

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE INJERTACIÓN PARA LA PROPAGACIÓN DE GUANÁBANA (
Annona muricata, L. Annonaceae)
TESIS DE GRADO

FELTON FERNANDO MIRANDA TEJADA
CARNET 3553-00

COATEPEQUE, MAYO DE 2017
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE INJERTACIÓN PARA LA PROPAGACIÓN DE GUANÁBANA (
Annona muricata, L. Annonaceae)

TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR

FELTON FERNANDO MIRANDA TEJADA

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES EN EL GRADO
ACADÉMICO DE LICENCIADO

COATEPEQUE, MAYO DE 2017
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.

VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO

VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO

VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS

SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS

VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ

SECRETARIO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN
LIC. HAIRO AMILCAR CIFUENTES GUZMAN

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN
MGTR. MANFREDO RANIER CORADO ESQUIVEL
ING. LUIS FELIPE CALDERON BRAN
ING. SILVIA VERONICA ESCOBAR REYES DE CALDERON

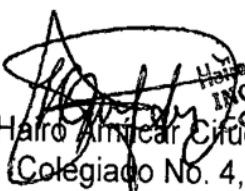
Guatemala 27 de febrero de 2017.

Consejo de Facultad
Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente Estimados Miembros del Consejo.

Por este medio que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante: Felton Fernando Miranda Tejada, carné 355300 Titulada **"EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE INJERTACIÓN PARA LA PROPAGACIÓN DE GUANÁBANA** (*Annona muricata*, L. Annonaceae)".

La cual considero que cumple con los requisitos establecidos por facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente:


Ing Agr. Harold Amilcar Cifuentes Guzmán
INGENIERO AGRÓNOMO
COLEGIADO No. 4814
Cod. URL 23237



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06714-2017

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante FELTON FERNANDO MIRANDA TEJADA, Carnet 3553-00 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Coatepeque, que consta en el Acta No. 0643-2017 de fecha 5 de abril de 2017, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE INJERTACIÓN PARA LA PROPAGACIÓN DE
GUANÁBANA (*Annona muricata*, L. Annonaceae)

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 9 días del mes de mayo del año 2017.



MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA, SECRETARIO
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar

AGRADECIMIENTO

A:

DIOS; creador y protector de la vida por sus infinitas misericordias merecedor siempre de honra y gloria “gracias” por permitirme la vida y los recursos para el logro de una meta educativa.

Universidad Rafael Landivar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas; casa de estudios labradora de profesionales con valores humanos, haciendo de mí un profesional capacitado.

Ingenieros Agrónomos; Jaime Barrios, Hairo Cifuentes y Leonel Solís por asesorarme constantemente en el desarrollo de la redacción, corrección y supervisión de la presente investigación.

Ing. Agr. Imelda Méndez; por ser una persona con mucha calidad humana facilitadora de los procesos académicos ejemplo de trabajo y esfuerzo.

Amigos y personas que siempre me apoyaron moral y espiritualmente dándome su confianza y ánimo para seguir esta lucha de vida con respeto y admiración a todos.

DEDICATORIA

- A DIOS: Fuente de sabiduría y conocimiento que honra a los que le honran fuerza divina que permite siempre el logro de mis metas.
- A mis padres: Juan Fernando Miranda Ramos y María Elena Tejada López por su amor y enseñarme que con esfuerzo y dedicación siempre se logra lo deseado.
- A mi esposa: Karina Rodriguez por su apoyo y comprensión en todo momento siempre instándome a superar las dificultades que Dios la bendiga siempre.
- A mis hijos: Por su amor y ser mi fuerza en todo momento para el logro de un triunfo de vida anhelada, siempre su alegría será mi mejor regalo.
- A mis hermanos: Por sus consejos estaré agradecido, porque han compartido su vida dándome buenos ejemplos para poder vivir.
- A mi familia: Tíos, primos y sobrinos sus buenos deseos de superación me motivaron a seguir adelante y terminar esta etapa de mi vida Dios los bendiga.
- A mis amigos: Por su tiempo y confianza, y por enseñarme siempre que el valor de la amistad es incalculable, con mucho aprecio.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN.....	i
SUMMARY.....	ii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 ANTECEDENTES.....	3
2.2 CARACTERÍSTICAS BOTANICAS Y AGRONÓMICAS DE LAS ANONÁCEAS	6
2.3 MORFOLOGÍA DE <i>Annonaceae</i>	7
2.4 DESCRIPCIÓN DEL GÉNERO <i>Annona</i> L.	9
2.5 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DEL GÉNERO <i>Annona</i>	11
2.5.1 La chirimoya (<i>Annona cherimola</i> Mill.)	11
2.5.2 La guanaba o guanábana (<i>Annona muricata</i> L.)	11
2.5.3 Anona colorada (<i>Annona reticulata</i> L.)	12
2.5.4 Anona blanca o saramuyo (<i>Annona squamosa</i> L.)	13
2.5.5 Choncuya o sincuya (<i>Annona purpurea</i> Moc. & Sesse ex Dunal)	14
2.5.6 Papausa (<i>Annona diversifolia</i> Saff)	14
2.6 FISIOLOGÍA DE LAS ANONACEAS	15
2.7 REPRODUCCIÓN DE LAS ANONACEAS	16
2.8 HÁBITAT NATURAL	17
2.9 RESPUESTA DE LAS <i>Annonaceas</i> A PRÁCTICAS AGRÍCOLAS	18
2.9.1 Semillas y viveros.....	19
2.9.2 Plantaciones y producción	20
2.9.3 Capacidad de regeneración natural	21
2.10 Propagación.....	22
2.10.1 Por semilla	22
2.10.2 Vegetativa	22
2.10.3 Injerto	22

III. JUSTIFICACIÓN	30
3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	30
3.2 JUSTIFICACIÓN	31
IV. OBJETIVOS.....	32
4.1 GENERAL.....	32
4.2 ESPECÍFICOS.....	32
V. HIPÓTESIS.....	33
VI. METODOLOGÍA	34
6.1 LOCALIZACIÓN	34
6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL	35
6.3 FACTORES A ESTUDIAR.....	35
6.4 DISEÑO EXPERIMENTAL	35
6.5 MODELO ESTADISTICO	35
6.6 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.....	36
6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL	36
6.8 CROQUIS DE CAMPO	37
6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	38
6.10 VARIABLES DE RESPUESTA	42
a. Diámetro de tallo (cm)	42
b. Número de días para alcanzar el diámetro	42
c. Altura de la planta (cm)	42
d. Porcentaje de pegue	42
e. Porcentaje de injertos vivos a los 30 y 60 días de injertación	42
f. Longitud de brote de los injertos a los 30 y 60 días después de injertación	42
6.11 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	43
6.11.1 Análisis estadístico.....	43
6.11.2 Análisis económico	43
a. Determinación de costos.....	43
b. Análisis de rentabilidad	43
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
7.1 Diámetro de tallo	44

