

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**



**PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE AGUACATE CRIOLLO (*Persea americana* Mill)
ADAPTADO A LA ZONA COSTERA DE EL SALVADOR.**

POR:

**REBECA EUNICE MARTÍNEZ CASTELLANOS
ROXANA ELIZABETH VILLAHERRERA LÓPEZ
SERAFÍN CONSTANZA RIVAS**

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

CIUDAD UNIVERSITARIA, JULIO DE 2006.

AUTORIDADES
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTORA: DRA. MARIA ISABEL RODRIGUEZ

SECRETARIO GENERAL: LIC. ALICIA MARGARITA RIVAS DE RECINOS

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DECANO: ING. AGR. JORGE ALBERTO ULLOA ERROA

SECRETARIO: ING. AGR. SANTOS ALIRIO SANDOVAL

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

ING. AGR. Msc. JUAN ROSA QUINTANILLA

DOCENTES DIRECTORES:

ING. AGR. Msc. FIDEL ÁNGEL PARADA BERRÍOS

ING. AGR. VLADIMIR HUMBERTO BAÍZA AVELAR

RESUMEN

La investigación se realizó en el lote “La Bomba” de la Estación Experimental (EEP) de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, ubicado en el cantón Tecualuya del municipio de San Luís Talpa, departamento de La Paz, situado a 52 km de San Salvador, en la carretera al Puerto de La Libertad, con coordenadas geográficas de 13°28.3” LN, 89°05.8”LO y una elevación de 50 msnm.

Las condiciones agroecológicas favorables con las que cuenta nuestro país son aptas para el cultivo de diversas variedades comerciales de aguacate, pudiendo obtenerse cosechas diferenciadas durante todo el año.

En la actualidad, la mayoría de viveristas que trabajan con este cultivo se enfrentan a una serie de limitantes entre las que se destacan la falta de conocimiento sobre aspectos de fertilización, dirigida a disminuir el tiempo de vivero y el ataque de muerte regresiva en las plantas injertadas, entre otros; por lo que es necesario implementar programas de desarrollo de portainjertos incluyendo aspectos de fertilización y uso de cubrecortes.

El objetivo de la investigación fue evaluar diferentes programas de desarrollo en vivero de plantas de aguacate criollo (*Persea americana* Mill) y diferentes cubrecortes a usar en la poda de portainjertos.

La fase experimental se desarrolló en ocho meses, iniciando desde la recolección de semillas para el establecimiento del vivero, hasta la última toma de datos, donde se evaluaron dos tipos de fertilización: Química y orgánica, y cuatro tipos de cubrecortes para la fase de injerto. El diseño utilizado fue el de bloques al azar y los tratamientos evaluados fueron: los testigos AG₃ + 15-15-15 + abono foliar + despatronado (T₁), AG₃ + 15-15-15 + abono foliar + sin despatronar (T₂), Lombriabono + suero de leche + despatronado (T₃), Lombriabono + suero de leche + sin despatronar (T₄), y los tratamientos AG₃ + 15-15-15 + abono foliar + cera de apís (T₅), AG₃ + 15-15-15 + abono foliar + cera de mellipona (T₆), AG₃ + 15-15-15 + abono foliar + parafina (T₇), AG₃ + 15-15-15 + abono foliar + tapazheal (T₈), Lombriabono + suero de leche + cera de Apís (T₉), Lombriabono + suero de leche + cera de Melipona (T₁₀), Lombriabono + suero de leche + parafina (T₁₁), Lombriabono + suero de leche + tapazheal (T₁₂).

Las variables evaluadas fueron: Porcentaje de germinación, Altura de la planta, Incremento de altura, Diámetro del tallo, Incremento en diámetro del tallo, Número de hojas, Incremento en el número de hojas, Área foliar, Peso fresco, Peso específico de hojas, Porcentaje de prendimiento, Grados Días de Desarrollo (GDD), Porcentaje de muerte regresiva y Avance de la enfermedad.

Los resultados mostraron que en las variables de crecimiento (diámetro de tallo, altura, número de hojas, área foliar, peso fresco y seco) los tratamientos que ejercieron mayor desarrollo en los portainjertos fueron: T₁₂ y el testigo T₄.

El mayor porcentaje de prendimiento lo obtuvieron los tratamientos T₁₂, T₉ y T₂, con respecto a la variable grados días de desarrollo, T₉, T₄ y T₃ necesitaron 100.6 GDD para llegar al prendimiento del injerto. Por otro lado las plantas que presentaron un menor porcentaje de muerte regresiva fueron las del tratamiento testigo orgánico T₄; con respecto al avance de muerte regresiva los tratamientos T₄, T₃ y T₂ fueron los que mostraron menor avance .

AGRADECIMIENTOS

A DIOS TODOODEROSO: por su inmenso amor y por permitir en nuestras vidas obtener un triunfo mas, gracias por todas las fuerzas necesarias que cada uno necesito a lo largo de nuestra carrera y que hoy por su misma bendición nos ha concedido coronarla y emprender con valor y dignidad nuestro futuro como profesionales.

A NUESTRA FAMILIA: por ser el apoyo moral y económico de nuestra carrera y sobre todo por su dedicación y empeño de vernos realizados como profesionales.

A NUESTROS DOCENTES DIRECTORES: al Ing. Fidel Parada y al Ing. Vladimir Baíza por el aporte de conocimientos que cada uno nos brindo y por su apoyo incondicional y desinteresado para realizar nuestro trabajo de graduación y culminarlo con satisfacción.

A LOS TRABAJADORES DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL: por su apoyo y tiempo brindado en la realización de las actividades de Campo; en especial al Ing. Pío Estrada, Tanito, Don Pedro , Don Pastor, Romeo, Normita, Don Aquino, Don Tanito, al señor carpintero y a todos los demás trabajadores por su apoyo incondicional y desinteresado para la realización del ensayo.

UN ESPECIAL AGRADECIMIENTO: al Ing. Miguel Hernández, Ing. Joaquín, Ing. Medardo Lizano (IICA), Ing. Carlos Ruano, Ing. Juan Rosa Quintanilla, a todos los que trabajan en el departamento de postgrado, a Edgar Guillén, por habernos brindado su apoyo para la realización del trabajo de graduación.

A NUESTROS AMIGOS Y COMPAÑEROS: que nos brindaron su apoyo en los salones de clases y durante la realización de nuestro trabajo de graduación.

A NUESTRA ALMA MATER: Por brindarnos nuestra formación Profesional a lo largo de nuestra carrera y en especial a todos los docentes que año con año nos formaron para que hoy día seamos gente de provecho y podamos servir a nuestra sociedad.

REBECA MARTINEZ
ROXANA VILLAHERRERA
SERAFIN CONSTANZA

DEDICATORIA

A DIOS MI PADRE CELESTIAL: El que me ama, apoya, sostiene, consuela, guía, quien me da razón de ser, quien me ha prometido estar conmigo todos los días de mi vida hasta el fin del mundo y por el cual puedo decir “Todo lo puedo en CRISTO que me fortalece”. Filipenses 4:13.

A MIS PADRES: Eliseo Martínez e Inesita Castellanos, quienes me han amado y apoyado siempre, cuyo ejemplo de vida atesoraré siempre.

A MI HERMANO: David Eliseo, mi mejor amigo; a quien quiero mucho y espero que Dios siga bendiciendo en cada área de su vida.

A MI ABUELO: Juanito Martínez, padre, pastor y maestro; cuyo amor y enseñanzas hacen eco en mi vida. Abuelito tu vives en la mente y corazón de los que te aman.

A MIS AMIGOS: Los que desean mi felicidad, los que comparten mis alegrías y tristezas, los que me vieron llorar, los que me dieron un abrazo, a los que escuché y me escucharon, los que cuando me equivoqué me dieron una segunda oportunidad, a los que aún hoy después de ayer siguen siendo más que amigos, hermanos.

Rebeca Eunice Martínez Castellanos

DEDICATORIA

A DIOS TODOPODEROSO: por su infinito amor, por haberme permitido culminarme como una profesional y por estar conmigo todos los días de mi vida.

A MIS PADRES: Napoleón Villaherrera y Ana Rosario López de Villaherrera, por la gran herencia que me han dado, su amor y gran apoyo (moral y económico).

A MIS HERMANOS: Napo, Nelson y Carmen, mis amores, a quienes amo esperando que Dios me los bendiga siempre.

A MIS TIOS: Ovidio y Juana Villaherrera, por su gran apoyo (moral y económico)

A MIS MAESTROS: por los conocimientos proporcionados que fueron de gran ayuda durante mi formación.

A MIS COMPAÑEROS DE TESIS: Becky (por ser mi gran **amiga**) y Serafín, por su paciencia y comprensión.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS: los que durante las aulas han sido un gran apoyo, los que compartieron tristezas alegrías, a los presentes y ausentes, los que cuando quise una mano, consuelo y oportunidades me la dieron.

**A medida que el hombre avanza en su vida
reconoce que sólo posee el momento presente;
el que sigue le pertenece a Dios.**

Shanna

vii

DEDICATORIA

A DIOS TODOPODEROSO: por iluminarme en este trayecto.

A MI MADRE: por su gran sacrificio y valentía en ofrecerme la mejor herencia LA EDUCACIÓN.

A MI PAPÁ: por sus enseñanzas agrícolas.

A MIS HERMANOS: Betty, Isela, Zeidy, Misael, Gloria, Digna, Irene, Teresa por su apoyo y comprensión en todo momento de mi carrera y la vida.

A MIS SOBRINOS: Yazmín, Beatriz, Javier, Gustavo por incentivarme.

A MIS COMPAÑERAS DE TESIS: Rebeca (Becky) y Roxana (Shanna), por comprenderme y apoyarme (accidente) trabajo.

A LOS DOCENTES DIRECTORES: Ing. Fidel e Ing. Baíza por su apoyo científico a nuestra investigación.

A MIS AMISTADES: Reina de Iraheta y Don Ángel (Familia Iraheta Rodríguez) por brindarme consejos y ayuda.

Alfredo y Alexander (Familia Valle – Aguirre) por sus aportes y consejos útiles.

Dina de Alvarado por su ayuda.

A MIS COMPAÑEROS: que recuerdo con cariño, Mónica (monchita), Joaquín (por colaborar y ser mi amigo), Gustavo (Pocho), Ricardo Salinas por su gran amistad y sinceridad, Fabio (imbechil), Flor (gazela), Haydee (chalupa), Campos (brain), Luís (bachita), Olga, Cindy, Sandra, Rocío (Baby swing), Ricardo Hernández (trompudo), Robin, Silver (mapache), Julio Cesar Grande (Beto el recluta), Abel (vil gay), Xochilt,

e Ivonne Guadalupe. Por hacerme reír y muchos más que he conocido y que de una u otra manera me han colaborado y a los que no he mencionado.

A LOS INGENIEROS: Carlos Ruano por su colaboración y apoyo, Rosa Quintanilla (machete) por ser cachinbón con todos, Miguel Hernández por facilitarnos el equipo y su amistad, Homero López por su gran apoyo en el trabajo y en mi operación y a todos los ingenieros de los departamentos de la Facultad que han tenido que ver con mi formación personal y profesional. MUCHAS GRACIAS.

A TODOS: mi familia, amigos, ingenieros, ex novias.

Y TODO LO PUEDO EN CRISTO QUE ME FORTALEZA.

Serafín Constanza Rivas

INDICE GENERAL.

CONTENIDO	Pág.
AUTORIDADES	i
RESUMEN	iii
AGRADECIMIENTOS	v
DEDICATORIA.....	vi
INDICE GENERAL.....	x
INDICE DE CUADROS	xv
INDICE DE FIGURAS	xv
INDICE DE GRÁFICOS	xvi
INDICE DE FOTOGRAFIAS.....	xvii
INDICE DE ANEXOS	xviii
I. INTRODUCCION.	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 Generalidades del cultivo.	3
2.1.1 Taxonomía.....	3
2.2 Aspectos botánicos.	3
2.2.1 Raíz.	3
2.2.2 Tallo.....	4
2.2.3 Hojas.....	4
2.2.4 Flor.....	4
2.2.5 Fruto.....	5
2.2.6 Semilla.	5

2.3 Fenología del aguacatero.	5
2.4 Zonas potenciales en El Salvador.	6
2.5 Importancia.....	6
2.5.1 Contenido nutricional.	7
2.6 Aspectos agronómicos del cultivo.	8
2.6.1 Clima.	8
2.6.2 Condiciones edáficas.	8
2.7 Propagación.	9
2.7.1 Por semilla.	9
2.7.2 Injerto.	10
2.8 Generalidades sobre los injertos.	11
2.8.1 Condiciones fisiológicas para el éxito del injerto.....	11
2.8.2 Condiciones externas para injertar.	12
2.9 Cuidados Postinjerto.	12
2.10 Uso de cubrecortes.	12
2.10.1 Cera de abejas.....	13
2.10.1.1 Cera de Apis mellifera.	13
2.10.1.2 Cera de Melipona beecheii.....	13
2.10.2 Parafina.....	13
2.10.3 Tapazheal.	13
2.11 Importancia de la fertilización en viveros.....	14
2.12 Mecanismos de absorción y transporte de los nutrimentos en las hojas.....	14
2.13 Fertilizantes orgánicos.....	15

2.13.1	Lombriabono.....	15
2.13.2	Suero de leche.....	16
2.14	Fertilizantes químicos.....	17
2.14.1	Formula 15-15-15.....	17
2.14.2	Abono foliar (Bayfolán).....	18
2.15	Uso de hormonas.....	18
2.15.1	Giberelinas.....	18
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
3.1	Localización del experimento.....	20
3.2	Condiciones climáticas de la zona.....	20
3.3	Metodología de campo.....	22
3.4	Variables estudiadas.....	26
3.5	Material vegetal utilizado.....	27
3.6	Descripción de los tratamientos.....	27
3.6.1	Descripción de los programas de desarrollo aplicados.....	27
3.7	Abonos orgánicos.....	28
3.8	Abonos químicos.....	28
3.9	Aplicación de los tratamientos Fase I (Fertilizantes).....	28
3.10	Injertación.....	29
3.11	Aplicación de los tratamientos Fase II (Cubrecortes).....	29
3.11.1	Cera de abejas.....	29
3.12	Control fitosanitario.....	31
3.13	Metodología estadística.....	31

3.13.1	Diseño experimental.	31
3.13.2	Modelo estadístico.	31
3.13.3	Factores en estudio.	32
3.14	Variables evaluadas.	32
3.14.1	Porcentaje de germinación.	32
3.14.2	Altura de la planta e incremento de altura.....	32
3.14.3	Diámetro del tallo e incremento del diámetro.....	33
3.14.4	Número de hojas e incremento del número de hojas.....	33
3.14.5	Peso fresco y seco.....	33
3.14.6	Área foliar.....	33
3.14.7	Peso específico de la hoja.	34
3.14.8	Porcentaje de prendimiento del injerto.....	34
3.14.9	Grados Días de Desarrollo (GDD).	34
3.14.10	Porcentaje de infección por muerte regresiva.....	34
3.14.11	Avance de la enfermedad.	35
3.15	Análisis estadístico.....	35
3.16	Análisis fitopatológico.....	35
IV.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	36
4.1	Porcentaje de germinación.....	36
4.2	Altura de planta, Número de hojas y Diámetro del tallo.	36
4.3	Peso fresco, peso seco, peso específico y área foliar.....	44
4.4	Porcentaje de Prendimiento y Grados días de desarrollo (GDD).....	47
4.5	Porcentaje de infección por muerte regresiva.	49

4.6 Avance de la enfermedad.	52
V. ANALISIS ECONOMICO DEL ENSAYO.....	54
5.1 Análisis marginal.	54
VI. CONCLUSIONES.	55
VII. RECOMENDACIONES.....	56
VIII. BIBLIOGRAFIA.	57
IX. ANEXOS.....	60

INDICE DE CUADROS

CONTENIDO	Pág.
Cuadro 1. Principales componentes del aguacate.	7
Cuadro 2. Tabla de composición nutricional (contenido por 100 g de porción comestible).....	7
Cuadro 3 Contenido nutrimental del suero de leche.	17
Cuadro 4. Cuadro de ANVA.	32
Cuadro5. Efecto de fertilización foliar y al suelo de la variable altura del tallo en plantas de aguacate criollo (Persea americana mill).....	37
Cuadro 6. Efecto de fertilización foliar y al suelo de la variable número de hojas en plantas de aguacate criollo (Persea americana mill).....	39
Cuadro 7. Efecto de fertilización foliar y al suelo de la variable diámetro del tallo en plantas de aguacate criollo (Persea americana mill).....	42
Cuadro 8. Efecto de fertilización foliar y al suelo de las variables Peso seco, fresco, específico y área foliar en plantas de aguacate criollo (Persea americana mill).	45
Cuadro 9. Efecto de fertilización foliar y al suelo de las variables Porcentaje de Prendimiento y Grados días de desarrollo (GDD) en plantas de aguacate criollo (Persea americana mill).	48
Cuadro 10. Efecto de fertilización foliar y al suelo de la variable Porcentaje de infección por muerte regresiva en plantas de aguacate criollo (Persea americana mill).....	50
Cuadro 11. Tabla de Dominancia.....	54

INDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	Pág.
Figura 1. Tabla de AMURE. (Avance de muerte regresiva): a) Nivel I (1 - 10 cms); b) Nivel II (11 - 20 cms); c) Nivel III (21 - 30 cms); d) Nivel IV (mayor de 30 cms).	52

INDICE DE GRÁFICOS

CONTENIDO	Pág.
Gráfico 1. Comportamiento de la precipitación acumulada mensual durante los meses de mayo a noviembre 2005. Estación La Providencia.	20
Gráfico 2. Comportamiento de la humedad relativa promedio mensual durante los meses de mayo a noviembre 2005. Estación La Providencia.	21
Gráfico 3. Comportamiento de las temperaturas promedios mensuales medias y máximas durante los meses de mayo a noviembre 2005. Estación La Providencia. ...	21
Gráfico 4. Comportamiento de la velocidad del viento promedio mensual durante los meses de mayo a noviembre 2005. Estación La Providencia.	21
Gráfico 5. Comportamiento de la variable altura de plantas de aguacate criollo (<i>Persea americana</i> mill) durante el desarrollo de la investigación a) 100 dds, b) 110 dds, c) 125 dds sometidos a dos tipos de fertilización	38
Gráfico 6. Comportamiento de la número de hojas en plantas de aguacate criollo (<i>Persea americana</i> mill) durante el desarrollo de la investigación (a) 100 dds, b) 110 dds, c) 125 dds) sometidos a dos tipos de fertilización.	40
Gráfico 7. Comportamiento de la variable diámetro del tallo en plantas de aguacate criollo (<i>Persea americana</i> mill) durante el desarrollo de la investigación a los 100 dds.	42
Gráfico 8. Comportamiento de la variable diámetro del tallo en plantas de aguacate criollo (<i>Persea americana</i> mill) durante el desarrollo de la investigación (a) 110 dds, c) 125 dds) sometidos a dos tipos de fertilización.	43
Gráfico 9. Comportamiento de la variable incremento de altura en plantas de aguacate criollo (<i>Persea americana</i> mill) durante el desarrollo de la investigación sometidas a dos tipos de fertilización (química y orgánica).	43
Gráfico 10. Comportamiento de las variables incremento de: a) número de hojas y b) diámetro del tallo en plantas de aguacate criollo (<i>Persea americana</i> mill) durante el desarrollo de la investigación sometidas a dos tipos de fertilización (química y orgánica).	44
Gráfico 11. Comportamiento de las variables de peso (a) seco, b) fresco, c) área foliar y d) peso específico) en plantas de aguacate criollo (<i>Persea americana</i> mill) durante el desarrollo de la investigación sometidas a dos tipos de fertilización (química y orgánica).	46

