 2021 se reportaban 7.195 hectáreas en producción de Aguacate, con previsiones de crecimiento de alrededor de 10.000 hectáreas a futuro. En cuanto a desempeño, las provincias que concentran el mayor rendimiento son Carchi y Pichincha, manteniendo el 67 % de la producción nacional, seguidas por Imbabura (18 %), Tungurahua (8 %) y Santa Elena (7 %). No obstante, esta actividad se realiza en la mayor parte del territorio. El aguacate corresponde al segmento de productos no tradicionales que se exportan, abriendo oportunidades de empleo, fomentando el desarrollo económico y facilitando mejores condiciones de vida en el sector agropecuario (Porras, 2019).

Para cultivos como el aguacate, es de gran relevancia administrar con precisión y a tiempo los elementos nutricionales que regulan su actividad fisiológica, con lo que se logra obtener un correcto desarrollo de la planta. Esto se traduce en una mayor productividad y mejores beneficios económicos. Se trata de un principio agronómico fundamental, ya que una nutrición integral y permanente a lo largo de toda su vida útil permitirá mantener una producción estable y sostenida año con año. Ante la creciente preocupación por prácticas agrícolas sostenibles, es imprescindible que la innovación en el sector agrícola se dirija hacia prácticas más sostenibles y eficaces. En este marco, la endoterapia surge como una técnica eficaz e innovadora que busca reemplazar o

complementar estrategias tradicionales como la pulverización o el abonado del suelo. Esta técnica se basa en la inyección directa de soluciones líquidas en el sistema vascular del árbol; al aplicar esta técnica se facilita una distribución localizada y eficiente de nutrientes, agentes que estimulan el crecimiento o actúan como protectores fitosanitarios. Además, de aumentar de manera significativa la eficacia de los tratamientos, contribuye a la protección ambiental al reducir significativamente la deriva de sustancias químicas hacia el suelo, el aire y el agua (Haifa, 2023).

Esta investigación busca analizar los efectos de la aplicación de un complejo nutri-hormonal mediante la técnica de endoterapia vegetal, evaluando la respuesta fisiológica de las plantas a través de variables como brotación, contenido relativo de clorofila, color de las hojas y nitrógeno, con el fin de generar información técnica que contribuya al mejoramiento del manejo agronómico del cultivo.

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes Investigativos

Según, Supe (2024), en su trabajo de investigación titulado *"Evaluación de tres métodos de aplicación de agroquímicos en el cultivo de aguacate (Persea americana)"*, llevado a cabo en el sector de Picaihua, caserío Sigsipamba, cantón Ambato, provincia de Tungurahua, tuvo por finalidad comparar la eficacia y los costos de tres métodos de aplicación diferentes: termonebulización, aspersión convencional, y endoterapia, empleando un producto químico llamado engordone. En el cual utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con tres repeticiones más un testigo, considerando las siguientes variables tales como el número de frutos cuajados, inflorescencias, brotes nuevos, diámetro polar y ecuatorial. Los resultados demostraron que el tratamiento mediante endoterapia presentó un efecto positivo en comparación al resto, destacándose en la mayoría de las variables evaluadas. Este método obtuvo un porcentaje superior de frutos cuajados (18.77 en promedio), brotación y diámetro siendo también el de menor costo lo que representa una opción factible ante la aplicación convencional de agroquímicos.

En la investigación realizada por Quilca (2022) , se analizó la aplicación de extracto vegetal de ají (*Capsicum* sp.) por medio de la endoterapia en el cultivo de babaco (*Vasconcellea × heilbornii*) para el control de *Tetranychus urticae*. La intención primordial fue evaluar la eficiencia del extracto en varias concentraciones (5 %, 10 % y 15 %) con volúmenes de 30 mL, 45 mL y 50 mL. Con base en esto, el autor estableció un diseño completamente al azar con arreglo factorial, correspondiente a dos factores con tres niveles cada uno, más un testigo y tres repeticiones, en un cultivo de 11 meses de edad. Se consideró como variables el porcentaje de mortalidad del hospedero, el área afectada, los efectos secundarios en la planta y el volumen de absorción del extracto. Los hallazgos demostraron que los tratamientos con extracto de ají lograron tasas de mortalidad superiores al 95 %, en contraste con el testigo que apenas alcanzó 11,7 %. De esta forma, se evidenció que este método es eficaz y ambientalmente seguro al aplicarse directamente al sistema vascular de la planta. Este antecedente resulta relevante, ya que confirma la eficacia de la endoterapia como herramienta tecnológica que puede aplicarse no solo en el control de plagas, sino también en la mejora de la productividad de frutales.

Otro estudio con el propósito de evaluar varias dosis y volúmenes de fosfito de potasio en (*Prunus domestica*), mediante la técnica de inyección al tronco en condiciones de campo, con el objetivo de obtener mayor rendimiento y calidad en su fruto. El estudio fue realizado por Valencia, quien empleó un diseño de bloques completos al azar, con nueve tratamientos, tres repeticiones y un testigo, considerando diferentes variables. Los resultados obtenidos demostraron que las bajas concentraciones de 20 % y 40 % de volumen, junto con una dosis de 1,5 cc, generaron los mejores resultados, superando significativamente a los demás tratamientos (Valencia, 2022).

Por otra parte, Riofrio (2023) desarrolló un extracto vegetal de *Maitenus leavis* para el control de áfidos mediante endoterapia vegetal en el cultivo de limón sutil, en la provincia de Orellana. El autor, en su investigación, aplicó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial, correspondiente a tres niveles por dos factores, más un testigo y tres repeticiones. Las concentraciones probadas fueron 4,75 %, 9,52 % y 13,04 %, manejando volúmenes de 60 y 100 mL. Se midieron variables como velocidad de absorción y mortalidad del áfido. Los resultados demostraron que el tratamiento T6

(13,04 % y 100 mL) y T1 (4,75 % y 60 mL) fueron los que entregaron los valores más altos; además, al ser aplicado de esta manera no generó fitotoxicidad ni daños, incluso fomentó brotes nuevos y vigorosos.

1.2. Categorías fundamentales

1.2.1. Taxonomía

Tabla 1. *Taxonomía del cultivo de aguacate.*

Reino:	Vegetal
División:	Spermatophyta
Subdivisión:	Angiosperame
Clase:	Dicotyledonae
Subclase:	Dipétala
Orden	Ranales
Familia	Laurácea
Genero	Persea
Especie	Persea americana

Fuente: MAG (2024).

1.2.2. Origen

El aguacate tiene origen en el continente americano, pero se difundió en el Ecuador a través de la conquista inca. En la época antigua, desde las culturas originarias, se conoce que su cultivo inició en México bajo un nombre diferente: “ahuacatl”. A partir del siglo XVII, bajo el yugo de los españoles, recibe la denominación de fruto de las Indias por su semejanza a la pera nacional; posteriormente fue trasladado a las Antillas y, a su vez, los portugueses lo llevaron a Brasil. En el siglo XIX, los franceses también tomarían la

iniciativa y experimentarían en una de sus colonias; le seguiría Argelia y, con el tiempo, se diversificó.En Ecuador, el aguacate se ha aclimatado a distintas regiones del país, destacándose su cultivo en la Sierra como en Imbabura, Carchi, Pichincha, Tungurahua y Azuay, así como en zonas de la Costa, incluyendo El Oro, Santa Elena, Guayas y Esmeraldas (Pérez & López, 2018).

1.2.3. Morfología

Según (Lopez & Vásquez, 2019) la morfología del aguacate se caracteriza por los siguientes aspectos:

Sistema radicular

Presenta un sistema radicular que no es extenso y su raíz principal se mantiene pequeña y débil, en el periodo vegetativo sus raíces toman un patrón horizontal llegando a obtener un tamaño de 1 a 1.5 m

Tallo

Su corteza es blanda y puede separarse con facilidad y a veces se agrieta, tiene numerosas ramificaciones que son susceptibles a quebrarse por la actividad del viento.

Hojas

Son lisas simples de forma elíptica alargada, alternas enteras y su nervadura es pinnada. El árbol se desfolia cuando hay renovación de hojas y ramas.