7.2 Numero de dias para alcanzar el diametro.....	46
7.3 Altura de la planta	48
7.4 Porcentaje de injertos vivos.....	50
7.4.1 Porcentaje de injertos vivos por método de injerto a los 30 y 60 días ..	52
7.4.2 Porcentaje de injertos vivos por portainjertos.....	52
7.5 Número de injertos vivos en la Interacción método de injertación y portainjertos	53
7.5.1 Longitud de brote de injertos a los 30 y 60 días después de injertación.....	55
7.5.2 Interacción longitud de brote de injerto/método de injertación	56
7.6 ANALISIS ECONÓMICO.....	58
7.6.1 Análisis de rentabilidad.....	58
VIII. CONCLUSIONES	61
IX. RECOMENDACIONES.....	62
X. BIBLIOGRAFÍA	63
XI. ANEXOS	68

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Descripción de los tratamientos en la evaluación de dos métodos de injertación y cuatro portainjertos en la propagación de guanábana.....	36
2. Media de diámetro de cuatro diferentes anonáceas utilizados como portainjertos en propagación de guanaba, medidos a los 60, 90, 120 y 150 días después de trasplante a bolsa.....	44
3. Análisis de varianza para el número de días donde los portainjertos alcanzaron 1.00 cm de diámetro, mínimo para injertación.....	47
4. Prueba de Tukey para el número de días para alcanzar diámetro de injertacion.....	47
5. Altura media de cuatro diferentes anonáceas utilizados como portainjertos en propagación de guanaba, medidas a los 60, 90, 120 y 150 días después de trasplante a bolsa.....	48
6. Resultados del porcentaje de injertos vivos por método de injertación y por portainjerto a los 30 y 60 días después de injertación	51
7. Número de injertos vivos en la interacción método de injertacion y especie de Anonacea utilizada como portainjerto.....	54
8. Crecimiento promedio en altura de los injertos de guanabana, sobre diferentes portainjertos a los 30 y 60 días después de injertación.....	55
9. Prueba de Tukey para la interacción longitud de brote de injerto (cm)/método de injertación.....	57
10. Costos de producción para los dos métodos de injertación y cuatro portainjertos evaluados.....	58

11. Rentabilidad que se obtuvo al realizar la propagación de guanabana mediante el injerto de púa lateral en cuatro especies de anona utilizadas como portainjerto.....	59
12. Rentabilidad que se obtuvo al realizar la propagación de guanabana mediante injerto de parche en cuatro especies de anona utilizadas como portainjerto.....	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No.	Pagina
1. Unidad experimental.....	37
2. Distribución de los tratamientos a nivel de campo.....	37
3. Comportamiento del diámetro de 4 portainjertos para la propagación de guanábana, lecturas realizadas a los 60, 90, 120 y 150 días.....	46
4. Altura de cuatro portainjertos utilizados en la propagación de guanábana, mediciones realizadas a los 60, 90, 120 y 150 días.....	50
5. Ubicación del municipio de Nuevo Progreso, San Marcos.....	68
6. Planta madre de <i>Annona muricata</i> de donde se seleccionaron varetas.....	69
7. Corte de varetas portayemas en arboles de <i>Annona muricata</i>	69
8. Varetas portayemas de <i>Annona murica</i>	70
9. Extracción de la yema para Injertación de <i>Annona muricata</i>	70
10. Colocación del injerto de parche de <i>Annona muricata</i>	71
11. Brote de injerto de parche de <i>Annona muricata</i>	71
12. Injerto de parche pegado de <i>Annona muricata</i>	72
13. Control Manual de malezas.....	72
14. Preparacion de la pua para injertar de <i>Annona muricata</i>	73
15. Injerto de púa lateral de <i>Annona muricata</i>	73
16. Amarre del Injerto de púa lateral de <i>Annona muricata</i>	74
17. Injerto de púa lateral pegado de <i>Annona muricata</i>	74

EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE INJERTACIÓN PARA LA PROPAGACIÓN DE GUANÁBANA (*Annona muricata*, L. *Annonaceae*).

RESÚMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar dos métodos de injertación: de parche y púa lateral, utilizando los portainjertos *Annona purpurea*, *Annona muricata*, *Annona cheremola* y *Annona reticulata* para la propagación de guanábana (*Annona muricata*). Se realizó en el municipio de Nuevo Progreso, San Marcos, bajo un diseño factorial con arreglo combinatorio y distribución en bloques al azar. Las variables del estudio fueron: diámetro de tallo (cm), Número de días para alcanzar diámetro de injertación, altura de planta (cm), Porcentaje de pegue, Porcentaje de injertos vivos y longitud de brote. Los resultados al evaluar diámetro de portainjertos mostraron que *Annona purpurea* fue el más precoz, alcanzando diámetro mínimo de injertación (1.00 cm) a los 133.93 días de trasplantado, característica que al compararla con la altura de la planta mostro una correlación inversa (- 0.962795825) entre la altura alcanzada y el diámetro de tallo. La interacción método de injertación portainjerto mostró que el uso de *Annona purpurea* utilizando el método de púa lateral permitió tener el mayor porcentaje (86.67%) de injertos vivos, esta interacción, permitió también obtener la mayor rentabilidad, siendo esta de 129%, Por lo que en propagación de guanábana por injerto se recomienda utilizar como portainjerto a *Annona purpurea* y como método de injertación púa lateral ya que con este se obtiene el mayor número de injertos vivos y brotes de mayor altura a los 60 días después de injertación. De acuerdo a los resultados para cada una de las variables propuestas se tuvo diferencia estadística significativa a un valor $p \leq 0.05$, por lo que se aceptan las hipótesis alternas.

EVALUATION OF GRAFTING METHODS FOR SOURSOP PROPAGATION (*Annona muricata*, L. *Annonaceae*)

SUMMARY

The objective of this research was to evaluate two grafting methods: Patch and side pick, using rootstocks *Annona purpurea*, *Annona muricata*, *Annona cheremola* and *Annona reticulata*, for soursop propagation (*Annona muricata*). It was carried out in Nuevo Progreso township, San Marcos, under a factorial design with combinatorial arrangement and random block distribution. The study variables were: stem diameter (cm), day numbers to reach diameter grafting, plant height (cm), percentage paste, percentage live grafts and outbreak length. The results when evaluating rootstock diameter showed that *Annona purpurea* was the earliest, reaching minimum grafting diameter (1.00 cm) at 133.93 transplanting days, when comparing it in characteristics with the plant height, showed an inverse correlation (- 0.962795825) between the reached height and the stem diameter. The interaction grafted grafting method showed that the use of *Annona purpurea* using the lateral spike method allowed having the highest grafts live percentage (86.67%), this interaction also allowed to obtain the greater profitability, being this one of 129%. Therefore, in the soursop propagation by grafting it is recommended to use as rootstocks *Annona purpurea* and as lateral grafting method, because with this one obtains the largest number of live grafts and shoots higher height at 60 days after grafting. According to the results for each of the proposed variables, we had a significant statistical difference at a value $p \leq 0.05$, therefore we accept the alternative hypothesis.

