

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

**“DESARROLLO DE PORTAINJERTO Y EVALUACION DEL  
PRENDIMIENTO DE INJERTO EN ANONA COMÚN (*Anona diversifolia*)  
UTILIZANDO DIFERENTES FERTILIZANTES FOLIARES Y AL SUELO.**

**POR:**

**KATIA MIRELLA AGUILAR LÓPEZ  
LUIS OSMARO CABRERA ORANTES**

**REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE:  
INGENIERO AGRONOMO**

**SAN SALVADOR, FEBRERO DE 2003.**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTORA: Dra. MARIA ISABEL RODRIGUEZ.**

**SECRETARIA GENERAL: Lic. LIDIA MARGARITA MUÑOZ VELA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**DECANO: Ing. Agr. MSc. FRANCISCO LARA ASCENCIO**

**SECRETARIO: Ing. Agr. JORGE ALBERTO ULLOA ERROA**

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA  
COORDINADOR GENERAL DE LOS PROCESOS DE  
GRADUACIÓN**

**Ing. Agr. ROBERTO CALDERÓN GRANADOS**

**DOCENTES DIRECTORES:**

**Ing. Agr. CARLOS MARIO APARICIO**

**Ing. Agr. MSc. FIDEL ÁNGEL PARADA BERRÍOS**

## RESUMEN

La investigación se realizó en el Centro de Desarrollo Agropecuario (CEDA) del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), ubicado en el cantón San Andrés del municipio de Ciudad Arce del departamento de La Libertad.

El cultivo de la anona en el país es de gran importancia económica, porque en la época de producción es fuente de ingresos para las familias además es un cultivo alternativo para la diversificación agrícola ya que presenta un buen desarrollo por las condiciones ambientales del país y también es considerado como uno de los frutos de mayor calidad por sus características organolépticas. El objetivo de la investigación fue evaluar diferentes tipos de fertilización para el desarrollo de portainjerto y prendimiento de yemas en plantas de anona común (*Anona diversifolia*).

La fase experimental tuvo una duración de 7 meses, comprendida desde el mes de enero a julio de 2002, donde se evaluaron dos tipos de fertilización: foliar y al suelo. El diseño utilizado fue bloques al azar y los tratamientos evaluados fueron: tratamiento testigo (T<sub>0</sub>), fórmula 15-15-15 (T<sub>1</sub>), abono foliar: bayfolán (T<sub>2</sub>), suero de leche (T<sub>3</sub>), lombricompost al suelo (T<sub>4</sub>), lombricompost foliar (T<sub>5</sub>) y gallinaza (T<sub>6</sub>).

Las variables evaluadas fueron: diámetro de tallo, altura de planta y número de hojas (variables de crecimiento), peso fresco, seco y peso específico, porcentaje de prendimiento, días a prendimiento (GDD) y área foliar.

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: tratamiento testigo (T<sub>0</sub>), abono foliar: bayfolán (T<sub>2</sub>), lombricompost al suelo (T<sub>4</sub>) y lombricompost foliar (T<sub>5</sub>).

El tratamiento suero de leche (T<sub>3</sub>) fue el que mayor cantidad de materia seca.cm<sup>-2</sup> acumulo y fue el que menos grados días de desarrollo (GGD) necesito para el prendimiento definitivo.

El tratamiento testigo (T<sub>0</sub>), lombricompost al suelo (T<sub>4</sub>), lombricompost foliar (T<sub>5</sub>) y suero de leche (T<sub>3</sub>) fueron los que mayor porcentaje de prendimiento de injerto presentaron.

## **AGRADECIMIENTOS**

**Al Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA):** por habernos permitido hacer uso de las instalaciones y equipo, así también por el apoyo y asesoría técnica del Ing Agr. MSc. Fidel Ángel Parada Berríos para realizar el trabajo de investigación.

**A la Universidad Nacional de El Salvador (UES):** Por habernos apoyado en la formación académica. Agradecemos también a la Facultad de Ciencias Agronómicas, en especial al departamento de Fitotecnia por el apoyo brindado por Ing Agr. Carlos Mario Aparicio, asimismo a todo el sector estudiantil, personal docente y administrativo que aportó en el desarrollo académico y la realización de la investigación, especialmente a la Sra. Dina de Amaya por su apoyo incondicional y al compañero Julio Cesar Moz por toda la ayuda desinteresada en la realización de la fase de campo de la investigación.

**Al Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET):** en especial al servicio de meteorología por habernos proporcionado la información meteorológica del Municipio de San Andrés de los meses (Enero a Agosto) en los cuales se desarrolló la investigación. Datos que fueron de apoyo para la información general, el análisis y discusión de resultados.

## **DEDICATORIA**

**A Dios todopoderoso:** Por permitirme seguir con vida.

**A mis Padres: Mario Antonio Aguilar y Leticia López de Aguilar.**

Con todo amor por haberme dado comprensión, y haberse esforzado tanto, para lograr esta meta tan significativa en mi vida.

**A la ASECAS:** Por permitirme desarrollar mis estudios en esas noches de desvelos.

**A Julio Cesar Moz:** Por estar siempre conmigo y apoyándome en los momentos más difíciles. Gracias por todo.

**A mis hermanos Guillermo, Mario y Guadalupe:** Con todo cariño y amor fraternal.

**A Glenda Deras:** por todo el apoyo brindado.

**A mis abuelos / as maternos y paternos:** Con mucho amor y cariño.

**A Mario Avelar y Mauricio Vásquez (bestias mayores):** Con todo cariño por haber ayudado a formarme. Gracias por su amistad y apoyo incondicional.

**A Dina de Amaya y Sofia Cuellar:** Que siempre están conmigo y que me apoyan incondicionalmente en todo.

**A Marina de Rodríguez (Q.E.D.P):** A quien le guardo especial respeto y cariño.

**A mi compañero de tesis (LUIS):** Por seguir siempre adelante y ser un amigo muy especial.

**Al personal docente y administrativo:** Que de alguna manera me apoyaron en el estudio, especialmente a Juan Osorio por su amabilidad y tiempo en la biblioteca, niña delfina, niña Mirian, Lily, Don Nerio (fotocopias), don chemita, don montesino y a los motoristas de la facultad.

**A todos mis amigos y compañeros en especial a Milton (Pajiver), Eugenia, Oscar y Enrique (Pep):** por su toda su confianza y amistad sincera. Albino, los talibanes (Ivan, Héctor y Juan Carlos), Abuelo, Pedro (pato), Fidel, Saúl, Napo, Ramon, El Catracho, Durjan, Liliana, Ohara, Isaías, Guadalupe la gorda, Vilma, la tenchis, Chulton, Chicas, Fantito, Ana Ruth, Mónica, Guayo, José Luis (Chalate), El negro, Zavala, Pocho, Chicho, Oscar (El Ché) etc. Que de alguna manera me apoyaron.

**A TODOS LOS MARTIRES DEL 30 DE JULIO 1975 POR LUCHAR POR LOS INTERESES DE LOS ESTUDIANTES Y A LOS QUE PELEARON Y SIGUEN EN PIE DE LUCHA POR UNA SOCIEDAD JUSTA.**

**KATIA MIRELLA AGUILAR LÓPEZ**

## DEDICATORIA

**A Dios todopoderoso:** Por haberme permitido terminar mis estudios y alcanzar una de mis metas.

**A mis padres: Eufemia Orantes y José Luis Cabrera.**

Por su amor, cariño, comprensión y apoyo incondicional en el desarrollo de mis estudios.

**A mis hermanos Ricardo, Veronica, Glenda y Fátima:** Con mucho cariño por todo su apoyo y aliento recibido para alcanzar la culminación de mis estudios.

**A mis abuelos maternos Inocente Orantes (Q.E.P.D) y Francisca Orantes:** Por toda la sabiduría y valores transmitidos que me sirvieron de mucha ayuda para alcanzar mis metas.

**A mis abuelos paternos Ricardo Carrillo (Q.E.P.D) y Virginia Cabrera (Q.E.P.D):**

Por haberme permitido tener un padre que siempre me ha apoyado e inculcado que lo que uno se propone se puede alcanzar.

**A todos mis tíos en especial a Carmen, Bernarda, Sofía (Q.E.P.D), Sebastián (Q.E.P.D):** por su apoyo de una u otra manera para alcanzar los objetivos propuestos.

**A mis sobrinos Luis (teto) y Guadalupe (yupi), Saúl, Solí, Carlitos y en especial a Héctor que lo considero como mi hermano menor:** por brindarme esa alegría y unión a toda la familia y ser participe en el esfuerzo realizado para culminar mis estudios.

**A mis primos Carlos, Erick, Ana, Nadia, Roberto (Q.E.P.D), Laura y Maria:** por su cariño y amistad brindada.

**A mis amigos:** Alberto (beto), Paty, niña Graciela, Don Carlos, Don Alfonso, Javier, Roberto, Néstor, Marielos, Carmen, Delmy y Norma, etc. Por su cariño y amistad brindada.

**A mis cuñados Jeanet y Omar:** por todo su apoyo y amistad.

**A mis compañeros de estudio:** Pepino, Yuya, Oscar (compañero poeta), Ana, Natalia, Deysi, Ada, Julio Moz, Carlos (El maestro) Roberto y Francisco (Gasapos), Fidel, Chicas, Abuelo, Saúl, Albino, Iván, Héctor y Juan Carlos (los talibanes), Milton, Napo, Ramón, Hugo, Lupita, Tenchis, Hipatia, Fantito, etc. por su amistad y apoyo recibido.

**Al personal docente y administrativo:** Que de alguna manera me apoyaron en el estudio, especialmente a Juan Osorio por su amabilidad y tiempo en la biblioteca, niña delfina, Don Nerio (fotocopias), don chemita.

**A mi compañera de tesis (Katia Mirella):** Por toda su amistad, comprensión y apoyo en la investigación.

**A la Familia Aguilar López:** Por todo el apoyo recibido para la realización del trabajo de investigación.

**LUIS OSMARO CABRERA ORANTES**

## INDICE GENERAL

	Página
<b>RESUMEN</b> .....	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>iii</b>
<b>DEDICATORIAS</b> .....	<b>iv</b>
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	<b>xii</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>xiii</b>
<b>INDICE DE FOTOGRAFIAS</b> .....	<b>xvi</b>
<b>INDICE DE CUADROS DEL APENDICE</b> .....	<b>xvii</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.</b> .....	<b>2</b>
<b>2.1. Generalidades del cultivo.</b> .....	<b>2</b>
<b>2.2. Importancia..</b> .....	<b>3</b>
<b>2.2.1. Contenido nutricional.</b> .....	<b>4</b>
<b>2.3. Aspectos agronómicos del cultivo.</b> .....	<b>5</b>
<b>2.3.1. Clima:</b> .....	<b>5</b>
<b>2.3.2. Condiciones edáficas:</b> .....	<b>5</b>
<b>2.3.3. Propagación.</b> .....	<b>5</b>
<b>2.3.3.1. Por semilla</b> .....	<b>5</b>
<b>2.3.3.2. Vegetativa.</b> .....	<b>6</b>
<b>2.3.3.2.1. Injerto</b> .....	<b>6</b>
<b>a) Generalidades del injerto.</b> .....	<b>6</b>
<b>b) Tipos de injerto.</b> .....	<b>7</b>
<b>b.1. Injerto de escudete o "T"</b> .....	<b>7</b>
<b>b.2. Injerto de corona</b> .....	<b>8</b>
<b>b.3. Injerto de aproximación</b> .....	<b>8</b>
<b>b.4. Injerto de enchapado lateral</b> .....	<b>8</b>

<b>c) Condiciones para pueda realizar el injerto y tener éxito.....</b>	<b>9</b>
<b>c.1) Habilidad del injertador y del método de Injertación: .....</b>	<b>9</b>
<b>c.2) Afinidad. ....</b>	<b>10</b>
<b>c.3) Compatibilidad.....</b>	<b>10</b>
<b>c.4) Incompatibilidad.....</b>	<b>11</b>
<b>c.5) Clase de planta. ....</b>	<b>11</b>
<b>c.6) Temperatura y humedad.....</b>	<b>11</b>
<b>c.7) Actividad del portainjerto.....</b>	<b>11</b>
<b>c.8) Técnicas de injertación.....</b>	<b>12</b>
<b>c.9) Medidas fitosanitarias. ....</b>	<b>12</b>
<b>c.10) Portainjertos.....</b>	<b>12</b>
<b>c.11) Problemas anatómicos de los tejidos.....</b>	<b>13</b>
<b>c.12) Estado fisiológico de la vareta o yema. ....</b>	<b>13</b>
<b>c.13) Cuidados después de la injertación en vivero. ....</b>	<b>13</b>
<b>2.4. Importancia de la fertilización en viveros. ....</b>	<b>14</b>
<b>2.5. Mecanismos de absorción y transporte de los nutrimentos en las hojas. ....</b>	<b>15</b>
<b>2.5.1. Fertilizantes orgánicos .....</b>	<b>16</b>
<b>2.5.1.1. Lombricompost. ....</b>	<b>16</b>
<b>2.5.1.2. Suero de leche.....</b>	<b>17</b>
<b>2.5.1.3. Gallinaza. ....</b>	<b>18</b>
<b>2.5.2. Fertilizantes químicos. ....</b>	<b>19</b>
<b>2.5.2.1. Fórmula 15-15-15. ....</b>	<b>19</b>
<b>2.5.2.2. Abono foliar (Bayfolán).....</b>	<b>20</b>

<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>21</b>
<b>3.1. Localización del experimento. ....</b>	<b>21</b>
<b>3.2. Condiciones climáticas de la zona. ....</b>	<b>21</b>
<b>3.3. Metodología de campo.....</b>	<b>23</b>
<b>3.3.1. Desarrollo del experimento.....</b>	<b>23</b>
<b>3.3.2. Variables estudiadas.....</b>	<b>26</b>
<b>3.3.3. Material vegetal utilizado.. ....</b>	<b>26</b>
<b>3.3.4. Descripción de los tratamientos. ....</b>	<b>26</b>
<b>3.3.5. Abonos orgánicos ....</b>	<b>28</b>
<b>3.3.6. Abonos químicos.....</b>	<b>29</b>
<b>3.3.7. Aplicación de los tratamientos. ....</b>	<b>29</b>
<b>3.3.8. Injertación. ....</b>	<b>29</b>
<b>3.3.9. Control malezas. ....</b>	<b>31</b>
<b>3.4. Metodología estadística. ....</b>	<b>31</b>
<b>3.4.1. Diseño experimental. ....</b>	<b>31</b>
<b>3.4.2. Modelo estadístico.....</b>	<b>31</b>
<b>3.4.3. Factores en estudio. ....</b>	<b>32</b>
<b>3.4.4. Variables evaluadas.....</b>	<b>32</b>
<b>3.4.4.1. Diámetro de tallo ....</b>	<b>32</b>
<b>3.4.4.2. Altura de la planta. ....</b>	<b>32</b>
<b>3.4.4.3. Numero de hojas.....</b>	<b>34</b>
<b>3.4.4.4. Peso fresco y seco.....</b>	<b>34</b>
<b>3.4.4.5. Porcentaje de prendimiento. ....</b>	<b>34</b>
<b>3.4.4.6. Días a prendimiento. ....</b>	<b>34</b>
<b>3.4.4.7. Área foliar. ....</b>	<b>35</b>
<b>3.4.4.8. Peso específico de la hoja.....</b>	<b>35</b>
<b>3.4.5. Análisis estadístico ....</b>	<b>35</b>

<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>36</b>
<b>4.1. Variables de crecimiento.....</b>	<b>36</b>
<b>4.1.1. Diámetro del tallo, altura de planta y número de hojas. ....</b>	<b>36</b>
<b>4.1.2. Peso fresco, peso seco, peso específico y área foliar. ....</b>	<b>47</b>
<b>4.1.3. Porcentaje de prendimiento y grados días de desarrollo (GGD).....</b>	<b>50</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>55</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>56</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>57</b>
<b>VIII. APÉNDICE .....</b>	<b>63</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Análisis bromatológico en 100 gr de pulpa de anona común ( <i>Anona diversifolia</i> ). 4	4
2. Contenido nutrimental del sustrato abono de lombriz .....	17
3. Contenido nutrimental del suero de leche .....	18
4. Contenido nutrimental de gallinaza.....	19
5. Descripción de tratamientos aplicados en las plantas de anona común ( <i>Anona diversifolia</i> ).....	26
6. Distribución estadística del diseño bloques al azar. ....	32
7. Efecto de fertilización foliar y al suelo en el diámetro del tallo en el desarrollo de portainjerto de anona común ( <i>Anona diversifolia</i> ).....	37
8. Efecto de fertilización foliar y al suelo en la altura de la planta en el desarrollo de portainjerto de anona común ( <i>Anona diversifolia</i> ).....	40
9. Efecto de fertilización foliar y al suelo en el número de hojas de las plantas en el desarrollo de portainjerto de anona común ( <i>Anona diversifolia</i> ). ....	44
10. Efecto de fertilización foliar y al suelo en el peso fresco, peso seco, peso específico y desarrollo de área foliar en las plantas de anona común ( <i>Anona diversifolia</i> ). ....	48
11. Efecto de fertilización foliar y al suelo en el comportamiento de las variables: porcentaje de prendimiento, grados días de desarrollo, altura de injerto y diámetro de injerto, en plantas de anona común ( <i>Anona diversifolia</i> ).....	50

