

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

Tema: Evaluación de la germinación y desarrollo de plántulas de aguacate “Hass” (*Persea americana Mill*) con la utilización de diferentes sustratos enriquecidos con micorrizas bajo condiciones de invernadero en la Finca Experimental Alonso Tadeo en la Parroquia La Concepción.

Trabajo de titulación previa la obtención del
título de Ingeniera en Desarrollo Integral Agropecuario

AUTORA: Polo Borja Lisseth Soraya

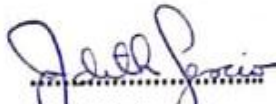
TUTORA: PhD Judith García

Tulcán, 2021

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que la estudiante Polo Borja Lisseth Soraya con el número de cédula 100392858-5 ha elaborado el trabajo de titulación: Evaluación de la germinación y desarrollo de plántulas de aguacate "Hass" (*Persea americana Mill*) con la utilización de sustratos enriquecidos con micorrizas bajo condiciones de invernadero en la Finca Experimental Alonso Tadeo en la Parroquia La Concepción.

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación. Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.



Judith García PhD.

TUTORA



Herrera David MSc.

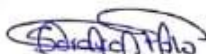
LECTOR

Tulcán, septiembre de 2021

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de **Ingeniera** en la Carrera de ingeniería en desarrollo integral agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales.

Yo, Polo Borja Lisseth Soraya con cédula de identidad número 100392858-5 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



.....
Polo Borja Lisseth Soraya

AUTORA

Tulcán, septiembre de 2021

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Polo Borja Lisseth Soraya declaro ser autor/a de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: Evaluación de la germinación y desarrollo de plántulas de aguacate "Hass" (*Persea americana Mill*) con la utilización de sustratos enriquecidos con micorrizas bajo condiciones de invernadero en la Finca Experimental Alonso Tadeo en la Parroquia La Concepción y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.



.....

Polo Borja Lisseth Soraya
AUTORA

Tulcán, septiembre de 2021

AGRADECIMIENTO

Primeramente quiero agradecer a Dios por permitir mantenerme firme en mis estudios y poder cumplir una meta profesional en mi vida.

Con mucho amor agradezco a mi hermana (Morella Polo) y a mis padres (Tito Polo y María Borja) por todos sus consejos, esfuerzo y sacrificio que me han brindado durante todo el proceso de estudio en la Universidad, para lograr mi sueño de ser una profesional.

Gracias a la PhD Judith García y MSc David Herrera quienes con sus valiosos aportes, conocimientos y experiencias me ayudaron a formarme profesionalmente.

A mis compañeros de la Universidad por ser parte de los buenos y malos momentos, a pesar de eso lo hemos superado y lo más importante es que logramos cumplir una meta profesional en nuestras vidas.

A todas y cada una de las personas que de una u otra forma fueron parte y colaboraron para que este trabajo se culminara de forma exitosa.

Liseth Soraya Polo Borja

DEDICATORIA

Está dirigido con mucho amor para mis padres quienes me apoyaron en los momentos buenos y malos, durante todo mi proceso de formación académica, quienes con sus consejos supieron mantenerme por un buen camino.

Doy gracias a Dios por darme la fuerza suficiente para mantenerme firme ante las adversidades que se presentaron durante todo el tiempo académico, pero a pesar de ello, lo conseguí.

ÍNDICE

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR.....	¡Error! Marcador no definido.
AUTORÍA DE TRABAJO.....	¡Error! Marcador no definido.
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTO	5
DEDICATORIA.....	6
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
INTRODUCCIÓN.....	15
I PROBLEMA.	18
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	19
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	19
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	19
1.4.1. Objetivo General.	19
1.4.2. Objetivos Específicos.	20
1.4.3. Preguntas de Investigación.	20
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	21
2.2. MARCO TEÓRICO.	24
2.2.1. Origen del aguacate.	24
2.2.1.1 clasificación taxonómica del aguacate.	25
2.2.1.2. Botánica y Morfología.	25
2.2.1.3. Variedad Hass.	26
2.2.1.4. Características de la variedad de aguacate Hass.	26
Las características de la variedad del aguacate Hass me muestra en la siguiente tabla: ..	26

2.2.1.5. Suelo y clima.	27
2.2.1.6. Propagación.	28
2.2.1.7.1. Desinfección del almácigo.	29
2.2.1.8. Sustratos para vivero.	29
2.2.1.8.1. Materiales recomendados para sustratos.	29
2.2.2. Obtención de la semilla.	30
2.2.2.1. Concepto.	30
2.2.2.3. Siembra.	31
2.2.2.4. Trasplante a bolsas de plástico.	31
2.2.2.5. Medidas a tomar para obtener plantas libres de la enfermedad:	32
Aislamiento:	32
2.2.3. Las micorrizas.	32
2.2.3.1 Clases de micorrizas.	33
2.2.3.2. Beneficios de las micorrizas.	33
2.2.3.3. Tierra.	34
2.2.3.4. Arena.	34
2.2.4. Variedades usadas en la zona.	34
2.2.4.1. Aguacate Hass o guatemalteco.	34
2.2.4.2. Porcentaje de germinación.	35
III. METODOLOGÍA.....	36
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO.	36
3.1.1. Enfoque.	36
3.1.2. Tipo de Investigación.	36
3.2. HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER.	36
3.2.1. Hipótesis alternativa:	36
3.2.2. Hipótesis nula:	36
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	37

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	40
3.4.1. Análisis Estadístico	40
3.4.2. Características del diseño experimental.	40
3.4.3. Conducción del experimento	41
3.4.4. Diseño de la investigación llevado a vivero.	44
Dos Factores	44
Factor 1: Sustratos (cuatro niveles, que son diferentes proporciones de tierra de dos localidades y arena).	44
Factor 2: Micorrizas (dos niveles, sin y con micorrizas).....	44
4.1. RESULTADOS.....	48
4.1.1. Porcentaje de emergencia de plántulas de aguacate Hass los 35 días de la siembra .	48
4.2. DISCUSIÓN	¡Error! Marcador no definido.
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	66
5.1. CONCLUSIONES	71
5.2. RECOMENDACIONES	72
IV, REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
V, ANEXOS	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Emergencia de las plántulas a los 30 días la siembra.	48
---	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del aguacate.....	25
Tabla 2. Características de la variedad aguacate Hass.	27
Tabla 3. Definición y operacionalización de variables.....	37
Tabla 4. Tratamientos del ensayo experimental.	40
Tabla 5. Características del diseño experimental.	41
Tabla 6. Diseño de la investigación llevado a invernadero.	44
Tabla 7. Esquema de ANAVAR.....	45
Tabla 8. Variables a evaluar.	46
Tabla 9. Análisis de varianza de altura a los 50 días de la siembra.....	49
Tabla 10. Análisis de varianza de altura a los 55 días de la siembra.....	49
Tabla 11. Análisis de varianza de altura a los 60 días de la siembra.....	50
Tabla 12. Análisis de varianza de altura a los 80 días de la siembra.....	50
Tabla 13. Análisis de varianza de altura del tallo a los 90 días de la siembra.....	51
Tabla 14. Análisis de varianza de altura del tallo a los 100 días de la siembra.....	51
Tabla 15. Prueba de Tukey para altura del tallo a los 90 días de la siembra.....	52
Tabla 16. Prueba de Tukey para altura del tallo a los 100 días de la siembra.....	52
Tabla 17. Análisis de varianza del ancho de las hojas a los 50 días de la siembra.	53
Tabla 18. Análisis de varianza de ancho de las hojas a los 55 días de la siembra.....	54
Tabla 19. Análisis de varianza de ancho de las hojas a los 60 días de la siembra.....	54
Tabla 20. Análisis de varianza del ancho de las hojas a los 80 días despues de la de la siembra.....	54
Tabla 21. Análisis de varianza de ancho de las hojas a los 90 días después de la siembra.	55
Tabla 22. Análisis de varianza de ancho de has hojas a los 100 días después de la siembra. .	55
Tabla 23. Prueba de Tukey de ancho de las hojas a los 55 días de la siembra.	55
Tabla 24. Prueba de Tukey de ancho de las hojas a los 60 días de la siembra.	56
Tabla 25. Análisis de varianza del grosor del tallo a los 50 días de la siembra.	56
Tabla 26. Análisis de varianza del grosor del tallo a los 55 días de la siembra.	56
Tabla 27. Análisis de varianza del grosor del tallo a los 60 días de la siembra.	58
Tabla 28. Análisis de varianza del grosor del tallo a los 80 días de la siembra.	58
Tabla 29. Análisis de varianza del grosor del tallo a los 90 días de la siembra.	58

Tabla 30. Análisis de varianza del grosor del tallo a los 100 días de la siembra.	59
Tabla 31. Análisis de varianza de longitud de las hojas a los 50 días de la siembra.....	60
Tabla 32. Análisis de varianza de longitud de las hojas a los 55 días de la siembra.....	60
Tabla 33. Análisis de varianza de longitud de las hojas a los 60 días de la siembra.....	61
Tabla 34. Análisis de varianza de longitud de las hojas a los 80 días de la siembra.....	61
Tabla 35. Análisis de varianza de longitud de las hojas a los 90 de la siembra.	61
Tabla 36. Prueba de Tukey para longitud de hojas a los 90 días de la siembra.	62
Tabla 37. Análisis de varianza de número de hojas a los 50 días de la siembra.	63
Tabla 38. Análisis de varianza de número de hojas a los 55 días después de la siembra.....	63
Tabla 39. Análisis de varianza número de hojas a los 60 días después de la siembra.	64
Tabla 40. Análisis de varianza de número de hojas a los 80 días después de la siembra.....	64
Tabla 41. Análisis de varianza de número de hojas a los 90 días de la siembra.	64
Tabla 42. Análisis de varianza de número de hojas a los 100 días de la siembra	65
Tabla 43. Prueba de Tukey para número de hojas a los 50 días de la siembra.....	65
Tabla 44. Prueba de Tukey para número de hojas a los 60 días de la siembra.....	65
Tabla 45. Análisis de varianza de longitud de la raíz a los 100 días de la siembra.....	66
Tabla. 46. Datos de las pruebas de Tukey al 5% para la comparación de sustratos y su enriquecimiento con micorrizas en variables de desarrollo.....	67

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Certificado o Acta del Perfil de Investigación	74
Anexo 2: Certificado del Abstract por parte de idiomas	75
Anexo 3: Elaboración, medición y colocación de fundas en el ensayo.	77
Anexo 4: Desinfección de las semillas de aguacate.....	77
Anexo 5: colocación de las semillas de aguacate en las fundas.....	77
Anexo 6: Riego después de haber colocado las semillas de aguacate en las fundas.	77
Anexo 7: Toma de datos de las diferentes variables.	78
Anexo 8: Ensayo experimental con sus diferentes tratamientos.	78
Anexo 9: Riego con aspersion.....	78
Anexo 10: Crecimiento y desarrollo de las plántulas de aguacate.....	79
Anexo 11: Planta significativa de cada tratamiento	79
Anexo 12: Toma de datos de longitud de la raíz.....	80

RESUMEN

La presente investigación fue realizada a 1373 msnm tomando en consideración dos factores de estudio. El factor 1, cuatro niveles de sustratos, que son diferentes proporciones de tierra de dos localidades y arena; y el factor 2, dos niveles de micorrizas, con y sin micorrizas. El diseño experimental realizado fue el de bloques completamente al azar con 8 tratamientos y 3 repeticiones, teniendo un total de 24 unidades experimentales. Cada unidad experimental consta de 12 plantas, con un total de 288 plantas para todo el ensayo, las cuales se colocaron en fundas. Se realizaron pruebas de significación de Tukey al 5%, las mismas que fueron sometidas a los factores de estudio establecidos. El riego se realizó con aspersión y de forma manual, manteniendo la capacidad de campo. Se evaluaron variables físicas de los sustratos y de crecimiento y desarrollo de la planta. El resultado del análisis de varianza muestra que existen diferencias significativas entre sustratos. La prueba de comparación de medias mostró que el sustrato S1 (25% de Tierra de la zona +50% de tierra negra+ 25% de arena) se destacó entre los primeros lugares para la variable de altura de la planta sin la adicción de micorriza. Éste, es un sustrato cuyo desempeño fue medio y no le favoreció el enriquecimiento con micorrizas. El sustrato S2 (20% de Tierra de la zona + 40% de tierra negra+ 40% de arena) no estuvo entre los primeros lugares en la mayor parte de las variables evaluadas; en aquellos donde presentó mejor desarrollo, estuvo acompañado con la adición de micorrizas; en la variable de longitud de la planta, que es un excelente indicador del desarrollo de la planta, obtuvo el desempeño más bajo. El sustrato S3 (40% de Tierra de la zona + 20% de tierra negra + 40% de arena) se benefició con el enriquecimiento de micorrizas en la mayoría de las variables evaluadas. El sustrato S4 (33% de Tierra de la zona + 33% de tierra negra + 33% de arena) se encontró entre los que tienen mejor desarrollo en todas las características, independientemente de la colocación de las micorrizas.

Palabras claves: aguacate, vivero, hongos, micorriza, patógenos.

ABSTRACT

The present research was carried out at 1373 meters above sea level taking into consideration two study factors. Factor 1, four levels of substrates, which are different proportions of soil from two locations and sand; and Factor 2, two levels of mycorrhizae, with and without mycorrhizae. The experimental design developed was that of completely randomized blocks with 8 treatments and 3 repetitions, having a total of 24 experimental units. Each experimental unit consists of 12 plants, with a total of 288 plants for the entire trial, which were placed in holsters. Tukey significance tests were performed at 5%, which were subjected to the established study factors. Irrigation was accomplished with sprinkling and manually, maintaining the field capacity. During the study, physical variables of the substrates, and growth and development features of the plant were evaluated. The result of the analysis of variance shows that there are significant differences between substrates. The mean comparison test revealed that the substrate S1 (25% of soil in the zone + 50% of black soil + 25% of sand) stood out among the first places for the height variable of the plant without the addition of mycorrhiza. This is a substrate whose performance was medium and the enrichment with mycorrhizae did not favor it. Substrate S2 (20% of soil in the zone + 40% of black soil + 40% of sand) was not among the first places in most of the variables evaluated; in those where it presented better development, it was accompanied by the addition of mycorrhizae; in the variable of plant length, which is an excellent indicator of plant development, it obtained the lowest performance. Substrate S3 (40% of soil in the zone + 20% of black soil + 40% of sand) benefited from the enrichment of mycorrhizae in most of the variables evaluated. Substrate S4 (33% of soil in the zone + 33% of black soil + 33% of sand) was found among those with the best development in all characteristics, regardless of the placement of the mycorrhizae.

