



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA
AGRICULTURA**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA: EFECTO DE PROMOTORES RADICULARES, SOBRE EL
CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE *Persea americana* Mill. CULTIVAR
NACIONAL FASE DE VIVERO**

AUTOR: JARAMILLO QUINGLA, CRISTHIAN ANDRÉS

DIRECTOR: *Ing. M.Sc.* SORIA IDROVO, NORMAN AURELIO

SANGOLQUÍ

2019



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “*EFECTO DE PROMOTORES RADICULARES, SOBRE EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE Persea americana Mill. CULTIVAR NACIONAL FASE DE VIVERO*” fue realizado por el señor *Jaramillo Quingla, Crithian Andrés* el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 26 de junio del 2019

Firma:

Ing. M.Sc. Norman Aurelio Soria Idrovo

C.C. 1801206572



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, *Jaramillo Quingla, Cristhian Andrés*, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: *Efecto de promotores radiculares, sobre el crecimiento y desarrollo de Persea americana Mill. cultivar nacional fase de vivero* es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Sangolquí, 26 de junio del 2019

Firma

Cristhian Andrés Jaramillo Quingla

C.C.: 1725541450



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORIZACIÓN

Yo, Jaramillo Quingla, Cristhian Andrés autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: Efecto de promotores radiculares, sobre el crecimiento y desarrollo de Persea americana Mill. cultivar nacional fase de vivero en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, 26 de junio del 2019

Firma

Cristhian Andrés Jaramillo Quingla

C.C. 1725541450

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a mis padres Marco Jaramillo y Graciela Quingla, cuyo cariño y amor fraterno me han guiado a lo largo de toda mi vida, y me han permitido la oportunidad de estudiar y salir adelante.

A mis hermanos Richard Valdiviezo, Tatiana Jaramillo y Karen Jaramillo, en los cuales agradezco su apoyo y sus consejos para poder realizar esta investigación; esto es por ustedes querida familia.

Cristhian Jaramillo

AGRADECIMIENTO

A Dios y a la Santísima Virgen María, por darme el apoyo espiritual a lo largo de la carrera, y por qué me sigan guiando en mi vida laboral y personal; a toda mi familia por ser esa fortaleza para que yo pueda estudiar y salir adelante en la vida; espero poder pagarles de algún modo todo el cariño, consejos y ayuda que me han brindado todos estos años.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias-INIAP, el cual me permitió poder realizar el proyecto de investigación, y a KOPIA por el financiamiento de esta actividad, y en conjunto con la asesoría de la Ing. Andrea Sotomayor y el Ing. William Viera gracias por su apoyo y trabajo.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas –ESPE, Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA 1 de quien me llevo gratos recuerdos y experiencias únicas en las cuales contribuyeron para que pueda ser un profesional.

Y en especial a mi tutor y director el Ing. Norman Soria, quien me brindó su apoyo, consejos y dirección en el transcurso del proyecto; Muchas gracias.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA

CERTIFICACIÓN	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	ii
AUTORIZACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1	Antecedentes	1
1.2	Justificación	3
1.3	Importancia	4
1.4	Objetivos	5
1.4.1	General	5
1.4.2	Específicos	5
1.5	Hipótesis.....	6

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1	Generalidades del aguacate.....	7
2.1.1	Importancia del aguacate en Ecuador	7
2.2	Clasificación taxonómica de <i>Persea americana</i> Mill.	8
2.2.1	Organografía	8
2.2.1.1	Raíz	8
2.2.1.2	Tallo	9
2.2.1.3	Yemas.....	9
2.2.1.4	Hojas	10
2.2.1.5	Inflorescencia	10
2.2.1.6	Fruto	10
2.2.2	Aspectos técnicos del cultivo de aguacate.	10
2.2.2.1	Ecológicos.....	11
2.3	Propagación y vivero del aguacate.....	12

2.3.1	Sexual	12
2.3.2	Asexual	13
2.3.2.1	Patrones	13
2.3.2.2	Selección de patrones porta injerto	13
2.3.2.3	Injerto	14
2.3.2.4	Estacas	14
2.3.2.5	Acodos	15
2.3.3	Vivero	15
2.4	Crecimiento y desarrollo	16
2.4.1	Crecimiento	16
2.4.2	Desarrollo	17
2.5	Estimulantes en la propagación	17
2.5.1	Promotores hormonales	17
2.5.1.1	Auxinas	17
2.5.1.2	Citocininas	18
2.5.2	Inhibidores	18
2.5.3	Otros	19
2.5.3.1	Algas marinas	19
2.6	Estimulantes de mercado	20
2.6.1	Duoplus	20
2.6.2	Agrostemin	21
2.6.3	Raizyner	21
2.6.4	Forti-Gro 2-4-3	21
2.7	Calidad de plantas	21
2.8	Calidad de la raíz	22

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1	Lugar de la investigación	23
3.1.1	Ubicación política	23
3.1.2	Ubicación geográfica:	23
3.1.3	Ubicación de los sitios de trabajo	24
3.2	Materiales	24
3.2.1	Campo	24
3.2.2	Vegetal	24
3.2.3	Laboratorio	25
3.3	Fertilizantes	25
3.4	Promotores radiculares	25
3.5	Métodos	25

3.5.1	FASE 1: Análisis del desarrollo de plántulas, en base a la aplicación de promotores radiculares y la interacción sobre el crecimiento del tallo en plantas de aguacate cultivar Nacional en fase de vivero.	25
3.5.1.1	Factores en estudio.....	25
3.5.1.2	Unidad experimental.....	26
3.5.1.3	Tratamientos.....	27
3.5.1.4	Diseño experimental.....	27
3.5.1.5	Coeficiente de variación.....	28
3.5.1.6	Croquis experimental.....	28
3.5.1.7	Análisis estadístico.....	29
3.5.1.8	Variables y métodos de evaluación.....	29
3.5.1.8.1	Diámetro del tallo (mm):.....	29
3.5.1.8.2	Altura de planta (cm):.....	30
3.5.1.8.3	Área Foliar (cm ²):.....	30
3.5.1.8.4	Contenido clorofílico (unidades SPAD):.....	31
3.5.2	FASE 2: Determinación del efecto de la calidad de la raíz, por la aplicación de promotores radiculares (Agrostemin, Duoplus, Raizyner, Forti-Gro) a los 200 días después de siembra en aguacate cultivar 'Nacional' en fase de vivero.	32
3.5.2.1	Factor en estudio.....	32
3.5.2.2	Submuestreo.....	32
3.5.2.3	Tratamientos.....	33
3.5.2.4	Diseño Experimental.....	33
3.5.2.5	Croquis experimental.....	33
3.5.2.6	Variables y métodos de evaluación.....	34
3.5.2.6.1	Peso fresco de la raíz y el tallo (g):.....	35
3.5.2.6.2	Peso seco de la raíz y el tallo (g):.....	36
3.6	Manejo del experimento.....	37
3.6.1	Preparación de la semilla.....	37
3.6.2	Preparación del sustrato.....	37
3.6.3	Desinfección del sustrato.....	38
3.6.4	Siembra.....	38
3.6.5	Aplicación de los productos.....	38
3.6.6	Manejo agronómico del experimento.....	39
3.6.7	Controles fitosanitarios.....	39
3.6.8	Control de malezas.....	40

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	FASE 1: Variables agronómicas de respuesta en campo.....	41
-----	----------------------------------------------------------	----

4.1.1	Análisis del desarrollo de plántulas, en base a la aplicación de promotores radiculares y la interacción sobre el crecimiento del tallo en plantas de aguacate cultivar 'Nacional' en fase de vivero.	41
4.1.1.1	Altura de la planta	43
4.1.1.2	Diámetro del tallo.....	45
4.1.1.3	Contenido clorofílico	46
4.1.1.4	Área foliar	47
4.2	FASE 2: Variable agronómica de respuesta en laboratorio	49
4.2.1	Determinación del efecto de la calidad de la raíz, por la aplicación de promotores radiculares (Agrostemin, Duoplus, Raizyner, Forti-Gro) a los 200 días después de siembra en aguacate cultivar 'Nacional' en fase de vivero.....	49
4.2.1.1	Peso fresco y seco de la raíz y el tallo.....	51

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones	55
5.2	Recomendaciones.....	56
5.3	Bibliografía	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Simbología del tiempo (T).....</i>	26
Tabla 2	<i>Simbología de los promotores radiculares (P)</i>	26
Tabla 3	<i>Tratamientos aplicados en las plántulas de aguacate cultivar nacional en tres tiempos.....</i>	27
Tabla 4	<i>Análisis de la varianza para evaluar el efecto de los promotores radiculares sobre el crecimiento y desarrollo de las plántulas de Persea Americana Mill. cultivar nacional en fase de vivero.</i>	27
Tabla 5	<i>Análisis de la varianza para evaluar el efecto de los promotores radiculares sobre la calidad de la raíz en plántulas de Persea Americana Mill cultivar nacional en fase de vivero.</i>	33
Tabla 6	<i>Tabla de varianza (ANOVA) del efecto de cuatro promotores radiculares y un testigo a los 90, 150 y 200 días después de siembra sobre la altura de la planta (cm), diámetro del tallo (mm), contenido clorofílico (unidades SPAD) y área foliar (cm²).</i>	42
Tabla 7	<i>Cuadro de análisis de la varianza para el peso fresco y seco (g) del tallo y la raíz sobre los tratamientos a los 200 días después de siembra.</i>	50
Tabla 8	<i>Tabla de varianza (ANOVA) del efecto de cuatro promotores radiculares y un testigo a los 200 días después de siembra sobre peso fresco (g) y seco (g) de la raíz y tallo.....</i>	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Tipos de acodos en Aguacate.....	15
Figura 2	Ubicación del área de investigación.....	23
Figura 3	Invernaderos para la siembra e injertación de aguacate.....	24
Figura 4	Croquis del diseño experimental en los invernaderos de la granja experimental INIAP-Tumbaco.....	28
Figura 5	Toma de datos del diámetro del tallo en mm.....	30
Figura 6	Toma de datos de la altura en cm.....	30
Figura 7	Toma de datos del área foliar en cm ²	31
Figura 8	Toma de datos del contenido clorofílico unidades SPAD.....	32
Figura 9	Croquis experimental para la toma del peso fresco y seco (g) de la raíz y tallo a los 200 días después de siembra en plántulas de aguacate.....	34
Figura 10	Selección de plántulas de aguacate para tomar el peso fresco y seco de la raíz y el tallo.....	35
Figura 11	Etiqueta por tratamiento de la raíz y el tallo en plántulas de aguacate.....	36
Figura 12	Peso seco de la raíz.....	37
Figura 13	Siembra de semillas de aguacate en vivero.....	39
Figura 14	T5=(T1P5) Testigo a los 90 dds.....	44
Figura 15	T13= (T3P3) Raizyner a los 200 dds.....	44
Figura 16	T11= (T3P1) Duoplus a los 200 dds.....	45
Figura 17	T5= (T1P5) Testigo a los 90 dds.....	46
Figura 18	T2=(T1P2) Agrostemin a los 90 dds.....	47
Figura 19	T13= (T3P3) Raizyner a los 200 dds.....	47
Figura 20	T1=(T1P1) Duoplus a los 90 dds.....	48
Figura 21	T13=(T3P3) Raizyner a los 200 dds.....	49
Figura 22	T13=(T3P3) Raizyner a los 200 dds.....	51
Figura 23	T14=(T3P4) Forti-Gro a los 200 dds.....	52
Figura 24	Plántulas de aguacate tratadas con promotores.....	52
Figura 25	T13=(T3P3) Raizyner a los 200 dds.....	53
Figura 26	T12=(T3P2) Agrostemin a los 200 dds.....	54

RESUMEN

El estudio se realizó en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias- INIAP, Sede Granja experimental Tumbaco; se evaluó el efecto de cuatro promotores radiculares y un testigo en plantas de aguacate *Persea americana* Mill. fase de vivero; los tratamientos aplicados fueron, DUOPLUS a $2L. ha^{-1}$, Agrostemin, $1g. L^{-1}$, Raizyner, $1kg.200L^{-1}$ y Forti-Gro, $6g. L^{-1}$, cada 15 días después de la siembra, el diseño fue en bloques completos al azar (DBCA) con siete repeticiones y una unidad experimental de doce plántulas por tratamiento; las condiciones fueron bajo invernadero, con sarán y temperaturas máximas y mínimas de 30 y 14 grados Celsius respectivamente; las variables evaluadas fueron: contenido clorofílico, diámetro del tallo, altura de la planta y el área foliar en campo, en laboratorio se midió el peso fresco y seco de la raíz y parte aérea de la planta (hojas y tallo); se obtuvieron resultados significativos (Tukey $<0,05\%$) a los 200 días después de siembra con el uso del promotor radicular Raizyner, puesto que se alcanzó valores altos en sus medias en las variables altura de la planta (41,34cm), contenido clorofílico (56,35 unidades SPAD) y área foliar ($79,43 cm^2$) vs el testigo, sin embargo en cuanto a diámetro del tallo el mayor resultado se determinó con el uso de Duoplus a los 200 dds; en tanto que el peso fresco y seco de la raíz y el tallo no se encontraron diferencias significativas.