## INDICE DE FIGURAS.

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
<b>1a. Comportamiento de las temperaturas promedio mensuales, máximas y mínimas durante los meses de enero a agosto 2002. Estación de San Andrés...</b>	<b>22</b>
<b>1b. Comportamiento de la precipitación promedio mensual durante los meses de enero a agosto 2002. Estación de San Andrés.....</b>	<b>22</b>
<b>1c. Comportamiento de la humedad relativa promedio mensual durante los meses de enero a agosto 2002. Estación de San Andrés. ....</b>	<b>22</b>
<b>1d. Comportamiento de la velocidad del viento promedio mensual durante los meses de enero a agosto 2002. Estación de San Andrés. ....</b>	<b>23</b>
<b>2. Comportamiento de la variable diámetro de tallo durante el desarrollo de la investigación sometidos a diferentes tratamientos de fertilización a) testigo (T<sub>0</sub>), fórmula 15-15-15 (T<sub>1</sub>), bayfolán (T<sub>2</sub>); b) suero de leche (T<sub>3</sub>) y lombricompost al suelo (T<sub>4</sub>); c) lombricompost foliar (T<sub>5</sub>) y gallinaza (T<sub>6</sub>).....</b>	<b>38</b>
<b>3. Comportamiento de la variable diámetro durante el desarrollo de la investigación sometidas a diferentes tratamientos de fertilización foliar y al suelo. ....</b>	<b>39</b>
<b>4. Comportamiento del incremento en diámetro de plantas de anona común durante el desarrollo del portainjerto. ....</b>	<b>39</b>

5. Comportamiento de la variable altura durante el desarrollo de la investigación sometidos a diferentes tratamientos de fertilización a) testigo (T<sub>0</sub>), fórmula 15-15-15 (T<sub>1</sub>), bayfolán (T<sub>2</sub>); b) suero de leche (T<sub>3</sub>) y lombricompost al suelo (T<sub>4</sub>); c) lombricompost foliar (T<sub>5</sub>) y gallinaza (T<sub>6</sub>). .....41
6. Comportamiento de la variable altura durante el desarrollo de la investigación sometidas a diferentes tratamientos de fertilización foliar y al suelo.....42
7. Comportamiento del incremento de altura de plantas de anona común durante el desarrollo del portainjerto.....42
8. Comportamiento de la variable número de hojas durante el desarrollo de la investigación sometidos a diferentes tratamientos de fertilización a) testigo (T<sub>0</sub>), fórmula 15-15-15 (T<sub>1</sub>), bayfolán (T<sub>2</sub>); b) suero de leche (T<sub>3</sub>) y lombricompost al suelo (T<sub>4</sub>); c) lombricompost foliar (T<sub>5</sub>) y gallinaza (T<sub>6</sub>).....45
9. Comportamiento de la variable número de hojas durante el desarrollo de la investigación sometidas a diferentes tratamientos de fertilización foliar y al suelo.....46
10. Comportamiento del incremento del número de hojas de plantas de anona común durante el desarrollo del portainjerto. ....46
11. Efecto de los tratamientos foliares y al suelo en el comportamiento de peso fresco y peso seco en las plantas de anona común (*Anona diversifolia*). .....48
12. Efecto de los tratamientos foliares y al suelo en el comportamiento del peso específico de las hojas en las plantas de anona común (*Anona diversifolia*). .....49

- 13. Efecto de los tratamientos foliares y al suelo en el comportamiento del desarrollo de área foliar en las plantas de anona común (*Anona diversifolia*)...49**
- 14. Efecto de los tratamientos foliares y al suelo en el comportamiento de: a) porcentaje de prendimiento; b) grados días de desarrollo (GDD) en plantas de anona común (*Anona diversifolia*).....51**
- 15. Efecto de los tratamientos foliares y al suelo en el comportamiento de: a) altura de injerto y b) diámetro de injerto en plantas de anona común (*Anona diversifolia*).....53**

## INDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>Fotografía</b>	<b>Página</b>
<b>1 a. Letargo .....</b>	<b>25</b>
<b>1 b. Modalidad de minipangas.....</b>	<b>25</b>
<b>1 c. Establecimiento final.....</b>	<b>25</b>
<b>2. Fruto de anona común (<i>Anona diversifolia</i>) .....</b>	<b>27</b>
<b>3. Yema para injertar .....</b>	<b>27</b>
<b>4. Abonos orgánicos .....</b>	<b>30</b>
<b>5. Aplicación de tratamientos .....</b>	<b>30</b>
<b>6. Planta injertada.....</b>	<b>30</b>
<b>7. Diámetro de tallo.....</b>	<b>33</b>
<b>8. Altura de la planta .....</b>	<b>33</b>

## INDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE

<b>Cuadro</b>	<b>Página</b>
<b>1 A. Análisis nutrimental del sustrato .....</b>	<b>64</b>
<b>2 A. Análisis bromatológico .....</b>	<b>65</b>
<b>3 A. Resumen de análisis de varianza para cada una de las variables evaluadas en la fase de portainjerto en anona común (<i>Anona diversifolia</i>) desde los 30 ddt hasta los 205 ddt. ....</b>	<b>66</b>
<b>4 A. Resumen de análisis de varianza para las variables evaluadas en fase de portainjerto en anona común (<i>Anona diversifolia</i>).....</b>	<b>67</b>
<b>5 A. Resumen de coeficiente de correlación y nivel de significancia para las variables de crecimiento en plantas de anona común (<i>Anona diversifolia</i>) .....</b>	<b>68</b>
<b>6 A. Datos metereológicos durante el desarrollo de la investigación. Estación San Andrés. ....</b>	<b>70</b>

## I. INTRODUCCION

La anona pertenece a la familia anonáceae, el cual es un frutal que se cultiva en la mayor parte del país en forma tradicional en huertos de traspatios debido a su buena adaptación al clima tropical; asimismo es una fruta de excelente cualidades organolépticas que contiene un alto valor nutricional que se puede comercializar en el mismo lugar de producción o en el mercado local.

En El Salvador existen diferentes especies de anonáceas en estado silvestre y semicultivado en peligro de extinción, con valor genético, económico y cultural. El Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) a través de la Unidad de Recursos Fitogenéticos inicio en 1998 un diagnostico Ecogeográfico de especies de Anonáceas, como resultado se estableció la colección de anonáceas con las siguientes especies: *A. squamosa*, *A. chirimoya*, *A. reticulata*, *A. muricata*, *A. purpurea*, *A. diversifolia*, *A. glabra* y *A. holosericea* (Cruz Pineda y Deras, 1999).

Sin embargo el país carece de información para la producción y se desconocen aspectos relevantes del manejo: Fertilización, propagación, control de plagas y enfermedades entre otras para el desarrollo de los mismos. La mayor parte de los propagadores que aplican nutrimentos lo hacen frecuentemente sin saber a ciencia cierta que nutrimento aplicar, cuanto y en que forma (Hanger, 1984); Además existen zonas localizadas donde se producen anonas sin ningún tipo de manejo (Cruz Pineda y Deras, 1999).

La escasa información para la producción de este cultivo hace que el manejo y la fertilización de este fruto sean deficientes en nuestro medio contribuyendo a que exista poco interés por esta especie frutal.

Debido a esta situación requiere la búsqueda de técnicas que ayuden a mejorar la producción y productividad de la anona que podrá ser un cultivo alternativo para la diversificación Agrícola, ante la baja rentabilidad de los cultivos tradicionales como el café. El aporte de esta investigación esta enfocada principalmente en evaluar diferentes tipos de fertilización para el desarrollo de portainjerto y prendimiento de yemas de anona común (*Anona diversifolia*).

## II REVISIÓN DE LITERATURA.

### 2.1 Generalidades del cultivo.

Los anonos son árboles o arbustos que poseen frutos agregados, algunos de los cuales tienen pulpa de sabor exquisito (Villacorta, sf). Se estima que hay 2,200 especies de anonáceas en el mundo, muchas de ellas se cultivaron en mesoamérica por los indígenas (REMERFI, 2000).

Se le conoce en inglés a la *Anona diversifolia*: Sugar apple, en español: anona colorada, y en otros países: Ilama, Lamatzapotle, Papaché, Poxte (REMERFI, 2000), anona blanca en Guatemala y en El Salvador (Dijkman y Ochse, 1986).

Estos frutales tienen una notable diversidad y adaptación a diferentes ambientes y son un material rico para trabajos de hibridación, selección y propagación vegetativa (REMERFI, 2000), el alto valor nutritivo de los frutos, sabores y aromas distintos así como de formas y colores atractivos, justifican esos esfuerzos (Mahdeem citado por Chávez Primitivo et al., 1996).

La *Anona diversifolia* es nativa de México y Centroamérica, de la cual se conoce poco y no se ha expandido como un cultivo comercial, a pesar de que su fruto se considera el más fino y agradable de las anonáceas (Mahdeem citado por Chávez Primitivo et al., 1996).

De acuerdo con Chandler (1962) la anona presenta flores de color castaño y la carne del fruto es ligeramente rosada, y los árboles pueden propagarse por injerto.

En El Salvador, los árboles de anona se encuentran diseminados en todo el país, en forma aislada en la mayoría de los traspacios de las casas de pequeños productores, sin embargo se tiene zonas de mayor producción en los departamentos de Ahuachapán, La Libertad, Santa Ana, San Salvador, Cuzcatlán, La Paz, San Vicente, Usulután y San Miguel (Cruz Pineda et al., 2001).

**Clasificación taxonómica:**

Reino: Plantae

División: Antophita

Sub-división: Espermatophita

Clase: Dicotiledóneas

Orden: Renales

Suborden: Magnolinas

Familia: Anonáceas

Genero: Anona

Especie: *Anona diversifolia* (Lagos, 1987).

**2.2 Importancia.**

Según Cruz Pineda *et al.*, (2001) el fruto tiene muy buena aceptación en el mercado local y lugar de producción por su excelente sabor, aroma, color de pulpa y tamaño de fruto, asimismo su posibilidad de industrialización, se considera con potencial para un buen desarrollo futuro. La madera es utilizada para leña de inferior calidad.

Además del fruto las semillas contienen aceites que se utilizan para la elaboración de pinturas, además poseen propiedades insecticidas y repelentes contra piojos y otras plagas de cultivos (Samson, 1991).

Los frutos no son solamente especiales por sus deliciosos sabores, sino también por su alto valor nutricional. Su valor alimenticio varía considerablemente, porque en la mayoría de especies tienen abundancia de carbohidratos, proteínas, calcio, fósforo, hierro, tiamina, niacina y riboflavina (REMERFI, 2000).

### 2.2.1 Contenido nutricional: (Cuadro 1)

El contenido nutricional de la pulpa de *Anona diversifolia* por cada 100 gr de peso fresco es el siguiente:

**Cuadro 1. Análisis bromatológico en 100 gr de pulpa de anona común (*Anona diversifolia*).**

<b>Elemento</b>	<b>Unidades</b>
Humedad	71.5%
Proteína	0.447 g
Grasa	0.16 g
Fibra	1.3 g
Ceniza	1.37g
Calcio	31.6mg
Fósforo	51.7mg
Hierro	0.70 mg
Caroteno	0.011 mg
Tiamina	0.235 mg
Riboflavina	0.297 mg
Niacina	2.177mg
Ácido Ascórbico	13.6mg

Fuente: Morton, 2002 (Análisis realizados en El Salvador).

Chávez Primitivo *et al.*, (1996) menciona que el fruto se consume como cualquier fruto de mesa, considerando que tiene un sabor muy exquisito y agradable, también se utiliza como materia prima en la elaboración de paletas en Costa Rica.

Según Villacorta (sf) por su excelente sabor y cualidades organolépticas tiene una mayor comercialización en los mercados municipales, supermercados, terminales de buses y ventas improvisadas en parques, calles y carreteras.

## **2.3 Aspectos agronómicos del cultivo.**

### **2.3.1 Clima:**

Según Avilan y Leal (1984), los árboles de anona requieren de un clima cálido, con temperaturas promedio de 24°C a 28°C, con una estación seca y húmeda (Cruz Pineda, 2001).

Por ser de clima estrictamente tropical, en El Salvador se cultiva entre una altitud de 0 a 700 msnm (Cruz Pineda *et.al.*,2001).

### **2.3.2 Condiciones edáficas:**

La *Anona diversifolia* no es exigente en la calidad de los suelos (Ibar citado por Estrada y Marroquín, 1994) aunque prosperan mejor en aquellos suelos profundos de textura media con buen drenaje y ligeramente ácidos (pH = 5.5-6.5) (Cruz Pineda y Deras, 1999); también prefiere suelos ricos en materia orgánica (Geilfus, 1994); y prosperan mejor en suelos sueltos (Popenoe citado por Morton, 2002).

### **2.3.3 Propagación.**

#### **2.3.3.1 Por semilla**

Es el más utilizado por los agricultores, pero tiene un largo período de dormancia que es difícil de interrumpir. Las semillas no deberían ser sembradas directamente sin ser tratadas con anterioridad, para eliminar esta dormancia se pueden utilizar diferentes métodos: por medio de un baño de inmersión en una solución de ácido giberélico, exponiéndola al sol, sumergiéndola en agua caliente, almacenándola por un periodo de 2 a 6 meses (REMERFI, 2000), o escarificación mecánica (quebrándole la testa); de esta manera también se mejora el porcentaje de germinación (Geilfus, 1994).

Los árboles provenientes de semilla son llamados sencillamente de pie francos.

### **2.3.3.2 Vegetativa.**

La propagación asexual consiste en la reproducción de individuos a partir de porciones vegetativas de las planta (reproducción de clones). En consecuencia las plántulas propagadas vegetativamente reproducen toda la información de la planta progenitora y por esto las características específicas de una planta dada son perpetuadas, estableciéndose un clon. El clon es un material genéticamente uniforme derivado de un solo individuo (Hartman y Kester, 1987).

En algunas especies la propagación es más fácil, más rápida, más económica, por medio vegetativos que por semillas (Hartman y Kester, 1987).

#### **2.3.3.2.1 Injerto.**

##### **a) Generalidades del injerto.**

El injerto es un sistema asexual de propagar plantas, consiste en utilizar una o varias partes de vegetal relativamente pequeñas que reciben el nombre de púas, yemas o injertos estas partes se colocan sobre otras plantas que reciben el nombre de patrón o portainjerto que después de varios días origina una planta con las mismas características.

El injerto es útil para perpetuar las especies mejoradas, para obtener plantas resistentes, acelerar la precocidad de producción, mejorar el tamaño y calidad del fruto, obtener plantas de tamaño reducido y para renovar plantaciones. Existen varios tipos de injerto entre ellos: yema o escúdete, de corona, de púa lateral, enchapado lateral entre otros (MAG, 1976).

La formación de la unión del injerto se propicia con temperaturas que estimulan la división celular. El tejido recién cortado de la púa, es puesto en contacto íntimo y fijo con el tejido del portainjerto también recién cortado en condiciones similares, de tal modo que las regiones del cambium de ambas partes estén en contacto estrecho. Las condiciones de temperatura y humedad deben ser tales que estimulen la actividad de las células recién expuestas y de aquellas que las circundan. Usualmente, temperaturas de 12.8°C a 32°C según la especie, son favorables para un crecimiento rápido porque es cuando los tejidos

vegetales y en especial el cambium están naturalmente en crecimiento activo (Hartman y Kester, 1987).

Por otra parte en la región del cambium, tanto del portainjerto como el injerto, las capas exteriores de células expuestas producen células de parénquimas que pronto se entremezclan y enlazan; al resultado de esa actividad se le llama tejido de callo. Algunas de las de las células del callo recién formado que se encuentran en la misma línea con la capa intacta de cambium del patrón y del injerto se diferencian hasta formar nuevas células.

Esas nuevas células de cambium producen tejido vascular nuevo (xilema hacia el interior y floema hacia el exterior) estableciendo así conexión vascular entre el portainjerto e injerto, requisito indispensable para que la unión de injerto tenga éxito.

La cicatrización puede ser considerada como el cierre de una herida (Hartman y Kester, 1987).

#### **b) Tipos de injerto.**

Existen tipos de injerto que según su forma recibe denominaciones específicas de escudete, corona, de aproximación y enchapado. Los más comunes son: el de escudete llamado “T” y el de enchapado.

**b.1) Injerto de escudete o “T”:** Consiste en hacer un corte con la punta de la navaja en la corteza del patrón en forma de **T** ya sea invertida o derecha procediendo luego a levantar la corteza con el otro extremo de la navaja. Posteriormente se toma una vareta con varias yemas de las cuales solamente se extrae una en forma de escudo, la cual se incrusta dentro del tejido levantado del patrón quedando prácticamente fijo, procediendo posteriormente al amarre el cual se comienza de abajo hacia arriba (Parada Berríos, 2001).

Este tipo de injerto es de más amplio uso en fruticultura especialmente en cítricos y ornamentales, debido al poco material vegetativo que se requiere, rapidez en la ejecución, elevado porcentaje de prendimiento, uso de patrones jóvenes, posibilidad de reinjertar en caso de fallas y rápida observación de prendimiento (Urías, 2000).

b.2) **Injerto de corona:** Se emplea en árboles adultos para reconstrucción o cambios de variedad, practicándose en ramas de diversos diámetros, que forman la estructura primaria o armazón del árbol. En este tipo de injerto las varetas deben ser colocadas entre la corteza y la madera del patrón (Urías, 2000).

b.3) **Injerto de aproximación:** Se utiliza en especies en que normalmente los procedimientos habituales fallan debido a la lenta soldadura de tejidos. Este consiste en unir los cortes previamente realizados tanto al portainjerto como el injerto sin desprender la vareta o púa de la planta madre (Urías, 2000).

b.4) **Injerto Enchapado Lateral:** Es el tipo de injerto que se ha difundido mucho en aguacate y mango, debido al alto grado de prendimiento, donde no se decapita el patrón, tiene la ventaja de mantener hojas que activan la circulación de fotosintatos. El patrón debe ser vigoroso; además, para la operación debe presentar una textura mas bien blanda o semileñosa, es decir coincidente con los momentos vegetativos en que es observable su crecimiento (Urías, 2000).

