

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



**EVALUACIÓN DE SUSTRATOS Y TIPOS DE INJERTOS PARA LA PRODUCCIÓN
DE PLANTAS DE AGUACATE (*Persea americana* Mill.) VAR. FUERTE EN EL
CANTÓN PIMAMPIRO**

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniera Agropecuaria

AUTORA:

Patricia Elizabeth Borja Pujota

DIRECTOR

Ing. Telmo Fernando Basantes Vizcaíno, MSc.

Ibarra-2025

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

EVALUACIÓN DE SUSTRATOS Y TIPOS DE INJERTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE AGUACATE (*Persea americana* Mill.) VAR. FUERTE EN EL CANTÓN PIMAMPIRO

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener Título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

APROBADO:

MSc. Telmo Fernando Basantes Vizcaíno

DIRECTOR



FIRMA

MSc. Juan Pablo Aragón

ASESOR



FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004251805		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Patricia Elizabeth Borja Pujota		
DIRECCIÓN:	Pimampiro		
EMAIL:	peborjap@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	983306024

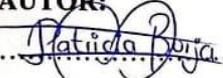
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Evaluación de sustratos y tipos de injertos para la producción de plantas de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.) var. <i>fuerte</i> en el cantón Pimampiro
AUTOR (ES):	Borja Pujota Patricia Elizabeth
FECHA DE APROBACIÓN: DD/MM/AAAA	30/6/2025
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Agropecuaria
DIRECTOR:	MSc. Telmo Fernando Basantes Vizcaíno

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 30 días del mes de junio de 2025

EL AUTOR:

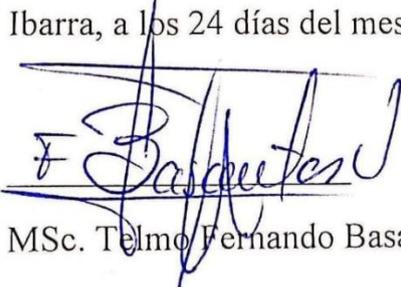
.....


Borja Pujota Patricia Elizabeth

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Borja Pujota Patricia Elizabeth, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 24 días del mes de junio de 2025

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'F. Basantes', written over a horizontal line.

MSc. Telmo Fernando Basantes Vizcaíno

DIRECTOR DE TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 24 días del mes de junio del 2025

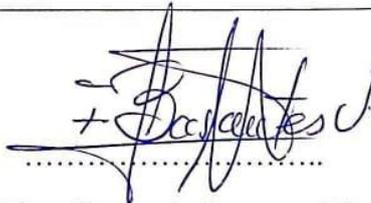
Patricia Elizabeth Borja Pujota: Evaluación de sustratos y tipos de injertos para la producción de plantas de aguacate (*Persea americana* Mill.) var. *fuerte* en el cantón Pimampiro /Trabajo de titulación. Ingeniera Agropecuaria.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 24 días del mes de junio del 2025, 68 páginas.

DIRECTOR: Msc. Telmo Fernando Basantes Vizcaíno

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar sustratos y tipos de injertos para la producción de plantas de aguacate (*Persea americana* Mill.) var. *fuerte* en el cantón Pimampiro

Entre los objetivos específicos se encuentran: 1. Determinar el efecto del sustrato en el porcentaje de germinación de semillas de aguacate criollo nacional. 2. Caracterizar el comportamiento agronómico de los brotes entre los tipos de injerto para la propagación de plantas de aguacate. 3. Analizar los resultados económicos de los tratamientos en estudio.



MSc. Telmo Fernando Basantes Vizcaíno

Director de Trabajo de Grado



Patricia Elizabeth Borja Pujota

Autora

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por darme la voluntad, sabiduría y fuerza para continuar y alcanzar una meta más en mi vida.

Le doy gracias a mi madre Martha Pujota y padre Milton Borja que son un pilar fundamental en mi vida, por comprenderme, alentarme, acompañarme y motivarme durante todos estos años de estudio. A mi hermano Gilmar Borja por su apoyo incondicional.

A la Universidad Técnica del Norte por darme la oportunidad de cumplir una meta más en mi vida profesional.

De igual manera a los docentes que formaron parte de mi trayectoria en esta etapa y en especial a quienes me apoyaron desde el inicio en este trabajo de grado; Ing. Fernando Basantes, MSc., e Ing. Magaly Cañarejo PhD gracias por sus enseñanzas y apoyo profesional en este trabajo de investigación, sin su paciencia y constancia este trabajo no se habría logrado.

También agradecer a mis compañeros y amigos que siempre me apoyaron y me impulsaron para que siga adelante gracias por sus palabras de motivación, siempre los llevaré en mis mejores recuerdos.

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico principalmente a mis padres Milton Borja y Martha Pujota por su esfuerzo y sacrificio durante todos estos años quienes con su ejemplo, amor y apoyo constante me enseñaron a ser perseverante en todo momento. A mi hermano Gilmar Borja por estar siempre presente, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindó a lo largo de esta etapa de mi vida.

A mi hijo Eithan mi motor de vida y mi mayor inspiración. Cada esfuerzo, cada desvelo y cada logro son para ti, para demostrarte que con amor, dedicación y perseverancia no existen límites para alcanzar lo que deseamos. Gracias por llenar mis días de alegría y por ser la luz que guía cada paso en mi vida. Te amo inmensamente.

A mi pareja Milton Bejarano por su apoyo, motivación y comprensión durante todo este proceso. Sin ellos nada de esto habría sido posible.

Patricia Borja

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE FIGURAS	4
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE ANEXOS	6
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
CAPITULO I	9
INTRODUCCIÓN	9
1.1 Antecedentes	9
1.2 Problema de Investigación	10
1.3 Justificación	11
1.4 Objetivos	12
<i>1.4.1 Objetivo general</i>	12
<i>1.4.2 Objetivo específico</i>	12
1.5 Hipótesis	12
<i>Hipótesis nula (Ho):</i>	12
<i>Hipótesis alternativa (Ha):</i>	12
CAPITULO II	13
MARCO TEORICO	13
2.1 Aguacate (<i>Persea americana</i> Mill)	13
2.2 Descripción taxonómica del aguacate	14
2.3 Descripción botánica del aguacate	14
2.3.1 <i>Raíz</i>	15
2.3.2 <i>Tallo</i>	15
2.3.3 <i>Hojas</i>	15
2.3.4 <i>Semilla</i>	15
2.3.5 <i>Fruto</i>	15
2.3.6 <i>Flores</i>	16
2.4 Propagación del aguacate	16
2.4.1 <i>Propagación por semilla</i>	16
2.5 Propagación por injertos	16
2.6 Tipos de injertos	16
2.6.1 <i>Injerto púa lateral</i>	17
2.6.2 <i>Injerto púa terminal</i>	17

2.6.3 <i>Injerto de yema</i>	18
2.7 Tipos de sustratos	19
2.7.1 <i>Características de los sustratos</i>	19
2.7.2 <i>Humus</i>	20
2.7.3 <i>Pomina</i>	20
2.7.4 <i>Tierra de sitio</i>	20
2.7.5 <i>Compost (Hojarasca)</i>	20
2.8 Marco Legal	21
CAPITULO III	22
MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1 Caracterización del área de estudio	22
3.2 Materiales, equipos, insumos y herramientas	23
3.3. Métodos	24
3.3.1 <i>Factores en estudio</i>	24
3.3.2 <i>Tratamientos</i>	24
3.4 Diseño experimental.	25
3.4.1 <i>Características del experimento</i>	26
3.5 Análisis estadístico	27
3.6 Variables de estudio	27
3.6.1. <i>Porcentaje de germinación</i>	27
3.6.2. <i>Altura de la planta</i>	28
3.6.3. <i>Diámetro del tallo</i>	28
3.6.4. <i>Clorofila</i>	28
3.6.5. <i>Porcentaje de prendimientos de injertos</i>	28
3.6.6. <i>Relación Beneficio/Costo</i>	28
3.7 Manejo específico del experimento (Fase Campo)	29
3.7.1 <i>Recolección de frutos</i>	29
3.7.1 <i>Selección de semillas</i>	30
3.7.2 <i>Desinfección de semillas</i>	30
3.7.3 <i>Mezcla de sustratos</i>	30
3.7.4 <i>Enfundado de sustratos</i>	31
3.7.5 <i>Siembra</i>	31
3.7.6 <i>Riego</i>	32
3.7.7 <i>Cobertura de fundas</i>	32
3.4.8 <i>Fertilización</i>	32

3.4.9 Control fitosanitario.....	32
3.4.10 Injerto- Selección de yemas.....	32
3.4.11 Preparación y selección de patrones	32
4.3.12 Recolección de varetas.....	33
4.3.13 Injerto.....	33
4.3.14 Protección del injerto.....	33
CAPITULO IV.....	34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1 Porcentaje de germinación.....	34
4.2 Altura de la planta	36
4.3 Diámetro del tallo.....	37
4.4. Clorofila	39
4.5 Porcentaje de prendimientos de injertos	41
4.6 Relación Beneficio/Costo	42
CAPITULO V	44
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
5.1 CONCLUSIONES	44
5.2 RECOMENDACIONES	44
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Morfología de la planta de aguacate de acuerdo con ARBORETUM (2016)</i> .	14
Figura 2 <i>Método de injerto de púa lateral según el INIAP (2023)</i>	17
Figura 3 <i>Procedimiento de injerto de púa terminal de acuerdo con el INIAP (2023)</i> ...	18
Figura 4 <i>Proceso de injerto de yema conforme al INIAP (2023)</i>	18
Figura 5 <i>Localización geográfica de la zona de estudio cantón Pimampiro provincia Imbabura</i>	22
Figura 6 <i>Croquis del ensayo Diseño de Bloques Completos al Azar con parcelas divididas</i>	26
Figura 7 <i>Variables evaluadas durante la investigación</i>	27
Figura 8 <i>Frutos de aguacate nacional utilizadas como portainjerto para el estudio</i> ...	29
Figura 9 <i>Semillas del aguacate nacional utilizadas en la investigación</i>	30
Figura 10 <i>Actividades previas de la experimentación</i>	31
Figura 11. <i>Actividades realizadas durante la investigación en la fase de injerto</i>	33
Figura 12 <i>Resultados obtenidos para porcentaje de germinación de aguacate (Persea americana Mill) var. nacional bajo tres tipos de sustrato</i>	35
Figura 13 <i>Altura de la planta de aguacate (Persea americana Mill) var. nacional bajo tres sustratos</i>	36
Figura 14 <i>Diámetro del tallo del aguacate (Persea americana Mill) var. nacional en invernadero bajo tres dosificaciones de sustrato en diferentes proporciones</i>	38
Figura 15 <i>Contenido de clorofila de la planta de aguacate (Persea americana Mill) var. nacional en función de tres sustratos diferentes</i>	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Clasificación taxonómica del aguacate</i>	14
Tabla 2	<i>Condiciones climáticas del área de estudio cantón Pimampiro</i>	23
Tabla 3	<i>Materiales de campo, insumos, herramientas y materiales de oficina</i>	23
Tabla 4	<i>Descripción de los tratamientos aplicados en estudio</i>	25
Tabla 5	<i>Características del experimento</i>	26
Tabla 6	<i>ADEVA de porcentaje de germinación del aguacate (Persea americana Mill) var. nacional por sustrato</i>	34
Tabla 7	<i>ADEVA altura de la planta del aguacate (Persea americana Mill) var. nacional en tres sustratos</i>	36
Tabla 8	<i>ADEVA diámetro de la planta del aguacate (Persea americana Mill) var. nacional por días y sustrato</i>	38
Tabla 9	<i>ADEVA para nivel de clorofila en la planta del aguacate (Persea americana Mill) var. nacional en la interacción días y tipo de sustrato</i>	39
Tabla 10	<i>Porcentaje de prendimiento del injerto de la planta de aguacate (Persea americana Mill) var. fuertel en función de injerto y sustrato</i>	41
Tabla 11	<i>Evaluación económica (USD) del efecto de cada uno de los tratamientos desarrollados en la producción de plantas de aguacate var. fuerte</i>	42

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. <i>Análisis de suelo del compost utilizado en la investigación</i>	51
Anexo 2. <i>Análisis de suelo de tierra de sitio utilizado en la investigación</i>	52
Anexo 3. <i>Costos de los insumos utilizados en la evaluación del tratamiento T1</i>	53
Anexo 4. <i>Costos de los insumos utilizados en la evaluación del tratamiento T2</i>	54
Anexo 5. <i>Costos de los insumos utilizados en la evaluación del tratamiento T3</i>	55
Anexo 6. <i>Costos de los insumos utilizados en la evaluación del tratamiento T4</i>	56
Anexo 7. <i>Costos de los insumos utilizados en la evaluación del tratamiento T5</i>	57
Anexo 8. <i>Costos de los insumos utilizados en la evaluación del tratamiento T6</i>	58
Anexo 9. <i>Depreciación de los materiales utilizados en la investigación</i>	59

Evaluación de sustratos y tipos de injertos para la producción de plantas de aguacate (*Persea americana* Mill.) var. *fuerte* en el cantón Pimampiro.

Borja Pujota Patricia Elizabeth

*Universidad Técnica del Norte

Correo: peborjap@utn.edu.ec

RESUMEN

La creciente demanda y competitividad en la producción de aguacate (*Persea americana* Mill.) hacen necesaria la optimización de sus técnicas de propagación vegetativa. Por consiguiente, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la respuesta agronómica de *Persea americana* Mill. Variedad 'Fuerte' a la variación de tres sustratos y dos tipos de injertos bajo invernadero en el cantón Pimampiro. Para ello, se implementó un diseño en bloques completos al azar con seis tratamientos y tres repeticiones, donde cada unidad experimental consistió en 15 plantas. Los análisis revelaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre los sustratos evaluados con respecto al porcentaje de germinación, diámetro del tallo, altura de la planta y contenido de clorofila. Específicamente, el Sustrato 3, compuesto por 25% de tierra de sitio, 50% de compost y 25% de pomina, exhibió los resultados más destacados, logrando un porcentaje de germinación superior al 87%, un diámetro promedio del tallo de 0.73 cm, una altura de planta de 59.82 cm y un contenido de clorofila de $538.07 \mu\text{mol m}^{-2}$. En cuanto a los tipos de injerto, aunque no se detectaron diferencias significativas en el porcentaje de prendimiento, el injerto de púa terminal mostró numéricamente un 100% de éxito. Adicionalmente, el tratamiento T6 (Sustrato 3 + injerto de púa terminal) registró la mayor rentabilidad económica, con un retorno de 0.81 USD por cada dólar invertido. En conclusión, la combinación del Sustrato 3 y el injerto de púa terminal resultó ser la más favorable para la propagación de plantas de aguacate 'Fuerte' en vivero, optimizando tanto los parámetros de desarrollo de las plántulas como el margen de ganancia económica.