I. INTRODUCCION

El injerto es la técnica de multiplicación más utilizada en fruticultura, tanto para la obtención de nuevas plantas como para propagar las variedades existentes. El árbol frutal comercial es en general la asociación de dos entes, el portainjerto que proporciona el sistema radicular y la variedad que aporta la parte aérea, a los que se hace vivir en estrecha dependencia mediante el injerto. Puede ocurrir que estos dos individuos que integran el árbol frutal vivan en armonía formando una unión satisfactoria o que de lo contrario manifiesten de maneras diversas su falta de afinidad y den lugar a los casos de incompatibilidad. En general, son compatibles los cultivares y especies muy relacionados y también algunos géneros próximos, pero plantas más alejadas taxonómicamente manifiestan incompatibilidad casi siempre.

El reciente interés por el cultivo de la guanaba (*Annona muricata*, L.) plantea la necesidad de contar con los conocimientos acerca de posibles portainjertos y la compatibilidad que puedan tener la guanaba con diferentes cultivares de las diversas especies de anonas y así aprovechar las características favorables que le puedan imprimir estos portainjertos.

Las principales características deseables de un portainjerto para la guanaba serían que sean compatibles, que se recolecten en el área de propagación, que no presente dormancia, que presente tolerancia al barrenador del tallo (*Cratosomus* sp.), y resistencia a enfermedades del cuello de la raíz como *Phytophthora* spp., *Verticillium* spp., y otras enfermedades, tolerante a la salinidad, al mal drenaje y otras condiciones adversas del suelo, que produzca árboles vigorosos y productores de frutos de buena simetría y alta calidad.

Tomando en cuenta que el portainjerto determina el control del crecimiento, la tolerancia a diversos suelos, compatibilidad del injerto, el aporte y balance de nutrientes, calidad de los frutos y eficiencia de la cosecha. Se busca en cultivares autóctonos la utilización de portainjertos alternativos y para ello se requiere la elección de aquellos que se adapten a las condiciones del suelo, y que posean

una buena afinidad con la variedad que se va a injertar sin plantear problemas de compatibilidad.

Con fines de investigación se evaluó el comportamiento de las siguientes Anonáceas: Chincuya o Choncuya (*Annona purpúrea*, L), Chirimuya o Chirimoya (*Annona cheremola*, L.), Anona (*Annona reticulata*, L.) y Guanaba (*Annona muricata*, L). Se utilizó un diseño de bloques al azar con ocho tratamientos y tres repeticiones, la investigación se realizó en el municipio de Nuevo Progreso, San Marcos.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

Las anonas son árboles o arbustos que poseen frutos agregados, algunos de los cuales tienen pulpa de sabor exquisito (Villacorta, s. f). Se estima que hay 2,200 especies de anonáceas en el mundo, muchas de ellas se cultivan en Mesoamérica por los indígenas (Remerfi, 2000).

Uno de los problemas del cultivo es la pobre e impredecible germinación de sus semillas, la germinación de semillas recién cosechadas puede ser altamente variable en un rango del 30 al 80 % (George & Nissen, 1979). La mayoría de las semillas tienen un período relativamente largo de viabilidad, pero requieren de 1 a 3 meses para germinar y la escarificación y estratificación no mejoran la germinación (Jubes, 1975), por el contrario se ha reportado que el ácido giberélico y las altas temperaturas muestran una mejora en la germinación de las semillas (Wunkshaus, 1990).

Al respecto, se ha indicado que la latencia no está asociada únicamente con la ausencia de germinación y que más bien está relacionada con los atributos de la semilla que determinan las condiciones requeridas para que proceda la emergencia del embrión (Fenner & Thompson, 2005). En línea con lo anterior Koornneef (2002) afirma que la latencia y la germinación son determinadas por una interacción entre el potencial de crecimiento del embrión y las restricciones impuestas por los tejidos que rodean éste.

La diversidad genética existente en anonáceas obedece a que se han propagado por vía sexual. Esta situación aunada al fenómeno protogínico ha favorecido la variación genética en estas especies (Vidal, 1993).

El injerto, lo mismo que otros métodos de multiplicación, permite perpetuar los caracteres de la planta de origen y los árboles llegan a la etapa productiva más rápido que cuando se obtienen por semilla. Por otra parte, mediante este

procedimiento se obtienen ventajas que son propias del sistema radical del portainjerto (Castle, 1987; Hartmann et al., 1990).

Se han realizado trabajos a fin de determinar cuál es el mejor tipo de injerto para esta especie. Los tipos estudiados han sido el enchapado lateral, escudete, astilla, inglés de costado, inglés (Ponce, 1977); parche, púa terminal, empalme de costado, escudete de “T” invertida e injerto de doble yema, injerto de “chapa” y el sistema inglés o de púa terminal (Casas et al. 1984).

Ponce (1977) obtuvo el porcentaje de prendimiento más elevado con los injertos enchapado lateral 48 % y escudete 48 % con relación a púa entre corteza 21 %, inglés de costado 24 % e inglés 3 %, cuando el injerto se efectuó casi al finalizar el verano lo mismo con púa sub-terminal que con terminal.

Vidal (1993), en su estudio: “Reproducción sexual y multiplicación vegetativa de las anonáceas” concluye que el enchapado lateral es el tipo de injerto más recomendable para estas especies, debido a su elevado prendimiento con relación a los demás tipos.

Pirela y Col (2004). En su trabajo “Efecto del tipo de propagación y forma de fertilización nitrogenada y potásica sobre las características químicas de frutos de *Annona muricata*, L”. Utilizaron plantas propagadas por semilla, plantas injertadas sobre *Annona muricata*, L., y sobre *Annona montana*, L. Determinaron °Brix, pH y acidez titulable.

Encontraron que los grados Brix fueron afectados significativamente por el tipo de propagación, fertilización nitrogenada y el pH por la interacción entre el tipo de propagación, la fertilización nitrogenada y la potásica. Mientras que la acidez titulable no fue afectada por ninguno de los factores estudiados. Los resultados indicaron que los factores de estudio determinan frutos con calidad competitiva en cualquier mercado. Generalmente, las *Annonaceas* muestran mayores porcentajes

cuando se propagan por injertos en comparación con otro método (Pirela & Col, 2004).

Lederman (1997). Ensayan diferentes métodos de injerto en guanábana (*Annona muricata*, L.); de escudo, de parche, de látigo y de hendidura, sobre portainjertos de 10 y 12 meses de edad, bajo condiciones de vivero, cada parcela se constituyó con 10 plantas del mismo tamaño y diámetro de tallo; para asegurar cuál de los cuatro tipos de injerto es el mejor, se hacen todos al mismo tiempo y con intervalos de 2 meses, los portainjertos de 12 meses de edad resultan los mejores con el método de parche y 97.5% de injertos con éxito.