Calderón (1998), indica que es el más usado en la propagación de árboles frutales de hoja perenne que se cultivan en regiones de clima cálido tales como: Aguacates, mango, guanábana, tamarindo, chicozapote y mamey. Con el que se obtiene muy elevados porcentajes de prendimiento y uniones fuertes. Pueden injertarse por este método patrones de diferente edad y diámetro sin necesidad de que el patrón y la vareta sean del mismo grueso.

A las dos ó tres semanas de hecho el injerto puede observarse el prendimiento en cuyo caso afirmativo se procede a despuntar fuertemente al patrón para promover la brotación de las yemas de la vareta. Una vez que esta se encuentra en pleno crecimiento se realiza el corte total del resto del patrón.

Parada Berríos (2001), menciona que para este tipo de injerto se utilizan patrones jóvenes con cinco u ocho pares de hojas y un diámetro entre 0.6 a 1 cm. La vareta se obtiene de la parte terminal de la rama del mismo diámetro del patrón. Se hace un corte a lo largo del tallo como de 3 a 3.5 cm al patrón cortando apenas la madera. La vareta se prepara para adaptarse al corte del patrón, se coloca de manera que las capas del cambium coincidan; se envuelven completamente con cinta a los 30 días si el injerto esta vivo se corta el patrón, dejando 1 a 2 hojas por encima del injerto. Cuando el injerto ha crecido 15 a 20 cm se termina de cortar el patrón.

### **c) Condiciones para pueda realizar el injerto y tener éxito.**

El proceso de injertación exige la presencia simultánea de condiciones de dos tipos, las cuales son imprescindibles:

**c.1) Habilidad del injertador y del método de injertación:** Que consiste en el hecho de poner en contacto el cambium de una parte vegetal con el cambium de la otra parte, en la mayor proporción posible y hacer que este contacto continúe eficientemente durante mucho tiempo. Siendo el cambium un tejido parenquimatoso, meristemático, succulento, es fácilmente dañado al exponerse al aire y a la intemperie en general, pudiendo en poco tiempo deshidratarse las células exteriores que lo componen, con lo cual el prendimiento puede mermar o dejar de realizarse. Por ello es de desear que la operación se realice con la mayor rapidez posible.

La selección del método adecuado y su realización en forma eficiente puede determinar el cumplimiento de esta primera condición, de orden físico, para que pueda darse la soldadura de las partes vegetales, y el injerto tenga éxito (Calderón, 1998).

### **c.2) Afinidad.**

La segunda condición para la realización de un injerto es de carácter fisiológico, determinado por factores genéticos, y consiste en que entre ambos organismos o partes exista afinidad.

La afinidad puede definirse como la cualidad a fin existente entre dos especies vegetales, para que puestos en contacto el cambium de uno con el del otro, se realice la soldadura de los tejidos, es decir, el éxito del injerto. Parece que cuanto más cercano es el parentesco entre las plantas, mas posibilidades hay de que se presente afinidad entre ellas, aun cuando existen numerosas excepciones en uno u otro sentido (Calderón, 1998).

Lamonarca (1992), menciona que la afinidad es total cuando el patrón y el injerto pertenecen a las mismas familias, especies y género; relativa cuando este y aquel pertenecen a una misma familia y genero, pero son de diferentes especies.

### **c.3) Compatibilidad.**

Debe hacerse una clara distinción entre lo que es afinidad y lo que representa compatibilidad. **Afinidad** puede definirse como semejanza de una cosa con otra y **compatibilidad** es la característica que permite y garantiza la coexistencia del injerto.

La afinidad causa la imposibilidad del injerto pero no así la falta de compatibilidad que llamada incompatibilidad, puede presentarse de diferentes maneras y en distintos índices.

Por lo tanto el prendimiento del injerto depende, de la eficiencia de la operación y de la facultad de soldarse las partes, es decir de la afinidad, pero la persistencia de la unión es función directa de la coexistencia de compatibilidad (Hartman y Kester, 1987).

Según Calderón (1998), en muchas combinaciones de injertos ha sido observada afinidad, que ha determinado la soldadura inicial, pero no existiendo compatibilidad entre las partes, el injerto muere ya sea por ruptura y separación de ellas; ó por no restablecerse unión vascular entre ambas partes en el tiempo previsto (Parada Berríos, 2001).

**c.4) Incompatibilidad.**

Se refiere a la incapacidad que presentan dos plantas para establecer con éxito una unión del injerto. Este problema puede presentarse entre plantas de diferentes variedades pero de una misma especie, o entre plantas diferentes especies de un mismo género. Esta incompatibilidad se relaciona de manera clara, con diferencias genéticas entre el patrón y la púa a través de antagonismo de tipo fisiológico, bioquímico anatómico (Hartman y Kester, 1987).

**c.5) Clase de planta.**

Se refiere a las características propias de algunas especies, que a pesar de que no presentan problemas de incompatibilidad, son difíciles de injertar (Hartman y Kester, 1987).

**c.6) Temperatura y humedad.**

Se requieren temperaturas moderadas entre 12.8°C a 32°C, dependiendo de la especie, son favorables para un crecimiento rápido, y una alta humedad relativa en torno al injerto. Una humedad inferior al punto de saturación, inhibe la unión del injerto. Por esta razón, los tejidos se protegen con cera, cinta de polietileno, etc (Hartman y Kester, 1987).

**c.7) Actividad del portainjerto.**

El patrón debe estar en plena actividad (crecimiento) para injertarlo. Esto es especialmente importante en el injerto de yema, donde es indispensable que la corteza se desprenda con facilidad para evitar que se dañe el cambium (Hartman y Kester, 1987).

**c.8) Técnicas de injertación.**

Se debe utilizar la técnica más apropiada para cada especie. Por eso, cada tipo de frutal tiene su técnica de injertación más convenientes para cada uno de ellos. En el momento de realizar cualquiera de los tipos de injerto, es indispensable que las yemas para injertar estén en reposo, bien desarrolladas y sanas. Al momento de cortar las varetas se deben desfoliar con una tijera de podar cuidando no dañar las yemas, y se deben envolver en papel ligeramente húmedo. Las púas pueden guardarse hasta tres semanas en un refrigerador (Hartman y Kester, 1987).

**c.9) Medidas fitosanitarias.**

La contaminación de las púas y el injerto con virus, insectos, hongos y / o bacterias son a menudo causa del fracaso de muchos injertos. Las cuchillas de injertar se desinfectan con formalina y los cortes se deben realizar rápidamente tratando de no tocarlos con la mano (Hartman y Kester, 1987).

**c.10) Portainjertos.**

El estudio de los portainjertos tiene una gran importancia en fruticultura, porque de la selección adecuada que de ellos se haga se derivara la productividad del huerto en un alto grado. Debe distinguirse primariamente dos tipos de patrones:

- ✓ Proveniente de multiplicación por semillas o francos.
- ✓ Propagados vegetativamente o clonados.

Los portainjertos de semilla son llamados sencillamente francos cuando sobre ellos se injerta la misma especie, o francos de tal o cual especie cuando es otra la que sobre ellos es injertada.

Los propagados vegetativamente o clonados son seleccionados por distintas estaciones experimentales, han sido virosados con frecuencia lo que ha determinado desechar las cepas madres y recurrir de nuevo a material indemne localizado en regiones productoras y seleccionado de nuevo. Estos han sido los más utilizados en la propagación de frutas de clima templado (Calderón, 1998).

**c.11) Problemas anatómicos de los tejidos.**

El cambium en la mayoría de plantas es continuo, otras especies como el zapote (*Pouteria sapota*) es sinuoso y otras especies como litchi (*Litchi chinensis*) es estrellado por lo que el injerto es difícil y en último caso imposible por que no se puede dar la formación de un callo de cicatrización (Alix, 1999).

**c.12) Estado fisiológico de la vareta o yema.**

Para la mayoría de las especies de frutales tropicales que son seleccionadas de la planta madre, se deben preparar previamente las ramas de las yemas o varetas a seleccionar (Alix, 1999).

Según Parada Berríos (2001), después de seleccionar las varetas se procede a eliminar las hojas dejando únicamente el pedúnculo que es la parte que une la hoja con el tallo. El indicativo que la yema esta lista para injertar, es cuando este pedúnculo se toca él solo cae, ocurriendo entre los 8 y 10 días después que se eliminaron las hojas, lo que significa que la vareta ha acumulado las reservas suficientes para brotar una vez injertadas, siendo éste el momento para cortarlas e injertarlas.

**c.13) Cuidados después de la injertación en vivero.**

Una vez injertadas las plantas deben protegerse del sol (Urías, 2000), y tener cuidado al aplicar el riego, porque debe ser controlado para evitar entradas de agua en la unión del injerto, asimismo después de injertar se elimina la yema apical del patrón de esta forma se estimulara la brotación del injerto. La cinta de injertar debe de retirarse a las doce o

quince semanas después de injertado. La eliminación del patrón se hace en forma paulatina, se debe tomar estricto control con los brotes o chupones eliminándolos, porque interfieren negativamente en el desarrollo del injerto (Parada Berríos, 2001).

#### **2.4 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 (Rodríguez Suppo, 1982).

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 Parada Berríos, 1999).

Las formas de fertilización son variadas; en los almácigos e instalación de viveros se fertiliza profusamente los plantines con sustancias nutritivas y aplicación en los hoyos de plantación (Rodríguez Suppo, 1982).

Sin embargo algunos propagadores opinan que la aplicación temprana de nutrimentos es innecesaria por las reservas internas que poseen las semillas y que alcanzan a sustentar los primeros estados de crecimiento.

Diversos estudios de nutrición de plantas demuestran respuesta inmediata y a largo plazo a la aplicación temprana de nutrimentos. Las respuestas dependen del método y cantidad de nutrimentos aplicados, efectos de nutrimentos solos y combinados, factores estacionales y ambientales y diferencias en respuestas entre géneros y especies (Hangel citado por Parada Berríos, 1999).

La fertilización química es la forma más común utilizada para abastecer a las plantas de los macronutrimentos (nitrógeno, fósforo y potasio) y micronutrientes (hierro, magnesio, cobre y zinc), pero existen casos en que la disponibilidad de dichos nutrimentos en la solución del suelo es limitada debido a problemas de absorción, fijación, precipitación, suelos con baja disponibilidad nutrimental, suelos áridos y cuando el sistema radical disminuye su función, como resultado de la competencia por carbohidratos en la etapa reproductiva. La absorción de nutrimentos es un fenómeno que ocurre día a día. Resulta

imprescindible saber cuántos días va a estar activo el proceso de absorción para completar los requisitos que harán posible la obtención de cosechas óptimas. Los nutrientes necesarios para producir hojas son diferentes de los que se necesitan para producir semillas, de ahí que sea necesario conocer las etapas que van a ocurrir durante el ciclo, el tiempo en que suceden y la distribución de los fotoasimilados en los diferentes tejidos. Para que ocurra una buena absorción de nutrientes, además de los mecanismos fisiológicos de la membrana que intervienen en la introducción de los nutrientes del suelo a la raíz, son importantes otros procesos relacionados con la forma en que los nutrientes se acercan de los diferentes puntos del suelo a la raíz (Bertsch, 1995).

## **2.5 Mecanismos de absorción y transporte de los nutrientes 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 nutrientes (Rodríguez Suppo, 1982).

Según Yamada *et al.* citado por García y García (1992), 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 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 nutrientes dentro de la hoja antes de alcanzar el tejido vascular: apoplasto y simplasto. Las vías de transporte de los nutrientes 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 hacia debajo 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 mesofilo 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 (Franceschi y Glaquinta citado por García y García 1992).

## **2.5.1 Fertilizantes orgánicos**

### **2.5.1.1 Lombricompost.**

El lombricompost conocido también como lombricompuesto, vermiabono o humus de lombriz (FUSADES, 1997). Es un biofertilizante orgánico, biorregulador y corrector del suelo cuya característica fundamental es la bioestabilidad, pues no da lugar a fermentación o putrefacción.

Su elevada solubilización, debido a la composición enzimática y bacteriana, proporciona una rápida asimilación por las raíces de las plantas. Produce un aumento en el desarrollo de las plantas, árboles y arbustos y protege de enfermedades y cambios bruscos de humedad y temperatura durante el transplante de los mismos.

El humus de lombriz es de color negrozco, granulado, homogéneo y con un olor agradable a mantillo de bosque. Produce asimismo hormonas como el ácido indol acético y ácido giberélico, estimulando el crecimiento y las funciones vitales de las plantas.

El humus de lombriz es un fertilizante de primer orden, protege al suelo de la erosión, siendo un mejorador de las características físico-químicas del suelo, de su estructura (haciéndola más permeable al agua y al aire), aumentando la retención hídrica, regulando el incremento y la actividad de los nitritos del suelo, y la capacidad de almacenar y liberar los nutrimentos requeridos por las plantas de forma equilibrada (nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y boro).

La actividad residual del humus de lombriz se mantiene en el suelo hasta cinco años. Al tener un pH neutro no presenta problemas de dosificación ni de fitotoxicidad, aún en aquellos casos en que se utiliza puro. No debe enterrarse, pues sus bacterias requieren oxígeno. Si se aplica en el momento de la siembra favorece el desarrollo radicular, por

otra parte, al hacer más esponjosa la tierra, disminuye la frecuencia de riego (Romero Pérez, 2002).

El humus es una fuente rica de nutrimentos esenciales de las plantas. Este producto puede también ser empleado en forma foliar siendo así muy eficaz, siempre y cuando el cultivo este en crecimiento activo, porque se pierde menos producto por efecto de la lixiviación (Amador, 1997).

**Cuadro 2. Contenido nutrimental del sustrato abono de lombriz**

<b>Nutrimento</b>	<b>%</b>	<b>ppm</b>
Nitrógeno (N)	1.59	
Fósforo (P)	2.14	
Potasio (K)	1.46	
Calcio (Ca)		26,600
Magnesio (Mg)		1,700
Hierro (Fe)		1,700
cobre (Cu)		24.4
<b>pH = 7.4</b>		

Fuente: Alas y Alvarenga 2002.

### **2.5.1.2 Suero de leche.**

El suero es la fase acuosa que se obtiene cuando se separa la cuajada en el proceso de elaboración de los quesos o la caseína. La mayor parte del agua contenida en la leche se concentra en el suero y en ella se encuentra todas las sustancias solubles como la lactosa, proteínas solubles, sales minerales, y algo de grasa (Revilla, 1982).

Los datos de la aplicación de suero son escasos, no se encuentran con facilidad en algunos países en proceso de desarrollo, 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 suero. Además, el suero de leche contiene altos niveles de micronutrientes, 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**

<b>Nutrientes</b>	<b>Unidad</b>
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
<b>pH = 7.4</b>	

Fuente: Obregón *et al.*, 2001.

### **2.5.1.3 Gallinaza.**

La gallinaza es un producto de elevado valor fertilizante rico en sales y en nitrógeno, de fácil asimilación y de efecto rápido sobre la vegetación, por cuyo motivo esta indicado en los cultivos más exigentes como los frutales y hortalizas (Ajenjo citado por Márquez, 1992).

Según Cooke (1984), los abonos de las aves o gallinaza varían en su composición de acuerdo con el tipo de aves que los produce, la forma en que son criadas y su alimentación.

La gallinaza es rica en nitrógeno y fósforo pero baja en potasio. El nitrógeno de este abono no es más efectivo que las dos terceras partes del fertilizante inorgánico suministrado; el fósforo es insoluble en agua y actúa lentamente.

**Cuadro 4. Contenido nutrimental de gallinaza**

<b>Nutrimento</b>	<b>%</b>
Nitrógeno (N)	0.0035
Fósforo (P)	0.22
Potasio (K)	4.65

Fuente: Muñoz S. 2001.

## **2.5.2 Fertilizantes químicos.**

### **2.5.2.1 Fórmula 15-15-15.**

Se denominan abonos compuestos los que 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 fórmula de dos a 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 Garcia, 1990).

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, para su reproducción, floración y 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 en forma química.

Cada uno de estos elementos tiene una función y beneficio específicos para la planta o flor, en términos generales son los siguientes:

**Nitrógeno:** le da color verde sano a las plantas, favorece el rápido crecimiento y aumenta la producción.

**Fósforo:** estimula el crecimiento temprano de las raíces, favoreciendo un crecimiento rápido y temprano de la planta, estimula la floración, acelera la madurez y ayuda a la formación de la semilla.

**Potasio:** aumenta el vigor de las plantas y su resistencia a las enfermedades, mantiene el desarrollo de las raíces y tubérculos y mejora el llenado de granos y semillas.

#### **2.5.2.2 Abono foliar (Bayfolán).**

El bayfolán es un activador de crecimiento a aplicar en la hoja, que ejerce especiales influencias sobre el aumento de rendimiento y el mejoramiento de la calidad de toda clase de planta, es un fertilizante de uso 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 (primaria y secundaria) y la membrana plasmática hasta llegar al interior de la hoja (Rodríguez Suppo, 1982).