Palabras clave: Palta, propagación, portainjerto, germinación, invernadero.

**Evaluation of substrates and types of grafts for the production of avocado plants
(*Persea Americana* Mill.) var. strong in the Pimampiro canton.**

Borja Pujota Patricia Elizabeth

*Universidad Técnica del Norte

Correo: peborjap@utn.edu.ec

ABSTRACT

The increasing demand and competitiveness in avocado (*Persea americana* Mill.) production make it necessary to optimize its vegetative propagation techniques. Therefore, the present study aimed to evaluate the agronomic response of *Persea americana* Mill. variety 'Fuerte' to the variation of three substrates and two types of grafting under greenhouse conditions in the Pimampiro canton. For this purpose, a randomized complete block design with six treatments and three replications was implemented, where each experimental unit consisted of 15 plants. The analyses revealed statistically significant differences ($p < 0.05$) between the substrates evaluated with respect to germination percentage, stem diameter, plant height and chlorophyll content. Specifically, Substrate 3, composed of 25% site soil, 50% compost and 25% pomina, exhibited the most outstanding results, achieving a germination percentage of over 87%, an average stem diameter of 0.73 cm, a plant height of 59.82 cm and a chlorophyll content of 538.07 $\mu\text{mol m}^{-2}$. As for the grafting types, although no significant differences were detected in the percentage of bud break, the terminal scion graft numerically showed 100% success. Additionally, treatment T6 (Substrate 3 + terminal scion graft) registered the highest economic return, with a return of 0.81 USD for each dollar invested. In conclusion, the combination of Substrate 3 and terminal scion grafting proved to be the most favorable for propagation of 'Fuerte' avocado plants in nursery, optimizing both seedling development parameters and economic profit margin.

Keywords: Avocado, propagation, rootstock, germination, greenhouse.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

El aguacate (*Persea americana* Mill.) es un fruto que se ha convertido en uno de los más apetecidos por su consistencia, sabor y valor nutritivo, lo cual contrae una mayor competitividad y productividad en la producción de éste (Mejia, 2020). De acuerdo con la Agenda Productiva de Imbabura (2020), el cultivo del aguacate está extendido a nivel nacional sobre todo en la región Sierra, en la provincia de Imbabura existen 989 has, distribuidas de la siguiente manera el 13% se encuentra en el cantón Santa Ana de Cotacachi, el 26% está en Antonio Ante, el 15% en San Pedro de Pimampiro.

La forma más común de reproducción es por medio de semillas (sexual), de las cuales se obtienen patrones, que luego serán utilizados como soporte para el injerto de variedades deseadas para la producción (Sotomayor et al., 2019).

De acuerdo con Climent & Paz (2021), el injerto en el aguacate es el método de propagación más usado en la actualidad, facilita la creación de una única planta a partir de dos plantas distintas una se conoce como patrón o portainjertos y proporciona el sistema radicular, y la otra se conoce como variedad o injerto y es la parte aérea de la planta. Este método permite conservar las características de una variedad deseada, obtenida por vía asexual y dejando atrás la reproducción por semillas gracias a la mejora que se obtiene.

Los viveristas al momento de llevar a cabo una producción de plantas de aguacate realizan una gran inversión para la obtención de plantas de calidad, utilizando el método de propagación vegetativa, tomando en cuenta el tiempo en que la planta tarda para producirse (Freire et al., 2017). Es una de las razones por la cual elegí este tema debido a que desmotiva a los agricultores a realizar esta actividad de propagación de plantas principalmente en el aguacate por la baja tasa de prendimiento, pérdidas económicas y tiempo.

Amaguaya (2019), manifiesta que es de gran importancia llevar a cabo un buen proceso de propagación en la planta de aguacate debido a que, su cultivo es de gran interés en el país ya que representa una gran demanda en el consumo y rentabilidad, se ha podido observar cómo ha ido aumentando las áreas con este cultivo.

Mendoza (2019), menciona que desde la etapa inicial se le debe dar un buen manejo a la planta con la producción de patrones de buena calidad, se debe optar por utilizar semillas de aguacate que provengan de árboles vigorosos y sanos, garantizando así el material inicial de propagación, determinando la productividad y el comportamiento que tendrá esta planta cuando llegue a la adultez, aunque también para la obtención de buenos resultados depende del cultivo y manejos que le den los agricultores a la planta injertada.

Por otro lado, en el estudio de Mejía (2010), destaca en su investigación que el injerto de púa terminal reúne las mejores condiciones para propagar plantas de aguacates en vivero en el sector de San Vicente de Pusir presentando características como menor tiempo en días a la formación del callo, mayor número y tamaño de ejes secundarios, lo cual podría significar que este tipo de injerto puede estar mejor adaptada a las condiciones específicas del entorno local.

1.2 Problema de Investigación

En la actualidad en los huertos de aguacate se ha podido observar la baja tasa de prendimiento en los distintos tipos de injertos, siendo esta una limitante causando en los productores de plantas una baja oferta de plantas de buena calidad que permita al agricultor implementar en sus plantaciones, lo que provoca desmotivación a los productores para seguir realizando esta actividad (Garbanzo & Coto, 2017).

El injerto es considerado una de las actividades más importantes dentro de un vivero, por lo cual una problemática es el bajo número de propagación que se obtiene por el método de injertos de púa; por este motivo se obtiene una menor oferta de plantas presentando grandes pérdidas (Yanac, 2019).

Para la propagación de plantas se debe realizar una gran inversión, de igual manera se debe tener en cuenta el tiempo que tarda la planta en producir y desarrollarse, en varios viveros que están dedicados a esta labor se ha podido notar con mayor realce las pérdidas importantes de plantas. Cevallos (2020), menciona que los principales factores involucrados en estas pérdidas se han atribuido a problemas de compatibilidad entre el patrón y la yema, condiciones ambientales inadecuadas durante el injerto, sustrato inapropiado y también influye el estado del portainjerto y del injerto.

Algunos injertadores no cumplen con las normas de higiene, aplican los diferentes tipos de injertos como es el púa terminal, lateral, yema en sus viveros, no determinan con exactitud su prendimiento para asegurar cuál de ellos es el más apropiado.

De igual forma no se aprecia el porcentaje de elementos que conforman un sustrato para la producción de plantas generando una alta mortalidad teniendo como consecuencia una pérdida económica significativa para los productores (MAG, 2024)

1.3 Justificación

El propósito de esta investigación es brindar información a el sector productivo de viveros frutales de la provincia de Imbabura que les permita optar con mejores alternativas en la producción de plantas de aguacate, usando un tipo de sustrato y el tipo de injerto óptimo que se adapte con mayor facilidad a las condiciones climáticas que presenta la zona (INIAP, 2016)

El trabajo de injertación dentro del proceso de propagación de plantas es de gran relevancia ya que este ayuda a determinar el número de plantas producidas, su comportamiento y productividad que presentará cuando el árbol sea adulto, tomando en cuenta que el objetivo para el viverista es producir plantas de buena calidad asegurando al comprador obtener buenas producciones en un futuro (Preza, 2019).

Se debe definir cual método de propagación es el adecuado que presente un alto porcentaje de prendimiento y así asegurar su inversión. La importancia económica que tiene esta planta es alta al ser considerada en la actualidad con un alto potencial de exportación y bien aceptado por el consumidor. (INIAP, 2016).

Se debe llevar a cabo de manera adecuada para lograr mejorar las condiciones de crecimiento y en un futuro su desarrollo sea más eficiente, así poder cubrir la gran demanda de este cultivo. Además, cabe señalar que la inversión y el tiempo para obtener resultados en especies perennes como el aguacate son altos (Estrada, 2015).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar sustratos y tipos de injertos en la producción de plantas de aguacate (*Persea americana*) en Pimampiro.

1.4.2 Objetivo específico

Determinar el efecto del sustrato en el porcentaje de germinación de semillas de aguacate criollo nacional.

Caracterizar el comportamiento agronómico de los brotes entre los tipos de injerto para la propagación de plantas de aguacate.

Analizar los resultados económicos de los tratamientos en estudio.

1.5 Hipótesis

Hipótesis nula (H₀): La aplicación de sustratos y tipo de injertos no muestra diferencia en la producción de plantines de aguacate var. fuerte.

Hipótesis alternativa (H_a): Al menos uno de los sustratos y un tipo de injerto influye en la producción de plantines de aguacate var. fuerte.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 Aguacate (*Persea americana* Mill)

DANE (2015) menciona que el aguacate pertenece al género *Persea* y hace parte de la familia botánica Lauraceae, tiene como su centro de origen a América; se considera que la especie que dio origen al aguacatero proviene de la zona montañosa situada al occidente de México y Guatemala. Su distribución natural va desde México hasta Perú, pasando por Centroamérica, Colombia, Venezuela y Ecuador.

Alvarez (2021) indica que en Latinoamérica, México y Perú son los principales productores de aguacate, representando el 40,4% de la producción total con aproximadamente 2,8 millones de toneladas al año, destinadas tanto a la exportación como al consumo interno. El aguacate continúa siendo una fruta tropical con alta demanda en los mercados internacionales, especialmente en Estados Unidos y la Unión Europea, donde en 2018 el consumo per cápita anual fue de 3,1 kg y 1,2 kg, respectivamente.

Ecuador presenta condiciones óptimas para la producción y exportación de frutas no tradicionales, debido a su ubicación geográfica privilegiada, que aporta características organolépticas únicas en términos de sabor y aroma. Esta ventaja se explica por la presencia de microclimas específicos que favorecen el cultivo de frutas con estándares de calidad excepcionales (Coello, 2015).

Vásquez y García (2021) afirman que la superficie sembrada de aguacate en nivel nacional, de acuerdo con el último Censo Nacional Agropecuario, es de 2.290 hectáreas como cultivo solo, y como cultivo asociado de 5.507 hectáreas. La producción se centra en la región Sierra con 98,72% mientras que la región costa es de 1,28% su participación en la producción de aguacate.

Las principales zonas productoras de aguacate en el Ecuador son Carchi, Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Azuay y Loja. Aunque, en la actualidad existe una tendencia de crecimiento de la superficie cultivada (INIAP, 2016).

2.2 Descripción taxonómica del aguacate

El aguacate se considera el único representante de importancia económica entre las frutas comestibles de la familia *Lauraceae*. Según Pérez et al. (2015) las principales características taxonómicas se describen en la Tabla 1.

Tabla 1

Clasificación taxonómica del aguacate

Descripción	Taxonomía
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Magnoliidae
Orden	Lurales
Familia	Lauraceae
Género	<i>Persea</i>
Especie	<i>Persea americana</i>
Nombre científico	<i>Persea americana</i> Mill
Nombre común	Aguacate, palta, avocado

2.3 Descripción botánica del aguacate

Es importante conocer la morfología de la planta de aguacate para comprender sus características estructurales como se observa en la Figura 1.

Figura 1

Morfología de la planta de aguacate de acuerdo con ARBORETUM (2016)



El aguacate es considerado un árbol vigoroso y ramificado, puede alcanzar una altura de hasta 20 metros; sin embargo, cuando se cultiva en plantaciones comerciales, no se deja crecer más de 5 m, para facilitar las prácticas de control fitosanitario, cosecha, poda y fertilización foliar (Cárdenas, 2022).

2.3.1 Raíz

Las raíces del aguacate generalmente son pivotantes y ramificadas, posee un sistema radicular superficial, la profundidad que puede alcanzar puede ser de 1 a 1.5 m en suelos sueltos. Presenta pocos pelos absorbentes, por lo cual la absorción de agua y nutrientes se realizan principalmente en las puntas de las raíces a través de los tejidos primarios; esto determina la susceptibilidad del árbol al exceso de humedad que induce a la asfixia y ataques de hongos que pudren los tejidos radiculares (Herrera, 2021).

2.3.2 Tallo

Amaguaya (2019) menciona que los árboles de aguacate presentan un tronco cilíndrico, leñoso y recto, que alcanza hasta 12 metros. La corteza es suberosa, de lisa a agrietada con 30 milímetros de espesor. Al inicio su color es verde-amarillenta luego se vuelven negras y opacas con cicatrices prominentes, sensibles a las heladas y quemaduras del sol.

2.3.3 Hojas

Son alternas presentando nervaduras pinnadas con inserción peciolada y duras variando de largo entre 10 y 40 cm. Al llegar a la madurez se tornan lisas, con color verde intenso y poco brillo en el haz, pubescentes y opaco en el envés. El árbol se defolia cuando existe renovación de ramas y las hojas verdes han cumplido su ciclo (MAG, 2024).

2.3.4 Semilla

Cárdenas (2022) menciona que esta especie frutal posee semillas recalcitrantes, que no soportan la deshidratación, por lo que deben ser almacenadas en ambientes húmedos y conservan su capacidad germinativa únicamente por corto tiempo. La semilla presenta una forma ovalada como la de un durazno de base aplanada con el ápice redondo. Está formada por dos cotiledones pulposos y un solo embrión.

2.3.5 Fruto

Es una baya con una sola semilla tienen formas variables que van desde redondos a fuertemente aplanados, con un largo cuello, la piel de los frutos puede ser de color verde claro a verde oscuro y de violeta a negro dependiendo de la variedad. La pulpa suele ser

de color verde claro a amarillo verdoso, de consistencia mantecosa muy nutritiva y con un llamativo sabor a nuez (Pérez et al., 2015).

2.3.6 Flores

Herrera (2021) indica que ese color amarillo verdoso agrupadas en panículas que suele aparecer en posición terminal del último crecimiento vegetativo. La flor, aunque físicamente tiene los dos sexos en la misma flor, en la práctica funciona como una flor dioica, o como flor masculina cuando está liberando polen, o como femenina al estar dispuesta a recibir polen de otra planta

2.4 Propagación del aguacate

2.4.1 Propagación por semilla

Falla (2016) menciona que la mayoría de los frutales cultivados por el hombre se propagan por la vía sexual empleando la semilla y actualmente, para establecer un cultivo comercial, en los países tropicales y subtropicales, se multiplica por injerto sobre estas plantas procedentes de semillas. AGROSAVIA (2019) recomienda que la producción de portainjertos se lleve a cabo utilizando semillas de alta calidad, preferiblemente provenientes de árboles seleccionados como donadores de semilla.