Vidal (1984). En su estudio experimental sobre: "Comportamiento de ocho portainjertos de anonáceas con la guanábana *Annona muricata* L" determinó que el porcentaje de prendimiento de injertos de guanábano sobre ocho especies de anonáceas: ilamo 98 %; guanábano 82 %; chirimoyito, (*A. globiflora*) 62 %; chiriano, (*A. lutescens*) 52 %; anono 48 %; anono colorado 46 %; anono de corcho, 38 % y papauce, (*A. diversifolia*) 10 %, estos datos se obtuvieron 55 días después de injertados.

Por su parte, Vidal, Villegas, García, Becerril y Mosqueda (1999) injertan guanábana, (*Annona muricata* L.) variedad "Sin Fibra" sobre *A. muricata* L.; *A. reticulata* L.; *A. purpurea* L.; *A. cherimola* Mill.; *A. montana* L.; *A. spinosa* L.; *A. squamosa* L. y homoinjerto "Sin Fibra", con el injerto enchapado lateral y varetas subterminales. Como resultado, sobresalen los portainjertos *A. muricata* var. "Sin Fibra" y *A. montana*. Las características anatómicas de incompatibilidad que se presentan en los injertos fallidos son; depósito de taninos y sustancias atípicas (fitoalexinas y polifenoles) en fibras y vasos, ausencia funcional de xilema secundario y desprendimiento del injerto.

2.2 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS Y AGRONÓMICAS DE LAS ANONÁCEAS

Según el Sistema de Información Taxonómica Integrada (*Integrated Taxonomic Information System* ITIS), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la clasificación taxonómica de la guanábana es la siguiente:

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

División: Magnoliophytea

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Magnoliidae

Orden: Magnoliales

Familia: Annonaceae

Género: *Annona*

Especie: *Annona muricata*, L.

Annonaceae. También conocida por Anonáceas, son una familia que agrupa árboles y arbustos generalmente siempre verdes, a veces arbustos trepadores, con canales resiníferos. La familia tiene una distribución pantropical que comprende unos 120 géneros y alrededor de 2.000 especies. Algunas especies producen frutos comestibles, mientras que de otras se obtienen aceites esenciales o especias. Como árboles productores de madera solo tienen cierta importancia local (Andrés & Andrés, 2011).

El sistema de clasificación de las angiospermas por el grupo para la Filogenia de las Angiospermas (*Angiosperm Phylogeny Group*, por sus siglas en inglés) publicado en el año de 1998, consigna que las anonáceas (*Annonaceae*) son una familia de angiospermas del orden Magnoliales que consta de 130 géneros, con unas 2300 especies que se distribuyen por los trópicos del Nuevo y Viejo Mundo, hasta el norte de Australia y las islas del Pacífico. Forman parte del complejo

ranaliano, lo que las hace tener una historia evolutiva muy antigua (Andrés & Andrés, 2011).

Por su parte Chatrou (1999), señala que tanto evolutiva, ecológica como económicamente *Annonaceae* es una familia importante. En número de especies, es la más sobresaliente dentro del orden Magnoliales, las cuales se cuentan entre las angiospermas más primitivas. Generalmente están distribuidas en las áreas tropicales de América, África y Asia. La familia alberga cerca de 2500 especies en 140 géneros. África es el continente que contiene el menor número de especies, aproximadamente 450. Agrega el autor que cerca de 900 se encuentran en los neotrópicos, casi 1200 en las áreas tropicales de Asia y Australia. Señala también que de todos los géneros solamente cuatro: *Annona*, *Rollinia*, *Uvaria* y *Asimina*, producen frutos comestibles.

La familia se concentra en los trópicos, y algunas especies se encuentran en las regiones templadas. Alrededor de 900 especies son neotropicales, 450 son afrotropicales, y las otras especies de la región Indomalaya. Sin embargo la gran familia *Annonaceae* está sujeta a una investigación sistemática por un grupo de científicos, quienes están colaborando a la revisión especializada de la familia.

Ochse et al. (1974) indican que un número limitado de especies produce frutos comestibles en estado silvestre y que algunos han sido domesticados. La mayoría de las especies se encuentran en los trópicos y solo algunos géneros se encuentran en zonas templadas y subtropicales.

2.3 MORFOLOGÍA DE *Annonaceae*

Según la descripción del para para la Filogenia de las Angiospermas (*Angiosperm Phylogeny Group*, por sus siglas en inglés) Citada por Andrés y Andrés (2011), son árboles, arbustos, raramente subarbustos o trepadoras, a veces con xilopodio (órganos de reserva), aromáticos, con indumento de pelos simples, estrellados o escamosos.

Hojas. Simples, enteras, alternas, dísticas, rara vez espirales, con nerviación craspedódroma a broquidódroma, sin estípulas. Estomas paracíticos. Idioblastos presentes, oleosos o mucilaginosos. Astrosclereidas y osteosclereidas presentes.

Tallos. Con leño característico que presenta bandas tangenciales concéntricas continuas de parénquima, y vasos pequeños, radios homogéneos a débilmente heterogéneos, uniseriados o más frecuentemente multiseriados.

Flores. Solitarias, pareadas o en fascículos, terminales, axilares o supraaxilares, apareciendo sobre troncos o ramas, raramente en serpollos subterráneos, perfectas o unisexuales, actinomorfas, hipóginas, frecuentemente con una única bráctea adaxial. Receptáculo plano, hemisférico o cónico. Sépalos (2-)3(-4), en un verticilo, valvados o imbricados, libres o soldados al menos en la base, persistentes o caducos. Pétalos (0-)3-6(-12), usualmente en dos verticilos de (2-)3 (-4) o en un verticilo, valvados o imbricados, libres o soldados en la base, usualmente alternisépalos, carnosos o coriáceos, raramente membranosos. Estambres numerosos y espiralados, o bien 3-15 y verticilados; estaminodios presentes a veces; filamentos cortos y libres, rara vez largos y monadelfos, anteras lineares, con dehiscencia extrorsa o raramente latrorsa, a veces transversalmente septadas, conectivo usualmente con una prolongación truncada, cónica o piramidal. Carpelos numerosos, apocárpicos a sincárpicos o paracárpicos, estilos libres o soldados, usualmente cortos, cilíndricos, estigmas capitados, oblongos o en herradura; óvulos numerosos por carpelo, anátropos, placentación basal o marginal en la sutura ventral en una o dos filas (Andrés & Andrés, 2011).

Plantas dioicas, raramente monoicas (algunas especies de *U. variopsis*) o androdioicas (en *Pseuduvaria*, *Greenwayodendron* y *Diclinanona*).