PALABRAS CLAVE:

- *Persea Americana* Mill.
- **PROMOTORES RADICULARES**
- **AGUACATE**

ABSTRACT

The study was carried out at the National Institute of Agricultural Research - INIAP, Experimental farm Tumbaco; The effect of four radicular promoters and a control on avocado plants *Persea americana* Mill. Nursery phase; the treatments applied were, DUOPLUS to 2L. ha⁻¹, Agrostemin, 1g. L⁻¹, Raizynner, 1kg.200 L⁻¹ and Forti-Gro, 6g. L⁻¹, every 15 days after sowing, the design was in complete blocks design (DBCA) with seven repetitions and an experimental unit of twelve seedlings per treatment; The conditions were under the greenhouse effect, the maximum and minimum conditions of 30 and 14 degrees respectively; The evaluated variables were: chlorophyll content, stem diameter, height of the plant and the foliar area in the field, in the laboratory, the fresh and dry weight of the root and the aerial part of the plant (leaves and stem); Significant results were obtained (Tukey <0.05%) at 200 days after sowing with the use of Raizynner radicular promoter, the same value in the media in its plant height variables (41.34cm), chlorophyll content (56.35 SPAD units) and leaf area (79.43 cm²) vs. the control, however, the use of Duoplus at 200 dds can not be determined; as long as fresh and dry weight of the root and stem are no significant differences.

KEYWORDS:

- *Persea Americana* Mill.
- ROOT PROMOTERS
- AVOCADO

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

El aguacate es uno de los frutos más consumidos por los ecuatorianos desde hace ya varios años, principalmente por las personas que viven por las zonas de la sierra y costa del Ecuador, ya que posee características tales como cremosidad, color y textura, que la hacen un deleite para la cocina tradicional ecuatoriana. En Ecuador las zonas de producción del cultivo de aguacate, se encuentran distribuidas en Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Azuay y Loja con posibilidades a futuro de un crecimiento por hectárea cultivada, para abastecer al consumidor nacional e internacional. (Viera, Sotomayor, & Viera, 2016)

La demanda que tiene esta fruta en países como Colombia, Japón, Reino Unido, Canadá, Hong Kong, Corea del Sur, ha constituido una fuente de ingreso para Ecuador, que bien puede ser explotado con futuras exportaciones, sin embargo hasta el momento la comercialización se lo ha hecho en cantidades mínimas y poco tecnificadas; para lo cual se necesita un aumento en la producción del aguacate ecuatoriano para cubrir las demandas futuras (Alex, William, & Sotomayor, 2016). Múltiples beneficios se puede obtener a través de varios procesos industriales, entre ellos esta los cosméticos en la elaboración de champo, aceites y cremas; en el caso de los farmacéuticos se conoce que el aguacate reduce el colesterol y previene de enfermedades cardiovasculares, y en los culinarios internacionalmente es muy apetecible para el consumo en fresco. (Fonseca Duarte, Alves Chaves, Dellinghausen Borges, & Barboza Mendoza, 2016)

Según (León, 1999), en la Granja Experimental Tumbaco del INIAP, se determinaron las principales variedades de aguacate que son muy demandadas por sus características sobresalientes y su rápida adaptación en los valles interandinos, las cuales son: Hass, Fuerte, DD-

17 y HX-48; estas variedades se las puede cultivar, y en base a un manejo técnico adecuado, obtener frutos de calidad y maximizar la producción.

El aguacate comúnmente tiene una fase de vivero en la que se determina la calidad de la planta durante toda su vida de producción, por lo que se necesita de buenas prácticas agronómicas, como riego, fertilización y controles fitosanitarios para ayudarla a obtener una mayor productividad. El uso de promotores radiculares en fase de propagación o vivero tiene alto potencial debido a que estos productos contienen activadores metabólicos, como son auxinas, giberelinas, citocininas, ácido indolacético, ácido indolbutírico, entre otros, que ayudan a las plantas a un mejor desarrollo radicular, ayudando en la absorción de nutrientes y a mejorar la calidad de la planta; tal es el caso en un experimento en Argentina, que demostraron que el uso de ácido naftalenacético (ANA), ayudó al incremento de materia seca de las raíces de mandioca y a un mejor desarrollo en el crecimiento de esta planta. (Burgos, Cenóz, & Prause, 2009)

Según (Cruz Tobar & Campoverde Armijos, 2017), las hormonas vegetales son sustancias orgánicas que se producen en un tejido determinado y se transportan a otro tejido donde su presencia provoca respuestas fisiológicas. Las auxinas actúan especialmente en los injertos, directamente en las células que forman los callos de las plantas, ayudándolas a echar raíces adventicias y mejorar la transmisión de nutrientes durante la propagación sexual y asexual de las plantas.

Estudios realizados en Zamorano demostraron que la aplicación de promotores radiculares, tuvieron un efecto significativo en cuanto al volumen, largo, y área superficial de raíces en plantas de piñón en condiciones de invernadero, ya que en fase de campo, influyeron factores ambientales que intervinieron en el efecto de estos enraizantes, impidiendo su completa efectividad (Tuchán Ramos, 2009).

Normalmente las Auxinas se forman cerca de los brotes nuevos, que luego bajan por el floema para estimular el alargamiento de las hojas recién formadas; los científicos han sintetizado esta hormona para que los agricultores lo apliquen a sus cultivos y favorezca el desarrollo radicular, inducción a la floración, elongación de tallos y coleóptidos, diferenciación vascular y promoción de la dominancia apical, además de estimular el cambium para mejorar el prendimiento de porta injertos (Cervantes Álava & Masache Espinoza, 2015).

Según (Mendoza Miranda , 2014), estudios realizados en la Universidad Nacional de Trujillo, para evaluar la sinergia de dos enraizantes (uno a base de algas marinas), se demostró que este tipo de algas, además de ser amigable con el medio ambiente, contiene auxinas naturales que son activadores de desarrollo radicular que ayudan a las raíces en su desarrollo primario y secundario, favoreciendo al cultivo a producir productos de calidad.

1.2 Justificación

En Ecuador se desarrolla una amplia variedad de especies frutícolas, que han sido una fuente importante de ingresos económicos para el pequeño y mediano agricultor, además de ser muy apetecible por el mercado internacional por sus beneficios y características; sin embargo el área explotada para cubrir la demanda de plantas a futuro no es suficiente para abastecer a los mercados tanto nacional como internacional, debido a que en los viveros, no cumplen con parámetros de calidad, siendo estas plantas vendidas a los agricultores y obteniendo ganancias mínimas que pueden ser potenciadas si en los viveros las plantas alcanzasen un desarrollo óptimo.

El aguacate ha tenido gran demanda en los últimos años en el mercado internacional y nacional, principalmente en las zonas de la Sierra y valles interandinos, razón por la cual existe

un aumento de viveros que vende estas plantas pero sin cumplir con parámetros mínimos de calidad, provocando baja productividad y longevidad en ellas, ya sea por un deficiente desarrollo en su sistema radicular o por falta de conocimiento técnico que ayude a estas plantas a desarrollarse normalmente y obtener alta productividad en ellas. El aguacate según lo describe (Agustí, 2010), es una especie muy sensible a la asfixia radicular, ya que posee una raíz corta y débil y que además carece de pelos absorbentes en ella, por lo que la capacidad exploratoria en el suelo es limitada y necesita de suelos bien drenados que le permitan expandirse con normalidad o a su vez el uso de productos fitohormonales que le ayuden a la raíz a desarrollar pelos en la fase juvenil en el momento de la rizogénesis. El uso de promotores radiculares a base de algas marinas en la fase de vivero, es un método que puede ayudar a la planta a desarrollarse normalmente, alcanzando estándares altos de calidad, debido a que muchas de estas especies realizan un cambio en la estructura del suelo y facilitando a la exploración de la raíz en él, aporta nutrientes y minerales asimilables para la planta y estimula a la raíz a producir hormonas para su crecimiento y desarrollo, sin embargo, su efecto en plantas de aguacate no ha sido claramente documentada o registrada, aún menos en viveros, por este motivo es necesario determinar el efecto de estos enraizantes en el desarrollo y crecimiento de plántulas con la finalidad de obtener un producto de calidad.

1.3 Importancia

El uso de productos que estimulen el crecimiento del sistema radicular de la planta de aguacate (*Persea americana*) principalmente en la fase de vivero (propagación), es de gran importancia debido a que esta planta es propensa a la asfixia radicular por falta de los pelos absorbentes en sus primeras etapas de germinación y crecimiento, comprometiendo así a la

calidad y Fito sanidad de la planta, y por ende disminuyendo su productividad, por este motivo el empleo de promotores radiculares que mejoren el desarrollo de la raíz, facilitará a la planta a tomar los nutrientes del suelo y distribuirlos por todo su organismo, obteniendo plantas sanas capaces de dar una buena producción a lo largo de su vida útil; El uso de estos promotores radiculares son de mucha ayuda para los agricultores que comercializan las plántulas de aguacate, puesto que si no se tiene una buena calidad en la plántula, al momento de trasladar esta planta en campo, se obtiene mortalidades altas de árboles por no tener un sistema radical bien formado, lo que lleva a la necesidad de resiembras, demoras en la entrada de producción, la incidencia y severidad de plagas y enfermedades y además los elevados costos de establecimiento (Duque, 2011).

1.4 Objetivos

1.4.1 General

Evaluar el efecto de cuatro promotores radiculares y un testigo, sobre el crecimiento y desarrollo de plántulas de aguacate (*Persea americana* Mill.), en la fase de vivero.

1.4.2 Específicos

- Analizar el desarrollo de las plántulas, en base a la aplicación de promotores radiculares y la interacción sobre el crecimiento del tallo en plantas de aguacate cultivar 'Nacional' en fase de vivero.
- Identificar el mejor promotor radicular en base a la calidad de las plantas (diámetro de tallo, altura de la planta, área foliar y contenido clorofílico) a los 90, 150 y 200 días después de siembra en aguacate cultivar 'Nacional' en fase de vivero.

- Verificar el efecto de la calidad de la raíz, por la aplicación de promotores radiculares (Agrostemin, Duoplus, Raizyner, Forti-Gro) a los 200 días después de siembra en aguacate cultivar 'Nacional' en fase de vivero.

1.5 Hipótesis

Ho: El uso de promotores radiculares no tiene influencia en el crecimiento y desarrollo radicular, concentración foliar de nutrientes y calidad de plantas de aguacate cultivar 'Nacional' en fase de vivero.

Ha: El uso de promotores radiculares tiene influencia en el crecimiento y desarrollo radicular, concentración foliar de nutrientes y calidad de plantas de aguacate cultivar 'Nacional' en fase de vivero.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades del aguacate

2.1.1 Importancia del aguacate en Ecuador

El aguacate es una planta originaria de centro américa extendiéndose hasta Sudamérica, cultivado en diversos climas subtropicales, hasta bosques húmedos tropicales; es una planta perenne cuyo ciclo dura más de dos años, perteneciente a la familia de las Lauráceas, que en condiciones normales alcanza una altura de 10 a 12 metros, sus raíces son superficiales y absorbe el agua a través de sus tejidos primarios, lo que lo hace susceptible a la humedad y en consecuencia a los encharcamientos; su follaje es abundante y frágil por lo que no resiste mucho al sol y a las heladas, sus flores son hermafroditas, y de hojas simples. Su fruto es de consistencia carnosa cuya forma se presenta de manera periforme, ovoide, y alargada, del cual el peso promedio esta entre los 200 y 300 gramos; estas características pueden variar dependiendo a la variedad (Jácome Gavilanez, 2011).

Actualmente existen tres razas en el aguacate, las cuales son: Guatemalteca, Mexicana y antillana, las cuales cada una desempeña características diferentes en cuanto a producción, forma, sabor y color del fruto, entre otros. (Sánchez, 2012)

El aguacate se lo utiliza de distintas maneras en forma medicinal, cosmético, shampoo, aceites, etc. Pero su principal uso comercial, es el consumo directo de esta fruta, ya que tiene grandes beneficios para el ser humano, por su alto contenido proteico, rico en vitamina E, no contiene colesterol, previene enfermedades cardiovasculares y degenerativas como el cáncer; provee de grandes cantidades de vitamina A que ayuda al crecimiento de los dientes, huesos y

que además fortifica los ojos y la piel (Jácome Gavilanez, 2011); su consumo per-cápita es de 1kilogramo anual por habitante, lo que lo hace ver como un atrayente al mercado nacional para su comercialización en todo el país; estando este frutal disponible en la mayoría de meses en un año, teniendo énfasis en los meses de febrero a mayo y en menor cantidad en los meses de junio a octubre. (Alex, William, & Sotomayor, 2016)

2.2 Clasificación taxonómica de *Persea americana* Mill.

Según la clasificación taxonomía del Dr. Miller (Vélez, 2011), *Persea americana* se la denomina de la siguiente manera:

Reino: Vegetal

División: Spertmatophyta

Subdivisión: Angiosperma

Clase: Dicotiledónea

Subclase: Dipétala

Orden: Ranales

Familia: Lauraceae

Género: *Persea*

Especie: *Persea Americana* Miller

2.2.1 Organografía

2.2.1.1 Raíz

Posee un sistema radicular superficial, que alcanza los 1,50 m (las raíces llegan a desarrollarse en los primeros 60 cm del suelo). Susceptible a organismos fitopatógenos y a los

encharcamientos por lo que necesita de suelos bien drenados ya que tiene sensibilidad a la asfixia radicular (ICA, 2012).

Se caracteriza además de poseer laterales considerablemente ramificados, maleables y de consistencia delicada (Vélez, 2011), asegura que en todas las raíces de este cultivo no posee pelos radiculares, por lo cual considera importante al momento de selección tanto de la plántula como su sitio de siembra. Para las siembras del mismo este autor sugiere que el sistema radicular se encuentre un 80% formado para poder sembrarlo a 60 cm del suelo; esto permitirá que la plántula se establezca mejor en el suelo y pueda emitir más raíces para su permanencia en el mismo.

2.2.1.2 Tallo

Se identifica por tener un tallo grueso, de forma cilíndrica, muy lignificado en su etapa adulta, con canales en su corteza, lo que facilita distinguir de una raza de otra; además del uso productivo de este cultivo por su manejo en podas e injertación, tiende a tener abundantes ramificaciones (Vélez, 2011).