Estos árboles deben destacarse por su vigor, buen estado fitosanitario y la producción de frutos uniformes. Además, es fundamental que hayan mantenido un desempeño productivo constante durante al menos tres ciclos consecutivos, lo que contribuirá a obtener semillas con una tasa de germinación superior al 90 % (Salvador, 2023).

2.5 Propagación por injertos

El injerto es el procedimiento normal de propagación de los árboles frutales y el que se usa en la actualidad con mayor frecuencia. Este método de injertar consiste en unir un organismo o parte de él con otro o parte de otro, de tal forma que haya intercambio de materiales (savia) entre ambos. Es el método más apropiado para reproducir las variedades seleccionadas para cultivo comercial, ya que los árboles injertados son uniformes en cuanto a la calidad, forma y tamaño de la fruta (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP], 2016).

2.6 Tipos de injertos

El injerto es un método de propagación vegetativa ampliamente empleado en árboles frutales para preservar las características de la planta madre. Por ello, las varetas deben

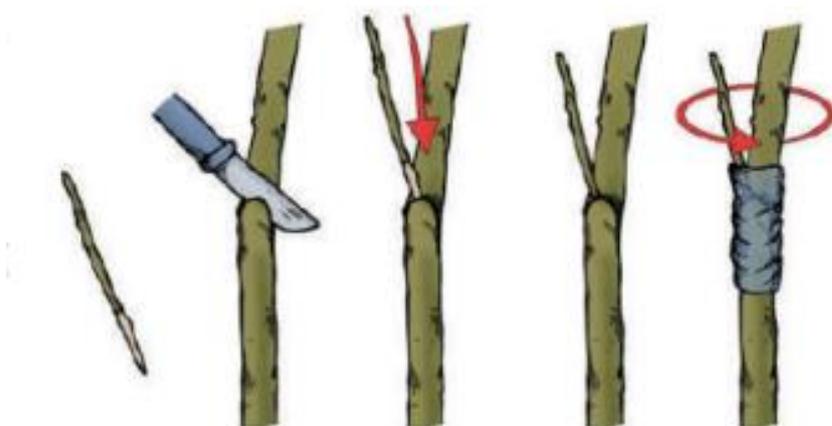
obtenerse de ejemplares saludables, vigorosos y con alta capacidad productiva (Amaguaya, 2019).

2.6.1 Injerto púa lateral

El injerto lateral es una forma fácil y popular de propagación en viveros para ello es muy importante que los tejidos del patrón sean suculentos y los tallos flexibles, puesto que la púa se inserta en el centro del patrón, además es importante que la púa se encuentre libre de médula. tal y como se muestra en la Figura 2. Por este sistema se puede injertar una púa, entre corteza y madera, con un lado del patrón, sin previa decapitación de éste. Las púas deben ser de madera dura, procedentes de ramitas en crecimiento y con las yemas terminales sanas y adultas (Romero, 2020).

Figura 2

Método de injerto de púa lateral según el INIAP (2023)



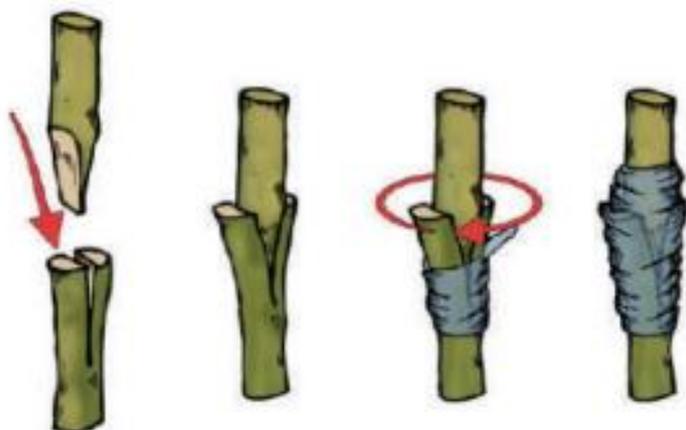
2.6.2 Injerto púa terminal

Espiau et al. (2012) afirman que, en este sistema, es esencial que el diámetro del patrón y del injerto coincidan perfectamente en toda la superficie del leño y del líber del portainjerto. El injerto consiste en una ramita porta yemas cuya longitud depende de la ubicación donde se hará el corte, para asegurar que coincida con el diámetro del portainjerto como se muestra en la Figura 3.

Este tipo de injerto es delicado, por lo que debe realizarse en plantas bien cuidadas, en un entorno protegido y en la temporada de mayor crecimiento, o cuando la planta haya alcanzado entre 30 y 40 cm de altura. Este injerto es uno de los más comunes debido a la facilidad y precisión con que se logra la unión entre la púa y el patrón.

Figura 3

Procedimiento de injerto de púa terminal de acuerdo con el INIAP (2023)



2.6.3 Injerto de yema

El injerto de yema se emplea cuando se busca reducir el tiempo de producción de un árbol o probar una nueva variedad. Se extrae la yema que está desarrollada de la variedad que se desea propagar. Se retiran las hojas cercanas al área donde se realizará el injerto. En la rama destinada al injerto, se practica una incisión en forma de "T". Luego, se introduce la yema en la misma dirección en que se encuentran las demás yemas como se detalla en la Figura 4. Se coloca plástico de injertación y, después de 15 días, se verifica si la yema ha prendido correctamente. (INIAP, 2023).

Figura 4

Proceso de injerto de yema conforme al INIAP (2023).



2.7 Tipos de sustratos

AGROSAVIA (2019) señala que los sustratos son materiales sólidos diferentes al suelo, cuyo origen puede ser natural, sintético, residual, mineral u orgánico. Cuando se colocan en un contenedor, ya sea en su forma pura o mezclados, permiten el anclaje del sistema radicular, cumpliendo una función de soporte para la planta. A menudo se les denomina tierras para macetas. Sirven como medio de soporte para las plantas, proporcionando a las raíces el agua y los nutrientes necesarios para su crecimiento.

Los sustratos son componentes que facilitan el soporte, almacenamiento y provisión de agua y oxígeno al sistema radicular de las plantas. Una mezcla adecuada de sustratos asegura el desarrollo de un material vegetativo saludable y robusto, con las cualidades necesarias para un óptimo crecimiento vegetativo en una plantación comercial. Lo más importante es evitar sustratos muy pesados o compactos, que dificulten el crecimiento de las raíces (Ushiña, 2017).

Morales (2019) menciona que el objetivo fundamental del sustrato es asegurar un buen drenaje para evitar el encharcamiento de agua a nivel de las raíces. Debe ser limpio, no necesariamente estéril, pero si debe existir buena humedad y aireación. Es fundamental que la mezcla de sustrato esté adecuadamente desinfectada, debido a la alta vulnerabilidad de las raíces a enfermedades del suelo, como las causadas por ciertos hongos.

2.7.1 Características de los sustratos

Chinguel (2022) plantea que el aguacate es una planta muy susceptible al exceso de humedad y a la falta de oxígeno en el suelo, por lo que es fundamental emplear mezclas que minimicen estos problemas. Es necesario utilizar un material lo suficientemente aireado para permitir un adecuado crecimiento de las raíces. Un sustrato con un alto contenido de tierra tiende a compactarse y retener demasiada humedad, lo que favorece la aparición de enfermedades. Por lo tanto, es crucial seguir los porcentajes adecuados en las mezclas. Un sustrato ideal debería tener las siguientes características:

- Ser liviano en peso.
- Suelto y con buena aireación.
- Tener una alta capacidad de intercambio de cationes.
- Tener un pH de 4.5 a 6.
- Estar relativamente libre de insectos, enfermedades y semillas de malezas.

- Retener suficiente humedad no necesitar riegos muy frecuentes, pero drenar con facilidad permitiendo así una buena aireación.
- Tener la cohesión necesaria para formar un pilón que no se deshaga al quitar el envase

2.7.2 Humus

La humificación es otra actividad de los microorganismos, los cuales toman los residuos orgánicos y los transforman en nuevos complejos orgánicos (humus), que se caracterizan por su mayor estabilidad o sea que se degradan más lentamente en una mineralización más gradual (Solís & Álvarez, 2017).

Solís & Álvarez (2017) menciona que la materia orgánica constituye la más deseada estructura del suelo, ya que aumenta la porosidad, mejora las relaciones de agua y aire y reduce la erosión ocasionada por el agua y el viento. Todas las partes de los organismos vivos o muertos, planta o animal añadidos al suelo llegan a ser una parte de la materia orgánica esta se convierte en un material importante para el desarrollo de plantas.

2.7.3 Pomina

Según Ramírez (2016) son pequeñas piedras provenientes de la piedra pómez es roca ígnea volcánica vítrea, con baja densidad, muy porosa y de color blanco o gris, empleada como sustrato, los tamaños de los granos están comprendidos entre 2 y 5 mm al considerar las arenas, es necesario tomar en cuenta que tengan un contenido mínimo. Esto hace que las areniscas descompuestas no sean muy aconsejables para los cultivos. En el uso de muchas de estas arenas se suele presentar una severa deficiencia de fósforo, ya que la arena puede retener o fijar el fósforo de la solución nutritiva no dejándolo disponible para las plantas.

2.7.4 Tierra de sitio

Es el suelo natural del terreno en el que se plantan las especies. No es un sustrato previamente procesado o modificado como los comerciales, sino el material que se encuentra in situ, en el terreno (Mendoza, 2019).

2.7.5 Compost (Hojarasca)

Según Córdova et al. (2022), este tipo de compost es muy valorado por su capacidad para mejorar la estructura del suelo y aumentar su fertilidad, debido a la rica variedad de nutrientes que las hojas de los árboles de montaña pueden contener. Las hojas de montaña

suelen ser ricas en materia orgánica, y su descomposición genera un compost ligero y aireado, ideal para mejorar la retención de agua y la capacidad de los suelos para nutrir las plantas.

2.8 Marco Legal

La investigación se encuentra orientada hacia la sustentabilidad y se enfoca en los problemas que enfrentan los productores de plantas de aguacate en relación con el uso de sustratos adecuados y en la selección de injertos que sean más resistentes a plagas y enfermedades, reduciendo la necesidad de pesticidas y fertilizantes químicos, teniendo en consideración que no se vulnere lo establecido en las Leyes Orgánicas de Agrobiodiversidad, semillas y fomento de Agricultura, en el artículo 48. Se entiende por agricultura sustentable a los sistemas de producción agropecuaria que permiten obtener alimentos de forma estable, saludable, económicamente viable y socialmente aceptable, en armonía con el medio ambiente y preservando el potencial de los recursos naturales productivos, sin comprometer la calidad presente y futura del recurso suelo (Serrano & Rivas, 2017).

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Caracterización del área de estudio

El lugar en el que se realizó la presente investigación fue en el cantón Pimampiro ubicado en la provincia de Imbabura como se muestra en la Figura 5.

Figura 5

Localización geográfica de la zona de estudio cantón Pimampiro provincia Imbabura



Fuente: Instituto Geográfico Militar [IGM], (2017).

3.3.1 Características de la ubicación de la investigación

La Tabla 2 a continuación muestra la ubicación geográfica y las características climáticas de la localidad.

Tabla 2*Condiciones climáticas del área de estudio cantón Pimampiro*

Área de estudio	Características climáticas
Vivero Mundo Natural	Temperatura media: 19°C
Provincia: Imbabura	Precipitación: 520 mm
Cantón: Pimampiro	Humedad relativa: 85%
Sector: Chapi	Altitud: 2165 m.s.n.m
	Latitud: 0°23'28" N
	Longitud: 77°56'26" O

Nota: Datos tomados del Municipio Pimampiro (2023).

3.2 Materiales, equipos, insumos y herramientas

Para llevar a cabo la presente investigación se utilizó los siguientes materiales, insumos y herramientas descritos en la Tabla 3.

Tabla 3*Materiales de campo, insumos, herramientas y materiales de oficina*

Materiales de campo	Insumos	Material genético	Materiales de oficina
Parafilm o cinta	Fertilizantes Triple 15 y 10 30 10	270 semillas aguacate nacional	Calculadora
Pala Rastrillo			Esferos
Tijera de podar			Computadora
Fundas de polietileno 12x20 cm			Libro de campo
Sarán 60%			
Bomba de mochila 20 l			
Cascarilla 80 kg			
Pomina 80 kg			
Tierra de sitio 230 kg			
Compost 230 kg			
Fundas de bolo 5x20 cm			

3.3. Métodos

La investigación se desarrolló en condiciones de invernadero (vivero) es un estudio de tipo experimental, debido a que está orientado a evaluar tres sustratos y dos tipos de injertos para la producción de plantas de aguacate en el cantón Pimampiro.