Fruto. Simple, cada elemento carnoso o leñoso, dehiscente o indehiscente, sésil o estipitado, o bien compuesto (sincarpo) con numerosos carpelos uniseminados, o bien uniloculares y pluriseminados. Existe una enorme variedad de formas y tipos.

Semillas. Usualmente grandes y con arilo, con un surco periférico en los frutos en folículo dehiscente, endospermo abundante, ruminado, duro, oleoso, embrión pequeño y recto.

Polen. Muy delicado, navicular a triangular, globoso o disciforme, monoaperturado distalmente o inaperturado, frecuentemente en díadas, tríadas o tétradas, exina granular o columelar, a veces una capa basal lamelada, superficie reticulada a atectada. Número cromosómico: $x = 7, 8, 9$; $2n = 16, 24, 32, 48, 64$; existe poliploidía en varios géneros (Andrés & Andrés, 2011).

2.4 DESCRIPCIÓN DEL GÉNERO *Annona*

Árboles o arbustos, tallos con pubescencia simple o pilosa y fasciculada en forma estrellada. Hojas con estípulas (estímuladas en *Annona muricata*). Flores usualmente perfectas, solitarias o en inflorescencias de pocas flores; éstas son terminales, opuestas a las hojas o fijadas a las ramas, apareciendo en los entrenudos; tres sépalos, pequeños, valvados; seis pétalos, libres o connados en la base, biseriados, los pétalos interiores algunas veces rudimentarios o ausentes, imbricados; estambres numerosos extrorsos, el conectivo prolongándose más allá de las tecas en un disco dilatado-truncado, raramente atenuado-apiculado o semiorbicular; carpelos numerosos, frecuentemente coronados, óvulo solitario, basal, erecto. Fruto carnoso o succulento (baya), compuesto de carpelos unidos de una sola flor (Cabrera-Cano, 2004).

El nombre en latín *anona* significa cosecha anual (Lizana & Reginato, 1990). El género presenta unificadas características, especialmente con relación a la altura de la planta, sistema radical, corteza, tallo, biología floral, polinización, conjunto de frutos y tipo de fruto (Ochse et al., 1974; Geurts, 1981; León, 1987).

Existen importantes variaciones entre las plantas de semilla de *Annona* dentro de las mismas especies, afectando no sólo la madurez y la productividad de follaje de las plantas, sino también el tamaño del fruto, forma, color, calidad y número de semillas en el fruto. Estas variaciones, que son a menudo bastante pronunciadas, han dado lugar a varios nombres de la misma especie. En general las anonas son arbustos o pequeños árboles, cuya altura oscila entre los 5 m y 11 m, dependiendo de varios factores, tales como: el clima, el suelo y los cultivos. Son erectos y algo extendidos en su hábito de crecimiento, su corteza es gris oscura a menudo áspera y corrugada. Por lo general, los tallos de anona son grisáceos, y tomentosos cuando son jóvenes, pero más tarde son glabros. Con pocas excepciones, son caducifolios, incluso en las especies tropicales, especialmente cuando se cultiva en zonas con estaciones secas o frescas y sin riego (León, 1987).

La floración empieza cuando el árbol tiene tres o cuatro años de edad, aunque ocasionalmente puede ocurrir antes, dependiendo de las condiciones ambientales. La antesis (apertura floral) comienza lentamente, con la separación del ápice de los pétalos externos y toma de seis a ocho horas para completarse.

La polinización se lleva a cabo principalmente por insectos y a veces por el viento. El hecho de que las flores sean protogíneas (los pistilos maduran antes de que el polen sea liberado de las anteras, dicogamia protogínica) sugiere que la autopolinización no es la regla para anonas.

Debido a las flores protogíneas, el desarrollo del fruto puede ser pobre cuando las poblaciones de insectos sean pequeñas, puede producir frutos pequeños y asimétricos, ya que el tamaño del fruto y la forma depende del número y posición de los óvulos fertilizados. Como resultado, el número de frutos por planta, así como su forma y tamaño, dependen de la polinización de los insectos en las especies del género *Annona*.

2.5 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DEL GÉNERO *Annona*

2.5.1 La chirimoya (*Annona cherimola* Mill.)

El nombre *chirimoya* deriva del quechua “*chirimuya*” qué significa semillas frías (Lizana & Reginato, 1990); el árbol es pequeño, erguido y caducifolio y rara vez llega a una altura de más de 7.5 m.; el tallo con frecuencia a nivel del suelo se divide en varios tallos (NRC, 1989). Fue domesticado en la mediana elevación de los Andes de Sudamérica. Tiene hojas simples de formas ovadas, lanceoladas o elípticas de 10 cm a 25 cm de largo, glabras en la superficie ventral y pubescente dorsalmente, las hojas se caen al final del invierno.

2.5.2 La guanaba o guanábana (*Annona muricata*, L.)

La guanábana tiene un hábito de crecimiento erecto, con una alta relación de dosel en altura a diámetro (Pinto & Silva, 1996), aunque tiende a ser baja de ramificación y tupidas, con un repunte de extremidades (NAS, 1975). El árbol es pequeño, delgado, perenne, de 4 a 8 m de altura cuando está completamente maduro. Fue domesticado en las tierras bajas de América del Sur como planta de jardín.

Los tallos son redondeados, rugosos y no pubescentes de color café oscuro. Las hojas tienen pecíolos cortos, y son ovada-oblongas a cilíndricas, de 14 cm a 16 cm de longitud y de 5 cm a 7 cm de ancho; debido a las similitudes de la planta y forma de las hojas, la guanábana y la guanábana de montaña (*A. montana*, Macf.) son a menudo confundidas. Las flores de guanábana son más grandes que las otras cuatro especies mencionadas y pueden ser de 3.2 cm a 3.8 cm de longitud.

Las flores comienzan a abrirse en la mañana y para completar la antesis (apertura floral) tardan aproximadamente seis horas, dependiendo del clima. La floración es más o menos continua durante el año. Esta especie también tiene una polinización natural ineficiente (normalmente realizada por los escarabajos) y con frecuencia produce frutos con pobre o escaso desarrollo (deformes o asimétricos); por lo

tanto, la práctica de la polinización manual tiene gran importancia en el manejo de huertos.

La guanaba produce frutos ovados, cónicos o en forma acorazonada, que son de color verde oscuro y cambian ligeramente a verde claro cuando están maduros. La cáscara es delgada, el fruto es carnoso, las protuberancias que tiene el fruto son consideradas popularmente como “espinosas”. La guanábana tiene grandes frutos, pesan de 0.9 kg a 10 kg, y un peso promedio de 4 kg. La pulpa es blanca, algodónosa, fibrosa y el jugo se asemeja al de la chirimoya. El sabor es más ácido y menos dulce que el de chirimoya.