Flores

presenta flores perfectas, es decir, flores que poseen en una misma estructura los órganos masculino y femenino. Estas flores se agrupan en racimos subterminales, lo que indica que se desarrollan cerca del extremo de las ramas, pero no exactamente en la punta principal. La floración se caracteriza por una apertura floral asincrónica, en la cual los órganos reproductivos no funcionan de manera simultánea, ya que el órgano femenino y el masculino se activan en momentos distintos. Este comportamiento floral reduce la posibilidad de autofecundación y favorece la polinización cruzada, la cual

depende en gran medida de la actividad de insectos polinizadores y de las condiciones ambientales, como la temperatura y la humedad

Fruto

El fruto es una baya que generalmente presenta forma ovalada o de pera y contiene una sola semilla grande. La cáscara puede ser lisa o rugosa y varía de color según la variedad y el estado de madurez. La pulpa es cremosa, de color verde amarillento y rica en aceites, lo que le otorga alto valor nutricional y comercial.

Semilla

En la pulpa se puede localizar una sola semilla la cual da paso a generar un solo embrión. La semilla toma forma ovalada.

1.2.4. Requerimiento climático

La temperatura incide de manera directa en la producción para eso es necesario que en la zona donde se ubique oscile entre 19°C – 30°C.

Humedad relativa

El porcentaje de humedad óptimo para esta clase de cultivo varía entre 75% y 80 % para lograr el mejor rendimiento.

Precipitaciones

Requiere precipitaciones pronunciadas con un rango que va de los 1000 mm a 2000 mm durante el año.

1.2.5. Plagas y enfermedades

De acuerdo con Guerra & Aguirre (2020) , el cultivo de aguacate enfrenta diversas plagas y enfermedades que afectan su desarrollo este problema fitosanitario puede causar pérdidas significativas si no se maneja a adecuadamente.

- Barrenador pequeño de la semilla del aguacate (Conotrachelus perseae, C. Aguacatae Barber): Insecto del orden Coleoptera cuyas larvas penetran en los

frutos tempranos y se alimentan de la semilla, lo que puede provocar la caída prematura de los frutos y pérdidas significativas en la producción.

- Trips (Scirtothrips perseae, Frankliniella occidentalis; Liothrips perseae): Insectos pequeños del orden Thysanoptera que se alimentan de tejidos tiernos de hojas jóvenes, brotes y frutos en desarrollo, causando manchas, deformaciones en la epidermis y disminución de la calidad de los frutos. Estos daños también favorecen el desarrollo de otras enfermedades como la roña.
- Roña (Sphaceloma perseae,): Enfermedad fúngica que produce lesiones pardas o castañas en hojas y frutos, de apariencia superficial; en hojas jóvenes causa pequeños puntos que pueden unirse dando un aspecto arrugado o roñoso. El daño severo puede provocar marchitez de brotes y hojas jóvenes.
- Anillamiento del pedúnculo: Síntoma característico de algunos daños de plagas en aguacate, donde se observa una depresión o circulo oscuro alrededor del pedúnculo del fruto, generalmente asociado al ataque de insectos chupadores o raspadores que afectan el tejido en esa zona.
- Tristeza del aguacatero (Phytophthora cinnamomi,): Hongo fitopatógeno que causa pudrición de raíces, marchitez, clorosis de hojas y defoliación progresiva, llevando en muchos casos a la muerte de la planta al interferir con la absorción de agua y nutrientes.

1.2.6. Endoterapia vegetal

Como menciona Muñoz (2018) , el método de endoterapia es una técnica diferente para el tratamiento fitosanitario, a diferencia de los métodos tradicionales, este método destaca por no requerir atomizaciones ni aspersión del producto químico. Una de sus principales ventajas es que el tratamiento está dirigido de forma precisa evitando la dispersión innecesaria de la solución. También conocida como inyección al tronco está diseñado para tratar problemas causados por agentes fisiopatológicos y fitopatógenos ayuda a restablecer el equilibrio en el árbol afectado, mejorando su capacidad para absorber nutrientes, regulando su metabolismo hormonal y fortaleciendo su sistema

inmunológico, con el fin de favorecer una respuesta natural de defensa frente a futuras amenazas.

1.2.7. Sistemas de inyección fitosanitaria

1.2.7.1. Infusión: Consiste en introducir gránulos solidos de fertilizante en orificios hechos en el tronco del árbol. Se divide en dos sistemas método por gravedad y bajo volumen con piquetas ambos son colocados en la parte superior del tronco de esta manera la solución desciende y se distribuye por la xilema.

1.2.7.2. Inyección a alta presión: consiste en la introducción del producto dentro del árbol mediante la aplicación de presión externa, lo que permite que la solución se distribuya de forma forzada a través del sistema vascular, utilizando equipos diseñados para generar y controlar dicha presión.

1.2.7.3. Inyección a baja presión: En este sistema el producto ingresa lentamente en el árbol, con presiones menores a 2 kilogramos por centímetro cuadrado, permitiendo que el árbol lo absorba según su capacidad natural lo permita. Para aplicar este sistema se perfora el tronco con taladro y broca de acero para evitar daños por quemadura en los vasos conductores. En cada perforación se coloca un inyector plástico ajustado finamente se recomienda instalar al menos tres inyecciones en la parte baja del árbol cercano a las raíces.

1.2.8. Solución en estudio

TERRANOVA COMPLEX (NUTRI-HORMONAL).

Ejerce una acción bioestimulante que favorece los procesos fisiológicos en las plantas, optimiza la utilización de nutrientes en funciones necesarias de la planta

como la síntesis de proteínas, carbohidratos y la fotosíntesis. Su contenido de protohormonas contribuye al crecimiento y desarrollo integral mejorando la estructura vegetal, el desarrollo radicular, la floración y la acumulación de reservas en los frutos. Aporta una gran cantidad de microelementos y aminoácidos que al estar juntos estimulan y fortalecen la planta Edifarm (2025).

Tabla 2. *Composición TERRANOVA COMPLEX (NUTRIHORMONAL).*

Componente	**Cantidad / Concentración**
Nitrógeno Total	10 %
Fósforo Disponible (P_2O_5)	12 - 15 %
Potasio Soluble (K_2O)	10 %
Calcio	0.10 %
Magnesio	0.20 - 0.40 %
Hierro	20 ppm
Boro	2 ppm
Manganeso	1 ppm
Zinc	2.5 ppm
ELEMENTOS ADICIONALES	Citoquininas, auxinas, giberelinas y aminoácidos libres.
VITAMINAS	Vitamina E, Ácido fólico, Biotina, Riboflavina, Tiamina, Betaínas
CARBOHIDRATOS	Manitol, Ácido algínico, Laminarano

Fuente: Edifarm (2025).

OBJETIVOS

2.1. Objetivo general:

Evaluar la aplicación de complejo nutri-hormonal en el cultivo de aguacate (*Persea americana*) mediante endoterapia vegetal.

2.2. Objetivos específicos:

- Determinar la dosis adecuada del complejo nutri-hormonal aplicada mediante endoterapia vegetal en el cultivo de aguacate (*Persea americana*).
- Establecer el volumen adecuado de aplicación del complejo nutri-hormonal para endoterapia vegetal en el cultivo de aguacate (*Persea americana*).

CAPÍTULO II

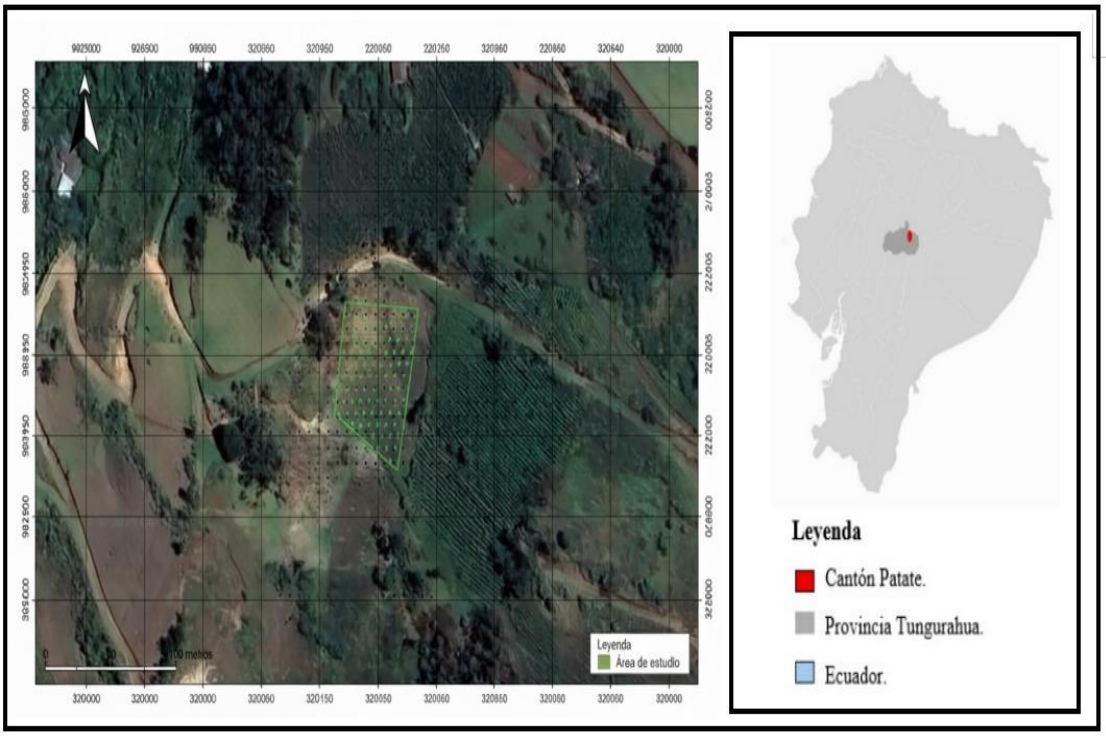
METODOLOGÍA

2.1. Ubicación del estudio

La investigación se llevó a cabo en el predio de Sr. Raúl Llerena que se encuentra ubicado en el barrio San Rafael, del cantón Patate perteneciente a la provincia de Tungurahua-Ecuador. De acuerdo con Mapcarta (2022), sus coordenadas son:

- Latitud: 1° 21' 28" sur
- Longitud: 78° 28' 46" oeste
- Altitud: 2282 msnm.

Figura 1. *Ubicación de la investigación.*



2.2. Caracterización del lugar.

2.2.1. Temperatura.

En el cantón Patate, de acuerdo con el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), las condiciones climáticas presentan variaciones a lo largo del año, con valores mínimos de 13 °C y máximos que alcanzan los 19 °C, manteniéndose un promedio anual cercano a los 16 °C (INAMHI, 2016).

2.2.2. Precipitación.

En el cantón Patate hay precipitaciones que van entre los 1800 a 2500 mm anuales (INAMHI, 2016).

2.2.3. Humedad.

De acuerdo con el INAMHI (2016), publicó que a lo largo del año en Patate se mantienen altas, con un promedio de humedad relativa del 86,08%.

2.3. Equipos y materiales

2.3.1. Equipos

Balanza digital

Medidor portátil de clorofila (SPAD), debidamente calibrado

2.3.2. Materiales

- Taladro
- Manguera de 5/16
- Broca 8 mm
- Navaja
- Ligas
- Jeringuilla
- Guantes
- Mascarilla
- Botas
- Rollo de cuerda
- Etiquetas para identificar cada tratamiento

- Cal agrícola

2.3.3. Material de oficina

- Computadora portátil
- Calculadora
- Libreta de campo
- Esferos

2.3.4. Material Biológico

- Plantas de aguacate
- Terranova - Complex

2.4.Factores de Estudio:

2.4.1. Factor 1.

Factor D (nutri-hormonal).

- **D1**. Nutri-hormonal (Terranova-complex) (0.5 cc/L)
- **D2**. Nutri-hormonal (Terranova- complex) (1cc/L)

2.4.2. Factor 2.

Factor V (Volumen).

- **V1:** 50 mL
- **V2:** 100 mL
- **V3:** 150 mL

2.5. Manejo del experimento

2.5.1. Establecimiento de la investigación

La investigación se realizó en el cantón Patate en un cultivo establecido con árboles jóvenes de aguacate de 6 años.

2.5.2. Manejo especifico de la investigación.

Labores culturales: No se realizaron labores culturales previas como abonado, surcado o desmonte ya que el cultivo se encontraba previamente implantado. El manejo estaba dedicado exclusivamente a la aplicación de los tratamientos mediante endoterapia complementado con rutinas normales como riego y control de plagas.

- *Delimitación del experimento:* Cada planta fue identificada mediante etiquetas y a su vez se delimito cada bloque.
- *Ejecución:* Para la aplicación del tratamiento se realizó una perforación en el tallo de cada árbol utilizando un taladro eléctrico con una broca para metal de 8 mm de diámetro (equivalente a 5/16”). No se empleó broca para madera, debido a que este tipo de broca genera mayor fricción y aumento de temperatura, lo que puede provocar quemaduras en el tejido vascular del tronco y afectar la absorción del producto. La perforación se efectuó con un ángulo aproximado de 60° respecto al eje del tronco y con una profundidad correspondiente al largo útil de la broca, evitando atravesar completamente el tallo. Previamente a cada perforación, la broca fue desinfectada mediante la aplicación de alcohol al 70 %, con el fin de prevenir la contaminación y la posible transmisión de patógenos entre árboles. Posteriormente, se colocó una manguera de 5/16” previamente cortada en un ángulo de 45°, lo que facilitó su inserción y permitió un ajuste adecuado dentro del orificio, garantizando la correcta conducción y absorción de la solución nutri-hormonal a través del sistema vascular del árbol.
- *Aplicación:* La aplicación de los tratamientos se realiza mediante el uso de una jeringa, utilizando la dosis establecida para cada tratamiento y aplicando de manera cuidadosa la solución nutri-hormonal (Terranova Complex) en cada una de las mangueras previamente instaladas. El factor D corresponde a la concentración del complejo nutri-hormonal, con dos niveles: D1, equivalente a 0,5 cc/L, y D2, correspondiente a 1 cc/L. El factor V está relacionado con el volumen de solución aplicada por planta, estableciéndose tres niveles: V1 con 50 mL, V2 con 100 mL y V3 con 150 mL.
- *Sellado y curación del orificio:* Concluido el ensayo, se utilizó cal agrícola por ser un método tradicional, de bajo costo y ampliamente empleado por productores locales para la protección de heridas en árboles. Retirada la manguera, el orificio fue tratado con una pasta elaborada a base de cal agrícola (hidróxido de calcio) y agua, utilizada como sellador artesanal. La mezcla se aplicó directamente sobre el orificio para desinfectar la herida, impedir el ingreso de patógenos y permitir la cicatrización del tejido vegetal.

- *Registro de los datos:* Los datos se tomaron por primera vez a los 30 días posteriores a la primera aplicación del producto con una frecuencia de 30 días en cada registro.

2.6. Tamaño de la muestra

Se seleccionaron 7 plantas por tratamiento.

2.7. Variables respuestas.

2.7.1. Contenido de clorofila y nitrógeno (SPAD).

Se midió el contenido relativo de clorofila en las hojas utilizando un medidor portátil de clorofila (SPAD), marca TYS-4N, el cual estima la concentración de clorofila a partir de la absorbancia de la luz en el tejido foliar. Los valores SPAD obtenidos permiten inferir el estado nutricional relacionado con el nitrógeno estos equipos o programas convierten estos valores en un porcentaje estimado de nitrógeno mediante ecuaciones de calibración previamente establecidas. Las mediciones se realizaron a los 30 y 60 días después de la aplicación del tratamiento, utilizando hojas seleccionadas de cada árbol. Para cada planta se evaluaron cinco hojas completamente desarrolladas. El equipo fue calibrado al inicio de cada jornada de medición, de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

2.7.2. Color de las hojas.

Se registraron datos del color de las hojas mediante la aplicación móvil *Physics Toolbox Sensor Suite*, la cual permite obtener valores digitales de color en formato RGB (rojo, verde y azul) a partir de fotografías. Para cada árbol se seleccionaron cinco hojas completamente desarrolladas, de las cuales se tomaron imágenes bajo condiciones similares de iluminación. La aplicación procesó las imágenes y generó valores numéricos de los componentes RGB, los cuales fueron utilizados para el análisis del color foliar como indicador del estado fisiológico de las plantas.

2.7.3. Peso en fresco.

Para la determinación del peso en fresco se recolectaron cinco hojas por planta, las cuales fueron pesadas en conjunto utilizando una balanza digital de precisión, sin someterlas a ningún proceso de secado.

2.7.4. Peso en seco.

El peso en seco se determinó a partir de las mismas cinco hojas utilizadas para el peso en fresco. Estas fueron secadas en estufa a una temperatura constante entre 65° C y 70 °C durante 48 horas, hasta alcanzar peso constante y posteriormente pesadas en conjunto con una balanza digital de precisión, con el fin de obtener la materia seca acumulada y posterior su porcentaje de humedad.

2.7.5. Cantidad de brotes nuevos.

Se contó el número de brotes nuevos que emergieron en una rama previamente seleccionada y marcada en cada árbol, realizando el conteo a los 30 y 60 días posteriores a la aplicación del tratamiento.

2.8. Diseño experimental

En la investigación se desarrolló un diseño experimental de bloques completos al azar (BCA), con 1 testigo + 6 aplicaciones + 3 repeticiones.