3.3.1 Factores en estudio

Dentro de la presente investigación se evaluó:

Factor 1: Sustrato

S1: Tierra de sitio 25%+Compost 50% + cascarilla 25%

S2: Tierra de sitio 25%+Compost 25% + pomina 25% + cascarilla 25%

S3: Tierra de sitio 25%+Compost 50% + pomina 25%

Factor 2: Tipos de injerto

I1: Púa lateral

I2: Púa terminal

3.3.2 Tratamientos

T1: S1+I1

T2: S1+I2

T3: S2+I1

T4: S2+I2

T5: S3+I1

T6: S3+I2

Tabla 4*Descripción de los tratamientos aplicados en estudio*

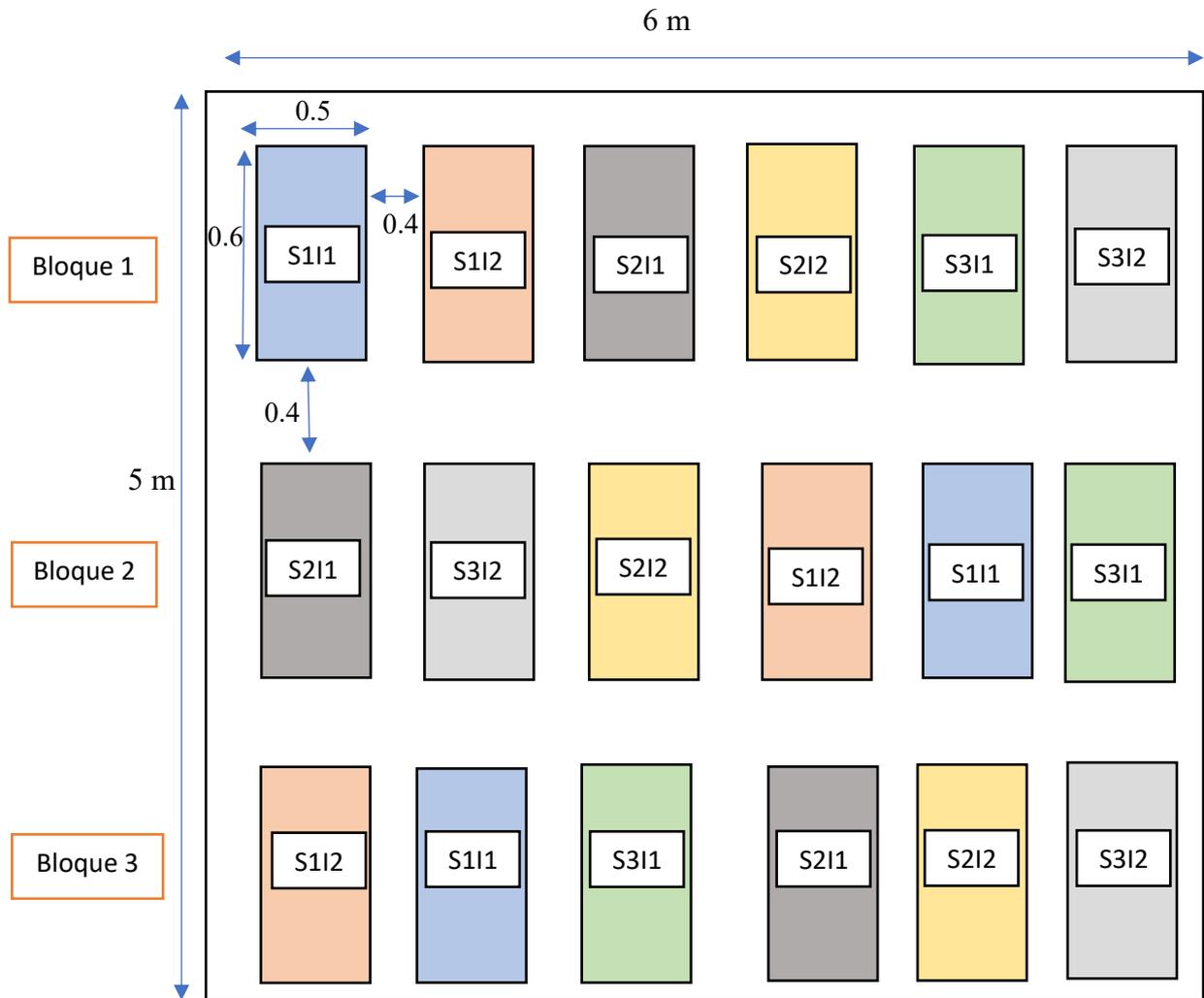
Tratamientos	Interacción	Descripción	Codificación
T1	S1+I1	15 plantas con tierra de sitio 25% + Compost 50% + cascarilla 25% con el injerto púa lateral	S1I1
T2	S1+I2	15 plantas con tierra de sitio 25% + Compost 50% + cascarilla 25% con el injerto púa terminal	S1I2
T3	S2+I1	15 plantas con tierra de sitio 25%+Compost 25% + pomina 25% + cascarilla 25% con el injerto púa lateral	S2I1
T4	S2+I2	15 plantas con tierra de sitio 25%+Compost 25% + pomina 25% + cascarilla 25% con el injerto púa terminal	S2I2
T5	S3+I1	15 plantas con tierra de sitio 25%+Compost 50% + pomina 25% con el injerto púa lateral	S3I1
T6	S3+I2	15 plantas con tierra de sitio 25%+Compost 50% + pomina 25% con el injerto púa terminal.	S3I2

3.4 Diseño experimental.

Para la evaluación de sustratos y tipos de injertos en la propagación de plantas de aguacate se empleó un Diseño en Bloques Completos al Azar con parcelas divididas, a continuación, se presenta la Figura 6, mostrando la parcela principal es el sustrato y la subparcela el tipo de injerto con tres bloques y seis tratamientos, donde la unidad experimental está compuesta por 15 plantas en cada tratamiento.

Figura 6

Croquis del ensayo Diseño de Bloques Completos al Azar con parcelas divididas



Nota: Se aplicaron 3 bloques con 6 tratamientos, T1: S111, T2: S112, T3: S211, T4: S212, T5: S311, T6: S312 cada uno de ellos con 15 plantas.

3.4.1 Características del experimento

En la Tabla 5 se muestra las diversas características presentes en la investigación.

Tabla 5

Características del experimento

Características	
Factor en estudio	2
Número de tratamientos	6
Número de bloques	3
Número de unidades experimentales	18
Área total del ensayo	30 m ²

3.5 Análisis estadístico

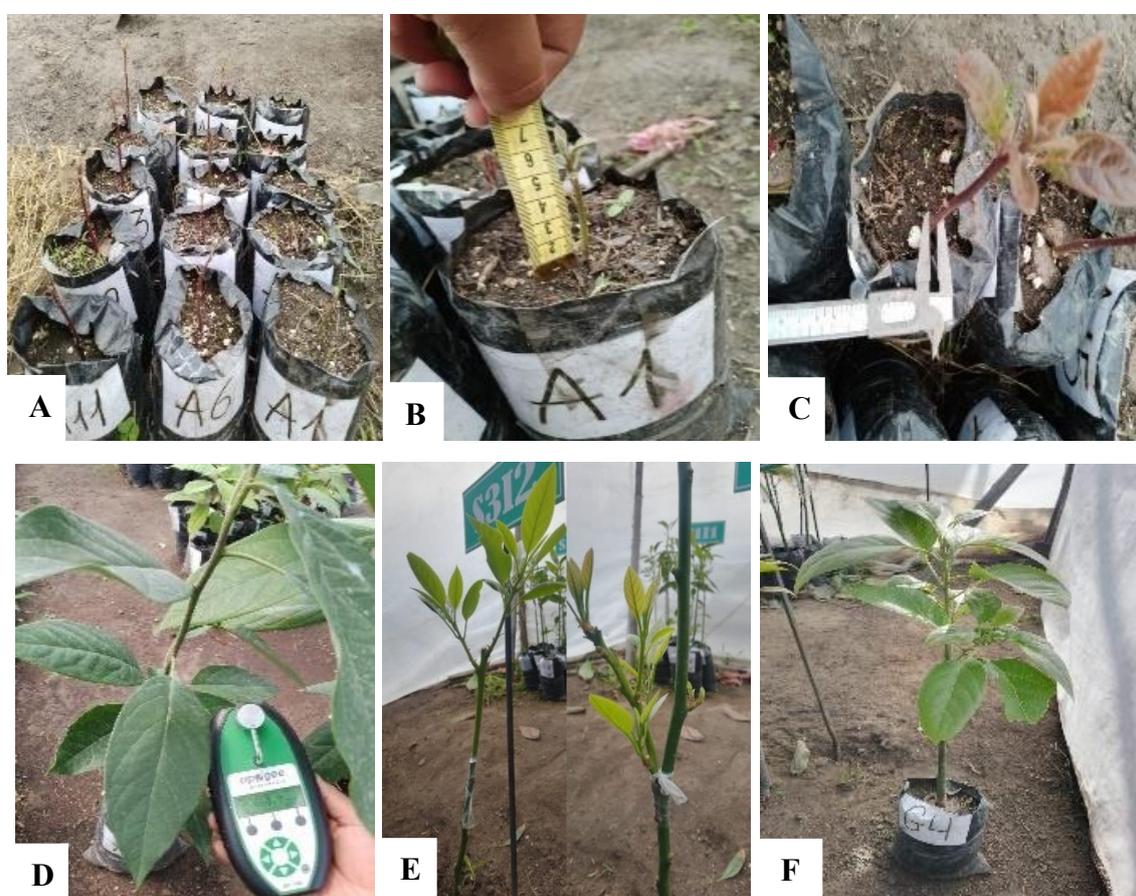
Los datos fueron analizados en el programa estadístico de Infostat 4.0 versión 2020 Análisis de varianza con pruebas de media LSD Fisher ($\alpha=0.05$) si cumplen los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza.

3.6 Variables de estudio

Para determinar el mejor sustrato y tipo de injerto para la planta de aguacate, se evaluaron las siguientes variables (Figura 7).

Figura 7

Variables evaluadas durante la investigación



Nota. Las variables evaluadas durante la investigación son: A) Porcentaje de germinación; B) Altura de la planta; C) Diámetro del tallo D) Clorofila; E) Porcentaje de prendimiento; F) Beneficio/Costo.

3.6.1. Porcentaje de germinación

Para esta variable se verificó visualmente que más del 50% de las semillas estuvieran germinadas. Posteriormente, se contabilizó el número de plantas prendidas por tratamiento, 30 días después de realizar la siembra ver Figura 7A. Este valor se lo expresó en porcentaje de acuerdo con la siguiente Ecuación (1) Amaguaya (2019).

$$Germinacion (\%) = \frac{\text{Numero de plantas geminadas}}{\text{Numero de plantas sembradas}} \times 100 \quad \text{Ec. (1)}$$

3.6.2. Altura de la planta

Se registró la información de 15 plantas por tratamiento. Las mediciones se tomaron después de que el experimento alcanzara una tasa de germinación superior al 50%. Cada 15 días, se midió desde la base del tallo hasta el ápice terminal, utilizando una cinta métrica tal como se observa en la figura 7B. Los resultados se expresaron en centímetros (Mendoza, 2019).

3.6.3. Diámetro del tallo

Para el registro del diámetro del tallo, se tomaron medidas cada 15 días, comenzando después de que se alcanzara el 50% de germinación en las semillas. Para obtener estas mediciones, se utilizó un pie de rey, una herramienta precisa que permite medir con exactitud el diámetro a una altura de 3cm del cuello de la planta como se ilustra en la figura 7C. Se expresó en centímetros el diámetro de las 15 plantas por tratamiento (Mendoza, 2019).

3.6.4. Clorofila

Se midió el contenido de clorofila de dos hojas del tercio medio de la planta. Esta variable fue evaluada a los 137 y 142 días después de la siembra con la ayuda del instrumento medidor de clorofila MC-110 APOGEE tal como se observa en la figura 7D. Los resultados se expresaron en micro moles por metro cuadrado de superficie de la hoja ($\mu\text{mol m}^2$) (Yanac 2019).

3.6.5. Porcentaje de prendimientos de injertos

Se contabilizó el número de injertos prendidos a los 30 días después de realizar el injerto, evaluando visualmente cada injerto para determinar su éxito. Se considero que un injerto había prendido si presentaba formación de callo en la zona de unión o brotación de hojas ver Figura 7E. Este valor se lo expresó en porcentaje conforme a la siguiente Ecuación (2) (Amaguaya 2019).

$$Prendimiento (\%) = \frac{\text{Numero de injertos prendidas}}{\text{Numero total de injertos}} \times 100 \quad \text{Ec. (2)}$$

3.6.6. Relación Beneficio/Costo

Los costos fueron calculados desde el inicio hasta el final de la investigación, abarcando desde la instalación del ensayo hasta su manejo, mediante el uso de registros, recibos y

facturas. A través de los registros, se analizaron tanto los costos directos como los indirectos involucrados en el establecimiento y desarrollo de la investigación ver figura 7F. La relación entre estos costos se verificó utilizando la siguiente Ecuación (3) (Mendoza, 2019).

$$B/C = \text{Total ingresos} / \text{Total costos} \quad \text{Ec. (3)}$$

3.7 Manejo específico del experimento (Fase 1 Formación de portainjerto)

3.7.1 Recolección de frutos

De acuerdo con Diaz et al. (2019) la recolección se debe realizar en el momento óptimo de madurez, cuando los frutos presentan un color uniforme y una ligera cede al presionarlos, pero aún firmes. Múzquiz et al. (2023) indican que es crucial que los frutos provengan de plantas madre saludables, libres de enfermedades y plagas, con características deseables como alta producción y resistencia.

Los frutos cosechados en la presente investigación se adquirieron de árboles mayores a 15 años con un alto rendimiento de producción con un crecimiento vigoroso y con frutos de alta calidad que presentaron las siguientes características: peso promedio 160 g, diámetro ecuatorial promedio 5.97 cm, diámetro longitudinal promedio 8.74 cm (Figura 8).

Figura 8

Frutos de aguacate nacional utilizadas como portainjerto para el estudio



Nota: (Izq.) muestra de frutos aguacate criollo “Nacional” que fueron tomados *para semilla del ensayo*, (Der.) semilla de aguacate nacional.

3.7.1 Selección de semillas

Campos et al. (2013) resalta que la semilla que servirá como portainjerto se debe recolectar de árboles criollos que sean mayores a 5 años, debe poseer características de buen desarrollo, producción óptima, resistente a plagas, enfermedades y otros factores adversos. Estos atributos rústicos son fundamentales, ya que permiten al portainjerto expresar un vigor superior antes del injerto, garantizando una mejor adaptación y crecimiento del injerto posterior.

Las semillas utilizadas en esta investigación fueron cortadas en la parte apical para acelerar su germinación y al igual que los frutos se obtuvieron de árboles vigorosos mayores a 15 años con las siguientes características: peso promedio 40 g, diámetro ecuatorial promedio 3.92 cm, diámetro longitudinal promedio 4.45 cm (Figura 9).

Figura 9

Semillas del aguacate nacional utilizadas en la investigación



3.7.2 Desinfección de semillas

Un día antes de sembrar se remojó las semillas en agua sin cloro potable y reposada luego se procedió a desinfectar utilizando un desinfectante Vitavax ingrediente activo no comercial carboxin en una dosis de 5 gr por 1 litro de agua.

3.7.3 Mezcla de sustratos

Se realizó la mezcla del primer sustrato con un 25% de tierra de sitio + 25% de cascarilla + 50% de compost, el segundo se lo llevo a cabo con un 25% de tierra de sitio + 25 %de cascarilla + 25% de pomina y 25% de compost y por último con un 25% de tierra de sitio

+ 50% de compost y 25% de pomina hasta conseguir una mezcla homogénea. El compost fue obtenido a partir de la descomposición de hojas secas de árboles y otros residuos vegetales (Figura 10).

Figura 10

Actividades previas de la experimentación



Nota. Las actividades realizadas durante el ensayo son: A) y B) Mezcla de componentes de los tres sustratos; C) Enfundado de los sustratos; D) Siembra E) Cobertura de fundas; F) Fertilización granulada con triple 15 y 10 30 10 a las plantas de aguacate nacional.

