

**Evaluación fitosanitaria y respuesta fisiológica de plántulas comerciales de
aguacate a la aplicación de fitohormonas.**

JAMINSON MURILLO IBARGUEN

Código: 14472600

Universidad Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente – ECAPMA

Programa de Tecnología Agroforestal

CEAD Palmira

2018

**Evaluación fitosanitaria y respuesta fisiológica de plántulas comerciales de
aguacate a la aplicación de fitohormonas.**

JAMINSON MURILLO IBARGUEN

Código: 14472600

Trabajo de grado en la modalidad de “Proyecto Aplicado”

Para optar al título de Tecnólogo Agroforestal

Director

Milton Cesar Ararat Orozco

Ingeniero Agrónomo. *PH. D.*

Universidad Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente – ECAPMA

Programa de Tecnología Agroforestal

CEAD Palmira

2018

Dedicatoria.

Gracias a DIOS y a todas las personas que de una u otra forma se han hecho partícipes de este logro, a quienes me han apoyado con sus palabras de aliento y no me han dejado desfallecer, a mis padres Elba Felipa y José Santino que siempre han estado allí, a mi hija Wanda Sofía que ha sido mi motor para poder alcanzar este uno de mis grandes objetivos.

Agradecimientos

- Primeramente, al DIOS todo poderoso, quien siempre ha estado allí iluminándome y llenándome de conocimientos.
- A mi director, asesor de este proyecto Dr. Milton Cesar Ararat quien ha sido la persona que siempre estuvo allí cada momento apoyándome y asesorándome de una manera oportuna y eficaz.
- A los tutores que estuve durante este proceso muchas gracias por sus conocimientos transmitidos y la paciencia tenida para conmigo.
- A todos mis familiares y amigos que me apoyaron y siempre estuvieron allí cuando los necesite, muchas gracias.

Tabla de contenido

1. Resumen.....	8
Abstract.	9
2. Introducción.....	10
3. Justificación.....	11
4. Objetivos	13
4.1 Objetivo general	13
4.2Objetivos específicos	13
5. Marcoteórico	14
5.2 Sustratos para la obtención de plántulas de Aguacate.	14
5.3 Conceptos en el diagnostico fitosanitario en condiciones de vivero...	18
5.4 Variables fisiológicas en condiciones de vivero Nutrientes Foliare:	20
5.5 Área Foliar.....	20
6. Materiales y Métodos	22
6.1 Fase de establecimiento en condiciones de vivero:	22
6.2 Fase de diagnóstico fitosanitario.....	23
7 Resultados	24
8 Conclusiones.....	30
9 Recomendación	31
10 Bibliografía	32

Índice de figuras.

Figura 1. Mortalidad de plántulas de aguacate	25
Figura 2. Plántulas de aguacate con necrosis.....	25
Figura 3. Sintomatología foliar deficiencias en plántulas de aguacate.....	26
Figura 4. Clorosis férrica foliar y deficiencia de K en plántulas de aguacate	28
Figura 5. Área foliar en plántulas de aguacate.....	29
Figura 6. Apreciación visual del área foliar en plántulas de aguacate.....	29

Índice de tablas

Tabla 1. Contenido de elementos foliares en plántulas de aguacate....27

Tabla 2. Área foliar de plántulas de aguacate 28

1. Resumen

Estudios de la relación del diagnóstico fitosanitario y parámetros fisiológicos de plántulas comerciales de aguacate variedad de injerto de aguacate es Hass y porta injerto de raza antillana en condiciones de vivero, nos conllevan a la obtención de diferentes indicadores de calidad y pautas de como poder realizarlo en unas condiciones que sin dudas mejoran el manejo de la semilla, con diferentes técnicas apropiadas para la obtención de plántulas de muy buena calidad en condiciones de vivero, donde también el manejo y la perfecta utilización de diferentes productos para atacar las enfermedades que no permiten el normal desarrollo y crecimiento de las plántulas, esto conlleva a un perfecto manejo y control del diagnóstico fitosanitario ya que este es crucial para este sistema. El reconocimiento de enfermedades o problemas fitosanitarios se considera de gran importancia para poder detectar a tiempo síntomas y sus posibles soluciones; donde esto permite obtener semillas de muy buena calidad. Esta investigación se ha podido desarrollar en diferentes fases de campo y laboratorio con el fin de obtener resultados completamente confiables y veraces en pro de una muy buena investigación.

Palabras claves: plántulas de aguacate, diagnostico fitosanitario, condiciones de vivero.

Abstract.

Studies of the relation of phytosanitary diagnosis and physiological parameters of commercial avocado seedlings (*Persea americana* mill) in greenhouse conditions, lead us to obtain different quality indicators and guidelines on how to do it in conditions that undoubtedly improve the management of the seed, with different appropriate techniques for the obtaining of seedlings of very good quality in nursery conditions, where also the management and the perfect use of different products to attack the diseases that do not allow the normal development and growth of the seedlings, this It leads to a perfect management and control of phytosanitary diagnosis since this is crucial for this system. The recognition of diseases or phytosanitary problems is considered of great importance to be able to detect symptoms and their possible solutions in time; where this allows to obtain seeds of very good quality. This research has been developed in different phases of field and laboratory in order to obtain completely reliable and truthful results in favor of a very good research.

Key words: avocado seedlings, phytosanitary diagnosis, greenhouse conditions.