### III MATERIALES Y METODOS.

#### 3.1 Localización del experimento.

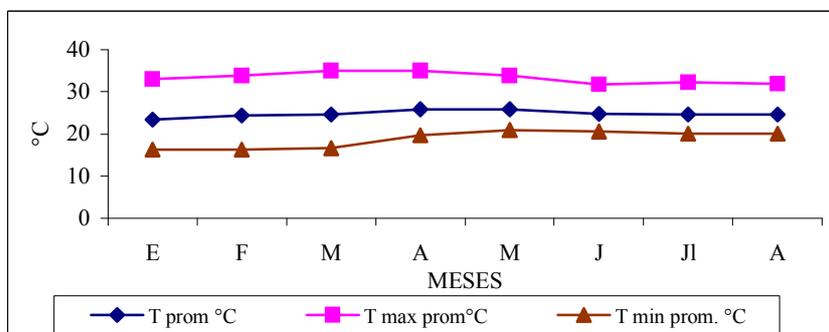
La investigación se realizó en El Centro de Desarrollo Agropecuario (CEDA) del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), ubicado en el cantón San Andrés del municipio de Ciudad Arce, departamento de La Libertad, situado a 4.8 Km. al Sur Este de Ciudad Arce; comprende el caserío San Andrés, con coordenadas de LN 19°49'10", LWG 89°24'23" y elevación de 460 msnm (Guzmán, 1971).

#### 3.2 Condiciones climáticas de la zona.

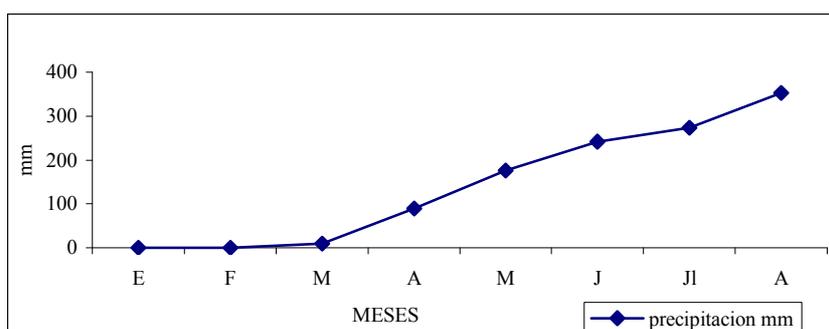
La temperatura promedio anual de la zona es de 25°C, registrándose la más alta en el mes de abril 35°C y la mínima de 15°C, en el mes de enero y febrero. Con una humedad relativa media del aire de 76 % al mes y precipitaciones de 1701 mm al año (DGRNR, 1992).

Según la figura 1a. se muestran las temperaturas mínimas, medias y máximas registradas durante el período del experimento de enero a agosto 2002, encontrándose las condiciones adecuadas para el desarrollo de las plantas de anona común (*Anona diversifolia*) que requiere de un clima cálido, con temperaturas promedios entre 24°C a 28°C (Avilan y Leal, 1984).

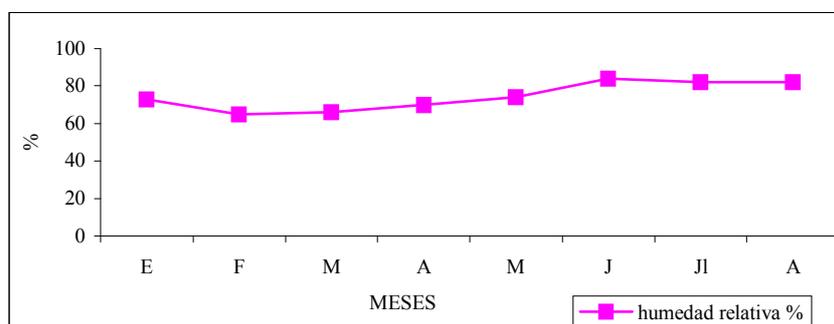
En la figura 1b, se presenta la distribución de la precipitación, encontrándose la menor en el mes de marzo (9 mm) y la mayor en el mes de agosto (353 mm). De igual manera en las figuras 1c y 1d se presentan los valores de humedad relativa encontrándose en el mes de junio el valor más alto y en enero la mayor velocidad del viento (SNET, 2002) (Cuadro 6 A, Apéndice).



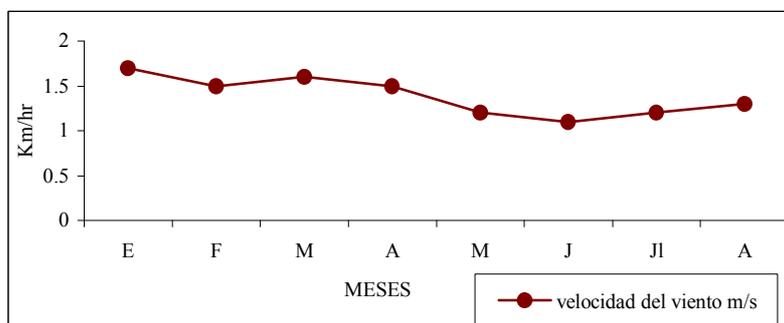
**Figura 1 a. Comportamiento de las temperaturas promedio mensuales, máximas y mínimas durante los meses de enero a agosto 2002. Estación de San Andrés.**



**Figura 1 b. Comportamiento de la precipitación promedio mensual durante los meses de enero a agosto 2002. Estación de San Andrés.**



**Figura 1 c. Comportamiento de la humedad relativa promedio mensual durante los meses de enero a agosto 2002. Estación San Andrés.**



**Figura 1 d. Comportamiento de la velocidad del viento promedio mensual durante los meses de enero a agosto 2002. Estación San Andrés.**

### 3.3 Metodología de campo

#### 3.3.1 Desarrollo del experimento.

La fase de campo del experimento se desarrollo en 7 meses de enero 2002 hasta julio 2002, básicamente en vivero al aire libre, el cual se prolongo debido a que las plantas al ser trasladadas del vivero al lugar del montaje, se encontraban en condiciones bajo sombra y al exponerlas a pleno sol sufrieron efecto de estrés, causándole la caída de hojas y retraso en crecimiento. Asimismo esta condición coincidió con el periodo de letargo que muchas especies tropicales presentan durante la estación seca como respuesta a condiciones adversas de clima como falta de humedad, velocidad del viento, humedad relativa y temperaturas, como se observa en las figuras 1a a 1d, donde reflejan condiciones adversas de clima que se presentaron durante los meses de enero a marzo, después las condiciones climáticas mejoraron, las plantas recuperaron sus actividades fisiológicas.

La fase de campo comprendió diferentes etapas como:

a) **Compra de plántulas**, las cuales se obtuvieron en el vivero del CENTA de un mes de germinadas, provenientes de semillas, recolectadas en las zonas Lempa Acahuapa (San Vicente).

Dichas semillas se colocaron en sustrato proveniente de los huertos del área de frutales, realizándole posteriormente un análisis químico para verificar el contenido nutrimental del sustrato (Cuadro 1 A, Apéndice), mostrando 52 ppm de fósforo (P), 648 ppm de potasio (K), 10.96 meq.100gr<sup>-1</sup> de calcio y 4.59 meq.100gr<sup>-1</sup> de magnesio.

b) **Limpieza al terreno:** Consistió en el control de malezas y nivelación del terreno.

c) **Montaje del experimento:** Se seleccionaron las plantas realizándoles una toma de datos con el objetivo de uniformizar la conformación de los bloques, para luego realizar el principio de la 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 32 m<sup>2</sup>. El cual estuvo constituido por cuatro bloques y cada uno compuesto por 35 plantas; después se procedió a realizar la respectiva identificación de los tratamientos.

e) **El riego de las plántulas:** se comenzó con manguera, pero debido a la escasez de agua se cambiaron de lugar, implementando la modalidad de minipangas o minimelgas a cada bloque, la cual consistió en una excavación de 30 cm de profundidad por 1.2 m de ancho por 1.3 m largo, a la melga se le colocó una cubierta de plástico con el propósito de mantener la humedad en las plantas por más tiempo. Esta modalidad de riego se utilizó para reducir los efectos del letargo por humedad y tratar de romper el mismo lo más pronto posible, siendo de alguna forma positivo debido a que la modalidad implementada a parte de ser práctica es funcional pues con un riego cada 22 días fue suficiente para mantener la humedad adecuada y romper el letargo (Fotografías 1a y 1b).

Luego a la entrada de la lluvia fue necesario cambiar de lugar las plantas por el exceso de agua, el cual estaba afectando el desarrollo de las plantas y allí se mantuvieron hasta la finalización del experimento (Fotografías 1c).

La toma de datos se realizó cada 15 días antes y después del período de letargo hasta que el portainjerto logró el desarrollo necesario para realizar el injerto.



**Fotografía 1 a. Letargo.**



**Fotografía 1 b. Modalidad de minipangas**



**Fotografía 1c. Establecimiento final**

### 3.3.2 Variables estudiadas.

Las variables que se estudiaron en la investigación son:

- a) Diámetro del tallo
- b) Altura de la planta
- c) Numero de hojas
- d) Peso fresco y seco de las hojas
- e) Porcentaje de prendimiento
- f) Grados días de desarrollo (días a prendimiento)
- g) Área foliar
- h) Peso específico de la hoja.

### 3.3.3 Material vegetal utilizado (Fotografía 2 y 3).

Las plantas utilizadas como portainjertos se obtuvieron del banco de germoplasma del CENTA, de un mes de geminadas.

El material utilizado como yema para injertar proviene de los árboles de la colección anonácea existente en el CENTA, que son provenientes de semillas, los cuales poseen una altura aproximada de 3.5 a 4 m y una edad de 6 años y frutos de características deseables.

### 3.3.4 Descripción de los tratamientos.

**Cuadro 5. Descripción de Tratamientos aplicados en las plantas de anona común (*Anona diversifolia*).**

Tratamientos	Descripción
T <sub>0</sub>	Testigo
T <sub>1</sub>	Fórmula 15-15-15 al suelo
T <sub>2</sub>	Bayfolán Forte Quelatado al follaje
T <sub>3</sub>	Suero de leche al follaje
T <sub>4</sub>	Lombricompost al suelo
T <sub>5</sub>	Lombricompost al follaje
T <sub>6</sub>	Gallinaza



**Fotografía 2. Fruto de anona común (*Anona diversifolia*), tomada de la colección de frutales del banco de germoplasma. CENTA/San Andrés. 2002.**



**Fotografía 3. Yema para injertar, tomada de la colección de frutales del banco de germoplasma. CENTA/San Andrés. 2002.**

### 3.3.5 Abonos orgánicos (Fotografía 4)

- **Lombricompost:** este sustrato orgánico fue utilizado en dos formas de aplicación durante el desarrollo del experimento tanto foliar y como al suelo. Presentando según el análisis de fertilizantes formulados, abonos orgánicos y materias primas del laboratorio de química agrícola del CENTA, la presencia de los siguientes elementos N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn y su respectivo pH. Siendo el lombricompost al suelo el que mayor contenido de nutrimentos presenta (Cuadro 2 A, Apéndice).

De acuerdo con el análisis reportado a la literatura (Cuadro 2), el lombricompost utilizado presento bajo contenido nutrimental (nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K)), además el calcio presenta valores similares, no así los micronutrientes en los que el magnesio, hierro presentaron valores bajos a excepción del cobre que presentó un valor alto.

- **Suero de leche:** este biofertilizante fue el que presento menores cantidades de nutrimentos según el análisis realizado (Cuadro 2 A, Apéndice).

De acuerdo con el análisis reportado en la literatura (Cuadro 3) podemos mencionar que el suero de leche que se utilizo presentaba un alto porcentaje de nitrógeno y similar contenido de fósforo y potasio, respecto al calcio presenta un valor al alto. En cuanto a los micronutrientes el hierro, cobre y zinc presentaron valores altos a excepción del manganeso que presento valores más bajos.

- **Gallinaza:** este abono orgánico se aplicó en forma seca, mostrando las mayores cantidades de N-P-K con respecto a los demás abonos orgánicos (Cuadro 2 A, Apéndice).

Según el análisis nutrimental reportado en la literatura (Cuadro 4), se observa que los nutrimentos de nitrógeno (N) y fósforo (P) presentaron valores menores que el tratamiento utilizado, a excepción del potasio (K) que presentó valores similares.

### 3.3.6 Abonos químicos.

- **Fórmula 15-15-15 y Abono foliar (Bayfolán):** a estos abonos no se realizó un análisis químico nutrimental, debido a que se tomo como referencia el contenido detallado en las etiquetas de cada uno, pero se incluye al Cuadro 2 A, del apéndice.

### 3.3.7 Aplicación de los tratamientos (Fotografía 5).

La aplicación de tratamientos se realizó en la primera semana del ensayo y luego cada quince días los foliares y cada mes la fertilización al suelo.

La forma de aplicación de los foliares fue con una asperjadora manual, con capacidad de un 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 usó dos divisiones de durapax para evitar la contaminación con otros tratamientos. Las dosis aplicadas fueron, en el caso del suero de leche  $250 \text{ cc.lt}^{-1}$ , lombricompost foliar  $150 \text{ gr.lt}^{-1}$ , bayfolán  $7 \text{ cc.lt}^{-1}$ .

Respecto a los abonos al suelo, la gallinaza y el lombricompost se aplicó en forma de postura y la fórmula 15-15-15 se incorporó a la base de la planta. Las cantidades aplicadas fueron: gallinaza en dosis de  $200 \text{ gr.planta}^{-1}$ , lombricompost al suelo en dosis de  $100 \text{ gr.planta}^{-1}$  y fórmula 15-15-15 en dosis de  $10 \text{ gr.planta}^{-1}$ .

### 3.3.8 Injertación (Fotografía 6).

La injertación se realizó el 18 junio 2002, el método de injerto utilizado fue el enchapado lateral. Las yemas se prepararon ocho días antes (Fotografía 2), la cual consistió en eliminar las hojas de los brotes terminales dejando solo el pecíolo el cual se desprendió a los ocho días y a la que se le realizó un corte, aproximadamente de 3 a 5 cm de longitud para hacerlo coincidir con el corte longitudinal, realizado al portainjerto a una altura entre

10 a 20 cm arriba del cuello de la raíz, posteriormente se procedió a amarrar la zona de la unión con una cinta de polietileno de 2 cm de ancho por 20 cm de largo aproximadamente. La preparación de las yemas se hizo coincidir con la luna nueva, la cual parece estimular el proceso de activación de las yemas.<sup>1</sup>



**Fotografía 4. Abonos orgánicos**



**Fotografía 5. Aplicación de tratamientos foliares**



**Fotografía 6. Planta injertada**

<sup>1</sup> Comunicación personal: Ing. Agr. Fidel Parada Berríos. CENTA (2002).

### **3.3.9 Control de malezas.**

Para el control de maleza se procedió a efectuarlo en forma manual, debido a la facilidad de hacerse, por estar en bolsas de polietileno, el tiempo de este control se realizó cada 15 días, hasta la finalización de la investigación.

## **3.4 Metodología estadística.**

### **3.4.1 Diseño experimental.**

El diseño estadístico utilizado fue bloque al azar con cuatro repeticiones y siete tratamientos. Cada unidad experimental estuvo conformada por cinco plantas.

### **3.4.2 Modelo estadístico.**

El modelo Estadístico para este Diseño se presenta con las siguientes fórmulas matemáticas: (Nuila y Mejia, 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)

$\mu$ = es la media del experimento.

$T_i$ = es el efecto de cualquier tratamiento (i).

$B_j$ = es el efecto de cualquier bloque (j).

$E_{ij}$ = error experimental en la celda (ij).

**Cuadro 6. Distribución estadística del diseño bloques al azar.**

<b>Fuente de variación</b>	<b>G.L</b>	<b>Suma de cuadrados.</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>f. observada.</b>
Bloques	b-1	$b \sum Y^2.j/a - (Y)^2/n \quad j=1$	S.C bloques / b-1	C.M bloques/ C.M.E
Tratamientos	a-1	$a \sum Y^2.i/b - (Y)^2/n \quad i=1$	S.C trat/ a-1	C.M trat/ C.M.E
Error experimental	(a-1) (b-1)	S:C total- S:C bloques + S:C tratamientos.	C.C error / (a-1= (b-1).	
Total	ab-1	$a \quad b$ $\sum \sum Y^2ij - (Y..)^2/ab \quad i=1 \quad j=1.$		

Siendo: y..= El gran total

yi. = Total del tratamiento

y.j= Total de bloque j.

### 3.4.3 Factores en estudio.

Los factores en estudio dentro de la investigación fueron fertilización foliar y fertilización al suelo.

### 3.4.4 Variables evaluadas.

#### 3.4.4.1 Diámetro de tallo (Fotografía 7).

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 tomo una altura del suelo a la planta de 20 cm hasta que logró un diámetro de 0.6 a 0.9 cm, rango que indicaba que la planta estaba apta para ser injertada. Luego se tomó el incremento absoluto que representa la ultima lectura menos la primera. Esta variable esta dado en cm.

#### 3.4.4.2 Altura de la planta (Fotografía 8).

La altura de plantas se comenzó a evaluar desde el establecimiento del experimento, tomando la altura inicial con una regla de 30 cm al principio, luego con una cinta métrica. Posteriormente mediciones cada 15 días. La altura se tomó desde el cuello de la planta (tallo-raíz) hasta la yema apical y posteriormente se tomo el incremento absoluto de esta variable que esta dada en cm.



**Fotografía 7. Diámetro de tallo.**



**Fotografía 8. Altura de la planta.**

#### **3.4.4.3 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 definiéndose este como la diferencia del último muestreo menos el primero y expresándose como un incremento.

#### **3.4.4.4 Peso fresco y seco.**

Se tomaron de las hojas de cada planta por tratamiento y por repetición. El parámetro de selección fue el de tomar la séptima hoja de cada planta partiendo de la primera de la yema apical y en forma alterna. Luego se procedió a estimarles 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 (g).

#### **3.4.4.5 Porcentaje de prendimiento.**

Se obtuvo dividiendo el número de plantas donde el injerto tuvo éxito entre el total de plantas injertadas por tratamientos y multiplicándolo por 100 (simple regla de tres).