Tabla 3. Descripción del ensayo.

	Dimensión.
Área parcela total	81.6 m^2
Número de bloques (repeticiones)	3
Número de áreas experimentales	21
Distancia entre plantas	6.80 m

Figura 2. *Diseño del área de investigación.*

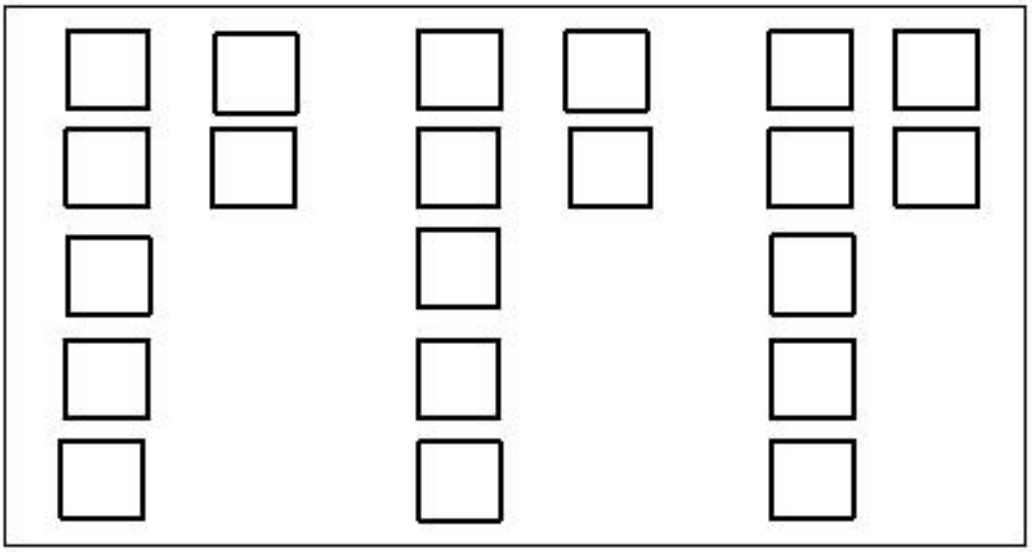
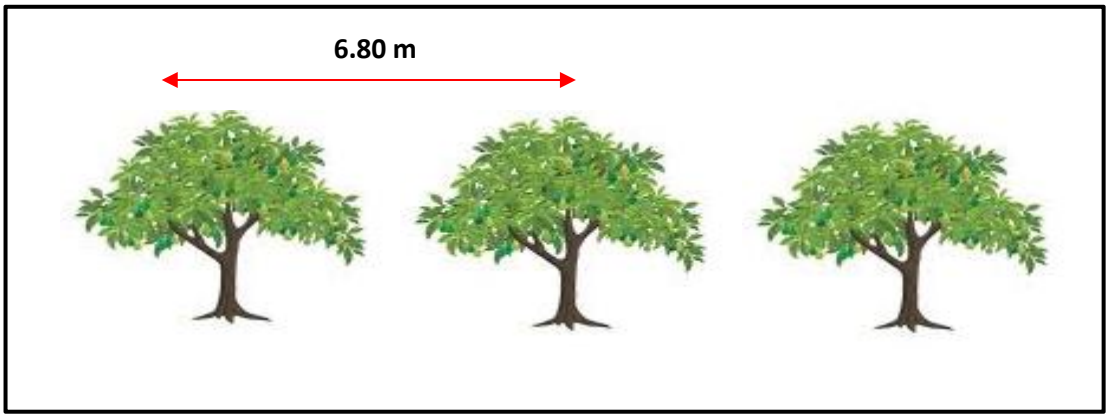


Figura 3. *Distribución de tratamientos en la parcela experimental (BCA).*

I BLOQUE		**II BLOQUE**		**III BLOQUE**	
Testigo	T4 (D2V1)	T4 (D2V1)	T3 (D1V3)	T2 (D1V2)	Testigo
T2 (D1V2)	T1 (D1V1)	T1 (D1V1)	T5 (D2V2)	T3 (D1V3)	T6 (D2V3)
T6 (D2V3)		Testigo		T4 (D2V1)	
T3 (D1V3)		T2 (V1V2)		T5 (D2V2)	
T5 (D2V2)		T6 (D2V3)		T1 (D1V1)	

Figura 4. *Distancia entre plantas.*



Tratamientos.

Tabla 4. *Tratamientos usados en el ensayo.*

Tratamientos	Factor D (nutri-hormonal)	Factor V (Volumen)	Descripción
T1	Nutri-hormonal D1 (0.5 cc/l)	V1 50 mL	Nutrihormonal (0.5 cc/L) con volumen de 50 mL
T2	Nutri-hormonal D1 (0.5 cc/L)	V2 100 mL	Nutrihormonal (0.5 cc/L) con volumen de 100 mL
T3	Nutri-hormonal D1 (0.5 cc/L)	V3 150 mL	Nutrihormonal (0.5 cc/L) con volumen de 150 mL
T4	Nutri-hormonal D2 (1 cc/L)	V1 50 mL	Nutrihormonal (1 cc/L) con volumen de 50 mL
T5	Nutri-hormonal D2 (1 cc/L)	V2 100 mL	Nutrihormonal (1 cc/L) con volumen de 100 mL
T6	Nutri-hormonal D2 (1 cc/L)	V3 150 mL	Nutrihormonal (1 cc/L) con volumen de 150 mL
TESTIGO T7	---	---	Sin aplicación

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÒN.

Contenido de clorofila y nitrógeno (SPAD).

Tabla 5. *Comparación de medias mediante prueba de Tukey para el nivel de clorofila a los 30 días después de la aplicación.*

Tratamiento	Medias	Rango
D1V2	36,34	A
D2V3	36,14	A
D2V2	35,51	A
D2V1	34,71	A
D1V1	34,58	A
D1V3	33,82	A
TESTIGO	27,21	B

Después de 30 días de la primera aplicación, se hallaron diferencias significativas en el porcentaje de concentración de clorofila entre los tratamientos ,según el análisis estadístico realizado con la prueba de tukey al 5 % los tratamientos que incluyeron la aplicación del complejo nutri-hormonal en dosis de 0.5 cc/L o 1 cc/L ,y con volúmenes de 50,100 y 150 mL (D1V2, D2V3, D2V2, D2V1, D1V1 y D1V3) mostraron un efecto muy positivo en la concentración de clorofila ,agrupándose todos en el mismo rango estadístico (rango A).Esto significa que ,aunque hubo diferencias numéricas entre ellos estas no fueron estadísticamente significativas .El tratamiento D1V2 (0,5 cc/L con 100 mL) fue el que obtuvo el valor más alto (36,34 SPAD), seguido muy de cerca por D2V3 (1 cc/L con 150 mL), con 36,14 . En cambio, el testigo (T7), que no recibieron ningún tipo de aplicación, obtuvo el valor más bajo 27,21 y fue el único que se ubicó en un

grupo estadístico distinto (grupo B), indicando que su desempeño fue significativamente inferior. Cómo resultado en general se refleja que el uso de complejo nutri-hormonal tuvo un efecto claro y beneficioso en el aumento de la concentración de clorofila en las plantas no tratadas. Estos resultados se relacionan con lo señalado por Andrea (2020), quien observó cómo el uso de compuestos nutricionales contribuye a mejorar el desarrollo y la coloración del follaje, ya que estos favorecen la formación de clorofila. Esto indica que la eficiencia del tratamiento depende del tipo y concentración del bioestimulante aplicado, lo cual explica los valores superiores en los distintos tratamientos en comparación con el testigo.