2. Introducción

En el manejo fitosanitario de plántulas de aguacate, se debe mencionar el número importante de problemas fitosanitarios dentro de los cuales se destaca el complejo marchitez, el cual está asociado a distintos agentes causales que afectan las raíces y el sistema vascular de los árboles, induciendo síntomas similares en la parte aérea de la planta, lo cual ha generado confusión para su correcto diagnóstico y manejo. Dentro de los posibles factores asociados. Para el país se carece de información completa sobre el complejo manejo fitosanitario de las plántulas en vivero del aguacate y no se ha implementado un sistema de diagnóstico oportuno, preciso, organizado y con cubrimiento para todas las áreas en producción. La base para un correcto manejo de las enfermedades en las plantas, siempre debe partir de un diagnóstico acertado, el cual debe ser rápido, seguro y confiable. La incidencia, severidad e impacto en los cultivos, son prácticamente desconocidos y el manejo se realiza en general, sin un soporte de diagnóstico correcto. Según Navarro, (1989).

Los resultados de este trabajo contribuyeron al proyecto de investigación número P3-09-2015 titulado “Herramientas biotecnológicas en el manejo ambiental de la rizósfera de plántulas de aguacate”, ejecutado en la Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y de Medio Ambiente de la UNAD y finalizado en 2017.

3. Justificación

El cultivo de aguacate es afectado por un importante complejo de enfermedades. Al respecto, el Instituto Colombiano Agropecuario (2012) alertó sobre la disminución del rendimiento, debido al incremento de la incidencia y severidad de enfermedades causadas por hongos y a la proliferación de focos de infección, a partir de la ocurrencia de la ola invernal presentada durante 2010 y 2011; Esta situación también debe tenerse en cuenta en condiciones de vivero para garantizar óptimos materiales de siembra.

Es de suma importancia el cuidado a tener en la obtención y manejo de la semilla, realizar tratamientos de desinfección de la misma, de esto ira a depender mucho el éxito de las plántulas y en si el cultivo en general, existen numerosos productos que se pueden usar para el tratamiento y el manejo fitosanitario tanto del suelo como de las plántulas en vivero, pero es muy importante conocer el rango de acción que cada uno tiene en el control de diferentes tipos de problemas que puedan estar presentes durante el proceso .

Se debe recordar que la calidad genética y fitosanitaria del material de siembra empleado para el establecimiento de un cultivo de aguacate determina en gran parte su éxito y sostenibilidad; es importante emplear material sano (Toro, e 1985).

Los patógenos que tienen presencia en las zonas productoras de Colombia son: *P. cinnamomi*, *Verticillium* spp., *A. mellea*, *Cylindrocladium* spp., *Rosellinia* spp., *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp., los nematodos *Helicotylenchus* spp., *Rotylenchulus* spp., y *Pratylenchus* spp. La expresión de síntomas similares generada por los diferentes agentes causales y la carencia de un diagnóstico preciso, han generado prácticas inadecuadas de manejo, encaminados solo al control de *P. cinnamomi* como único

agente causal. El efecto del mal manejo de los problemas fitosanitarios en vivero ha ocasionado pérdidas cuantiosas; resultando en el decaimiento y muerte de los árboles en meses o pocos años, después de la siembra Tamayo, 2007; Duque, 2011; Vásquez et al., 2011). Las tecnologías aplicadas a plántulas de aguacate relacionan directamente la calidad del sustrato de enraizamiento libre de patógenos y aplicación de hormonas para fortalecer el crecimiento y nutrición de la planta (Ararat 2013). Por tanto, este proyecto aplica a la necesidad de hacer ensayos técnicos para fortalecer el itinerario de técnicas a nivel de vivero.

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

Evaluar la respuesta fitosanitaria de la plántula de aguacate variedad de injerto de aguacate es Hass y porta injerto de raza antillana cuando se aplican fitohormonas.

4.2 Objetivos específicos

Evaluar el comportamiento del injerto a la aplicación de dos fitohormonas

- Evaluar parámetros fisiológicos del injerto en condiciones de vivero.

5. Marco teórico

5.1 Importancia del cultivo de plántulas en condiciones de vivero.

Para contribuir al aumento de las áreas sembradas en Colombia se debe tener en cuenta la oferta de plántulas de alta calidad; Según el Consejo Nacional del Aguacate (Fondo Nacional de Fomento Hortifrutícola, 2013).

En el tema de plántulas de óptima calidad, se da importancia según Ararat en 2013, en la cual determina que el estudio de la rizósfera y su relación con la nutrición mineral de las plantas puede integrar algunas relaciones entre las propiedades físicas, químicas, biológicas y bioquímicas del suelo, lo mismo que de sustratos que contribuyen a la disponibilidad de nutrientes y a la respuesta a diferentes formas de susceptibilidad o tolerancia del cultivo a enfermedades como es la pudrición de raíces.

5.2 Sustratos para la obtención de plántulas de Aguacate.

La composición y manejo del sustrato de enraizamiento de plántulas o portainjertos de Aguacate, son los principales factores agronómicos para la obtención de material sano para las siembras en campo, los cuales deben garantizar óptimas características tanto en su sistema de raíces como en su parte aérea (Ararat, 2013).

Según Abad *et al* (2004), el término sustrato se aplica en agricultura para definir a todo material sólido distinto del suelo, natural o sintético, mineral u orgánico, que, puesto en un contenedor, en forma pura o en mezcla, que desempeña un papel de soporte fisiológico para la planta; en otros términos, se ha definido también al sustrato, a todo material natural o artificial, que permite el anclaje del sistema radical y también el aporte de elementos nutritivos (Crozon&Neyroud, 1990).

En un sustrato elaborado, el componente orgánico es el que usualmente favorece la retención de agua y de nutrientes, el material mineral, comúnmente otorga peso y solidez para mantener la planta erecta y un adecuado espacio poroso para una buena aireación (Aburto, 2007).

Se define como sustrato a todo material natural o artificial, que permite el anclaje del sistema radicular. Además, también puede aportar elementos nutritivos (Crozon y Neyroud, 1990).