Key words: avocado, plant nursery, fungi, mycorrhiza, pathogens.

INTRODUCCIÓN

El aguacate (*Persea americana Mill*) es un cultivo milenario con 800 años de antigüedad, originario de México y Centro América pertenece a la familia Lauraceae la cual comprende alrededor de 2,200 especies. Se cultiva en la mayoría de países de clima cálido y templado. Aunque su producción se concentra en Latinoamérica, destacándose México como principal productor mundial, también se encuentra en Chile, Brasil, Perú y República Dominicana (Alvarado, 2017).

En Ecuador las zonas productoras de aguacate se encuentran en los valles interandinos de las provincias de Loja, Imbabura, Azuay, Pichincha, Tungurahua y Carchi. La demanda internacional del aguacate ecuatoriano ha registrado un aumento, siendo el principal destino Colombia con 90,7%, seguido por España 8% y Estados Unidos con el 1%. Sin embargo, la mayor parte de la producción ecuatoriana está destinada al mercado local. Desde hace algunas décadas en los huertos de la sierra ecuatoriana, el aguacate tipo mexicano llamado “Nacional” o “Criollo”, ha sido sustituido por variedades comerciales como el aguacate Fuerte y el Hass, que son aceptados en el mercado local e internacional (Alvarado, 2017).

A nivel mundial, el aguacate se ha posicionado como uno de los frutos más populares a nivel internacional. Debido a esta creciente popularidad, el consumo del aguacate se ha disparado drásticamente; se estima que tan solo en 2017 la demanda de aguacate en 2017 creció 350% comparada con aquella reportada en 2016. La demanda para este cultivo ha afectado los diferentes mercados mundiales. En Australia, el deseo de consumir aguacate es tal que los consumidores llegan a pagar hasta \$6 dólares por una sola pieza. En otros mercados como España u Holanda, se estima que el precio del fruto ha llegado a cuadruplicarse en los últimos ocho años. Frente a la creciente demanda de este cultivo, los ojos del mundo se ha volcado al principal consumidor de este cultivo: México, con una producción de un millón 644 mil toneladas, el aguacate se ha colocado como el líder de cultivo y exportación en 34 países en el mundo (FoodTech, 2018).

La superficie sembrada de aguacate en el Ecuador, de acuerdo al último Censo Nacional Agropecuario, es de 2290 hectáreas como cultivo solo, y como cultivo asociado de 5507 hectáreas. Las principales zonas de producción se encuentran a lo largo de los valles del Callejón Interandino, principalmente en los valles de Guayllabamba (Pichincha), Chota y Atuntaqui (Imbabura), Entre las variedades de aguacate más utilizadas en el Ecuador están

Nacional, Guatemalteca, Hass, Booth 8, Fuerte, Tonnage, y Choquete. El cultivo de aguacate en el Ecuador se realiza en alturas comprendidas entre los 400 y 2500 msnm, y a temperaturas que van entre los 15 y 30°C (Solagro, 2016).

La micorriza es una asociación constituida por un conjunto de hifas fúngicas (micelio) que entran en contacto con las raíces de las plantas, formando una extensa red de hifas capaz de interconectar, subterráneamente, a las raíces de plantas. Esta red de micelio permite, bajo ciertas condiciones, un libre flujo de nutrimentos hacia las plantas hospederas y entre las raíces de las plantas interconectadas estableciendo una gran unión bajo el suelo entre plantas. Existe una simbiosis, ya que la raíz aprovecha los nutrientes que el hongo toma del suelo y los traslada a la planta y a su vez, el hongo toma de la planta el carbono necesario para su desarrollo (Puetate, 2018).

La micorriza porta al suelo microorganismos que forman la asociación simbiótica entre las raíces de las plantas tratadas y los hongos benéficos que facilitan la absorción de nutrientes minerales del suelo, nitrógeno, potasio, magnesio, fosfatos solubles, azufre, calcio, boro, entre otros; acción que se traduce en un mayor crecimiento y desarrollo de las plantas. Por su acción biológica, las hifas que forman al exterior de los puntos de colonización, se constituyen en cuerpos extensores del sistema radicular, que se encargan de explorar, desdoblar- desbloquear por su acción biológica los fosfatos insolubles del suelo, los quelatan convirtiéndolos en sustancias solubles de rápida absorción y asimilación.

Enriquece la flora microbiana benéfica en suelos ácidos muy complicados de manejo y desarrollo de las plantas. Transfieren mayor resistencia a muchas enfermedades sobre todo del suelo, por el efecto de los antibióticos que libera en cada punto de unión con la raíz; además, por el efecto de ocupación de sitios intracelulares que ocurre cuando colonizan el sistema radicular de plantas tratadas, esta acción combinada no permite el alojamiento de enfermedades e incluso de nematodos (Bioamecsa, 2017).

Actualmente en el país se han realizado muy pocas investigaciones sobre el manejo de las micorrizas, en condiciones de vivero, por tal razón, se hace necesario generar alternativas de manejo que garantice la competitividad del cultivo desde esta etapa.

La inoculación con hongos micorrícicos en estado de plántula, se presenta como una alternativa biológica que mejora la absorción de nutrientes puesto que el micelio extremo de

estos microorganismos explora un mayor volumen de suelo llegando hasta donde la raíz no puede llegar debido a su anatomía.

Además, se hace necesario identificar un sustrato a un nivel local que esté constituido por componentes de bajo costo y alta disponibilidad, que proporcione un rápido crecimiento de raíces, una buena aireación, capacidad de almacenamiento de agua, con características químicas óptimas, y que favorezca el establecimiento de una simbiosis efectiva para el desarrollo de la plántula. La selección del sustrato adecuado, así como el uso de alternativas biológicas que mejoren la nutrición y desarrollo de las plántulas de aguacate, se constituye en una opción para la producción de materiales de vivero con características óptimas para su establecimiento en campo, aportando conocimiento científico sobre la actividad rizosférica en sustratos (Melo Hernández , 2011).

I PROBLEMA.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

A nivel mundial uno de los principales problemas para el establecimiento de cultivos de aguacate es la latencia de la semilla, En condiciones naturales, esa latencia tiene como propósito asegurar la supervivencia de las especies bajo condiciones desfavorables para el desarrollo de las plántulas. Un gran número de semillas de especies forestales no germinan debido a que la testa dura impide la entrada de agua (latencia) y algunas semillas germinan posteriormente a un tratamiento de escarificación.

Varias técnicas de escarificación han demostrado su efectividad para disminuir la dureza de las semillas y acelerar el proceso de germinación. Las técnicas de escarificación química, física y térmica son de especial valor para acelerar el proceso de germinación; sin embargo en diversas semillas de aguacate responden en forma diferente a dichas técnicas (Galvis, 2015).

En el Ecuador *Phytophthora cinnamomi* es una enfermedad significativa en el cultivo de aguacate, ya que sobrevive por varios años en las raíces y el suelo. Habita principalmente en las raíces de las plantas vivas que parasita, donde desarrolla su micelio característico. En el suelo presenta una escasa habilidad como saprófito, por lo que se mantiene mediante estructuras de resistencia (clamidosporas y zoosporas) que le permiten sobrevivir varios años en condiciones desfavorables (periodos y estaciones cálidas y secas). En presencia de agua forma otras estructuras de vida corta (esporangios y zoosporas) que el patógeno utiliza para dispersarse por el suelo o en el agua libre, hasta alcanzar una nueva planta o las raíces sanas de una planta ya infectada.

La incapacidad de los sustratos de cumplir con la nutrición para el desarrollo de la semilla después de un tiempo puede ocasionar dificultades en la planta como la pérdida de agua, marchitez de las raíces.

Las micorrizas ayudan a entrar en contacto con las raíces de las plantas, formando una extensa red de hifas capaz de interconectar, subterráneamente, a las raíces de plantas. Esta red de micelio permite, bajo ciertas condiciones, un libre flujo de nutrientes hacia las plantas hospederas y entre las raíces de las plantas interconectadas estableciendo una gran unión bajo el suelo entre plantas. Existe una simbiosis, ya que la raíz aprovecha los nutrientes que el

hongo toma del suelo y los traslada a la planta y a su vez, el hongo toma de la planta el carbono necesario para su desarrollo (Puetate, 2018).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

Desconocimiento de las características de sustratos apropiados para el desarrollo de plántulas de aguacate y del efecto de las micorrizas en dichos sustratos.

1.3. JUSTIFICACIÓN.

Este trabajo se realizó para evaluar el porcentaje de germinación y desarrollo de plántulas de aguacate Hass en invernadero con la utilización de diferentes sustratos, en este caso los sustratos que se utilizó fueron evaluados con y sin micorrizas para determinar cuál de estos sustratos es el que mejor influye en la germinación y desarrollo de las plántulas de aguacate en invernadero. Esto se realizó en fundas y finalmente tomar los datos de las variables: emergencia, altura del tallo, diámetro del tallo, número de hojas, longitud de las hojas, ancho de las hojas y longitud de la raíz.

La producción de aguacate hass se potencia para cumplir dos metas: incrementar el rendimiento y exportar. Hasta hace 12 años, la cosecha anual en la Sierra llegaba a 500 toneladas en 50 hectáreas. Ahora la siembra alcanzó 430 hectáreas, cantidad a la que se suma la siembra en la Costa, que llega a las 250 hectáreas. Entre ambas regiones, la producción supera las 600 toneladas anuales. En el 2017 se registraron cerca de 700 hectáreas de la variedad hass, que es la de exportación porque la fruta se conserva más tiempo durante el envío, Esta vez, se enviaron 50 toneladas de aguacate cosechado en la sierra (Pichincha, Imbabura y Carchi) y 600 toneladas de la Costa, salió con destino a España y se repartió en cajas de tres toneladas semanales; mientras que la segunda carga se dirigió a Holanda durante el primer semestre en 25 contenedores, vía marítima (CorpoAguacate, 2018).

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.

1.4.1. Objetivo General.

Evaluar la germinación y desarrollo de plántulas de aguacate “Hass” (*Persea americana Mill*) con la utilización de diferentes sustratos enriquecidos con micorrizas bajo condiciones de invernadero, en el Centro Experimental Alonso Tadeo en la Parroquia La Concepción.

1.4.2. Objetivos Específicos.

- Evaluar la influencia de diferentes sustratos enriquecidos con micorrizas en la emergencia de las semillas de aguacate “Hass” (*Persea americana Mill*) bajo condiciones de invernadero.

- Comprobar el efecto de micorrizas en el desarrollo de las plántulas de aguacate “Hass” (*Persea americana Mill*) bajo condiciones de invernadero.

- Comprobar el efecto de los sustratos y micorrizas en el desarrollo de las plántulas de aguacate “Hass” (*Persea americana Mill*) bajo condiciones de invernadero.

1.4.3. Preguntas de Investigación.

¿Cuál es la germinación con la utilización de diferentes sustratos enriquecidos con micorrizas bajo las condiciones de invernadero?

¿Cuál fue el desarrollo de plántulas de aguacate Hass (*Persea americana Mill*) con la utilización de diferentes sustratos bajo las condiciones de invernadero?

¿Cuál fue el mejor sustrato y cuál fue su comportamiento al enriquecer con micorrizas?

INPORTANCIA DEL CULTIVO DE AGUACATE A NIVEL MUNDIAL NACIONAL Y REGIONAL.

A nivel mundial, el aguacate se ha posicionado como uno de los frutos más populares a nivel internacional. Debido a esta creciente popularidad, el consumo del aguacate se ha disparado drásticamente; se estima que tan solo en 2017 la demanda de aguacate creció 350% comparada con aquella reportada en 2016. La demanda para este cultivo ha afectado los diferentes mercados mundiales. En Australia, el deseo de consumir aguacate es tal que los consumidores llegan a pagar hasta \$6 dólares por una sola pieza. En otros mercados como España u Holanda, se estima que el precio del fruto ha llegado a cuadruplicarse en los últimos ocho años. Frente a la creciente demanda de este cultivo, los ojos del mundo se ha volcado al principal consumidor de este cultivo: México, con una producción de un millón 644 mil toneladas, el aguacate se ha colocado como el líder de cultivo y exportación en 34 países en el mundo (FoodTech, 2018).

Satisfacer esta creciente demanda mundial representa una invaluable oportunidad para los productores mexicanos de aguacate y la economía nacional en general. No obstante, debido a las grandes problemáticas ambientales y los retos alimentarios mundiales, incrementar la producción para satisfacer estas necesidades debe hacerse de la manera más inocua y sustentable posible. Aunado a esto, la inocuidad en el cultivo es importante ya que ayuda a evitar el desarrollo de patógenos y a mantener las múltiples propiedades nutritivas del aguacate; las cuales han sido fundamentales para el repunte de la popularidad del cultivo en varios países. Por este motivo, es importante que los productores y distribuidores del cultivo cuenten con biosoluciones inocuas que protejan los cultivos de diversos factores externos incluyendo el cambio climático y plagas (FoodTech, 2018).

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.