2.2.1.3 Yemas

Según (Vélez, 2011), las hay de los siguientes tipos: yemas axilares, yemas apicales y yemas florales; en las que del primer tipo están relacionados a las ramificaciones y a los frutos y en el segundo caso tienen que ver con el crecimiento desarrollo y producción del aguacate; por ultimo las yemas florales que en primera instancia comienza los procesos de reproducción de la planta, puesto que estas a través de la autopolinización, darán lugar al fruto que en este caso será el Aguacate; se las distingue por su coloración ya que tienden hacerse cafés y a hincharse para dar lugar a las inflorescencias.

2.2.1.4 Hojas

Por tener varias razas de aguacate, algunas son de tipo lanceolada y otras redondeadas, con pubescencias presentes en el haz y el envés de la hoja; sus coloraciones van a depender de la variedad, y el estado fisiológico en el que se encuentre, entre los cuales hay desde rojizos o marrones hasta verdes oscuros y claros, teniendo una capa cerosa en todos ellos (Vélez, 2011).

2.2.1.5 Inflorescencia

Poseen tres pétalos y tres sépalos muy similares entre sí, provenientes de terminaciones ramales u axilares, cada flor presenta 12 estambres con un pistilo unicarpelar y un ovario con un solo óvulo, lo cual permite una autopolinización de la planta y obtener frutos con las mismas características genéticas de su ascendencia. (Vélez, 2011)

2.2.1.6 Fruto

Dentro de las características que posee este cultivo, su principalmente atrayente es su fruto, que está catalogado como una baya, con formas y colores dependiendo de las razas, ovaladas, piriformes, negras, rugosas verdes, entre otros ; posee una sola semilla grande y carnosa; la parte comestible que es el mesocarpio, actualmente es bien comercializado en la industria alimenticia y cosmetológica por sus propiedades organolépticas y aceites mono y poli-insaturados; estos poseen porcentajes que están entre el 8 al 25%, lo que provoca un consumo considerable de energía en el árbol. (Vélez, 2011)

2.2.2 Aspectos técnicos del cultivo de aguacate.

Requerimientos para el cultivo de Aguacate según (Viera W. , Sotomayor, Viteri, Ushiña, & Cho, 2017) son los siguientes:

2.2.2.1 Ecológicos

Altitud: Esta especie, por ser originaria de centro américa puede adaptarse normalmente en altitudes que van desde los 1000 a 2500 msnm, siendo este cultivo susceptible a heladas, de manera que su temperatura óptima debe estar entre los 16 a 20° Celsius, tomando en cuenta a la variedad Hass por ser más sensible por el frío, por lo que se recomienda, zonas libres de heladas.

Precipitación pluvial: Se ha visto determinado que en precipitaciones desde 600 a 900 mm anuales, el cultivo responde adecuadamente, tomando en cuenta que las lluvias deben ser bien distribuidas en la superficie terrestre.

Humedad Relativa: Se recomienda una humedad del 60% en campo, considerando que este cultivo es susceptible a vientos fuertes y a encharcamientos extremos, en zonas con temperaturas superiores a los 30° Celsius puede ocasionar la deshidratación en las flores como en los brotes jóvenes.

pH: Se desarrolla normalmente en suelos cuyo potencial de hidrógeno sea neutro o ligeramente ácido de 5,5 a 7,5

Topografía: Debido a su raíz corta, se adecua en terrenos que posean una pendiente máxima del 30%.

Suelos: La siembra se lo realiza en terrenos de textura liviana de preferencia franco arenosa, cuya estructura permita al agua y al aire penetrar en la superficie del terreno sin que se quede atrapado y acumulado; por lo general necesita de una profundidad de 0,8 a 1,5 m, bien drenados para que exista un buen desarrollo radicular; el contenido de materia orgánica debe ser del 3 al 5%.

Época de floración: Su floración normal comprende entre los meses de diciembre a marzo, mientras que floración forzada va desde agosto a octubre. La cosecha se lo realiza en los meses de noviembre a abril y de julio a septiembre (Jácome Gavilanez, 2011).

Morfología: Es una especie perenne que puede llegar a alcanzar los 30 m de altura, sin embargo, alguna de sus características más significativas estará ligada a la variedad.

2.3 Propagación y vivero del aguacate

2.3.1 Sexual

La propagación sexual en el aguacate, empieza principalmente por la unión de la ovocélula del gametofito femenino más el núcleo masculino que se encuentra en estado generativo en el polen; el producto de estos dos dará lugar a un cigoto formado y consecuentemente a un embrión, en este caso una semilla que será la responsable de generar una nueva planta. Para estimular esta semilla a cumplir con el propósito de germinación, deberá ser estimulada con varios factores como temperatura, humedad y luz. (Agustí, 2010)

En aguacate, se utiliza la reproducción sexual únicamente para la obtención de patrones o porta-injertos, ya que con ellos se busca una mejora genética que permita la resistencia o tolerancia a plagas y enfermedades o a su vez sequías o encharcamientos; esto se debe a la heterocigosis y la fecundación cruzada que posee este frutal al momento de la fecundación entre plantas, resaltando los genotipos y fenotipos de sus progenitores y la manera en cómo se expresan en el nuevo individuo; por otro lado para conservar las características y comportamiento de las variedades más comerciales se debe optar por una reproducción asexual. (Agustí, 2010)

2.3.2 Asexual

La reproducción asexual del aguacate o por clonación, se refiere a la capacidad que tienen las células vegetativas a juntarse entre sí con otras células distintas al individuo principal, a lo que da como resultado una injertación; esto es usado a menudo en las variedades comerciales, utilizando una varetta o yema y conjuntamente unirla al porta-injerto que posee características específicas, de esta manera se obtienen la variedad comercial deseada en un medio vegetal ya enraizado que le facilite el crecimiento y desarrollo del mismo. (Vélez, 2011)

El autor (Agustí, 2010), menciona que esta reproducción tiene dos ventajas; la primera es evitar la etapa juvenil en la planta y así entrar a la fase de producción de una manera más acelerada; la segunda es obtener características homogéneas a las plantas madre para poder propagar las variedades comerciales.

2.3.2.1 Patrones

La propagación clonal de patrones, en donde se puede injertar la variedad deseada, por el momento es el único método para obtener plantas genéticamente uniformes en su totalidad, por lo general se utiliza esta forma en el cultivo de aguacate. Una de las dificultades que tiene el cultivo de aguacate, es su escasa capacidad para formar raíces adventicias, complicando el proceso de desarrollo de la planta (Alvez de Oliveira, Koller, & Villegas Monter, 1999).

2.3.2.2 Selección de patrones porta injerto

Según (ICA, 2012), un patrón debe tener las siguientes características:

- Estimular la producción de frutos de calidad.
- Alcanzar la fitosanidad y productividad de árboles.

- Tolerancia a la enfermedad *Phytophthora cinnamomi*.
- Tolerancia a la salinidad de los suelos
- Tamaño pequeño para un manejo eficiente.
- Debe ser genéticamente homogéneo.
- Debe ser tolerante a sequías.

2.3.2.3 Injerto

Según (Geilfus, 1994), el injerto que mejor da resultado para el prendimiento de patrones en plántulas de aguacate, es el llamado “injerto de lengüeta o inglés”, en el cual el diámetro del tallo debe medir mínimo 1cm, a una altura de 7 a 10 cm, medido desde su base, con el tallo todavía verde, de esta forma la plántula se pega más fácilmente a la savia de la variedad a injertar en el patrón, obteniendo óptimos resultados y un porcentaje alto en el prendimiento de las variedades deseadas.

2.3.2.4 Estacas

La utilización de estacas o esquejes para una propagación clonal en la planta de aguacate es efectiva, ya que comprende en desprender tejido vegetal inmaduro de la planta madre, junto con un par de hojas para luego someterlo a condiciones favorables de luz, humedad y temperatura, que progresivamente terminarán en estimular el tejido y a su vez echar raíces y generar una planta con características idénticas a la madre; para ello es necesario un espacio donde las condiciones antes mencionadas deban ser reguladas y controladas eficazmente para obtener resultados favorables; el uso de AIB $10,000 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ y ANA $300 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ resultaron exitosos para el enraizamiento de estos esquejes en los cultivares Fuerte y Colin en un estudio realizado en la

Universidad Autónoma Chapingo. (Campos Rojas, Ayala Arreola, Agustín, & De la Cruz Espindola Barquera, 2012)

2.3.2.5 Acodos

Es una técnica de propagación clonal, donde se trata de estimular al tejido vegetal a echar raíces, aun estando esta parte en la planta madre; existen varias maneras de realizar un acodo, pues las hay aéreas y terrestres pero el principal principio es tomar una de estas ramas y ponerlas ya sea en un substrato o enterrarlas en el suelo, después de un tiempo cuando ya haya echado raíces se puede cortar la rama que tomamos anteriormente y desprenderla de la planta madre; esto se expresa en la Figura 1. (Campos Rojas, Ayala Arreola, Agustín, & De la Cruz Espindola Barquera, 2012)

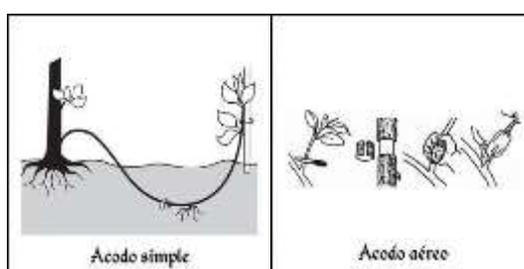


Figura 1. Tipos de acodos en Aguacate
Fuente: (Fruticola, 2018)

2.3.3 Vivero

El vivero comprende una fase importante durante el proceso de germinación y desarrollo del porta injerto en aguacate, ya que de ello depende el porcentaje de prendimiento de todos los injertos y la calidad de la planta a futuro; para ello es importante tomar en cuenta el lugar, los materiales y el manejo técnico que se emplee en todo el proceso desde la siembra hasta el prendimiento del injerto; las bolsas deben ser de color negro perforados en el último tercio para mantener la temperatura en el substrato; en el caso de producción de patrones, estos deben ser

tomados de materiales vegetales sanos y aclimatados al lugar donde se encuentre para facilitar la germinación de las semillas; el tratamiento de semillas debe ser eficaz, al momento de retirar la membrana apergaminada que las recubre para que el embrión pueda echar la radícula; los patrones al tener una altura de quince a veinte centímetros con un diámetro de diez a quince milímetros, están listas para ser injertadas, esto ocurre alrededor del tercero o cuarto mes después de siembra, llevando un manejo agronómico eficaz tanto en el fertiriego y manejo de plagas y enfermedades, las plantas estarán listas para trasplantar en campo de tres a cinco meses a partir de la fecha de injertación (Tropical, 2011).

2.4 Crecimiento y desarrollo

2.4.1 Crecimiento

La etapa vegetativa comprende desde la siembra hasta antes de la floración y se caracteriza principalmente por fortalecer su sistema radicular y emitir follaje lo suficientemente acapable para empezar su etapa de floración; en esta etapa cabe destacar las fitohormonas como las auxinas que actúan en las raíces, las citocininas en la producción de nuevos brotes y yemas y las giberelinas en el crecimiento y elongación del tallo. Esto es influyente además en la relación N/K, ya que los azúcares que no fueron consumidos en la respiración, son utilizados para el crecimiento de la planta de aguacate, elaborando proteínas y aminoácidos para obtener células nuevas y así distribuirlas en toda la planta para generar nuevas hojas, yemas y lignificaciones en el tallo, por otro lado cuando el potasio acumule más azúcares reduce el crecimiento vegetativo de la planta, dando lugar a la etapa generativa; la relación N/K en etapa vegetativa debe ser mayor a 2.40 y en la etapa generativa menor a 1.80. (Mongomery Taboada & Castro Cuba, 2017)

2.4.2 Desarrollo

En el desarrollo se destaca la etapa vegetativa, que comprende los procesos reproductivos de floración, su autopolinización y progresivamente la maduración de sus frutos; el crecimiento vegetativo se detiene por las razones de N/K antes mencionadas, además de presentar entrenudos cortos y hojas pequeñas; la relación $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$, también influye en esta etapa, ya que si es alta, los procesos fisiológicos de la planta cambian por alta asimilación del ión NH_4^+ y por ello son rápidamente asimilados en los procesos fotosintéticos para no intoxicar a la planta y en la fabricación de proteínas y aminoácidos; factores como humedad relativa baja, temperatura alta, radiación intensa también intervienen en la activación de la etapa generativa. (Mongomery Taboada & Castro Cuba, 2017)

2.5 Estimulantes en la propagación

2.5.1 Promotores hormonales

2.5.1.1 Auxinas

Son fitohormonas que actúan como reguladores de crecimiento en la fisiología de la planta, donde su principal característica es la elongación de las células en el ápice de las plantas, especialmente en su meristema, buscando la luz para seguir sintetizándose y así poder desplazarse hacia otras zonas específicas en el interior de la planta (principalmente en la base) en manera de gradiente de concentración por los parénquimas del tallo donde se encuentran rodeados por los haces vasculares (Cervantes Álava & Masache Espinoza, 2015).

La presencia de Auxinas en el interior de la planta contribuye a la formación de raíces adventicias en ella, y al proveer dosis de ácido indolbutírico (AIB), puede incrementar la

concentración interna de la hormona, reforzar su efecto y mejorar la calidad de las raíces (Alvez de Oliveira, Koller, & Villegas Monter, 1999).

2.5.1.2 Citocininas

Son fitohormonas reguladoras del crecimiento, cuyo efecto es estimular la división celular, morfogénesis, expansión de hojas y aumento en la eficiencia fotosintética durante las condiciones de estrés que se presenten en el ambiente; un mayor crecimiento radical en la planta representa una fácil adaptación en el campo, habilidad para combatir y resistir enfermedades y en otros factores físicos o mecánicos asegurando la sobrevivencia de la planta (Mendoza Miranda , 2014).