El sustrato es un factor más del cultivo, como la luz o la temperatura, pero a diferencia de éstos, el sustrato es un medio biológico, física y químicamente activo, cuya actividad depende del resto de factores ambientales, además del contenedor, las técnicas de cultivo y el cultivo (Bures, 1993). Según Kester y Davies (1990), son aptos como sustrato todos aquellos materiales que, por su granulometría y estabilidad estructural, permiten una aireación elevada. Los sustratos deben aportar los elementos necesarios para el crecimiento: agua, aire y nutrientes. (Bures, 1993). Según Éster y Davies (1990),

Dentro del sector viverista, uno de los factores que condiciona el éxito de la propagación de plantas frutales en contenedores, son los materiales utilizados como sustratos. En el país existe una serie de materiales comúnmente usados en la elaboración de sustratos en vivero, entre ellos los más utilizados son: arena de río, suelo de cultivo, corteza de pino, acícula de pino, agrolita, turba y tierra de hoja.

Bartollini y Petruccelli (1992) definieron las características de un sustrato ideal:

- Una elevada capacidad de retención para el agua y los elementos minerales
- Bajo contenido de sales
- Buen drenaje
- Óptimo pH para el desarrollo de diversas especies

- Estabilidad biológica y química después de la esterilización
- Facilidad de adquisición
- Poca densidad

Otros diversos materiales han sido investigados hasta el momento, en donde se cuenta a materiales inorgánicos como las arenas y gravas, productos de origen volcánico (piroclastos, piroclastos de tipo basáltico, pómez, perlita, vermiculita, arcillas expandidas), y fibras de coco. También se han desarrollado materiales orgánicos de diversos orígenes, tales como turba (turba rubia y turba negra), turba de Sphagnum, residuos forestales y agrícolas (cortezas, acícula de pino, horofibre, cascarilla de arroz, fibra de coco), compost de residuos urbanos seleccionados, subproductos de animales (estiércol, lana y plumas), desechos industriales y materiales plásticos (poliestireno y poliuretanos) (Cid Ballarin, 1993).

El aserrín demora decena de años en descomponerse, salvo que se creen las condiciones de temperatura, humedad y pH apropiadas para acelerar el proceso (Donoso, 1989). Grez, señala que una opción para el aprovechamiento del aserrín es su reciclaje incorporándolo al suelo, de tal manera de que participe en la dinámica de los elementos nutritivos. En algunos casos residuos forestales pueden liberar productos Fito tóxicos orgánicos: fenoles, taninos y terpenos o minerales (Manganeso). La fitotoxicidad de este tipo de productos varía con la especie y la región en que crezcan los árboles, siendo mayor en la zona basal y aumentando con la edad (Donoso 1989).

El pH de aserrín fresco suele oscilar entre 4.5 y 5.5 y aumenta hasta 6.5 -7.0 cuando se composta. Su capacidad de intercambio catiónico es relativamente alta, 110-130 mili equivalentes por litro, y es más rico en nutrientes como fósforo, potasio, calcio y magnesio que la turba (Cid Ballarín, 1993).

Hartmann, Kester y Davies (1990) definen la arena como pequeños trozos de roca, de 0.05 a 2.0 mm de diámetro, formados como resultado de la

intemperización de diversas rocas, dependiendo su composición mineral de aquella de la roca. Se ha determinado arena fina a aquella que posee un diámetro entre 0.05 y 0.5 mm, y como gruesa a la que posee hasta un 10-15% de partículas mayores de 2 mm (Hartmann, Kester y Davies 1990.)

Estos dos últimos autores coinciden en determinar a este material como el de mayor peso dentro de los utilizados en la realización de mezclas para maceteros, pesando 1290 Kg/m³ (Hartmann, Kester y Davies, 1990) o 1.2 a 1.6 Kg·L⁻¹ (Cid Ballarín, 1993).

Al igual que otros productos inorgánicos, se utiliza frecuentemente junto a la turba y otros materiales orgánicos con la función de elevar su densidad, reducir la contracción del sustrato al secarse y facilitar la posterior absorción de agua. (Hartmann, Kester y Davies, 1990)

La semilla debe seleccionarse de aguacate criollo, de buen vigor y sano, la fruta que se use para este fin debe estar en madurez fisiológica, y provenir del menor número de árboles progenitores para evitar variación en la plantación. Nunca deben usarse semillas de fruta tierna, enferma y que haya sido colectada del suelo, puesto que podrían estar infectadas por patógenos como *Phytophthoracinnamomi*. En seguida se le quita la pulpa y se extrae la semilla, se lava a chorro de agua, dejándola orear sobre un costal en un lugar sombreado y ventilado, Se recomienda proteger la semilla con fungicidas comerciales con su respectiva dosificación.

Cuando se desee almacenar semilla, ésta debe mantenerse a una temperatura de 4 a 7 °C con presencia de humedad. La vida útil de la semilla, en estas condiciones, se aumenta de seis a ocho meses.

La fertilización de plántulas depende en gran parte de las características del sustrato en el cual este se encuentre establecido; Al aplicar fertilizantes como enmienda, correctivo o aporte nutricional, se deben considerar los coadyuvantes y

formas químicas de elementos más adecuados a utilizar, y asegurar la disponibilidad de nutrientes, al respecto se debe tener cuidado y evitar y superar antagonismos y desequilibrios nutricionales. (Cid Ballarín, 1993).

5.3 Conceptos en el diagnóstico fitosanitario en condiciones de vivero

Dentro de los principales síntomas fitopatológicos foliares que afectan plántulas de aguacate, se encuentra un agente causal denominador *Verticillium* sp., el cual detiene parcialmente su crecimiento. Es un hongo que invade los tallos y ramas de un lado de la planta, produciendo marchitez parcial o total repentina de hojas. Las hojas de las ramas afectadas, toman una coloración café y permanecen adheridas al árbol por algún tiempo y luego caen.