#### **3.4.4.6 Días a prendimiento.**

Fue el periodo transcurrido desde que se injerto hasta el momento que comenzó la brotación de yemas. Para estimar este valor se calcularon unidades calor expresadas como grados días de desarrollo (GDD) (Zinder citado por Cruz Hernández *et al.*, 1996), porque se ha demostrado que el crecimiento vegetativo de las plantas esta influenciado por las temperaturas prevalecientes en el medio (Elox citado por Cruz Hernández *et al.*, 1996); se calcula asumiendo que a una temperatura ( $T_i$ ), un organismo emplea un numero de días (D) para completar una etapa determinada de su desarrollo, y que a una temperatura base

(Tb) deja de haber crecimiento; con ello se obtiene la constante térmica (GDD) que es la cantidad de calor necesaria para que un organismo complete una etapa de su fenología o desarrollo.

Para obtener este valor se utilizaron las temperaturas medias diarias desde que se injerto hasta el momento en que estaba seguro el prendimiento, utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{GDD} = \sum (\text{Ti} - \text{Tb})$$

Donde:

GDD = Constante térmica en grados días de desarrollo.

Ti = Temperatura promedio.

Tb = Temperatura base del cultivo.

#### **3.4.4.7 Área foliar.**

Se determino a través del método de la cuadrícula, dibujando la séptima hoja de cada planta, multiplicándola por el numero total de hojas de la planta expandida en su totalidad. Esta variable esta dada en  $\text{cm}^{-2}$ .

#### **3.4.4.8 Peso específico de la hoja.**

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

#### **3.4.5 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 SAS (Statistical Análisis System) 1997 vr. 6.12 para Windows, y con su respectiva prueba de Tukey para comparación de medias, así como la determinación de la correlación entre variables calculando el coeficiente de correlación de Pearson.

## IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Variables de crecimiento.

Para las variables de crecimiento se hicieron ocho muestreos, realizándose posteriormente a su ordenamiento el análisis estadístico para el diseño establecido y prueba de medias (Tukey), para cada variable y por muestreo; notándose que solo algunas presentaron diferencias significativas y altamente significativas, porque la mayor parte de la información resultó igual estadísticamente. De esta manera solo se discuten los datos altamente significativos.

#### 4.1.1 Diámetro del tallo, altura de planta y número de hojas.

La variable diámetro comenzó a tener diferencias altamente significativas a los 60 y 115 ddt (Cuadro 7), encontrándose superioridad en los tratamientos a los cuales se les aplicó suero de leche ( $T_3$ ) a los 60 y 115 ddt; Así como el tratamiento de abono foliar: bayfolán ( $T_2$ ) a los 115 ddt. No obstante, a los 75 ddt los tratamientos de fórmula 15-15-15 ( $T_1$ ) y el suero de leche ( $T_3$ ) mostraron diferencias significativas, sin embargo el comportamiento de ésta variable según resultados pruebas de medias (Figura 2 a y b), el tratamiento testigo ( $T_0$ ) y el lombricompost foliar ( $T_5$ ) mostraron las mejores medias en el crecimiento del diámetro de las plantas y el tratamiento que menos crecimiento obtuvo fue la fórmula 15-15-15 ( $T_1$ ) (Figura 2 a y c), debido a que el suelo utilizado de acuerdo al análisis químico realizado contenía de altos a muy altos concentraciones de nutrimentos (Cuadro 1 A, Apéndice), por lo que al aplicarse la fórmula 15-15-15 ( $T_1$ ) probablemente produjo toxicidad. Según Stauder de Romero (2001) los rangos adecuados establecidos por cultivos son diferentes entre sí; Mientras más arriba o abajo del rango adecuado se encuentre un nutrimento, mayor es el síntoma y/o la severidad de la deficiencia o toxicidad.

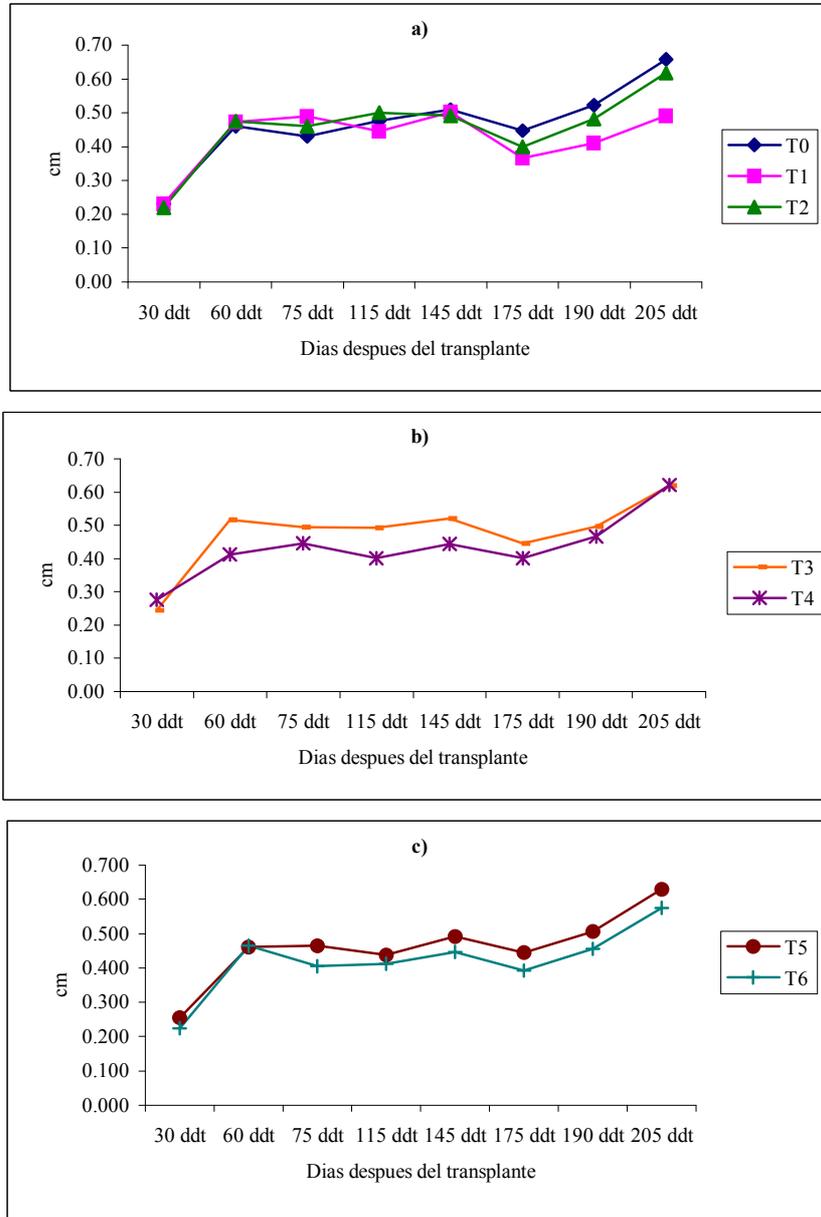
En general el comportamiento de esta variable se puede apreciar en la figura 3.

Al analizar el crecimiento absoluto expresado como el incremento de diámetro, estadísticamente no hubo diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 7), pero entre bloques si existió diferencias significativas (Cuadro 3 A, Apéndice), al observar los valores de pruebas de medias (Figura 4) el tratamiento testigo (T<sub>0</sub>) fue superior a los tratamientos abono foliar (Bayfolán) (T<sub>2</sub>), suero de leche (T<sub>3</sub>) y lombricompost foliar (T<sub>5</sub>), notándose también que la fórmula 15-15-15 (T<sub>1</sub>) produjo efectos negativos en esta variable, probablemente por problemas de toxicidad como se mencionó con anterioridad. De acuerdo con el análisis de suelo (Cuadro 1 A, Apéndice) el contenido nutrimental fue de altos a muy altos, probablemente fue por esto que el tratamiento testigo (T<sub>0</sub>) mostró mejor desarrollo, porque Mitscherlich citado por Tisdale *et al.*,(1991) relaciona el crecimiento con las disponibilidades de elementos nutritivos. Estadísticamente a los 30 ddt, 60 ddt y 115 ddt existió diferencias entre bloques, probablemente los cambios de lugar efectuadas a las plantas y las condiciones climáticas incidieron en la variable (Cuadro 3 A, Apéndice).

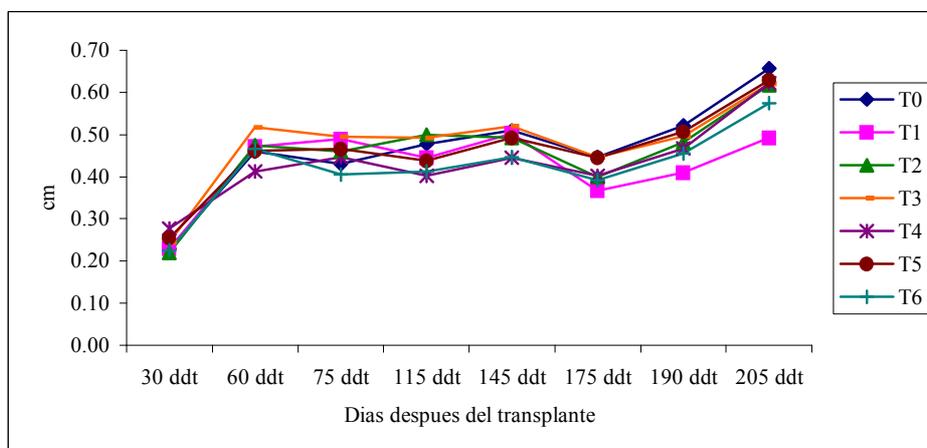
**Cuadro 7. Efecto de fertilización foliar y al suelo en el diámetro del tallo en el desarrollo de portainjerto de anona común (*Anona diversifolia*).**

Tratamientos	Fechas										Δ	DÍAM	NS
	30 ddt NS	60 ddt **	75 ddt *	115 ddt **	145 ddt NS	175 ddt NS	190 ddt NS	205 ddt NS					
T <sub>0</sub>	0.23 A	0.46 B	0.43 B	0.48 B	0.51 A	0.45 A	0.52 A	0.66 A	0.43	A			
T <sub>1</sub>	0.23 A	0.47 B	0.49 A	0.45 C	0.50 A	0.37 A	0.41 A	0.49 A	0.26	A			
T <sub>2</sub>	0.22 A	0.48 B	0.46 B	0.50 A	0.49 A	0.40 A	0.48 A	0.62 A	0.40	A			
T <sub>3</sub>	0.25 A	0.52 A	0.50 A	0.49 A	0.52 A	0.45 A	0.50 A	0.62 A	0.38	A			
T <sub>4</sub>	0.28 A	0.41 B	0.45 B	0.40 C	0.45 A	0.40 A	0.47 A	0.62 A	0.35	A			
T <sub>5</sub>	0.26 A	0.46 B	0.47 B	0.44 C	0.49 A	0.45 A	0.51 A	0.63 A	0.38	A			
T <sub>6</sub>	0.23 A	0.47 B	0.41 B	0.41 C	0.45 A	0.39 A	0.46 A	0.58 A	0.35	A			

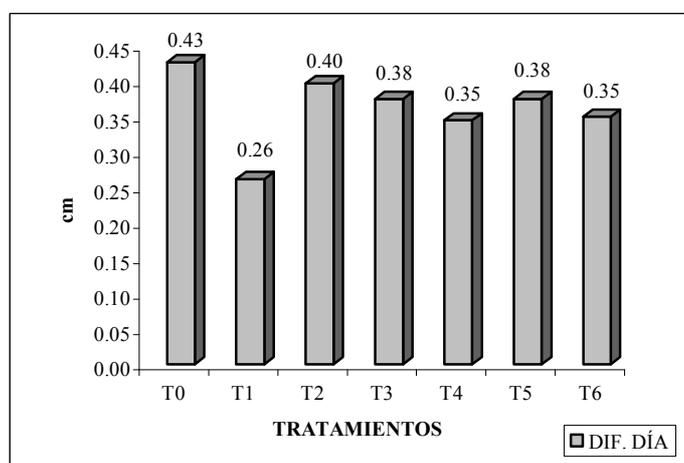
NS= no significativo      \* = significancia al 5%      \*\* = significancia al 1%      Δ : incremento absoluto de diámetro



**Figura 2. Comportamiento de la variable diámetro durante el desarrollo de la investigación sometidos a diferentes tratamientos de fertilización a) testigo (T<sub>0</sub>), fórmula 15-15-15 (T<sub>1</sub>), bayfolán (T<sub>2</sub>); b) suero de leche (T<sub>3</sub>) y lombricompost al suelo (T<sub>4</sub>); c) lombricompost foliar (T<sub>5</sub>) y gallinaza (T<sub>6</sub>).**



**Figura 3. Comportamiento de la variable diámetro durante el desarrollo de la investigación sometidas a diferentes tratamientos de fertilización foliar y al suelo.**



**Figura 4. Comportamiento del incremento en diámetro de plantas de anona común (*Anona diversifolia*) durante el desarrollo del portainjerto.**

En cuanto a la variable altura de planta mostró diferencias significativas a los 75 ddt (Cuadro 8), observándose que el suero de leche (T<sub>3</sub>) presentó superioridad en la altura de las plantas con respecto a los demás tratamientos, igualmente se puede observar en las figuras 5 a, b y c, mostró un comportamiento similar desde los 175 ddt hasta los 205 ddt. Los tratamientos lombricompost foliar (T<sub>5</sub>), testigo (T<sub>0</sub>) y lombricompost al suelo (T<sub>4</sub>) (Figura 5 a y c) produjeron los mayores efectos en cuanto al crecimiento en altura de las plantas. Observándose también que la fórmula 15-15-15 (T<sub>1</sub>) presentó menor crecimiento, tendencia similar a la variable anteriormente analizada, según las pruebas de medias. En la figura 6 se observa el comportamiento general de la variable.

Al analizar el crecimiento absoluto en altura, estadísticamente no fue significativo (Cuadro 3 A, Apéndice), pero al observar los valores de medias el tratamiento testigo (T<sub>0</sub>) mostró superioridad con respecto a los tratamientos lombricompost foliar (T<sub>5</sub>) y abono foliar (bayfolán) (T<sub>2</sub>), notándose también que la fórmula 15-15-15 (T<sub>1</sub>) reflejó las menores alturas (Figura 7). Esto coincide con los resultados obtenidos por Parada Berríos (1999) en las cuales menciona que la adición de fertilizante al suelo causa efectos negativos en la altura de las plantas de nispero (*Manilkara sapota L.*) observando que los portainjertos a los que no se les aplicó fertilización fueron superiores a los que si se les aplicó.

**Cuadro 8. Efecto de fertilización foliar y al suelo en la altura de la planta en el desarrollo de portainjerto de anona común (*Anona diversifolia*).**

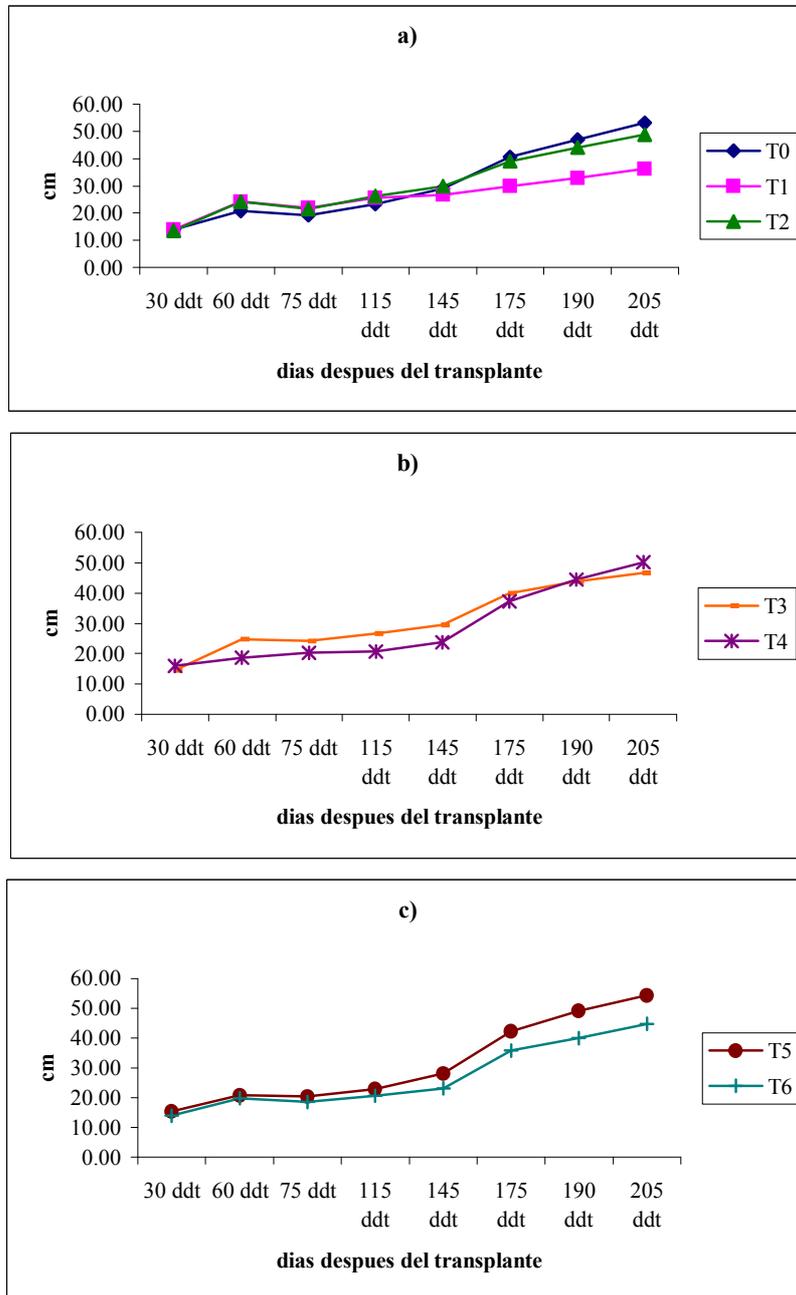
Tratamientos	Fechas																	
	30		60		75		115		145		175		190		205		Δ	
	ddt	NS	ddt	NS	ddt	*	ddt	NS	DÍAM	NS								
T <sub>0</sub>	13.99	A	20.85	A	19.07	B	23.35	A	29.08	A	40.50	A	47.04	A	53.06	A	39.07	A
T <sub>1</sub>	13.93	A	24.07	A	22.00	B	25.57	A	26.66	A	30.00	A	32.87	A	36.25	A	22.20	A
T <sub>2</sub>	13.49	A	24.11	A	21.52	B	26.24	A	29.83	A	39.10	A	44.09	A	48.74	A	35.35	A
T <sub>3</sub>	14.46	A	24.83	A	24.08	A	26.61	A	29.49	A	39.87	A	43.86	A	46.66	A	32.20	A
T <sub>4</sub>	16.01	A	18.67	A	20.38	B	20.75	A	23.78	A	37.20	A	44.49	A	50.20	A	34.20	A
T <sub>5</sub>	15.45	A	20.88	A	20.39	B	22.97	A	28.06	A	42.35	A	49.26	A	54.30	A	38.85	A
T <sub>6</sub>	13.92	A	19.79	A	18.48	B	20.67	A	23.15	A	35.73	A	39.95	A	44.81	A	30.89	A