Tabla 6. *Comparación de medias mediante prueba de Tukey para el nivel de nitrógeno a los 30 días después de la aplicación.*

Tratamiento	Medias	Rango
D1V2	3,11	A
D2V3	3,09	A
D2V2	3,05	A
D2V1	2,98	A
D1V1	2,95	A
D1V3	2,89	AB
TESTIGO	2,45	B

El análisis de la variable porcentaje de nitrógeno en el follaje a los 30 días, indicados en la tabla 6 evidencian una influencia positiva de la aplicación del complejo nutri-hormonal sobre el contenido de nitrógeno presente en las hojas. Se observa que las plantas tratadas mostraron mayores valores en las lecturas (SPAD) en comparación con el testigo, lo que indica una mejor asimilación de este nutriente esencial. Según la

prueba realizada de tukey al 5% los tratamientos con Nutri-hormonal (D1V2, D2V3, D2V2, D2V1, D1V1 y D1V3) alcanzaron los valores promedio más altos, entre 2,98 y 3,11 SPAD, agrupándose dentro del mismo rango estadístico (A). Esto sugiere que las combinaciones en diferentes dosis y volúmenes aplicados generaron un efecto similar y positivo sobre el contenido de nitrógeno, reflejando la disponibilidad del mismo de manera positiva en el follaje. El tratamiento D1V2 (Nutri-hormonal 0,5 cc/L con volumen de 100 mL) presentó el valor más alto (3,11), mientras que el testigo registró el menor promedio (2,45), ubicándose en un grupo estadístico diferente (B). En general, estos resultados demuestran que se mejoró significativamente el nitrógeno presente en la planta. De manera similar Torres (2024) señalo en su estudio realizado en cultivos frutales como el uso de bioestimulantes contribuyen en el aumento de nitrógeno en el tejido foliar, al tener una mejora en los procesos de transporte y absorción de esta manera los tratamientos que reciben la solución mantuvieron niveles más estables demostrando como se sostiene su aprovechamiento a lo largo del periodo de crecimiento evaluado así mismo las lecturas SPAD estiman la concentración relativa de nitrógeno en las hojas a partir de la absorbancia de luz a longitudes de onda específicas. Debido a que una parte importante del nitrógeno foliar se encuentra asociada a la clorofila y a proteínas del aparato fotosintético, las variaciones en el contenido de nitrógeno se reflejan en cambios en la concentración de clorofila y, en consecuencia, en los valores SPAD. En este sentido Nampila (2018) demostró una correlación positiva entre las lecturas SPAD y el contenido total de nitrógeno determinado mediante análisis químicos de laboratorio, validando el uso de los valores SPAD como un estimador indirecto del estado nutricional nitrogenado de las hojas.

Tabla 7. *Comparación de medias mediante prueba de Tukey para el porcentaje de clorofila a los 60 días después de la aplicación.*

Tratamiento	Medias	Rango
D2V2	46.31	A
D2V3	45.60	AB
D1V3	44.49	AB
D1V2	43.95	AB
D2V1	41.65	B
D1V1	37.66	C
TESTIGO	28.61	D

A los 60 días después de la aplicación, el análisis de varianza seguido de la prueba de Tukey al 5 % mostró variaciones significativas en la concentración de clorofila entre los tratamientos. El tratamiento D2V2 (1 cc/L con 100 mL) presentó el valor más alto (46,31) y se ubicó de manera exclusiva en el rango A; esta dosis equilibrada permitió sostener la síntesis de clorofila durante esta etapa. Los tratamientos D2V3 (1 cc/L con 150 mL) y D1V3 (0,5 cc/L con 150 mL) alcanzaron valores relativamente altos y se agruparon en el rango AB, lo que señala que el aumento en el volumen mantiene un efecto positivo, aunque con una eficiencia ligeramente menor que la observada en D2V2. En contraste, el tratamiento D1V1 (0,5 cc/L con 50 mL) se ubicó en un rango inferior, reflejando que al haber menor disponibilidad del complejo nutri-hormonal limitó la capacidad de la planta para sostener la acumulación de clorofila. El testigo mantuvo el valor más bajo (28,61), confirmando la ausencia del efecto nutri-hormonal.El cambio observado a los 30 y 60 días sugiere que en la evaluación inicial los árboles aún no manifestaban la respuesta fisiológica al tratamiento; sin embargo, con el paso de los días, las diferencias en cuanto a disponibilidad y eficacia del nutriente se

hicieron más evidentes, permitiendo que tratamientos como el D2V2 manifestaran su mayor potencial y consolidaran estadísticas muy claras frente al resto. Los resultados obtenidos en el presente estudio concuerdan con lo reportado por Escobar (1993), quien demostró que la aplicación de diferentes nutrientes de forma directa al tronco aumenta considerablemente la concentración de clorofila en las hojas. En su experimento con olivos y durazneros, la inyección permitió revertir la clorosis y elevar los niveles de pigmentos fotosintéticos, indicando que la vía endoterápica favorece la llegada rápida de elementos esenciales a los tejidos foliares. Esto reafirma la idea de la endoterapia como un método alternativo y una estrategia efectiva para corregir deficiencias y estimular la actividad metabólica en cultivos perennes como el aguacate.

Tabla 8. Comparación de medias mediante prueba de Tukey para el porcentaje de nitrógeno a los 60 días después de la aplicación.

Tratamiento	Medias	Rango
D2V2	3.91	A
D2V3	3.68	AB
D1V3	3.65	B
D1V2	3.59	B
D1V1	3.58	B
D2V1	3.58	B
TESTIGO	2.96	C

El contenido de nitrógeno en las hojas a los 60 días posteriores a la aplicación del complejo nutri-hormonal mostró diferencias significativas entre los tratamientos. La prueba de comparación de medias mediante Tukey permitió agrupar los tratamientos según la similitud de sus valores, identificando las combinaciones que resultaron en las

mayores concentraciones de nitrógeno foliar. El tratamiento D2V2 (1 cc/L y 100 mL) presentó el valor más alto de nitrógeno (3,91) y se ubicó en el rango A, indicando que alcanzó la mayor concentración foliar. Asimismo, D2V3 (1 cc/L y 150 mL), con un valor de 3,68, se ubicó en el rango AB, lo que indica que no existe diferencia estadísticamente significativa entre D2V2 y D2V3, reflejando que ambas combinaciones favorecen de manera similar la acumulación de nitrógeno, aunque D2V2 alcanzó ligeramente el valor máximo. Los tratamientos D1V3 (3,65), D1V2 (3,59), D1V1 (3,58) y D2V1 (3,58) se ubicaron en el rango B, mostrando un aporte moderado de nitrógeno foliar. Entre estos tratamientos no se observaron diferencias significativas, lo que indica que todas estas combinaciones proporcionaron niveles similares de nitrógeno. Aunque estas aplicaciones del complejo nutri-hormonal mejoran la disponibilidad de nitrógeno respecto al testigo, no alcanzan las concentraciones observadas en los tratamientos de los rangos A y AB. Por su parte, el testigo, con un valor de 2,96, se ubicó en el rango C, evidenciando la menor concentración de nitrógeno debido a la ausencia de aplicación del complejo. Este resultado confirma que la disponibilidad natural de nitrógeno en el árbol es limitada y que la aplicación del complejo tiene un efecto significativo sobre la nutrición foliar. Durante la primera evaluación, las diferencias entre tratamientos fueron mínimas, lo que sugiere que la respuesta inicial de la planta aún estaba en desarrollo. Conforme avanzó el ciclo, la influencia del complejo nutri-hormonal se manifestó de manera más clara, indicando que la efectividad de las aplicaciones depende de un periodo de adaptación y asimilación por parte de la planta. Esto concuerda con lo reportado Alayón (2015) quien señaló que al inyectar una solución con nutrientes al tronco se mejora la distribución y utilización interna del nitrógeno en la planta, lo que ayuda a elevar la productividad sin necesidad de incrementar la cantidad total de fertilizante complementario. En este caso, los efectos observados en esta investigación evidencian cómo una aplicación y concentración correcta de un tratamiento puede acercarse a la dosis óptima, estimulando el crecimiento vegetativo y la capacidad productiva del árbol.La concentración correcta de un tratamiento puede acercarse a la dosis optima estimulando el crecimiento vegetativo y la capacidad productiva del árbol de aguacate.