Gráfico 12. Comportamiento de la variable porcentaje de prendimiento del injerto en plantas de de aguacate criollo (<i>Persea americana</i> mill) durante el desarrollo de la investigación sometidas a dos tipos de fertilización (química y orgánica).....	48
Gráfico 13. Comportamiento de la variable grados días de desarrollo en plantas de aguacate criollo (<i>Persea americana</i> mill) durante el desarrollo de la investigación sometidas a dos tipos de fertilización (química y orgánica).	49
Gráfico 14. Comportamiento de la variable porcentaje de infección por muerte regresiva en plantas de de aguacate criollo (<i>Persea americana</i> mill) durante el desarrollo de la investigación: a) 15 ddc, b) 30ddc y c) 45ddc sometidas a dos tipos de fertilización (química y orgánica).	51
Gráfico 15. Comportamiento de la variable avance de la enfermedad en plantas de aguacate criollo (<i>Persea americana</i> mill) durante el desarrollo de la investigación en los IV niveles sometidas a dos tipos de fertilización (química y orgánica).	52

INDICE DE FOTOGRAFIAS

CONTENIDO	Pág.
Fotografía 1. a) Frutos recolectados b) pulpa de la fruta, c) semilla de la fruta.....	22
Fotografía 2. Semillas de <i>Persea ameicana</i> mill después de la desinfección.	23
Fotografía 3. Llenado de bolsa.....	24
Fotografía 4. Siembra de la semilla en las bolsas.....	24
Fotografía 5. Lugar definitivo del experimento.	25
Fotografía 6. Establecimiento final del experimento, a) vista frontal b) vista lateral	26
Fotografía 7. Yemas utilizadas en el ensayo, a vegetativa y b floral.	27
Fotografía 8. Método de injertación y amarre del injerto al patrón.	29
Fotografía 9. a) Corte de ápice, b) aplicación de cubrecorte, c) cera de <i>Apis mellifera</i> d) cera de <i>Mellipona beecheii</i> e) parafina f) tapazheal.....	30
Fotografía 10. Avance de muerte regresiva en plantas de aguacate criollo (<i>Persea americana</i> mill).....	35

INDICE DE ANEXOS

CONTENIDO	Pág.
Anexo 1A. Mapa de zonas potenciales para el cultivo.	61
Anexo 2A. Análisis nutrimental del sustrato (Tierra + Cascajo).....	62
Anexo 3A. Análisis nutrimental del lombriabono.	63
Anexo 4A. Contenido nutrimental de los abonos químicos.	64
Anexo 5A. Requerimientos nutricionales para la especie Persea Americana a nivel de vivero.....	64
Anexo 6A. Análisis Fitopatológico del sustrato (Tierra + Cascajo).	65
Anexo 7A. Análisis Fitopatológico de patrones con cubrecorte.....	66
Anexo 8A. Análisis Fitopatológico de patrones sin cubrecorte.....	67
Anexo 9A. Resumen de análisis de varianza para cada una de las variables evaluadas durante el desarrollo de la investigación en plantas de aguacate criollo (Persea americana mill).	68
Anexo 10A. Resumen de coeficiente de correlación para las variables evaluadas significativas en plantas de aguacate criollo (Persea americana mill).....	69
Cuadro 11A. Costos de producción de los programas de desarrollo de Persea americana Mill en fase de vivero.	70
Cuadro 12A. Presupuesto Parcial.	71

I. INTRODUCCION.

El aguacate es una especie polimorfa, que se adapta a diferentes ambientes por lo que se cultiva en la mayor parte del país en forma tradicional en huertos de traspatio o en asocio con otros cultivos como el café, como una medida de apoyo para los caficultores debido a la crisis que en años anteriores ha afrontado este cultivo (Rodríguez, 2003).

Por su alto valor nutricional y su excelentes cualidades organolépticas que lo han convertido en un fruta de importancia por su consumo en fresco y la diversidad de productos que se pueden obtener de su procesamiento, este cultivo esta siendo impulsado por el Gobierno de La Republica a través del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y sus dependencias, Centro Nacional de Tecnología agropecuaria y Forestal (CENTA), Programa Nacional de Frutas MAG-FRUTALES (IICA) y otras instituciones no gubernamentales, las cuales, no solamente están dando apoyo técnico, sino, que también asesoramiento para la formación de La Asociación de Aguacateros de El Salvador, hasta el momento esta constituida por 16 miembros¹.

A pesar de que se han hecho investigaciones sobre caracterizaciones morfológicas de material existente en el país aún hace falta mucho por conocer sobre este cultivo, como por ejemplo: Fertilización en vivero, propagación, control de plagas y enfermedades entre otros.

Las mayores problemáticas que enfrenta este cultivo a nivel de vivero son la propagación, el control de enfermedades y la adecuada nutrición que deberían recibir ya que en esta etapa es que se refleja la mayor pérdida de plantas debido a la manifestación de enfermedades que se dan después de la injertación.

Por otra parte los viveristas no utilizan material genético certificado dando como resultado patrones débiles, de baja calidad, sin uniformidad, sin resistencia a las enfermedades que más atacan a este cultivo y que no se adaptan a las diferentes zonas con potencial para cultivar; no hacen la desinfección adecuada de las semillas ni del sustrato donde este se siembra; no aplican ningún tipo de fertilización ya sea por desconocimiento de las necesidades que las plantas tienen en esta etapa como

¹ Comunicación personal Sr. Jorge Atilio Magaña actual Presidente de la Asociación de Aguacateros de El Salvador (IICA, 2006).

también para bajar costos de producción; no utilizan ningún tipo de cubrecortes, que en investigaciones y experiencias compartidas con especialistas de otros países han demostrado dar muy buenos resultados en la prevención de enfermedades.

Debido a esta situación, se requieren investigaciones enfocadas a mejorar la producción y productividad del aguacate, el cual es un cultivo alternativo para la diversificación agrícola ante la baja rentabilidad de los cultivos tradicionales.

El aporte de este trabajo está orientado principalmente a la evaluación de diferentes tipos de programas de desarrollo para la producción de plantas de aguacate de alta calidad, estableciendo el programa que produzca un mayor porcentaje de prendimiento, una reducción de pérdidas de plantas por muerte regresiva y a la vez se obtenga un mayor beneficio neto.

II. REVISION DE LITERATURA.

2.1 Generalidades del cultivo.

Persea americana Miller, es una planta nativa de América Central y zonas tropicales de América (IICA, 2002). Algunas investigaciones indican que México y el Norte de América Central (Mesoamérica), han sido centros de domesticación de diversas plantas cultivadas, convirtiéndose en el origen de la diversidad genética más importante de América. En el valle de Tehuacán, Puebla, México, se encontraron restos fósiles de aguacates de hace 8000 años. Evidencias directas de restos de plantas del período clásico maya, demuestran que los mayas de América Central y el área meridional de México, probablemente domesticaron el aguacate al descubrir su exquisito sabor (Baíza, 2003).

2.1.1 Taxonomía.

Reino : Plantae

Filo : Magnoliophyta

Clase : Magnoliopsida

Orden : Laurales

Familia: Lauraceae

Género: *Persea*

Especie: *americana*

El aguacate es una especie polimorfa, por ello se adapta a diferentes ambientes y sus características, como la dimensión de las hojas, tamaño del fruto, coloración del epicarpio, entre otros, son muy variables (Infoagro, 2002).

2.2 Aspectos botánicos.

2.2.1 Raíz.

Superficial, profundidad de 1 a 1.5 m; en suelos sueltos puede ser mayor, se caracteriza por tener muy pocos pelos absorbentes, la absorción de agua y nutrimentos se realiza principalmente en las puntas de las raíces a través de los

tejidos primarios; esto determina la susceptibilidad del árbol al exceso de humedad que induce a la asfixia y ataques de hongos que pudren los tejidos radicales. Se ha encontrado una alta asociación simbiótica de esta especie con hongos endomicorrízicos arbusculares las cuales facilitan la absorción de todos los elementos minerales, pero sobre todo los de baja movilidad en el suelo como fósforo, cobre y zinc (Rodríguez, 2003).

2.2.2 Tallo.

El aguacate es una especie muy polimorfa, que por lo general es alto, de 10 a 20 m y a veces notoriamente erecto, con tronco torcido y de ramas bajas, con corteza áspera y a veces surcada longitudinalmente. Su copa de ramas extendidas; resulta propagada de anchura y altura, con formas globulosas o de campana. Las ramitas son gruesas, cilíndricas, al principio verde amarillentas; pero después son negras glabras, opacas o con poco brillo y con cicatrices prominentes diseminadas en las hojas (Rodríguez, 2003).

2.2.3 Hojas.

Simples y enteras. Coriáceas dispuestas en posición alternada, pecioladas, oblongas o elíptico lanceoladas hasta ovaladas, 8-40 cm de largo con base aguda o truncada. Cuando jóvenes presentan un color rojizo (contenido de pigmentos en las vacuolas) y una epidermis pubescente; pero maduras, el haz es verde oscuro y con brillo escaso, el envés glauco y opaco, al principio densamente pubescente en ambas caras, después glabras, pinatinervadas, con 4-10 pares de nervaduras laterales. Pecíolo largo, semicilíndrico, al principio poco pubescente, de 1.5 a 5 cm de largo (Rodríguez, 1982).

2.2.4 Flor.

Se desarrollan inflorescencias en racimos axilares, las flores se presentan en grandes cantidades, insertadas cerca de la base del brote nuevo; raquis cilíndrico o comprimido, densamente pubescente con numerosas brácteas oblongas, lanceoladas de colores verde amarillento; pubescentes cortas y fugaces. Flores

pequeñas, verdosas, hermafroditas, densamente pubescente, pedicelos cortos (Rodríguez, 2003).

2.2.5 Fruto.

El fruto es una drupa globosa generalmente periforme, oviforme o globosa de color verde amarillento hasta marrón y púrpura. La piel puede ser notablemente rugosa, gruesa y quebradiza (guatemalteca), delgada (mexicana), o gruesa y como cuero (antillana). La pulpa de color amarillo claro verdoso, o verde claro de consistencia de mantequilla y la semilla grande, globosa o puntiaguda, con dos envolturas muy pegadas, los cotiledones son casi hemisféricos y de color rosado, blanco amarillento o verde claro (MAG, 1991).

2.2.6 Semilla.

La semilla es ovalada, como la forma de un durazno está más o menos adherida al mesocarpio, es globosa, está protegida por una cáscara dura y contiene un jugo lechoso. Las semillas del grupo racial antillano poseen una cubierta de mediana a gruesa y membranosa. En otros el endocarpio o semilla es importante en la relación fruto/semilla, siendo ideal una mayor porción de pulpa y una semilla de tamaño mediano a pequeña (Baíza, 2003).

2.3 Fenología del aguacatero.

El aguacate muestra un comportamiento fenológico característico, donde las fases de floración, formación, madurez del fruto, brotación vegetativa y letargo, se traslapan, acortan o prolongan, por las condiciones climáticas, el manejo y la alta variabilidad genética (Téliz, 2000). Por ello, es necesario estudiar características como las floraciones inusuales (locas), traslapos y alternancias de las mismas, para determinar los niveles de producción esperados. (Baíza, 2003).

2.4 Zonas potenciales en El Salvador.

No existen datos precisos acerca de las áreas cultivadas de aguacate en El Salvador, sin embargo históricamente se sitúan en las zonas cafetaleras, a nivel de patios, huertos caseros y como sombra permanente en cafetales de bajo y mediana altura. Su intervalo de adaptación inicia en elevaciones cercanas al nivel del mar hasta los 2,400 metros de altitud, en diferentes condiciones de suelo y precipitación (Figura 1A) (Baíza, 2003).

2.5 Importancia.

El aguacate es una fruta de mucha importancia en la alimentación humana, por su alto contenido de proteínas, vitaminas y minerales (Baíza, 2003). Además, es fuente de hidratos de carbono y junto con el guineo, es la fruta con mayor contenido de potasio (Cuadro 1); asimismo es una buena fuente de niacina y tiamina. Junto con las aceitunas, poseen el contenido más alto de proteínas y grasa entre todas las frutas (IICA, 2002).

El cultivo posee una gran importancia socioeconómica debido a su demanda creciente, que proporciona empleos permanentes y temporales a los participantes en la cadena agrocomercial, beneficiando a productores, comercializadores, industrializadores y consumidores (Baíza, 2003). El aguacate se consume y se comercializa en estado fresco, no obstante, existe la industrialización de diversos productos derivados, entre ellos: Puré de aguacate congelado, guacamol, aceite comestible y comestológico, shampoo, lociones y mascarillas faciales y capilares, entre otros, además el aguacate ofrece amplias posibilidades para desarrollar sistemas de producción asociados. Ejemplo de ello es la presencia de apiarios y cultivos intercalados, que son necesarios para obtener adecuados niveles de producción (IICA, 2002).

2.5.1 Contenido nutricional.

Las grasas constituyen el principal componente después del agua, por lo que su valor calórico es elevado. Aporta una baja cantidad de hidratos de carbono y menor aún de proteínas. En cuanto a la grasa que contiene, ésta es mayoritariamente monoinsaturada; el 72% del total de grasas es ácido oleico, característico del aceite de oliva. Es rico en minerales como el potasio, el magnesio y pobre en sodio (Cuadro 2). Destaca su contenido de provitamina A, vitamina E y ciertas vitaminas hidrosolubles del complejo B, como la Piridoxina (B₆) importante para el funcionamiento del sistema nervioso (Maite, 2001).

Cuadro 1. Principales componentes del aguacate.

Pulpa	Semillas	Hojas	Corteza
Aceite fijo (hasta un 13%)	Amigdalina	Taninos	Perseíta (0.9%)
Saponinas (2%)	Acido gálico	Abacatina	Resinas (3%)
Asparagina (hasta un 0.5%)	Carbohidratos	Resinas (1.33%)	Sustancias minerales (7%)
Gomas	Almidón	Clorofila (0.28%)	
Azúcar no cristalizable	Manitol	Sustancias minerales (0.3%)	
Sales del ácido málico	Azúcares	Aceite esencial (0,005%)	
		d-pineno	
		metilchavicol	

Fuente: Sitio Web (consumer, 2001)

Cuadro 2. Tabla de composición nutricional (contenido por 100 g de porción comestible).

Kcal. (n)	Agua (ml)	Proteína (g)	Grasa (g)	Hidratos de carbono (g)	Fibra (g)	Potasio (µg)	Magnesio (µg)	Provit. A (µg)	Vit. C (µg)	Folato (µg)	Vit. E (µg)
161,1	74,3	1,9	15,3	2,4	5,0	599,0	39,0	61,0	7,9	61,9	2,3

µg= microgramos. Fuente: Sitio web (consumer, 2001)

2.6 Aspectos agronómicos del cultivo.

2.6.1 Clima.

Los rasgos climatológicos que inciden en el desarrollo de la planta son: temperatura, humedad relativa, precipitaciones, radiación solar, luminosidad y los vientos. Todos estos factores no actúan aisladamente sino que se condicionan mutuamente, constituyendo una unidad climatológica donde alguno de los elementos pueda actuar como limitante.

El aguacate es más susceptible a los climas de atmósfera seca que húmeda, la humedad relativa óptima es del 60 al 70%, humedades relativas altas, favorece la proliferación de enfermedades fungosas en hojas ramas y frutos; por el contrario, humedades relativas por debajo del mínimo requerido ocasionan el cierre estomático, la consecuente deshidratación y ausencia de fotosíntesis (Baíza, 2003).

El aguacate demanda precipitaciones de 1000 a 2000 mm a lo largo del año. Por ello los regímenes de lluvia reportados para El Salvador son adecuados para el cultivo, sin embargo, se debe proporcionar riego suplementario, durante la época seca del primer año de establecimiento. Durante la fase productiva el riego localizado prolonga el período productivo, incrementando los rendimientos del 15 al 20 % mejorando las cualidades organolépticas del fruto y el desarrollo de los árboles (Baíza, 2003).

2.6.2 Condiciones edáficas.

El aguacate aunque se adapta a toda clase de suelos, los requiere ligeros, francos, ricos en materia orgánica, ligeramente ácidos, permeables, bien drenados, evitando de que no se produzcan encharcamientos por las aguas de riego o lluvia, evitando los cultivos en zonas muy lluviosas.

De ser las tierras muy alcalinas superiores a un valor pH 7.5, es muy sensible de verse afectado por la clorosis y no soporta suelos con alto porcentaje de piedra² en tal caso, su cultivo es poco aconsejable (Juscafresa, 1978).

² Comunicación personal Ing. Fidel Parada Docente de la facultad de Ciencias Agronómicas (UES, 2006)

2.7 Propagación.

En el cultivo del aguacate pueden aplicarse dos medios de propagación asexual: por estacas o por injertos; el patrón del injerto proporciona un sistema radicular fuerte y resistente a las enfermedades y a los agentes climáticos adversos, mientras que la parte aérea, tomada de un árbol cuyo fenotipo y genotipo estén perfectamente definidos, conserva las características típicas de la variedad elegida y la productividad de la planta donante (Solares, s.f.).

La propagación asexual del aguacate permite establecer grandes plantaciones de variedades comerciales en todas las zonas ecológicas que son aptas para su desarrollo, bastando para ello de disponer de unos pocos ejemplares de las mismas; y como el sistema de propagación asexual es el injerto, éste se convierte en el trabajo más importante y especializado en el cultivo del aguacate (Solares, s.f.).

2.7.1 Por semilla.

La reproducción del aguacate por semilla no es interesante en plantaciones comerciales porque la semilla del aguacate no posee la capacidad de producir embriones apogámicos por tanto todas las plantas que se obtienen son de reproducción sexual y poseen por ello su propio código genético; por otro lado, el hecho de que las modernas técnicas experimentales de multiplicación se han aplicado al aguacate, ha llegado a la necesidad de utilizar el injerto como la única vía para propagar un cultivar, las características de la planta original deben responder a la búsqueda del patrón que se necesita (Calabrese, 1992).

Para seleccionar la semilla se puede cumplir los siguientes requisitos:

1. La planta madre debe estar adaptada a la zona del cultivo y ser productora de semillas para una multiplicación masiva.
2. Las semillas deben provenir de frutos maduros y sanos.
3. Las semillas pequeñas eliminadas
4. La semilla seleccionada se siembra lo antes posible.
5. Para acelerar la germinación se le quita la cubierta a la semilla eliminándose además los posibles gérmenes en el hueso y el resto de pulpa.
6. Las semillas deben estar totalmente libres de plagas y enfermedades desinfectadas con una solución de fungicidas; también puede utilizarse agua caliente a 49 – 50°C durante media hora (Rodríguez, 1982).
7. Se corta uno o dos cm. de la punta en forma transversal conocido como corte de candado para facilitar la entrada de humedad. Según Baíza (2003), esta práctica es innecesaria en semilla fresca, ya que es una vía de entrada de patógenos; sin embargo mejora el porcentaje de germinación de estas (Avilan et.al, 1984).
8. La semilla se siembra con la punta hacia arriba con una profundidad similar a su tamaño (Rodríguez, 1982).