2.5.3 Anona colorada (*Annona reticulata*, L.)

Los árboles llegan a medir de 6.0 m a 7.5 m de altura, con muchas ramas laterales; los tallos son cilíndricos, con lenticelas y pelos muy cortos de color café. Es considerada como la más vigorosa de las anonas. Se cree que esta anona ha sido domesticada, a pesar de que la fruta se considera de inferior calidad. Se puede distinguir de la chirimoya por sus largas y estrechas hojas glabras, por su fruto compacto, así como por sus grandes hojas, y de *A. glabra* por sus pequeñas semillas de color marrón oscuro (León, 1987).

Las hojas son oblongo-lanceoladas y de color verde oscuro, miden de 25 cm a 30 cm de longitud y 7 cm de ancho, con 10 a 20 pares de venas y peciolo pubescente.

Las flores son de forma similar a las de las otras anonas, a excepción que ellas están agrupadas en pequeñas y cortas inflorescencias con 2 a 10 flores, con pedicelos que miden entre 1.5 cm a 3.0 cm de longitud. Estas especies también presentan polinización ineficiente y por lo tanto tienen pobre fructificación.

El fruto pesa entre 0.1 kg y 1.0 kg y es comúnmente en forma acorazonada, o a veces cónico, ovado o de forma irregular, y mide de 10 cm a 12 cm de longitud. Son coriáceos y de color amarillo rojizo en la superficie, con líneas (cerca de 5 a 6 areolas angulares) por encima de los carpelos. La pulpa es blanca como la leche,

menos jugosa que la guanaba y la chirimoya, aunque insípida, es considerada como la menos exquisita de los frutos de anonas. Comúnmente hay más de 40 semillas oblongas de color café oscuro por fruto (León, 1987).

2.5.4 Anona blanca o saramuyo (*Annona squamosa*, L.)

Annona squamosa es posiblemente originaria de las tierras bajas de Centroamérica; de México se introdujo a Filipinas y Oriente. En la India alcanza importancia comercial y las poblaciones espontáneas crecen en tal abundancia que se le creyó nativa de ese país (León, 1987).

El árbol de saramuyo es caduco y mucho más pequeño que la guanábana, alcanzando un máximo de 6.0 m de altura, con muchas ramas laterales. Los tallos presentan lenticelas, los más jóvenes presentan pelos y los más viejos son lisos. Fueron domesticados en el Caribe y el norte de las tierras bajas de América del Sur. Al igual que las otras especies de anonas, tiene hojas deciduas que son verde brillante y verde azulado por encima y por debajo, tienen pecíolos de 0.7 cm a 1.5 cm de largo. Las hojas son de forma oblongas elípticas, miden de 5 cm a 1.5 cm de largo y de 2 cm a 7 cm de ancho, con un ápice obtuso o acuminado. La hoja tiene entre 15 y 17 pares de venas (Ochse et al.1974).

Las flores miden de 2.0 cm a 2.5 cm de largo y son más pequeñas que las flores de guanábana, tienen el mismo tamaño y forma que las flores de chirimoya. Presentan problemas similares de polinización al igual que las otras especies de anonas. La germinación del polen es baja y puede influir en el fruto y varía del 5.4% al 5.6% (Thakur & Singh, 1965).

El fruto es redondeado, con forma acorazonada, ovado o cónico, de 5 cm a 7.5 cm de diámetro, de 6 cm a 10 cm de largo y pesa de 120 g a 330 g; el tamaño del fruto depende del cultivar, polinización, nutrición y otros factores, su forma se asemeja a una granada de mano, la superficie se encuentra cubierta por tubérculos con una flor blanquecina. La pulpa es blanca y tiene un agradable sabor dulce-amargo. El fruto contiene de 35 a 45 semillas, y mide de 1.5 cm a 2 cm de

largo y 0.6 cm a 0.8 cm de ancho. En la India se cultiva en gran escala y los nombres de sus cultivares dan una idea de su origen como: 'Mammoth', 'Barbados', 'British Guinea', 'Balondegar', 'Red Sitaphal', y 'Sindhani' (Singh, 1992).

2.5.5 Choncuya o sincuya (*Annona purpurea*, Moc. & Sesse ex Dunal)

Originario de México y Centroamérica, es escasamente cultivado. Es un árbol que llega a medir hasta 10 m de altura, de follaje espaciado; hojas grandes y delgadas, elípticas a obovadas, miden de 15 cm a 30 cm de largo por 10 cm a 15 cm de ancho. Las láminas son muy onduladas pues los nervios están marcadamente hundidos en la cara superior.

Comúnmente los tallos jóvenes, pecíolos y nervios de la hoja, muestran una pubescencia rojiza. Las flores son grandes, con pétalos externos de cuatro a cinco centímetros de largo, flexibles y amarillentos con manchas violetas en el lado interno; los pétalos internos son más cortos, de tres a cuatro centímetros de largo. El receptáculo cónico mide alrededor de dos centímetros de largo por 1.5 cm de ancho y en su parte inferior está cubierto de estambres y el ápice por un anillo de carpelos. El fruto es ovoide a esférico, mide de 10 cm a 14 cm de ancho y está cubierto de un tomento amarillo rojizo. Los carpelos tienen prominencias piramidales muy desarrolladas, hasta de dos centímetros de largo, con los ápices curvos hacia la base de la fruta. La pulpa es dura, amarilla a anaranjada, aromática. Las semillas elípticas, de color café claro, miden de 2.5 cm a 3 cm de largo (León, 1987).

2.5.6 Papausa (*Annona diversifolia*, Saff)

Esta anonácea, originaria de México y Centroamérica, es una de las mejores frutas de los trópicos bajos y secos, comparable a la chirimoya. Es un árbol pequeño y delicado, de hojas elípticas a o lanceoladas, de 8 cm a 16 cm de largo, con el ápice redondeado. En la base de las ramas jóvenes o de los pedúnculos florales hay brácteas circulares en forma de hojas, que son características de esta especie.

Las flores salen del crecimiento nuevo, solitarias o en grupos de dos a tres; los pétalos externos, de color marrón, miden de 2.5 a 3 centímetros de largo. El fruto es ovoide a elipsoidal, con la base hundida y los carpelos salientes, aunque algunos más lisos; en el ápice de estos hay una protuberancia pequeña o “melón” como en ciertas chirimoyas. El color de la fruta varía de verde a rosado oscuro y está cubierto por una capa de polvo fino blancuzco. La pulpa es blanca en las variedades de color verde, o tenuemente rosado a rojo brillante en las otras, de sabor y olor muy agradable. A pesar de su excelente calidad, *A. diversifolia* no se ha expandido mucho en cultivo, porque crece difícilmente fuera de su área de origen. Las semillas tienen un período largo de latencia y con frecuencia no germinan. Se cree, sin mayor base, que los frutos deben cortarse sólo cuando están maduros en el árbol, pero como en otra *Annona*, pueden recogerse antes y almacenarse hasta que maduren (León, 1987).