En la Universidad Nacional de San Agustín Facultad de Agronomía se realizó el estudio de bacterias nitrificantes-fosfóricas y micorrizas en la propagación del portainjerto “mexicola” palta (*Persea americana Mill*); en el valle de Ocoña (2015). Los resultados evidenciaron que las características de las plantas de palta (*Persea americana Mill*,) cv Mexícola con 600cc/6m² del consorcio de bacterias y micorrizas, presentó: mayor porcentaje de germinación, mayor longitud de tallo, mayor área foliar, mayor área radicular, mayor longitud de raíz, mayor calidad de plantas y mejor eficiencia del consorcio de bacterias y micorrizas en

comparación con los demás tratamientos. El porcentaje de germinación fue 98,33%, un mayor crecimiento de tallo con un promedio 30,63 cm, un diámetro de tallo promedio 1,30 cm, una tasa de crecimiento del tallo 0,27, una longitud de raíces 24,63 cm, diámetro de la raíz principal de 1,17 cm, un área radicular de 90,29 cm² y un área foliar de 31,38 cm² (Lima, 2015).

En la Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias coordinación general de posgrados Palmira, se realizó una investigación acerca de la respuesta de la inoculación de micorrizas en plántulas de aguacate *Persea americana* Mill variedad Hass en diferentes sustratos. EL resultado del análisis de varianza muestra que existen diferencias significativas entre tratamientos, la prueba de comparación de medias mostró que los mayores valores para la biomasa microbiana, longitud y diámetro de copa y patrón 150 días después de la siembra, asimismo la mayor colonización de micorrizas se presentaron en el sustrato con (20% compost + 60% carbonilla + 10% cascarilla + 10% bagazo) y la mejor respuesta de los hongos micorrizicos arbusculares (HMA) se presentó cuando se inoculó 20 g de micorriza comercial (Melo, 2011).

En el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) 2011, utilizaron cepas eficientes de hongos micorrizicos arbusculares en el desarrollo de portainjertos de aguacate en un sustrato suelo-cachaza (2011). El objetivo fue evaluar el efecto de dos cepas eficientes de hongos micorrizicos arbusculares sobre indicadores de crecimiento y desarrollo en portainjertos de aguacate. La inoculación del producto a las semillas, se llevó a cabo mediante una pasta fluida compuesta por 1kg del Biofertilizante EcoMic® y 600 ml de agua.

Las variables de crecimiento y desarrollo estudiadas fueron: altura del portainjerto, diámetro del tallo, número de hojas, longitud y ancho de las hojas, área foliar y tasa de crecimiento relativo; dentro de los parámetros micorrizicos se determinó el porcentaje de colonización radical, la densidad visual y el índice de eficiencia micorrizica. Los resultados demostraron que la utilización de cepas eficientes de hongos micorrizicos arbusculares; estimula el desarrollo de los portainjertos de aguacate en condiciones de vivero lo cual repercute en la obtención de plantas de mayor calidad y a su vez constituyen una alternativa nutricional para este cultivo, (Espinosa, 2011).

En el proceso de propagación de aguacate en vivero, pusieron en práctica la aplicación de vermicomposta, y la inoculación con hongos micorrizicos. Evaluaron la aplicación de la

vermicomposta sin mezclar en el sustrato de crecimiento que consistió de una mezcla de suelo de huerta + suelo forestal + agrolita, y de los hongos micorrízicos en la planta sin realizar transplante. Como referencia, se realizó inoculación de hongos micorrízicos al transplante.

Observaron que la forma de aplicación de vermicomposta fue eficiente en aumentar el desarrollo del injerto, incrementando de 39,6 a 48,0 cm su altura final. La fertilización nitrogenada no superó al tratamiento con vermicomposta. La forma de aplicación del hongo no resultó eficiente, y la práctica de transplante retrasó 50 días la injertación de la planta.

En la Universidad Nacional de Colombia se realizó un estudio sobre Efecto de la micorrización en plantas de aguacate (*Persea americana* L.) durante la fase de vivero en suelos provenientes de los Llanos Orientales. Los rendimientos obtenidos en cultivos de aguacate en los Llanos Orientales de Colombia, no superan las 8 t·ha⁻¹, pero pueden ser mejorados con un manejo tecnológico apropiado de la nutrición mineral. La aplicación de hongos de micorriza arbuscular (HMA), constituyó una alternativa para reducir los impactos en el ambiente y en los costos de producción. El principal beneficio proporcionado por la micorrización fue el incremento en la absorción de fósforo. Se propagaron dos cepas de HMA nativas, probablemente pertenecientes a los géneros *Glomus* y *Acaulospora*; estas se inocularon sobre semillas de las variedades Santana, Lorena y Común en suelos de Taluma, Puerto Colombia y La Libertad. Se observó una correlación negativa entre la concentración de fósforo edáfico y número de esporas/g de suelo y porcentaje de colonización, particularmente en el suelo de Puerto Colombia. Se encontraron incrementos porcentuales bajos en nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio foliares como respuesta a la inoculación. La variedad Común presentó la mejor respuesta en biomasa total y altura. Independientemente de la variedad y del suelo, se obtuvieron incrementos significativos en biomasa de raíz, tallo y hojas (Montañez, 2009).

Se realizó un estudio en plantas de aguacate en fase de vivero, para evaluar la colonización con hongos formadores de micorriza arbuscular (HFMA), utilizando tres suelos diferentes, procedentes de huertos, ubicados en el departamento del Meta, en los Llanos Orientales de Colombia. El objetivo fue determinar el tipo de colonización establecida empleando dos cepas nativas. Se aislaron, se identificaron y se propagaron dos morfo tipos de HFMA pertenecientes a los géneros *Glomus* y *Acaulospora*, los cuales, se inocularon en tres variedades de aguacate: Lorena, Santana y Común. Se encontró que la colonización predominante para ambos fue de tipo Paris (hifas y rulos intracelulares). El mayor porcentaje

de colonización, se obtuvo en la variedad de aguacate Común, inoculada en un suelo tipo Hapludox, con el aislamiento de *Glomus* sp, (Orozco *et al.*, 2010).

2.2. MARCO TEÓRICO.

2.2.1. Origen del aguacate.

El aguacate, *Persea americana* Miller, es una planta originaria de las montañas y bosques tropicales y subtropicales de México y Centroamérica. Es una especie cultivada desde hace muchos siglos en diferentes partes del mundo. Sin embargo, el cultivo comercial de esta especie es relativamente reciente. En la época colonial los españoles introdujeron el aguacate a otros países americanos y a Europa.

A finales del siglo XIX y principios del XX el consumo de aguacate estuvo basado en la producción de plantas de las razas mexicanas y Antillana. Posteriormente con la adopción de técnicas de propagación como el injerto y con el descubrimiento del aguacate “Fuerte” comenzó el establecimiento de las primeras huertas. En las décadas de los 50, 60 y 70’s comienza el cultivo de las variedades Hass, Fuerte, Bacon, Rincón, Zutano y criollos raza mexicana.

2.2.1.1 Clasificación taxonómica del aguacate.

En la tabla 1, se muestra a continuación la clasificación taxonómica del aguacate:

Tabla 1. Clasificación taxonómica del aguacate.

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Laurales
Familia:	Lauraceae

2.2.1.2. Botánica y Morfología.

Es una planta perenne, de gran crecimiento vegetativo, llegando en su hábitat natural a una altura de 10 a 12 metros. Con raíces superficiales, que absorben agua y nutrientes principalmente en las puntas a través de los tejidos primarios; esto determina la susceptibilidad del árbol al exceso de humedad que induce a ataques de hongos y pudriciones vasculares. Las ramas son abundantes, delgadas y frágiles, sensibles a las quemaduras de sol y a las heladas, se rompen con facilidad al cargar muchos frutos o por acción del viento, las flores son hermafroditas, simétricas, de color verde amarillento (Castañeda *et al.*, 2012).

Las hojas son alternas, pecioladas y simples, de forma variable: ovaloblongas, elípticas, o aovadas y están provistas de yemas axilares. El ápice es más o menos agudo según la raza. La dimensión de las hojas varía mucho (de 5 a 20 cm de longitud y de 3 a 10 cm de ancho). La cara superior es glabra mientras que la inferior es ligeramente pubescente. La nervadura principal tiene color amarillo pálido y especialmente es prominente en la cara inferior (Castañeda *et al.*, 2012).

El sistema radical se caracteriza por presentar diversidad de formas, sin embargo, está constituido por una raíz columnar primaria, notablemente ramificada en haces secundarios y terciarios, el ápice de las raíces está protegido por la caliptra, pero el cuerpo está desprovisto de pelos radicales, la absorción de agua y nutrientes se realiza a través de las células corticales las cuales se alargan y suberizan constituyendo la exodermis, la cual tiene como función proteger el parénquima cortical. El deterioro o daño que pueda sufrir la exodermis, determina

la susceptibilidad del árbol al exceso de humedad que induce el ataque de hongos que infectan los tejidos.

Los frutos del aguacate son de tamaño diverso, los hay de cáscara lisa, rugosa, fina, gruesa, mediana y delgada. Su color puede ser de diferentes tonos, desde verde, rojizo, marrón, morados hasta negros. Su forma es variada, los hay piriformes, ovaladas, redondas o elípticas (Castañeda *et al.*, 2012).

2.2.1.3. Variedad Hass.

La variedad Hass proviene de una planta de semilla propagada en la Habra Heights. California, USA, en 1992, esta variedad fue patentada en el Segundo Congreso Mundial de Aguacate, donde a un miembro de cada país visitante se le obsequió un replicado genético del árbol original de Hass. Danilo Ríos Castaño fue el receptor del árbol que se encuentra en el huerto básico de Profrutales Ltda y ha originado todos los arboles de la variedad en Colombia a partir de 1993.

De acuerdo a la demanda y mercado actual, el material que más se consume en el mundo es Hass, por lo tanto, este sería uno de los candidatos para establecer una plantación siempre y cuando el clima lo permita, puesto que este material puede cultivarse comercialmente desde los 1,000 a 2,200 msnm. Desde luego existen microclimas especiales en donde podría cultivarse fuera del rango antes indicado (Castañeda *et al.*, 2012).

2.2.1.4. Características de la variedad de aguacate Hass.

Las características de la variedad del aguacate Hass se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Características de la variedad aguacate Hass.

Raza	Guatemalteca
Tipo de Flor	A
Adaptación (msnm)	1200-2200
Peso (g)	285
Color de corteza	Verde
Grasa (%)	17,80
Pulpa (%)	69,92
Fibra (%)	7,23

Fuente: Elaborado por: (Castañeda et al., 2012).

En cuanto a las preferencias según variedades, la variedad Hass es la más apetecida en los mercados europeos, especialmente en España y en los países Escandinavos. Esta variedad alcanza en la pulpa niveles de hasta 25% de aceite, con valores promedios de 15-19%, lo que permite lograr rendimientos de alrededor de 10% de la fruta fresca. Este aceite contiene un alto nivel de ácidos insaturados. El aceite de aguacate se ha utilizado principalmente para uso cosmético, ya que contiene un esteroil llamado phitosterol, que posee las mismas habilidades que la lanolina. Esta particularidad es muy apropiada para la piel y cremas de masajes (Castañeda *et al.*, 2012).

2.2.1.5. Suelo y clima.

El cultivo del aguacate requiere para su crecimiento y desarrollo, temperatura mínima de 10°C. Por otra parte, aunque el cultivar Hass, tiene capacidad para soportar por periodos cortos de tiempo temperaturas del orden de 1,1°C, es deseable evitar someter a la planta a éstos extremos y establecer los huertos en zonas libres de heladas; así mismo, el árbol de aguacate requiere de 10 a 17°C como mínima y de 28 a 33°C de máxima como extremos para el "amarre" de frutos, por lo que si se desea establecer una plantación se debe considerar que en el sitio las temperaturas que se registran durante el año oscilen entre los valores citados para que el cultivo no tenga problemas en cuanto a exigencias térmicas.

El aguacate se desarrolla favorablemente en áreas con lluvia anual de 1000 a 1800 mm, humedad relativa de 80 al 85%, fotoperiodo anual de 980 a 1200 horas luz y un régimen

térmico anual de 1750 a 3250 unidades calor acumuladas entre 10 y 30°C, (Castañeda *et al.*, 2012).

2.2.1.6. Propagación.

Es importante recordar que hasta hace poco tiempo, la mayoría de los portainjertos y variedades importantes eran resultado de la búsqueda y evaluación de semillas de mutaciones. A pesar que en los últimos años nos hemos concentrado en el ámbito del mejoramiento y selección bajo condiciones controladas, la búsqueda de material varietal y portainjertos excepcionales es muy importante para los agricultores. Debemos recordar que los árboles de gran productividad parecen ser más el resultado de las interacciones entre el portainjerto y la variedad. Los árboles clonados a partir de tal selección es un componente importante del proceso de evaluación (Castañeda *et al.*, 2012).

2.2.1.7. Construcción del almácigo.

En la mayoría de los viveros de México se prefiere la siembra en almácigos o semilleros, ya que con este método se asegura que las plántulas que serán trasplantadas a los contenedores antes de ir a campo serán vigorosas, sanas y sin problemas de malformaciones de raíz,

Con el objeto de facilitar la germinación de las semillas es recomendable preparar una cama de 20 a 40 cm de profundidad, de 1 m de ancho y lo largo dependerá de las necesidades de planta que se requiera; se calcula que aproximadamente en dos metros cuadrados se obtiene planta suficiente para una hectárea. Comúnmente, los almácigos se construyen de 10 m de largo para facilitar su manejo, más se pueden construir de 20 m de largo.

La época para establecerlo dependerá del lugar de producción, pero lo más recomendable es entre marzo y mayo, con el fin de aprovechar la mayor estación de crecimiento posible, Otra propuesta para el establecimiento del almácigo es levantar una cama de 20 cm de alto por 1 a 1,5 metros de ancho, el largo depende de la disponibilidad de espacio y número de semillas por establecer, Los bordes pueden ser rectos o bien tener cierto grado de inclinación, para permitir mayor aireación, Una vez que se tiene la cama, se pueden trazar los surcos guía con ayuda de una vara o un enrejado y proceder a la siembra dejando un espaciamiento de 5 cm entre semillas y 20 cm entre surcos (Castañeda *et al.*, 2012).