2.7.2 Injerto.

El injerto es sin duda alguna el procedimiento normal de propagación de los árboles frutales, el que se usa con mayor frecuencia y el que ofrece enormes ventajas sobre todos los demás, el injerto consiste en la unión íntima que se efectúa entre dos partes vegetales, de tal manera que ambas se unen, permanecen juntas y continúan su vida de esa manera dependiendo una de la otra y formando una especie de simbiosis. Una de las partes generalmente forma el sistema radical y constituye el llamado patrón o portainjerto, dando lugar la otra a la parte aérea y llamándosele injerto o variedad, pudiendo derivarse de una simple yema o de una vareta o púa; para que entre dos partes vegetales pueda ocurrir soldadura es necesario poner en estrecho contacto sus meristemas, secundarios, únicos tejidos factibles de desarrollar y unirse. Estas dos partes llegan a constituir una completa unidad en su fisiología y en su funcionamiento total, comportándose como si se tratara de un solo

individuo, pero permaneciendo invariable la composición genética de cada una de ellas (Calderón, 1998).

2.8 Generalidades sobre los injertos.

Para que haga prendimiento el injerto, es decir, para que se produzca esa unión permanente entre el patrón y el injerto se tiene que cumplir ciertas condiciones (Fuentes citado por Calderón, 1998).

2.8.1 Condiciones fisiológicas para el éxito del injerto.

Para que se produzca la unión exitosa entre el injerto y el patrón tiene que haber un contacto íntimo entre los tejidos vivos de la misma naturaleza; es decir, que el cambium del injerto tiene que coincidir con el cambium del patrón (Fuentes citado por Calderón, 1998).

Entre las condiciones que se deben cumplir para que exista el injerto tenemos:

a) Afinidad: Puede definirse como la cualidad existente entre dos individuos vegetales, para que puestos en contacto el cambium de uno con el del otro, se realice la soldadura de los tejidos (Calderón, 1998).

b) Compatibilidad: Es la característica que determina que la unión persista en forma conveniente; la compatibilidad depende al igual que la afinidad del parentesco botánico, pero de ella puede haber grandes grados muy diferentes, en muchas combinaciones de injerto ha sido observada afinidad que ha determinado la soldadura inicial, pero no existiendo compatibilidad entre las partes, el injerto ha dejado de tener éxito, ya sea por ruptura y separación de ellas, ya por muerte del organismo resultante y sin síntomas localizados y determinados, en especial en el punto de injertación (Calderón, 1998).

c) Incompatibilidad: Incapacidad que presentan dos plantas para establecer con éxito una unión del injerto (Aguilar y Cabrera, 2003).

2.8.2 Condiciones externas para injertar.

1. Habilidad del injertador y del método de injertación que use (Calderón, 1998).
2. Época de injertar: el injerto se realiza durante el tiempo de actividad de la planta, o sea como cuando hay circulación de la savia.
3. Condiciones ambientales: Se pueden considerar como temperaturas óptimas las comprendidas entre 15 y 25°C, conviene que haya una humedad moderada si el ambiente es demasiado seco se mueren las células próximas a los cortes y si es excesivamente húmeda se pudren las zonas heridas.
4. Técnica operatoria: Ello se consigue cuando el operario tiene habilidad operatoria y dispone de instrumentos adecuados que permite hacer unos cortes limpios (Fuentes citado por Calderón 1998).

2.9 Cuidados Postinjerto.

1. Riego continuo.
2. Eliminación de los chupones.
3. Eliminación del patrón.
4. Control de malezas.

2.10 Uso de cubrecortes.

Muchos autores recomiendan usar sustancias cubrecortes para evitar el contacto con el aire a las heridas o cortes efectuados en el patrón e injerto, y favorecer la cicatrización; estas sustancias pueden ser pastas o betunes denominados mástic o ungüentos, que llevan distintos nombres según el fabricante o región donde se elaboran (Silva Lezama, 1968).

Baíza (2003), recomienda el uso de ceras de abeja, pinturas acrílicas o parafina para la protección de las heridas hechas a los árboles ya sea por injerto o tipo de poda, pero en casos de regeneración o de cambio de copa; otros autores recomiendan el uso de fungicidas o la combinación de diferentes componentes para este mismo fin.

Silva Lezama (1968), en su libro “Granja” cita el uso de mástic o ungüentos elaborados a partir de sustancias como cera, resina, pez negra o blanca, grasa o sebo, alcohol desnaturalizado y ocre colorado en diferentes combinaciones.

2.10.1 Cera de abejas.

- **Protección:** debido a su carácter altamente hidrófobo, repelen el agua, y a nivel orgánico recubren ciertos tejidos dándoles consistencia y protección frente a la acción externa.
- **Estructural:** las ceras frecuentemente se encuentran formando cubiertas protectoras e impermeabilizantes, normalmente recubriendo las partes aéreas de las plantas, flores o frutos para repeler los parásitos y ayudar a conservar el agua del vegetal (Wikipedia, 2005).

2.10.1.1 Cera de Apis mellifera.

Actualmente en México se está utilizando como cubrecorte aplicada directamente sobre las heridas realizadas en injertos de púa terminal y al despatronar³.

2.10.1.2 Cera de Melipona beecheii.

Los apicultores reportan el uso de cera de abeja sin aguijón como sellador de injertos (Wikipedia, 2005).

2.10.2 Parafina.

Se han tenido referencias del uso de parafina para cubrir los cortes que se hacen al momento de despatronar frutales como el aguacate⁴.

2.10.3 Tapazheal.

Es una emulsión de bitumen que se usa en las podas y heridas para rápida cicatrización; contiene un fungicida el cual no permite el ingreso de enfermedades en

³ Comunicación personal Ing. Vladimir Baíza. Especialista de en Frutas Nativas del IICA (IICA, 2005)

⁴ Comunicación personal Ing. Vladimir Baíza. Especialista de en Frutas Nativas del IICA (IICA, 2005)

la herida, apresura la formación del calló leñoso, no es lavado por lluvia fuerte o riego y no es fitotóxico a las plantas personas, abejas, pájaros y otros.

Ventajas:

- Regeneración rápida
- Regeneración más fina, uniforme y consistente
- Fácil aplicación con brocha
- Más rápido de aplicar
- No lastima las manos del aplicador
- Se aplica en invierno y verano

2.11 Importancia de la fertilización en viveros.

Los fertilizantes son los elementos nutritivos que se suministran en las plantas para complementar las necesidades de crecimiento y desarrollo.

La fertilización en vivero tiene como fin una alimentación equilibrada del cultivo y así prepararlo para su fase de establecimiento definitivo. (Nicolás y Roche citado por Aguilar y Cabrera, 2003).

2.12 Mecanismos de absorción y transporte de los nutrimentos en las hojas.

La absorción foliar se define como el paso de sustancias a través de la cutícula de las hojas, y es un medio tanto de corrección complementaria de fertilización, como forma única de suministro de algunos nutrimentos. La absorción foliar es el contacto de la solución nutritiva con la superficie de la hoja y posteriormente, para el paso de las sustancias a su interior, deben a atravesar la cutícula como primera barrera y luego la pared celular para finalmente pasar por la membrana celular, antes de ingresar al citoplasma.

Existen dos vías de transporte de los nutrimentos dentro de la hoja antes de alcanzar el tejido vascular: apoplasto y simplasto. Las vías de transporte de los nutrimentos entre la epidermis, el mesofilo y las células del parénquima esponjoso al tejido vascular, es producto de los fotoasimilados. Esto basado en la consideración de que el transporte abajo de las hojas tiene lugar a través del floema, similar al transporte de

los fotosintatos. El transporte de solutos de los sitios de fotosíntesis del mesófilo al floema es a través del continuo simplástico, los solutos entran al apoplasto en algunos puntos cercanos a los elementos de sieve o al complejo de células acompañantes, seguido por una absorción activa por las células del floema, (García, García citado por Aguilar y Cabrera, 2003).

2.13 Fertilizantes orgánicos.

2.13.1 Lombriabono.

El humus de lombriz, lombriabono es un fertilizante orgánico de alto rendimiento obtenido a partir de una mezcla balanceada de estiércoles que aseguran un compuesto altamente estable de gran uniformidad, alto contenido nutrimental y excelente estructura física, porosidad aireación, drenaje y alta capacidad de retención de humedad. Lo cual lo convierte en un fertilizante de alto rendimiento y absorción inmediata (Gómez, s.f.).

El aporte del humus de lombriz a los terrenos incluye tres factores: físico, químico y biológico.

Factores químicos: El humus es un coloide con gran capacidad de absorción de vigorizantes naturales, tales como minerales de calcio, potasio, magnesio, hierro, nitrógeno y fósforo, que pasan al agua del suelo cuando la planta lo requiere.

Factores físicos: En suelos sueltos y arenosos proporciona una mayor retención de agua evitando el lixiviado, es decir, el lavado de los nutrimentos.

En aquellos que son pesados y arcillosos, el humus envuelve las partículas de arcilla, transformándolas en otras que retienen el aporte nutricional, facilitando asimismo la distribución de agua y aire.

Factores biológicos: El aporte de colonias de microorganismos y enzimas es fuente de energía vital a causa del proceso de humificación y posterior mineralización en los terrenos.

Algunas de sus características más importantes son:

1. Bioestabilidad.
2. Aumenta la solubilización de nutrimentos.
3. Aumenta el porte de plantas, árboles y arbustos.
4. Acción antibiótica.
5. pH neutro.
6. Aporta nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, boro, y los libera gradualmente.
7. Aumenta la retención hídrica de los suelos.
8. Restaura la actividad biológica del suelo, es un gran elemento corrector-mejorador del sustrato superficial.
9. Mejora la estructura del suelo, Romero Pérez citado por Aguilar y Cabrera (2003), menciona que hay producción de hormonas como el ácido indol acético y ácido giberélico y la estimulación de la germinación, crecimiento y las funciones vitales de las plantas.

2.13.2 Suero de leche.

El suero es la fase acuosa que se obtiene cuando se separa la cuajada en el proceso de la elaboración de los quesos o la caseína. La mayor parte del agua contenida en la leche se encuentra en el suero y en ella se encuentran todas las sustancias solubles como la lactosa, proteínas solubles, sales minerales, y algo de grasa (Revilla citado por Aguilar y Cabrera, 2003).

Los datos de la aplicación de suero son escasos, los agricultores empíricamente lo utilizan como nutrimento foliar para las plantas y como controlador de plagas y enfermedades. Según análisis químicos realizados al suero de leche (Cuadro 3). En el estudio preliminar para evaluar las posibles aplicaciones en la agricultura se demostró que contiene nitrógeno suficiente para ser considerado un excelente abono líquido foliar nitrogenado.

Los niveles de potasio y fósforo son bajos, pero se podrían mejorar con la adición de algunas fuentes de fosfato monopotásico así mismo, los niveles de Calcio bajo se pueden solucionar con la adición de carbonato de calcio que a la vez neutralizaría el

proceso normal de acidificación del suelo. El suero de leche contiene altos niveles de nutrimentos, Fe, Zn, Mn por lo tanto es un biofertilizante que puede llenar las necesidades de las plantas que sufren deficiencias (Obregón et al, 2001).

Cuadro 3 Contenido nutrimental del suero de leche.

Nutrimentos	Unidad
Nitrógeno (N)	0.0825%
Fósforo (P)	0.0299%
Potasio (K)	0.130839%
Calcio (Ca)	327.87 ppm
Hierro (Fe)	3.40 ppm
Cobre (Cu)	0.69 ppm
Zinc (Zn)	0.95 ppm
Manganeso (Mn)	5.75 ppm
PH	7.4

Fuente: Obregón *et al* (2001).

2.14 Fertilizantes químicos.

2.14.1 Formula 15-15-15.

Se denominan abonos compuestos porque contienen por lo menos dos de los tres elementos fertilizantes N-P-K. La fórmula 15-15-15 es un abono químico granulado completo para uso en suelos. Se designan mediante una formula de dos o tres números que expresan la cantidad de cada elemento contenido en 100 Kg de abono. Su equilibrada composición 15-15-15 lo hace versátil para aplicaciones en empastados, macetas, canteros, árboles frutales y todas las especies ornamentales. Su forma de uso y dosificaciones son muy variables, de acuerdo al tipo de plantas en que sea utilizado (Guerrero citado por Aguilar y Cabrera, 2003).

Por su composición química N - P- K se les llama macroelementos, porque son los más importantes para el mantenimiento de las plantas y flores, para su crecimiento, reproducción, floración, desarrollo y para prevenir enfermedades. Si falta alguno de estos en el suelo la planta pronto demostrará síntomas de enfermedad. Es

importante siempre proveer a la planta de estos minerales en forma orgánica o química (Guerrero citado por Aguilar y Cabrera, 2003).

2.14.2 Abono foliar (Bayfolán).

El Bayfolán es un activador del crecimiento que se aplica en las hojas, y ejercen especiales influencias sobre el aumento de rendimiento y el mejoramiento de la calidad de toda clase de plantas, es un fertilizante foliar y la efectividad de la fertilización depende en gran medida de la cantidad absorbida de la sustancia a través de la superficie (siendo importante la composición química de las hojas) y de su traslado por los conductos floemáticos, requiriendo un gasto de energía metabólica.

Entre las partes aéreas de las plantas las hojas son las más activas en la absorción de las sustancias aplicadas, pues tienen una mayor superficie expuesta. Estas sustancias nutritivas deben penetrar la cutícula, las paredes (primarias y secundarias) y la membrana plasmática hasta llegar al interior de la hoja (Rodríguez, 1982).

2.15 Uso de hormonas.

2.15.1 Giberelinas.

Las giberelinas se sintetizan principalmente en las hojas jóvenes y en las semillas en cuyo endospermo se ha encontrado un receptor no identificado. Se conocen actualmente 72 giberelinas, pero no todas aparecen en las plantas superiores y muchas de ellas no son activas, por carecer de receptor. La biosíntesis se presenta a partir del ácido mevalónico, el transporte es por el floema cuyo flujo parece estar activado por las giberelinas, las cuales existen en forma libre y conjugada.

Las giberelinas actúan sobre el ARN desreprimiendo genes y que en algunos casos se han identificado. A diferencia de las auxinas la acción estimulante del crecimiento se manifiesta en un rango muy amplio de concentraciones lo cual parece indicar que el número de receptores es muy grande o bien hay una continua síntesis de ellos. El nivel de AG_3 aumenta conforme se desarrolla el embrión y luego decrece cuando la semilla madura.

El AG₃ alarga los tallos de plantas en roseta y otras formas enanas, mientras que el efecto en plantas normales es menor. El enanismo en las plantas se debe a varios pares de genes, pero hay otro tipo de AG₃ que forman otros tipos de conjugados los cuales sugieren que la formación de estos es esencial para el crecimiento normal y está gobernado por genes diferentes a los que gobiernan la producción de AG₃ (Garcidueñas et. al, 1993).

Por otra parte los efectos de AG₃ en la movilización de nutrimentos por el floema son los generales de activación del flujo de savia elaborada por las hormonas involucrando la direccionalidad al follaje, frutos, meristemas apicales, etc.

Los efectos citológicos determinan efectos orgánicos que para las giberelinas son principalmente: inducción a la germinación, estimulación al alargamiento del tallo floral en plantas de días largos, cambios en la sexualidad, crecimiento de los frutos y follaje más profuso (Garcidueñas *et al*, 1993).

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 Localización del experimento.

La investigación se realizó en el lote La Bomba de la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador (EEP), ubicado en el cantón Tecualuya del municipio de San Luís Talpa, departamento de La Paz, situado en el Km 52 de la carretera que va hacia el Puerto de La Libertad, con coordenadas geográficas de 13°28.3" LN, 89°05.8" LO y una elevación de 50 msnm.

3.2 Condiciones climáticas de la zona.

El aguacate se adapta a una diversidad de climas tropicales y subtropicales, por ello es necesario conocer los requerimientos agroecológicos específicos para cada variedad.

La interacción de los factores climáticos, determina la factibilidad del cultivo. A continuación se presentan los promedios mensuales de precipitación (Gráfico 1), Humedad Relativa (Gráfico 2), Temperatura (Gráfico 3) y Viento (Gráfico 4) que hubo en la EEP.

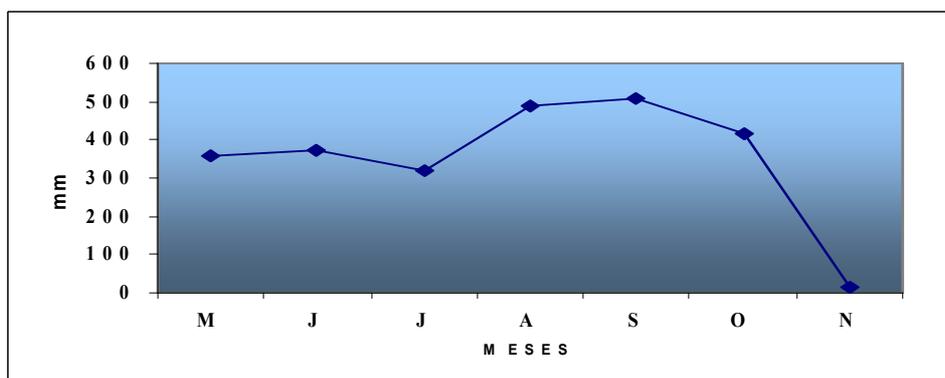


Gráfico 1. Comportamiento de la precipitación acumulada mensual durante los meses de mayo a noviembre 2005. Estación La Providencia.

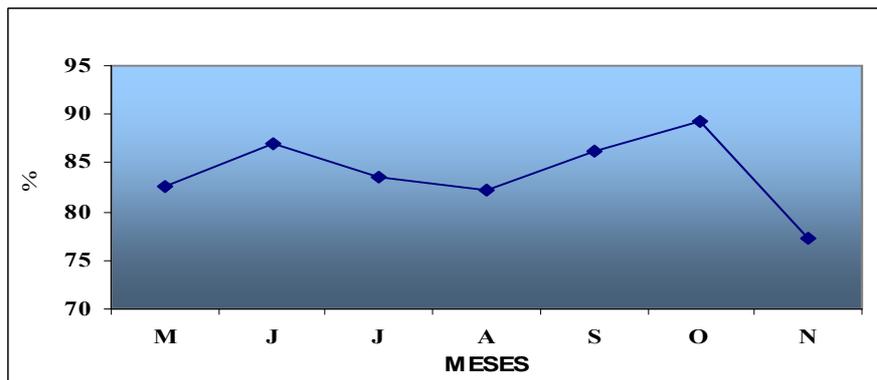


Gráfico 2. Comportamiento de la humedad relativa promedio mensual durante los meses de mayo a noviembre 2005. Estación La Providencia.

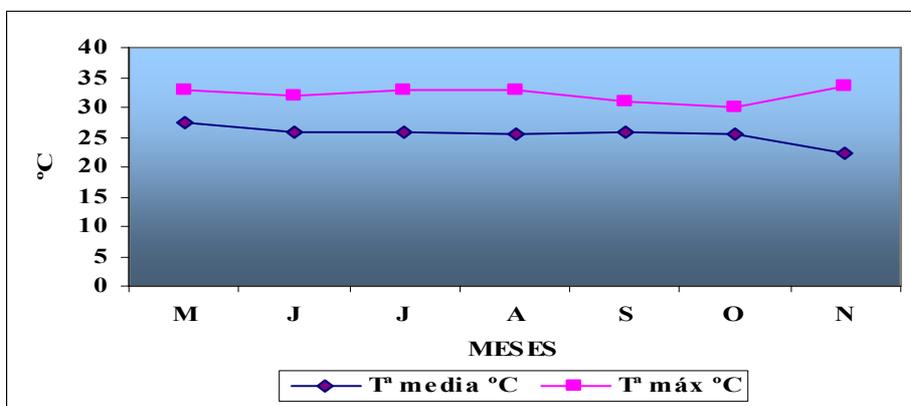


Gráfico 3. Comportamiento de las temperaturas promedios mensuales medias y máximas durante los meses de mayo a noviembre 2005. Estación La Providencia.