NS= no significativo

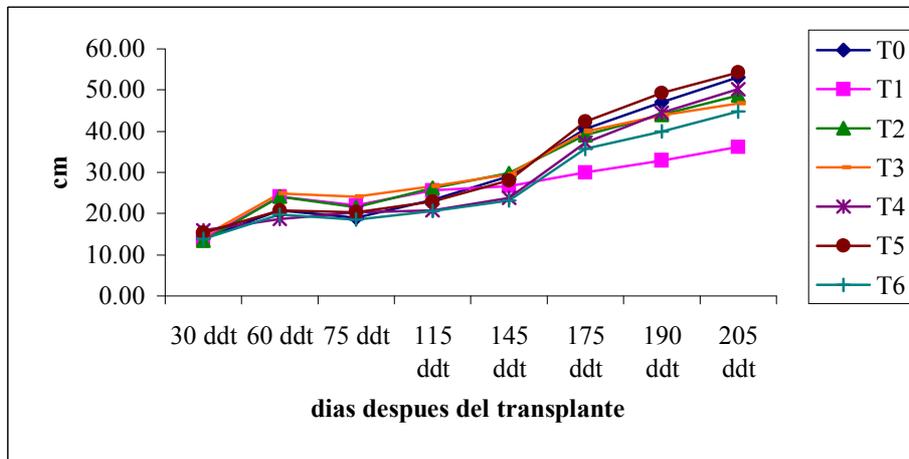
\* = significancia al 5%

\*\* = significancia al 1%

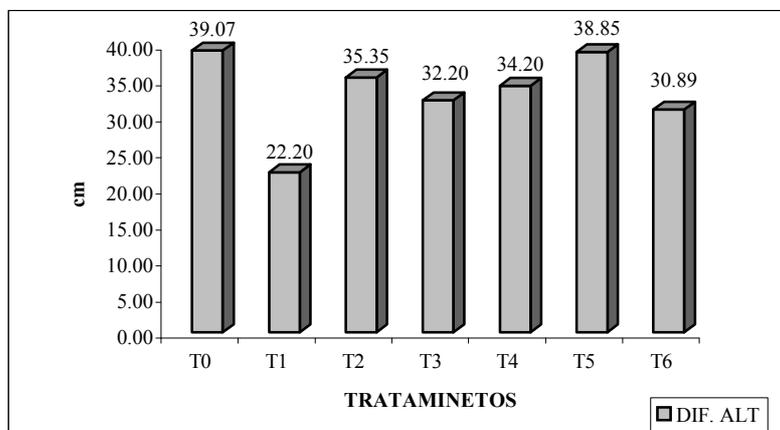
Δ: incremento absoluto de altura



**Figura 5. Comportamiento de la variable altura durante el desarrollo de la investigación sometidos a diferentes tratamientos de fertilización a) testigo ( $T_0$ ), fórmula 15-15-15 ( $T_1$ ), bayfolán ( $T_2$ ); b) suero de leche ( $T_3$ ) y lombricompost al suelo ( $T_4$ ); c) lombricompost foliar ( $T_5$ ) y gallinaza ( $T_6$ ).**



**Figura 6. Comportamiento de la variable altura durante el desarrollo de la investigación sometidas a diferentes tratamientos de fertilización foliar y al suelo.**



**Figura 7. Comportamiento del incremento de altura de plantas de anona común (*Anona diversifolia*) durante el desarrollo del portainjerto.**

Respecto al número de hojas se comenzaron a tener diferencias estadísticas significativas a los 175 ddt hasta 205 ddt (Cuadro 9) mostrando superioridad los tratamientos testigo ( $T_0$ ), lombricompost foliar ( $T_5$ ) y lombricompost al suelo ( $T_4$ ) con respecto a los demás. Sin embargo a los 205 ddt se tuvieron diferencias significativas mostrando superioridad los valores de los tratamientos abono foliar: bayfolán ( $T_2$ ), lombricompost al suelo  $T_4$  y testigo ( $T_0$ ) con respecto a los otros, ejerciendo así un efecto positivo en cuanto al número de hojas, no obstante al observar las figuras 8 a, b, c y 9, se refleja que a los 75 ddt se produjo un efecto negativo en todos los tratamientos con respecto a la variable, debido a que las plantas entraron en período de letargo por dos meses. Este término es usado para referirse al estado de reducida actividad de las plantas o partes de las mismas durante el cual no ocurre crecimiento apreciable (Cásseres, 1966).

Según Calderón 1998, el letargo de acuerdo con el origen que lo causa puede ser de tres clases diferentes: quiescencia, reposo e inhibición correlativa. Acorde a las condiciones observadas en las plantas de anona desde los 75 ddt hasta 115 ddt, la clase de letargo fue: quiescencia es la detención del crecimiento que tiene lugar debido a causas externas desfavorables, como pueden ser inapropiadas condiciones de temperaturas o de humedad y viento (Figura 1a a 1d). Este tipo de letargo está, entonces, bajo control exógeno, y cuando la causa que lo provoca desaparece el crecimiento se reanuda.

Posteriormente se observa que a los 145 ddt y 175 ddt los tratamientos lombricompost foliar ( $T_5$ ), testigo ( $T_0$ ) y lombricompost al suelo ( $T_4$ ) mostraron similar comportamiento, pero a los 205 ddt la tendencia fue otra. Según las pruebas de medias el abono foliar: bayfolán ( $T_2$ ), lombricompost al suelo ( $T_4$ ) y testigo ( $T_0$ ) son los que produjeron los mayores promedios en el número de hojas, notándose también que los tratamientos gallinaza ( $T_6$ ) y fórmula 15-15-15 ( $T_1$ ) fueron los que menores promedios de número de hojas presentaron (Figura 8 a, b y c). Probablemente debido a que los niveles de nutrimentos en el suelo fueron de altos a muy altos (cuadro 1 A, Apéndice) con respecto a los contenidos aportados por la gallinaza en cuanto a nitrógeno y fósforo fueron elevados (Cuadro 2 A, Apéndice), generando así efectos negativos en cuanto al número de hojas.

Esto coincide con lo reportado por Parada Berríos (1999) quien observó que los fertilizantes químicos al suelo ejercieron efectos negativos en el número de hojas de nispero (*Manilkara sapota* L) en fase de portainjerto.

Al analizar el incremento absoluto de esta variable, estadísticamente no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos (Cuadro 9), pero entre bloques si existieron diferencias altamente significativas (Cuadro 3 A, Apéndice), observándose que el tratamiento lombricompost al suelo (T<sub>4</sub>) reflejó el mayor promedio con respecto al abono foliar (bayfolán) (T<sub>2</sub>) y lombricompost foliar (T<sub>5</sub>), ejerciendo así un efecto positivo en esta variable y el tratamiento que menor incremento presento fue fórmula 15-15-15 (T<sub>1</sub>), según los valores de pruebas de medias (Figura 10).

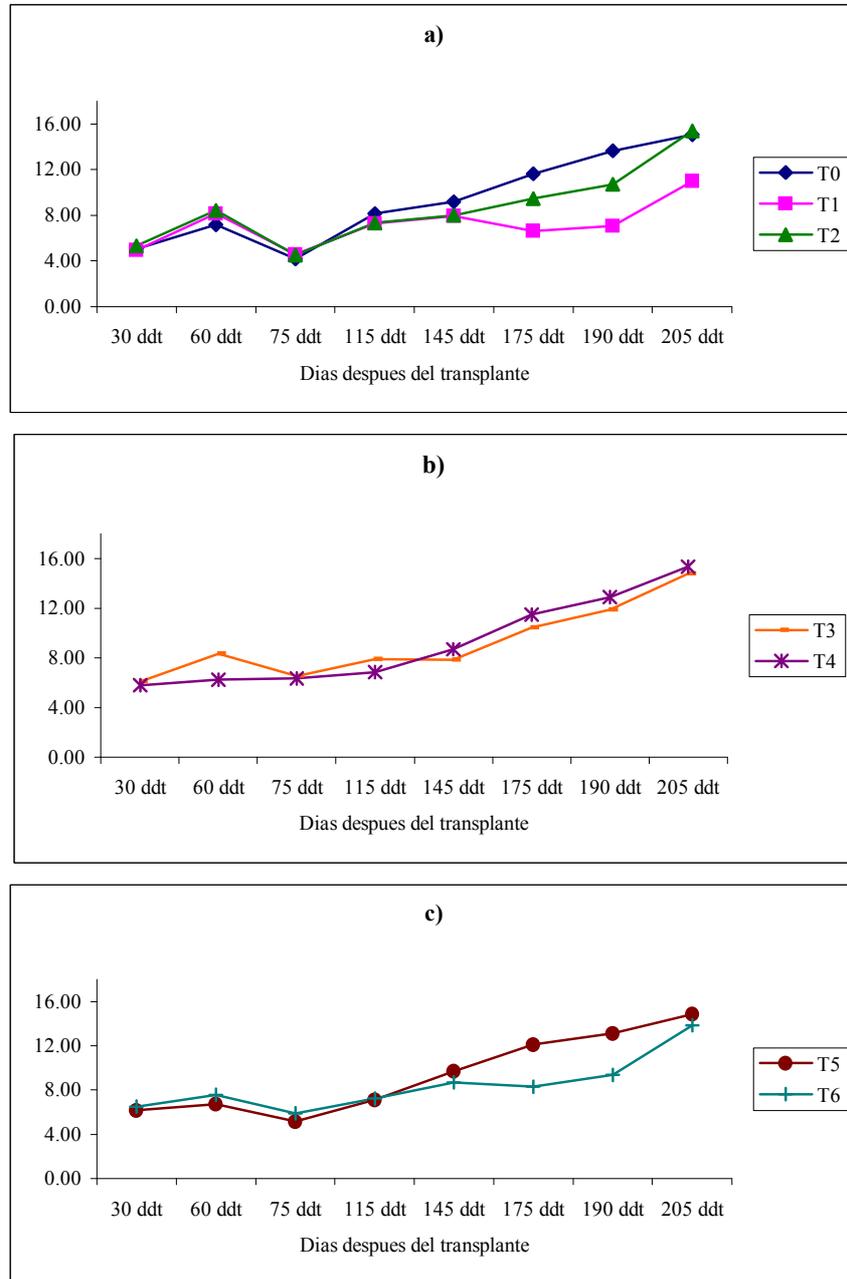
Estadísticamente, a los 175 ddt a 205 ddt se observaron diferencias significativas entre bloques, (Cuadro 3 A, Apéndice) lo que significa que los cambios de lugar efectuados incidieron de alguna forma en la variable.

Por otra parte, en el diámetro del tallo existió alta correlación positiva con la altura de la planta ( $r = 0.91$ ) (Cuadro 4 A, Apéndice).

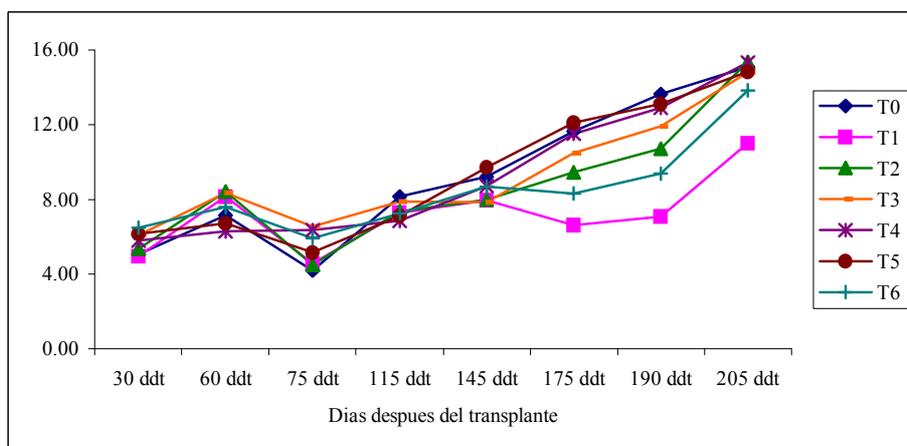
**Cuadro 9. Efecto de fertilización foliar y al suelo en el numero de hojas de las plantas en el desarrollo de portainjerto de anona común (*Anona diversifolia*).**

Tratamientos	Fechas														Δ.	NUNH	NS	
	30		60		75		115		145		175		190					205
	ddt	NS	ddt	NS	ddt	NS	ddt	NS	ddt	NS	ddt	**	ddt	**	ddt	*		
T <sub>0</sub>	5.05	A	7.16	A	4.20	A	8.14	A	9.21	A	11.64	A	13.63	A	15.09	A	6.95	A
T <sub>1</sub>	4.95	A	8.15	A	4.55	A	7.30	A	7.94	A	6.63	B	7.08	B	11.00	B	4.18	A
T <sub>2</sub>	5.35	A	8.42	A	4.50	A	7.35	A	8.00	A	9.45	B	10.70	B	15.38	A	8.03	A
T <sub>3</sub>	6.10	A	8.34	A	6.55	A	7.90	A	7.86	A	10.48	B	11.90	B	14.79	B	7.01	A
T <sub>4</sub>	5.80	A	6.28	A	6.35	A	6.84	A	8.70	A	11.50	A	12.90	A	15.35	A	8.51	A
T <sub>5</sub>	6.15	A	6.73	A	5.15	A	7.11	A	9.70	A	12.10	A	13.10	A	14.85	B	7.74	A
T <sub>6</sub>	6.50	A	7.59	A	5.91	A	7.25	A	8.69	A	8.30	B	9.38	B	13.83	B	7.18	A

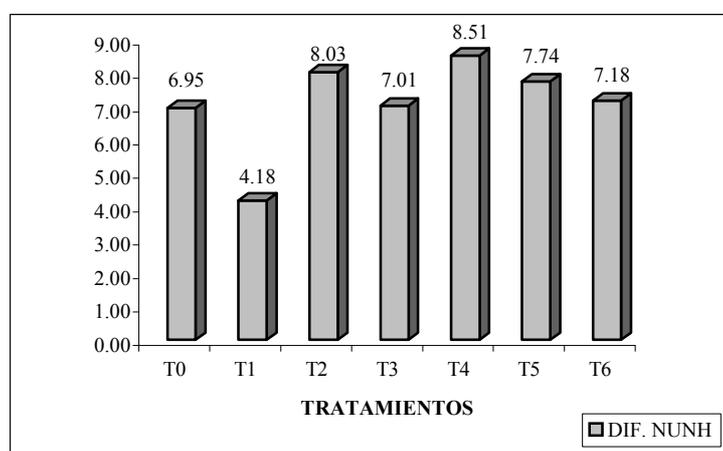
NS= no significativo \* = significancia al 5% \*\* = significancia al 1% Δ : incremento absoluto de num de hojas



**Figura 8. Comportamiento de la variable número de hojas durante el desarrollo de la investigación sometidos a diferentes tratamientos de fertilización a) testigo (T<sub>0</sub>), fórmula 15-15-15 (T<sub>1</sub>), bayfolán (T<sub>2</sub>); b) suero de leche (T<sub>3</sub>) y lombricompost al suelo (T<sub>4</sub>); c) lombricompost foliar (T<sub>5</sub>) y gallinaza (T<sub>6</sub>).**



**Figura 9. Comportamiento de la variable número de hojas durante el desarrollo de la investigación sometidas a diferentes tratamientos de fertilización foliar y al suelo.**



**Figura 10. Comportamiento del incremento del número de hojas de plantas de anona común (*Anona diversifolia*) durante el desarrollo del portainjerto.**

#### **4.1.2 Peso fresco, peso seco, peso específico y área foliar.**

Para las variables peso fresco y peso seco (Figura 11), el tratamiento lombricompost al suelo ( $T_4$ ), obtuvo mayor ganancia de peso fresco de hojas y lombricompost foliar ( $T_5$ ) mostró mayor ganancia de peso seco. Pero estadísticamente no mostraron diferencias significativas alguna (Cuadro 10 y 4 A, Apéndice).