2.5.2 Inhibidores

Existen varios inhibidores para impedir la germinación y normal desarrollo de la raíz en el aguacate, uno de ellos es su propia testa, ya que contiene componentes bioquímicos y barreras mecánicas como el tamaño de los cotiledones, que hace difícil que la radícula rompa esta cascarilla y pueda emitir raíces; como método técnico se ha optado por desprender esta testa, y realizar una desinfección en la semilla previa a la siembra, la semilla debe ser sumergida por un tiempo de diez minutos en una mezcla fúngica con Benlate (Benomilo 50%) y Captan (Carboxamida 50%) a razón de 1 g.L⁻¹ y 2 g.L⁻¹ respectivamente. (Campos Rojas, Ayala Arreola, Agustín, & De la Cruz Espindola Barquera, 2012)

Otros inhibidores que afectan al crecimiento de la planta son: Cycocel, Paclobutrazol, Prohexadione, Trinexipac, afectando la síntesis en las giberelinas, estos inhibidores son comúnmente usados en la formación de tubérculos para obtener un mejor desarrollo en estado vegetativo que en el generativo. (Díaz Montenegro, 2017)

2.5.3 Otros

2.5.3.1 Algas marinas

Estudios realizados en la Universidad Autónoma de Baja California del Sur, demuestran que los extractos de algas marinas son ricos en citocininas y auxinas, fitoreguladores involucrados en el crecimiento y en la movilización de nutrientes en los órganos vegetativos de las plantas; además de mejorar la calidad del suelo puesto que en la misma investigación, obtuvieron resultados tales como ajuste de pH, formación de poros, aumento de limo y arena, disminución de arcillas y carbohidratos; esto se debe a que las enzimas que las algas contienen activan en el suelo reacciones de hidrólisis, enzimáticas catalíticas reversibles, mejorando la capacidad de enraizamiento de la planta. Estas algas contienen minerales como Ca, K, Mg, Mn, Zn, B, Cu, Fe, N, S, entre otros beneficios como enraizamiento de estacas de rendimiento, establecimiento de plántulas, germinación de semilla mejorada y una mayor resistencia a enfermedades y plagas (Ruiz Espinoza, y otros, 2016).

Aquellos productos que son fabricados a base de algas marinas tienen efectos tales como: adelanto de la germinación de semillas, retrasan la senescencia, reducen la infestación por nemátodos, incrementan la resistencia a enfermedades fúngicas y bacterianas. En esta misma investigación, aplicando productos a base de algas marinas en el cultivo de albahaca, obtuvieron mayor longitud en la raíz para la absorción de nutrientes (Ruiz Espinoza, y otros, 2016), y en otra investigación donde se aplicaron estas mismas algas pero en el cultivo de tomate, observaron un aumento en la radícula de las plantas y en la longitud del tallo, obteniéndose raíces más grandes y vigorosas con respecto a los demás tratamientos.

Algas del tipo *Ascophyllum nodosum*, *Durvillaea spp.*, *Ecklonia maxima*, *Laminaria spp.* y *Sargassum spp.*, algas rojas: *Kappaphycus alvarezii* y algas verdes: *Ulva lactuca*, tienen efectos catalíticos reversibles a la misma temperatura del organismo vivo, dando como resultado la estimulación a al sistema radical a emitir nuevas raíces por la presencia de reguladores de crecimiento naturales presentes en estas algas; además de ser agentes quelatantes como ácidos algínicos, fúlvicos y manitol, así como vitaminas y otros compuestos que sirven para controlar plagas y enfermedades.

2.6 Estimulantes de mercado

2.6.1 Duoplus

Es un nuevo producto comercializado por “Microtech Biológicos” cuya composición se basa en un complejo de microorganismos benéficos aislados de suelos agrícolas en Ecuador, capaces de colonizar el sistema radical de la planta y mejorar la absorción de nutrientes; los hongos *Paecilomyces lilacinus* y *Arthrobotrys sp.* Tienen su efecto, parasitando huevos, juveniles y adultos de nematodos, produciendo enzimas líticas que causan deformaciones, destrucción de ovarios y reducción en la eclosión, y como consecuencia la reducción de la población de este parásito; el segundo microorganismo (*Arthrobotrys sp.*), aparte de los beneficios antes mencionados, tiene como efecto, formar estructuras en la pared externa del nematodo, para alimentarse del mismo, hasta su muerte. Este producto es mezclado con un activador para los microorganismos, compuestos por ácidos húmicos que estimulan el sistema radicular y liberan gradualmente nutrientes como el nitrógeno, fósforo y potasio, esta nutrición favorece tanto para los microorganismos, como para la planta.

2.6.2 Agrostemin

Es un producto nuevo, comercializado por “Acadian Seaplants”, cuya composición se basa principalmente por el alga marina llamada “*Ascophyllum nodosum*” y complementada con macro y micronutrientes, carbohidratos y hormonas enraizantes como auxinas, giberelinas y citocininas; su principal objetivo es el de enraizar plántulas, estimulando su germinación y brotación, ya sea en semilleros como en cultivos.

2.6.3 Raizyner

Es un nuevo producto, comercializado por “BIOMECSA”, catalogado como fertilizante, estimulante enraizador, por su aporte exógeno de fitohormonas (Auxinas-Algas Marinas), ácido fúlvico, activadores metabólicos, elementos nutritivos (N, P, K, Mg, S, B) y vitaminas que ayudan a promover la formación de primordios radicales, multiplica la masa radicular de anclaje y absorción nutricional.

2.6.4 Forti-Gro 2-4-3

Es un nuevo producto, comercializado por “MILLER”, empleado como fertilizante para los cultivos, sin embargo, por ser derivado de extractos de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*) se lo puede emplear como un estimulante para la formación de raíces en plántulas.

2.7 Calidad de plantas

Principalmente el organismo que se encarga de la calidad tanto pecuaria como agrónoma, se llama Agrocalidad, el cual argumenta en su artículo “*Guía de buenas prácticas agrícolas para aguacate*” el correcto manejo de las plantas de aguacate hasta su posterior consumo; en este artículo se detalla que los viveros destinados para la producción de plántulas de aguacate deben

tener las debidas certificaciones para poder producirlo y comercializarlo. Las plántulas de aguacate que salen de los viveros para luego ser trasplantados en campo deben cumplir con normas de calidad, tales como: fitosanidad, prendimiento al 100% del injerto en el patrón con la variedad comercializada, sistema radicular vigoroso, follaje verde y voluminoso; estos parámetros ratifican una buena producción a futuro para obtener así alimentos sanos y de alta calidad (Vizcaino Cabezas, Vaca , Arias, & Pilaquinga, 2015).

2.8 Calidad de la raíz

Se la puede determinar por la cantidad de biomasa que existe en el sistema radicular, es decir de la abundancia en raíces primarias y secundarias, la cual muestra una capacidad exploratoria eficiente en la búsqueda de agua y nutrientes dentro del suelo, y en consecuencia una planta sana y vigorosa; además es importante que la raíz sea saludable, en otras palabras que se encuentre libre de patógenos que perjudiquen su normal desarrollo, como por ejemplo hongos infecciosos capaces de implantarse en las células radicales, tomando hidratos de carbono y nutrientes que le corresponderían en un principio para la planta, con el fin de su propia reproducción, consecuentemente provocará la pudrición de todo el sistema radicular hasta llegar a infectar así a toda la planta; otro patógeno perjudicial en la calidad de la raíz vienen a ser organismos como los nematodos, criaturas microscópicas presentes en el suelo que actúan implantándose dentro de las raíces y absorbiendo agua y nutrientes que primeramente eran destinados hacia la planta, haciendo de estos sitios nódulos que limitan el crecimiento del sistema radicular e impidiendo su normal desarrollo (Orozco Gutierrez, y otros, 2010).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Lugar de la investigación

3.1.1 Ubicación política

En la Figura 2, se detalla el área donde se realizó la presente investigación; la cual está ubicada en la Av. Interoceánica km 15 y Eloy Alfaro, cantón Quito, Pichincha.

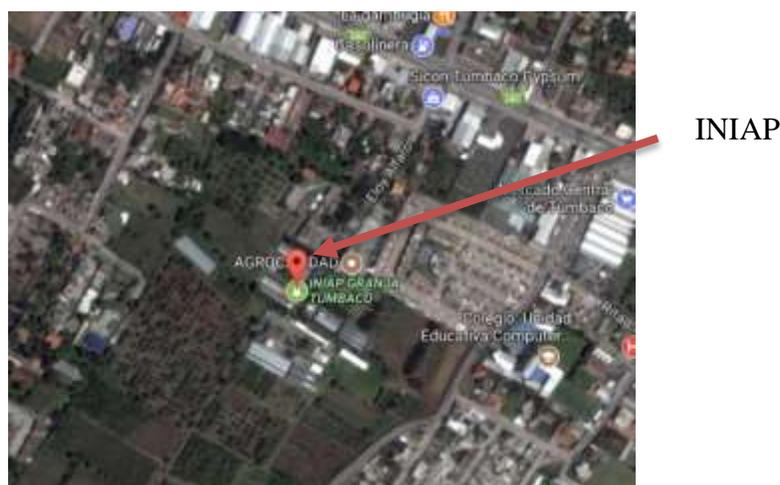


Figura 2. Ubicación del área de investigación
Fuente: (Google Maps, 2019)

3.1.2 Ubicación geográfica:

La investigación se llevó a cabo en los viveros de aguacate del INIAP, Sede Tumbaco, donde la ubicación geográfica según (Camacho Bustos, León F., & Sabando, 1981), se detalla a continuación:

Provincia: Pichincha

Cantón: Quito

Parroquia: Tumbaco

Sitio: Granja Tumbaco- INIAP

Altitud: 2348

Latitud: S 00° 13' 00''

Longitud: 78° 24' 00''

3.1.3 Ubicación de los sitios de trabajo

El área de trabajo para esta investigación se la llevó a cabo en el invernadero de siembra e injertación de Aguacate, representada en la Figura 3.



Figura 3. Invernaderos para la siembra e injertación de aguacate
Fuente: (Google Maps, 2019)

3.2 Materiales

3.2.1 Campo

Sustrato (tierra negra + pomina) en proporción 2:1, medidor de grados SPAD Minolta, tijera de podar, conductímetro de suelo, tanques de 200 litros, cinta de injertar, jarras plásticas, fundas plásticas, manguera de goteo, baldes plásticos de 10 litros, potenciómetro de suelo y agua, regla, metro y calibrador.

3.2.2 Vegetal

En este experimento se tomaron un total de cuatrocientas veinte plántulas de aguacate *Persea americana* Mill.

3.2.3 Laboratorio

Balanza, estufa y probetas.

3.3 Fertilizantes

Los fertilizantes que se utilizó durante el experimento fueron: Nitrato de amonio, Nitrato de Potasio, Nitrato de calcio, Manganeseo, Cobre, Quelato EDDHA hierro, Quelatos EDTA Zinc, Bórax, Ácido fosfórico.

3.4 Promotores radiculares

Los promotores radiculares que fueron utilizados durante la investigación son: Duoplus, Agrostemin, Raizyner y Forti-Gro.

3.5 Métodos

El presente estudio comprende dos fases, una en campo para medir las variables de contenido clorofílico (unidades SPAD), altura de la planta (cm), área foliar (cm²) y diámetro del tallo (mm), y otra en el laboratorio para medir la variable de peso fresco y seco (g) del tallo y la raíz en plántulas de aguacate.

3.5.1 FASE 1: Análisis del desarrollo de plántulas, en base a la aplicación de promotores radiculares y la interacción sobre el crecimiento del tallo en plantas de aguacate cultivar Nacional en fase de vivero.

3.5.1.1 Factores en estudio

Los factores estudiados fueron: el tiempo registrado a los 90(T1), 150 (T2) y 200 (T3) días después de la siembra de aguacate, y los promotores radiculares como: Duoplus (P1), Agrostemin

(P2), Raizyner (P3), Forti-Gro (P5), y testigo (P5), es decir este último sin promotor radicular; esto se expone en las tablas Tabla 1 y Tabla 2 respectivamente.

Factor 1: Tiempo

Tabla 1

Simbología del tiempo (T)

N°	Símbolo	Descripción
1	T1	90 días
2	T2	150 días
3	T3	200 días

Factor 2: Promotores radiculares (P)

Tabla 2

Simbología de los promotores radiculares (P)

N°	Símbolo	Descripción
1	P1	Duoplus 2L. ha ⁻¹
2	P2	Agrostemin 1g. L ⁻¹
3	P3	Raizyner 1kg. 200L ⁻¹
4	P4	Forti-Gro 6g. L ⁻¹
5	P5	Testigo

3.5.1.2 Unidad experimental

Se trabajó con 12 plántulas de aguacate como unidad experimental, sembradas en bolsas plásticas de 9 x 14", incluyendo 2 kg de sustrato por cada una de ellas y ubicadas en el vivero de propagación de frutales del INIAP- Granja Experimental Tumbaco.

3.5.1.3 Tratamientos

El estudio presentó quince tratamientos obtenidos de la interacción entre el tiempo x promotor radicular detallados en la Tabla 3.

Tabla 3

Tratamientos aplicados en las plántulas de aguacate cultivar nacional en tres tiempos

T1=(T1P1)	T6=(T2P1)	T11=(T3P1)
T2=(T1P2)	T7=(T2P2)	T12=(T3P2)
T3=(T1P3)	T8=(T2P3)	T13=(T3P3)
T4=(T1P4)	T9=(T2P4)	T14=(T3P4)
T5=(T1P5)	T10=(T2P5)	T15=(T3P5)

3.5.1.4 Diseño experimental

Se utilizó un diseño bifactorial de bloques completos al azar (DBCA) con siete repeticiones.

Cada repetición estuvo constituida por 12 plantas por tratamiento (Tabla 4).

Tabla 4

Análisis de la varianza para evaluar el efecto de los promotores radiculares sobre el crecimiento y desarrollo de las plántulas de Persea Americana Mill. cultivar nacional en fase de vivero.