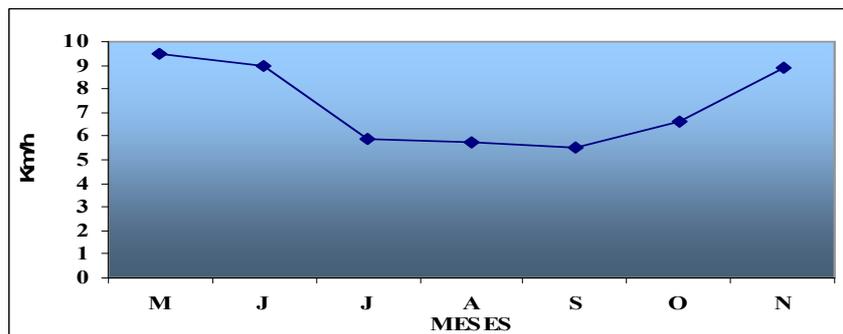


Gráfico 4. Comportamiento de la velocidad del viento promedio mensual durante los meses de mayo a noviembre 2005. Estación La Providencia.

3.3 Metodología de campo.

a) **Desarrollo del experimento:** La fase de campo del experimento se desarrolló en ocho meses, desde el 18 de abril hasta el 25 de noviembre del 2005, iniciando desde la recolección de semillas para el establecimiento del vivero, hasta la última toma de datos.

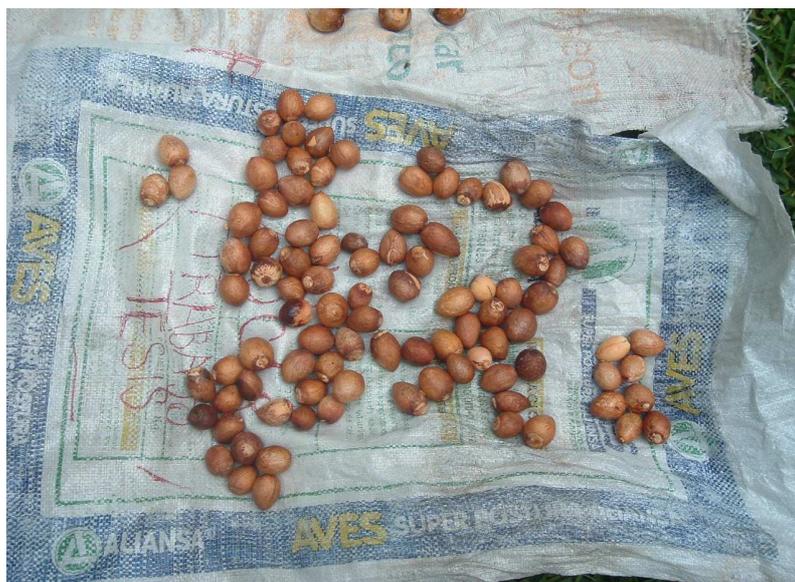
La fase de campo se dividió en diferentes etapas:

b) **Recolección de semillas:** se obtuvieron del árbol denominado UES Talpeño (UESEEPB0501CR1), que se encuentra en el lote La Bomba de la Estación Experimental, caracterizado como perteneciente a la raza antillana (Avalos, et al, 2006) (para esta actividad, se recolectaron 500 frutos maduros (Fotografía 1) tomados directamente del árbol, de las cuales se seleccionaron 300 semillas tomando en cuenta que fueran grandes, de tamaño uniforme, que mostraran sana apariencia, y sin daños de plagas o enfermedades.



Fotografía 1. a) Frutos recolectados b) pulpa de la fruta, c) semilla de la fruta

- c) **Desinfección de la semilla:** Cada semilla se despulpó sometiéndola a un lavado de agua y jabón suave, exponiéndose luego al sol por un periodo no mayor de 30 minutos, para facilitar el desprendimiento de la cáscara. Para garantizar que las semillas estuvieran libres del hongo *P. cinnamomi* fueron sumergidas en agua caliente a una temperatura de 50°C por 30 minutos; se dejaron enfriar y secar a temperatura ambiente (Fotografía 2).



Fotografía 2. Semillas de *Persea americana* mill después de la desinfección.

- d) **Conservación de la semilla:** Las semillas fueron envueltas en papel periódico húmedo y guardadas en bolsas de polietileno para luego colocarlas en el refrigerador durante una semana, mientras se preparaban las bolsas para siembra directa.
- e) **Desinfección del sustrato:** Para la desinfección el sustrato se colocó al sol tres días durante 8 horas.
- f) **Llenado de bolsas:** Se llenaron 150 bolsas negras de polietileno de un tamaño de 9x12", con una mezcla de 50% tierra negra, de textura franco arenoso, 25% de lombriabono y 25% de cascajo; y 150 bolsas de las mismas dimensiones que

las antes mencionadas con una mezcla de 75% de tierra negra, textura franco arenosa y 25% de cascajo. Las bolsas fueron colocadas bajo sombra, en la zona continua al modulo de lombricultura; divididas en dos columnas a 50 cms entre sí, las que contenían lombriabono en el sustrato de las que no lo contenían, se colocaron cinco bolsas en cada fila (Fotografía 3).



Fotografía 3. Llenado de bolsa

g) **Siembra de la semilla:** A cada semilla se le hizo dos cortes, uno en la punta y otro en la parte ancha en forma transversal, aproximadamente a 2 cms teniendo el cuidado de no dañar el embrión; esto se hizo para acelerar el proceso de germinación, después las semillas se sembraron directamente a la bolsa, colocando la parte ancha hacia abajo y la punta hacia arriba (Fotografía 4).



Fotografía 4. Siembra de la semilla en las bolsas.

h) Riego de las plántulas: El riego se realizó diariamente con regadera o manguera durante el período de duración del experimento.

i) Traslado de las plantas al lugar definitivo del ensayo: A los 15 días después de la germinación, las plantas fueron trasladadas al lugar definitivo de ubicación del ensayo, a la par del módulo invernadero, siempre en el lote La Bomba. Las plantas fueron colocadas a media sombra, divididas en dos columnas a 50 cms entre sí, las que contenían lombriabono en el sustrato de las que no lo contenían, se colocaron cinco bolsas en cada fila (Fotografía 5).



Fotografía 5. Lugar definitivo del experimento.

j) Montaje del experimento: Se seleccionaron las plantas, realizando una toma de datos con el objetivo de uniformizar la conformación de los bloques, para luego realizar el principio de azarización y cumplir con el diseño, tomando en cuenta el diámetro, altura y número de hojas, después de seleccionadas, se colocaron en un área de 35 m². El cual estuvo constituido por tres bloques y cada uno compuesto por 60 plantas; después se procedió a realizar la respectiva identificación de los tratamientos (Fotografía 6).



Fotografía 6. Establecimiento final del experimento, a) vista frontal b) vista lateral

3.4 Variables estudiadas.

Las variables que se estudiaron en la investigación son:

- a) Porcentaje de germinación
- b) Altura de la planta
- c) Incremento de altura
- d) Diámetro del tallo
- e) Incremento en diámetro del tallo
- f) Número de hojas
- g) Incremento en el número de hojas
- h) Área foliar
- i) Peso fresco
- j) Peso seco
- k) Peso específico de hojas (PEH)
- l) Porcentaje de prendimiento del injerto
- m) Grados días de desarrollo (GDD)
- n) Porcentaje de infección por muerte regresiva.
- o) Avance de la enfermedad.

3.5 Material vegetal utilizado.

Para la realización del ensayo, se hizo una selección de las plantas que reunían las condiciones necesarias (uniformidad de tamaño, diámetro de tallo, etc.), y las yemas (vegetativa y floral) (Fotografía 7) que se utilizaron para la injertación, fueron extraídas del árbol UES Talpeño (UESEEPB0501CR1) del lote La Bomba.



Fotografía 7. Yemas utilizadas en el ensayo, a vegetativa y b floral.

3.6 Descripción de los tratamientos.

3.6.1 Descripción de los programas de desarrollo aplicados.

Programas de desarrollo:

T1= AG₃ + 15-15-15 +abono foliar + despatronado

T2= AG₃ + 15-15-15 +abono foliar + sin despatronar

T3 = Lombriabono + suero de leche + despatronado

T4 = Lombriabono + suero de leche + sin despatronar

T5= AG₃ + 15-15-15 +abono foliar + cera de Apís

T6= AG₃ + 15-15-15 + abono foliar + cera de melipona

T7= AG₃ + 15-15-15 +abono foliar+ parafina

T8= AG₃ + 15-15-15 +abono foliar + tapazheal

T9 = Lombriabono + suero de leche + cera de Apís

T10 = Lombriabono + suero de leche + cera de Melipona

T11 = Lombriabono + suero de leche + parafina

T12 = Lombriabono + suero de leche + tapazheal

3.7 Abonos orgánicos.

Lombriabono y suero de leche: De estos abonos solamente se le realizó análisis químico nutrimental al lombriabono (Cuadro 2A.), en el caso del suero de leche se tomó como referencia el contenido nutrimental del análisis hecho por Aguilar y Cabrera (2003); (Cuadro 3).

3.8 Abonos químicos.

Fórmula 15 – 15 – 15 y Abono Foliar (Bayfolán): A estos abonos no se les realizó análisis químico nutrimental debido a que se tomó como referencia el contenido detallado en la etiqueta de cada uno, pero se incluye en Cuadro 3A

3.9 Aplicación de los tratamientos Fase I (Fertilizantes).

La aplicación de tratamientos se realizó, desde la primera semana que se instaló el experimento, luego cada 15 días la aplicación de abonos foliares y una vez al mes la aplicación al suelo.

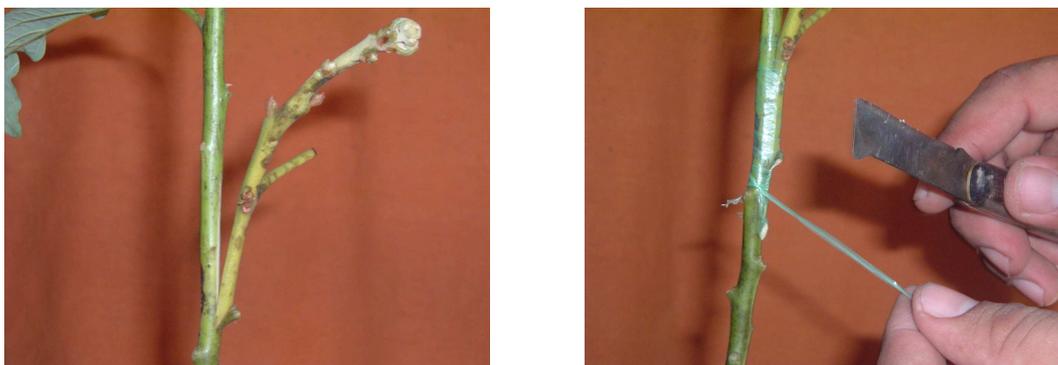
La aplicación de los foliares, se hizo con atomizadores con capacidad de medio litro, rociando cada planta hasta dejarla húmeda, tanto en el haz como en el envés de la hoja; durante la aplicación de estos tratamientos se usaron dos divisiones de durapax para evitar la contaminación con otros tratamientos.

Las dosis aplicadas fueron: en el caso del suero de leche $5.5 \text{ cc.planta}^{-1}$, la dosis utilizada de AG_3 fue de 6 g.l^{-1} ; se ocuparon 6 cc.l^{-1} de Bayfolán por aplicación.

Respecto a los abonos al suelo el lombricompost fue adicionado al sustrato con una cantidad de $568 \text{ g.planta}^{-1}$; y formula 15 – 15 – 15 en dosis de $10 \text{ g. planta}^{-1}$.

3.10 Injertación.

La injertación se realizó el 7 y 8 de septiembre del 2005, el método de injerto utilizado fue el de enchapado lateral, las yemas se prepararon ocho días antes. La preparación consistió en eliminar las hojas de los brotes terminales dejando solo el pecíolo el cual se desprendió a los ocho días y haciendo un corte aproximado de 3 a 5 cm de longitud para hacerlo coincidir con el corte longitudinal, realizado al portainjerto a una altura de 30 a 40 cm arriba del cuello entre el tallo y la raíz, posteriormente se procedió a amarrar la zona de la unión con una cinta de polietileno de 2 cm de ancho x 20 cm de largo aproximadamente (Fotografía 8). La preparación de las yemas se hizo coincidir con la luna nueva, la cual parece estimular el proceso de activación de las mismas.⁵



Fotografía 8. Método de injertación y amarre del injerto al patrón.

3.11 Aplicación de los tratamientos Fase II (Cubrecortes).

3.11.1 Cera de abejas.

Una semana después de realizado el injerto se hizo la aplicación de cubrecortes, para lo cual se utilizaron las dos ceras de abeja, parafina y el tapazheal; las tres primeras fueron sometidas a calor para poder ser utilizadas y los cuatro tratamientos se aplicaron a los cortes con brocha (Fotografía 9).

⁵ Comunicación personal ing. Fidel Parada. Docente de la Facultad de Ciencias agronómicas(UES, 2005)



Fotografía 9. a) Corte de ápice, b) aplicación de cubrecorte, c) cera de Apis mellifera d) cera de Mellipona beecheii e) parafina f) tapazheal.

3.12 Control fitosanitario.

El control de malezas se efectuó en forma manual por estar en bolsas de polietileno, la frecuencia fue cada 15 días hasta la finalización del ensayo.

El control de plagas y enfermedades se realizó desde el 8 de junio de 2005 con aplicaciones alternadas de Manzate, Benlate y Antracol a una diferencia de ocho días entre cada aplicación hasta la finalización del ensayo.

3.13 Metodología estadística.

3.13.1 Diseño experimental.

El diseño estadístico utilizado fue bloques al azar con tres repeticiones y doce tratamientos. Cada unidad experimental estuvo conformada por cinco plantas.

3.13.2 Modelo estadístico.

El modelo estadístico para este diseño se presenta con las siguientes formulas matemática (cuadro 4) (Nuila y Mejía, 1990).

$$\hat{Y}_{ij} = \mu + T_i + E_j + E_{ij}$$

Donde:

\hat{Y}_{ij} = Es la respuesta observada en cualquier unidad experimental o celda. (i, j)

μ = Es la media del experimento.

T_i = Es el efecto de cualquier tratamiento (i)

E_j = Es el efecto de cualquier bloque

E_{ij} = Es el error experimental en la celda ij

Cuadro 4. Cuadro de ANVA.

Fuente de variación	G. L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F, observada
Bloques	b – 1	B $\sum Y_{2.j/a} - (Y)^2/n_j = 1$	SC bloques/b-1	CM bloques/ CME
Tratamientos	a – 1	A $\sum Y_{2.i/b} - (Y)^2/n_i = 1$	SC trat./a-1	CM trat/ CME
Error experimental	(a -1) (b-1)	SC total – SC bloques + SC Tratamientos	CC error/ (a=1)(b=1)	
Total	Ab -1	Ab $\sum \sum Y_{2ij} - (Y\dots)^2/ab \quad i = 1 \quad j = 1$		

Siendo $y_{..}$ = El Gran Total $y_{i.}$ = Total del tratamiento $y_{.j}$ = Total del bloque.

3.13.3 Factores en estudio.

Los factores en estudio dentro de la investigación fueron: fertilización (orgánica y química) y uso de cubrecortes.

3.14 Variables evaluadas.

3.14.1 Porcentaje de germinación.

Esta variable se midió a los 15 dds, y los 30 dds, para sacar el porcentaje de germinación, se contaron las plantas germinadas y se dividieron por el total de semillas sembradas; este resultado se multiplico por cien.

3.14.2 Altura de la planta e incremento de altura.

La altura de plantas se comenzó a evaluar desde el establecimiento del experimento tomando la altura inicial con una cinta métrica de 5 m, con mediciones cada 15 días. La altura se tomó desde el cuello de la planta (tallo – raíz) hasta la yema apical y posteriormente se tomó el incremento absoluto de esta variable que esta dada en cms.

3.14.3 Diámetro del tallo e incremento del diámetro.

Esta variable se midió con un vernier o pie de rey tomándose en cuenta una altura del suelo a la planta de 5 cm, después se tomó a una altura del suelo a la planta de 20 cm hasta que logró un diámetro de 0.9 a 1 cm, rango que indicó que la planta estaba apta para ser injertada. Luego se tomó el incremento absoluto que representa la última medida menos la primera.

3.14.4 Número de hojas e incremento del número de hojas.

Se realizó por conteo manual de las hojas cada 15 días a partir del montaje del experimento. En esta variable se consideró evaluar también el crecimiento absoluto, dado por la diferencia del último muestreo menos del primero y expresándose como un incremento.

3.14.5 Peso fresco y seco.

Se tomaron de las hojas de cada planta por tratamiento y por repetición cinco hojas, el parámetro de selección fue el de tomar las hojas que estuvieran arriba de 20 cm del cuello del tallo y debajo de la primera yema apical, en forma alterna. Luego se procedió a tomarles el peso fresco por medio de una balanza semianalítica antes del secado.

El secado se realizó por medio de una estufa, colocándola en bolsas de papel perforadas durante 24 horas a una temperatura de 75°C, posteriormente se procedió a pesar las muestras. Ambas variables están expresadas en gramos.

3.14.6 Área foliar.

Se determino a través del método de la cuadrícula, dibujando 1 hoja de cada planta que formaba una unidad experimental, luego se dividió el área total entre 5 esta variable está dada en cm²

3.14.7 Peso específico de la hoja.

Esta variable se calculó dividiendo el peso seco entre el área foliar de las hojas. Está dado en grs. cm^{-2} y expresa la ganancia de fotosíntesis por cm^2 de tejido foliar.

3.14.8 Porcentaje de prendimiento del injerto.

Se obtuvo dividiendo el número de plantas donde el injerto tuvo éxito entre el total de plantas injertadas por tratamientos y multiplicándola por 100.

3.14.9 Grados Días de Desarrollo (GDD).

Fue el período transcurrido desde que se injerto hasta el momento que comenzó la brotación de yemas. Para este valor se calcularon unidades calor expresadas como grados días de desarrollo (Cruz Hernández citado por Aguilar y Cabrera, 2003). Para obtener este valor se utilizaron las temperaturas medias diarias desde que se injerto hasta el momento que estaba seguro el prendimiento, utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{GDD} = \sum (T_i - T_b)$$

Donde:

GDD = Constante térmica en grados días a desarrollo.

T_i = Temperatura promedio.

T_b = Temperatura base del cultivo.

3.14.10 Porcentaje de infección por muerte regresiva.

Para esta variable se hicieron tres tomas de datos cada 15 días después de aplicados los cubrecortes, se contabilizaron las plantas que presentaron síntomas de muerte regresiva en cada tratamiento, dividiéndose por el total de plantas y multiplicándose por cien.