2.6 FISIOLÓGÍA DE LAS ANONACEAS

Según Watson y Dallwitz (1992), la fisiología y bioquímica de las *Annonaceae* se caracteriza por la presencia o ausencia de los ácidos cianogénicos, alcaloides comúnmente presentes, los iridoides o ciclopentanos no se detectan. Proantocianidinas presentes o ausentes, cuando presentes, en forma de cianidinas. Flavonoides presentes o ausentes; cuando presentes, en forma de quercetina con propiedades analgésicas y antiagregantes. Ácido elágico ausentes (2 géneros, 3 especies). Arrutin ausente. Transportan azúcares como sacarosa (generalmente) o como oligosacáridos más sacarosa (*Annona squamosa*). Anatomía de tipo C4 en el género *Annona*.

Hojas siempre verdes, aunque en el caso particular de *A. cherimola* se consideran subcaducifolias.

Con respecto a la Papaya (*A. diversifolia*) presenta un hábito semicaducifolio con un ciclo fenológico anual discontinuo con una etapa anual de crecimiento activo y otra de dormancia. La temperatura fue el factor preponderante

en la defoliación de la planta, aparentemente la sequía solo ejerce un efecto coadyuvante al acelerar la senescencia de la hoja. La Papausa presenta características morfológicas y fisiológicas de manera semejante a aquellas especies adaptadas a vivir en lugares con una alta carga de radiación solar y con limitaciones de humedad (Otero-Sánchez, 2008).

Daño por frío: la exposición de frutos de *Annona* a temperaturas inferiores a 8 °C - 12 °C (46 °F-54 °F), dependiendo del cultivar y estado de madurez, resulta en daños por frío. Los síntomas incluyen oscurecimientos y endurecimientos de la cáscara, depresiones en la superficie del fruto, incapacidad de desarrollar buen sabor y pulpa “harinosa”.

Partiduras. En algunos cultivares, principalmente de *A. diversifolia* y en menor grado de *A. cherimola* la partidura de frutos ocurre en estados avanzados de madurez y con tasas altas de producción de etileno. Se ha sugerido que cambios en la turgencia relacionados a la producción de azúcares neutros durante la maduración provoca movimientos de agua desde la cáscara y posiblemente del receptáculo hacia la pulpa. El incremento en el diámetro del receptáculo aumenta el estrés en la pulpa y cáscara, lo que produce la partidura del fruto.

2.7 REPRODUCCIÓN DE LAS ANONACEAS

La reproducción natural de las especies de la familia *Annonaceae* es por medio de semillas. Los frutos maduros caen al suelo, se secan y se liberan las semillas, las cuales, si encuentran las condiciones de humedad y temperatura apropiadas, empiezan a germinar y si no, entonces se quedan entre la hojarasca y germinan una vez que las condiciones señaladas son favorables.

En especies cultivadas, como la chirimoya y guanábana, la propagación es a través de la obtención de portainjertos de semilla y posteriormente se injertan las variedades más deseables.

La germinación de semillas se encuentra en la fase de investigación en México. Se ha visto que tratamientos pregerminativos mejoran el porcentaje y la tasa de germinación y también que el estado fisiológico en que se encuentran es importante, así como también el uso de sustratos adecuados en retención de humedad y porosidad que les son favorables (Vidal et al. 2008).

La semilla de la especie tropical *Annona purpurea* se caracteriza por tener un embrión rudimentario que refleja, aparentemente, una diferenciación incompleta de los órganos que la forman (Garwood, 1995). Con frecuencia esta condición de deficiencia fisiológica la relaciona el fruticultor con el bajo porcentaje de germinación que presentan los diversos lotes de semilla utilizados en los viveros. Las hormonas vegetales y, en particular, las giberelinas y el ácido abscísico han sido relacionadas directamente con el proceso de germinación en diferentes especies vegetales (Looney, 1996); las primeras como estimulantes y las segundas como inhibidores (Garcarrubio et al. 1997).

2.8 HÁBITAT NATURAL

Las anonáceas por lo general se desarrollan en clima tropical, sólo algunas especies de los géneros *Asimina* y *Deeringothamnus* aparecen en zonas templadas de Norteamérica. En general, hay un marcado contraste entre las formas del Viejo Mundo, que tienden a ser trepadoras o de formas muy extendidas en las selvas húmedas a baja altitud, hasta los 1 500 m de altura, rara vez los 2000 m, mientras que en el Nuevo Mundo tienden a ser árboles o arbustos y a crecer en zonas de sabana y cerrado, donde algunas especies están altamente especializadas como pirófitos, por ejemplo, ciertas especies del género *Annona* y *Duguetia*, lo cual no es óbice para que alguna especie, como *Raimondia quinduensis* alcance los 2 600 m en las montañas colombianas. Algunas especies del Nuevo Mundo son árboles caducifolios que habitan las selvas bajas caducifolias (APG, 1998). Particularmente, el chirimoyo se encuentra adaptado y cultivado en condiciones de clima subtropical.

2.9 RESPUESTA DE LAS *Annonaceas* A PRÁCTICAS AGRÍCOLAS

Algunas especies de anonas (*A. cherimola*, *A. muricata*, *A. squamosa*) son las que se han sometido a cultivo comercial en algunas partes del mundo con prácticas agronómicas tales como germinación de semillas, Injertación, podas, polinización artificial, fertilización química y orgánica, riegos, control de plagas y enfermedades. En general, las plantas responden muy bien a estas prácticas.

La germinación de semillas varía entre especies, pues en general están consideradas como semillas ortodoxas. Según Hong et al. (1998) las conductas de almacenamiento para *A. cherimola*, *A. muricata* y *A. squamosa* tienen comportamientos como semillas ortodoxas, aunque al momento de la germinación presentan algunos problemas en su porcentaje de germinación que pueden depender de las condiciones ambientales, el tiempo de almacenamiento de las semillas, el estado físico, los sustratos utilizados y los tratamientos pregerminativos utilizados. En cambio en *A. purpurea*, *A. reticulata*, *A. parviflora*, *Asimina triloba*, *Cymbopetalum baillonii*, los autores tienen duda si son ortodoxas, mientras que las semillas de *Polyalthia longiflora*, *Stelechocarpus burahol* se comportan como semilla recalcitrante, según la misma fuente.

En general, las plantas de especies de *Annonaceae* son más delicadas en sus aspectos de manejo agronómico en comparación con otros árboles frutales, tales como aguacate, mango y durazno entre otros. Esto hace que muchos fruticultores hayan tenido sus fracasos en el cultivo comercial de algunas anonas cuando no tienen la debida capacitación y asesoría técnica. Dentro de este aspecto es importante señalar la necesidad de practicar la polinización artificial (manual) que es una común en muchas partes del mundo, pero no en nuestro país ya que requiere cierta experiencia para coleccionar y polinizar las flores, pero el amarre en número y la calidad de los frutos (simetría) mejora enormemente, obteniéndose mayor calidad de los frutos.