3.7.4 *Enfundado de sustratos*

Se procedió al llenado de 270 fundas de polietileno, la cual se estimó que fueron llenadas con 1,3 kg de sustrato respectivamente.

3.7.5 *Siembra*

Las semillas se sembraron 1 en cada funda de forma directa a 5 cm de profundidad, ubicando la parte más ancha en la base y la parte apical hacia el nivel de la superficie para acelerar la germinación.

3.7.6 Riego

Los riegos se realizaron diariamente de forma manual, utilizando una manguera, manteniendo en capacidad de campo del sustrato para facilitar la germinación.

3.7.7 Cobertura de fundas

Una vez sembrada las semillas se procedió a cubrir las fundas con paja, para retener la humedad permitiendo que las plantas se desarrollen en buenas condiciones evitando la evapotranspiración.

3.4.8 Fertilización

Se realizó la fertilización dos veces durante la ejecución de la investigación con abono granular 10 30 10 y triple 15, con una dosis de 1 g por planta (Amaguaya 2019).

3.4.9 Control fitosanitario

Se aplicó el insecticida Cuprofix en dosis de 10cc/10 lt de agua, para el control de babosa, se realizó 2 aplicaciones a todos los patrones con un intervalo de 30 días, se utilizó una bomba de mochila manual (Amaguaya 2019).

3.4.10 Injerto- Selección de yemas (Fase 2 Injertación)

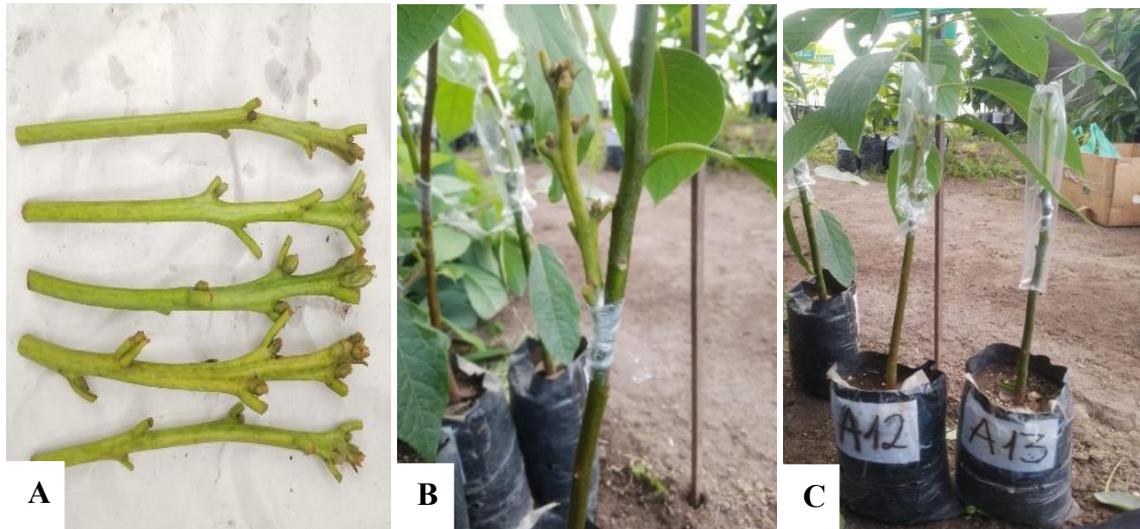
Se identificó las plantas madre, que presenten características como: árboles de más de 5 años de producción, libres de patógenos, presente frutos de buena calidad con una buena copa y una planta en constante producción.

3.4.11 Preparación y selección de patrones

Quince días antes de injertar, con la ayuda de la tijera de podar se procedió a la eliminación de hojas bajas por encima de los 20 cm desde la base del tallo.

Figura 11.

Actividades realizadas durante la investigación en la fase de injerto



Nota. Las actividades realizadas son: A) Selección de yemas; B) Realización del injerto púa lateral y púa terminal.; C) Colocación de la funda plástica luego de realizar el injerto.

4.3.12 Recolección de varetas

Luego de seleccionar las plantas madre nacional (criolla) un día antes de proceder con el injerto, se seleccionó ramas jóvenes que tengan entre 4 a 6 yemas bien formadas y brotes robustos (Figura 9).

4.3.13 Injerto

Siguiendo la técnica del injerto de púa terminal y enchapado lateral se procedió a realizar la actividad en cada uno de los tratamientos

4.3.14 Protección del injerto

Amaguaya (2019) menciona que una vez terminada la injertación se debe cubrir a la yema con una bolsa plástica. Esta cobertura se realizó para evitar la entrada de agua de riego

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Porcentaje de germinación

La Tabla 6 presenta los resultados del análisis estadístico para la variable porcentaje de germinación, los cuales muestran diferencias estadísticamente significativas entre los tres sustratos evaluados ($F= 22.57$; $gl=2.49$; $p< 0.0001$).

Tabla 6

ADEVA de porcentaje de germinación del aguacate (Persea americana Mill) var. nacional por sustrato

Fuentes de variación	Grados de libertad FV	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
(Intercept)	1	49	475.34	< 0.0001
Sustrato	2	49	22.57	< 0.0001

A través de la prueba estadística LSD de Fisher con el 5 % de significancia, se observó que para la variable porcentaje de germinación, el sustrato 3 (Tierra de sitio 25% + Compost 50% + pomina 25%) mostró el porcentaje de germinación más alto, alcanzando un 87% respectivamente. Este porcentaje supera notablemente al sustrato 2, con una diferencia del 47%. En contraste, el sustrato 2 mostró el porcentaje de germinación más bajo con un 40% en comparación con los demás sustratos (Figura 12).

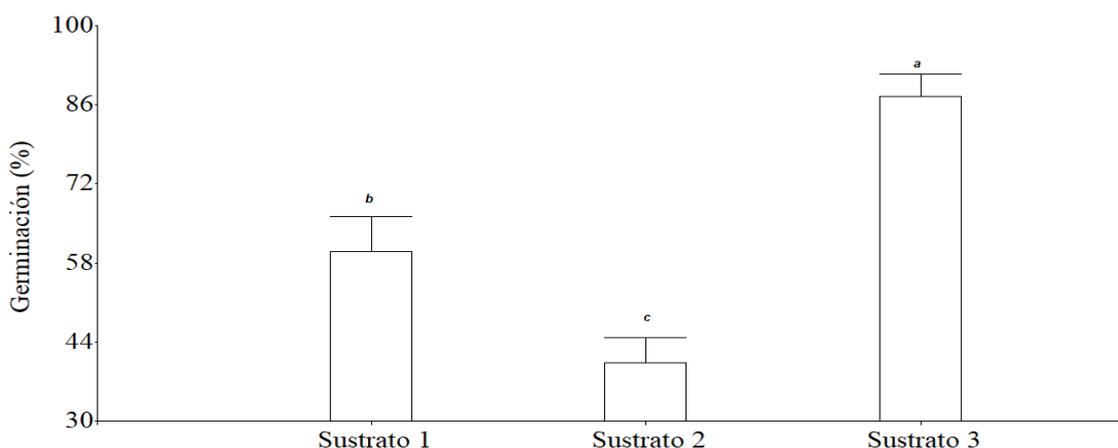
El resultado observado en el sustrato 3, que contiene compost y pomina, puede explicarse por varias características beneficiosas de estos componentes. Según el análisis de suelo realizado, el compost utilizado en esta investigación presenta un contenido elevado de materia orgánica, lo cual contribuye a una mejora significativa en la estructura del suelo, favoreciendo las condiciones de nutrición del suelo, mejorando la disponibilidad de nutrientes esenciales NPK.

Chisaguano (2022) menciona que la materia orgánica proveniente del compost es conocida por mejorar la retención de humedad, lo que es crucial para la germinación de

las semillas. Además, la pomina aporta excelentes condiciones físicas de durabilidad y estabilidad al sustrato.

Figura 12

Resultados obtenidos para porcentaje de germinación de aguacate (*Persea americana* Mill) var. nacional bajo tres tipos de sustrato.



Nota: Sustrato1 (Tierra de sitio 25%+Compost 50% + cascarilla 25%) Sustrato 2 (Tierra de sitio 25%+Compost 25% + pomina 25% + cascarilla 25%), Sustrato 3 (Tierra de sitio 25%+Compost 50% + pomina 25%)

En el estudio realizado por Ramirez (2016), donde se evaluaron distintos sustratos para la germinación bajo condiciones de invernadero, en el cual se evaluó el sustrato compuesto por 50% suelo + 25% cascarilla de arroz + 25% de humus. Al igual que en la presente investigación se realizó el despunte apical de la semilla, se observó que para la variable porcentaje de germinación presentó un 80% un valor ligeramente inferior al obtenido con el sustrato 3 utilizado en este estudio. Por otro lado Peralta (2018), encontró un porcentaje de germinación superior de 93.75% en el sustrato (50% tierra + 40% arena de río + 10% humus de lombriz) donde se aplicó una dosis de ácido giberélico y la técnica del corte apical más el corte basal.

La variabilidad en los resultados se debe a la utilización de diferentes porcentajes de sustratos y las técnicas de germinación lo cual influye en la retención de agua y la aireación del suelo. Las técnicas adicionales aplicadas, como el despunte basal o el uso de ácido giberélico, también pueden contribuir a las variaciones observadas en los porcentajes de germinación, la disponibilidad de nutrientes y el desarrollo inicial de las plantas (Servera & Castro, 2024).

4.2 Altura de la planta

El análisis estadístico determinó que para la variable altura de la planta, existen diferencias significativas entre los días después de la siembra y los sustratos evaluados ($F = 6.78$; $gl = 18, 2127$; $p < 0.0001$), como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7

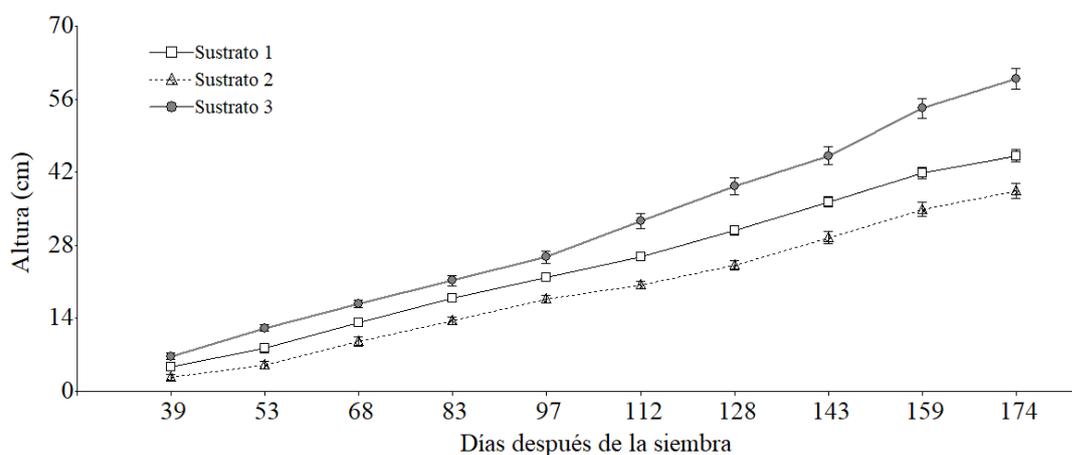
ADEVA altura de la planta del aguacate (Persea americana Mill) var. nacional en tres sustratos

Fuentes de variación	Grados de libertad FV	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
(Intercept)	1	2127	435.81	< 0.0001
Días	9	2127	556.71	< 0.0001
Sustrato	2	2127	197.39	< 0.0001
Días: sustrato	18	2127	6.78	< 0.0001

En la Figura 13 se puede observar que, para la variable altura de planta, el sustrato 3 alcanzó la mayor altura promedio, con un valor de 59.82 cm. Este resultado fue seguido por el sustrato 1, que presentó una altura promedio de 45.16 cm. Por otro lado, el sustrato 2 mostró la menor altura promedio, con 38.46 cm. Estos resultados indican diferencias significativas en el desarrollo vegetativo de las plantas en función del tipo de sustrato utilizado.

Figura 13

Altura de la planta de aguacate (Persea americana Mill) var. nacional bajo tres sustratos



Al comparar estos resultados con los de la investigación de Aranda (2024) realizada en La Libertad, que se caracteriza por una temperatura media de 25 °C, y donde se aplicó un sustrato compuesto por 50% suelo agrícola, 10% arena, 15% cascarilla de arroz y 25% compost, se observó que Aranda obtuvo una altura de 58.71 cm 174 días después de la siembra, siendo ligeramente inferior al resultado obtenido con el S3 de esta investigación. En otro estudio realizado por Quintana (2018), donde se evaluaron cinco tipos de sustratos, el sustrato compuesto por 50% de pulpa de café y 50% de tierra alcanzó una altura promedio de 58.96 cm, lo que resulta comparable al rendimiento del S3 de la presente investigación.

Estos resultados similares pueden atribuirse a la composición de los sustratos utilizados en ambos estudios, los cuales incorporan una cantidad considerable de materia orgánica. La presencia de compost y pulpa de café en las mezclas de sustrato optimiza las características físico-químicas del medio de cultivo, mejorando la estructura del suelo al aumentar su porosidad y su capacidad de retención de agua. Estos factores combinados promueven un entorno más adecuado para el crecimiento vegetativo (Peralta, 2018).

Según el análisis de suelo presentado en el Anexo 1, se observa que el compost utilizado en la investigación presenta una concentración significativa de calcio (Ca). El calcio desempeña un papel crucial en varios procesos fisiológicos de la planta, influye directamente en la regulación del crecimiento celular al fortalecer las paredes celulares y facilitar la división, el cual estimula los sistemas enzimáticos en la división, crecimiento y elongación celular (Galicia, 2018).

4.3 Diámetro del tallo

En la siguiente ADEVA se observa que si existe interacción entre los factores días después de la siembra y sustrato. ($F = 2.72$; $gl = 18, 2127$; $p = 0.0040$) por lo tanto existe diferencias significativas para los factores en estudio (Tabla 8).