En el reconocimiento de enfermedades o problemas fitosanitarios, se considera de gran importancia también detectar a tiempo la pudrición en raíz, siendo *Phytophthora cinnamomi* Rands (Oomyceto) el principal agente causal en condiciones de vivero y campo; se denomina “Muerte descendente” ó “Pudrición radical” por los daños que ocasiona al sistema de raíces las cuales desempeñan la importancia en absorción de agua y de nutrientes del suelo o sustrato (Ararat, 2010).

Las raíces infectadas se necrosan y se desprenden fácilmente. Los síntomas en el follaje son originados por la reducción de la absorción de nutrientes y agua y su transporte ascendente; además, el árbol pierde más agua por transpiración que la absorbida por un sistema radical lesionado, reduciendo así la capacidad de las hojas para producir clorofila, que les da coloración verde a las hojas y esto les causa clorosis o amarilla miento foliar (Téliz, 2000).

La agresividad de diversos microorganismos patógenos está ligada a condiciones de altas temperaturas con abundancia de agua y mal drenaje, condiciones que facilitan su reproducción y diseminación, pero es necesario involucrar en las

investigaciones las variables fisiológicas y nutricionales de la planta en relación con propiedades químicas y biológicas del suelo o sustrato; estas relaciones entre nutrición limitada y patogenicidad de raíces pueden influir sobre variables agronómicas como los bajos rendimientos de los cultivos; estas interacciones dependen de la selección de factores determinantes (genotipo, fecha de siembra, tipo de suelo) y del resultado del manejo de factores limitantes (disponibilidad de agua y nutrientes) y reductores (enfermedades y plagas).

La acción de cada uno de estos factores sobre el crecimiento y producción no es independiente y se definen abundantes interacciones que en conjunto resultan en respuestas óptimas para la planta, como es el caso del manejo integrado en aguacate que tiene como objetivos: mejorar el vigor a las plantas, restituir un equilibrio entre los volúmenes de follaje y raíces, mejorar la nutrición, incrementar actividad biológica (enzimas del suelo), reducir la acción de las plagas y enfermedades y evitar el mal uso de prácticas culturales que debiliten la planta, incluyendo componentes de sanidad, nutrición, control biológico y cultural y uso de patrones tolerantes;

Según Fenchel (2000) en la zona de la rizósfera, la micro biota es modificada por la estimulación y en algunos casos inhibición, debida a los exudados radicales y los restos de tejidos, considerando no solamente la intensidad del efecto rizosférico sino también la intensidad de la colonización del rizoplano con variaciones en las diferentes partes de un mismo sistema radical. Para un buen manejo de este tipo de problemas es necesario conocer aspectos relacionados con el patógeno, suelos, sustratos en plántulas, clima y la fenología del cultivo; esto permitiría disponer de las recomendaciones adecuadas para un manejo fitosanitario en diferentes regiones al adicionar entonces microorganismos como las Micorrizas que podría contribuir a las necesidades nutrimentales de la planta durante el periodo vegetativo de vivero y *Trichoderma* spp que favorecería la descomposición de los materiales orgánicos y producción de enzimas para control

de *P. cinnamomi*; en este caso, estas tecnologías pueden resultar eficientes con la constitución de un sustrato óptimo para estas plántulas (Fenchel, 2000).

5.4 Variables fisiológicas en condiciones de vivero

Nutrientes Foliare:

Nitrógeno (N): El Nitrógeno ayuda a dar color verde a las hojas, aumenta el crecimiento y el desarrollo de las plantas

Fósforo (P): El fósforo ayuda al crecimiento de las raíces, al crecimiento de la planta, hace parte del sistema de transporte de energía en la planta, influye en la floración, fructificación, desarrollo de semillas y maduración de las cosechas

Potasio (K): El potasio ayuda a acelerar los procesos en las plantas y regula la cantidad de agua, favorece la utilización de la luz en el tiempo frío y nublado, aumenta la resistencia a la sequía y a las enfermedades.

5.5 Área Foliar

Es la expresión numérica adimensional resultado de la división aritmética del área de las hojas de un cultivo expresado en m² y el área de suelo sobre el cual se encuentra establecido, también expresado en m². El área foliar permite estimar la capacidad fotosintética de las plantas y ayuda a entender la relación entre acumulación de biomasa y rendimiento bajo condiciones ambientales imperantes en una región determinada. (Acosta D.E 2008).

Es una herramienta útil para el desarrollo de modelos predictores de cosecha y una forma precisa de estimar la capacidad de captura de luz del dosel vegetal. Aunque la interceptación de luz tiende a saturarse, la distribución de las hojas puede afectar la eficiencia de uso de la luz. El área foliar también sirve para evaluar el desarrollo y crecimiento de los cultivos en los estudios de requerimientos hídricos

y evaluaciones sobre eficiencia bioenergética o determinar el daño producido por plagas y enfermedades sobre el follaje.

El análisis foliar es tan importante como los análisis de suelo y agua. Utilizar un plan nutrición no adaptado al cultivo, induce a la reducción del rendimiento y frutos de mala calidad. (Acosta, 2008).

6. Materiales y Métodos

El proyecto aplicado contempla fase de vivero y fase de laboratorio para consolidar información técnica que contribuya en la toma de decisiones asociadas al manejo técnico de plántulas de aguacate-

6.1 Fase de establecimiento en condiciones de vivero:

Las plántulas de aguacate se establecieron en condiciones ambientales de la zona urbana del municipio de Palmira (Valle del Cauca).

La preparación del sustrato convencional sin aplicaciones de enraizamiento tuvo en cuenta la disponibilidad de materiales en la zona de estudio (Material mineral: arena fina; Materiales orgánicos: cachaza compostada, cascarilla de arroz) con la siguiente distribución: compost cachaza (25%) + Arena fina (50%) + cascarilla arroz (25%).