Tabla 9. *Porcentaje de humedad a los 30 días después de la aplicación (DDA).*

Tratamiento	Medias	Rango
TESTIGO	65.17	A
D1V2	59.23	A
D2V3	56.69	A
D2V2	56.25	A
D2V1	55.25	A
D1V3	52.30	A
D1V1	51.67	A

El porcentaje de humedad foliar evaluado a los 30 días, se determinó a partir de la relación entre el peso fresco y el peso seco de las hojas, permitiendo conocer la proporción de agua contenida en el tejido frente a los componentes sólidos. Posterior a la aplicación del complejo nutri-hormonal se observó que el testigo presentó el valor más alto con 65,17 %, mientras que los tratamientos aplicados mediante endoterapia mostraron valores menores: D1V2 (59,23 %), D2V3 (56,69 %), D2V2 (56,25 %), D2V1 (55,25 %), D1V3 (52,30 %) y D1V1 (51,67 %). A pesar de estas diferencias, la prueba de Tukey ubicó a todos los tratamientos en el mismo rango A, indicando que no existen diferencias estadísticas significativas entre ellos. Esto sugiere que, en esta etapa temprana, la humedad del tejido foliar se mantiene dentro de valores normales y no se ve afectada directamente por la endoterapia, dado que la planta aún está en proceso de incorporar los nutrientes aplicados. Aunque los valores más bajos se observaron en D1V1 (51,67 %) y D1V3 (52,30 %), y los valores intermedios en D2V1 (55,25 %), D2V2 (56,25 %) y D2V3 (56,69 %), estas variaciones pueden considerarse propias de la fisiología de la hoja y del tejido foliar, reflejando diferencias naturales entre brotes y

hojas sin constituir un efecto directo del tratamiento. De manera indirecta, la endoterapia puede influir en la capacidad de la hoja para retener y manejar agua. Al suministrar nutrientes directamente al xilema, como nitrógeno, fósforo, potasio y otros componentes del complejo, se incrementa la disponibilidad interna de estos elementos para las hojas, sin depender del transporte desde las raíces. Esto favorece la síntesis de proteínas, carbohidratos, lípidos y estructuras celulares, aumentando el contenido seco de la hoja, que representa todos los componentes sólidos del tejido que no son agua, incluyendo nutrientes y estructuras de soporte. El aumento del contenido seco fortalece la estructura de la hoja y permite que las células retengan agua de manera más eficiente, aunque los porcentajes de humedad medidos a los 30 días no muestren cambios significativos. Esto optimiza la función fisiológica del tejido y prepara a las hojas para manejar mejor el agua en etapas posteriores. En correspondencia con lo señalado por Saura (2007), en su artículo donde analizo el contenido de agua en hojas, brotes y contenido de tejido vegetal seco en hojas de especies leñosas, se puede aplicar este concepto a los resultados. A excepción del testigo, la disminución de humedad puede estar relacionada con un incremento en el tejido foliar. De acuerdo con la autora, el contenido de tejido vegetal no compromete la funcionalidad, sino que permite una retención eficiente de agua y su aprovechamiento; esto estaría vinculado en la capacidad de mantener un equilibrio entre el porcentaje de tejido vegetal y agua.

Tabla 10. *Porcentaje de humedad a los 60 (DDA) después de la aplicación.*

Tratamiento	Medias (SPAD)	Rango
TESTIGO	61.33	A
D1V1	42.33	B
D2V1	39.33	B
D1V2	36.67	BC
D2V2	34.00	BC
D1V3	32.00	BC
D2V3	28.33	C

A los 60 días después de la aplicación (DDA), el testigo presentó el mayor porcentaje de humedad foliar (65,17 %), ya que no recibió aplicación alguna y su equilibrio hídrico permaneció normal. En contraste, los tratamientos aplicados mediante endoterapia mostraron valores menores, según la dosis y el volumen aplicado: D1V1 (51,67 %), D1V2 (59,23 %), D1V3 (52,30 %), D2V1 (55,25 %), D2V2 (56,25 %) y D2V3 (56,69 %).Esto se debe a que la endoterapia introduce los nutrientes disponibles en la solución Terranova Complex directamente al sistema vascular del árbol, acelerando su distribución hacia las hojas y generando ajustes fisiológicos que incluyen un incremento en la actividad metabólica, cambios en la transpiración y mayor demanda de energía, lo que puede provocar que las hojas pierdan más agua o retengan menos humedad que el testigo.Por esta razón, los tratamientos con mayor dosis y mayor volumen, como D2V3 (1 cc/L y 150 mL), muestran la reducción más marcada en el porcentaje de humedad, descendiendo al rango C.Los nutrientes disponibles en la solución Terranova Complex, como nitrógeno (10 %), fósforo (12-15 %) y potasio (10 %), favorecen la síntesis de proteínas y carbohidratos; el calcio (0,10 %) y el magnesio (0,20-0,40 %) fortalecen la pared celular y la estructura foliar; y los

reguladores de crecimiento (citoquininas y auxinas), junto con carbohidratos como el manitol presentes en la solución, mejoran la expansión celular y la turgencia, fortaleciendo la hoja y optimizando la retención de agua. Estos cambios reflejan la acción de la endoterapia y los nutrientes disponibles en la solución Terranova Complex, que mejoran la nutrición foliar, incrementan el contenido seco y fortalecen la estructura de la hoja, optimizando la regulación hídrica, la brotación y el desarrollo vegetativo, contribuyendo a la productividad del árbol de aguacate a largo plazo. Esto concuerda con Hodgson (2011) en su estudio sobre el contenido de tejido vegetal en la hoja en la hoja (Leaf Dry Matter Content, LDMC), el cual define como un rasgo funcional que determina la densidad y estructura foliar y se relaciona con la capacidad de la hoja para retener agua y mantener su estado fisiológico. Por tal motivo los tratamientos que generan menor humedad y mayor LMDC como en el caso de D2V3 y D2V2 podrían favorecer hojas estructuralmente sanas, capaces de gestionar su contenido hídrico y sostener el desarrollo vegetal junto a la brotación.

Tabla 11. *Total de brotes nuevos observados a los 30 y 60 DDA.*

Tratamiento	Medias	Rango
D2V3	48.15	A
D2V2	46.89	AB
D1V3	41.11	ABC
D2V1	32.27	ABC
D1V2	30.92	ABC
D1V1	29.36	BC
TESTIGO	27.48	C

En los resultados obtenidos, el tratamiento combinado D2V3 es el que destaco ubicándose en el rango A con un valor promedio de (48.15 %). Esta combinación resulto efectiva para estimular el desarrollo de brotes seguido de cerca por D2V2, con (46.89). El análisis estadístico revela que no existe una diferencia significativa entre los dos tratamientos, ya que D2V3 se ubica en el rango A y D2V2 en AB, ambos favorecen el desarrollo de brotes nuevos. El testigo por su parte se mantiene en un rango bajo atribuida a la ausencia de estímulos nutricionales que potencien la activación y elongación en el desarrollo de nuevos brotes. De manera complementaria esto concuerda con lo señalado por Leigh (2022).En su revisión sobre la inyección en el tronco como herramienta para suministrar materiales de protección vegetal y su capacidad para alcanzar hojas, ramas y yemas, este hallazgo confirma que, si se aplica endoterapia con compuestos bioactivos como reguladores de crecimiento o biostimulantes utilizando el flujo de savia a través del xilema, estas sustancias pueden alcanzar los tejidos vegetativos superiores, incluidas yemas latentes potenciando su activación y la formación de brotes.

Tabla 12. *Interpretación de colores del follaje a los 60 DDA.*

Tratamiento	Código	Interpretación	Imagen
D2V2	#3C623E	Verde muy oscuro	
D2V3	#4D7829	Verde intenso con ligero matiz amarillento	
D1V3	#5D7B55	Verde medio–oscuro	
D1V2	#6C935E	Verde medio	

D2V1	#858A6B	Verde oliva apagado.	
D1V1	#A6B79B	Verde pálido	
TESTIGO	#D8D1A0	Amarillo–crema	

En la tabla 12 representa los resultados de la determinación del color de la hoja a los 60 días, obtenidos mediante la aplicación Physics Toolbox, con valores expresados en códigos hexadecimales que representan las tonalidades observadas en los diferentes tratamientos. Los colores registrados mostraron variaciones desde tonos verde muy oscuro hasta amarillos pálidos, reflejando diferencias fisiológicas asociadas a la respuesta del cultivo frente a la aplicación del producto mediante endoterapia. Los tratamientos de mejor desempeño, D2V2 y D2V3, presentaron tonalidades de verde muy oscuro e intenso (#3C623E y #4D7829, respectivamente), indicativas de una mayor acumulación de clorofila, elevada actividad fotosintética y eficiente absorción del complejo nutri-hormonal. En los tratamientos D1V3 y D1V2 se observaron tonalidades