2.2.1.7.1. Desinfección del sustrato.

En el cultivo de aguacate, es imprescindible que la mezcla del sustrato usada para el llenado de bolsas esté bien desinfectada, debido a la alta susceptibilidad de las raíces a enfermedades del suelo como en el caso de *Phytophthora cinnamomi*. Generalmente, a nivel de vivero los hongos que comúnmente afectan raíz, son *Fusarium sp* y *Rhizoctonia sp*; *Pythium sp*, *Verticillium sp*, *Cylindrocladium sp*; entre otros, para ello es importante realizar aplicaciones periódicas de *Trichoderma sp* en forma que empape todo el sistema radical. También, de forma periódica la aplicación en drench (por inundación) de Microorganismos de Montaña (MM), contribuye en gran medida a la protección y control de patógenos que puedan afectar la raíz (Solís *et al.*, 2017).

2.2.1.8. Sustratos para vivero.

Los sustratos son materiales que permiten el anclaje, almacenamiento, suministro de agua y aire al sistema radical de las plantas. Una buena mezcla de sustratos, permite obtener un material vegetativo sano y vigoroso, con las características deseables para un buen desarrollo vegetativo a nivel de plantación comercial (Solís *et al.*, 2017).

2.2.1.8.1. Materiales recomendados para sustratos.

Tomando en cuenta las características que debe reunir una buena mezcla para sustrato en la etapa de vivero, se citan a continuación los principales materiales:

- Estiércol (boñiga descompuesta)
- Caballaza
- Lombricompost
- Cascarilla de arroz
- Fibra de coco
- Tierra buena
- Compost
- Roca molida
- Tierra de montaña
- Aserrín

Cuando se utilice boñiga, calabaza o cualquier otro material de estiércol, debe someterse a un proceso de compostaje, para disminuir al máximo problemas fitosanitarios (Solís *et al.*, 2017).

2.2.2. Obtención y desinfección de la semilla.

2.2.2.1. Concepto.

La selección de semillas se debe hacer a partir de árboles que sean buenos productores, que presenten un buen estado fitosanitario, vigorosos y con una producción sostenida año con año, o sea, que no presenten alternancia en estado de madurez fisiológica. Las frutas se deben cosechar directamente del árbol, no se deben recoger semillas del suelo ya que pueden estar infectadas por *Phytophthora*.

Las frutas se deben poner a madurar colocadas sobre una lona en el piso; no se deben dejar madurar en sacos o cajas cerradas, porque pueden presentarse problemas con enfermedades fungosas que se transmiten al resto de las frutas. En todo caso es importante sumergir las frutas por 15 a 20 segundos en una solución a base de un producto formulado a partir de extracto de semilla de cítricos (500 ml/189 l de agua). Este tratamiento reduce la presencia de enfermedades que vienen del campo. Una vez maduras las frutas, se extraen las semillas, luego se lavan con agua limpia, se colocan preferiblemente en cajas plásticas y se dejan secar bajo sombra.

Aquellas semillas muy pequeñas o que presenten algún daño por insecto u otro, se deben eliminar.

En caso de que las semillas hayan estado en contacto con el suelo o que no se conozca su procedencia, se deben tratar con agua tibia a 50°C durante unos 5 minutos. Una vez aplicado el tratamiento térmico, las semillas se colocan de inmediato en una solución de benomil y luego se secan a la sombra. Antes de almacenar las semillas es importante asegurarse de que estén completamente secas. Cuando las semillas se almacenan por algún tiempo, deben ser colocadas en cajas con aserrín o cascarilla de arroz, ligeramente húmeda y desinfectada. Posteriormente se almacenan en cámara fría a una temperatura de 4 a 6 °C (Solís *et al.*, 2017).

2.2.2.2. Presiembra.

Para evitar pudriciones es recomendable realizar un tratamiento presiembra, sumergiendo las semillas durante 10 minutos en una solución de productos fungicidas como Captan® (N-(triclorometiltio) ciclohex-4-eno-1,2-dicarboximida).

2.2.2.3. Siembra.

La semilla se siembra a una distancia de 1 a 5 cm entre líneas y entre semillas, se coloca la parte basal (más ancha y plana) hacia abajo. Se recomienda cortar la punta de la semilla para facilitar su germinación, colocarla con la parte más ancha y plana hacia abajo, tapar con una capa de sustrato de 1 a 2 cm. Posteriormente se aplica sulfato de cobre en polvo sobre el almácigo y regar. La germinación ocurre entre los 40 y 60 días después de la siembra. Se sugiere proporcionar sombra a las plantas durante el día a fin de evitar la deshidratación de la planta y destaparla durante la noche. Cuando tengan dos hojas extendidas están listas para el trasplante (Castañeda *et al.*, 2012).

2.2.2.4. Trasplante a bolsas de plástico.

Esta práctica se efectúa cuando la plántula alcanza una altura de 5 a 10 cm o cuando tiene 6 hojas bien formadas. La bolsa utilizada para este fin debe ser de plástico cristalino con capacidad de 3 a 5 kilos de sustrato, compuesto por dos partes de tierra (suelo agrícola) y una parte de tierra de encino y se recomienda desinfectar igual como se hizo con el almácigo. Para manejar fácilmente las bolsas, éstas se deben ubicar en bloque de dos a tres filas, dejando un pasillo de 1 m de ancho entre bloques.

En forma general se utiliza bolsa negra de calibre 30. Las dimensiones varían de 26 x 48 cm y de 34 x 62cm. El tamaño dependerá del tiempo que la planta se mantendrá en vivero y en la bolsa antes de que el arbolito terminado sea establecido en la huerta; sin embargo, es preferible que la planta permanezca el menor tiempo posible en el vivero. La bolsa se debe perforar, para eliminar el exceso de humedad; se sugieren 10 perforaciones a cada bolsa, las cuales deben de estar distribuidas en la base y a 10 cm de la misma. Se recomienda después del trasplante efectuar un riego con una solución a base de Derosal® (Carbendazim) 1 mL· L⁻¹ de agua más Previcur® (propamocarb clorhidrato) 1,5 mL· L⁻¹ de agua. Otra propuesta es utilizar bolsa negra de calibre 600 de 26 cm x 35 cm con perforaciones en el primer tercio inferior.

Las bolsas son colocadas en bloques de cuatro hileras, dejando un espaciamiento entre bloque y bloque del tamaño de una bolsa llena. La hilera sin bolsa favorece la circulación del aire y facilita las labores culturales. Con este arreglo en una longitud de 10 m y un ancho de 2,3 m, se colocan 56 bolsas. Después del tratamiento presiembra se establece la semilla en la bolsa con sustrato y se cubre con aproximadamente 2 a 3 cm de sustrato. Cuando las plántulas

tienen alrededor de seis meses están listas para injertarse, otro indicador puede ser el grosor del tallo (1,5 cm) (Castañeda *et al.*, 2012).

2.2.2.5. Medidas a tomar para obtener plantas libres de la enfermedad:

Aislamiento:

- Las parcelas destinadas a vivero de aguacate estarán separadas de otras parcelas de vivero al menos mediante un cerramiento o vallado. Los viveros que comparten la producción o comercialización de plantas de aguacate con la de otras especies de plantas foráneas corren el riesgo de contaminaciones, ya que *P. cinnamomi*, *Rosellinia necatrix* y muchos otros patógenos no sólo afectan al aguacate. Así, las plántulas de aguacate pueden verse atacadas por patógenos introducidos con plantas ornamentales u otras especies de plantas cultivadas foráneas.
- Se recomienda restringir la entrada de plantas ornamentales y de otros frutales a los viveros de aguacate, a menos que se pruebe que no están infectadas y que el sustrato no está contaminado con patógenos.
- El trabajo en el vivero deberá organizarse de manera que, tanto los vehículos que provengan del exterior como las personas, trabajadores o visitantes, no puedan ser transmisores de agentes infecciosos.
- El personal del vivero y las visitas deberán estar provistos de botas y vestimentas adecuadas que deberán utilizar antes de entrar en la parcela del vivero de aguacate. Asimismo, se debe evitar cualquier movimiento o traslado de tierra por medio de máquinas, aperos de labranza, calzado, animales, etc.
- En los accesos peatonales a las parcelas de viveros de aguacate, se colocarán recipientes o alfombras con productos fungicidas aprobados para tal fin, en los que pueda desinfectarse el calzado de los trabajadores y de los compradores o visitantes ocasionales (Padrón., 2015).

2.2.3. Las micorrizas.

La micorriza es una asociación constituida por un conjunto de hifas fúngicas (micelio) que entran en contacto con las raíces de las plantas, formando una extensa red de hifas capaz de

interconectar, subterráneamente, a las raíces de plantas. Esta red de micelio permite, bajo ciertas condiciones, un libre flujo de nutrimentos hacia las plantas hospederas y entre las raíces de las plantas interconectadas estableciendo una gran unión bajo el suelo entre plantas. Existe una simbiosis, ya que la raíz aprovecha los nutrientes que el hongo toma del suelo y los traslada a la planta y a su vez, el hongo toma de la planta el carbono necesario para su desarrollo (Puetate, 2018).

2.2.3.1 Clases de micorrizas.

Existen varias clases de micorrizas como las ectomicorrizas y las endomicorrizas de las cuales las más comunes son las endomicorrizas arbusculares. Este tipo de micorrizas es de interés de las plantas cultivadas. Para que se forme una micorriza se requiere que en el suelo exista inoculo del hongo formador de esta asociación, el inoculo puede ser nativo o desarrollado por el hombre, es decir que sea aplicado al cultivo. Entre el hongo y la planta se producen reacciones bioquímicas que permite que el hongo penetre la raíz y así forme la simbiosis micorrícica, (Puetate, 2018).

2.2.3.2. Beneficios de las micorrizas.

Absorción de nutrientes ya que la raíz colonizada explora mayor volumen de suelo que si no tuviera micorriza, debido a que el hongo desarrolla micelios y llega a sitios donde la raíz no puede llegar. Existen estudios sobre mayor absorción de nutrientes como fósforo, nitrógeno, calcio, potasio, magnesio. Mayor crecimiento y producción puesto que las plantas están asociadas simbióticamente, presentan mayor desarrollo que aquellas que no fueron micorrizadas (Puetate, 2018).

Los beneficios potenciales de las micorrizas a los cultivos son:

- Mejora en la absorción de nutrientes, principalmente fósforo y nitrógeno.
- Mejora en la absorción de agua y aumento de la resistencia a condiciones de estrés hídrico, Aumento de la resistencia a condiciones de cultivos salinos.
- Incremento de la resistencia frente a hongos patógenos del suelo por su efecto antagónico. Una raíz colonizada por hongos micorrícicos es difícil que lo sea a su vez por hongos patógenos.
- Mejoras en la estructura del suelo por los agregados que forman las hifas y filamentos del hongo.

- Efectos hormonales sobre las raíces que aumentan su desarrollo y el de toda la planta (Puetate, 2018).

2.2.3.3. Tierra.

Corresponde al tipo de material de origen franco a franco arenoso, para tener un suelo bajo en contenido de arcillas que permita la permeabilidad necesaria para evitar excesos de humedad y darle poco peso al sustrato (Solís *et al.*, 2017)

2.2.3.4. Arena.

Este es uno de los sustratos que más se utiliza por su facilidad de uso, granulometría y porque nos da un buen drenaje general al homogeneizarse bien con el resto de componentes del sustrato. Las mejores arenas para este fin, son las de río (Agromática, 2019).

2.2.4. Variedades usadas en la zona.

2.2.4.1. Aguacate Hass o guatemalteco.

Es una variedad muy precoz para entrar en producción y se logran cosechas muy importantes a partir del tercer año de instalado la plantación. Producción incierta, producción potencial: 20 a 25 ton/ha. Es medianamente vigorosa y produce cosechas alternas. Esta variedad se ha originado en California es un árbol con tendencia a crecimiento vertical. Hass es derivado de la raza guatemalteca por lo tanto es muy sensible a las heladas; su límite de resistencia al frío es de -1°C.

Es una variedad de menor tolerancia relativa a la concentración de sales. Hass se autopoliniza sola. Esta planta florece desde mediados hasta fines de primavera, el fruto es piriforme de cáscara gruesa algo rugosa y que se ennegrece a medida que avanza la maduración. Cuando se cosecha Hass es de color morado después se vuelve negro. El periodo de floración a la cosecha dura aproximadamente 8 meses y puede observarse una maduración más temprana en zonas más cálidas. El contenido de aceite está entre 15-20%. Estas variedades se introdujeron al Perú en 1960 y se exporta recién hace 6 años, las primeras exportaciones fueron 12 ton (Vía Orgánica, 2016).

2.2.4.2. Porcentaje de germinación.

Es una prueba que se utiliza para saber cuántas semillas pueden llegar a germinar después de sembrarse. Usualmente se eligen 10 semillas y se germinan. El número de semillas germinadas será un aproximado del porcentaje de germinación de la semilla. Por ejemplo, si germinaron siete semillas de 10. El porcentaje de germinación es del 70% (Vía Orgánica, 2016).

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO.

3.1.1. Enfoque.

Se realizó un modelo para comprobar la hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico.

3.1.2. Tipo de Investigación.

Esta investigación es experimental y de campo, la cual será realizada bajo condiciones de invernadero.

3.2. HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER.

3.2.1. Hipótesis alternativa:

Los diferentes sustratos difieren en la emergencia y desarrollo de las plántulas de aguacate en invernadero.

3.2.2. Hipótesis nula:

Todos los sustratos son iguales en la emergencia y desarrollo de plántulas de aguacate en invernadero.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

En la tabla 3 se muestra la definición y operacionalización de las diferentes variables:

Tabla 3. Definición y operacionalización de variables.