Los materiales de siembra fueron obtenidos de un vivero comercial del Valle del Cauca, Como parte del manejo integrado se aplicaron fitohormonas de forma foliar y al sustrato con humedad a capacidad de campo al día siguiente del proceso de injerto, con una frecuencia de cada 8 días. La dosis respectiva se realizará de acuerdo a las recomendaciones comerciales:

- Tratamiento T1: Sustrato convencional sin aplicaciones
- Tratamiento T2: Sustrato convencional+ citoquininas (3 cm³/lt)
- Tratamiento T3: Sustrato convencional+ Giberelinas (0,2 gr/lt)

Los sustratos tienen un manejo preliminar a través de un proceso de desinfección con vapor o bromuro de metilo.

6.2 Fase de diagnóstico fitosanitario.

El diagnóstico de los diferentes problemas incluye la pudrición de raíz donde la plántula afectada es desechada y sometida a un proceso para luego ser utilizada como compost. Colocar bolsas por lo menos 20 cm arriba del suelo en pequeñas tarimas o en bloques de cemento o con una capa de grava o de piedra

Prevenir la llegada de agua de los terrenos aledaños, para esto se debe hacer una zanja profunda alrededor del vivero (Mora s 1991).

Las variables cualitativas seleccionadas para las condiciones de vivero son:

Síntoma fitopatológico (pudrición o daño foliar) a través de la siguiente escala:

- | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0 = planta sana sin decoloración del follaje
1 = daño leve (follaje amarillo y/o café)
2 = daño medio (follaje amarillo con 10% de Hojas secas)
3 = daño severo (follaje amarillo con 20% de Hojas secas)
4 = daño muy severo (follaje amarillo con 40% de hojas secas)
5 = planta muerta |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Síntoma de deficiencias nutricionales a través de la siguiente escala:

- | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0 = planta sana sin decoloración del follaje
1 = leve follaje amarillas /cloróticas/ pardo
2 = follaje con 10% de Hojas amarillas /cloróticas/ pardo
3 = follaje con 20% de Hojas amarillas /cloróticas/ pardo
4 = follaje con 40% de Hojas amarillas /cloróticas/ pardo
5 = planta más del 40% de Hojas amarillas/cloróticas/ pardo |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

En el Laboratorio Multipropósito del CEAD Palmira se realizó la medición de parámetros fisiológicos cuantitativos de plántulas de aguacate:

- Materia seca: % MS = $\frac{P_s}{P_f} * 100$

Donde PS: peso seco de la muestra. Pf. peso fresco de la muestra

Tabla 1. Métodos para determinación de elementos foliares

Determinaciones (%)	Métodos
N	Nitrógeno, Digestión Kjeldhal
P	Fosforo, Espectrometría
K	Potasio, ABS. Atómica

6.3 Análisis estadístico: La información cuantitativa y cualitativa de las distintas variables se someterá a análisis de estadística descriptiva con las figuras respectivas.

7 Resultados

De acuerdo a la información recolectada en campo y los resultados de laboratorio, se puede apreciar en la figura 1 que para el caso de la mortalidad en las poblaciones de plántulas se evidenció que a partir de la semana de 2 después del trasplante a bolsa, que el tratamiento con sustrato convencional (T1) presentó la más rápida respuesta negativa como lo indica la figura 1. Por tanto, al realizar las respectivas observaciones en tejidos tanto de raíz como de folíolos, se nota la respectiva necrosis (figura 2), los cuales podrían asociarse a microorganismos como *Phyitium* spp o *Phytophthoras* spp. cuyas condiciones favorables para su infección se relaciona con los altos contenidos de humedad en el sustrato (Ararat, 2013).

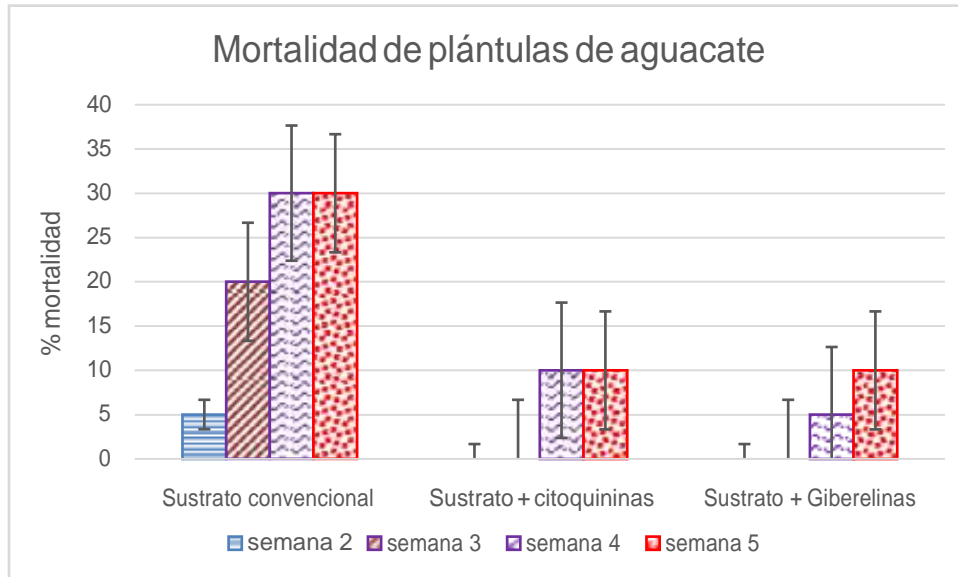


Figura 1. Mortalidad de plántulas de aguacate

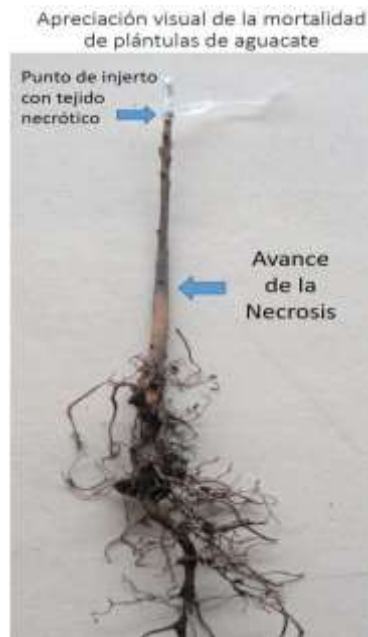


Figura 2. Plántulas de aguacate con necrosis (Foto: Ararat, 2017)