verdes medio–oscuro (#5D7B55 y #6C935E), relacionadas con una respuesta fisiológica moderada. Por el contrario, los tratamientos D2V1 y D1V1 mostraron colores verde apagado y verde pálido (#858A6B y #A6B79B), lo cual sugiere limitaciones en la movilidad y absorción del producto debido principalmente al bajo volumen aplicado. Finalmente, el testigo presentó un color amarillo–crema (#D8D1A0), característico de deficiencia nutricional y baja actividad fotosintética. En conjunto, estos cambios en el color del follaje, medidos mediante Physics Toolbox, evidencian de manera visual el estado fisiológico del cultivo y su relación directa con las eficiencias de fotosíntesis y el contenido de clorofila bajo condiciones de aplicación endoterápica. La caracterización del color aportó un criterio adicional para sustentar la interpretación fisiológica del cultivo, al permitir una lectura objetiva de las variaciones cromáticas generadas por los tratamientos evaluados, lo cual facilita la integración de herramientas digitales en el análisis agronómico, al proporcionar una medida cuantificable que respalda los patrones observados en las variables fisiológicas tradicionales. En este sentido, lo señalado por Jindi (2014) , resulta pertinente, pues destacan que los sistemas de análisis digital constituyen una alternativa precisa para monitorear modificaciones en la intensidad del verde asociadas al estado nutricional del follaje, por tanto, la incorporación de esta metodología fortalece la rigurosidad del estudio y contribuye a una interpretación más sólida de la respuesta del cultivo frente a la aplicación endoterápica del producto.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- La comparación entre las dosis del complejo nutri-hormonal permitió identificar qué (1,0 cc/L) fue la que ofreció respuestas fisiológicas marcadas y consistentes. Con esta dosis, las plantas registraron mayor concentración de clorofila, mejores niveles de nitrógeno y un incremento mayor en la brotación, acompañado de tonalidades verde oscuro que reflejan vigor y óptimo funcionamiento fotosintético. Más allá de los valores registrados, la dosis promovió un estado general equilibrado y saludable en el follaje, situación que demuestra una adecuada asimilación del compuesto aplicado mediante endoterapia. Por lo tanto, se concluye que 1,0 cc/L fue la dosis que permitió potenciar el desempeño fisiológico del cultivo de aguacate de manera sostenible y segura.
- El análisis de los diferentes volúmenes aplicados permitió determinar que 100 mL fue el nivel que mejor favoreció la movilidad interna, absorción y eficiencia del complejo nutri-hormonal. Este volumen generó respuestas superiores en clorofila, nitrógeno y brotación, además de una coloración foliar más intensa y uniforme, indicadores que reflejan un cultivo bien nutrido y en constante actividad metabólica. Aunque volúmenes mayores también mostraron mejoras, su comportamiento no superó de forma significativa al de 100 mL, lo que confirma que el volumen más la dosis logra el equilibrio ideal entre eficacia fisiológica y uso responsable del producto. Por lo tanto, 100 mL constituyó el volumen óptimo para garantizar la efectividad del complejo nutri-hormonal aplicado por endoterapia vegetal.
- La evaluación general del complejo nutri-hormonal aplicado mediante endoterapia permitió observar mejoras relevantes en el estado fisiológico del cultivo de aguacate. Los tratamientos con intervención mostraron incrementos en el nivel de clorofila, concentración de nitrógeno y formación de brotes nuevos, además de tonalidades foliares más intensas y saludables. Estos cambios no solo representan valores numéricos, sino una respuesta real y visible en la vitalidad del cultivo,

demostrando un metabolismo más activo y una mayor eficiencia en la movilización de nutrientes. En síntesis, los resultados señalan que la endoterapia es una herramienta efectiva, precisa y capaz de fortalecer la salud del follaje y contribuye al manejo agronómico responsable del aguacate.

4.2. RECOMENDACIONES

- Con base en los resultados obtenidos, se recomienda aplicar una dosis de 1,0 cc/L del complejo nutri-hormonal por punto de inyección, esta cantidad permite garantizar una correcta asimilación de los componentes activos y favorece un estado fisiológico sólido. Su empleo en futuros procedimientos permitirá mantener arboles más equilibrados, con un buen nivel en la capacidad fotosintética y adecuada formación de brotes nuevos.
- Se considera adecuado utilizar un volumen de 100 mL, dado que este nivel optimiza la movilidad interna del compuesto y promueve una respuesta fisiológica consistente. Mantener este volumen evita excesos, reduce costos innecesarios y asegura la capacidad de acción al aplicar. Para productores o investigadores, este volumen dado representa un punto de equilibrio entre rendimiento y buena práctica agronómica.
- Se sugiere replicar la investigación en diferentes especies vegetales, con el propósito de validar la eficiencia de la dosis y el volumen óptimos determinados en este estudio.
- Se recomienda continuar utilizando el método de endoterapia como herramienta de apoyo en el manejo nutricional del aguacate, ya que demostró ser un método eficiente, seguro y con efectos positivos notables en el desarrollo fisiológico. Su uso controlado permite gestionar necesidades específicas del cultivo sin afectar el entorno, promoviendo un manejo más responsable y sostenible.

BIBLIOGRAFÌA.

Alayón, P. (2015). *RIUNNE.* Obtenido de Effects of nutritional trunk injections on valencia late orange production: https://repositorio.unne.edu.ar/handle/123456789/51397

Andrea, P. (21 de 10 de 2020). *Repositorio Universidad Técnica de Ambato.* Obtenido de ‘‘APLICACIÓN DE FOSFITO DE POTASIO UTILIZANDO LA TÉCNICA DE ENDOTERAPIA VEGETAL EN LA PRODUCCIÓN DE CLAUDIA (Prunus domestica)’’: https://repositorio.uta.edu.ec/items/67772b08-6a33-454d-8325-d6dbc31e46ce

Edifarm. (2025). *Edifarm,Ecuador.* Obtenido de TERRANOVA COMPLEX: https://quickagro.edifarm.com.ec/pdfs/productos/TERRANOVACOMPLEX-20160808-154124.pdf

Escobar, F. (01 de 03 de 1993). *ResearchGate* . Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/277807628_Overcoming_Iron_Chlorosis_in_Olive_and_Peach_Trees_Using_a_Low-pressure_Trunk-injection_Method

Ganadería, M. d. (2024). *Ministerio de Agricultura y Ganadería.* Obtenido de Subsecretaría de Producción Agrícola, Manual de manejo productivo de aguacate: https://sipa.agricultura.gob.ec/boletines/situacionales/2023/manual_manejo_productivo_aguacate.pdf

Ganaderia, M. d. (2024). *Sipa agricultura.* Obtenido de Manejo productivo de aguacate: https://sipa.agricultura.gob.ec/boletines/situacionales/2023/manual_manejo_productivo_aguacate.pdf

Guerra, A., & Aguirre, B. (2020). *Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).* Obtenido de Manual de identificación de plagas y enfermedades del cultivo de aguacate (Persea americana var. Hass) en Guatemala: https://cria.iica.int/system/files/files/2025-03/Manual%20Aguacate-REV-FINAL-22-En-2020.pdf

Haifa. (2023). *Haifa group.* Obtenido de Crop Recommendations Aguacate: https://www.haifagroup.com/es/nutrici%C3%B3n-del-aguacate

Hodgson, J. (21 de 09 de 2011). *National Center for Biotechnology Information.* Obtenido de Is leaf dry matter content a better predictor of soil fertility than specific: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3197453

INAMHI. (2016). *Informe de gestión.* Obtenido de Tungurahua https://servicios.inamhi.gob.ec/.

Jindi, W. (10 de 2014). *Science Direct.* Obtenido de LAINet – A wireless sensor network for coniferous forest leaf area index measurement: Design, algorithm and validation: https://doi.org/10.1016/j.compag.2014.08.003

Leigh, A. (19 de 06 de 2022). *MDPI.* Obtenido de Trunk Injection as a Tool to Deliver Plant Protection Materials—An Overview of Basic Principles and Practical Considerations: https://www.mdpi.com/2311-7524/8/6/552

Lopez, M., & Vásquez, G. (2019). *Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA).* Obtenido de https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Informes%20Finales%20IICA-CRIA%202020/18%20AGUACATE/Caracterización-CUNOROC-CLópez/Caract%20Aguacate-CUNOROC.pdf

Mapcarta. (2022). Obtenido de Ubicación.: https://mapcarta.com/19648742.

Muñoz, A. (2018). *Phytoma España:Revista Profesional de Sanidad Vegetal.* Obtenido de Estudio de caracterización de daños compatibles con ‘ la seca ’ de la encina en el Monte del Pardo y propuesta de actuaciones.