3.14.11 Avance de la enfermedad.

Para esta variable se hicieron tres tomas de datos cada 15 días después de aplicados los cubrecortes, se elaboró una tabla con un intervalo de cuatro niveles (1-10; 11-20; 21-30 y > de 30 cm), para cada tratamiento, se contabilizaron las plantas .y se ubicaron según el nivel de infección que presentaba. (Fotografía 10).



Fotografía 10. Avance de muerte regresiva en plantas de aguacate criollo (Persea americana mill).

3.15 Análisis estadístico.

Para cada una de las variables se realizó el análisis de varianza en cada muestreo de manera individual. Estos análisis se realizaron con el programa Statgrafics plus 4.0, con su respectiva prueba de DMS, para comparación de medias y así como la determinación de la correlación entre variables calculando el coeficiente de correlación de Pearson.

3.16 Análisis fitopatológico.

Se realizó un análisis fitopatológico a muestras recolectadas en todos los tratamientos de plantas que manifestaron muerte regresiva en el laboratorio fitopatológico del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria (CENTA) (Cuadro 6A y 7).

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Para las variables de crecimiento se hicieron cinco muestreos a las cuales se aplicó el análisis estadístico y prueba de medias DMS a cada variable, mostrando diferencia significativa en la mayoría de los tratamientos.

4.1 Porcentaje de germinación.

En el desarrollo del experimento, se midió el porcentaje de germinación en dos sustratos: Tierra + Cascajo y Tierra + cascajo + lombriabono, en los cuales a los 15 días después de la siembra (dds) el porcentaje de germinación de las semillas que se sembraron en el primer sustrato fue de 82.96% y en el segundo fue de 85.33%; y a los 30 dds el porcentaje de germinación fue de 88.66% y 88.88% respectivamente, determinando que las semillas sembradas en el sustrato que contenía lombriabono tuvieron una germinación precoz en relación con las del otro sustrato debido a la excelente estructura física del lombriabono que además aportó al sustrato una mejor aireación, textura y consistencia cuando fue mezclado a la tierra y el cascajo influyendo en la germinación de la semilla y en el desarrollo de las plántulas, de acuerdo a la Asociación para El Progreso de las Comunicaciones (APC, 1998).

Además se observó que el doble corte de candado realizado a las semillas aceleró el proceso de germinación de ambos grupos reduciéndolo a 30 días que es la mitad del tiempo reportado por los viveristas según Baíza (2003).

4.2 Altura de planta, Número de hojas y Diámetro del tallo.

Los programas de desarrollo produjeron una diferencia estadística significativa en la altura de las plantas (Cuadro 5 y 9A), a partir de los 100 dds en los tratamientos T₄ (testigo de lombriabono + suero de leche sin despatronar), T₁₁, (lombriabono + suero de leche + parafina) y T₁₂ (lombriabono + suero de leche + tapazheal) mostrando mayores alturas el T₄, y de la misma forma a los 110 y 125 dds, los resultados que se obtuvieron fueron a causa de la alta concentración de nutrimentos contenidos en el lombriabono según el análisis hecho al sustrato en mención (Cuadro 3A) además, reforzado con las aplicaciones foliares de suero de leche, que contiene altas cantidades de nitrógeno como lo reflejó el análisis (Cuadro 3), esto coincide con lo

reportado por Aguilar y Cabrera (2003) quienes encontraron en plantas de anona desarrolladas con tratamientos similares los mejores resultados; a diferencia de las plantas de aguacate que fueron fertilizados químicamente, debido a que el suelo, aunque no reportó deficiencias de nutrimentos en su análisis (Cuadro 2A), presentó menores niveles de los nutrimentos analizados con respecto al lombriabono.

En general el comportamiento de esta variable se puede apreciar en el Gráfico 5(a, b y c).

Al analizar el crecimiento absoluto expresado como el incremento de altura, se observó que estadísticamente hubo diferencias significativas (Cuadro 5 y 9A) entre las medias de cada tratamiento. Los resultados obtenidos reflejan que T₄ obtuvo un mayor crecimiento absoluto de las plantas (Gráfico 9).

Cuadro5. Efecto de fertilización foliar y al suelo de la variable altura del tallo en plantas de aguacate criollo (Persea americana mill).

FECHAS												
Tratamientos	60dds	*	80dds	*	100dds	*	110dds	*	125dds	*	Incremento de altura	*
T1	29.91	ab	34.56	ab	38.00	ab	41.76	b	55.33	ab	25.42	b
T2	24.11	b	29.20	b	34.56	b	41.36	b	51.43	b	27.32	ab
T3	30.16	ab	39.10	ab	49.80	ab	60.18	ab	71.60	ab	41.44	ab
T4	32.20	ab	41.50	ab	56.53	a	68.40	a	81.60	a	49.40	a
T5	24.83	ab	29.93	b	34.86	b	44.13	ab	54.96	ab	30.13	ab
T6	24.76	ab	31.56	ab	37.66	ab	50.30	ab	64.60	ab	39.83	ab
T7	24.50	ab	30.12	b	37.06	ab	47.40	ab	61.10	ab	36.60	ab
T8	23.46	b	33.96	ab	43.80	ab	56.36	ab	67.66	ab	44.20	ab
T9	34.30	ab	42.96	ab	51.20	ab	60.86	ab	74.90	ab	40.60	ab
T10	30.50	ab	37.96	ab	45.83	ab	56.60	ab	69.10	ab	38.60	ab
T11	32.50	ab	41.92	ab	53.73	ab	65.03	a	79.23	ab	46.73	ab
T12	37.70	a	47.63	a	54.86	ab	64.96	a	77.86	ab	40.17	ab

*= significancia al 95%

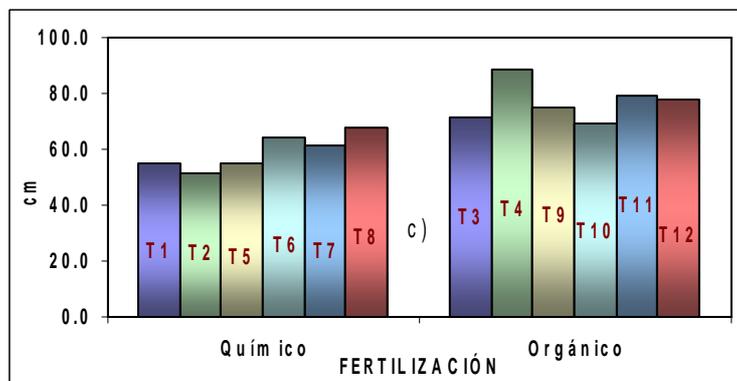
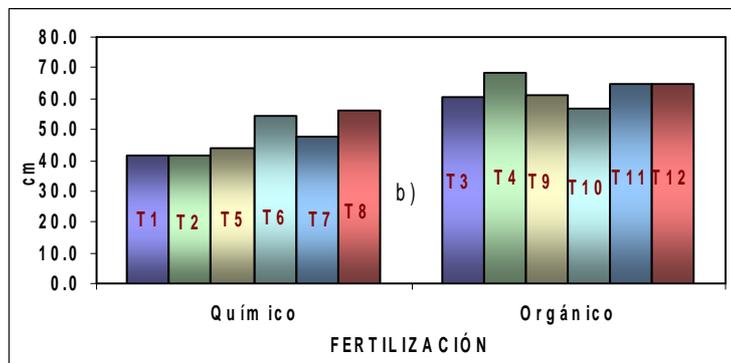
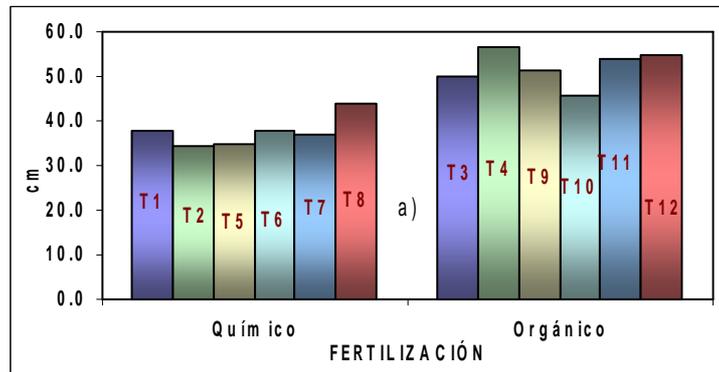


Gráfico 5. Comportamiento de la variable altura de plantas de aguacate criollo (*Persea americana* mill) durante el desarrollo de la investigación a) 100 dds, b) 110 dds, c) 125 dds sometidas a dos tipos de fertilización.

Los programas de desarrollo produjeron diferencias significativas (Cuadro 6 y 9A) entre las medias de tratamientos, con respecto a la variable número de hojas. A los 100dds las medias más altas se observaron en los tratamientos T₁₂, T₄ y T₉ siendo T₁₂ el que mostró mayor número de hojas. A los 110 dds los tratamientos en los cuales se observó un mayor número de hojas fueron T₉, T₁₂ y T₄, en este caso T₉ mostró una media más alta; los mismos resultados se obtuvieron a los 125 dds, esto se debe al porcentaje de nitrógeno y otros micronutrientes que contiene el suero de leche, que a pesar de estar en bajas cantidades al ser combinados con lombricompost resulta un buen complemento de fertilización, aumentando el follaje de las plantas (APC,1998), comparando los resultados con la investigación realizada por Aguilar y Cabrera (2003), al analizar el número de hojas en anona se observó que en ambas investigaciones los fertilizantes orgánicos produjeron un mayor número de hojas. El comportamiento de esta variable se puede observar en el Gráfico 6 (a, b y c).

Al analizar el crecimiento absoluto expresado como el incremento en el número de hojas se observó que estadísticamente hubo diferencia significativa (Cuadro 6 y 9A) entre las medias de cada tratamiento. En los resultados se observa que tanto los tratamientos que incluían fertilización orgánica como el testigo de fertilización química T₁ obtuvieron el mismo resultado (Gráfico 10)

Cuadro 6. Efecto de fertilización foliar y al suelo de la variable número de hojas en plantas de aguacate criollo (*Persea americana* mill).

FECHAS												
Tratamientos	60dds	*	80dds	*	100dds	*	110dds	*	125dds	*	Incremento de número de hojas	
T1	11.46	ab	13.20	b	16.86	ab	22.26	ab	31.60	ab	20.13	a
T2	9.73	ab	12.40	ab	16.00	ab	21.66	ab	27.00	ab	17.27	ab
T3	11.06	ab	15.80	b	21.26	ab	26.13	ab	31.46	ab	20.40	a
T4	11.73	ab	16.93	ab	21.80	ab	27.20	a	32.33	a	20.60	a
T5	10.20	ab	12.13	ab	14.26	b	19.13	b	24.53	b	14.33	b
T6	10.33	ab	13.53	b	16.73	ab	22.86	ab	28.53	ab	18.20	ab
T7	9.53	b	10.86	b	15.46	ab	21.53	b	26.93	ab	17.40	ab
T8	10.20	ab	13.13	b	16.40	ab	22.40	ab	25.93	ab	15.73	ab
T9	11.66	ab	15.86	b	21.66	ab	27.53	a	32.06	a	20.40	a
T10	10.60	ab	16.13	ab	20.60	ab	25.53	ab	30.06	ab	19.47	ab
T11	11.13	ab	16.33	ab	21.20	ab	25.60	ab	31.26	ab	20.13	a
T12	12.66	a	18.06	a	22.60	a	27.26	a	32.93	a	20.27	a

*= significancia al 95%.

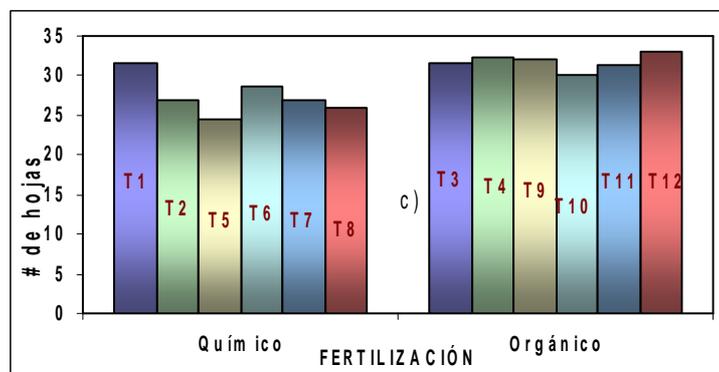
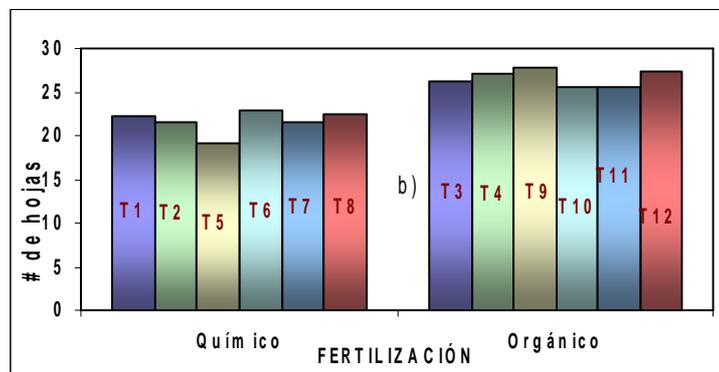
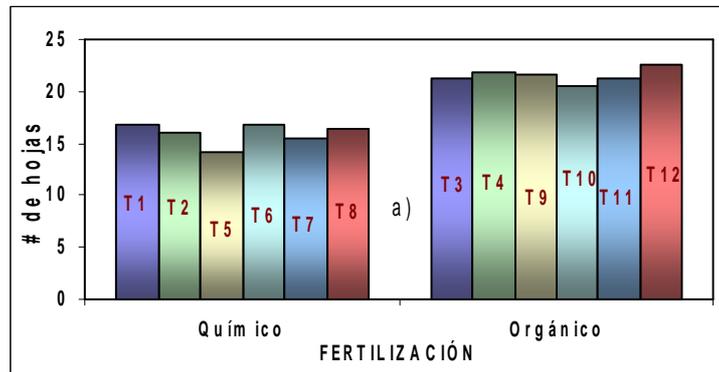


Gráfico 6. Comportamiento de la número de hojas en plantas de aguacate criollo (*Persea americana* mill) durante el desarrollo de la investigación (a) 100 dds, b) 110 dds, c) 125 dds sometidas a dos tipos de fertilización.

Al observar la variable diámetro del tallo, se determinó que los programas de desarrollo provocaron un efecto estadísticamente significativo (Cuadro 7 y 9A) sobre la variable. A los 100 dds T_{12} fue el que presentó los mayores diámetros con respecto a los demás tratamientos, (Gráfico 7), el segundo y tercer tratamiento que produjera mayores diámetros fueron T_4 y T_9 respectivamente. A los 110 dds la significancia estadística demostró que los tratamientos T_4 , T_{12} , T_9 y T_{11} fueron los que alcanzaron mejores diámetros del tallo (Gráfico 8a). Y a los 125 dds el mayor crecimiento en el diámetro lo presentó el tratamiento T_{12} (Gráfico 8b), luego los tratamientos T_4 y T_{11} , estos resultados fueron producidos por el uso de lombriabono como sustrato en combinación con suero de leche como foliar ya que como antes se mencionó estos aportan a la planta una alta cantidad de nutrientes que son fácilmente asimilados. De acuerdo con Benton Jones, (1991) los requerimientos de la planta de N están entre $16 - 20 \text{ Mg} \cdot \text{g}^{-1}$ (Cuadro 5A) y lo aportado por los fertilizantes orgánicos ($17.8 \text{ Mg} \cdot \text{g}^{-1}$) suplen las cantidades de N por la planta. Al analizar el crecimiento absoluto expresado en incremento de diámetro se observó que hubo significancia estadística (Cuadro 7 y 9A). Los resultados reflejan que los tratamientos T_8 y T_3 fueron superiores al resto de los tratamientos (Gráfico 10); al interpretar los resultados obtenidos se concluye que en este caso no hubo diferencia al utilizar AG_3 o solo lombriabono; debido a que la fertilización con lombriabono y suero de leche desarrollaron plantas más robustas y produjeron mayor cantidad de hojas, donde se da la mayor producción de ácido giberélico. Según Romero Pérez, (2002) citado por Aguilar y Cabrera (2003), el lombriabono produce un aumento en el desarrollo de las plantas, árboles y arbustos así mismo la producción de hormonas como el ácido Indol acético y ácido giberélico. Al AG_3 se le responsabiliza del engrosamiento del tallo (Parada Berríos, 1999).

Refiriéndose a la relación que tuvo el crecimiento del diámetro del tallo con la altura de la planta, se observó que existió una alta correlación positiva, ($r= 0.87$) lo que indica la influencia directa de la variable altura sobre la variable diámetro (Cuadro 10A).

Cuadro 7. Efecto de fertilización foliar y al suelo de la variable diámetro del tallo en plantas de aguacate criollo (*Persea americana* mill).

FECHAS												
Tratamientos	60dds	*	80dds	*	100dds	*	110dds	*	125dds	*	Incremento de diámetro	
T1	4.09	ab	5.17	ab	5.47	ab	5.86	ab	6.30	b	2.2	b
T2	2.88	b	3.64	b	4.54	b	5.36	b	6.06	b	3.18	ab
T3	3.82	ab	5.22	ab	5.93	ab	7.09	ab	8.08	ab	4.27	ab
T4	4.93	a	5.97	ab	7.20	a	7.79	a	8.63	a	3.7	ab
T5	2.66	ab	4.18	ab	4.94	ab	5.33	b	6.36	b	3.71	ab
T6	3.06	ab	4.34	ab	5.33	ab	5.98	ab	6.63	b	3.57	ab
T7	2.86	ab	4.13	ab	4.86	ab	5.78	ab	6.83	ab	3.97	ab
T8	2.25	ab	4.45	ab	5.23	ab	5.98	ab	6.76	b	4.51	a
T9	4.88	a	5.85	ab	6.80	a	7.64	a	8.21	ab	3.33	ab
T10	3.98	ab	5.04	ab	5.96	ab	6.86	ab	7.70	ab	3.72	ab
T11	4.63	ab	5.68	ab	6.75	ab	7.55	a	8.33	ab	3.7	ab
T12	5.14	a	6.26	ab	7.23	A	7.78	a	8.73	a	3.59	ab

*= significancia al 95%

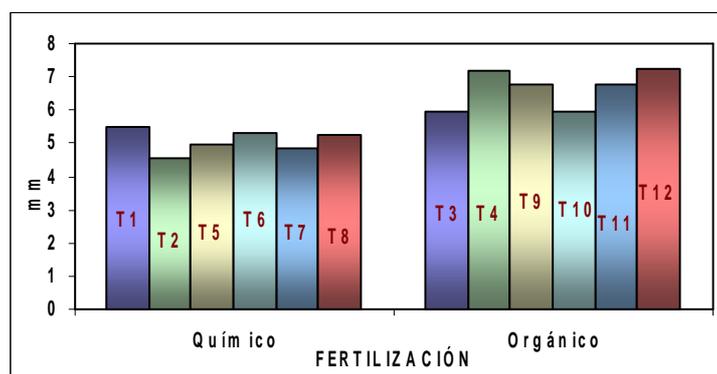


Gráfico 7. Comportamiento de la variable diámetro del tallo en plantas de aguacate criollo (*Persea americana* mill) durante el desarrollo de la investigación a los 100 dds.