Para el caso de la sintomatología de deficiencias nutricionales se encontró que a partir de la semana de 2 después del trasplante a bolsa, que el tratamiento con sustrato convencional sin aplicaciones (T1) presento la más rápida respuesta negativa como lo indica la figura 3. Por tanto, para la 5 semana de observación alcanzo la mayor escala (5) de deficiencia.

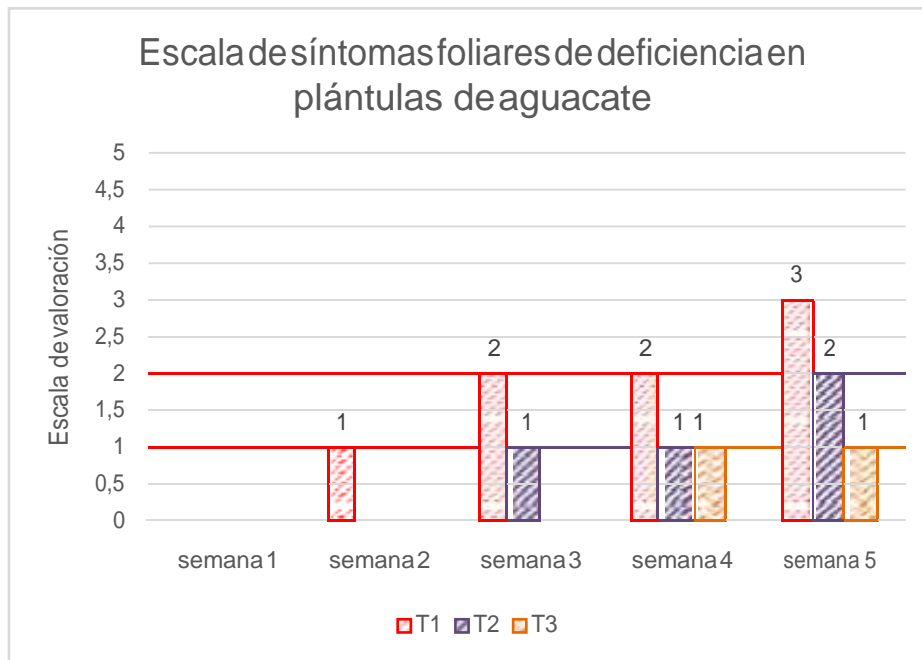


Figura 3. Sintomatología foliar de deficiencias en plántulas de aguacate

La baja sintomatología presentada en T3 podría asociarse efectos fisiológicos de las fitohormonas comerciales aplicadas. De acuerdo a esto, la aplicación de ácido giberélico en las plantas estimula el crecimiento vegetativo provocando elongación celular y desarrollo de brotes. Además, induce diferenciación celular, desarrollo de tejidos sanos, madurez de órganos reproductivos, etc. (Salazar García&Lovatt, 1997).

De igual manera, en la respuesta fisiológica de elementos nutricionales en tejido foliar, se observa que el T3 presento los mayores valores de absorción de macronutrientes (N, P y K) como se relaciona en la tabla 1.

Tabla 1. Contenido de elementos foliares en plántulas de aguacate

Tratamiento	Elementos mayores y materia seca en tejido de hojas			
	N - foliar (%)	P - foliar (%)	K - foliar (%)	Materia seca (%)
T 1	1,02	0,35	0,48	1 4
	1,04	0,38	0,5	
	1,02	0,35	0,42	
T 2	2,42	0,52	0,92	2 2
	2,44	0,52	0,92	
	2,78	0,58	0,92	
T 3	2,82	0,68	0,98	2 4
	2,66	0,66	0,96	
	2,56	0,58	0,96	

Como se observa en la figura 4 y basado en los parámetros reportados por Salazar García en 2002, el caso más limitante se presentó en el T1 el cual pudo registrar una sintomatología de carencia de K, los cuales causan una coloración marrón que comienza en los bordes de las hojas y aparentemente clorosis férrica donde se detectó un color verde claro entre las nervaduras de todas las hojas.



Figura 4. Clorosis férrica foliar y deficiencia de K en plántulas de aguacate (Foto: Ararat, 2017)

Para el caso de la materia seca (Tabla 1), se pudo encontrar que el T2 y T3 tuvieron valores de 22 y 24% respectivamente, mientras que para el T1 solo alcanzó el 14%. Esto puede representar una mayor acumulación de carbohidratos en tejidos en T2 y T3 de acuerdo a lo reportado por Ararat (2013).