F de V	g.L
Bloques	6
Tiempo	2
Promotor	4
Tiempo x Promotor	8
Error	84
Total	104

F de V= Fuentes de variación

g.L= Grados de libertad

3.5.1.5 Coeficiente de variación

Para determinar el coeficiente de variación se utilizó la formula siguiente:

$$CV = \frac{\sqrt{CME}}{X} \times 100$$

3.5.1.6 Croquis experimental

Como se mencionó anteriormente, el proyectó fue instalado en el vivero situado en las instalaciones del INIAP en la Granja Experimental Tumbaco, el cual se ubicó de la siguiente manera (Figura 4).

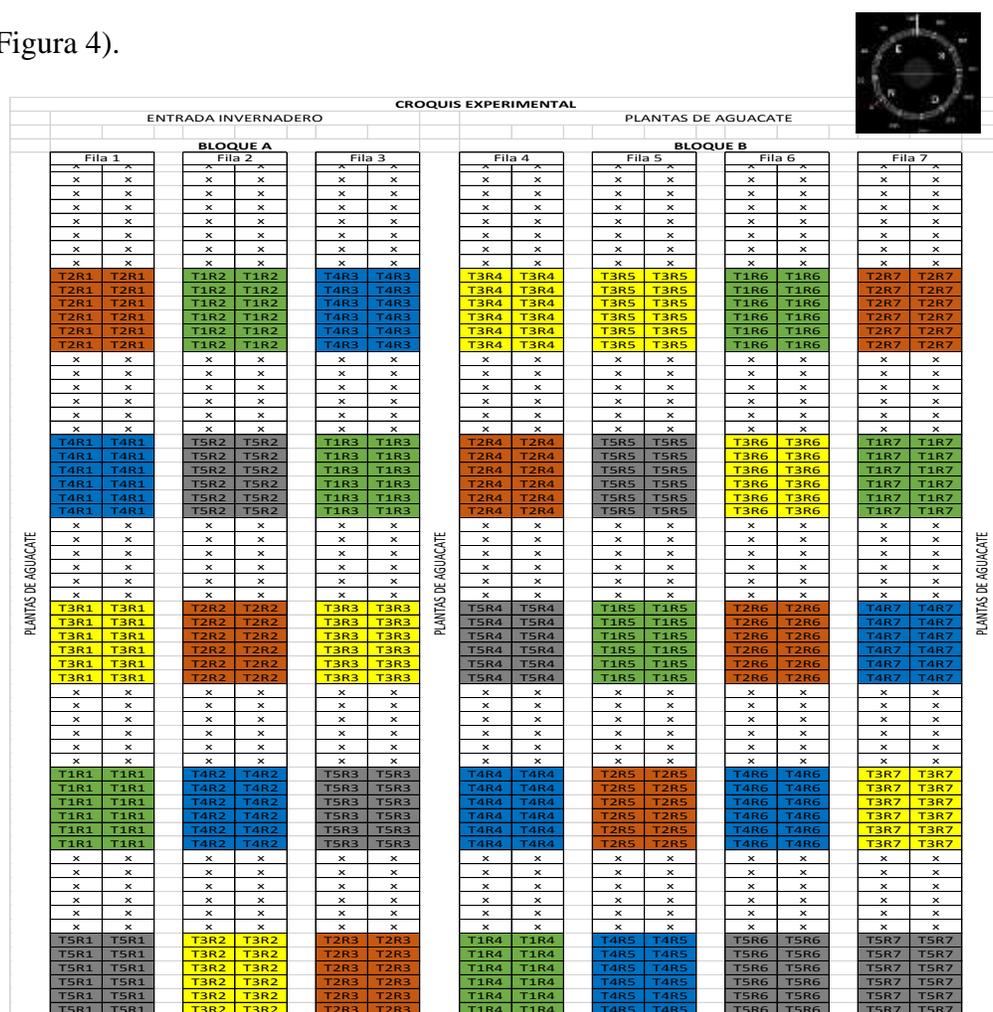


Figura 4. Croquis del diseño experimental en los invernaderos de la granja experimental INIAP-Tumbaco

3.5.1.7 Análisis estadístico

Se procedió a realizar un análisis estadístico conocido como ANOVA, es decir análisis de la varianza, para establecer si existen rangos de significación entre los promotores radiculares planteados (tratamientos) y el testigo (sin la aplicación de promotores), además de una prueba de comparación de medias para determinar el mejor producto enraizador. Se utilizó la Prueba de Tukey al 5% para establecer diferencias estadísticas. Se empleó el programa INFOSTAT para el análisis de datos en campo y laboratorio.

3.5.1.8 Variables y métodos de evaluación

Las variables como el diámetro del tallo (mm), altura de la planta (cm), área foliar (cm²) y contenido clorofílico (unidades SPAD) fueron registrados a los 90, 150 y 200 días después de la siembra; este procedimiento fue seguido por (Viera W. , Sotomayor, Viteri, Ushiña, & Cho, 2017), y por lo cual se detallará en los siguientes puntos.

3.5.1.8.1 Diámetro del tallo (mm):

Esta variable se la evaluó con un calibrador digital o pie de rey, medidos desde la base del tallo, hasta los primeros 10 cm hacia arriba de la planta (Gallardo Pazmiño, 2008), esta distancia se la considera importante, puesto que es el espaciamiento idóneo en el cual se realiza la injertación, debido a que principalmente el tallo debe tener un diámetro mínimo de un centímetro para que la púa del injerto se pueda adherir al patrón y facilite el cambium de la vareta en el porta injerto, y así de esta manera obtener una buena eficiencia en el prendimiento de este material vegetal, cuyo resultado final sea una planta ya enraizada con la variedad comercial que se necesite; esto se ilustra en la Figura 5 (León, 1999).



Figura 5. Toma de datos del diámetro del tallo en mm

3.5.1.8.2 Altura de planta (cm):

Se la midió con una cinta métrica pegada a un palo y fue medida desde la base del tallo hasta el meristema apical de la planta, ya que, en el periodo de 4 a 6 meses, la plántula de aguacate llega a un estado óptimo para poder ser injertada por las razones anteriormente mencionadas con respecto al diámetro; la toma de datos de esta variable se detalla en la Figura 6. (Gualpa, 2016)



Figura 6. Toma de datos de la altura en cm

3.5.1.8.3 Área foliar (cm²):

Para esto se utilizó el medidor Láser Portátil de Área Foliar LI-3000 C seleccionando la tercera o cuarta hoja empezando desde el ápice, en esta hoja se tomó el dato durante todo el

proyecto, la cual fue identificada con una cinta de color tomate, y pegada en el pedúnculo de la misma. La selección de esta hoja representa una singularidad, ya que en la planta de aguacate se ha determinado que las hojas verdaderas aparecen a la tercera o cuarta hoja, y es indispensable para la fotosíntesis tener este tipo de hoja, además de que si presenta una mayor área foliar los procesos anteriormente mencionados, serán más efectivos; la toma de datos se detalla en la Figura 7. (Ushiña, Sotomayor, León, Viera, & Bae, 2017).



Figura 7. Toma de datos del área foliar en cm^2

3.5.1.8.4 Contenido clorofílico (unidades SPAD):

Se utilizó el medidor de clorofila, Minolta SPAD 502 plus modelo estándar, en la misma hoja mencionada anteriormente para tomar la variable del área foliar, ya que en esta hoja verdadera se puede medir la capacidad fotosintética que recibió la planta expresado en unidades SPAD; su uso comprende en el oprimir las pinzas del instrumento por al menos dos segundos y rápidamente la

maquina arrojará un resultado; esto se ilustra en Figura 8. (Ushiña, Sotomayor, León, Viera, & Bae, 2017).



Figura 8. Toma de datos del contenido clorofílico unidades SPAD

3.5.2 FASE 2: Determinación del efecto de la calidad de la raíz, por la aplicación de promotores radiculares (Agrostemin, Duoplus, Raizyner, Forti-Gro) a los 200 días después de siembra en aguacate cultivar ‘Nacional’ en fase de vivero.

3.5.2.1 Factor en estudio

El factor en estudio fue el uso de promotores radiculares a los doscientos días después de siembra, para observar el efecto que tuvieron estos productos, en su raíz y la parte aérea de la planta (tallos y hojas), a través de su peso fresco y seco; tales promotores son los mismos propuestos en la fase uno del experimento en campo los cuales se detallan en la Tabla 2 y consecuentemente sus tratamientos en la Tabla 3.

3.5.2.2 Submuestreo

En base a la fase uno, se realizó una submuestra del experimento para determinar el peso fresco y seco de la raíz y la parte aérea de la planta, es decir, el tallo y sus hojas, para ello se

constituyó de tres plántulas de aguacate por tratamiento, seleccionadas aleatoriamente, en los bloques mencionados anteriormente.

3.5.2.3 Tratamientos

El estudio evaluó cuatro promotores radiculares más un testigo (sin promotor radicular), teniendo en cuenta que se registraron únicamente a los 200 días después de siembra; estos se hallan descritos en la Tabla 3.

3.5.2.4 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), cuyas repeticiones estuvieron constituidas de tres plantas por tratamiento, para ello se realizó un análisis de la varianza detallada en la Tabla 5.

Tabla 5

Análisis de la varianza para evaluar el efecto de los promotores radiculares sobre la calidad de la raíz en plántulas de Persea Americana Mill cultivar nacional en fase de vivero.

F de V	g.L
Bloques	2
Tratamiento	(4)
Error experimental	8
Error de muestreo	30
Total	44

F de V= Fuentes de variación
g.L= Grados de libertad

3.5.2.5 Croquis experimental

El croquis experimental para este experimento se detalla en la Figura 9.

3.5.2.6.1 Peso fresco de la raíz y el tallo (g):

El peso fresco y seco de la raíz y el tallo, se registró al final del experimento (200 días después de siembra), utilizando tres plantas por tratamiento, procedentes de la fase uno; la manera en cómo fueron tomados los datos se detalla en Figura 10 (Gallardo Pazmiño, 2008).



Figura 10. Selección de plántulas de aguacate para tomar el peso fresco y seco de la raíz y el tallo

Una vez seleccionadas las plantas con las características antes mencionadas, se procedió a retirar el plástico de las plántulas y cuidadosamente se separó todo el sustrato que estaba contenida en las bolsas y las raíces que se albergaban distribuidas ahí; se tuvo especial cuidado de no romper las raíces durante este proceso, puesto que cada raíz representaba un peso importante durante la medición; posteriormente se las llevó al laboratorio para ser lavadas con agua y dejarlas secar por al menos dos horas, pasado ese tiempo se hizo un corte justo en la corona de la

raíz para separar el sistema radical y la parte del tallo y el follaje y más adelante tomar las medidas con el uso de una balanza digital (Gallardo Pazmiño, 2008).

Luego de haber realizado todas las mediciones, se procedió a dejar las muestras en fundas de papel cartón, en las cuales fueron identificadas correspondientemente como se muestra en la Figura 11; en las cuales se anotó el número de planta, la parte que se introdujo en la bolsa (Raíz o Tallo) y el nombre el promotor radicular (tratamiento); consecuentemente todas las fundas fueron colocadas en una estufa a 70°C por 72 horas para que posteriormente se pueda tomar la medida del peso seco de la raíz y la parte aérea de la planta (Viera W. , Sotomayor, Viteri, Ushiña, & Cho, 2017).



Figura 11. Etiqueta por tratamiento de la raíz y el tallo en plántulas de aguacate

3.5.2.6.2 Peso seco de la raíz y el tallo (g):

Una vez pasado el tiempo anteriormente mencionado se procedió a sacar las muestras y a registrar el peso seco de la raíz y la parte aérea de la planta (tallo y hojas) utilizando una balanza digital; ilustración en la Figura 12 (Viera W. , Sotomayor, Viteri, Ushiña, & Cho, 2017).



Figura 12. Peso seco de la raíz

3.6 Manejo del experimento

3.6.1 Preparación de la semilla

El proceso de preparación de la semilla, comenzó con la obtención de frutos de aguacate, principalmente del cultivar nacional en estado de madurez comercial; retirando toda la parte comestible y quedándose solo con la semilla; posteriormente esta semilla entró a un proceso de lavado con agua potable y se la dejó secar a 24 °C por 30 minutos; previamente se escogieron las semillas de mejor calidad, es decir que no estén golpeadas o afectadas con plagas u enfermedades y se separó la testa que recubre la semilla y se realizó un corte transversal en el ápice, para promover su germinación. Para la desinfección se realizó una inmersión en solución de Vitavax cuyos ingredientes activos son: Carboxin (20%) + Thiram (20%) y Cipermetrina (25%) por 5 minutos; la dosis empleada fue de 3 g.L⁻¹ y 0.5 cc. L⁻¹ respectivamente (Gualpa, 2016) e.

3.6.2 Preparación del sustrato

Para la elaboración del sustrato, se comenzó primero, por mezclar tierra negra más pomina en proporción 2:1; es decir 924 kg de tierra negra y 462 kg de pomina, por consiguiente se llenaron bolsas de 9x 14" con este material conteniendo finalmente 2,2kg de esta mezcla en cada funda, las bolsas tenían orificios para facilitar el drenaje del agua; esta mezcla se la hizo debido a que la

planta de aguacate, por tener una raíz corta y débil, necesita de buena porosidad para poder germinar y echar raíces en toda la funda y de esta manera evitar los encharcamientos (Gualpa, 2016).