HIPÓTESIS	VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICAS	INSTRUMENTO	INFORMANTE
Los diferentes sustratos difieren en la emergencia y desarrollo de las plántulas de aguacate en invernadero.	VARIABLE DEPENDIENTE	Emergencia de las plántulas de aguacate.	Emergencia: Es donde se observa la aparición en la superficie del suelo de las plántulas es la etapa posterior a la germinación de las semillas o brotamiento de yemas (Estupiñan, 2010)	A los 30 días después de la siembra se tomó datos de emergencia de las plántulas	Observación	Cuaderno de campo y registro en Excel	Investigador
	Emergencia y desarrollo de plántulas de aguacate Hass						
	VARIABLE INDEPENDIENTE	Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, de	Micorrizas	Se realizó la aplicación de micorrizas en dosis recomendadas por el	Observación		Investigador

	diferentes sustratos	síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta y que puede intervenir o no en la nutrición vegetal (Valle, 2018)		comercializador de 50 g/planta, al momento de colocar los sustratos en la funda para posteriormente colocar la semilla. Esto se realizó en los tratamiento que fueron enriquecidos con micorrizas			
			Sustratos	<p>Tierra de la zona: Se usó tierra del Centro Experimental Alonso Tadeo cuyos suelos son de textura franco limosos a arenosos, generalmente son profundos y compactos, los cuales no presentan un desarrollo de estructura razón por la cual se hallan saturados de agua en las épocas invernales, son suelos restrictivos y contienen significativas reservas de nutrientes (PDOT, 2015)</p> <p>Tierra negra: Se usó tierra de la finca de Huaca, la cual posee una coloración</p>	Observación		Investigador

				oscura contiene arena rica en calcio, magnesio, zinc, manganeso, fósforo y carbono. Su composición proporciona una gran fertilidad para las plantas.			
--	--	--	--	--	--	--	--

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Análisis Estadístico

El diseño fue de bloques completos al azar constituidos por 8 tratamientos y 3 repeticiones dando un total de 24 unidades experimentales, cada unidad experimental consta de 12 plantas dando un total de 288 para todo el ensayo. Estas plantas se colocaron en fundas.

Tabla 4. Tratamientos del ensayo experimental.

Tratamientos	Descripción
T1	25% de Tierra de la zona +50% de tierra de negra+ 25% de arena: (S1)
T2	20% de Tierra de la zona + 40% de tierra de negra + 40% de arena: (S2)
T3	40% de Tierra de la zona + 20% de tierra de negra + 40% de arena: (S3)
T4	33% de Tierra de la zona + 33% de tierra de negra + 33% de arena: (S4)
T5	25% de Tierra de la zona + 50% de tierra de negra + 25% de arena + 50gr/p de micorrizas: (S1 + micorrizas)
T6	20% de Tierra de la zona + 40% de tierra de negra + 40% de arena + 50gr/p de micorrizas: (S2 + micorrizas)
T7	40% de Tierra de la zona + 20% de tierra de negra + 40% de arena + 50gr/p de micorrizas: (S3 + micorrizas)
T8	33% de Tierra de la zona + 33% de tierra de negra + 33% de arena + 50gr/p de micorrizas: (S4 + micorrizas)

3.4.2. Características del diseño experimental.

En la tabla 5 se propuso un diseño de bloques completamente al azar con 8 tratamientos y 3 repeticiones dando un total de 24 unidades experimentales, cada unidad experimental consta de 12 plantas dando un total de 288 plantas para todo el ensayo. Estas plantas se colocaron en fundas.

Tabla 5. Características del diseño experimental.

Diseño de bloques completo al azar	Dimensiones
Número de tratamientos	8
Número de repeticiones	3
Factor 1: Sustrato	4
Factor 2: Presencia o no de micorrizas	2
Área total del ensayo	61,56 m ²
Unidad experimental	12 plantas en fundas
Número de plantas a analizar/ parcela	4 en cada tratamiento/ 4 muestreos
Número de unidades experimentales	24 unidades experimentales
Número total de plantas	288 plantas
Semilla por funda	1

3.4.3. Conducción del experimento

Conseguido todos los materiales para realizar el ensayo experimental se procedió con el ensayo. Los materiales usados fueron:

- Tierra de la zona
- Tierra negra
- Arena
- Micorrizas
- Fundas
- Insecticida Triofanato
- Fungicida Tiram, Captan
- Gramera
- Cuchara
- Pala
- Baldes
- Gavetas

PROCEDIMIENTO

- La semilla se obtuvo de frutos sanos, fisiológicamente maduros y de buen tamaño. Se dejó al fruto una sección de pedúnculo (1cm), en la selección de los frutos se descartaron aquellos deformes, quebrados, con daños mecánicos, manchas y enfermedades.
- Se quitó toda la pulpa, para lavarla con agua limpia y desinfectarla con fungicida e insecticida. Una vez tratada la semilla se la expuso al sol durante 15 minutos, con el objetivo de eliminar el agua. Luego fueron ubicadas a la sombra para su secado, se removieron cada cinco minutos hasta su completo secado superficial.
- Antes de colocar las semillas en las fundas se cortó el ápice (extremo opuesto al pedúnculo) de la semilla. Este corte se realiza a una cuarta parte del largo total de la semilla, con el objeto de facilitar la salida del brote. Este corte también permite identificar las semillas que no presentan su color natural, blanco – amarillento, el que puede cambiar debido a la presencia de podredumbre, lesiones o daños causados por insectos barrenadores o cualquier otro daño.
- La semilla fue expuesta a un tratamiento con insecticidas contra barrenadores y fungicidas de acuerdo a lo recomendado en el manual de vivero de aguacate (Solís *et al.*, 2017). Con ello se buscó disminuir la incidencia de enfermedades.
- Las semillas fueron sumergidas durante 10 minutos en agua con Triofanato para protegerlas en dosis de 10 gramos por cada kilo de semilla.
- Después de tratadas las semillas fueron clasificadas por su tamaño.
- Las semillas fueron colocadas a germinar directamente en las fundas. El sustrato usado en las fundas contiene tierra de la zona, tierra negra, arena y micorrizas, los porcentajes de los sustratos utilizados en las fundas corresponde a la distribución de los diferentes tratamientos establecidos en el diseño experimental.

3.4.4. Diseño de la investigación llevado a invernadero.

La investigación se realizó en condiciones de invernadero. Se empleó un diseño de bloques completos al azar. Se implantó en el Centro Experimental Alonso Tadeo en la Parroquia la Concepción, Provincia del Carchi.

Tabla 6. Diseño de la investigación llevado a invernadero.

T8R1	T1R1	T3R1	T4R1	T6R1	T7R1	T2R1	T5R1
T2R2	T7R2	T1R2	T6R2	T5R2	T3R2	T8R2	T4R2
T5R3	T4R3	T8R3	T3R3	T2R3	T1R3	T7R3	T6R3

Ubicación: Centro Experimental Alonso Tadeo (UPEC) Parroquia la Concepción

Área del ensayo: 61, 56 m²

Área de unidad experimental: 90cm de ancho x 120 cm de largo.

Unidades experimentales: 24

Tratamientos: 8

Repeticiones: 3

Mediada de la funda: 30 cm de ancho x 34 cm de largo

Dos Factores

Factor 1: Sustratos (cuatro niveles, que son diferentes proporciones de tierra de dos localidades y arena).

Factor 2: Micorrizas (dos niveles, sin y con micorrizas).

3.4.5. Esquema de ANAVAR

En la siguiente tabla se estableció un diseño de bloques completos al azar, donde se trabajó con 8 tratamientos, 3 repeticiones, diferentes sustratos enriquecidos con micorrizas, donde 4 tratamientos son con micorrizas y 4 tratamientos sin micorrizas, obteniendo un total de 288 plantas.

Tabla 7. Esquema de ANAVAR

Fuente de variación	Grados de libertad
Sustratos	3
Micorrizas	1
Sustratos x micorrizas	$3 \times 1 = 3$
Bloque	2
Error experimental	$7 \times 2 = 14$
Total	23

3.4.6. Variables a evaluar

En la tabla 7, se muestran las diferentes variables que fueron evaluadas en el ensayo experimental:

Tabla 8. Variables a evaluar.

Variables
<ul style="list-style-type: none">➤ Emergencia <p style="text-align: center;">Desarrollo de la planta:</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Altura del tallo➤ Diámetro del tallo➤ Número de hojas➤ Longitud de las hojas➤ Ancho de las hojas➤ Longitud de la raíz

1) Porcentaje de emergencia

Se observó minuciosamente la emergencia de las plantas de cada una de las parcelas, llegando a obtener datos a los 30 días después de la siembra.

Altura del tallo

A los 50 días después de la siembra, se realizó la toma de datos de altura del tallo, realizadas cada 5 días hasta los 100 días de crecimiento y desarrollo de la plántula, con la ayuda de un metro se midió desde la base del tallo hasta el inicio de las primeras hojas, el registro se lo llevo a cabo en un cuaderno de campo expresados en (cm), para posteriormente colocar los datos en tablas de Excel en el computador.

2) Diámetro del tallo

A los 50 días después de la siembra, se realizó la medición del tallo en la plántula colocando una liga en las 4 plantas de la parcela para poder identificar en las siguientes mediciones, realizadas cada 5 días, durante los 50 días hasta los 100 días de crecimiento y desarrollo de la plántula, se efectuó la medida mediante la ayuda de un calibrador dejando un centímetro desde la base del tallo, el registro se lo llevo a cabo en un cuaderno de campo expresados en (cm), para posteriormente colocar los datos en tablas de Excel en el computador.

3) Número de hojas

El conteo de las hojas se realizó a los 50 días después de la siembra, en cada una de las plantas tomadas como muestra de los diferentes tratamientos y repetición.

4) Longitud de las hojas

A los 50 días de la siembra, se realizó la medición de longitud de las hojas, se efectuó la medida con la ayuda de una regla desde la base de la hoja hasta el ápice de la misma.

5) Ancho de las hojas

A los 50 días después de la siembra, con la ayuda de una regla se realizó la medición desde la parte más ancha de la hoja.

6) Longitud de la raíz

A los 100 días después de la siembra, se realizó la medición con la ayuda de un metro desde el cuello de la raíz hasta la cofia.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. RESULTADOS.

4.1.1. Emergencia de plántulas de aguacate Hass a los 30 días de la siembra

En la etapa de emergencia se realizó la toma de datos respectiva determinando el comportamiento de las plántulas de cada uno de los tratamientos, se observó que algunas plantas no emergieron debido a la pudrición presentada en dicha semilla, la misma que se produjo por la humedad emanada en las fundas.

En la figura 2 se puede observar que en la emergencia todos los tratamientos fueron buenos casi todos obtuvieron el 100% el que no obtuvo el 100 % fue el T7 debido a que hubo pudrición de la semilla, independientemente de los sustratos y la adicción o no de micorrizas se obtuvo una buena emergencia. Quintana (2018), menciona que la palta tiene un proceso fenológico cuantificado para la germinación de su semilla, por eso no hay influencia de los sustratos en la germinación.

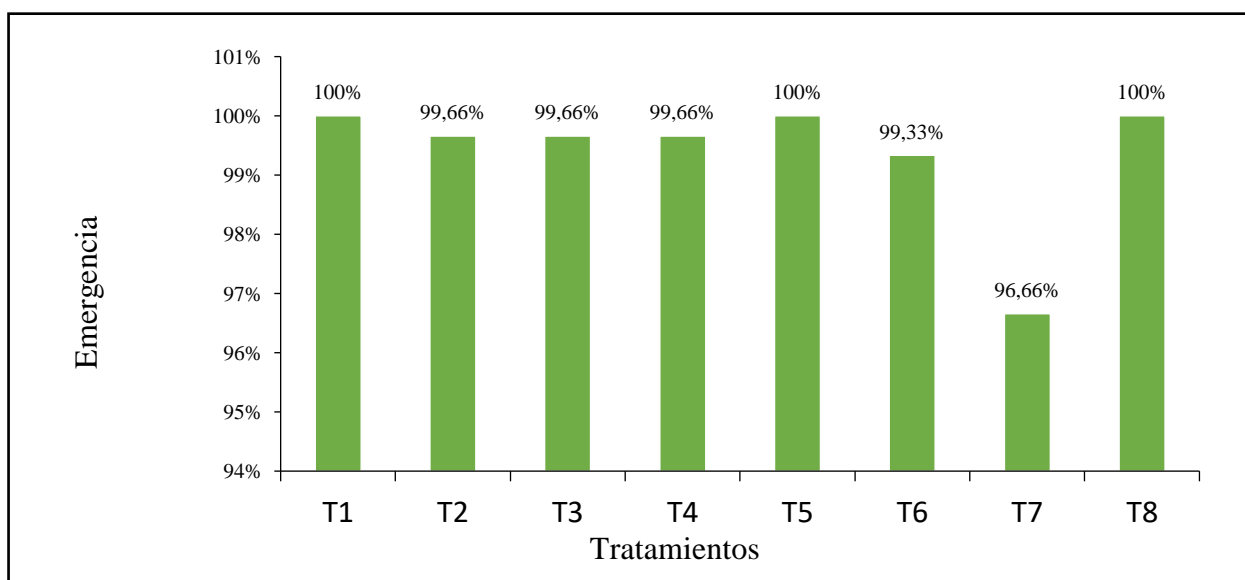


Figura 1. Emergencia de las plántulas a los 30 días la siembra.

Altura de la plántula

En la altura de la plántula a los 50 - 80 días (tablas 8 – 11), se puede observar que no hay interacción entre sustratos y la presencia de micorrizas, que son los dos factores evaluados. Tampoco existen diferencias entre los sustratos y la presencia o no de micorrizas en el suelo.

A los 50 días de la siembra, el promedio de altura fue de 19cm, a los 55 días alcanzó 24cm, lo cual muestra que hubo desarrollo y crecimiento de las plántulas, logrando aprovechar los nutrientes presentes en el sustrato. A los 60 días obtuvo una media de 28cm, obteniendo un incremento de 4 cm en 5 días. A los 80 días obtuvo 27cm en promedio; en esta etapa se presentó una disminución de crecimiento debido a la presencia de enfermedades ocasionadas por la temperatura y la humedad provocando la caída de las hojas y amarillamiento de la planta.

Tabla 9. Análisis de varianza de altura a los 50 días de la siembra.