En cuanto al peso específico estadísticamente presentó diferencias significativas (Cuadro 10), siendo el suero de leche ( $T_3$ ) el que generó mayor ganancia de materia seca. $\text{cm}^{-2}$ , como reflejan las pruebas de medias (Figura 12), según Nava citado por Herrera Basurto (1998), 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 (Figuras 13 y 14). Esto explica el por que de este tratamiento obtuvo requerimientos menores de grados días de desarrollo.

Respecto a la variable de área foliar estadísticamente no presentó diferencias significativas (Cuadro 10 y 4 A, Apéndice). Sin embargo al observar las medias el tratamiento lombricompost al suelo ( $T_4$ ) fue el que generó mayor ganancia de área foliar en  $\text{cm}^2$  (Figura 13), igualmente presentó el mayor promedio en número de hojas, porque el lombricompost según Romero Pérez (2002), produce asimismo hormonas como el ácido indol acético y ácido giberélico, estimulando el crecimiento y las funciones vitales de las plantas.

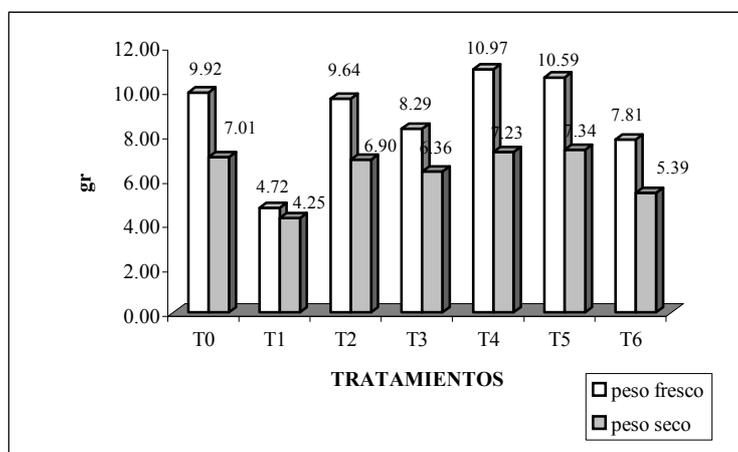
Al realizar el análisis de correlación de Pearson, la variable peso fresco obtuvo una correlación altamente positiva con peso seco ( $r = 0.98$ ) y área foliar ( $r = 0.85$ ), lo que indica la influencia directa de una variable con la otra.

De igual forma la variable peso seco presentó alta correlación positiva con área foliar ( $r = 0.79$ ); A diferencia del peso específico que no correlacionó con ninguna variable (Cuadro 5 A, Apéndice).

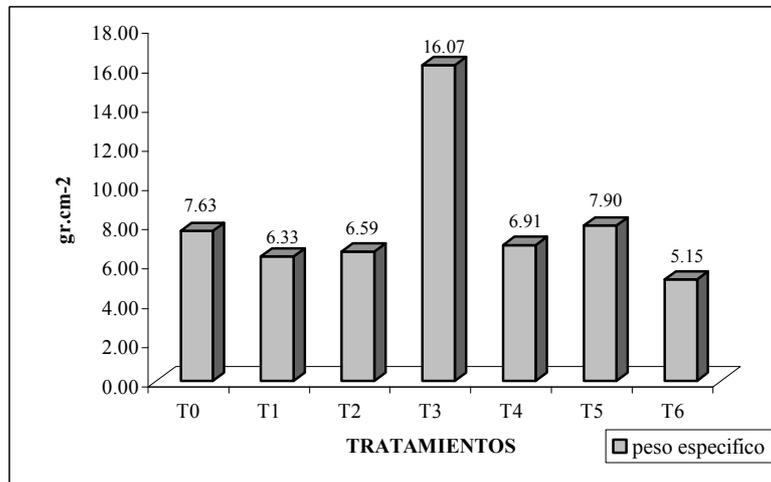
**Cuadro 10. Efecto de fertilización foliar y al suelo en el peso fresco, peso seco, peso específico y desarrollo de área foliar en las plantas de anona común (*Anona diversifolia*).**

Tratamientos	Variables							
	Peso fresco	NS	Peso seco	NS	peso específico	*	Area foliar	NS
T <sub>0</sub>	9.92	A	7.01	A	7.63	B	966.90	A
T <sub>1</sub>	4.72	A	4.25	A	6.33	B	528.60	A
T <sub>2</sub>	9.64	A	6.90	A	6.59	B	1280.70	A
T <sub>3</sub>	8.29	A	6.36	A	16.07	A	652.10	A
T <sub>4</sub>	10.97	A	7.23	A	6.91	B	1295.90	A
T <sub>5</sub>	10.59	A	7.34	A	7.90	B	1073.70	A
T <sub>6</sub>	7.81	A	5.39	A	5.15	B	860.20	A

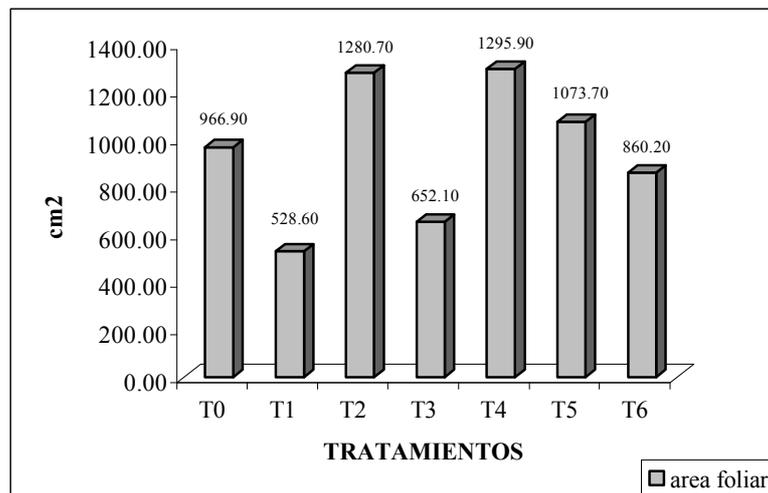
NS= no significativo      \* = significancia al 5%      \*\* = significancia al 1%



**Figura 11. Efecto de los tratamientos foliares y al suelo en el comportamiento de peso fresco y peso seco en las plantas de anona común (*Anona diversifolia*).**



**Figura 12.** Efecto de los tratamientos foliares y al suelo en el comportamiento de peso específico de las hojas en las plantas de anona común (*Anona diversifolia*).



**Figura 13.** Efecto de los tratamientos foliares y al suelo en el comportamiento del desarrollo de área foliar en las plantas de anona común (*Anona diversifolia*).

### 4.1.3 Porcentaje de prendimiento y grados días de desarrollo (GDD).

La variable porcentaje de prendimiento presento diferencias altamente significativas, siendo el tratamiento testigo (T<sub>0</sub>) que mostró superioridad con respecto a los demás (Cuadro 11), igualmente se refleja en la figura 14 a.

Los tratamientos con formula 15-15-15 (T<sub>1</sub>), abono foliar: bayfolan (T<sub>2</sub>) y gallinaza (T<sub>6</sub>) no tuvieron respuestas al prendimientos, algunas plantas por no llegar al diámetro mínimo de injerto no se injertaron y otras por los niveles de toxicidad que se presentaron. Pero en términos generales el porcentaje de prendimiento en todos los tratamientos fue de mediano a bajo, pero debido a factores externos como la lluvia (Figura 1 b) que en el mes de junio se presentaron los valores mas altos de precipitación coincidiendo con los días de injertación. Por otra parte la unión del injerto es susceptible a la entrada del agua.

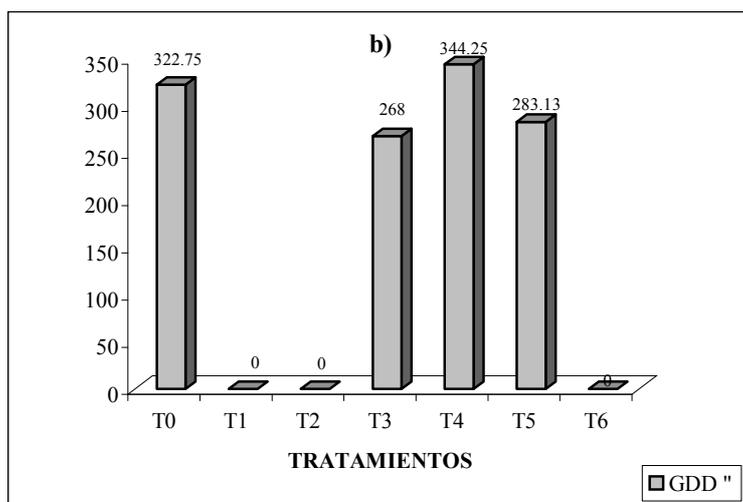
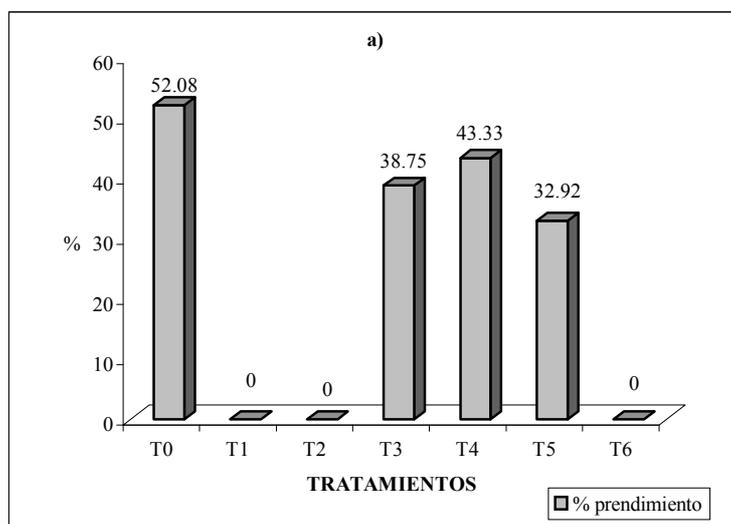
**Cuadro 11. Efecto de fertilización foliar y al suelo en el comportamiento de las variables: porcentaje de prendimiento, grados días de desarrollo, altura de injerto y diámetro de injerto, en plantas de anona Común (*Anona diversifolia*).**

tratamientos	Variables								
	% prendimiento	**	GDD "	**	Altura de injerto (cm)	NS	Diámetro de injerto (cm)	NS	
T <sub>0</sub>	52.08	A	322.75	A		11.39	A	0.66	A
T <sub>1</sub>	0.00	B	0.00	B		7.50	A	0.49	A
T <sub>2</sub>	0.00	B	0.00	B		9.85	A	0.62	A
T <sub>3</sub>	38.75	B	268.00	A		10.00	A	0.62	A
T <sub>4</sub>	43.33	A	344.25	A		9.46	A	0.62	A
T <sub>5</sub>	32.92	B	283.13	A		11.38	A	0.63	A
T <sub>6</sub>	0.00	B	0.00	B		8.55	A	0.57	A

NS= no significativo

\* = significancia al 5%

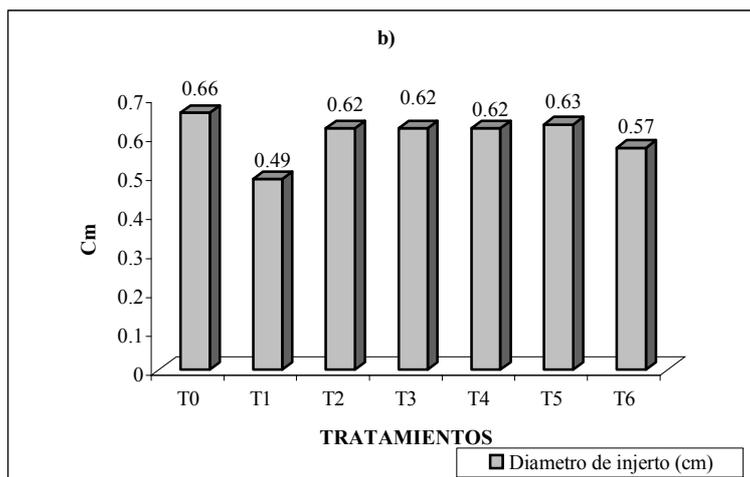
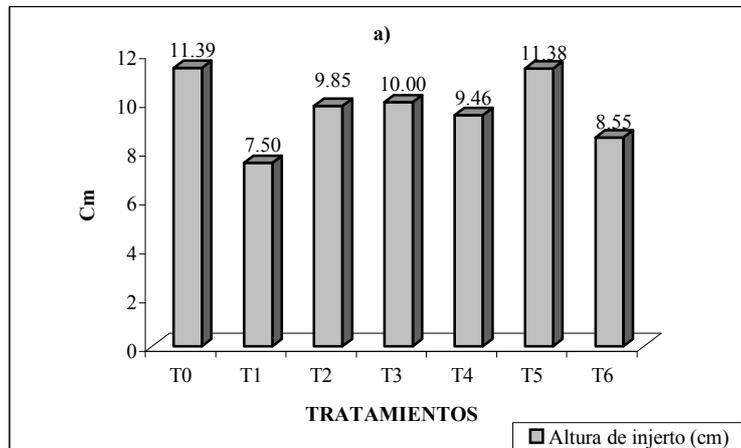
\*\* = significancia al 1%



**Figura 14.** Efecto de los tratamientos foliares y al suelo en el comportamiento de: a) porcentaje de prendimiento; b) grados días de desarrollo (GDD) en plantas de anona común (*Anona diversifolia*).

Respecto a la variable grados días de desarrollo, presentó diferencias altamente significativas para los tratamientos suero de leche (T<sub>3</sub>), tratamiento testigo (T<sub>0</sub>) y lombricompost foliar (T<sub>5</sub>) (Cuadro 11), siendo el suero de leche (T<sub>3</sub>) el que menor cantidad de grados días de desarrollo requirió para el prendimiento definitivo del injerto (Figura 14 b); probablemente el tratamiento suero de leche (T<sub>3</sub>) acumuló más reservas para aportarles a las yemas, demostrado por el mayor peso específico como ya se mencionó. Esto es de mucha ventaja pues se puede lograr tener en vivero menos tiempo las plantas tal como lo menciona Herrera Basurto (1998) en sus resultados que indica que los portainjerto en cítricos que requirieron menos grados días de desarrollo son los que permanecieron menos días en el vivero y presentaron mayor desarrollo del injerto.

Para las variables altura de injerto y diámetro de injerto no se presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos (Cuadro 11 y 4 A, Apéndice), sin embargo los valores de pruebas de medias mostraron que los tratamientos testigo (T<sub>0</sub>) y lombricompost foliar (T<sub>5</sub>) fueron los que mayor altura y diámetro de injerto presentaron respectivamente (Figura 15 a y 15 b), alcanzando una altura promedio de 12 cm y un diámetro de injerto mayor de 0.6 cm; esto concuerda con lo recomendado por Quilantan citado por Salcedo Gómez (1985), que menciona que para lograr la producción de plantas injertadas de zapote por el método de enchapado lateral el rango de altura es de 10 a 30 cm del suelo. Mientras que el valor promedio de diámetro de injerto oscila entre 0.60 a 0.90 cm utilizando el mismo método (Avilan y Leal y Geilfus citado por Parada Berrios, 1999). Siendo los tratamientos fórmula 15-15-15 (T<sub>1</sub>) y gallinaza (T<sub>6</sub>) los que no alcanzaron estos valores, por lo que probablemente el diámetro del tallo y la altura del injerto influyeron en el no prendimiento del injerto en aquellas plantas que se injertaron.



**Figura 15. Efecto de los tratamientos foliares y al suelo en el comportamiento de: a) altura de injerto y b) diámetro de injerto en plantas de anona común (*Anona diversifolia*).**

Al realizar sus respectivas correlaciones se encontró que la variable porcentaje de prendimiento obtuvo alta correlación positiva ( $r = 0.71$ ) con la altura del injerto y diámetro de injerto. Siendo el porcentaje de prendimiento mayor en los portainjertos que presentaron el diámetro mínimo de injerto (0.60 cm) a mayor altura (Figura 15 a y b). Por lo tanto la altura de injerto que se tomo fue determinada por el diámetro mínimo de injerto recomendado (0.60 cm) según Avilan y Leal citado por Parada Berríos (1999), los que no llegaron a ese diámetro no prendieron o no se injertaron.

La variable grados días de desarrollo (GDD) mostró alta correlación positiva ( $r = 0.98$ ) con el porcentaje de prendimiento, lo que significa que el prendimiento requirió de mayor grados días de desarrollo para que ocurriera, demostrando que los tratamientos a excepción del suero de leche ( $T_3$ ) que obtuvo la menor grados días de desarrollo y los que no se injertaron requirieron de 300-350 grados días de desarrollo (GGD).

Además existió una correlación negativa con la variable diámetro del injerto ( $r = -0.69$ ) (Cuadro 5 A, Apéndice), lo que indica que requieren menor grados días de desarrollo los que presentan mayor diámetro.

## V CONCLUSIONES

- Los tratamientos testigo, bayfolán, lombricompost al suelo y foliar, ejercieron mayor efecto en las variables de crecimiento, generando mayor desarrollo de los portainjertos de anona común (*Anona diversifolia*).
- Las plantas tratadas con suero de leche generaron la mayor acumulación en sus tejidos de materia seca.cm<sup>-2</sup> de hoja, lo que propicio menor tiempo en el prendimiento del injerto.
- Los tratamientos testigo, lombricompost tanto al suelo y foliar, y suero de leche presentaron mayor porcentaje de prendimiento de injerto.
- Aplicaciones altas de fertilizantes como la fórmula 15-15-15 y gallinaza en sustratos de siembra ricos en nutrimentos generan toxicidad.