3.6.3 Desinfección del sustrato

Para la desinfección del sustrato, se preparó una solución con Ridomil, cuyos ingredientes activos son Metalaxyl (4%) + Mancozeb (64%) a una dosis de $2,5 \text{ g.L}^{-1}$, en mezcla con Hymezaxol (36%) a 2 cc.L^{-1} ; Se aplicó 1 litro de la solución por funda, con la finalidad de evitar enfermedades tales como *Phytophthora cinnamomi*, y *Rosellinia necatrix* causantes de la pudrición radicular en aguacate (Gualpa, 2016)

3.6.4 Siembra

Las semillas previamente desinfectadas se las sembró tomando como referencia la radícula, esta se la ubicó hacia abajo conjuntamente con el sustrato y fue enterrada los $\frac{3}{4}$ de la semilla para que el ápice pueda emitir sus primeros brotes; el ápice debe estar en la parte aérea del sustrato a 90 grados con respecto a la vertical; además se etiquetó a todos los promotores radiculares (tratamientos) y el testigo en las doce plántulas de aguacate cultivar nacional, para tomar las variables de respuesta mencionadas con anterioridad; se realizó un croquis experimental donde se puede apreciar la distribución de siembra detallado en la Figura 13 (Arias, 2017).

3.6.5 Aplicación de los productos

Se aplicó la dosis comercial de todos los promotores radiculares cada 15 días, a partir de los 30 días posteriores a la siembra hasta el final del experimento.



Figura 13. Siembra de semillas de aguacate en vivero

3.6.6 Manejo agronómico del experimento

La fertirrigación se formó principalmente por dos partes, la primera administrando solo agua con ácido mediante el sistema de goteo, con una duración de siete minutos en las mañanas durante tres días por semana, teniendo en cuenta la mantención del sustrato a capacidad de campo para evitar así encharcamientos y consecutivamente enfermedades; la segunda parte dando la fertilización cada diez días mediante la fórmula propuesta por Hoagland y Arnon (1938) compuesta de 160 Ca⁺⁺, 48 Mg⁺⁺, 234 K⁺, 14NH₄⁺, 196 NO₃⁻, 64 SO₄, 0.6 Fe, 0.5Mn, 0.02 Cu, 0.05 Zn, 0.5 B y 0.01 Mo. (Arnon, 1938)

3.6.7 Controles fitosanitarios

Las fumigaciones se realizaron cada mes, manejando una rotación de productos, especialmente de ingredientes activos, utilizando Abamectina (1 cc.L⁻¹), Cipermetrina (1,5 cc. - L⁻¹), Thiocyclam y Buprofezin a dosis de 2 g.L⁻¹, Imidacloprid a dosis de 1 cc. L⁻¹ y Tiametoxam a dosis de 1,5 g.L⁻¹; Esto con el fin de proteger a las plantas de ataques de insectos y enfermedades (Gualpa, 2016).

3.6.8 Control de malezas

Se realizó cada 15 días de forma manual para evitar la incidencia de plagas y enfermedades, además del normal desarrollo de las plántulas conforme los productos sean aplicados en ella; procedimiento seguido por (Bustos, 1981).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 FASE 1: Variables agronómicas de respuesta en campo

4.1.1 Análisis del desarrollo de plántulas, en base a la aplicación de promotores radiculares y la interacción sobre el crecimiento del tallo en plantas de aguacate cultivar 'Nacional' en fase de vivero.

Se encontraron diferencias significativas en el factor promotor radicular sobre la altura de la planta ($F=5,89$; $p=0,0003$), contenido clorofílico ($F=14,88$; $p<0,0001$), y área foliar ($F=2,77$; $p=0,0326$), al contrario que del diámetro del tallo ($F=1,50$; $p=0,2082$) que no se presentó diferencias, mientras que para el factor tiempo, la altura de la planta ($F=47,86$; $p<0,0001$), diámetro del tallo ($F=83,77$; $p<0,0001$), contenido clorofílico ($F=71,76$; $p<0,0001$) y área foliar ($F=4,68$; $p=0,0119$) del mismo modo fueron significativas.

Además, para la interacción doble promotor x tiempo se encontraron diferencias significativas sobre la variable contenido clorofílico ($F=2,77$; $p=0,0091$), mientras que en el resto de variables no se encontraron diferencias significativas.

En la Tabla 6 se encuentra la prueba de comparación de medias realizado con Tukey con una confiabilidad del 5% de las variables altura de la planta (cm), diámetro del tallo (mm), contenido clorofílico expresado en unidades SPAD y Área Foliar (cm²). Mediante la aplicación del tratamiento 13, la planta de aguacate *Persea americana* obtuvo el mayor crecimiento y desarrollo, siendo este valor de 41,34 cm en su altura, así como el contenido clorofílico el cual fue de 56,35 unidades SPAD y área foliar de 79,43 cm²; mientras que para el diámetro del tallo se obtuvo 6,96 mm aplicando el tratamiento 11.

Tabla 6

Tabla de varianza (ANOVA) del efecto de cuatro promotores radiculares y un testigo a los 90, 150 y 200 días después de siembra sobre la altura de la planta (cm), diámetro del tallo (mm), contenido clorofílico (unidades SPAD) y área foliar (cm²).

Fuente	Altura de la planta (cm)	Diámetro del tallo (mm)	Contenido clorofílico(SPAD)	Área foliar (cm²)
Promotor (P)	*	NS	*	*
Tiempo (T)	*	*	*	*
TxP	NS	NS	*	NS
Tratamientos				
T1=T1P1	29,22±0,73 a	5,11±0,54 a	40,82±0,64 a	67,20±2,23 a
T2=T1P2	29,28±0,78 a	4,44±0,13 a	39,84±0,68 a	68,18±2,16 a
T3=T1P3	30,67±0,85 a	4,66±0,15 a	42,62±0,80 a	73,03±2,54 a
T4=T1P4	30,53±0,79 a	4,53±0,12 a	39,98±0,55 a	70,05±2,27 a
T5=T1P5	28,56±0,86 a	4,29±0,13 a	41,33±0,80 a	71,12±2,61 a
T6=T2P1	33,59±0,87 b	6,02±0,11 b	48,18±0,86 b	72,58±2,00 a
T7=T2P2	33,20±0,83 b	6,04±0,12 b	45,51±0,78 b	68,45±2,14 a
T8=T2P3	36,52±1,13 b	6,17±0,12 b	52,16±1,03 c	73,04±2,50 a
T9=T2P4	35,26±0,91 b	6,11±0,12 b	48,84±0,90 b	70,53±2,20 a
T10=T2P5	32,57±0,96 b	5,80±0,11 b	47,64±1,08 b	71,17±2,52 a
T11=T3P1	37,39±0,99 b	6,96±0,13 b	46,56±0,71 b	72,71±2,24 a
T12=T3P2	36,23±0,86 b	6,79±0,14 b	45,25±0,83 b	70,62±2,34 a
T13=T3P3	41,34±1,26 c	6,87±0,12 b	56,35±1,08 d	79,43±2,91 b
T14=T3P4	39,10±1,09 c	6,74±0,13 b	49,15±0,73 b	75,60±2,08 a
T15=T3P5	33,63±0,93 b	6,46±0,15 b	46,00±0,80 b	73,01±2,74 a

* Valores en la columna seguidas por la misma letra, son significativamente diferentes ($P \leq 0,05$); prueba Tukey (5%). T1P1: Promotor radicular Duoplus a los 90 dds, T1P2: Promotor radicular Agrostemin a los 90 dds, T1P3: Promotor radicular Raizyner a los 90 dds, T1P4: Promotor radicular Forti-Gro a los 90 dds, T1P5: Testigo (sin promotor radicular) a los 90 dds, T2P1: Promotor radicular Duoplus a los 150 dds, T2P2: Promotor radicular Agrostemin a los 150 dds, T2P3: Promotor radicular Raizyner a los 150 dds, T2P4: Promotor radicular Forti-Gro a los 150 dds, T2P5: Testigo (sin promotor radicular) a los 150 días dds, T3P1: Promotor radicular Duoplus a los 200 días dds, T3P2: Promotor radicular Agrostemin a los 200 días dds, T3P3: Promotor radicular Raizyner a los 200 días dds, T3P4: Promotor radicular Forti-Gro a los 200 días dds, T3P5: Testigo (sin promotor radicular) a los 200 días dds.

El menor valor que se observó para la variable altura de planta fue de 28,56 cm y diámetro del tallo de 4,29 mm correspondiente al tratamiento 5; entre tanto se observaron también valores mínimos en el contenido clorofílico con 39,84 unidades SPAD utilizando el tratamiento 2 y área foliar de 67,20 cm², aplicando el tratamiento 1.

Los promotores radiculares son compuestos orgánicos que están constituidos por hormonas o microorganismos benéficos que ayudan al crecimiento y desarrollo de la biomasa radicular en diversas especies de plantas, dando como resultado mayor absorción de nutrientes y mejorando la calidad en la fase de propagación, principalmente en especies frutales; un parámetro de calidad observable por el propagador es la altura de la planta, ya que a un crecimiento acelerado del mismo, se lo puede comercializar en un menor tiempo y los costos de establecimiento disminuyen (Agustí, 2010).

4.1.1.1 Altura de la planta

Se presentó la mayor altura de planta (41,34 cm, Figura 15) con la aplicación del tratamiento 13 y el menor con el tratamiento 15 (28,56 cm, Figura 14); A pesar de estos resultados, el autor (Alvarado Arias, 2017), quien usó *Trichoderma* sp. para ser inoculada en aguacate verde hasta los 117 días dds, obtuvo mayores resultados en la altura de planta, siendo este valor de 51,15 cm en ella, lo que supone una mayor absorción de nutrientes hacia la planta por parte de estos microorganismos benéficos; Otros autores como (Rivera Espinosa, Martín Cardenas, Calderón Puig, & Torrez Hernández, 2011), obtuvieron buenos resultados al aplicar hongos micorrízicos arbusculares en el crecimiento de plántulas de aguacate hasta los 200 días dds, siendo esta altura de 62.6 cm.

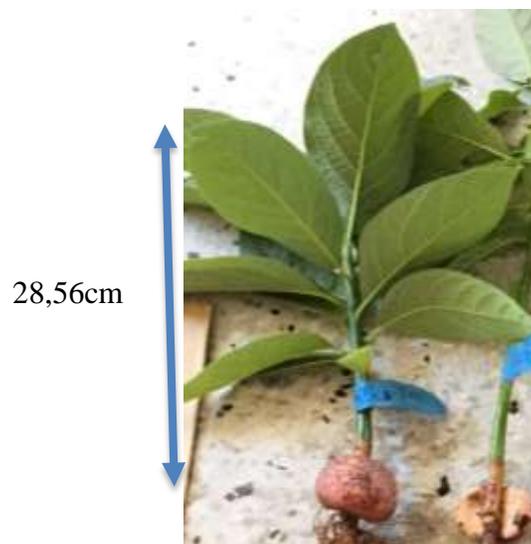


Figura 14. T5=(T1P5)
Testigo a los 90 dds.

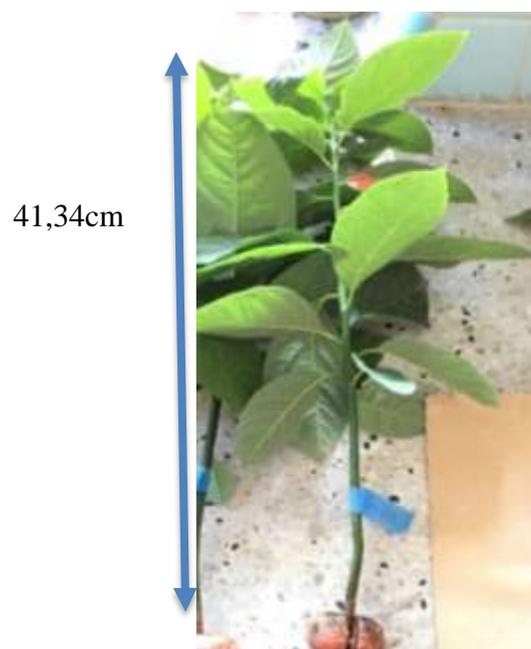


Figura 15. T13=(T3P3)
Raizyner a los 200 dds.

4.1.1.2 Diámetro del tallo

El mayor diámetro del tallo registrado fue de 6.96mm, (Figura 16) con el uso del tratamiento 11 y el menor valor con el tratamiento 5 (4,29mm, Figura 17); el tratamiento 11 fue destacado ya que obtuvo un mayor grosor en comparación con los demás tratamientos; sin embargo otros resultados en base a la inoculación de *Trichoderma sp.* y *Glomus iranicum var tenuihypharum* en plántulas de aguacate realizados por los autores (Sotomayor , González, Viera, Jackson, & Jin Cho, 2017) dio valores de 6,41 a 6,35 mm en el tallo, lo que hace notar que el uso de los hongos *Paecilomyces lilacinus* y *Arthrobotrys sp.* dio respuestas significativas que en el estudio realizado por los autores antes mencionados ; en cambio en otro estudio aplicando bioestimulantes enzimáticos a base de algas marinas en caña de azúcar, el diámetro del tallo fue de 2.63 cm, el autor (Alvarado de León, 2015), expone que esto fue debido a la aplicación de Algamar Plus en distintas etapas de la caña de azúcar.

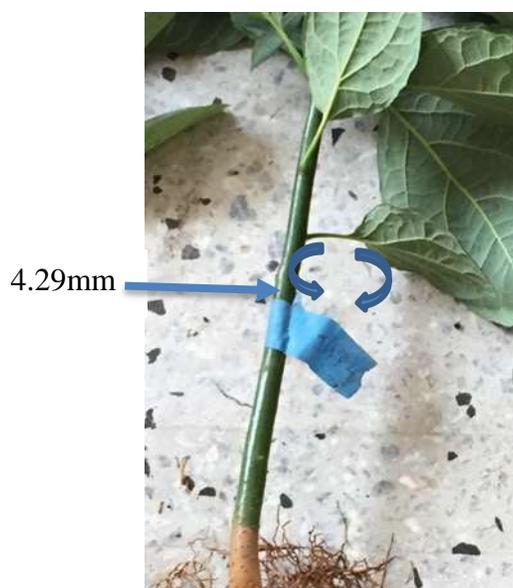


Figura 16. T11= (T3P1)
Duoplus a los 200 dds.