FUENTE	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	2	27,90	13,9507		
SUSTRA	3	279,85	93,2840	2,95	0,0570
MICORR	1	8,82	8,8209	0,28	0,5984
SUSTRA*MICORR	3	138,51	46,1687	1,46	0,2305
Error	86	2714,89	31,5685		
Total	95	3169,97			
Media General	19,624 cm	CV 28,63%			

Tabla 10. Análisis de varianza de altura a los 55 días de la siembra

FUENTE	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	2	80,87	40,4357		
SUSTRA	3	132,75	44,2515	1,45	0,2344
MICORR	1	5,42	5,4150	0,18	0,6748
SUSTRA*MICORR	3	112,19	37,3978	1,22	0,3059
Error	86	2627,46	30,5518		
Total	95	2958,69			
Media General	24,123cm	CV 22,91%			

Tabla 11. Análisis de varianza de altura a los 60 días de la siembra.

FUENTE	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	2	173,34	86,6676		
SUSTRA	3	231,36	77,1201	2,63	0,0555
MICORR	1	0,83	0,8251	0,03	0,8673
SUSTRA*MICORR	3	61,52	20,5059	0,70	0,5557
Error	86	2526,07	29,3730		
Total	95	2993,11			
Media General	28,820 cm	CV 18,81%			

Tabla 12. Análisis de varianza de altura a los 80 días de la siembra

FUENTE	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	2	202,26	101,129		
SUSTRA	3	54,15	54,150	1,98	0,1629
MICORR	1	134,61	44,871	1,64	0,1857
SUSTRA*MICORR	3	79,21	26,404	0,97	0,4126
Error	86	2350,57	27,332		
Total	95	2820,80			
Media General	27,736cm	CV 18,85%			

Se puede observar a los 90 y 100 días de la siembra (tablas 12 y 13) que hay interacción entre sustratos y la presencia de micorrizas, indicando que los sustratos reaccionaron en forma diferencial al enriquecimiento con micorrizas. Se muestra que en esta etapa incrementó el crecimiento y desarrollo de las plántulas favoreciendo la absorción y aprovechamiento de nutrientes del suelo para la planta. Esto puede deberse que a medida que pasa el tiempo, el efecto de las micorrizas y de los sustratos se hace más presente, ya que la semilla de aguacate contiene grandes cantidades de reserva de nutrientes lo cual favoreció en las etapas iniciales de crecimiento y desarrollo de las plántulas, pero posteriormente hizo uso de los sustratos para su sustento.

Tabla 13. Análisis de varianza de altura del tallo a los 90 días de la siembra.

FUENTE	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	2	31,72	15,8591		
SUSTRA	3	0,13	0,1276	0,00	0,9477
MICORR	1	69,81	23,2701	0,79	0,5034
SUSTRA*MICORR	3	290,93	96,9773	3,29	0,0245
Error	86	2537,07	29,5008		
Total	95	2929,65			
Media General	29,872cm	CV 18,18%			

Tabla 14. Análisis de varianza de altura del tallo a los 100 días de la siembra.

FUENTE	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	2	552,27	276,135		
SUSTRA	3	32,09	32,086	0,38	0,5404
MICORR	1	315,78	105,260	1,24	0,3004
SUSTRA*MICORR	3	890,59	296,864	3,50	0,0190
Error	86	7302,21	84,909		
Total	95	9092,93			
Media General	35,557cm	CV 25,91%			

En las tablas 14 y 15 se visualiza la prueba de Tukey al 5%, para altura del tallo a los 90 y 100 días de la siembra. A los 90 días los cuatro mejores tratamientos (contienen la letra A), son el T7, T4, T1 y T6. A los 100 días los mejores son T1, T4, T8 y T7.

Se puede observar a los 90 días de la siembra que a los sustratos S1 (25% de Tierra de la zona +50% de tierra de negra+ 25% de arena) y S4 (33% de Tierra de la zona + 33% de tierra de negra + 33% de arena) lograron plantas más desarrolladas sin micorrizas, S2 (20% de Tierra de la zona + 40% de tierra de negra + 40% de arena) y S3 (40% de Tierra de la zona + 20% de tierra de negra + 40% de arena) conviene enriquecer con micorrizas, y S1 obtuvo las plántulas menos desarrolladas con la adicción de micorrizas (T5).

A los 100 días de la siembra S1 y S4 lograron plántulas más desarrolladas sin micorrizas y a S3 conviene la adición de micorrizas; con S1 de nuevo las plantas fueron las menos desarrolladas con la adicción de micorrizas (T5). S2 (20% de Tierra de la zona + 40% de tierra de negra + 40% de arena) no estuvo en esta ocasión en los primeros lugares de desarrollo, por lo tanto, este sustrato no es el más indicado para el desarrollo de la plántula y presentó una tendencia a desarrollarla mejor con adición de micorrizas.

Humanan (2018) evaluó el efecto de cinco sustratos orgánicos en el crecimiento de plantones de palta (*Persea americana* Mill) en vivero en Monobamba – Jaujala y encontró que la mayor altura de planta a los 180 días de cultivo fue 73,00 cm teniendo como sustrato 25% de guano de isla más 25% de dolomita más 50% de tierra. En la presente investigación la altura más alta a los 100 días de la siembra la obtuvo el S1 con 40,20 cm (25% de Tierra de la zona +50% de tierra de negra+ 25% de arena) el cual coincide con el de Humanan donde los mejores resultados se obtuvieron con el 50% de tierra negra.

Tabla 15. Prueba de Tukey para altura del tallo a los 90 días de la siembra.

TRATAMIENTOS	MICORRIZAS	SUSTRATOS	MEDIAS	GRUPOS HOMOGENEOS
T7	2 con	S3	32,875cm	A
T4	1 sin	S4	32,517cm	AB
T1	1 sin	S1	30,908cm	ABC
T6	2 con	S2	30,083cm	ABC
T8	2 con	S4	29,067cm	BC
T3	1 sin	S3	28,433cm	C
T2	1 sin	S2	27,892cm	C
T5	2 con	S1	27,317cm	C

Tabla 16. Prueba de Tukey para altura del tallo a los 100 días de la siembra.

TRATAMIENTOS	MICORRIZAS	SUSTRATOS	MEDIAS	GRUPOS HOMOGENEOS
T1	1 sin	S1	40,208cm	A
T4	1 sin	S4	40,000cm	A
T8	2 con	S4	36,875cm	AB
T7	2 con	S3	36,083cm	AB

T6	2 con	S2	36,042cm	BC
T3	1 sin	S3	32,542cm	BC
T2	1 sin	S2	31,792cm	BC
T5	2 con	S1	29,750cm	C

Ancho de las hojas

En el análisis de varianza del ancho de las hojas de la plántula a los 50 días (ver tabla 16) se puede observar que no hay diferencias significativas ($p>0,05$). A los 55 y 60 días (tablas 17 y 18) solo hay diferencias entre sustratos, allí se verificó con la prueba de medias de Tukey a nivel de significancia de 5% (tablas 22 y 23), que existió una diferenciación en el ancho de las hojas entre S3 y S2. El S3 (40% de Tierra de la zona + 20% de tierra de negra + 40% de arena) en este caso brinda mayor desarrollo a las hojas que el S2 (20% de Tierra de la zona + 40% de tierra de negra + 40% de arena). En la tabla 17 se presentó un coeficiente de 65,21% en esta etapa fenológica en el cual se genera las primera hojas que hay variabilidad esto es normal.

Durante esta etapa las plántulas fueron incrementando el ancho de las hojas debido a que aprovecharon positivamente los beneficios que aportan los diferentes sustratos. Entre los días 50, 55 y 60 se reflejó un incremento de 1cm, pero a los 80 días su desarrollo incrementó positivamente con un crecimiento de 2cm, a medida que van pasando los días el efecto de los sustratos y micorrizas se muestran presente en el desarrollo de las plántulas brindando sus beneficios.

A los 90 y 100 días después de la siembra (tablas 20 y 21) se observa que no hay diferencias en los tratamientos y el aumento en grosor es mínimo; lo cual muestra que las medias se mantuvieron.

Tabla 17. Análisis de varianza del ancho de las hojas a los 50 días de la siembra.

FUENTE	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	2	1,189	0,59448		
SUSTRA	3	5,434	1,81122	1,36	0,2605
MICORR	1	1,788	1,78760	1,34	0,2498
SUSTRA*MICORR	3	3,644	1,21455	0,91	0,4387
Error	86	114,529	1,33173		

Total	95	126,582			
Media General	1,7698 cm	CV 65,21%			

Tabla 18. Análisis de varianza de ancho de las hojas a los 55 días de la siembra.

FUENTE	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	2	0,0840	0,04198		
SUSTRA	3	9,1736	3,05788	3,37	0,0220
MICORR	1	1,8426	1,84260	2,03	0,1575
SUSTRA*MICORR	3	1,2978	0,43260	0,48	0,6989
Error	86	77,9369	0,90624		
Total	95	90,3349			
Media General	2,6573 cm	CV 35,82%			

Tabla 19. Análisis de varianza de ancho de las hojas a los 60 días de la siembra.

FUENTE	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	2	0,4090	0,20448		
SUSTRA	3	9,7336	3,24455	3,59	0,0169
MICORR	1	0,9009	0,90094	1,00	0,3208
SUSTRA*MICORR	3	2,3478	0,78260	0,87	0,4620
Error	86	77,7085	0,90359		
Total	95	91,0999			
Media General	3,6490 cm	CV 26,05%			

Tabla 20. Análisis de varianza del ancho de las hojas a los 80 días después de la siembra.

FUENTE	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	2	1,6640	0,83198		
SUSTRA	3	0,2301	0,23010	0,38	0,5406
MICORR	1	2,2411	0,74705	1,23	0,3054
SUSTRA*MICORR	3	2,9278	0,97594	1,60	0,1951
Error	86	52,4219	0,60956		

Total	95	59,4849			
Media General	5,2073cm	CV 14,99%			

Tabla 21. Análisis de varianza de ancho de las hojas a los 90 días después de la siembra.

FUENTE	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	2	6,543	3,27167		
SUSTRA	3	0,042	0,04167	0,03	0,8623
MICORR	1	1,838	0,61264	0,44	0,7215
SUSTRA*MICORR	3	11,165	3,72167	2,70	0,0505
Error	86	118,402	1,37676		
Total	95	137,990			
Media General	5,4229cm	CV 21,64%			

Tabla 22. Análisis de varianza de ancho de has hojas a los 100 días después de la siembra.

FUENTE	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	2	9,244	4,62219		
SUSTRA	3	0,650	0,65010	0,27	0,6079
MICORR	1	4,714	1,57122	0,64	0,5909
SUSTRA*MICORR	3	10,931	3,64372	1,49	0,2241
Error	86	210,885	2,45215		
Total	95	236,424			
Media General	5,4781cm	CV 28,59%			

Tabla 23. Prueba de Tukey de ancho de las hojas a los 55 días de la siembra.

SUSTRATOS	MEDIAS	GRUPOS
S3	3,0375cm	A
S4	2,8833cm	AB
S1	2,3917cm	AB
S2	2,3167cm	B

Tabla 24. Prueba de Tukey de ancho de las hojas a los 60 días de la siembra.

SUSTRATOS	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
S3	4,0750cm	A
S4	3,8292cm	AB
S1	3,4083cm	AB
S2	3,2833cm	B

Grosor del tallo

El análisis de varianza del grosor del tallo de la plántula a los 50 - 100 días de haber iniciado el ensayo (tablas 24 – 27) se observa que no hay efecto de los factores evaluados durante esta etapa. Hasta los 80 días las medias se mantuvieron alrededor de 1,5 cm.

Se puede observar a los 90 y 100 días (tablas 28 y 29) que se incrementó el desarrollo de las plántulas en relación al grosor del tallo, aprovechando los beneficios y nutrientes presentes en los sustratos y el enriquecimiento de micorrizas, con un promedio de 2,27 cm a los 100 días.

Tabla 25. Análisis de varianza del grosor del tallo a los 50 días de la siembra.

FUENTE	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	2	0,09146	0,04573		
SUSTRA	3	0,08042	0,02681	1,07	0,3677
MICORR	1	0,01042	0,01042	0,41	0,5215
SUSTRA*MICORR	3	0,06542	0,02181	0,87	0,4613
Error	86	2,16187	0,02514		
Total	95	2,40958			
Media General	1,5104 mm	CV 10,50%			

Tabla 26. Análisis de varianza del grosor del tallo a los 55 días de la siembra.

FUENTE	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	2	0,09146	0,04573		
SUSTRA	3	0,08042	0,02681	1,07	0,3677
MICORR	1	0,01042	0,01042	0,41	0,5215
SUSTRA*MICORR	3	0,06542	0,02181	0,87	0,4613
Error	86	2,16187	0,02514		

Total	95	2,40958			
Media General	1,5104 mm	CV 10,50%			

Tabla 27. Análisis de varianza del grosor del tallo a los 60 días de la siembra.

FUENTE	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	2	0,19000	0,09500		
SUSTRA	3	0,04083	0,01361	0,53	0,6650
MICORR	1	0,00167	0,00167	0,06	0,8001
SUSTRA*MICORR	3	0,19083	0,06361	2,46	0,0679
Error	86	2,22167	0,02583		
Total	95	2,64500			
Media General	1,5875 mm	CV 10,12%			

Tabla 28. Análisis de varianza del grosor del tallo a los 80 días de la siembra.

FUENTE	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	2	0,24396	0,12198		
SUSTRA	3	0,08760	0,08760	3,46	0,0662
MICORR	1	0,16615	0,05538	2,19	0,0951
SUSTRA*MICORR	3	0,03448	0,01149	0,45	0,7149
Error	86	2,17521	0,02529		
Total	95	2,70740			
Media General	1,7385mm	CV 9,15%			

Tabla 29. Análisis de varianza del grosor del tallo a los 90 días de la siembra.

FUENTE	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	2	0,24146	0,12073		
SUSTRA	3	0,02042	0,02042	0,33	0,5691
MICORR	1	0,23708	0,07903	1,26	0,2917
SUSTRA*MICORR	3	0,18542	0,06181	0,99	0,4020
Error	86	5,37521	0,06181		
Total	95	6,05958	0,06250		
Media General	1,8979mm	CV 13,17%			

Tabla 30. Análisis de varianza del grosor del tallo a los 100 días de la siembra.