Tabla 8

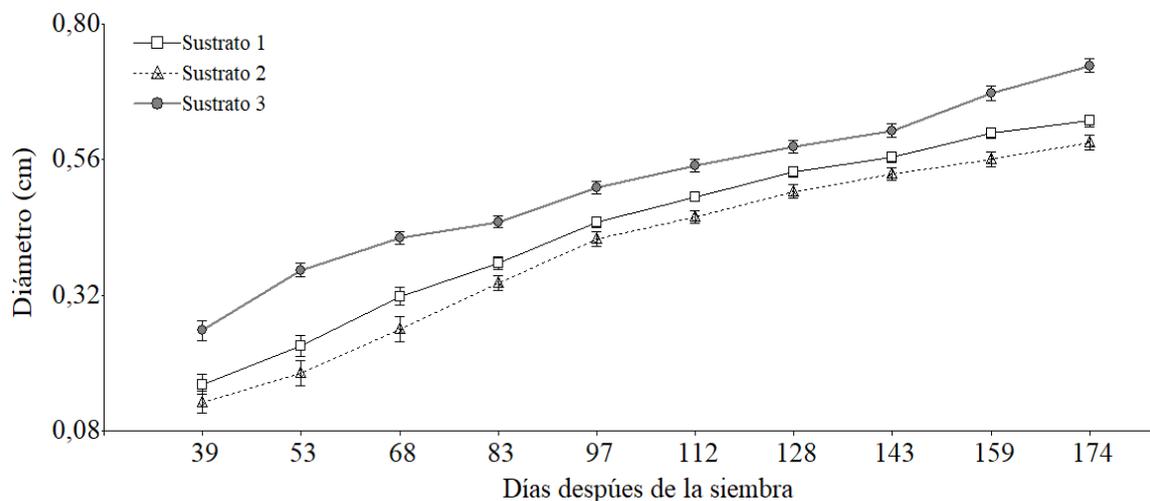
ADEVA diámetro de la planta del aguacate (Persea americana Mill) var. nacional por días y sustrato

Fuentes de variación	Grados de libertad	Grados de libertad	Valor F	Valor P
	FV	Error		
(Intercept)	1	2127	2220.35	< 0.0001
Días	9	2127	406.29	< 0.0001
Sustrato	2	2127	203.73	< 0.0001
Días: sustrato	18	2127	2.72	0.0040

La prueba estadística LSD de Fisher con valor de 5 % de significancia demostró que, para la variable diámetro del tallo, el sustrato 3 obtuvo el mayor diámetro con un promedio de 0.73 cm., seguido por el sustrato 1 la cual presentó resultados sobre los 0.63 cm, mientras que el sustrato 2 obtuvo el resultado más bajo de 0.59 cm, ver figura 14.

Figura 14

Diámetro del tallo del aguacate (Persea americana Mill) var. nacional en invernadero bajo tres dosificaciones de sustrato en diferentes proporciones



En el estudio realizado por Mejía (2010), en la provincia del Carchi cantón Bolívar, caracterizada por una temperatura media de 20 °C y una altitud de 1300 m.s.n.m., en la cual evaluó cuatro tipos de sustratos, los resultados de la investigación demostraron que el sustrato compuesto por (25% tierra de la zona + 50% de humus + 25% de pomina) presentó un mayor diámetro de tallo de 0.51 cm. En comparación en la presente investigación el sustrato 3 obtuvo el mayor diámetro de 0.73 cm (174 días después de la

siembra). Por otro lado, Aranda (2024), en su estudio implementado en el vivero Garden Trujillo con una temperatura media de 25°C dentro de sus evaluaciones el sustrato que le dio mejores resultados fue con 50% suelo agrícola + 10% arena + 15% cascarilla de arroz + 25% compost obtuvo promedio de 0.71 cm de diámetro, presentando resultados similares a esta investigación.

La variación en los resultados obtenidos en los estudios se debe a factores como las diferencias en las condiciones ambientales (temperatura y altitud), la composición de los sustratos. Los sustratos utilizados contienen diferentes proporciones de materiales orgánicos e inorgánicos, lo que influye en la retención de agua, la aireación y la disponibilidad de nutrientes, lo que puede explicar las diferencias en los diámetros de tallo obtenidos (Peralta, 2018).

4.4. Clorofila

Los resultados del análisis estadístico para la variable clorofila indican que existe diferencias significativas entre los factores días después de la siembra y sustrato. ($F = 0.15$; $gl = 2,424$; $p = 0.0423$), ver tabla 9.

Tabla 9

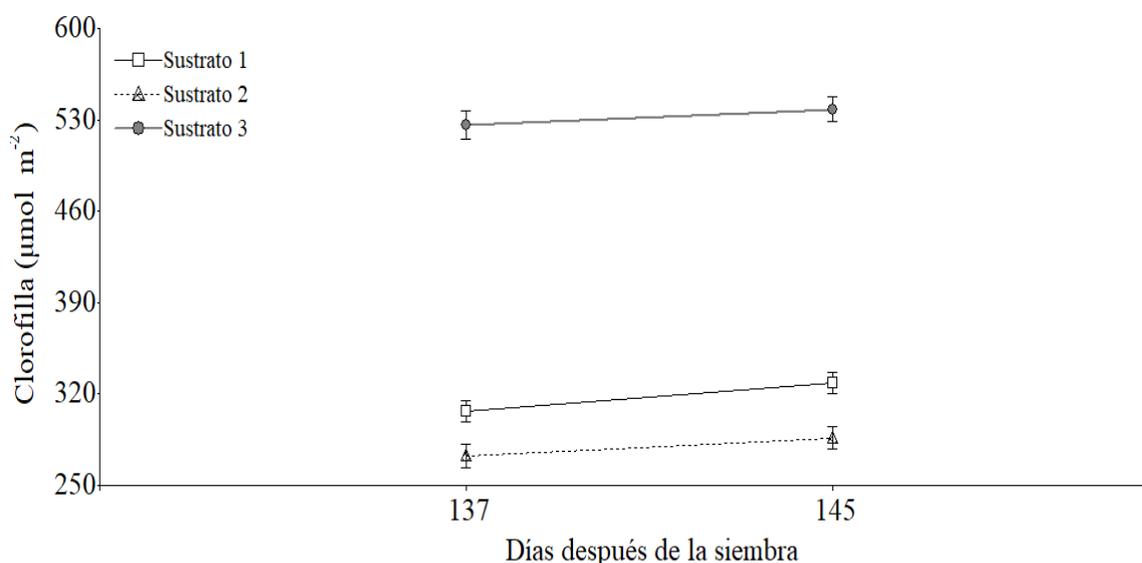
ADEVA para nivel de clorofila en la planta del aguacate (Persea americana Mill) var. nacional en la interacción días y tipo de sustrato.

Fuentes de variación	Grados de libertad FV	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
(Intercept)	1	424	10430.53	< 0.0001
Días	1	424	4.27	0.0394
Sustrato	2	424	436.58	< 0.0001
Días: sustrato	2	424	0.15	0.0423

Los resultados mostrados en la Figura 15, indican que para la variable clorofila el sustrato 3 obtuvo el promedio más alto de 538.07 $\mu\text{mol m}^2$, seguido por el sustrato 1 la cual presentó resultados sobre los 328.43 $\mu\text{mol m}^2$, mientras que el sustrato 2 obtuvo el resultado más bajo de 286.51 $\mu\text{mol m}^2$.

Figura 15

Contenido de clorofila de la planta de aguacate (Persea americana Mill) var. nacional en función de tres sustratos diferentes



En el estudio realizado por Reyes (2011), en la cual evaluó como sustratos tres tipos de suelos de diferentes localidades Tepeyanco, Xochitlán y Temascaltepec, estado de México a una temperatura promedio de 22°C y altitud de 2241 m.s.n.m., los resultados de la investigación demostraron que el sustrato del suelo Temascaltepec fue donde las hojas de las plantas tuvieron mayor contenido de clorofila con un promedio de 512.1 µmol m². Estos resultados son similares a los obtenidos en la presente investigación, específicamente con el sustrato 3, que también mostró un 5% más de contenido de clorofila, posiblemente esto demuestra la respuesta del uso de sustrato con mayor contenido de materia orgánica MO (5%) ver Anexo 1 (análisis de compost) ya que la MO contribuye en la estructura del sustrato y por ende suministra micronutrientes como lo evidencian Bazan et al., (2022) que el uso de MO acelera la disponibilidad de Mg y Fe en las plantas siendo necesario para los procesos fisiológicos como la fotosíntesis y la síntesis de clorofila. (Deza & Pinna, 2023)

Según Deza y Pinna (2023), la deficiencia de hierro (Fe) afecta negativamente el proceso de fotosíntesis al inhibir la fijación de CO₂, lo que a su vez reduce la síntesis de clorofila. Este micronutriente es esencial para la formación de la clorofila, ya que participa en la activación de enzimas clave en la cadena de transporte de electrones durante la fotosíntesis.

4.5 Porcentaje de prendimientos de injertos

Como se observa en la tabla 10 los valores obtenidos en la ADEVA se observan que para la variable porcentaje de prendimiento de injertos no existen diferencias estadísticamente significativas en relación con el sustrato ($F= 1.00$; $gl= 2.10$; $p= 0.04019$).

Tabla 10

Porcentaje de prendimiento del injerto de la planta de aguacate (Persea americana Mill) var. fuerte en función de injerto y sustrato

Fuentes de variación	Grados de Libertad FV	Grados de Libertad Error	Valor F	Valor P
(Intercept)	1	10	2808.76	<0.0001
Sustrato	2	10	1.00	0.4019
Injerto	1	10	1.00	0.3409
Sustrato: Injerto	2	10	1.00	0.4019

Comparando la información obtenida con Mejía (2010), realizada en el Vivero de San Vicente de Pusir (Carchi) en el cual se evaluó cuatro sustratos y los injertos de púa lateral y terminal, se encontró una ligera coincidencia en los resultados con esta investigación ya que se determinó que el prendimiento de los injertos fue el 100%. Cabe recalcar que en esta investigación las plantas con el injerto de púa terminal se desarrollaron con mayor vigorosidad con respecto al injerto de púa lateral. En otro estudio realizado por Amaguaya (2019) presentó un porcentaje de prendimiento de 81.74% siendo ligeramente similar a los resultados de esta investigación esto se debe probablemente en la técnica del injerto tipo púa terminal existen mayor cantidad de tejido, permitiendo con ello una multiplicación celular más acelerada que el injerto púa lateral.

En un estudio realizado por Tituaña et al. (2024) donde evaluaron el porcentaje de prendimiento de aguacate var. hass en tres estados de yema, con el injerto de púa terminal la cual en la yema semimadura obtuvo un mayor porcentaje de prendimiento de un 95.83% destacando que las yemas semi maduras, al encontrarse en un estado de desarrollo intermedio, presentan una lignificación parcial que proporciona la rigidez adecuada para sostener el injerto, al mismo tiempo que mantienen una alta actividad microbiana. Este factor favorece la cicatrización y la unión entre el portainjerto y el injerto.

Otro aspecto clave en la fase de injerto es la evaluación del estado de la yema, dado que esta condición influye directamente en el crecimiento vegetativo del injerto y en la manifestación de las características fenotípicas deseables. Un adecuado estado de desarrollo de la yema es fundamental para asegurar una correcta integración y vigor del injerto, optimizando su rendimiento en la fase post-injerto (Tituaña et al., 2024).

4.6 Relación Beneficio/Costo

En la tabla 11, se resume la evaluación económica de la variable relación beneficio/costo del efecto de la utilización de tres tipos de sustratos y dos tipos de injertos durante los 7 meses del crecimiento de las plantas de aguacate.

Se obtuvo que cada planta de aguacate fue comercializado a 3 dólares, la mayor rentabilidad económica, según el indicativo beneficio/costo presentado en el Anexo 3 y 4, se alcanzó al utilizar el T6 y T5 con valores de 0.81 centavos por cada dólar invertido y 0.78 centavos por cada dólar invertido, seguido por los datos presentados en el Anexo 5 y 6, el T2 y T1 con valores de 0.69 centavos por cada dólar invertido y 0.51 centavos por cada dólar invertido, finalmente como se muestra en el Anexo 7 y 8, el T3 y T2 con valores de 0.34 centavos por cada dólar invertido y 0.27 centavos por cada dólar invertido.

El análisis económico de los tratamientos en estudio es diferente puesto que en cada uno se utilizó diferentes proporciones en la mezcla de su sustrato y dos técnicas de injerto. Siendo el T6 el que obtuvo la mayor rentabilidad económica.

Tabla 11

Evaluación económica (USD) del efecto de cada uno de los tratamientos desarrollados en la producción de plantas de aguacate var. fuerte

Concepto	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Ingresos						
Plantas aguacate var. fuerte	102.00	120.00	87.00	81.00	129.00	132.00
Total ingresos	102.00	120.00	87.00	81.00	129.00	132.00
Egresos						
Compost	7.50	7.50	3.75	3.75	7.50	7.50
Tierra de sitio	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Pomina			3.75	3.75	2.25	2.25
Cascarilla	2.25	2.25	2.25	2.25		
Insumos	11.32	12.1	10.67	10.41	12.49	12.62

Mano de obra	43.6	46.00	41.6	40.8	47.2	47.6
Total	67.67	70.85	65.02	63.96	72.44	73.97
Utilidad	34.33	49.15	21.98	17.04	56.56	58.03
Beneficio/Costo	1.51	1.69	1.34	1.27	1.78	1.81

Nota: T1: S1+I1, T2: S1+I2, T3: S2+I1, T4: S2+I2, T5: S2+I1, T6: S3+I2

De acuerdo con Mejía (2010), al evaluar la utilización de sustratos y tipos de injertos el T4 (Injerto púa lateral+25% suelo de la zona, 50% humus, 25% pomina) y T8 (Injerto púa terminal+25% suelo de la zona, 50% humus, 25% pomina) obtuvo en su estudio un valor de beneficio/costo de 0.85 centavos por cada dólar. En comparación con los resultados obtenidos en la presente investigación son similares debido a que los porcentajes de sustratos y técnica de injerto son similares, el T6 y T5 presentaron mayores beneficios con valores de 0.81 centavos por cada dólar invertido y 0.78 centavos por cada dólar invertido.

En el estudio realizado por Amaguaya (2019), que evaluó tres tipos de injertos, se determinó que el tratamiento con injerto de púa terminal presentó la mejor relación beneficio/costo, alcanzando 1.12 dólares. Los tratamientos con injerto en yema tuvieron una relación beneficio/costo inferior, con 0.98 centavos. Este fenómeno se debe principalmente a que el injertador cobra en función del tipo de injerto y no por las variedades o las fases lunares, siendo el injerto en yema más costoso debido a la mayor demanda de esfuerzo y rapidez en su ejecución.