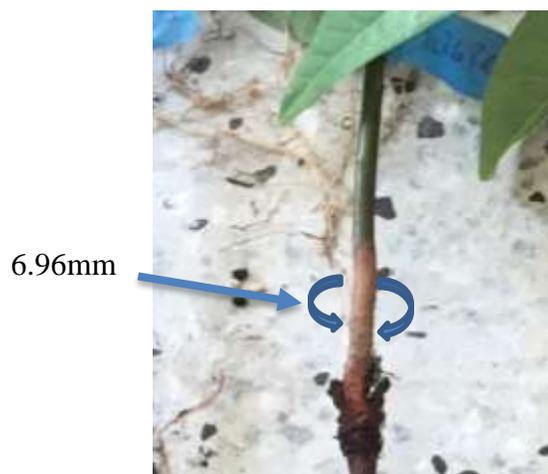


Figura 17. T5= (T1P5)
Testigo a los 90 dds.

4.1.1.3 Contenido clorofílico

En cuanto al contenido clorofílico, el mayor valor fue de 56,35 unidades SPAD (Figura 19) al aplicar el tratamiento 13 en comparación con el menor valor del cual se obtuvo con el tratamiento 2, siendo este de 39,84 SPAD (Figura 18), resultado que da un valor significativo en comparación con el tratamiento 2 de quien se obtuvo el menor valor (39,84 unidades SPAD), al contrario que (Rodríguez Mendoza, San Miguel Chávez, García Cué, & Benavidez Mendoza, 2013) quienes obtuvieron resultados similares entre los tratamientos y el testigo al inocular *Microbacterium sp.* en estas plantas, pero alcanzó valores altos al inocularlos con *Ochrobactrum anthropi*, dando así resultados de 45,16 y 62,50 unidades SPAD, respectivamente, en plantas de melón; por otro lado un experimento hecho en Tamaulipas-México, determinaron que se logró un mayor índice de clorofila con la inoculación de microbios del tipo Cell-Tech, Biofertubuap, micorriza INIFAP, obteniendo valores tales como: 37.2, 37, 36.8 unidades SPAD respectivamente, los autores (Díaz Franco, Magallanes Estala, Aguado Santacruz, & Hernández Mendoza, 2015) afirman que estos microorganismos ayudan a la asimilación de varios nutrientes especialmente de nitrógeno que en etapa vegetativa favorece el contenido clorofílico de la planta.



39,84
unidades
SPAD



Figura 18. T2=(T1P2)
Agrostemin a los 90 dds.



56,35
unidades
SPAD

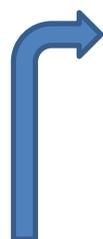


Figura 19. T13= (T3P3)
Raizyner a los 200 dds.

4.1.1.4 Área foliar

Se destacó el tratamiento 13 para la variable de respuesta área foliar (Figura 21), dando el mayor valor de 79,43 cm², al contrario que el tratamiento 1 de quien se obtuvo la menor área foliar, siendo este de 67,2 cm² (Figura 20); en consecuencia el autor (Murillo Ibarguen, 2018), explica que el uso de compuestos orgánicos fitohormonales, ayudan al proceso de rizogénesis en la planta, absorbiendo mayor cantidad de nutrientes especialmente de nitrógeno quien permite la

expansión de la hoja y a su vez mayor capacidad fotosintética, sus resultados al aplicar fitohormonas (giberelinas 0.2g. L^{-1}) en plantas de aguacate fueron de 482 cm^2 y un porcentaje de nitrógeno foliar de 2,82, sin embargo otros autores (Silva Garza, Gámez González, Zavala García, Cuevas Hernández, & Rojas Garcidueñas, 2001) utilizaron productos a base de algas marinas y ácido giberélico (Biozyme), en el cultivo de girasol en desarrollo, se obtuvieron resultados de 10180 cm^2 en cuanto al área foliar ya que al tratarse de un alargamiento de células por la fitohormona giberelinas esta respondió de tal forma en la planta que se expandió las hojas en las plantas.



Figura 20. T1=(T1P1) Duoplus a los 90 dds.

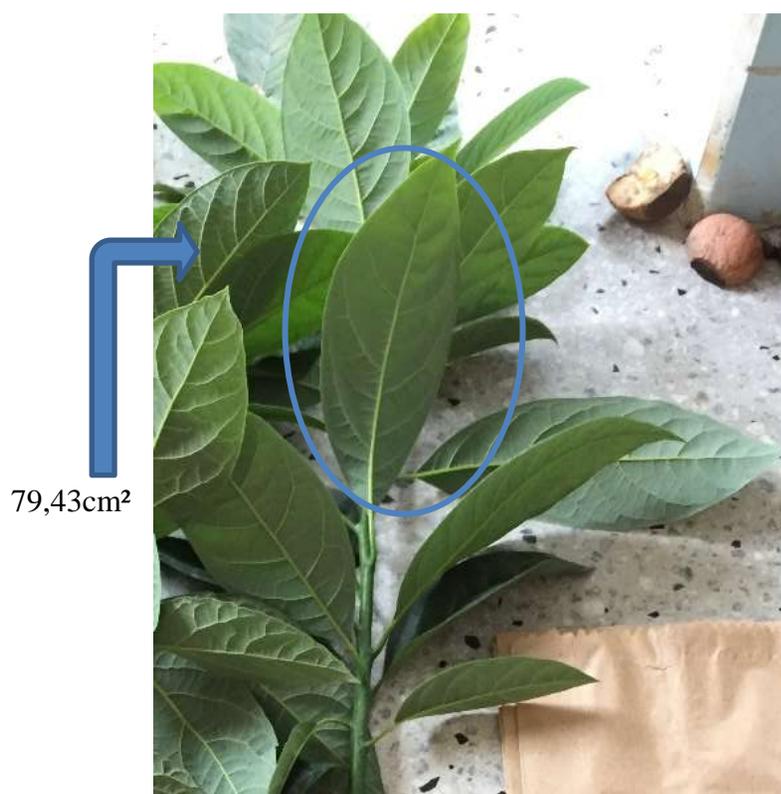


Figura 21. T13=(T3P3) Raizyner a los 200 dds.

4.2 FASE 2: Variable agronómica de respuesta en laboratorio

4.2.1 Determinación del efecto de la calidad de la raíz, por la aplicación de promotores radiculares (Agrostemin, Duoplus, Raizyner, Forti-Gro) a los 200 días después de siembra en aguacate cultivar 'Nacional' en fase de vivero.

Se encontraron diferencias significativas del factor promotor radicular sobre el peso fresco (F=4,49; p=0,0058) del tallo y la raíz (F=3,54; p=0,0175); mientras que para el tallo no hubo diferencias significativas del factor promotor radicular sobre el peso seco (F=1,62; p=0,1956) y peso seco de la raíz (F=0,09; p=0,9864); esto se puede observar en la

Tabla 7.

Tabla 7

Cuadro de análisis de la varianza para el peso fresco y seco (g) del tallo y la raíz sobre los tratamientos a los 200 días después de siembra.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Variable			Tratamiento		
Peso fresco tallo (g)	843,97	4	210,99	4,49	0,0058
Peso fresco Raíz (g)	741,84	4	185,46	3,54	0,0175
Peso seco tallo (g)	46,66	4	11,66	1,62	0,1956
Peso seco raíz (g)	2,05	4	0,51	0,09	0,9864

*F.V.: Fuentes de variación, SC: Suma de cuadrados, gl: Grados de libertad, CM: Cuadrado medios, F: Valor de F, p-valor: Valor de la probabilidad ($P \leq 0,05$), Tratamiento: T1: Promotor radicular Duoplus a los 200 dds, T2: Promotor radicular Agrostemin a los 200 dds, T3: Promotor radicular Raizyner a los 200 días dds, T4: Promotor radicular Forti-Gro a los 200 días dds, T5: Testigo (sin promotor radicular) a los 200 días dds.

Tabla 8

Tabla de varianza (ANOVA) del efecto de cuatro promotores radiculares y un testigo a los 200 días después de siembra sobre peso fresco (g) y seco (g) de la raíz y tallo.

Fuente	Peso fresco (g)	Peso seco (gr)	Peso fresco (g)	Peso seco (gr)
	Raíz	Raíz	Tallo	Tallo
Promotor(P)	*	NS	*	NS
Tratamientos				
T11=T3P1	27,99±3,19 ab	6,52±1,07	36,90±2,85 b	10,25±1,25
T12=T3P2	28,38±5,04 ab	6,46±1,10	27,21±2,77 a	11,27±0,94
T13=T3P3	35,91±2,12 b	6,89±1,23	36,66±3,80 b	11,93±1,68
T14=T3P4	23,79±2,97 a	6,33±0,76	35,16±3,62 ab	11,95±1,48
T15=T3P5	26,26±3,47 ab	6,29±0,67	27,77±1,83 ab	9,32±0,54

*Valores en la columna seguidas por la misma letra son significativamente diferentes ($P \leq 0,05$), prueba Tukey (5%). T3P1: Promotor radicular Duoplus a los 200 dds, T3P2: Promotor radicular Agrostemin a los 200 dds, T3P3: Promotor radicular Raizyner a los 200 días dds, T3P4: Promotor radicular Forti-Gro a los 200 días dds, T3P5: Testigo (sin promotor radicular) a los 200 días dds.

En la Tabla 8 se presenta la prueba de comparación de medias realizado con Tukey con una confiabilidad del 5% de las variables peso fresco (g) de la raíz y tallo (Figura 24), mientras que para el peso seco de la raíz y el tallo solo se obtuvieron las medias puesto que estas variables no presentaron diferencias estadísticas.

4.2.1.1 Peso fresco y seco de la raíz y el tallo

El tratamiento 13 mostró el mayor valor de peso fresco (35,91 g, Figura 22) en la raíz, al contrario del tratamiento 14 de quien se obtuvo el menor peso fresco que fue de 23,79 g (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**); mientras que para el peso seco se obtuvo 6,89 g; sin embargo, el mayor peso fresco en el tallo se alcanzó con el tratamiento 11 con 36,9 g y el menor con el tratamiento 14 en cuanto al peso seco con 11,95 g.

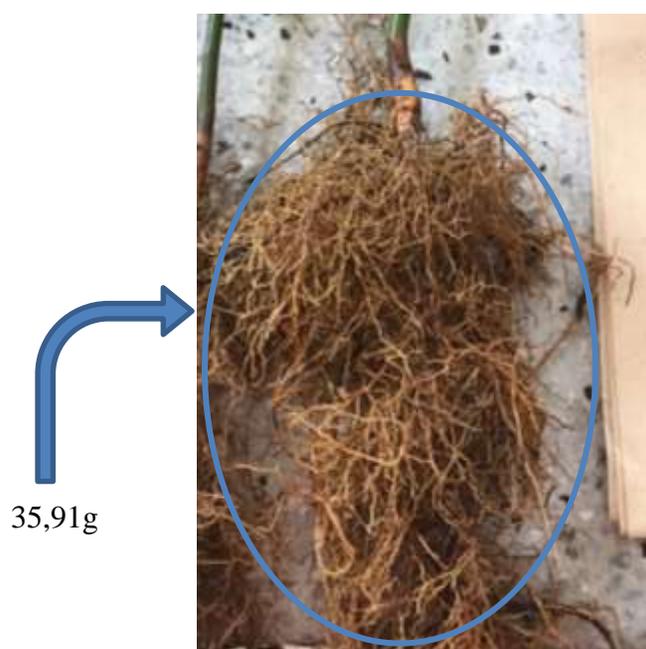


Figura 22. T13=(T3P3)

Raizyner a los 200 dds.

El menor peso seco que se registró en la raíz y el tallo fue con el tratamiento 15, ya que se obtuvo 6,29 g y 9,32 g respectivamente. Para la raíz se evidenció un 23,79 g de peso fresco con el tratamiento 14 y 27,21 g de peso fresco en el tallo con el tratamiento 12 (Figura 24).

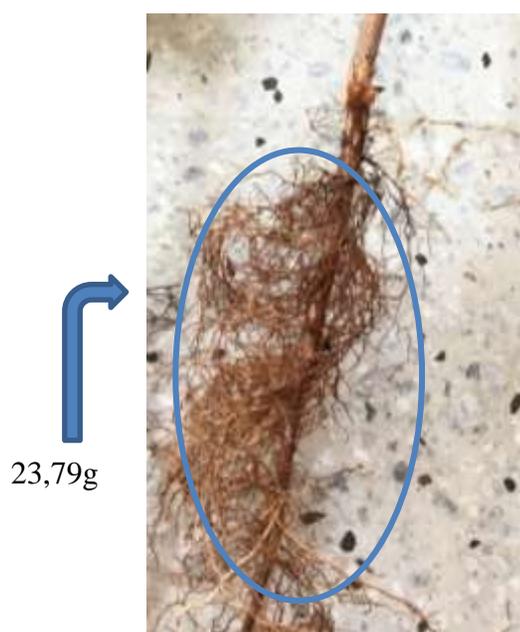


Figura 23. T14=(T3P4)
Forti-Gro a los 200 dds.