FUENTE	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	2	1,6590	0,82948		
SUSTRA	3	0,2301	0,23010	1,83	0,1796
MICORR	1	0,2386	0,07955	0,63	0,5959
SUSTRA*MICORR	3	0,4853	0,16177	1,29	0,2841
Error	86	10,8119	0,12572		
Total	95	13,4249			
Media General	2,2740mm	CV 15,59%			

Longitud de la hoja

El análisis de varianza de longitud de las hojas de la plántula a los 50 y 80 días de la siembra (tablas 30 - 33), indica que no hay diferencias estadísticas entre los diferentes sustratos ($p > 0,05$). A los 50 días inició con 3,9 cm de largo en la hoja, a medida que se fue tomando los datos cada 5 días iba incrementando alrededor de 3 cm en su desarrollo hasta los 60 días obtuvo una longitud de 9 cm, lo cual quiere decir que respondió favorablemente aprovechando los beneficios brindados por los diferentes sustratos. Durante los 80 y 90 días las plántulas obtuvieron 14 y 15 cm de longitud respectivamente, en las hojas.

Tabla 31. Análisis de varianza de longitud de las hojas a los 50 días de la siembra.

Fuente	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	2	2,694	1,34698		
SUSTRA	3	27,264	9,08816	2,23	0,0908
MICORR	1	7,426	7,42594	1,82	0,1809
SUSTRA*MICORR	3	4,768	1,58927	0,39	0,7609
Error	86	350,930	4,08058		
Total	95	393,082			
Media General	3,9635 cm	CV 50,9%			

Tabla 32. Análisis de varianza de longitud de las hojas a los 55 días de la siembra.

Fuente	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	2	13,028	6,51385		
SUSTRA	3	19,621	6,54038	1,15	0,3342
MICORR	1	8,943	8,94260	1,57	0,2135
SUSTRA*MICORR	3	16,112	5,37066	0,94	0,4234
Error	86	489,636	5,69345		
Total	95	547,340			
Media General	6,4510cm	CV 36,99%			

Tabla 33. Análisis de varianza de longitud de las hojas a los 60 días de la siembra.

Fuente	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	2	2,428	1,2139		
SUSTRA	3	32,082	10,6942	1,74	0,1639
MICORR	1	10,667	10,6667	1,74	0,1906
SUSTRA*MICORR	3	13,032	4,3442	0,71	0,5494
Error	86	527,089	6,1289		
Total	95	585,298			
Media General	9,3958cm	CV 26,35%			

Tabla 34. Análisis de varianza de longitud de las hojas a los 80 días de la siembra.

Fuente	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	2	8,442	4,22094		
SUSTRA	3	3,118	3,11760	0,66	0,4192
MICORR	1	20,123	6,70760	1,42	0,2431
SUSTRA*MICORR	3	8,687	2,89566	0,61	0,2431
Error	86	406,842	4,73072		
Total	95	447,212			
Media General	14,041cm	CV 15,49%			

Tabla 35. Análisis de varianza de longitud de las hojas a los 90 de la siembra.

Fuente	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	2	26,971	13,4857		
SUSTRA	3	0,015	0,0150	0,00	0,9653
MICORR	1	10,412	3,4707	0,44	0,7253
SUSTRA*MICORR	3	79,881	26,6269	3,37	0,0221
Error	86	679,130	7,8969		
Total	95	679,130			
Media General	15,373cm	CV 18,28%			

En la tabla 35 se aplicó la prueba de Tukey a nivel de significancia de 5% para longitud de las hojas a los 90 días después de la siembra, donde se comprueba que existe una diferenciación de longitud de las hojas de cada sustrato, los cuatro tratamientos mejores fueron T4, T6, T7 y T1.

Se puede observar a los 90 días de la siembra que a los sustratos S4 y S1 lograron plántulas más desarrolladas sin micorrizas, S2 y S3 es conveniente enriquecer con micorrizas ya que asimilaron el efecto y obtuvieron una respuesta positiva con la adición de micorrizas, con S3 sin la adición de micorrizas se obtuvo las plantas con menor longitud de las hojas.

Se observa que el mejor sustrato para incrementar la longitud de las hojas fue el S4 (33% de Tierra de la zona + 33% de tierra de negra + 33% de arena) sin la adición de micorrizas, lo cual puede deberse a que este sustrato favorece el crecimiento de las hojas y no necesitó la presencia de micorrizas.

Tabla 36. Prueba de Tukey para longitud de hojas a los 90 días de la siembra.

TRATAMIENTOS	MICORRIZAS	SUSTRATOS	MEDIAS	GRUPOS
T4	1 sin	S4	17,042cm	A
T6	2 con	S2	16,092cm	AB
T7	2 con	S3	16,008cm	AB
T1	1 sin	S1	15,742cm	AB
T5	1 con	S2	14,967cm	BC
T1	2 sin	S1	14,800cm	BC
T8	2 con	S4	14,542cm	BC
T3	1 sin	S3	13,792cm	C

Número de hojas

El análisis de varianza del número de las hojas de la plántula a los 50 y 60 días después de la siembra (tablas 36 y 38), indica que hay diferencias estadísticas entre los sustratos. A los 55 y 60, 80, 90 y 100 días después de la siembra (tablas 36 y 38 - 41), no hay diferencias estadísticas entre los factores evaluados. A los 50 días de la siembra el número de hojas fueron 7 y a los 100 días 12,3 hojas por planta en promedio.

En la interpretación de prueba de medias de Tukey al 5% (tablas 42 y 43), se comprueba que existen diferencias en el número de hojas en los sustratos. Se puede observar a los 50 días de la siembra que los sustratos S4, S3 y S1 lograron plantas con mayor número de hojas. S2 obtuvo plantas con menor número de hojas debido a que hubo presencia de humedad y por ende las hojas se tornaron amarillas y posteriormente se secaron.

A los 60 días de la siembra los S4, S3 y S1 se mantienen como los primeros en mayor cantidad de número de hojas, el S2 de nuevo fue el que menor número de hojas logró obtener.

Tabla 37. Análisis de varianza de número de hojas a los 50 días de la siembra.

FUENTE	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	2	3,813	1,90625		
SUSTRA	3	13,031	4,34375	3,13	0,0297
MICORR	1	0,094	0,09375	0,07	0,7955
SUSTRA*MICORR	3	4,698	1,56597	1,13	0,3419
Error	86	119,271	1,38687		
Total	95	140,906			
Media General	7,0313	CV 16,75%			

Tabla 38. Análisis de varianza de número de hojas a los 55 días después de la siembra.

FUENTE	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	2	2,771	1,38542		
SUSTRA	3	7,875	2,62500	2,19	0,0950
MICORR	1	0,042	0,04167	0,03	0,8525
SUSTRA*MICORR	3	2,208	0,73611	0,61	0,6076
Error	86	103,063	1,19840		
Total	95	115,958			
Media General	7,5208	CV 14,56%			

Tabla 39. Análisis de varianza número de hojas a los 60 días después de la siembra.

FUENTE	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	2	4,3849	2,19243		
SUSTRA	3	8,9545	2,98484	2,73	0,0490
MICORR	1	0,0782	0,07820	0,07	0,7899
SUSTRA*MICORR	3	1,4175	0,47251	0,43	0,7307
Error	85	93,0091	1,09422		
Total	94				
Media General	7,8255	CV 13,37%			

Tabla 40. Análisis de varianza de número de hojas a los 80 días después de la siembra.

FUENTE	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	2	5,687	2,84375		
SUSTRA	3	0,510	0,51042	0,41	0,5246
MICORR	1	7,865	2,62153	2,10	0,1067
SUSTRA*MICORR	3	1,781	0,59375	0,47	0,7007
Error	86	107,562	1,25073		
Total	95	123,406			
Media General	9,7188	CV 11,51%			

Tabla 41. Análisis de varianza de número de hojas a los 90 días de la siembra.

FUENTE	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	2	44,44	22,2188		
SUSTRA	3	45,38	45,3750	2,49	0,1185
MICORR	1	69,08	23,0278	1,26	0,2926
SUSTRA*MICORR	3	143,71	47,9028	2,62	0,0556
Error	86	1569,40	18,2488		
Total	95	1872,00			
Media General	12,250	CV 34,87%			

Tabla 42. Análisis de varianza de número de hojas a los 100 días de la siembra

FUENTE	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	2	49,15	24,5729		
SUSTRA	3	2,34	2,3437	0,08	0,7823
MICORR	1	98,28	32,7604	1,07	0,3644
SUSTRA*MICORR	3	125,53	41,8438	1,37	0,2568
Total	95	2898,24			
Media General	12,30	CV 44,89%			

Tabla 43. Prueba de Tukey para número de hojas a los 50 días de la siembra

SUSTRATOS	MEDIAS	GRUPOS
4	7,4583	A
3	7,2083	AB
1	7,0000	AB
2	6,4583	B

Tabla 44. Prueba de Tukey para número de hojas a los 60 días de la siembra

SUSTRATOS	MEDIAS	GRUPOS
4	8,2602	A
3	7,9583	AB
1	7,6250	AB
2	7,4583	B

Longitud de la raíz

En la tabla 43 se muestra el ANAVAR indicando el desarrollo total de longitud de la raíz de las plántulas a 100 días de la siembra, estableciendo que no hay diferencias estadísticas entre sustratos ($p= 0,6374$), la longitud promedio fue de 40 cm.

Tabla 45. Análisis de varianza de longitud de la raíz a los 100 días de la siembra.

FUENTE	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	2	385,08	192,542		
SUSTRA	3	29,26	29,260	0,57	0,6374
MICORR	1	184,03	61,344	0,27	0,8493
SUSTRA*MICORR	3	86,36	28,788		
Error	86	9284,50	107,959		
Total	95	9969,24			
Media General	40,198cm	CV 25,85%			

Se puede observar que todos los sustratos tienen una influencia positiva en el desarrollo de longitud de la raíz. Sin embargo, los sustratos 2 y 4 enriquecidos con micorrizas tienen 2 cm por encima del promedio y casi 5 cm mayor que el S1 sin micorrizas; por ello se ve una tendencia en los sustratos 2 y 4 a mejor desarrollo de la raíz.

Las micorrizas tienen efectos hormonales sobre las raíces que aumentan su desarrollo y el de toda la planta. El uso de la micorriza como técnica aplicada en aguacate (*Persea americana* Mill) representa una estrategia potencial en el desarrollo de la especie como cultivo dentro de un enfoque sustentable. La presencia de la simbiosis en campo y el papel que pueda tener dentro de un sistema de producción no está muy documentado, ya que en los trabajos realizados en su mayoría son en vivero donde se han logrado los mejores resultados (Alemán et. all; s.a.).

Tabla 46. Prueba de Tukey para longitud de la raíz.

MICORRIZA	SUSTRATOS	MEDIAS	GRUPOS
2 con	2	42,500cm	A
2 con	4	42,417cm	A
1 sin	4	41,667cm	A
1 sin	3	40,750cm	A
2 con	3	39,333cm	A
2 sin	1	38,750cm	A
1 sin	2	38,583cm	A
1 sin	1	37,583cm	A

2. DISCUSIÓN

En la siguiente tabla se muestra la comparación de los diferentes sustratos y enriquecimiento con micorrizas.

Tabla. 47. Datos de las pruebas de Tukey al 5% para la comparación de sustratos y su enriquecimiento con micorrizas en variables de desarrollo.

Mic	Sus	Altura de la planta a los 100 dds	Mic	Sus	Ancho de la hoja a los 60 dds	Mic	SUS	Grosor del tallo a los 100 dds	Mic	Sus	Long de la hoja a los 90 dds	Mic	Sus	N° de hojas a los 60 días	Mic	Sus	Long de la Raíz
sin	S1	A		S3	A	con	S2	A	sin	S4	A		S4	A	con	S2	A
sin	S4	A		S4	AB	con	S3	A	con	S2	AB		S3	AB	con	S4	A
con	S4	AB		S1	AB	sin	S4	A	con	S3	AB		S1	AB	sin	S4	A
con	S3	AB		S2	B	con	S4	A	sin	S1	AB		S2	B	sin	S3	A
con	S2	BC				sin	S3	A	con	S2	BC				con	S3	A
sin	S3	BC	sin	A		con	S1	A	sin	S1	BC	sin	A		sin	S1	A
sin	S2	BC	con	A		sin	S1	A	con	S4	BC	con	A		sin	S2	A
con	S1	C				sin	S2	A	sin	S3	C				sin	S1	A

Con: Con micorrizas

Sin: Sin micorrizas

S1: Sustrato 1, S2: Sustrato 2, S3: Sustrato 3 y S4: Sustratos

Costos de los sustratos.

El valor total estimado para cada tratamiento es de 1 m³

➤ **tierra de la zona**

La tierra de la zona tiene un costo referencial por saco de 50 Kg de \$1

(<https://listado.mercadolibre.com.ec/tierra-para-vivero> Desde 51)

➤ **tierra negra**

La tierra negra para viveros tiene un costo referencial por saco de 50 Kg de \$5

(<https://listado.mercadolibre.com.ec/tierra-para-vivero>) a ello se le adiciona el transporte desde Huaca cuyo costo es de 50\$ por camión.

➤ **arena**

El precio de referencia para la arena es de 19\$ (<https://elyex.com/lista-de-precios-materiales-de-construccion-en-ecuador>).

1qq Tz 1 x 20

1qq Tn 5 x 20

Ar 1m³ 19

Tierra de la zona	20
Tierra negra	100
Arena	19
Total	139\$

1Tonelada = 1 m³

1 Tonelada = 20qq

(1 m³) = 1000 = 59,57\$

25kg= 57.00\$

0,600 x= \$ 1,37/ 12 plantas

x=\$ 0,11/ planta

Para preparar 100 Kg de cada mezcla el costo estimado sería:

Para S1, se necesita para preparar la mezcla 25 kg de Tierra de la zona, 50 kg de tierra negra y 25 Kg de arena. En costo sería 5\$ de Tierra de la zona más 50\$ de tierra negra, más 4,75\$ de arena; lo cual sería un costo total de 4,89\$ y 0,41\$ por planta.