Nampila. (2018). *ISHS Acta Horticulturae.* Obtenido de Using a chlorophyll meter (SPAD-502) to estimate the total chlorophyll and nitrogen contents in leaves of ‘Manee-Esan’ pummelo. Acta Horticulturae, 1208, 325–332.: https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1208.44

Pérez, M., & López, A. (2018). *Revista Agrícola Andina.* Obtenido de Redalyc: https://www.redalyc.org/pdf/757/75749283006.pdf

Porras, J. (2019). *Pontificia Unviversidad Católica del Ecuador* . Obtenido de Plan de negocios para la creación de una empresa exportadora de aguacate variedad Hass hacia el mercado holandés: https://repositorio.puce.edu.ec/items/8e705484-0233-444d-87a0-fc9b99be3f52

Quilca, I. (2022). *Repositorito Universida Técnica de Ambato.* Obtenido de Aplicación de extracto vegetal del ají mediante endoterapia para el control de Tetranychus urticae en el cultivo de babaco (Vasconcellea x heilbornii): https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/36332:

Riofrio, V. (2023). *Repositorio Universidad Técnica de Ambato.* Obtenido de Evaluación del extracto vegetal Maitenus leavis para el control de áfidos

mediante endoterapia vegetal en el cultivo de limón sutil (Citrus aurantifolia): https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/39763:

Saura, S. (19 de 03 de 2007). *Oxford Academic.* Obtenido de Leaf and Shoot Water Content and Leaf Dry Matter Content of Mediterranean Woody Species with Different Post-fire Regenerative Strategies: https://academic.oup.com/aob/article-abstract/99/3/545/2465063

Supe, T. (2024). *Repositorio Universidad Técnica de Ambato.* Obtenido de Evaluación de tres métodos de aplicación de agroquímicos en el cultivo de aguacate (Persea americana): https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/41123:

Torres, S. (08 de 02 de 2024). *Repositorio Universidad Técnica de Ambato.* Obtenido de Evaluación de tres métodos de aplicación de agroquímicos en el cultivo de aguacate (Persea americana)": https://repositorio.uta.edu.ec/items/2b39b454-280b-47d9-ab85-d7b41f9e0263

Valencia, P. (2022). *Repositorio Universida Técnica de Ambato.* Obtenido de Aplicación de extracto vegetal del ají mediante endoterapia para el control de Tetranychus urticae en el cultivo de babaco (Vasconcellea x heilbornii): https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/31947:

ANEXOS

Anexo 1. *Instalación de mangueras para endoterapia.*



Anexo 2. *Etiquetación de tratamientos.*



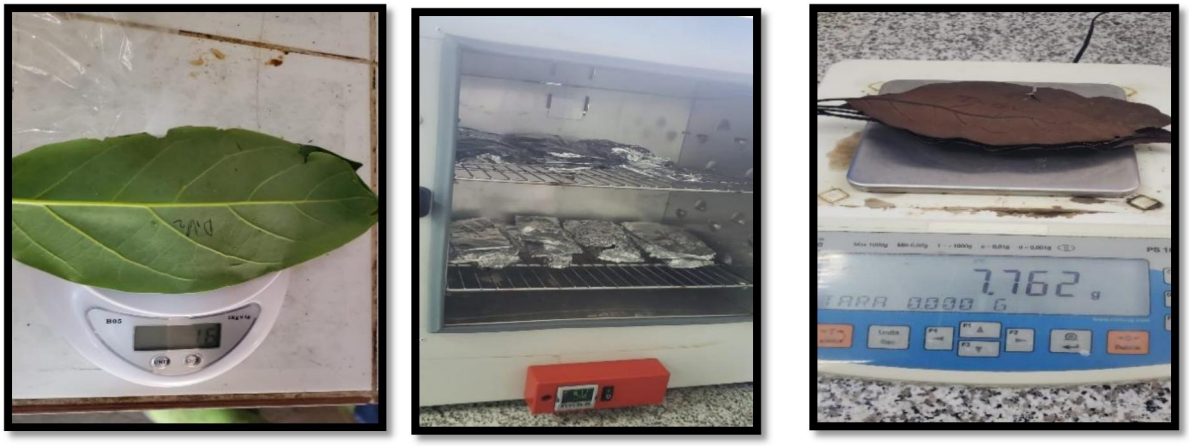
Anexo 3. *Aplicación de dosis.*



Anexo 4. *Toma de datos (Clorofila, nitrógenos, números de brotes y color de hojas).*



Anexo 5. *Toma de datos en peso fresco y seco.*



Anexo 6. *Porcentaje de clorofila a los 30 días después de la aplicación.*

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Promedio CHL	21	0,76	0,65	5,94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	177,99	6	29,66	7,26	0,0011
Tratamiento	177,99	6	29,66	7,26	0,0011
Error	57,24	14	4,09		
Total	235,23	20			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,63747

Error: 4,0887 gl: 14

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
D1V2	36,34	3	1,17	A
D2V3	36,14	3	1,17	A
D2V2	35,51	3	1,17	A
D2V1	34,71	3	1,17	A
D1V1	34,58	3	1,17	A
D1V3	33,82	3	1,17	A
TESTIGO	27,21	3	1,17	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo 7. *Porcentaje de nitrógeno a los 30 días.*

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Promedio N.	21	0.71	0.59	5.62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.94	6	0.16	5.73	0.0034
Tratamiento	0.94	6	0.16	5.73	0.0034
Error	0.38	14	0.03		
Total	1.32	20			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.45981

Error: 0.0272 gl: 14

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
D1V2	3.11	3	0.10	A	
D2V3	3.09	3	0.10	A	
D2V2	3.05	3	0.10	A	
D1V3	2.98	3	0.10	A	
D2V1	2.95	3	0.10	A	
D1V1	2.89	3	0.10	A	B
TESTIGO	2.45	3	0.10		B

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

Anexo 8. *Concentración de clorofila en follaje a los 60 DDA.*

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Promedio CHL	21	0.96	0.94	3.64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	706.52	6	117.75	52.19	<0.0001
Tratamiento	706.52	6	117.75	52.19	<0.0001
Error	31.59	14	2.26		
Total	738.11	20			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=4.18766

Error: 2.2561 gl: 14

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
D2V2	46.31	3	0.87	A		
D2V3	45.60	3	0.87	A	B	
D1V3	44.49	3	0.87	A	B	
D1V2	43.95	3	0.87	A	B	
D2V1	41.95	3	0.87		B	
D1V1	37.66	3	0.87			C
TESTIGO	28.61	3	0.87			D

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

Anexo 9. *Porcentaje de nitrógeno a los 60 días.*

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Promedio N	21	0.93	0.90	2.55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.52	6	0.25	30.67	<0.0001
Tratamiento	1.52	6	0.25	30.67	<0.0001
Error	0.12	14	0.01		
Total	1.64	20			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.25378

Error: 0.0083 gl: 14

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
D2V2	3.91	3	0.05	A		
D2V3	3.68	3	0.05	A	B	
D1V3	3.65	3	0.05		B	
D1V2	3.59	3	0.05		B	
D1V1	3.58	3	0.05		B	
D2V1	3.58	3	0.05		B	
TESTIGO	2.96	3	0.05			C

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

Anexo 10. *Porcentaje de humedad a los 30 DDA.*

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
% Humedad	21	0.43	0.19	10.45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	375.09	6	62.51	1.78	0.1743
Tratamiento	375.09	6	62.51	1.78	0.1743
Error	490.41	14	35.03		
Total	865.50	20			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=16.50097

Error: 35.0295 gl: 14

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
TESTIGO	65.17	3	3.42	A
D1V2	59.23	3	3.42	A
D2V3	56.69	3	3.42	A
D2V2	56.25	3	3.42	A
D2V1	55.25	3	3.42	A
D1V3	52.30	3	3.42	A
D1V1	51.67	3	3.42	A

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

Anexo 11. *Porcentaje de humedad a los 60 DDA.*

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
% Humedad	21	0.91	0.86	10.16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2109.24	6	351.54	22.24	<0.0001
Tratamiento	2109.24	6	351.54	22.24	<0.0001
Error	221.33	14	15.81		
Total	2330.57	20			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=11.08541

Error: 15.8095 gl: 14

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
TESTIGO	61.33	3	2.30	A		
D2V1	42.33	3	2.30		B	
D1V3	39.33	3	2.30		B	C
D1V2	36.67	3	2.30		B	C
D2V2	34.00	3	2.30		B	C
D1V1	32.00	3	2.30		B	C
D2V3	28.33	3	2.30			C

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

Anexo 12. *Porcentaje de brotes nuevos a los 30 y 60 DDA*

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Porc_Brotación (%)	21	0.68	0.55	18.12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1338.14	6	223.02	5.07	0.0058
Tratamiento	1338.14	6	223.02	5.07	0.0058
Error	615.69	14	43.98		
Total	1953.83	20			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=18.48890

Error: 43.9782 gl: 14

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
D2V3	48.15	3	3.83	A		
D2V2	46.89	3	3.83	A	B	
D1V3	41.11	3	3.83	A	B	C
D2V1	32.27	3	3.83	A	B	C
D1V2	30.92	3	3.83	A	B	C
D1V1	29.36	3	3.83		B	C
TESTIGO	27.48	3	3.83			C

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