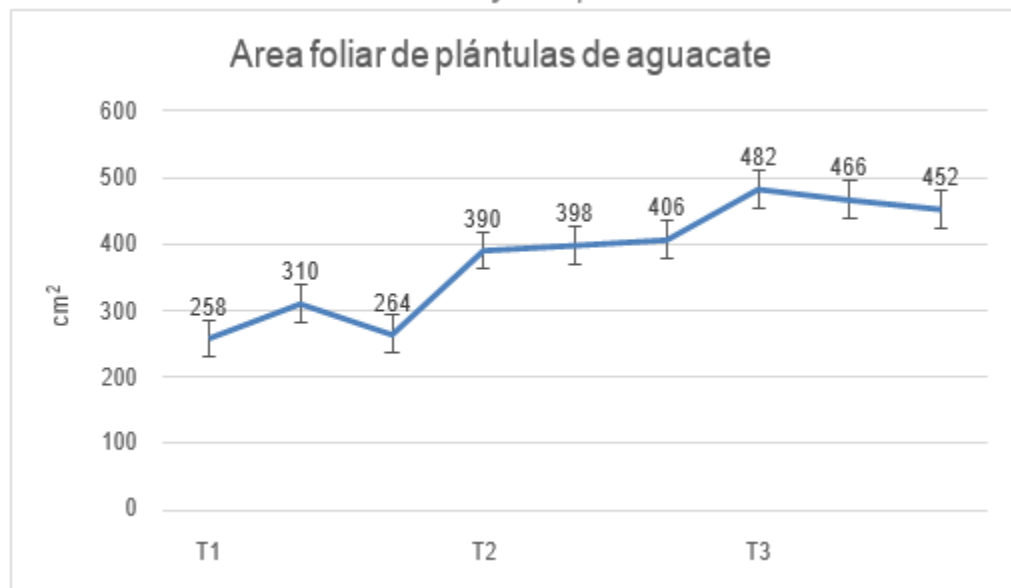


Figura 5. Área foliar en plántulas de aguacate (Datos para diferentes tratamientos de sustratos (T1, T2 y T3))

Basado en los datos estadísticos, en la figura 5 se puede ver como los tratamientos T1 y T2 mantienen una diferencia en el área foliar con respecto al T1. Se puede observar en la figura 6 una diferencia foliar y marchitez en las hojas con color amarillento para T1 mientras que en el tratamiento T3 se observan plántulas con hojas verdes y sanas y mejor apariencia y altura.



Figura 6. Apreciación visual del área foliar en plántulas de aguacate en diferentes tratamientos de sustratos (Foto: Ararat: 2017)

8 Conclusiones

El sustrato convencional presento el mayor indicador de mortalidad de plántulas (30% en la segunda semana de observación), mientras que los tratamientos con fitohormonas solo alcanzaron 10% de mortalidad hasta la quinta semana, es decir, las plantas que tuvieron aplicación de las fitohormonas resultaron con mayor tolerancia a los problemas fitosanitarios.

De los tratamientos observados se puede ver una cierta tendencia en algunos valores en las variables de los elementos foliares en plántulas de aguacate en el tratamiento T1 donde se puede apreciar (promedio de elementos foliares (Nitrógeno, Fosforo, Potasio) con niveles más altos en el tratamiento T3, pero con cierta creciente en el tratamiento T2.

El uso de fitohormonas en sustratos de plántulas de aguacate puede ser una opción para obtener una baja sintomatología de deficiencias nutricionales; Es decir, que los parámetros fisiológicos como área foliar y macronutrientes foliares podrían estar relacionados con moléculas estimuladoras de crecimiento y desarrollo en rizósfera, además las condiciones óptimas dadas por los sustratos pueden llegar a facilitar de las plántulas en vivero aumentando la protección frente a agentes biótico adversos.

9 Recomendación

En la propagación de plántulas de Aguacate Hass es muy recomendable la implementación de evaluaciones fitosanitarias constantes, para luego hacer una muy buena revisión de los resultados y realizar diferentes comparaciones con las obtenidas a lo largo de toda la investigación.

Es pertinente realizar otros estudios complementarios de monitoreo como la presencia de posibles plagas según las condiciones ambientales donde se encuentre el vivero.

10 Bibliografía

Abad, M.; Noguera, P. y Carrión, C. (2004). Los sustratos en los cultivos sin suelo. In: Urrestarazu, G. M. Tratado de cultivo sin suelo. 3a (Ed.). Mundi-Prensa, Madrid. 113-158 pp

Aburto Guerrero, Felipe Andrés (2007); Evaluación de sustratos obtenidos a partir de la mezcla de un residuo orgánico biprocesador con materiales comunes para la propagación de Palto. Universidad de Chile

Acosta, D.E. 2008 Relación entre índice de área foliar y rendimiento en aguacate bajo condiciones de secado y vivero.

Aguilera Palma, Marcela. 2007. Propagación de patrones de palto mediante acodo aéreo y esqueje. Memoria de título. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Escuela de Agronomía. 16 p.

Ararat M. 2017. Herramientas biotecnológicas en el manejo ambiental de la rizósfera de plántulas de aguacate”. Proyecto de investigación código P3-09-2015 Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y de Medio Ambiente de la UNAD.

Ararat M. 2013. Influencia de la nutrición mineral y la actividad biológica rizosférica en la disminución del daño ocasionado por *Phytophthora cinnamomi* Rands en plántulas de Aguacate (*Persea americana Mill*).

Ararat Orozco, Milton Cesar. 2010. Aspectos técnicos para la obtención de Plántulas de Aguacate. biotec - Colciencias. isbn: 978-958-99329-3-3

Ansorena, J. 1994. Propiedades y caracterización de los sustratos. Madrid, Mundi-Prensa. 172p.

Aproare SAT. 2009 Manual Técnico del Aguacate.

Bartollini y Petruccelli (1992) G., Fiorino P. y Troncoso A. 1983. Influence of several nutritional balances on olive plant development in hydroponic culture. Acta Hortic., 133:111-118.

Bernal, A. y C. Díaz. 2008. Tecnología para el cultivo del Aguacate. Manual técnico 5. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, Centro de Investigación La Selva, Rio Negro, Colombia. 241 p.