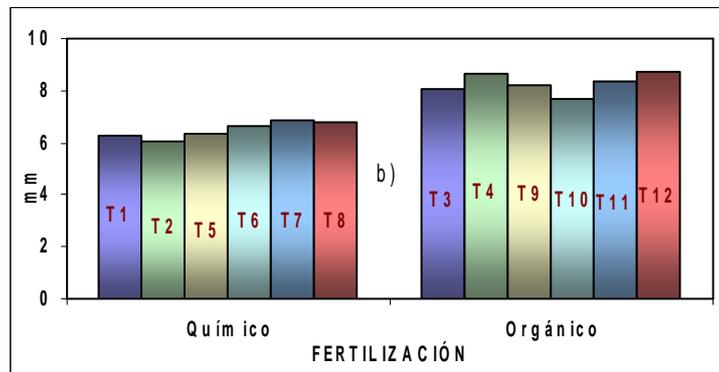
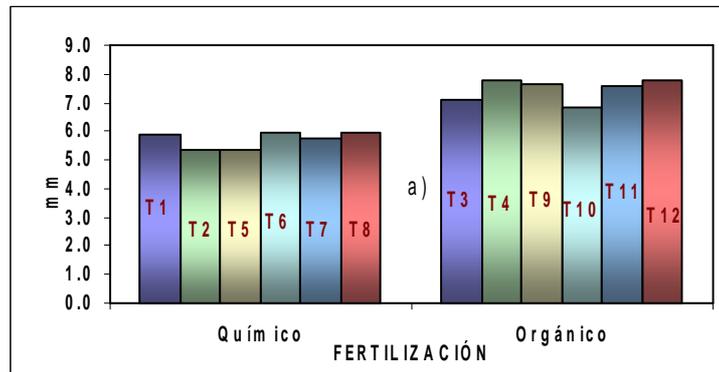


Gráfico 8. Comportamiento de la variable diámetro del tallo en plantas de aguacate criollo (*Persea americana* mill) durante el desarrollo de la investigación (a) 110 dds, c) 125 dds sometidas a dos tipos de fertilización.

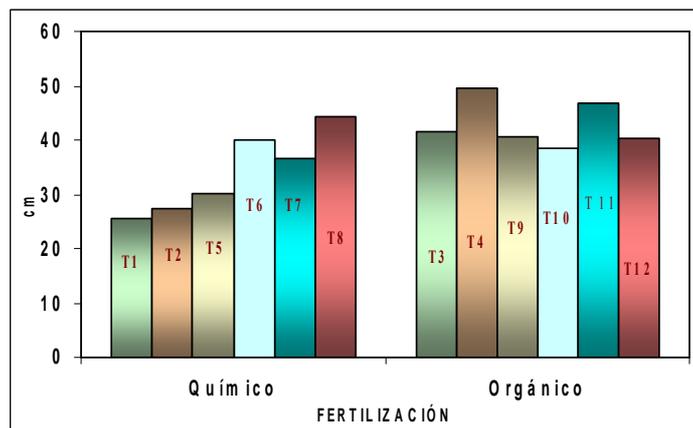


Gráfico 9. Comportamiento de la variable incremento de altura en plantas de aguacate criollo (*Persea americana* mill) durante el desarrollo de la investigación sometidas a dos tipos de fertilización (química y orgánica).

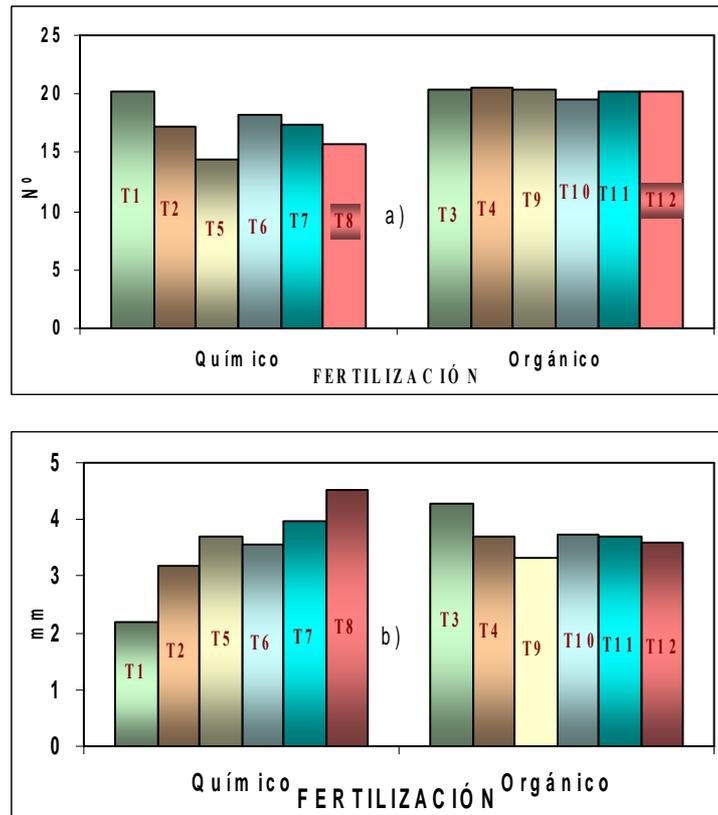


Gráfico 10. Comportamiento de las variables incremento de: a) número de hojas y b) diámetro del tallo en plantas de aguacate criollo (*Persea americana mill*) durante el desarrollo de la investigación sometidas a dos tipos de fertilización (química y orgánica).

4.3 Peso fresco, peso seco, peso específico y área foliar.

Las variables peso fresco y seco presentaron diferencia estadística significativa (Cuadro 8 y 9A). Los tratamientos T₉, T₁₀, T₁₁ y T₁₂ tuvieron el mismo comportamiento en cuanto a ganancia de peso fresco (Gráfico 11a) y seco (Gráfico 11b), siendo estadísticamente superiores al resto de los tratamientos. En cuanto a la variable área foliar, estadísticamente los tratamientos tuvieron un comportamiento similar siendo significativamente superiores al T₁ pero al observar las medias el T₁₂ fue el que generó mayor ganancia de área foliar (Gráfico 11c). Según Romero Pérez, (2002) citado por Aguilar y Cabrera, (2003) el lombriabono estimula la producción hormonal como se dijo anteriormente, favoreciendo el crecimiento y las funciones vitales de las plantas. En la variable peso específico los tratamientos. T₁₀, y T₆ tuvieron una

respuesta significativa igual, pero el tratamiento T₁₀ es el que generó mayores ganancias de materia seca.cm⁻² (Gráfico 11d), según Basurto, (1998) citado por Aguilar y Cabrera, (2003), el mayor peso específico de la hoja implica una mayor capacidad para producir tejidos nuevos por las estructuras fotosintéticas de las plantas, siendo esta variable de importancia en cuanto a la formación de tejido en la unión del injerto. El comportamiento de esta variable se puede observar en el gráfico 11 (a,b, c y d)

Cuadro 8. Efecto de fertilización foliar y al suelo de las variables Peso seco, fresco, específico y área foliar en plantas de aguacate criollo (Persea americana mill).

Variables								
Tratamientos	Pf	*	Ps	*	Pesp	*	Arf	*
T1	14.29	b	8.29	b	0.18	ab	30.09	b
T2	18.56	b	11.53	ab	0.17	ab	75.38	a
T3	23.50	ab	11.91	ab	0.15	b	81.33	ab
T4	23.50	ab	13.22	ab	0.19	ab	67.51	ab
T5	52.71	ab	18.21	ab	0.30	ab	67.03	ab
T6	52.71	ab	20.54	a	0.33	a	62.50	ab
T7	52.71	ab	20.54	a	0.29	ab	71.49	a
T8	52.71	ab	20.54	a	0.30	ab	70.71	a
T9	75.53	a	26.41	a	0.27	ab	95.61	a
T10	75.53	a	26.41	a	0.34	a	78.46	a
T11	75.53	a	26.41	a	0.28	ab	98.09	a
T12	75.53	a	26.41	a	0.27	ab	100.35	a

* Significancia al 95%

Al realizar el análisis de correlación de Pearson, la variable peso fresco obtuvo una correlación altamente positiva con peso seco ($r=0.97$), una correlación media con peso específico ($r=0.58$) y con área foliar ($r=0.55$); de igual forma la variable peso seco obtuvo una correlación media con peso específico ($r=0.67$) y con área foliar ($r=0.56$). Por lo que se determinó que todas las variables que tuvieron una correlación positiva tuvieron en mayor o menor grado influencia (cuadro 10A).

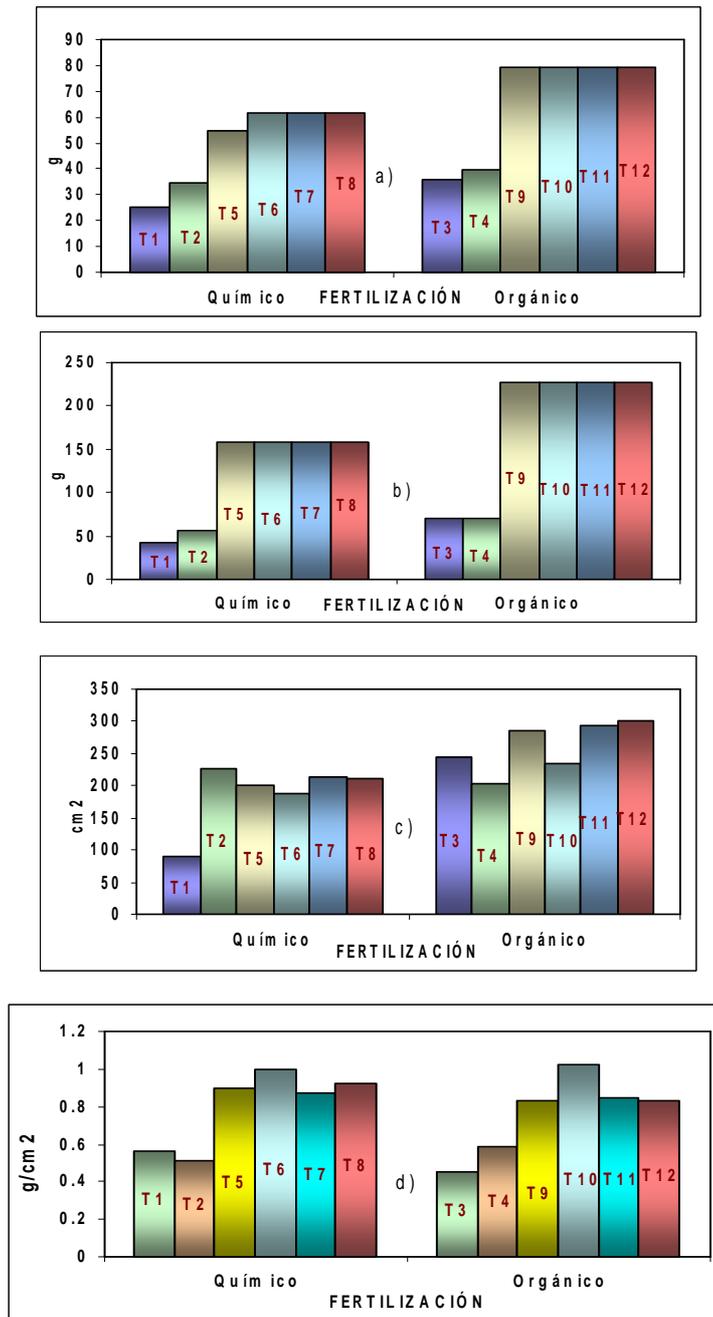


Gráfico 11. Comportamiento de las variables de peso a) Peso seco, b) Peso fresco, c) área foliar y d) Peso específico) en plantas de aguacate criollo (*Persea americana* mill) durante el desarrollo de la investigación sometidas a dos tipos de fertilización (química y orgánica).

4.4 Porcentaje de Prendimiento y Grados días de desarrollo (GDD).

En general la variable porcentaje de prendimiento no presentó diferencia significativa, (Cuadro 9 y 9A). Los tratamientos que tuvieron mayor prendimiento fueron T_{12} , T_2 , T_9 , siendo T_{12} el que obtuvo mayor valor (Gráfico 12a). Es posible que los bajos prendimientos del injerto se haya debido a las altas precipitaciones que se dieron a los días siguientes a la injertación; como se refleja en el gráfico 1, las mayores cantidades de lluvia ocurrieron en los días en mención y considerando que la especie es susceptible a demasiada humedad, estas plantas reportaron daños causado por un complejo de hongos que destruyeron el tejido donde se hicieron cortes al portainjerto llegando el daño hasta la zona de unión (Gráfico 12).

En cuanto a la variable Grados Días De desarrollo (GDD), hubo diferencia estadística significativa, para los tratamientos T_9 , T_4 , y T_3 (Cuadro 9y 9A), siendo T_9 el que menor cantidad de grados días de desarrollo requirió para el prendimiento definitivo del injerto (Gráfico 13); la probable explicación de estos resultados se inclinan al efecto que el suero de leche pudo ejercer en la acumulación de más reservas en los portainjertos y que estos indujeran más tempranamente la brotación de las varetas tal y como lo reportan Aguilar y Cabrera (2003), cuando aplicaron el mismo tratamiento en anona.

Al realizar el análisis de correlación de Pearson, la variable grados días de desarrollo (GDD) obtuvo una correlación positiva ($r=0.61$) con la variable porcentaje de prendimiento, lo que significa que para llegar a un prendimiento uniforme en esta variedad de aguacate se requirió de mayores valores de GDD arriba de 100.6 GDD. (Cuadro 10A).

Cuadro 9. Efecto de fertilización foliar y al suelo de las variables Porcentaje de Prendimiento y Grados días de desarrollo (GDD) en plantas de aguacate criollo (*Persea americana* mill).

Tratamientos	Variables							
	GDD		GDD		% Prendimiento		% Prendimiento	
	60ddi	*	75ddi	*	60ddi	ns	75ddi	*
T1	50.30	b	113.66	b	20.00	b	6.66	b
T2	150.90	a	341.00	a	46.66	a	46.66	ab
T3	100.60	ab	227.33	ab	40.00	ab	26.66	ab
T4	100.60	ab	227.33	ab	33.33	ab	26.66	ab
T5	100.60	ab	227.33	ab	33.33	ab	26.66	ab
T6	150.90	a	227.33	ab	46.66	a	46.66	ab
T7	100.60	ab	341.00	a	40.00	ab	26.66	ab
T8	100.60	ab	227.33	ab	40.00	ab	26.60	ab
T9	100.60	ab	341.00	a	46.66	a	33.33	ab
T10	150.90	a	341.00	a	26.66	b	66.66	a
T11	150.90	a	341.00	a	40.00	ab	66.66	a
T12	150.90	a	341.00	a	46.66	a	46.66	ab

* Significancia al 95%.

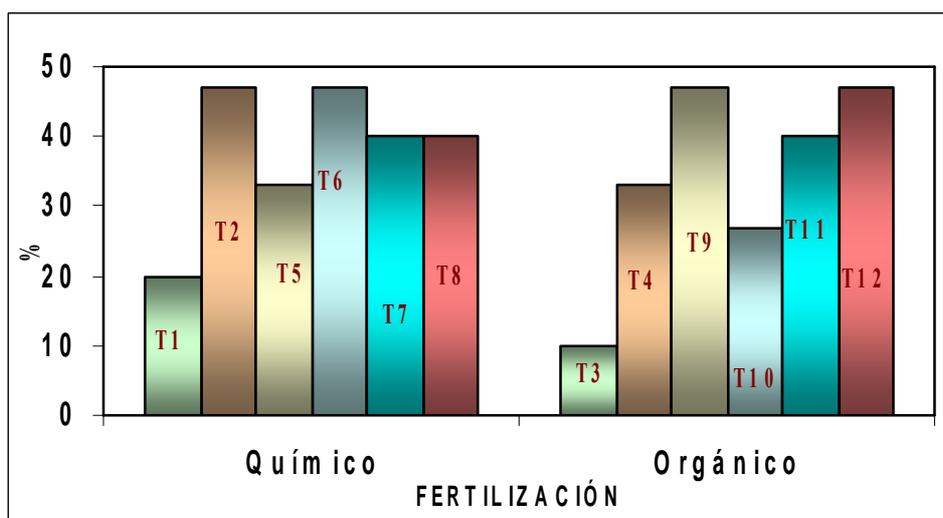


Gráfico 12. Comportamiento de la variable porcentaje de prendimiento del injerto en plantas de de aguacate criollo (*Persea americana* mill) durante el desarrollo de la investigación sometidas a dos tipos de fertilización (química y orgánica).

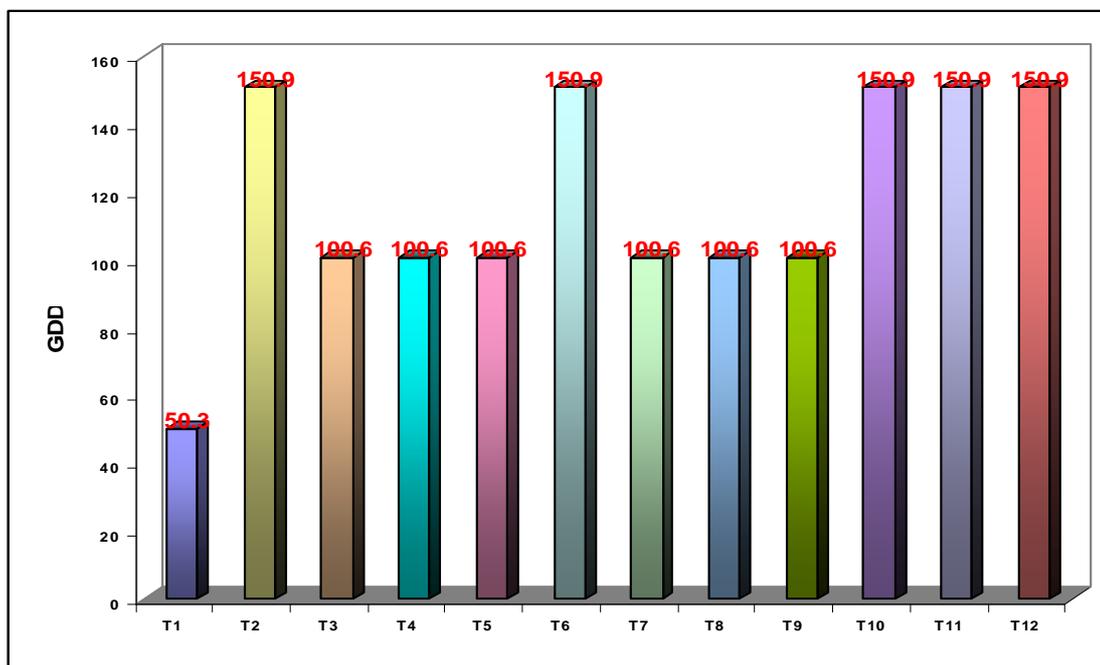


Gráfico 13. Comportamiento de la variable grados días de desarrollo en plantas de aguacate criollo (*Persea americana* mill) durante el desarrollo de la investigación sometidas a dos tipos de fertilización (química y orgánica).