El tipo de injerto es un factor crucial, ya que influye directamente en la relación beneficio/costo debido a las diferencias inherentes a cada técnica. El costo asociado a cada tipo de injerto varía dependiendo del esfuerzo requerido, la rapidez en la ejecución y la especialización del injertador, lo que afecta el retorno económico.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

En esta investigación, se determinó que el sustrato 3, conformado por un 25% de tierra de sitio, 50% de compost y 25% de pomina, presentó un desempeño superior en cuanto al porcentaje de germinación, diámetro del tallo, altura de la planta y concentración de clorofila para la planta de aguacate bajo condiciones de vivero en Pimampiro.

Se estableció que el injerto púa terminal reúne las mejores condiciones para propagar plantas de aguacate (*Persea americana* Mill) var. *fuerte* presentando un 100% de porcentaje de prendimiento ya que el patrón e injerto presentaron una buena cicatrización de sus tejidos.

La rentabilidad económica, según la variable beneficio/costo, se alcanzó con el T6 una ganancia de ochenta y un centavos por cada dólar invertido, siendo por lo tanto el método más conveniente desde el punto de vista económico.

5.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar investigaciones con los sustratos utilizados, pero en otro tipo de planta siguiendo la misma metodología. Esto permitiría obtener más información sobre los beneficios que estos sustratos pueden ofrecer en condiciones de vivero.

Evaluar cómo los diferentes tipos de injertos interactúan con diversas variedades de aguacate (por ejemplo, Hass, Zutano, etc.). Este enfoque podría proporcionar información sobre qué injertos funcionan mejor para maximizar el crecimiento y la producción en distintas variedades de aguacate, lo cual es útil para diversificar la producción y mejorar la calidad.

Realizar un seguimiento detallado de la investigación en campo abierto, con el objetivo de observar y evaluar el comportamiento agronómico de las plantas de aguacate a lo largo de su desarrollo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROSAVIA. (2019). *Manejo de semillas, sustrato y riego en vivero para aguacate*. Obtenido de <https://www.agrosavia.co/productos-y-servicios/oferta-tecnologica/1%ADnea-agr%ADcola/frutales/recomendaciones-protocolos-y-metodolog%ADas/607-recomendaciones-de-manejo-de-semillas-sustrato-y-riego-para-la-producci%ADn-de-material-de-siemb>
- Alvarez, J. (Abril de 2021). *Análisis de la producción de aguacate en el Ecuador y su exportación a mercados internacionales en el periodo 2008 al 2018.* (Tesis de Pregrado) Repositorio UTM. Obtenido de <https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16595/1/TTUACA-2021-EA-DE00002.pdf>
- Amaguaya, H. (2019). *Evaluación de tres tipos de injertos en cuatro variedades de aguacate (Persea americana) para la producción de plantas en vivero, cantón Guano, provincia Chimborazo* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica Chimborazo] Repositorio ESPOCH. Obtenido de <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/13174/1/13T0888.pdf>
- Aranda, O. (2024). *Efecto de cinco mezclas de sustratos en las características biométricas de persea americana mill var. zutano en vivero, Trujillo, La Libertad.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio UNT. Obtenido de <https://dspace.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/609b4c54-5750-4888-a4e9-ce356b28b1c0/content>
- ARBORETUM. (2016). *Persea americana*. Obtenido de <https://arboretum.ufm.edu/plantas/persea-americana/>
- Bazan, M., Rodriguez, A., Bazan, W., & Nain, C. (2022). Impacto del hierro, magnesio y manganeso en la clorosis de la arúgula en sistemas hidropónicos. *Revista Industrial Data*. 25(2).
- Campos, E., Hernandez, F., Cruz, M., Reyes, J., & Barrientos, A. (Septiembre de 2011). Caracterización de aguacate criollos mexicanos (*Persea drymifolia*) como donadores de semilla. *Avocado Congress*. 5-9. Obtenido de https://www.avocadosource.com/wac7/section_14/camposeduardo2011.pdf
- Cárdenas, D. (13 de Mayo de 2022). *Evaluación físicoquímica del aguacate variedad Choquete (Persea americana miller) encerado como método para prolongar su vida útil.* [Tesis pregrado, Instituto Tecnológico Superior de Álamo Temapache. Obtenido de <https://rinacional.tecnm.mx/bitstream/TecNM/5110/1/23%20DANIEL%20CARDENAS%20CRUZ%20PROYECTO%20TESIS.pdf>
- Cevallos, D. (2020). *Evaluación de tres tipos de injertos en el patrón frnaco de kiwi (Actinidia chinensis).* [Tesis de pregrado, Univesidad Técnica de Ambato].

- Archivo digital. Obtenido de
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33191/1/Tesis-276%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-%20Sanipatin%20Pilaguano%20Yadira%20Lizbeth.pdf>
- Chinguel, V. (2022). *EFFECTO DE SUSTRATOS Y SILICIO SOBRE LA PROPAGACIÓN DE UN PATRON DE PALTO (Persea americana Mill Var. Zutano) A NIVEL DE VIVERO EN HUANCABAMBA.* Obtenido de <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/3744/AGRO-SIL-CHI-2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chisaguano, M. (2022). *Evaluación de dos sustratos para la producción de campanas de Irlanda (Molucella laevis) en invernadero.* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio ESPOCH. Obtenido de <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/17414/1/13T01007.pdf>
- Climent, J., & Paz, S. (Marzo de 2021). *Injerto del Aguacate para cambio varietal.* Obtenido de <https://portalagrari.gva.es/documents/366567370/368758265/INJERTO+DEL+AGUACATE.+Ficha+T%C3%A9cnica..pdf/eac6e019-e236-4168-9f58-ceb14f75a1c5?t=1692787459055#:~:text=El%20injerto%20es%20un%20m%C3%A9todo,parte%20a%C3%A9rea%20de%20la%20planta.>
- Coello, M. (2015). *Estudio de Factibilidad Económico del Aguacate (Persea americana mil variedad hass) en la provincia de Santa Elena, con fines de exportación al mercado de Estados Unidos.* (Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil) Repositorio UCSG. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/3717/1/T-UCSG-PRE-TEC-EADR-18.pdf>
- Córdova, J., Vargas, B., Naranjo, E., & Vega, P. (2022). Obtencion de compost a partir de hojas de mora y estiércol de cuy. Perfiles [online]. 28, 29-35. Obtenido de http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2477-91052022000100029
- DANE. (Octubre de 2015). *El cultivo del aguacate (Persea americana Miller.), fruta de extraordinarias propiedades alimenticias, curativas e industriales (Pimera parte).* Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos_oct_2015.pdf
- Deza, G., & Pinna, J. (Julio de 2023). Contenido de clorofila en hojas de palto con diferentes niveles poblacionales de *Oligonychus punicae* Hirst y su impacto en el rendimiento. Revista U.D.C.A. (2370, Ed.) 26(2). doi: <http://doi.org/10.31910/>
- Díaz, E., Almeyda, H., & Hernández, I. (2013). Evaluación de aguacates criollos en Nuevo León, México: región norte. Revista mexicana de Ciencias Agrícolas. 4(4). Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342013000400004

- Espiau, M., Pina, A., & Errea, P. (2012). *Propagación de frutales por injerto*. Biescas.
- Estrada, K. (2015). *Obtención de la planta comercial variedad hass, mediante la técnica de propagación clonal desde la evaluación de la planta nodriza hasta la injertación del clon*. [Tesis pregrado, Universidad Autónoma del Estado de México]. Obtenido de <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/40640/PROPAGACION%20CLONAL%20CUT.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Falla, C. (2016). “*Caracterización física del fruto de aguacate (Persea americana Mill.Var.”Hass”) para determinar punto óptimo de cosecha y calidad en el campo*”. [Tesis de pregrado, Universidad del Valle de Guatemala]. Obtenido de <https://repositorio.uvg.edu.gt/xmlui/bitstream/handle/123456789/76/Tesis%20completa%202.pdf?sequence=1>
- Freire, M., Amaral, B., Rodrigues, S., Cantuarias, T., & Fassio, C. (Octubre de 2017). Avances en la propagación del aguacate. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Obtenido de <https://www.scielo.br/j/rbf/a/ZDkWgNqJ86nQhMqCH3qRnKM/?format=pdf&lang=es>
- Galicia, C. (2018). *Efecto del calcio en la fertilización convencional en plántulas de café en vivero [Tesis de pregrado] Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/456f0e2a-027f-498b-9b57-437dd6afe861/content>
- Garbanzo, M., & Coto, A. (Mayo de 2017). *Manual para el establecimiento y manejo de un Vivero de aguacate (Persea americana. Mill)*. Editorial Técnico. Obtenido de <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10905.pdf>
- Herrera, N. (2021). *Identificación, diversidad y fluctuación temporal de insectos asociados al cultivo de aguacate (Persea americana (Mill), Carazo [Maestría en Ciencias en Sanidad Vegetal, Universidad Nacional Agraria] Repositorio UNA*. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/4429/1/tnh10h565i.pdf>
- Imbabura, A. P. (2020). *Estrategias de Fortalecimiento de las Cadenas de Valor del Aguacate*. Obtenido de <https://www.imbabura.gob.ec/phocadownloadpap/agenda-productiva/estrategias-fortalecimiento-cadenas-valor-priorizadas/cadena-aguacate/5-cadena-de-valor-aguacate.pdf>
- INIAP. (Diciembre de 2016). Potencial del cultivo de aguacate (Persea americana Mill) en Ecuador como alternativa de comercialización en el mercado local e internacional. *Revista Científica y tecnológica UPSE*. 3(3), 1-6. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3856/1/iniapscCD96.pdf>
- INIAP. (2023). *Propagación Vegetativa*. Obtenido de <https://tecnologia.iniap.gob.ec/wp-content/uploads/2023/11/injertacion-1.pdf>

- MAG. (2024). *Manual de manejo productivo de aguacate*. Primera edición. Obtenido de https://sipa.agricultura.gob.ec/boletines/situacionales/2023/manual_manejo_productivo_aguacate.pdf
- Mejía, J. (2020). *Determinación del porcentaje de aceite de cuatro variedades de aguacate (Persea americana) en el sector Las Viñas*. [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio UTA. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31946/1/Tesis-260%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20680%20JONATHAN%20MEJ%C3%8DA.pdf>
- Mejía, W. (2010). *Evaluación de los injertos púa terminal y lateral de aguacate fuerte en patrones de aguacate nacional en macetas, con cuatros sustratos en el vivero de San Vicente de Pusir Carchi*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio UTN. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/265/2/03%20AGP%2093%20TESIS.pdf>
- Mendoza, J. (2019). *Evaluación comparativa de tres tipos de injerto con y sin estimulación de yemas en el cultivo de palto (Persea americana Mill.)* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo] Repositorio UNASAM. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNM_75b35122b1a88a4a18c5fe0aef5c7d59
- Militar, I. G. (2017). *Descargas de Geo información*. Obtenido de <https://www.geoportaligm.gob.ec/geoinformacion/index-alt2.html>
- Morales, J. (2019). *Propagación vegetativa del aguacate (Persea americana miller) variedad hass, mediante el uso de hormonas enraizantes en la zona de Quevedo*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo] Repositorio UTEQ. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/8632de53-14a0-4a88-9674-6d91bb14dbd2/content>
- Múzquiz, L., García, P., Flores, A., Castillo, R., & Herrera, R. (2023). Caracterización morfológica y determinación de la diversidad genética de aguacate criollo Persea americana Mill de Parras, Coahuila. *Revista de Ciencias Biológicas y de Salud*. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/biotecnia/v25n3/1665-1456-biotecnia-25-03-48.pdf>
- Peralta, A. (2018). *Dosis de ácido giberélico y cortes en la semilla para la germinación y crecimiento de plántulas de Persea americana Mill. Ayacucho - 2018*. [Tesis de pregrado, Escuela Profesional de Agronomía]. Obtenido de <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/74dd24a2-ad97-4d29-9083-30aa830668f5/content>
- Pérez, S., Ávila, G., & Coto, O. (2015). EL AGUACATERO (Persea americana Mill). *Revista Cultivos Tropicales*, 36(2), 111-123. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193239249016.pdf>

- Pimampiro, M. (2023). *DATOS CANTÓN PIMAMPIRO*. Obtenido de <https://pimampiro.gob.ec/index.php/about-us>
- Preza, L. (2019). *Caracterización de hoja y tallo de aguacate hass y fuerte injertados en portainjertos tolerantes a Phytophthora cinnamomi R. [Tesis de pregrado, Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas]*. Obtenido de http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/3187/Preza_Juarez_LD_MC_Fisiologia_Vegetal_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Quintana, E. (2018). *Efecto de cinco sustratos orgánicos en el crecimiento de plántones de palta (Persea americana Mill) en vivero en Monobamba – Jauja. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion] Repositorio UNDAC*. Obtenido de http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1978/1/T026_74903028_T.pdf
- Ramirez, J. (2016). Tratamientos pregerminativos y masa de la semilla como estrategia para mejorar la producción de plántulas de aguacate raza guatemalteca. *Cultivos tropicales*. 37(4), 115-125. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193247419011.pdf>
- Reyes, A. (2011). *Tolerancia de diez accesiones de aguacate a suelos con un pH alcalino. [Tesis posgrado, Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas]. Colegio de Postgraduados*. Obtenido de http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/315/Reyes_Castillo_A_MC_Fruticultura_2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Romero, W. (2020). *Tipos de injertos en naranja cítrica. [Tesis de pregrado, Instituto IDEMA] Archivo digital*. Obtenido de https://books.instituto-idema.org/sites/default/files/2020_06_17_16_16_29_wilner_93outlook.com_trabajo_de_injerto-convertido.pdf
- Salvador, H. (2023). *Aguacate criollo para exportación y producción de aceite*. Obtenido de <https://www.gob.mx/inifap/es/articulos/aguacate-criollo-para-exportacion-y-produccion-de-aceite?idiom=es>
- Serrano, J., & Rivas, L. (2017). *LEY ORGANICA DE AGROBIODIVERSIDAD, SEMILLAS Y FOMENTO DE AGRICULTURA*. (R. D. ECUADOR, Ed.) Quito: JOSE SERRANO. Obtenido de <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/16324/2/03%20AGP%20437%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Servera, J., & Castro, Y. (2024). *Efecto de la aplicación de tres dosis de ácido giberélico en la germinación de semillas de palto (Persea americana) en vivero. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa]. Repositorio UNS*. Obtenido de <http://168.121.236.53/bitstream/handle/20.500.14278/4735/Tesis%20Cervera%20-%20Castro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Solís, M., & Álvarez, A. (2017). *Manual para el Establecimiento y Manejo de un Vivero de Aguacate (Persea americana. Mill) (2 ed.)*. Editorial Tecnico. Obtenido de <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10905.pdf>