Bernal A, Cipriano A. Generalidades del cultivo de Aguacate en: tecnología para el cultivo de Aguacate. Manual técnico 5 CORPOICA centro de investigación la selva. Rio negro, Antioquia. 2008; pág. 11-80.

Bures, S. 1993. Congreso internacional de sustratos. Horticultura. 86: 30 - 39; 41.

Bryan, L. E., Shahrabadi, M. S., and Van Den Elzen, H. M. (1974). Gentamicinresistance in *Pseudomonas Auruginosa*: R-factor-mediatedresistance. *Antimicrob. AgentsChemother.* 6, 191-199.

Can-Alonzo, C., J. Quezada-Euán, P. Xiu-Ancona, H. Moo-Valle, G. Valdovinos-Núñez y S. Medina-Peralta. 2005. Pollination of „criollo” avocados (*Perseaamericana*) and the behaviour of associated bees in subtropical México. *Journal of Apicultural Research.* 44(1), 3-8.

Castillo-González, A., M. Colinas-León, M. Ortega-Delgado, A. Martínez-Garza y E. Avitia-García. 1998. Variación estacional de carbohidratos en hojas e inflorescencias de aguacatero (*Persea americana* Mill.). *Revista Chapingo Serie Horticultura.* 4(1), 13-18.

Cid bailarín, M. 1993. Materiales utilizados en la elaboración de sustratos. *Agrícola Vergel* 141 (12): 492 - 501.

Crozon, J. y Neyroud, J. 1990. Etude des caractéristiquesphysiques de quelquessubstrats en horticultures. *ReviewSuisse. Viticulture, Arboriculture, Horticulture* 22(6): 441-446. 7

Delgado, G, A. Castillo, E. Avita y M, Arriaga, 2003 contenido de carbohidratos en hojas e inflorescencias de cultivo de aguacate, (*perseaamericanaMill*). En *avocadosource*; [http// www.avocadosource.com](http://www.avocadosource.com). 7p. consulta; octubre de 2011.

Donoso, 1989 C., P. REAL, V. SANDOVAL y V. GERDING. 1984. Estudio de regeneración natural del tipo forestal siempre verde en el bosque nativo. Informe Final. Informe de Convenio N° 70 y N° 89, ODEPA/ UACH.

Duque, D.S. 2011. Asfixia radicular: estrategias de manejo en Colombia. En: *Memorias del VII Congreso Mundial del Aguacate.* Cairns Australia. P 12-24.4

Fondo Nacional de Fomento Hortifrutícola. (2013). Programa de Transformación Productiva; Asociación Hortifrutícola de Colombia, Asohofrucol; Plan de negocios de aguacate. Recuperado en septiembre 5 de 2016:

https://www.finagro.com.co/sites/default/files/node/basic-age/files/plan_de_negocio.pdf5

Grez, R.; Gerding, V. Y Henríquez, M. 1980. Utilización de aserrín como aditivo para mejorar la dinámica de elementos nutritivos en el suelo. Temuco, Congreso nacional de la ciencia del suelo, pp. 173-176.

Hartmann, H.H., Kester, D.E. and Davies Jr., F.T. (1990) *Plant Propagation Principles and Practices*. 5th Edition, Prentice Hall, EnglewoodCliffs, 232-233.

Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. (2012). Manejo fitosanitario del cultivo del aguacate Hass (*Persea americana Mill.*). Medidas para la temporada invernal. Kester, and Fred T. Davies. *Plant Propagation: Principles and Practices*. EnglewoodCliffs, N.J: Prentice Hall, 1990. Print.

Mora, S. 1991 estudio de comercialización de aguacate (*persea americana mil*) ministerio de agricultura y ganadería. San José, costa rica. 80 p.

Navarro, R. 1989. Enfermedades del aguacate (*Persea americana Mill.*). *Revista Sociedad de Ingenieros Agrónomos De Antioquia*. 1(1): 23-28.

Philippot, Laurent and GERMON, J. Contribution of Bacteria to Initial Input and Cycling of Nitrogen in Soils. In: BUSCOT François and VARMA Ajit (Editors.) *Microorganisms in Soils: Roles in Genesis and Functions*. Leipzig, New Delhi: Springer-Verlag, 2005. p. 159 – 172.

Reina J., Mayorga M., Caldas F., Rodríguez J., Varón E. 2015. El problema de la peca en cultivos de aguacate (*Persea americana Mill.*) del norte del Tolima, Colombia. *Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu.*, Mosquera (Colombia), 16(2) 265-278

Salazar-García, S. 2002. *Nutrición del Aguacate, Principios y Aplicaciones*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) e Instituto de la Potasa y el Fósforo (INPOFOS). Querétaro, México. 165 p

Salazar-García, S., 1997. Use of gibberellic acid to manipulate flowering in the 'hass' avocado: a preliminary report. *Proceedings from Conference '97: Searching for Quality*. Joint Meeting of the Australian Avocado Grower's Federation, Inc. and NZ Avocado Growers Association, Inc., 23-26 September 1997. J. G. Cutting (Ed.). Pages 106-111

Tamayo, P. J. (2007 mayo-julio). Enfermedades del aguacate. Revista Politécnica, Medellín, 4, 51-70. Corpoica, Ponencia presentada en el marco del Encuentro Nacional de la Cadena Productiva del Aguacate, noviembre 2006. Recuperado en agosto 15 de 2016de.3

Téliz o., D.2000. El aguacate y su manejo integrado. Mundi-prensa, D.F México 219 p.

Toro, E 1985 propagación de árboles frutales, por injerto universidad de puerto rico. Puerto rico. 59 p.2

Vásquez et al., 2011 S., Josué. 1999. Caracterización Agronómica y Fisicoquímica del Aguacate Nativo en el Altiplano Guatemalteco. I.C.T.A., Labor Ovalle, Quetzaltenango.