## VI RECOMENDACIONES

- Al realizar estudios similares se recomienda efectuar cambios graduales (sombra-sol) en portainjerto de *Anona diversifolia*, para evitar daños por adaptación.
- Cuando se tengan sustratos de siembra ricos de nutrimentos, las aplicaciones de fertilizantes como fórmula 15-15-15 y gallinaza deben ser en dosis menores.
- Realizar otros estudios de fertilización en portainjertos de anona común (*Anona diversifolia*) utilizando suero de leche u otros abonos orgánicos foliares, puesto estos generan mayor materia seca.cm<sup>-2</sup>.

## VII BIBLIOGRAFIA.

Alas, R.C.; Alvarenga H, A.M.R. 2002. Evaluación de sustratos de origen animal y vegetal en la producción de humus y carne de lombriz (*Eisenia foetida*) tesis Ing. Agr. San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador. 80 p.

Alcazar Gonzáles, G.; Sandoval Villa, M. 1998. Manual de análisis químico de tejido vegetal; guía de muestreo, preparación, análisis e interpretación. Chapingo, México. Sociedad Mexicana de la ciencia del suelo. pc.109-111.

Alix, C. 1999. Propagación de especies frutales tropicales. Honduras. Editorial La Ceiba. pc. 24.

Amador, R. 1997. Curso Taller sobre Agricultura Orgánica; Preparación de Fertilizantes Naturales Líquidos. Zamorano, Honduras. P.32.

Avilan, L.; Leal, F. 1984. Áreas potenciales para el desarrollo de diferentes especies frutícolas en el país. Maracaibo. Venezuela. Disponible en [www.redpav-fpolar.info.ve/fagro/v13-14/v134m003.html](http://www.redpav-fpolar.info.ve/fagro/v13-14/v134m003.html).

Bertsch, F. 1995. La fertilidad de los suelos y su manejo. San José, C.R. ACCS. pc. 24-30.

Calderón, A. E. 1998. Fruticultura General. 3 ed. México, Editorial Limusa. pg. 212-215; 579-606.

Casseres, E. 1966. frutales de clima templado. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. México, DF. pc.92.

Chandler, W.H. 1962. Frutales de hoja perenne. Trad: José Luis de la Loma. 2 ed. México. Unión grafica. 398 pg.

Chandler, W.H. 1962. frutales de hoja perenne. Trad: José Luis de la Loma. 2 ed. México. Union Geográfica. 398 p.

Chávez Primitivo, E. M; Marroquín, A.; Cedillo, E.; Cervera, B. 1996. Estudio Etnobotanico de Ilama (*Anona diversifolia* saff) en Tejupilco. Universidad Autónoma Chapingo, departamento de fitotecnia. México. 15 pag.

Cooke, G.M. 1984. Fertilizantes y sus Usos. Trad. Alonso Valdés. D.F, México. Editorial Continental. 175 pág.

Cruz Hernández, J; Estrada G, M; Herrera B, J; Pedraza S, M. 1996. Practica N° 2: Calculo de acumulación y determinación de requerimientos de calor. Montecillo, México. Colegio de Postgraduados. 10 pag.

Cruz Pineda. E; Deras, F. H. 1999. Diagnostico Ecogeográfico de especies de Anonáceas en El Salvador. San Andrés, La Libertad. MAG-CENTA. 8 p.

Cruz Pineda, E; Parada Berríos, F. A.; Solórzano, S. 2001. El cultivo de la Anona en El Salvador. San Andrés, La Libertad. MAG-CENTA. 6 p.

Cruz Pineda, E. 2001. Guía Técnica; el cultivo de la Anona. San Andrés, La Libertad. MAG-CENTA. 15 p.

Dijkman, M.J.; Ochse, J.; Soule, M.J. 1986. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. Vol. 1. México. LIMUSA. 827 pg.

DGRNR. 1992. Almanaque Salvadoreño. San Salvador, Soyapango, SV. MAG. 98 pag.

Estrada Casillas, A.; Marroquín Andrade, L.M. 1994. Caracterización de Ilama (*Anona diversifolia saff*) en Salitre de palmerillos, Amatepec. México. Pc 197-199.

Estrada C, A.; Marroquin A, L.M. 1994. Caracterización de Ilama (*Anona diversifolia saff*) en Salitre de Palmerillos, Amatepec. México. pc.197-199.

FUSADES. 1997. Boletín Vermiabono. San Salvador, El Salvador. Vermicompost S:A de C.V. 2 pag.

García Ruiz, J. A; García Ruiz, J. R. 1992. Efecto de la endomicorriza V-A y dosis de fertilizantes en plántulas de mango (*Mangifera indica L*) y Tamarindo (*Tamarindus indica L*) bajo condiciones de invernadero. Universidad Autónoma Chapingo, depto de fitotecnia. Tesis para obtener Ing Agr, especialista en Fitotecnia. México. pc12-14.

Geilfus, F. 1994. El árbol al servicio del agricultor; Manual de Agroforesteria para el desarrollo Rural. Santo Domingo, R.P. CATIE. pc 327-427.

Guerrero García, A. 1990. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Madrid, España. Ediciones Mundi Prensa. pc. 60

Guzmán, P.A. 1971. Diccionario Geográfico de El Salvador. tomo II. Instituto Geográfico Nacional, San Salvador, C.A. pc 1113.

Hanger, B.C. 1984. Importance of early nutrition in plants. In: Plant Propagators. 34:124-134.

Hartman, H.T; Kester, D.E. 1987. Propagación de plantas; principios y prácticas. Trad. Antonio Merino Ambrosio. Barcelona, España. Editorial continental, S.A. pc 227-228.

Herrera Basurto, J. 1998. Crecimiento y nutrición de portainjerto de cítricos Citranges “Carrizo” y “Troyer” propagados por estacas en vivero. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias. Montecillos, México. Colegio de Postgrados. 210 pag.

Lagos, J.A. 1987. Compendio de botánica sistemática. MINED. 2 ed. San Salvador, El Salvador. 318 p.

Lamonarca, F. 1992. Los árboles frutales; propagación de plantas. Barcelona, España. De Vecchi S.A. 223 p.

MAG. 1976. Técnicas de Propagación; el Injerto. Dirección General de Recursos Naturales Renovables. Soyapango, El Salvador. 20 p.

Márquez A, J.C. 1992. Rendimiento en grano de Sorgo bicolor var Isiap dorado bajo fertilización con gallinaza. Tesis Ing. Agr. San Salvador. UES. pág. 10-11.

Muñoz S, R. 2001. Análisis químico de suelo, Gallinaza y Estiércol. UES, departamento de Química Agrícola. Ciudad Universitaria.

Morton, J. 1987. Ilama. Miami, Fl. consultado el 3 feb. 2002. disponible en <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/Ilama.html>. pc.83-85.

Nuila, S.A; Mejía, M.A. 1990. Manual de Diseños Experimentales. San Salvador, S.V. pc. 102-112.

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. pc. 17-19.

Parada Berríos, F. A. 1999. Producción de Plantas de Chicozapote (*Manilkara sapota* L.) inoculadas con *Glomus mosseae*, aspersiones de AG<sub>3</sub>, aplicaciones de NPK al suelo y Fertilización Foliar. Tesis Maestro en Ciencias. Montecillo, México. Colegio de Postgrados. 120 pág.

Parada Berríos, F. A. 2001. Propagación vegetativa de plantas por medio del injerto, establecimiento y manejo de viveros. San Andrés, La Libertad/El Salvador. CENTA. 11 pg.

Rebolledo Robles, H. H. 1999. Análisis estadístico de datos experimentales; (SAS) en microcomputadora. 8 ed. México, Universidad Autónoma Chapingo. Pág. 39-75.

REMERFI. 2000. Metodología participativa para estudios ecogeográficos, etnobotánicos y con enfoque de género en Mesoamérica. México. 30 pág.

Revilla, A. 1982. Tecnología de la leche; procesamiento, Manufactura y análisis, San José Costa Rica. IICA. 339 pág.

Rodríguez Suppo, F. 1982. Fertilizantes; Nutrición Vegetal. AGT. Editor S.A. México, D.F. pág. 47-135.

Romero Pérez, M. 2002. Ecohumus, abono biológico: Humus de lombriz. San José, CR. Consultado 15 nov. 2002. disponible en <http://www.geocities.com/html>.

Samson, J.A. 1991. Fruticultura tropical. México. Editorial LIMUSA. pc 326-329.

SNET. 2002. Información Meteorológica de la estación San Andrés. Servicio Meteorológico Nacional. Centro de información y Agro meteorología. MNAR. El Salvador, San Salvador.

Stauder de Romero, N. 2001. Análisis foliar y su interpretación. Productores de hortalizas (México: 502). pc.13-17.

Tisdale, S.L.; Werner, N.L. 1991. La fertilidad de los suelos y fertilizantes. México. Grupo Noriega. 760 p.

Urías, J.F. 2000. curso practico de Injertación de árboles frutales. FUNDAGRO. ENA. San Andrés, La Libertad. 22 p.

Villacorta, M. R. s.f. Biodiversidad; las Anonas de El Salvador. La Libertad, San Salvador. p.c. 7-9.

# VIII. APENDICE

**Cuadro 1 A. Análisis nutricional del sustrato**

**CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA  
AGROPECUARIA Y FORESTAL  
LABORATORIO DE SUELOS**

San Andrés, 12 de junio de 2002.

**CARTA N°. 10067**

**Proyecto: Desarrollo de porta injerto y evaluación del prendimiento de injerto en Anona común (*Anona diversifolia*) utilizando diferentes fertilizantes foliares y al suelo.**

Nombre del agricultor: **LUIS CABRERA Y KATIA AGUILAR**

Municipio: **San Andrés**

Departamento: **La Libertad**

Solicita: **Ing. Fidel Parada**

**RESULTADO DEL ANÁLISIS:**

N°. Lab.	<b>Muestra N° 10105</b>	
Identificación de la muestra	1	
Textura	FRANCO ARENOSO	
pH en agua	6.6	NEUTRO
Fósforo ( <i>ppm</i> )	52	MUY ALTO
Potasio ( <i>ppm</i> )	648	MUY ALTO
Materia Orgánica (%)	8.6	ALTA
Calcio ( <i>meq / 100 gr</i> )	10.96	ALTO
Magnesio ( <i>meq / 100 gr</i> )	4.59	ALTO

## CUADRO 2 A. ANALISIS BROMATOLOGICO

### MUESTRA: 2 ABONOS COMPOST

# De Lab	Identificación	% Humedad	% N	P %	K %	Ca (ppm)	Mg (ppm)	PH	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
314	Abono foliar	Liquido base húmeda	0.16	0.001	0.0168	94	45	7.19	8.13	1.88	2.95	3.26
315	Suero de leche	Liquido base húmeda	0.36	0.0359	0.13	362	83	4.32	3.52	2.14	2.66	3.26
316	Gallinaza	9.86 % base seca	2.78	1.85	3.11	89800	6600	7.92	2600	62.15	2400	1000
317	Lombricompost	33.02% base seca	1.26	0.69	0.37	25500	5600	7.6	18000	53.93	2800	900
*	Formula triple 15		15	15	15	0	0	0	0	0	0	0
*	Bayfolan	Liquido base húmeda	9.1	6.6	5	207	207		415	332	331	664

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

\* = datos de viñetas del producto

**LOS DATOS FUERON MODIFICADOS PARA ESTANDARIZAR LAS UNIDADES, DEL ANALISIS REALIZADO EN EL CENTA.**

Alcázar Gonzáles ( 1999)

**Cuadro 3 A. Resumen de análisis de varianza para cada una de las variables evaluadas en fase de portainjertos en Anona común (*Anona diversifolia*). desde los 30 ddt hasta 205 ddt**

VARIABLE	CME	CV	R2	PR F		PR F BLOQUES	varianza
<b>30 DDT</b>							
DIAMETRO DE PLANTAS	0.0008	11.6710	0.5800	0.3200	NS	0.023 *	0.028
ALTURA DE PLANTAS	4.024	13.870	0.330	0.468	NS	NS	2.000
NUMERO DE HOJAS	0.422	11.515	0.467	0.148	NS	NS	0.650
<b>60 DDT</b>							
ALTURA DE PLANTAS	7.855	12.808	0.525	0.072	NS	NS	2.800
DIAMETRO DE PLANTAS	0.001	6.812	0.647	0.009	**	0.038 *	0.032
NUMERO DE HOJAS	5.500	31.173	0.329	0.486	NS	NS	2.340
<b>75 ddt</b>							
ALTURA DE PLANTAS	4.068	9.676	0.588	0.028	*	NS	2.02
DIAMETRO DE PLANTAS	0.0009	6.68	0.601	0.022	*	NS	0.03
NUMERO DE HOJAS	1.300	21.449	0.641	0.010	NS	0.009 **	1.14
<b>115 ddt</b>							
ALTURA DE PLANTAS	8.594	12.351	0.501	0.099	NS	NS	2.93
DIAMETRO DE PLANTAS	0.0008	6.177	0.753	0.0006	**	0.049 *	0.028
NUMERO DE HOJAS	0.841	12.374	0.359	0.397	NS	NS	0.92
<b>145 ddt</b>							
ALTURA DE PLANTAS	12.985	13.27	0.444	0.19	NS	NS	3.6
DIAMETRO DE PLANTAS	0.001	8.125	0.505	0.095	NS	NS	0.039
NUMERO DE HOJAS	2.959	20.035	0.251	0.724	NS	NS	1.72
<b>175 ddt</b>							
ALTURA DE PLANTAS	55.076	19.623	0.36	0.394	NS	NS	7.420
DIAMETRO DE PLANTAS	0.003	14.034	0.455	0.169	NS	NS	0.058
NUMERO DE HOJAS	3.643	19.064	0.664	0.006	**	NS	1.91
<b>190 ddt</b>							
ALTURA DE PLANTAS	110.706	24.425	0.364	0.384	NS	NS	10.52
DIAMETRO DE PLANTAS	0.006	16.162	0.435	0.208	NS	NS	0.077
NUMERO DE HOJAS	5.535	20.931	0.683	0.004	**	0.0120 *	2.35
<b>205 ddt</b>							
ALTURA DE PLANTAS	151.494	25.795	0.402	0.2081	NS	NS	12.31
DIAMETRO DE PLANTAS	0.008	14.714	0.482	0.125	NS	NS	0.089
NUMERO DE HOJAS	12.839	25.013	0.58	0.032	NS	0.003 **	3.58
<b>ENERO 2002- JUNIO 2002</b>							
DIFERENCIA DE ALTURAS	137.562	35.275	0.418	0.244	NS	NS	11.73
DIFERENCIAS DE DIAMETRO	0.007	22.997	0.517	0.08	NS	0.043*	0.083
DIFERENCIA DE NUMERO DE HOJAS	14.026	52.862	0.523	0.075	NS	0.0076 **	3.74

\* significancia al 0.05%

\*\* significancia al 0.001%

NS= no significativo

CME= cuadrado medio del error

CV= coeficiente de variabilidad

R2= coeficiente de determinación

Pr F= prueba de significancia

**Cuadro 4 A. Resumen de análisis de varianza para las variables evaluadas en fase de portainjerto en Anona común (*Anona diversifolia*).**

VARIABLE	CME	CV	R2	PR F		PR F BLOQUES	varianza
PESO FRESCO	10.22	36.14	183.98	0.176	NS	NS	3.18
PESO SECO	4.2	32.26	75.58	0.476	NS	NS	2.05
PESO ESPECIFICO	38.25	76.52	688.5	0.158	NS	NS	6.18
ÁREA FOLIAR	188858	45.69	3999451	0.03	NS	*	434.58
PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO	301.88	72.79	5433.81	0.0021	**	NS	17.37
DIAS A PRENDIMIENTO	3611.69	34.53	65010.4	0.0001	**	NS	60.09
ALTURA DE INJERTO	9.41	31.52	169.44	0.755	NS	NS	3.07
DIAMETRO DEI NJERTO	0.008	14.714	0.482	0.125	NS	NS	0.089

\* significancia al 0.05%

\*\* significancia al 0.001%

NS= no significativo

CME= cuadrado medio del error

CV= coeficiente de variabilidad

R2= coeficiente de determinación

Pr F= prueba de significancia

**Cuadro 5 A. Resumen de coeficiente de correlación y nivel de significancia para las variables de crecimiento en plantas de anona común (*Anona diversifolia*).**

VARIABLES CORRELACIONADAS	COEFICIENTE DE CORRELACION	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
Diámetro de tallo- altura planta	0.91	0.0039
Diámetro de tallo- numero de hojas	0.69	0.0827
Diámetro- área foliar	0.53	0.2195
Altura-numero de hojas	0.79	0.036
Altura- área foliar	0.69	0.0877
Numero de hojas-área foliar	0.86	0.0138
Numero de hojas- peso fresco	0.92	0.0031
Numero de hojas- peso seco	0.88	0.0091
numero de hojas- peso especifico	NS	NS
peso fresco - área foliar	0.85	0.0152
peso fresco - peso seco	0.98	0.0001
peso fresco - peso especifico	NS	NS
peso seco - área foliar	0.79	0.0332
peso seco - peso especifico	NS	NS
<b>CORRELACION DE INJERTO</b>		
diámetro - altura injerto	0.88	0.0111
diámetro - % prendimiento	0.53	0.223
diámetro - GDD	0.45	0.2883
diámetro de injerto - altura de injerto	0.91	5%
diámetro de injerto - % de prendimiento	0.71	NS
diámetro de injerto - GDD	-0.69	NS
altura de injerto - % prendimiento	0.71	0.0733
altura injerto - GDD	0.7	0.0798
% prendimiento - GDD	0.98	0.0001