- Sotomayor, A., Viera, W., Viteri, P., Posso, M., Racines, M., González, A., . . . Villavicencio, A. (2019). *Manual técnico para la producción de plantas injertas de aguacate (Persea amaericana Mill)*. INIAP, Manual N° 108. Quito,, Ecuador. Obtenido de file:///C:/Users/LENOVO_81/Downloads/iniapscmt108%20(14).pdf
- Tituaña, J., Farinanago, W., & De la Cruz, E. (2024). Evaluacion del prendimiento en injertos de aguacate (persea americana) cariedad hass con tres estados de yemas bajo invernadero. Revista TECH. 4(9). Obtenido de file:///C:/Users/LENOVO_81/Downloads/4EdEtech68_2024.pdf
- Ushiña, R. (2017). *Evaluación de frutos de aguacate nacional (Persea americana Mill.) para la producción de plantas injertas de la variedad Hass.*[Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador] Repositorio UCE. Obtenido de <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/3fde4638-b1c5-4059-a8eb-8ec2f22dfbc1/content>
- Vásquez, R., & García, S. (Juió de 2021). Estudio técnico-económico en el cultivo del aguacate, cantón Atahualpa, provincia El Oro. 30(3). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542021000300009&lng=es&nrm=iso&tlng=es#B14
- Yanac, S. (2019). *Evaluación de dos tipos de injerto en palto de la variedad hass, en patron mexicano (Persea americana) A 2,800 m.s.n.m en Sanachgan, Distrito de Fidel Olivas Escudero.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Santiago Antúñez de Mayolo]. Archivo digital. Obtenido de file:///C:/Users/LENOVO_81/Downloads/T033_46609775_T.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de suelo del compost utilizado en la investigación

 AGROBIOLAB CIA. LTDA. Informe de Análisis Gonzalo Zaldumbide N49-204 y Luis Calisto Urb. Dammer 2 (El Inca) Telfs: (593-2) 241-2383 241-2385 Quito - Ecuador													
SUELOS													
Datos del Cliente				Referencia		Interpretación							
Cliente : BORJA PUJOTA PATRICIA ELIZABETH Prop / Dir : MATAQUI Cultivo : BOSQUE Ingreso : 28/5/2024 No. Lab. : Desde : 163758				**Ensayo : 5/6/2024 Hasta : 163758		No. Doc.: 57006 Emisión: 7/6/2024 Impreso: 7/6/2024 Página: 1 de 2		Textura Boul, S.W. 1973 Fco = Franco Arc = Arcilloso As = Arenoso Li = Limoso Are = Arena Fca = Franca		Elementos INIAP, Inf.Téc.1978 B = Bajo M = Medio S = Suficiente A = Alto E = Exceso		pH Knott, J.E. 1962 Ac = Acido LAc = Lig. Acido Pn = Prac. Neutro LAI = Lig. Alcalino Al = Alcalino	
Nombre : VIVERO MUNDO NATURAL No. Lab. : 163758 Profund (cm): 0-30													
*pH	*C. E. mmhos/cm	*M. O. %	*NH4 ppm	*NO3 ppm	*P ppm	*K meq/100ml	*Ca meq/100ml	*Mg meq/100ml	*Na meq/100ml	*CICE meq/100ml			
6.70 Pn	1.55 S	24.58 A	100.00 E	76.10 M ± 5.12	32.00 A ± 0.21	1.22 A ± 0.21	18.32 E ± 3.29	4.68 A ± 0.79	0.06 B	24.28 A			
*Cu ppm	*Fe ppm	*Mn ppm	*Zn ppm	*B ppm	*S ppm	*Fe/Mn R1	*Ca/Mg R2	*Mg/K R3	*Ca+Mg/K R4	N %			
1.20 M ± 0.24	28.30 M ± 7.35	13.60 S ± 3.67	2.70 B ± 1.02	6.86 E	61.30 E	2.08 S	3.91 A	3.83 A	18.85 E	1.30			

Anexo 2. Análisis de suelo de tierra de sitio utilizado en la investigación

 AGROBIOLAB Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P. LABORATORIO DE ENSAYO, BAJO LA NORMA INTERNACIONAL ISO 17025 Gonzalo Zaldumbide N49-204 y Luis Calisto Urb. Dammer 2 (El Inca) Telfs: (593-2) 241-2383 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador Página Web: www.grupoclinicagricola.com E-mail: info@grupoclinicagricola.com													
Datos del Cliente						Referencia		Interpretación					
Cliente : BORJA PUJOTA PATRICIA ELIZABETH Prop / Dir : VIVERO MUNDO NATURAL Cultivo : PIMIENTO Ingreso : 15/3/2024 **Ensayo : 18/3/2024 No. Lab. : Desde :163454 Hasta : 163454						No. Doc.: 56802 Emisión: 20/3/2024 Impreso: 20/3/2024 Página: 1 de 2		Textura Boul, S.W. 1973 Fco = Franco Arc = Arcilloso As = Arenoso Li = Limoso Are = Arena Fca = Franca		Elementos INIAP, Inf.Tec.1979 B = Bajo M = Medio S = Suficiente A = Alto E = Exceso		pH Knott, J.E. 1962 Ac = Acido LAc= Lig. Acido Pn = Prac. Neutro LAI = Lig. Alcalino AI = Alcalino	
Nombre : MUESTRA 1 No. Lab. : 163454 Profund (cm): 0-40 Arena % : 66.000 Arcilla % : 10.000 Limo % : 24.000 Clase Textural: FCO. AS.													
*pH	*C.E. mmhos/cm	*M.O. %	*NH4 ppm	*NO3 ppm	P ppm	K meq/100ml	Ca meq/100ml	Mg meq/100ml	*Na meq/100ml		CICE meq/100ml		
7.90LAL	0.23B	0.93B	33.70M	3.10B	29.80A ± 4.76	0.84A ± 0.15	12.99E ± 2.33	2.71A ± 0.46	0.07B		16.61M		
Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	*B ppm	*S ppm	Fe/Mn R1	Ca/Mg R2	Mg/K R3	Ca+Mg/K R4				
6.10E ± 1.22	11.50B <L.C.	3.30B <L.C.	1.80B ± 0.66	0.85B	8.60B	3.48A	4.79E	3.22A	18.69E				

Anexo 3. Costos de los insumos utilizados en la evaluación del tratamiento T1.

T1	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1. PREPARACIÓN DEL				
SUSTRATO				
Cascarilla	sacos	0.75	3	2.25
Tierra de sitio	sacos	0.75	4	3
Compost	sacos	1.5	5	7.5
Subtotal				12.75
2. MANO DE OBRA				
Injertador	injerto	34	0.4	13.6
Deshierba	jornal	1	15	15
Riego	jornal	1	15	15
Subtotal				43.6
3. INSUMOS				
Semilla	semilla	45	0.1	4.5
Fundas de bolo	unidad	34	0.01	0.34
Fundas polietileno	unidad	45	0.02	0.9
Varetas o yemas	varetas	34	0.12	4.08
Fertilizante triple 15	libras	1	0.5	0.5
Fertilizantes 10 30 10	libras	1	0.5	0.5
Fungicida Vitavax	g	50	0.01	0.5
Subtotal				11.32
SUBTOTAL				67.67
TOTAL DE COSTOS				67.67
INGRESOS				
Planta de aguacate	unidad	34	3	102
UTILIDAD				34.33
RENTABILIDAD simple				51%
B/C				1.51

Anexo 4. Costos de los insumos utilizados en la evaluación del tratamiento T2.

T2	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1. PREPARACIÓN DEL				
SUSTRATO				
Cascarilla	sacos	0.75	3	2.25
Tierra de sitio	sacos	0.75	4	3
Compost	sacos	1.5	5	7.5
Subtotal				12.75
2. MANO DE OBRA				
Injertador	injerto	40	0.4	16
Deshierba	jornal	1	15	15
Riego	jornal	1	15	15
Subtotal				46
3. INSUMOS				
Semilla	semilla	45	0.1	4.5
Fundas de bolo	unidad	40	0.01	0.4
Fundas de polietileno	unidad	45	0.02	0.9
Varetas o yemas	varetas	40	0.12	4.8
Fertilizante triple 15	libras	1	0.5	0.5
Fertilizantes 10 30 10	libras	1	0.5	0.5
Fungicida Vitavax	g	50	0.01	0.5
Subtotal				12.1
SUBTOTAL				70.85
TOTAL DE COSTOS				70.85
INGRESOS				
Planta de aguacate	plantas	40	3	120
UTILIDAD				49.15
RENTABILIDAD				69%
B/C				1.69

Anexo 5. Costos de los insumos utilizados en la evaluación del tratamiento T3

T3	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1. PREPARACIÓN DEL				
SUSTRATO				
Cascarilla	sacos	0.75	3	2.25
Tierra de sitio	sacos	0.75	4	3
Pomina	sacos	0.75	5	3.75
Compost	sacos	0.75	5	3.75
Subtotal				12.75
2. MANO DE OBRA				
Injertador	injerto	29	0.4	11.6
Deshierba	jornal	1	15	15
Riego	jornal	1	15	15
Subtotal				41.6
3. INSUMOS				
Semilla	semilla	45	0.1	4.5
Fundas de bolo	unidad	29	0.01	0.29
Fundas de polietileno	unidad	45	0.02	0.9
Varetas o yemas	varetas	29	0.12	3.48
Fertilizante triple 15	libras	1	0.5	0.5
Fertilizantes 10 30 10	libras	1	0.5	0.5
Fungicida Vitavax	g	50	0.01	0.5
Subtotal				10.67
SUBTOTAL				65.02
TOTAL DE COSTOS				65.02
INGRESOS				
Planta de aguacate	plantas	27	3	81
UTILIDAD				15.98
RENTABILIDAD simple				25%
B/C				1.25

Anexo 6. Costos de los insumos utilizados en la evaluación del tratamiento T4

T4	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
COSTOS DIRECTOS				
(CD)				
1. PREPARACIÓN DEL SUSTRATO				
Cascarilla	sacos	0.75	3	2.25
Tierra de sitio	sacos	0.75	4	3
Pomina	sacos	0.75	5	3.75
Compost	sacos	0.75	5	3.75
Subtotal				12.75
2. MANO DE OBRA				
Injertador	injerto	27	0.4	10.8
Deshierba	jornal	1	15	15
Riego	jornal	1	15	15
Subtotal				40.8
3. INSUMOS				
Semilla	semilla	45	0.1	4.5
Fundas de bolo	unidad	27	0.01	0.27
Fundas de polietileno	unidad	45	0.02	0.9
Varetas o yemas	varetas	27	0.12	3.24
Fertilizante triple 15	libras	1	0.5	0.5
Fertilizantes 10 30 10	libras	1	0.5	0.5
Fungicida Vitavax	g	50	0.01	0.5
Subtotal				10.41
SUBTOTAL				63.96
TOTAL DE COSTOS				63.96
INGRESOS				
Planta de aguacate	plantas	27	3	81
UTILIDAD				17.04
RENTABILIDAD simple				27%
B/C				1.27

Anexo 7. Costos de los insumos utilizados en la evaluación del tratamiento T5

T5	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1. PREPARACIÓN DEL				
SUSTRATO				
Pomina	sacos	0.75	3	2.25
Tierra de sitio	sacos	0.75	4	3
Compost	sacos	1.5	5	7.5
Subtotal				12.75
2. MANO DE OBRA				
Injertador	injerto	43	0.4	17.2
Deshierba	jornal	1	15	15
Riego	jornal	1	15	15
Subtotal				47.2
3. INSUMOS				
Semilla	semilla	45	0.1	4.5
Fundas de bolo	unidad	43	0.01	0.43
Fundas de polietileno	unidad	45	0.02	0.9
Varetas o yemas	varetas	43	0.12	5.16
Fertilizante triple 15	libras	1	0.5	0.5
Fertilizantes 10 30 10	libras	1	0.5	0.5
Fungicida Vitavax	g	50	0.01	0.5
Subtotal				12.49
SUBTOTAL				72.44
TOTAL DE COSTOS				72.44
INGRESOS				
Planta de aguacate	plantas	43	3	129
UTILIDAD				56.56
RENTABILIDAD simple				78%
B/C				1.78

Anexo 8. Costos de los insumos utilizados en la evaluación del tratamiento T6

T6	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1. PREPARACIÓN DEL				
SUSTRATO				
Pomina	sacos	0.75	3	2.25
Tierra de sitio	sacos	0.75	4	3
Compost	sacos	1.5	5	7.5
Subtotal				12.75
2. MANO DE OBRA				
Injertador	injerto	44	0.4	17.6
Deshierba	jornal	1	15	15
Riego	jornal	1	15	15
Subtotal				47.6
3. INSUMOS				
Semilla	semilla	45	0.1	4.5
Fundas de bolo	unidad	44	0.01	0.44
Fundas de polietileno	unidad	45	0.02	0.9
Varetas o yemas	varetas	44	0.12	5.28
Fertilizante triple 15	libras	1	0.5	0.5
Fertilizantes 10 30 10	libras	1	0.5	0.5
Fungicida Vitavax	g	50	0.01	0.5
Subtotal				12.62
SUBTOTAL				72.97
TOTAL DE COSTOS				72.97
INGRESOS				
Planta de aguacate	plantas	44	3	132
UTILIDAD				59.03
RENTABILIDAD simple				81%
B/C				1.81

Anexo 9. Depreciación de los materiales utilizados en la investigación

DETALLE	MATERIALES	COSTO	VIDA ÚTIL (AÑOS)	DEPREC. ANUAL	DEPREC. 6 M	VALOR
Sustratos	Análisis de suelo	57	1	57	28.5	28.5
	Análisis de compost	57	1	57	28.5	28.5
Materiales para injertar	Tijera de podar	50	2	25	12.5	12.5
	Navaja de injertar	25	2	12.5	6.25	6.25
Controles fitosanitarios	Bomba de fumigar	70	5	14	7	7
	Tanque plástico	35	4	8.75	4.375	4.375
Riegos	Manguera	50	2	25	12.5	12.5
	Regadera	7	2	3.5	1.75	1.75
Limpieza del vivero	Rastrillos	7	2	3.5	1.75	1.75
	Palas	8	2	4	2	2
Medición de plantas	Calibrador	15	2	7.5	3.75	3.75
	Cinta métrica	5	2	2.5	1.25	1.25
TOTAL						110.125