Figura 24. Plántulas de aguacate tratadas con promotores
radiculares a los 200 días después de siembra

El mayor peso fresco que se registró en la parte aérea de la planta fue de 36,66 g con la aplicación del tratamiento 13 (Figura 25) y el menor con el uso del tratamiento 12 (27, 21 g,

Figura 26), no obstante la inoculación de *Trichoderma* comercial en concentración $1 \cdot 10^8$ esporas/ml en el cultivo de la arveja, tuvo resultados significativos al comparar el peso fresco del tallo y su testigo, los autores (Camargo Cepeda & Ávila, 2014) mencionan que la aplicación de este hongo reacciona favorablemente en este cultivo y no solo en la parte aérea de la planta, sino también en la raíz de la misma, alcanzando porcentajes del 65% de ganancia en la biomasa radicular en la inoculación de este hongo vs el testigo en su peso fresco y un 68% de raíz en su peso seco; a pesar de estos resultados, los autores (Vega Castro, Garzón Gutierrez, Niño Linares, & Rico Belalcazar, 2015) manifestaron efectos significativos de bioestimulantes a base de ortiga en la producción de lechuga, exponiendo así datos de peso fresco y seco como 219 y 8,27 g respectivamente, siendo estos estadísticamente diferentes frente al testigo; los autores explican que esto se debe a que este bioestimulante ayuda en el crecimiento radicular y a disminuir el estrés por sequía y por ende a un adecuado desarrollo nutricional.



Figura 25. T13=(T3P3)
Raizyner a los 200 dds.

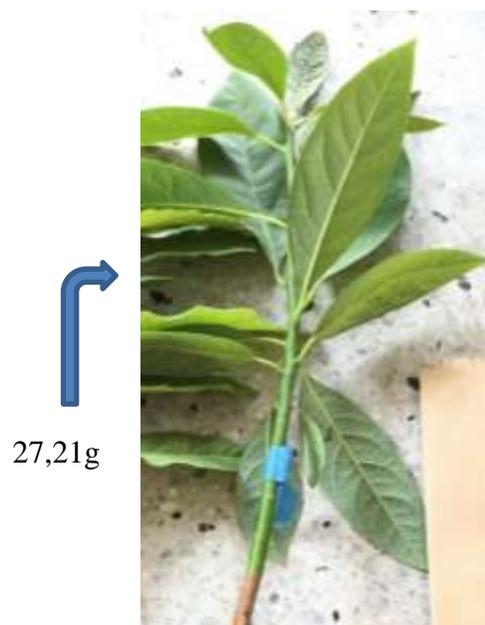


Figura 26. T12=(T3P2)
Agrostemin a los 200 dds.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se presentaron diferencias significativas del factor tiempo (90, 150 y 200 días después de la siembra) en conjunto con el factor promotor radicular sobre la altura de la planta, contenido clorofílico y área foliar en plántulas de aguacate.
- Con la aplicación del tratamiento 13, se obtuvo una mayor altura de la planta (41,34 cm), contenido clorofílico (56,35 unidades SPAD) y área foliar (79,43 cm²), mientras que el mayor diámetro del tallo (6,96 mm) se consiguió con la aplicación del tratamiento 11.
- En la raíz la aplicación del tratamiento 13, obtuvo mayor peso fresco (35,91 g) y seco (6,89 g) en tanto que el menor fue del tratamiento 14 (23,79 g) y 15 (6,29 g), de su peso fresco y seco respectivamente.
- El efecto del tratamiento 11 alcanzó el mayor peso fresco del tallo (36,90 g), mientras que en el peso seco (11,95 g) se lo consiguió con el tratamiento 14.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda el uso del tratamiento 13 (Raizyner 5g.L⁻¹) cada 15 días después de siembra hasta los 200 días antes de la injertación, ya que presentó los mejores resultados respecto a las variables altura de la planta, contenido clorofílico, y área foliar.
- Como alternativa se recomienda el uso del tratamiento 14 (Forti-Gro a 6g.L⁻¹), ya que presentó los mayores valores después del tratamiento 13, sobre las variables altura de la planta, contenido clorofílico, diámetro del tallo y área foliar.
- Se recomienda continuar con las evaluaciones posteriores a los 200 días para observar el efecto que tienen los promotores radiculares en el tiempo, y a su vez luego de la injertación.
- Se recomienda seguir con este tipo de estudio en otros cultivares como Duke 7 o Toro Canyon ya que estos son más tolerantes a la infestación del hongo *Phytophthora cinnamomi*. causante de la pudrición de la raíz en plántulas de aguacate.
- Es importante obtener más variables en la raíz tales como la longitud de la raíz, índice de lignificación o la relación tallo/raíz, puesto que esto ayudaría a conseguir más datos que esclarezcan el mejor promotor radicular.

5.3 Bibliografía

Agustí, M. (2010). *Fruticultura*. México: Mundi-Prensa.

Alex, V., William, V., & Sotomayor, A. (2016). Potencial del cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill) en Ecuador como alternativa de comercialización en el mercado local e internacional. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 1-9.

Alvarado Arias, V. L. (2017). *Repositorio digital UDLA*. Obtenido de Repositorio digital de la Universidad de las Américas: <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/7488/1/UDLA-EC-TIAG-2017-15.pdf>

Alvarado de León, H. M. (Septiembre de 2015). *Repositorio Digital URL*. Obtenido de Repositorio digital Universidad Rafael Landivar: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2015/06/17/Alvarado-Heber.pdf>

Alvez de Oliveira, A., Koller, O. C., & Villegas Monter, Á. (1999). Propagación Vegetativa de aguacate selección 153 (*Persea* sp.) por acodo en contenedor. *Chapingo serie horticultura*, 221-225.

Arias, V. L. (2017). *Efecto de microorganismos benéficos en el crecimiento y desarrollo de plántulas de aguacate (Persea Americana) para los valles interandinos del Ecuador*. Quito: Quito: Universidad de las Américas, 2017.

Arnon, D. (1938). Microelements in culture-solution experiments with higher plants. *American Journal of Botany*, 322-325.

Burgos, A. M., Cenóz, P. J., & Prause, J. (2009). Efecto de la aplicación de auxinas sobre el proceso de enraizamiento de estacas de dos cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). *UDO Agrícola*, 539-542.

- Bustos, S. C. (1981). *Técnica adaptada de producción de plantas de aguacate*. Quito: Quito, EC: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa de Fruticultura, 1981.
- Camacho Bustos, S., León F., J., & Sabando, R. (Febrero de 1981). *Repositorio INIAP*. Obtenido de Repositorio del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3366>
- Camargo Cepeda, D. F., & Ávila, E. R. (2014). Efectos del *Trichoderma* sp. sobre el crecimiento y desarrollo de la arveja (*Pisum sativum* L.). *Ciencia y Agricultura*, 6-9.
- Campos Rojas, E., Ayala Arreola, J., Agustín, J. A., & De la Cruz Espindola Barquera, M. (2012). *Propagación de Aguacate*. Mexico: Universidad Autónoma Chapingo.
- Casas, S. L. (2017). Extractos de algas marinas en el rendimiento y calidad de ají escabeche (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) Bajo condiciones de cañete. Lima, Perú.
- Cervantes Álava, A., & Masache Espinoza, D. G. (2015). *Repositorio Digital UTMACH*. Obtenido de Repositorio digital de la Utmach: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/1148>
- Cruz Tobar, E., & Campoverde Armijos, J. A. (2017). *Repositorio digital UTA*. Obtenido de Repositorio digital Universidad Técnica de Ambato: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/25047>
- Díaz Franco, A., Magallanes Estala, A., Aguado Santacruz, A., & Hernández Mendoza , J. L. (2015). Respuesta de la Soya a inoculantes microbianos en el norte de Tamaulipas, Mexico. *Scielo*.
- Díaz Montenegro, D. (2017). Los biorreguladores de crecimiento en las plantas. *Notas técnicas de INTAGRI*, 5.

- Duque, D. L. (2011). Asfixia radicular. Estrategias de manejo en Colombia. *Proceedings VII World Avocado Congress 2011*, 2-4.
- Fonseca Duarte, P., Alves Chaves, M., Dellinghausen Borges, C., & Barboza Mendoza, C. R. (2016). Avocado: characteristics, health benefits and uses. *Ciencia Rural*, 2-6.
- Fruticola, P. (20 de Agosto de 2018). *Portal frutícola.com*. Obtenido de Portal frutícola.com: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2018/08/20/guia-para-hacer-todo-tipo-de-acodos-en-la-agricultura-mugrones-terrestres-aereos-recalce/>
- Gallardo Pazmiño, M. D. (2008). *Evaluación de la eficiencia de las micorrizas en el crecimiento de plantas de aguacate (Persea americana Mill) raza Mexicana, bajo condiciones semicontroladas*. Quito: Quito, EC: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa de Fruticultura, 2008.
- Geilfus, F. (1994). *El árbol al servicio del agricultor: Guía de especies*. Turrialba: Enda-Caribe.
- Google Maps, G. (19 de Junio de 2019). *Google*. Obtenido de Google maps: <https://www.google.com/maps/place/INIAP+GRANJA+TUMBACO/@-0.2152159,-78.4139119,17z/data=!4m5!3m4!1s0x91d59136a7db82eb:0xe72a516d33079393!8m2!3d-0.2152052!4d-78.4119163>
- Gualpa, R. A. (2016). *Evaluación de frutos de aguacate nacional (Persea americana Mill.) para la producción de plantas injertadas de la variedad Hass*. Quito: Quito: UCE.
- ICA. (2012). *Instituto Colombiano Agropecuario*. Obtenido de Instituto Colombiano Agropecuario: <https://www.ica.gov.co/getattachment/4b5b9b6f-ecfc-46e1-b9ca-b35cc1cef2e2/->

- Jácome Gavilanez, J. M. (2011). *Repositorio digital PUCE*. Obtenido de Repositorio digital Pontificia Universidad Católica del Ecuador: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/4599>
- León, J. (1999). *Manual del cultivo del aguacate (Persea americana) para los Valles interandinos del Ecuador*. Quito: Quito, EC: INIAP, Granja Experimental Tumbaco, 1999.
- Mendoza Miranda , W. F. (2014). *Repositorio insitucional UNITRU*. Obtenido de Repositorio insitucional Universidad nacional de Trujillo: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/4350>
- Mongomery Taboada, L. J., & Castro Cuba, S. M. (2017). Preparación de soluciones nutritivas para fertirriego en aguacate. *Camposol S.A.*, 249.
- Murillo Ibarguen, J. (25 de Octubre de 2018). *Repositorio digital UNAD*. Obtenido de Repositorio digital Universidda Nacional Abierta y a Distancia: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/21112>
- Orozco Gutierrez, G., Muñoz Flores, H. J., Rueda Sánchez, A., Sígala Rodríguez, J. Á., Prieto Ruiz, J. Á., & García Magaña, J. J. (2010). Diagnóstico de la calidad de planta en los viveros forestales del estado de Colima . *Revista México Ciencia*, 135-144.
- Pérez, M. B. (2018). Efecto de la aplicación continua de estiércol bovino sobre el crecimiento y producción de maíz y características químicas del suelo. *Bioagro*, 117-124.
- Rivera Espinosa, R., Martin Cardenas , J. V., Calderón Puig, A., & Torrez Hernández, A. (2011). Utilización de cepas eficientes de hongos micorrízicos arbusculares en el desarrollo de portainjertos de aguacate en un sustrato suelo-cachaza. *Scielo*.

- Rodriguez Mendoza, M. d., San Miguel Chávez, R., García Cué, J. L., & Benavidez Mendoza, A. (19 de Febrero de 2013). *Researchgate.net*. Obtenido de Researchgate.net: https://www.researchgate.net/profile/Adalberto_Benavides-Mendoza/publication/259912208_Inoculacion_de_bacterias_promotoras_de_crecimiento_en_el_cultivo_de_melon_Cucumis_melo/links/0a85e52e83e89aa030000000/Inoculacion-de-bacterias-promotoras-de-crecimiento
- Ruiz Espinoza, F. H., Hernández , E. R., Beltrán Morales, F. A., Zamora Salgado, S., Loya Ramírez, J. G., & Luna Ortega, J. G. (2016). Macroalgas como componente en el sustrato para producción. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 43-55.
- Sánchez, M. A. (2012). *Comportamiento fisiológico del aguacate (Persea americana mill.) Variedad Lorena en la zona de Marquita, Tolima*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Silva Garza, M., Gámez González, H., Zavala García, F., Cuevas Hernández, B., & Rojas Garcidueñas, M. (2001). Efecto de cuatro fitorreguladores comerciales en el desarrollo y rendimiento del girasol. *Ciencia UANL*, 71-72.
- Sotomayor , A., González, A., Viera, W., Jackson, T., & Jin Cho, K. (Octubre de 2017). *Repositorio digital INIAP*. Obtenido de Repositorio digital del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias: <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5212/1/iniapscPPDF10.pdf>
- Tropical, I. d. (2011). *Instructivo técnico para el cultivo del Aguacate*. Palma: ACTAF.
- Tuchán Ramos, J. L. (Diciembre de 2009). *Repositorio digital Zamorano*. Obtenido de Repositorio digital Zamorano: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/396/1/T2848.pdf>

- Ushiña, R., Sotomayor, A., León, J., Viera, W., & Bae, R. (2017). Diversity of avocado (*Persea americana* Mill.) germplasm for use as rootstock. *International Journal of Clinical and Biological Sciences*, 1-5.
- Vega Castro, D. A., Garzón Gutierrez, M. H., Niño Linares, S. C., & Rico Belalcazar, P. A. (2015). Bioestimulante para la producción de lechuga *Lactuca Sativa* L. *Inventum*, 7-8.
- Vélez, E. M. (2011). *Aguacate*. España: Bayer CropScience una división de Bayer S.A.
- Viera, A., Sotomayor, A., & Viera, W. (2016). Potencial del cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill.) en Ecuador como alternativa de comercialización en el mercado local e internacional. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 3-6.
- Viera, W., Sotomayor, A., Viteri, P., Ushiña, R., & Cho, K. J. (2017). Germoplasma local de aguacate (*Persea americana* Mill.) tipo 'Criollo' para la producción de portainjertos en el Ecuador. *V Congreso Latinoamericano de Aguacate*, 24-26.
- Vizcaino Cabezas, D. A., Vaca, I., Arias, J., & Pilaquinga, P. (2015). Guía de buenas prácticas agrícolas para aguacate. *Agrocalidad*, 22.