Para S2, se necesita para preparar la mezcla 20 kg de Tierra de la zona, 40 kg de tierra negra y 40 Kg de arena. En costo sería 4\$ de Tierra de la zona más 40\$ de tierra negra y 7,6\$ de arena; lo cual sería un costo total de 4,22\$ y 0,35 por planta.

Para S3, se necesita para preparar la mezcla 40 kg de Tierra de la zona, 20 kg de tierra negra y 40 Kg de arena. En costo sería 8\$ de Tierra de la zona más 20\$ de tierra negra y 7,6\$ de arena; lo cual sería un costo total de 2,91\$ y 0,24 por planta.

Para S4, se necesita para preparar la mezcla 33 kg de Tierra de la zona, 33 kg de tierra negra y 33 Kg de arena. En costo sería 6,66\$ de Tierra de la zona más 33,3\$ de tierra negra y 6.33\$ de arena; lo cual sería un costo total de 3,79\$ y 0,32 por planta.

Para S5, se necesita para preparar la mezcla 25 kg de Tierra de la zona, 50 kg de tierra negra y 25 Kg de arena. En costo sería 5\$ de Tierra de la zona más 50\$ de tierra negra, más 4,75\$ de arena más 1,37gr de micorriza; lo cual sería un costo total de 6,26\$ y 0,52\$ por planta.

Para S6, se necesita para preparar la mezcla 20 kg de Tierra de la zona, 40 kg de tierra negra y 40 Kg de arena. En costo sería 4\$ de Tierra de la zona más 40\$ de tierra negra y 7,6\$ de arena más 1,37gr de micorriza; lo cual sería un costo total de 5,59\$ y 0,46 por planta.

Para S7, se necesita para preparar la mezcla 40 kg de Tierra de la zona, 20 kg de tierra negra y 40 Kg de arena. En costo sería 8\$ de Tierra de la zona más 20\$ de tierra negra y 7,6\$ de arena más 1,37gr de micorriza; lo cual sería un costo total de 4,28\$ y 0,35 por planta.

Para S8, se necesita para preparar la mezcla 33 kg de Tierra de la zona, 33 kg de tierra negra y 33 Kg de arena. En costo sería 6,66\$ de Tierra de la zona más 33,3\$ de tierra negra y 6.33\$ de arena más 1,37gr de micorriza; lo cual sería un costo total de 5,16\$ y 0,43 por planta.

En todos los sustratos es necesario invertir 50\$ de transporte de la tierra negra de Huaca a la Concepción, el cual fue el sitio donde se realizó el ensayo.

Análisis del comportamiento de cada sustrato

El S1 (25% de Tierra de la zona +50% de tierra negra+ 25% de arena) se destacó en los primeros lugares para altura de la planta sin la adición de micorriza, es un sustrato cuyo desempeño fue medio y no le favoreció el enriquecimiento con micorrizas.

El S2 (20% de Tierra de la zona + 40% de tierra negra+ 40% de arena) no está entre los primeros lugares en la mayoría de las variables evaluadas, en aquellos donde tiene mejor desarrollo es acompañado con la adición de micorrizas. Este sustrato tuvo bajo desempeño en la altura que es un excelente indicador del desarrollo de la planta. Aravena (2007), menciona que es posible la aplicación de micorrizas en plantas de aguacate, teniendo presente que será necesario un tiempo mayor de evaluación para observar diferencias en el crecimiento de las plantas, además de determinar la cantidad de fósforo soluble presente en el sustrato a utilizar. Por su parte Angamarca (2020), menciona que la aplicación de microorganismos mejora la calidad de la planta, incrementa la supervivencia de las plántulas, promueve el crecimiento vegetal en menor tiempo, y reduce costos de producción al disminuir el uso de productos agroquímicos.

El S3 (40% de Tierra de la zona + 20% de tierra negra + 40% de arena) se favorece con el enriquecimiento de micorrizas en la mayoría de las variables evaluadas, este es de los sustratos evaluados el de menor contenido de nutrientes que provienen de la tierra negra. De acuerdo a los resultados obtenidos en los suelos pobres es recomendable la utilización de micorrizas, por ello los sustratos que tienen mayor tierra negra no necesitaron la adición de micorrizas. El que más se benefició con las micorriza fue el S3 el cual tenía el menor contenido de tierra negra de todos los sustratos. Navarro (2001) menciona que las micorrizas son uno de los tipos de simbiosis más abundante de la biosfera, que mejoran la absorción de agua y nutrientes de la raíz, permitiendo que colonicen los suelos más pobres.

El S4 (33% de Tierra de la zona + 33% de tierra negra + 33% de arena) se encuentra entre los que se da mejor desarrollo en casi todas las características, este es un sustrato que tuvo un buen desarrollo independientemente que se le coloque las micorrizas, probablemente por un balance adecuado entre la cantidad de nutrientes de la tierra negra y la aireación que provee la arena.

Es de resaltar que la adición de micorrizas eleva el costo del tratamiento ya que estas tiene un precio elevado en el mercado.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se concluye que en la emergencia todos los tratamientos fueron buenos y obtuvieron en su mayoría 100%; el que no obtuvo el 100 % fue el T7 debido a que hubo pudrición de la semilla.
- S1 fue el sustrato más costoso y a pesar de que tenía 50% de tierra negra y no necesitó la adición de micorrizas; su desempeño no fue sobresaliente.
- Con la adición de micorrizas los sustratos reaccionaron de diferentes maneras para cada variable evaluada. Sin embargo, se puede concluir que los sustratos que más se beneficiaron con la utilización de micorrizas fueron S2, y S3, ambos contenían 40% de arena y bajo contenido de tierra negra; por ello se consideraron estas mezclas como pobres en nutrientes, además el S3 fue el menos costoso ya que contiene 20% de tierra negra y no fue añadido las micorrizas.
- El mejor sustrato fue S4 para la mayoría de las variables evaluadas, independientemente del enriquecimiento con micorrizas. Este contenía igual proporción de tierra de la zona, tierra negra y arena.

5.2. RECOMENDACIONES

- Utilizar sustratos que contengan arena para darle aireación al sustrato de igual manera utilizar es su mayoría tierra negra ya que aportan a la planta gran cantidad de nutrientes que ayudan a su desarrollo y crecimiento.
- Realizar investigaciones sobre el efecto que tienen las micorrizas y la interacción con los diferentes sustratos aplicando distintos porcentajes de los mismos, para así, dar a conocer si se puede llevar a cabo en grandes instalaciones de vivero.
- Dar a conocer a los agricultores con los debidos conocimientos de la utilización de los sustratos enriquecidos con micorrizas los beneficios que aporta al desarrollo y crecimiento de las plantas.
- Utilizar las cantidades adecuadas de los sustratos y mezclarlos correctamente en la etapa de vivero al momento de colocarlos en las fundas, para así, obtener plántulas sanas y vigorosas con las características adecuadas para un buen desarrollo y crecimiento.

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, V, (2017), *Efecto de microorganismos benéficos en el crecimiento y desarrollo de plántulas de aguacate (Persea americana Mill) para los valles interandinos del Ecuador*,<http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/7488/1/UDLA-EC-TIAG-2017-15.pdf>
- Solagro, (2016), *Solagro la solucion del agro*,
<http://www.solagro.com/ec/es/cultivos-2/item/aguacate.html>
- Galvis, M, (24 de 03 de 2015), *Germinacion de plantas de aguacate (persea americana) mediante los métodos de escarificacion mecánica*,
<http://escarificacionsemillasdeaguacate.blogspot.com/>
- Puetate, L, (2018), *Alternativas de fertilización para el cultivo de la papa (Solanum tuberosum L,) con el empleo de micorrizas, microorganismos solubilizadores de fósforo y biol de producción local en El Ejido, Montúfar, Carchi*,
- Sacsa, G, (2015), *Qué es la latencia de la semilla de aguacate*,
<http://www.gruposacsa.com.mx/que-es-la-latencia/>
- Corpoaguacate, (2018), *El aguacate busca mercado, Revista Líderes*,pág, 01,
- Lima, J, (2015), *BACTERIAS NITRIFICANTES-FOSFÓRICAS y MICORRIZAS EN LA PROPAGACIÓN DEL PORTAINJERTO “MEXICOLA” PALTA (Persea americana Mill), EN EL VALLE DE OCOÑA, AREQUIPA*,
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/5695/AGlinijl.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Melo, Y, (2011), *RESPUESTA DE LA INOCULACIÓN DE MICORRIZAS EN PLÁNTULAS DE AGUACATE Persea americana Mill VARIEDAD HASS EN DIFERENTES SUSTRATOS*, ,
<http://www.bdigital.unal.edu.co/3659/1/7075001,2011.pdf>
- FoodTech, (2018), *Crece la demanda del aguacate a nivel mundial* ,
<http://www.alimentacion,enfasis.com/notas/79718-crece-demanda-aguacate-nivel-mundial>
- Montañez, B, (2009), *UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA,Bogotá D, C, Efecto de la micorrización en plantas de aguacate (Persea americana L,) durante la fase de vivero en suelos provenientes de los Llanos Orientales*, ,
<http://www.bdigital.unal.edu.co/2619/1/790646,2010.pdf>

V. ANEXOS

Anexo 1: Certificado o Acta del Perfil de Investigación



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN DE PRE DEFENSA DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN DE:

NOMBRE: Polo Borja Lisseth Soraya
NIVEL/PARALELO: EGRESADO

CÉDULA DE IDENTIDAD: 1003928585
PERIODO ACADÉMICO: Junio - septiembre 2021

TEMA DE INVESTIGACIÓN: "Evaluación de la germinación y desarrollo de plántulas de aguacate "Hass" (Persea americana Mill) con la utilización de diferentes sustratos enriquecidos con micorrizas bajo condiciones de invernadero en la Finca Experimental Alonso Tadeo en la Parroquia La Concepción"

Tribunal designado por la dirección de esta Carrera, conformado por:

PRESIDENTE: MSC. ORTIZ TIRADO PAUL SANTIAGO
LECTOR: MSC. HERRERA RAMIREZ CARLOS DAVID
ASESOR: MSC. GARCÍA BOLIVAR JUDITH JOSEFINA

De acuerdo al artículo 21: Una vez entregados los requisitos para la realización de la pre-defensa el Director de Carrera Integrará el Tribunal de Pre-defensa del Informe de Investigación, fijando lugar, fecha y hora para la realización de este acto:

EDIFICIO DE AULAS: VIRTUAL **AULA:** VIRTUAL
FECHA: jueves, 29 de julio de 2021
HORA: 11H00

Obteniendo las siguientes notas:

1) Sustentación de la predefensa: 5.22
2) Trabajo escrito 2.40 **Nota final de PRE DEFENSA 7.62**

Por lo tanto: **APRUEBA CON OBSERVACIONES** ; debiendo acatar el siguiente artículo:

Art. 24.- De los estudiantes que aprueban el Plan de Investigación con observaciones. - El estudiante tendrá el plazo de 10 días laborables para proceder a corregir su informe de investigación de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el jueves, 29 de julio de 2021


MSC. ORTIZ PRADO PAUL SANTIAGO
PRESIDENTE


MSC. GARCÍA BOLÍVAR JUDITH JOSEFINA
TUTOR


MSC. HERRERA RAMÍREZ CARLOS DAVID
LECTOR

Adj.: Observaciones y recommendations

Anexo 2: Certificado del Abstract por parte de idiomas.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Lisseth Soraya Polo Borja

Fecha de recepción del abstract: 22 de septiembre de 2021

Fecha de entrega del informe: 22 de septiembre de 2021

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



Firmado electrónicamente por:

EDISON BOANERGES
PENAFIEL ARCOS

Ing. Edison Peñafiel Arcos MSc
Coordinador del CIDEN



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

ABSTRACT- EVALUATION SHEET

NAME: Lisseth Soraya Polo Borja **DATE:** 21 de septiembre de 2021

TOPIC: "Evaluación de la germinación y desarrollo de plántulas de aguacate "Hass" (Persea americana Mill) con la utilización de diferentes sustratos enriquecidos con micorrizas bajo condiciones de invernadero en la Finca Experimental Alonso Tadeo en la Parroquia La Concepción"

REMARKS AWARDED

QUANTITATIVE AND QUALITATIVE

VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic <input checked="" type="checkbox"/>	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic <input type="checkbox"/>	Use basic and simplistic words related to the topic <input type="checkbox"/>	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs. <input checked="" type="checkbox"/>	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs. <input type="checkbox"/>	Some progression of ideas and supporting paragraphs. <input type="checkbox"/>	Inadequate ideas and supporting paragraphs. <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text <input checked="" type="checkbox"/>	The message has been communicated appropriately and identify the type of text <input type="checkbox"/>	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing <input type="checkbox"/>	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events <input type="checkbox"/>	Good flow of ideas and events <input type="checkbox"/>	Average flow of ideas and events <input type="checkbox"/>	Poor flow of ideas and events <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement <input type="checkbox"/>	Minor errors when supporting the thesis statement <input type="checkbox"/>	Some errors when supporting the thesis statement <input type="checkbox"/>	Lots of errors when supporting the thesis statement <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED <div style="text-align: center; color: red; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">TOTAL 9</div>			

Anexo 3: Elaboración, medición y colocación de fundas en el ensayo.



Anexo 4: Desinfección de las semillas de aguacate.



Anexo 5: colocación de las semillas de aguacate en las fundas.



Anexo 6: Riego después de haber colocado las semillas de aguacate en las fundas.



Anexo 7: Toma de datos de las diferentes variables.



Anexo 8: Ensayo experimental con sus diferentes tratamientos.



Anexo 9: Riego con aspersión.



Anexo 10: Crecimiento y desarrollo de las plántulas de aguacate.



Anexo 11: Planta significativa de cada tratamiento



Anexo 12: Toma de datos de longitud de la raíz.