4.5 Porcentaje de infección por muerte regresiva.

Respecto a la variable muerte regresiva se observó significancia estadística (Cuadro 10 y 9A) desde los 15 días después del cubrecorte (ddc), siendo T₂ el que presentó el menor número de plantas infectadas. A los 30 ddc los tratamientos que presentaron un porcentaje de infección más bajo fueron T₂, T₄ y T₉. A los 45 ddc T₄ presentó un menor número de plantas infectadas. En general se observó una manifestación de lo que los viveristas y fruticultores llaman muerte regresiva en todos los tratamientos, y según análisis fitopatológico realizado a los patrones se encontraron los siguientes patógenos: *Collectrotichum* sp., *Fusarium* sp., *Botryodiplodia* sp. Y *Cilindrocladium* sp. (Mencionados anteriormente) (Cuadro 7 y 8A) en raíz y tallo. Según lo reportado por fitopatólogos estos son algunos de los hongos más frecuentemente encontrados

en muestras de tejidos vegetal⁶; la vía de infestación pudo darse a través de la raíz que atravesó la bolsa y tuvo contacto con la superficie del suelo, cabe mencionar que en estos análisis realizados al suelo utilizado, se determinó la presencia de una bacteria no identificada (Cuadro 6A).

Según los análisis realizados en diferentes lugares, los especialistas coinciden en afirmar la ausencia el hongo *Phytophthora cinnamomi*, en las muestras de tejidos vegetales como también el hecho de que hasta el momento no se cuenta con estudios más profundos sobre este hongo y los medios apropiados para el aislamiento de la cepa que lo convierte en sujeto de investigación⁷.

El comportamiento de esta variable se puede observar en el gráfico 14 (a, b y c).

Cuadro 10. Efecto de fertilización foliar y al suelo de la variable Porcentaje de infección por muerte regresiva en plantas de aguacate criollo (*Persea americana mill*).

Tratamientos	Variables					
	%Infección regresiva	Muerte		%Infección regresiva	Muerte	
	15ddc	*	30ddc	*	45ddc	*
T1	3.00	ab	3.33	a	3.00	a
T2	0.00	b	0.33	b	1.66	ab
T3	3.66	a	4.33	a	4.66	a
T4	0.33	b	0.33	b	0.66	b
T5	0.33	b	0.66	b	1.00	ab
T6	1.00	ab	2.00	ab	0.00	b
T7	0.33	b	1.00	ab	0.33	b
T8	2.33	a	2.33	ab	1.33	ab
T9	0.33	b	0.33	b	1.66	ab
T10	0.66	ab	1.66	ab	2.00	a
T11	1.66	ab	2.00	ab	1.66	ab
T12	1.66	ab	2.33	ab	1.00	ab

*= significancia al 95%

⁶ Comunicación personal Ingenieros Reyna de Serrano Jefe del Laboratorio de Fitopatología Vegetal del CENTA; Andrés Rivas Docente de la Facultad de Ciencias Agronómicas UES y el Dr. Adán Hernández Jefe del Departamento de comunicaciones de PROCAFE

⁷ Comunicación personal Dr. Adán Hernández Jefe del Departamento de comunicaciones de PROCAFE

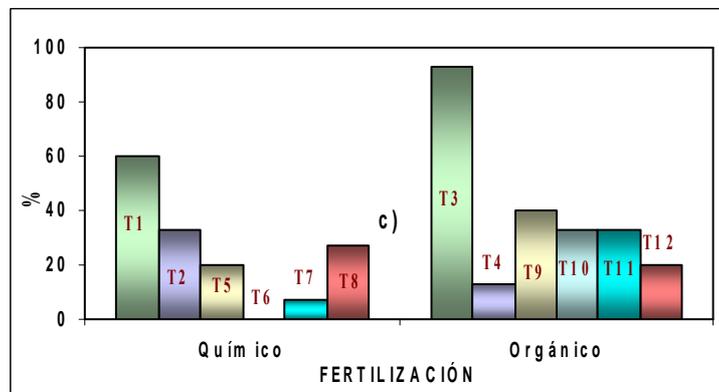
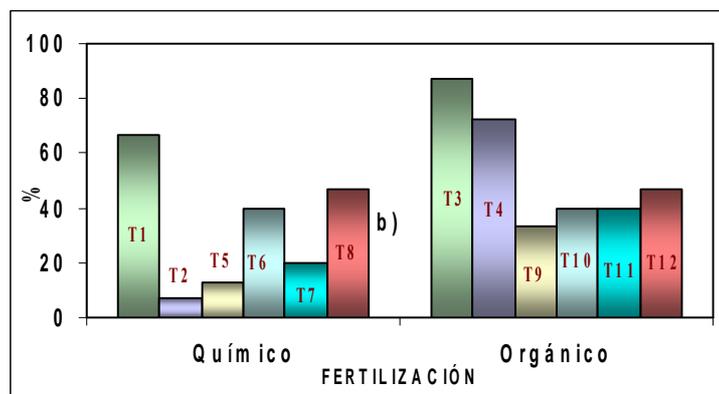
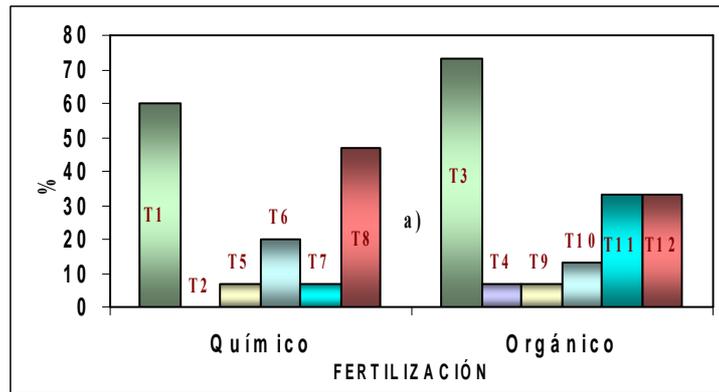


Gráfico 14. Comportamiento de la variable porcentaje de infección por muerte regresiva en plantas de aguacate criollo (*Persea americana* mill) durante el desarrollo de la investigación: a) 15 ddc, b) 30 ddc y c) 45 ddc sometidas a dos tipos de fertilización (química y orgánica).

4.6 Avance de la enfermedad.

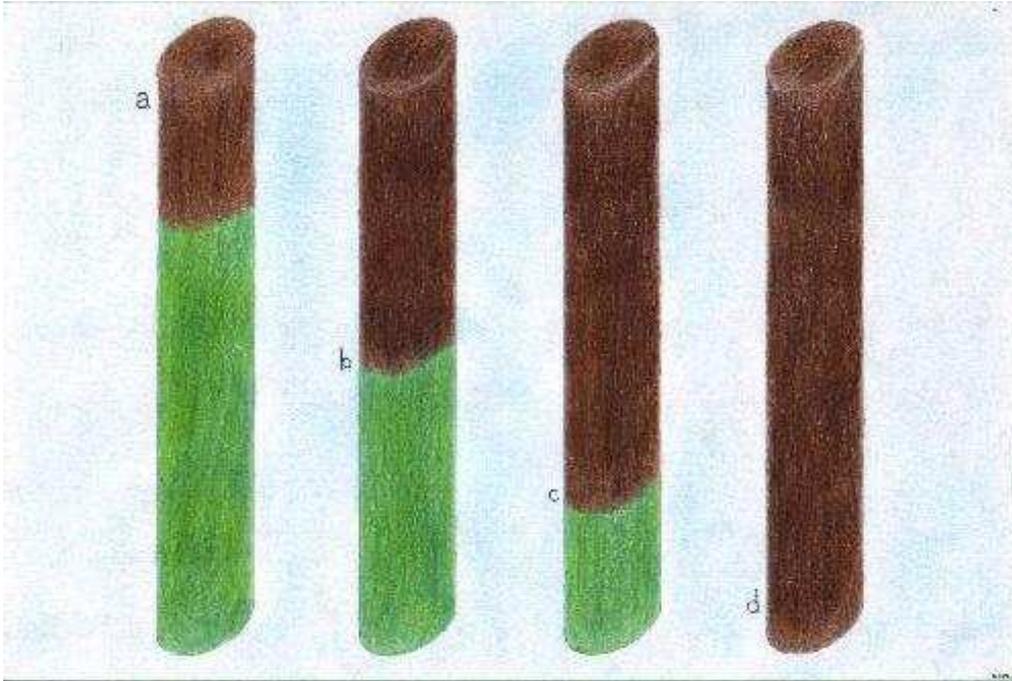


Figura 1. Tabla de AMURE. (Avance de muerte regresiva): a) Nivel I (1 - 10 cms); b) Nivel II (11 - 20 cms); c) Nivel III (21 - 30 cms); d) Nivel IV (mayor de 30 cms).

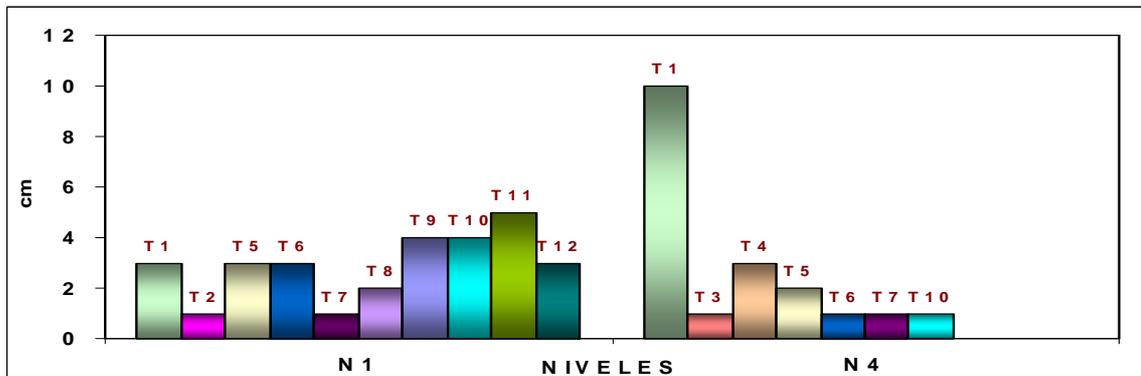


Gráfico 15. Comportamiento de la variable avance de la enfermedad en plantas de aguacate criollo (*Persea americana mill*) durante el desarrollo de la investigación en los IV niveles sometidas a dos tipos de fertilización (química y orgánica).

Según la tabla Avance Muerte Regresiva (AMURE) se obtuvieron los siguientes resultados:

En la variable muerte regresiva, no se registró avance en los niveles II y III; en los niveles I y IV los tratamientos con menor avance de muerte regresiva fueron T₃, T₄ y T₂, T₈, T₉, T₁₁ y T₁₂ respectivamente (Gráfico 15); por lo tanto se determinó que de todos los tratamientos, T₂, T₃, y T₄ fueron los que mostraron un menor avance de muerte regresiva por ser los testigos que no se despatronaron, y los tratamientos en que se presentó un menor avance de la enfermedad, fueron las plantas más vigorosas, asimilando con más eficiencia los nutrimentos; creando de esta manera cierta tolerancia.

Los tratamientos con cubrecortes no presentaron los resultados esperados por la penetración de los hongos por medio de la raíz, mencionada anteriormente en las páginas 49 y 50, y no por los cortes hechos a la hora de despatronar, además el espesor de la película del cubrecorte no fue adecuada⁸.

Estadísticamente existieron diferencias en los bloques de algunas fechas en todas las variables, posiblemente se debió a las condiciones climáticas mencionadas anteriormente, que afectaron a nuestro país durante los meses de agosto, septiembre y octubre (Gráfico 1) y al movimiento al que fueron sometidas las plantas a causa de la lluvia.

⁸ Comentario realizado por la Lic. Zoila de Alarcón Jefe de Laboratorio de Control de Calidad Físico Químico de Medicamentos, Cosméticos y Alimentos CENSALUD (UES,2006)

V. ANALISIS ECONOMICO DEL ENSAYO.

Para la realización de este análisis se utilizó la metodología de presupuestos parciales (Cuadro 12A), indicando que T₁₁ y T₄ presentaron mayores beneficios netos. El menor beneficio lo produjo T₈.

PC=\$ 3.00

Cuadro 11. Tabla de Dominancia.

Tratamiento	C.V.	B.N.	Dominancia
T ₁	4.5	3.6	D
T ₂	4.5	14.40	D
T ₃	2.40	0.3	D
T ₄	2.40	11.10	
T ₅	6.45	7.05	D
T ₆	4.65	14.25	D
T ₇	4.95	11.25	D
T ₈	10.50	5.70	D
T ₉	4.35	14.55	D
T ₁₀	2.55	8.25	D
T ₁₁	2.85	13.35	
T ₁₂	8.40	10.05	D

Al observar la tabla de dominancia se nota que T₁₁ y T₄ tuvieron costos variables más bajos que el resto de los tratamientos.

5.1 Análisis marginal.

Se tomaron los dos tratamientos con beneficios netos dominantes (T₁₁ y T₄)

$$RBC = B.N./C.V = (13.35 - 11.10) / (2.85 - 2.40) = 5$$

El dato anterior significa que por cada dólar invertido se recupera ese dólar más 5 dólares más.

VI. CONCLUSIONES.

Al finalizar este trabajo de investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

- ✓ El programa de manejo agronómico, que incluyó fertilización orgánica lombriabono y suero de leche sin despatronar (T₄), fue el que garantizó una aceptable calidad fitosanitaria, presentando menor daño por muerte regresiva en las plantas de aguacate *Persea americana* Mill.

- ✓ A nivel de vivero se observó que el programa de desarrollo que alcanzó un mejor diámetro y longitud del tallo en un menor tiempo para su injertación fue el testigo lombriabono (568 g.planta⁻¹) y suero de leche (5.5 cc.planta⁻¹) sin despatronar. (T₄).

- ✓ Los programas con los que se obtuvo un mayor porcentaje de prendimiento en el injerto de aguacate fueron: los que contenían lombriabono + suero de leche + parafina (T₁₁), y lombriabono + suero de leche + cera de Melipona (T₉).

- ✓ Aplicaciones de 6 g.l⁻¹ de ácido giberélico (AG₃); produjeron el mayor incremento en el diámetro del tallo.

- ✓ Los programas que produjeron mayores beneficios económicos fueron los que se fertilizaron orgánicamente siendo el más económico el que contenía lombriabono y suero de leche sin despatronar (T₄).

VII. RECOMENDACIONES.

Al término de la investigación se hacen las siguientes recomendaciones:

- ✓ Usar el lombriabono al trasplantar las plántulas a bolsas, y el uso de suero de leche como fertilizante foliar.

- ✓ No despatronar las plantas después de injertadas, pero hay que deshojarlas y quitarles la dominancia apical.

- ✓ Usar la tabla de AMURE como parámetro en estudios posteriores para evaluar el avance de muerte regresiva en fase de vivero.

- ✓ Usar AG_3 (6 g.l^{-1}) en plantas de aguacate en fase de vivero para obtener un mejor incremento de diámetro.

- ✓ Utilizar plantas que contengan sustratos de lombriabono + suero de leche sin despatronar (T_4), ya que aumenta los beneficios netos.

VIII. BIBLIOGRAFIA.

Aguilar López, K.M.; Cabrera Orantes, L.O. 2003. **Desarrollo de Portainjerto y Evaluación de injerto en Anona Común (*Anona diversifolia*) utilizando diferentes fertilizantes foliares y al suelo.** Tesis de ingeniero agrónomo: Universidad de El Salvador, El Salvador. 69 p.

(APC). Asociación par El Progreso de las Comunicaciones.1998. **La Experiencia de Lombricultura Unión de Ejidos San Fernando** (en línea). Consultado 14 de septiembre de 2005. Disponible en: [http:// www. Laneta.apc.org](http://www.Laneta.apc.org)

Avalos Erroa, C.O.; Quijada Rodríguez, J.L.; Beltrán Aranzamendi, M. 2006. **Caracterización de los aguacates criollos (*Persea americana* Miller) del campus de la Universidad de El Salvador y la Estación Experimental de la Facultad de Ciencias Agronómicas.** Tesis de ingeniero agrónomo: Universidad de El Salvador, El Salvador.86p

Avilan, L.; Leal, F. 1984. **Curso Taller sobre Agricultura Orgánica; Preparación de Fertilizantes Naturales Líquidos.** Zamorano, Honduras. P32

Baíza Avelar, V.H. 2003. **Guía Técnica del Cultivo del Cultivo del Aguacate.** Ed. Maya. Instituto Interoamericano de Cooperación para la Agricultura. (IICA) Nva. San Salvador, El Salvador. 61 p.

Benton Jones, B; Wolf, B; Mills, HA 1991. **Plant Analysis Handbook a Practical Sampling, Preparation, Analysis and Interpretation gride.** Micro – Macro Publishing Inc. U.S.A. 212p.

Bermudez, M.A. 1998. **Manual de estadística.** San Salvador, El Salvador. 216 p.

Bretauudeau, J 1978. **Poda e injerto de frutales.** Trád. por V.S. Ruíz; M. Vásquez-Prada Grande; E. Boix Aristo. Ed Mundi-prensa. Madrid, España. 115 p.

Calabrese, F.1992. **El Aguacate.** Trád. por Javier Calatrava. Ed Mundi- Prensa. Madrid, España. 249 p.

Calderón Alcaraz, E.1998. **Fruticultura General; El esfuerzo del hombre.** 3ra ed. Ed. Limusa. México, DF. 763 p.

Cruz Hernández, J; Estrada G, M; Herrera B, J; Pedraza S, M. 1996. **Práctica N° 2; Cálculo de Acumulación y Determinación de Requerimientos de Calor.** Montecillo, México. Colegios de Posgraduados. 10 p.

(ECOPETROL, S.A.) Sociedad Pública por Acciones del Estado Colombiano. 2004. **Parafina microcristalina** (en línea). Bogotá, Colombia. Consultado 13 de Junio de 2005. Disponible en [http:// www. Ecopetrol.com](http://www.Ecopetrol.com)

Garcidueñas, M.R.; Homero, R. 1987. **Control Hormonal del Desarrollo de las Plantas; Fisiología- Tecnología- Experimentación**. 2da ed. Ed. Limusa. México, D.F. 269 p.

Gómez, J.L. s.f. **Lombriabono y Sustratos Mejorados** (en Línea). Puebla, México. Consultado 14 de Septiembre de 2005. Disponible en: <http://www.lombryabono.20m.com/index.html>.

(IICA) Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 2002. **Boletín de Mercado del Aguacate**. Ed. Maya. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (IICA) Nva. San Salvador, El Salvador. 70 p.

(INFOAGRO) Portal de Información Agrícola. 2002. Taxonomía Aguacate (en línea). Consultado 15 de Junio de 2005. Disponible en: http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/aguacate.htm

Juscafresca, B. 1978. **Árboles Frutales; Cultivo y Explotación Comercial**. 7ª. ed. Ed. AEDOS. Barcelona, España. 361 p.

Maite Zudaire. s.f. **El Aguacate** (en línea). CONSUMER.es EROSKI. Vizcaya, España. Consultado 17 de Junio de 2005. Disponible en: <http://www.consumer.es/>

Rodríguez Cedillos, M. 2003. **Guía Técnica del Aguacate** (en línea). Nva. San Salvador, El Salvador. CENTA Consultado 15 de Junio de 2005. Disponible en: <http://www.centa.gob.sv/>

(MAG) Ministerio de Agricultura y Ganadería. 1991. **Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica; Aguacate *Persea americana* Mill Lauracea**. MAG. San José, Costa Rica. Disponible en : <http://www.mag.go.cr>

Nuila, J.A Mejía, M.A. 1990. **Manual de Diseños Experimentales; con aplicación a la agricultura y ganadería**. San Salvador, El Salvador. 268 p

Obregón, M.; Arias M.V.; Duran, R. C. 2001. **Estudio Preliminar para Evaluar las posibles aplicaciones del suero de leche en la agricultura**. INATECNIA. San José. 504 p

Parada Berríos, F.A. 1999. **Producción de plnatas de chicopazote (*Manilkara sapota* L.) inoculadas con *Glomus mosseae*, aspersiones de AG₃, aplicaciones de NPK al suelo y fertilización foliar**. Tesis de maestro en ciencias: Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Edo. De México. 120 p.

Rodríguez Suppo, F. 1982 **El aguacate**. AGT. Editor S.A. México, D.F. 166 p.

Siva Lezama, A. 1968. **GRANJA; Arboricultura, Frutales, Industrialización de los productores de la Granja**. Ed. Hobby. Buenos Aires, Argentina. 311 p.

Solares, M.s.f. **Técnicas y Prácticas en el Cultivo del Aguacate**. México, DF 223 p.

Téliz Ortiz, D. 2000. **El Aguacate y su Manejo Integrado**. Ed. Mundi- Prensa. México, D.F. 231 p.

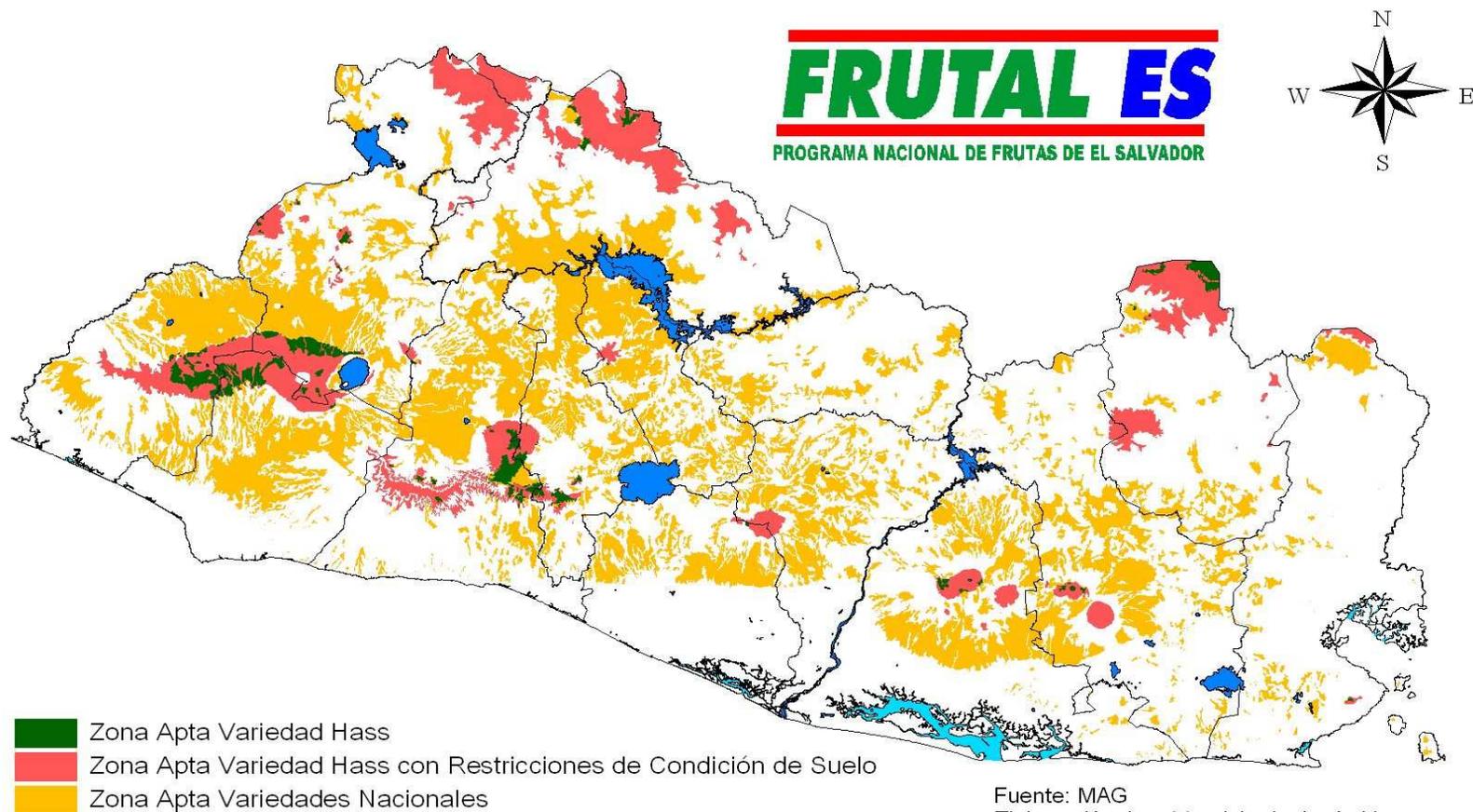
(Wikipedia). Wikimedia Foundation. 2005. **Cera** (en línea). Colombia. Consultado 14 de Septiembre de 2005. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki>.

IX. ANEXOS.

VIII. ANEXOS

Anexo 1A. Mapa de zonas potenciales para el cultivo.

ZONIFICACIÓN DEL CULTIVO DE AGUACATE



Fuente: MAG
Elaboración: Ing. Mauricio de Jesús Vanegas
Criterios: Altitud y Agrología
Año: 2004

Anexo 2A. Análisis nutrimental del sustrato (Tierra + Cascajo).



**CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA
AGROPECUARIA Y FORESTAL
LABORATORIO DE QUÍMICA AGRÍCOLA**
Km 33 1/2 ,carretera a Santa Ana , El Salvador C.A.
Tel.302-0200



San Andrés, 13 de enero de 2006

Estimado señor (es):
Ing. Reyna Flor Serrano
Presente.

Por este medio tenemos el agrado de comunicarle el resultado obtenido en el análisis de una muestra de: **Suelo**
Proyecto: Suelo (Fact. CC. AA. UES)
Fecha de recolección: 23- 12 - 05
Fecha de recibido: 5 de enero - 06
Localidad: Cantón Tecualuya, San Luis Talpa

ANÁLISIS: 2

ANÁLISIS	RESULTADOS
TEXTURA	Franco arenoso
PH EN AGUA	6.6
FOSFORO (P)	0.5 % P/P
POTASIO (K)	0.4 % P/P
MATERIA ORGANICA	4.5 %
CALCIO (Ca)	1.09% P/P
MAGNESIO (Mg)	0.4% P/P

Nota: Este informe de análisis se basa en una muestra de producto recibido por el laboratorio, el proceso del muestreo ha sido responsabilidad del interesado.

Químicos Analistas: Lic Luis Reyes Valiente
Lic. Mirian Alvarez de Amaya
Ing. Margarita Rodríguez
Lic. Amanda de Arevalo

Lic. Mirian Alvarez de Amaya



Anexo 3A. Análisis nutrimental del lombriabono.



**CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA
AGROPECUARIA Y FORESTAL
LABORATORIO DE QUÍMICA AGRÍCOLA**
Km 33 1/2 ,carretera a Santa Ana , El Salvador C.A
Tel.302-0200



San Andrés, 13 de enero de 2006

Estimado señor (es):
Ing. Reyna Flor Serrano
Presente.

Por este medio tenemos el agrado de comunicarle el resultado obtenido en el análisis de una muestra de: **Lombriabono**
Proyecto: **Lombriabono (Fac. CC.HH.UES)**
Fecha de recoleccion: **23-12-05**
Fecha de recibido: **5 de enero-06**
Localidad: **Canton Tecualuya, San Luis Talpa**

ANALISIS: 1

ANALISIS	RESULTADO	
	BASE HUMEDA	BASE SECA
HUMEDAD	45.17% P/P	
NITRÓGENO (N)		1.42 %P/P
FÓSFORO (P)		0.46 %P/P
POTASIO (K)		0.48 %P/P
CALCIO (Ca)		1.45 %P/P
MAGNESIO (Mg)		0.38%P/P
HIERRO (Fe)		1.06 %P/P
COBRE (Cu)		25 mg/kg
MANGANESO (Mn)		387 mg/kg
ZINC (Zn)		99 mg/kg
CENIZAS		62.50%P/P
PH		8.64

Nota: Este informe de análisis se basa en una muestra de producto recibido por el laboratorio, el proceso del muestreo ha sido responsabilidad del interesado.

Químicos Analistas: Lic Luis Reyes Valiente
Lic. Mirian Alvarez de Amaya
Ing. Margarita Rodríguez
Lic. Amanda de Amado



Anexo 4A. Contenido nutrimental de los abonos químicos.

N	PRODUCTO	Estado Físico	% N	% P	% K	Ca (ppm)	Mg (ppm)	P H	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
1	Formula Triple 15	Líquido	15	15	15	0	0	0	0	0	0	0
2	Bayfolán	Líquido	9.1	6.6	5	207	207		415	332	331	664

Datos tomados de las viñetas de los productos. Fuente: (Aguilar y Cabrera, 2003)

Anexo 5A. Requerimientos nutricionales para la especie Persea Americana a nivel de vivero.

Elemento	Requerimientos nutrimentales (mg.g⁻¹)	
	Por planta	Por especie
N	16	363.04
P	0.8	18.15
K	7.5	170.18
Ca	10	226.9
Mg	2.5	56.73
S	2	45.38
B	0.05	1.13
Cu	0.005	0.11
Fe	0.05	1.13
Mn	0.03	0.68
Mo	0.0005	0.01
Zn	0.03	0.68

Requerimientos por planta tomado de (Jones, 1991)

Anexo 6A. Análisis Fitopatológico del sustrato (Tierra + Cascajo).



CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA Y FORESTAL
LABORATORIO DE PARASITOLOGIA VEGETAL
TEL: 2302-0200 EXT. 272



San Andrés, 25 de abril del 2006

No. Registro 79 F

IDENTIFICACIÓN:

Nombre de la propiedad:

Cantón:

Municipio:

Dpto.: **La Paz**

Área:

Cultivo: **SUELO**

Variedad:

Edad:

Propietario:

Solicitante : **UES / Facultad. CC. AA - UES**

Solicitante: Fecha de consulta: 06/04/2006

Fecha de envío de recomendación: 18/04/2006

TIPO DE ANALISIS: ENTOMOLOGIA **FITOPATOLOGIA** NEMATOLOGIA

DIAGNOSTICO:

En la muestra desuelo para análisis microbiológico; se identificó:

Bacteria

Anexo 7A. Análisis Fitopatológico de patrones con cubrecorte.

	CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA Y FORESTAL LABORATORIO DE PARASITOLOGIA VEGETAL TEL: 302-0200 EXT. 272	
San Andrés, 5 de DICIEMBRE de 2005		No. Registro 404
IDENTIFICACIÓN:		
Nombre de la propiedad:		Cantón: Tecualuya
Municipio: San Luis Talpa	Dpto: La Paz	Area: 3.5 Mz
Cultivo: AGUACATE	Variedad: criollo	Edad: 8 meses
Propietario: Rebeca Martínez Castellanos		
Solicitante: Universidad de El Salvador		
Fecha de consulta: 05-12-2005		Fecha de visita:
Fecha de envío de recomendación: 12-12-2005		
TIPO DE ANALISIS: ENTOMOLOGIA <u>FITOPATOLOGIA</u> NEMATOLOGIA		
DIAGNOSTICO:		
En la muestra patrones de Aguacate, que presenta síntomas de muerte regresiva se identificó:		
A- Con Cubrecorte (cera de abeja, Tapazheal, y parafina) se identifico los hongos :		
<i>Colletotrichum sp , Fusarium sp y Botriodiplodia sp</i>		

Anexo 8A. Análisis Fitopatológico de patrones sin cubrecorte.

	CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA Y FORESTAL LABORATORIO DE PARASITOLOGIA VEGETAL TEL: 302-0200 EXT. 272	
San Andrés, 5 de DICIEMBRE de 2005		No. Registro 405

IDENTIFICACIÓN:

Nombre de la propiedad: _____ Cantón: Tecualuya

Municipio: San Luis Talpa Dpto: La Paz Area: 3.5 Mz

Cultivo: **AGUACATE** Variedad: **criollo** Edad: **8 meses**

Propietario: Rebeca Martínez Castellanos

Solicitante: Universidad de El Salvador. Facultad de Agronomía.

Fecha de consulta: 05-12-2005 Fecha de visita: _____

Fecha de envío de recomendación: 12-12-2005

TIPO DE ANALISIS: ENTOMOLOGIA **FITOPATOLOGIA** NEMATOLOGIA

DIAGNOSTICO:

En la muestra patrones (planta completa) de Aguacate, que presenta síntomas de muerte regresiva se identificó:

A- Sin Cubrecorte se identifico los hongos :

***Fusarium sp* y *Cilindrocladium sp*, en raíz.**
***Colletotrichum sp* y *Botriodiplodia sp* en tallo.**

Anexo 9A. Resumen de análisis de varianza para cada una de las variables evaluadas durante el desarrollo de la investigación en plantas de aguacate criollo (*Persea americana* mill).

Variable	CME	CV	R2	PR F	PR F Bloque	Varianza
60 dds						
Altura de plantas	11.4	18.2	76.6	0.0002*	0.53 ns	27.9
Diámetro del tallo	0.6	59.5	76.6	0.0010*	0.8315ns	5.0
Número de hojas	0.8	11.2	0.4	0.008*	0.0004*	1.5
80 dds						
Altura de plantas	17.3	19.7	76.6	0.0001*	0.61 ns	52.1
Diámetro del tallo	0.7	55.5	76.6	0.0091*	0.7509ns	7.6
Número de hojas	1.6	7.4	0.4	0.0000*	0.0000*	1.1
100 dds						
Altura de plantas	34.1	21.5	76.6	0.0002 *	0.56*	93.1
Diámetro del tallo	0.7	60.6	76.6	0.0031*	0.42*	12.5
Número de hojas	4.0	5.3	0.4	0.0001*	0.01*	1.0
110 dds						
Altura de plantas	54.8	21.1	76.6	0.0007*	0.30*	133.6
Diámetro del tallo	0.4	64.1	76.6	0.0001*	0.36*	18.3
Número de hojas	5.4	5.3	0.4	0.0018*	0.17*	1.5
125 dds						
Altura de plantas	53.4	18.0	76.6	0.0002*	0.41*	147.9
Diámetro del tallo	0.3	58.5	76.6	0.0000*	0.17*	18.7
Número de hojas	7.4	3.8	0.4	0.0085*	0.0000*	1.3
Incremento de altura	34.63	1.9	26.2	0.0009*	0.66*	75.0
Incremento de número de hojas	0.5	2.0	44.9	0.0840*	0.64ns	20.8
Incremento de diametro	6.43	1.8	5.8	0.0729*	0.0000*	0.64
Peso fresco	32.3	3.9	93.7	0.0000*	0.002*	582
Peso seco	6.4	35.6	93.7	0.0000*	0.04*	47
Peso específico	0.0	2.9	34.0	0.0774*	0.62ns	0
Area foliar	502.4	2.9	30.7	0.06*	0.49*	4049
Porcentaje de pegue o prendimieno	735.4	7.1	32.3	0.29*	0.04*	917
Grados días de desarrollo GDD	19086.5	4.1	37.5	0.55*	0.32*	2
Porcentaje de infeccióm por muerte regresiva	2.1	9.1	32.3	0.05*	0.25*	2

*Significancia al 95%

NS= no significativo

CME= Cuadrado medio del error

CV= coeficiente de variabilidad

R2= coeficiente de determinación

Pr F= Prueba de significancia.

Anexo 10A. Resumen de coeficiente de correlación para las variables evaluadas significativas en plantas de aguacate criollo (Persea americana mill).

Variables correlacionadas	Coefficiente de Correlación
Altura - diámetro	0,87499869
Incremento de altura - hojas	0.5115398
Incremento de altura – diámetro	0.6698991
Peso fresco - peso seco	0,96800606
Peso fresco - peso específico	0,5827713
Peso fresco - área foliar	0,55386692
Peso seco - peso específico	0,66720559
Peso seco - área foliar	0,56360627
Porcentaje de pegue - GDD	0,61221051

Cuadro 11A. Costos de producción de los programas de desarrollo de Persea americana Mill en fase de vivero.

DETALLE	Cantidad	Precio/ Unitario (\$)	TOTAL (\$)
Insumos			
Tierra negra	2m ³	10/m ³	20
Lombriabono	2qq	7/qq	14
Piedra pómez	1m ³	20/m ³	20
Suero de leche	1 galón	0.25/galón	0.25
Semilla	300	1 ciento	3
Cera de Apís	1lbs	4	4
Cera de Melipona	1lbs	0.25	0.25
Parafina	1lbs	1	1
Tapazheal	1litro	12	12
Acido Giberélico AG ₃	1sobre	2	2
Formula 15 - 15 - 15	1/2 lb.	0.75	0.75
Bayfolán	1litro	6.5	6.5
Antracol	1lbs	7	7
Manzate	1lbs	10	10
Benlate	1lbs	10	10
Mirex	1lbs	4	4
Materiales y equipo			
Atomizadores 500ml	3	1.75	5.25
Tijera para podar	3	3	9
Navaja para injertar	3	5	15
Cintas plásticas	8 bolsas	0.15	1.2
Bolsas 9x14"	300 bolsas	2	6
Plástico negro	12 metros	2.5	30
Malla negra	12 metros	3	36
Postes	9	0.5	4.5
Pita	1 rollo	3	3
Bomba de mochila	1	15	15
Mano de obra			
Llenado de bolsas	1	5.71	5.71
Siembra de semillas	1	5.71	5.71
Fertilización	1	5.71	5.71
Labores culturales	1	5.71	5.71
Preparación de yemas	1	5.71	5.71
Injertador	1	75	75
Riego		8/mes	16
Elaboración de ramada	2	5.71	11.42
Total			\$ 370.67

Cuadro 12A. Presupuesto Parcial.

DETALLE	T₁	T₂	T₃	T₄	T₅	T₆	T₇	T₈	T₉	T₁₀	T₁₁	T₁₂
Rendimiento (plantas)	2.7	6.3	0.9	4.5	4.5	6.3	5.4	5.4	6.3	3.6	5.4	6.3
Beneficio Bruto de campo	8.1	18.9	2.7	13.5	13.50	18.9	16.2	16.2	18.9	10.8	16.2	18.9
COSTOS VARIABLES (C.V)												
Lombriabono	0	0	1.95	1.95	0	0	0	0	1.95	1.95	1.95	1.95
Suero de leche	0	0	0.45	0.45	0	0	0	0	0.45	0.45	0.45	0.45
AG ₃	3.3	3.3	0	0	3.3	3.3	3.3	3.3	0	0	0	0
Fórmula 15-15-15	0.15	0.15	0	0	0.15	0.15	0.15	0.15	0	0	0	0
Bayfolán	1.05	1.05	0	0	1.05	1.05	1.05	1.05	0	0	0	0
Cera de Apís	0	0	0	0	1.95	0	0	0	1.95	0	0	0
Cera de Melipona	0	0	0	0	0	0.15	0	0	0	0.15	0	0
Parafina	0	0	0	0	0	0	0.45	0	0	0	0.45	0
Tápazheal	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	6
Suma de costos variables	4.5	4.5	2.40	2.40	6.45	4.65	4.95	10.50	4.35	2.55	2.85	8.40
Beneficio neto	3.6	14.4	0.3	11.1	7.05	14.25	11.25	5.7	14.55	8.25	13.35	10.5