2.9.1 Semillas y viveros

Todos los frutos de las anonas producen semillas que son utilizadas para la propagación de nuevas plantas. Las respuestas a la germinación dependen de varios factores tales como tiempo de almacenamiento, estado físico, tipos de sustratos utilizados y los tratamientos pregerminativos que se apliquen.

La semilla de la especie tropical *Annona purpurea* se caracteriza por tener un embrión rudimentario que refleja, aparentemente, una diferenciación incompleta de los órganos que la forman (Garwood, 1995). El ácido giberélico en concentraciones de 100, 500 y 1000 mg·litro⁻¹, estimula sustancialmente la germinación de semillas de *Annona purpurea* y promueve un mejor desarrollo de la plántula. La deficiencia de germinación de *Annona purpurea* está relacionada con los niveles de giberelinas. Las semillas de *Annona purpurea* producen las giberelinas A₁, A₂₀, y A₅₃ (Gómez-Castañeda et al. 2003).

En condiciones naturales la mayoría de los frutos de las especies caen al suelo, se secan y se desprenden las semillas y permanecen entre la hojarasca; es entonces cuando al inicio de las lluvias, o cuando hay humedad disponible empiezan a germinar. Se ha encontrado que muchas semillas, principalmente de especies de anonas que se encuentran en condiciones de hábitat natural, son favorecidas por animales que consumen los frutos, refugiándose en cercos y orillas de caminos y ahí dejan las semillas, las que se protegen del sol en la hojarasca y piedras, germinando posteriormente cuando existen las condiciones apropiadas de temperatura, humedad y tipo de sustrato. Esta condición permite a las anonas multiplicarse en áreas naturales y formar algunos bosques, aunque el crecimiento de las plantas depende de la competencia entre ellas y otras plantas, además de las condiciones naturales de suelo y humedad donde se encuentran. Generalmente suelen germinar muchas semillas y finalmente crecen las plantas más aptas o las que germinan primero y encuentran buenas condiciones ambientales. Muchos agricultores ayudan a la propagación de las anonas en traspatio al consumir la pulpa y aventar las semillas en el traspatio; en semillas la

germinación se da en aquellas que cuentan con las mejores condiciones de terreno y humedad (Gómez-Castañeda et al. 2003).

Los árboles son tolerados, principalmente aquellos que producen buenos frutos, propagándose por injertos algunos de ellos en traspatio. De esta manera y a través del tiempo es que las anonas se han ubicado mayormente en huertos de traspatios o a orillas de caminos y terrenos cultivados donde se encuentran actualmente y tienen componentes importantes de mejora a través de la selección.

Las semillas pueden ser utilizadas para germinar y obtener plantas en vivero para ser utilizadas como portainjertos y posteriormente injertar variedades en sistemas de propagación comercial. La experiencia indica que la semilla no debe almacenarse por más de tres meses para obtener buena germinación, aunque este comportamiento varía entre especies, y debe seleccionarse aquella que no tenga daños físicos provocados por los insectos barrenadores. En Nayarit se utiliza planta de pie franco (sin injertar) para establecer huertos comerciales de algunas especies, como la guanábana. Este sistema de propagación es más fácil y los costos de la planta son más económicos, sin embargo, existe la desventaja de que al cosechar los frutos de cada árbol son diferentes, es decir, son altamente variables en formas y tamaños, aunque desde el punto de vista de la conservación de recursos fitogenéticos esta variabilidad es una ventaja (Gómez-Castañeda et al. 2003).

2.9.2 Plantaciones y producción

Cuando en las plantaciones comerciales se utiliza planta de semilla sin injertar, la producción de frutos inicia a los cuatro o cinco años después de plantada, pero cuando se establecen plantas injertadas en huertos comerciales la producción puede iniciar más pronto, a los dos o tres años, dependiendo del manejo del huerto (Gómez-Castañeda et al. 2003).

Las distancias de plantación son muy variables, pues oscilan entre los cinco y seis metros entre plantas y de 6 y 8 metros entre hileras. En sistemas intensivos se acortan estas distancias y se aumenta en número de plantas por superficie.

En el caso del chirimoyo, en Chile están utilizando distancias de dos metros entre plantas y de cuatro entre hileras en los sistemas intensivos con manejo de poda en cada año para reducir el crecimiento de los árboles que en forma natural puede llegar hasta 6 a 9 metros de altura, dependiendo de la especie, el manejo, las condiciones naturales y el tiempo (Gómez-Castañeda et al. 2003).

2.9.3 Capacidad de regeneración natural

En general las especies de la familia *Annonaceae* tienen la capacidad de regenerarse en forma natural cuando se encuentran en hábitats apropiados. Los agricultores pueden contribuir a la dispersión de las plantas a través del consumo de la pulpa y la germinación en traspatio de las semillas. Los animales silvestres también participan en la propagación de las plantas al consumir frutos y dispersar las semillas. La producción de frutos depende de lo que ya se señaló: las condiciones ambientales como la humedad y la temperatura, así como la presencia de agentes polinizadores como algunos insectos (Gómez-Castañeda et al. 2003).

La adaptación es un elemento muy importante para que las anonas produzcan frutos en forma natural, aunque, generalmente la producción de frutos no es de alto rendimiento debido a los problemas de dicogamia protogínica y la polinización natural, para lo cual se han diseñado técnicas de polinización artificial (Gómez-Castañeda et al. 2003).

Particularmente en el caso del chirimoyo hemos observado que la raíz tiene una elevada capacidad de regenerar nuevos brotes, y aunque se corten muchas veces esta capacidad se mantiene. Debido a esta característica al árbol del chirimoyo se utiliza para la extracción de leña de los troncos, pues se deja el tocón con la

finalidad de que el árbol vuelva a regenerarse el árbol al cabo de algunos años (Gómez-Castañeda et al. 2003).

2.10 Propagación

2.10.1 Por semilla

Es el más utilizado por los agricultores, pero tiene un largo periodo 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).

2.10.2 Vegetativa

La propagación asexual consiste en la reproducción de individuos a partir de porciones vegetativas de las plantas (reproducción de clones). En consecuencias 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 & Kester, 1987).

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

2.10.3 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 escudete, 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 & 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 células del callo recién formado que se encuentran en la misma línea con la capa intacta de cambium del portainjerto 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 & Kester, 1987).

b. Injerto de enchapado o púa 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 fotosintátos. El portainjerto debe ser vigoroso; además, para la operación debe presentar una textura blanda o semileñosas, es decir coincidente con los momentos vegetativos en que es observable su crecimiento (Hartman & Kester, 1987).

Hartman y Kester (1987). 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 portainjertos de diferente edad y diámetro sin necesidad de que el portainjerto y la vareta sean del mismo grueso.

A las dos o tres semanas de hecho el injerto puede observarse el prendimiento en cuyo caso afirmativo se procede a despuntar fuertemente al portainjerto 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 portainjerto.

Parada (2001), menciona que para este tipo de injerto se utilizan portainjertos 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 portainjerto. Se hace un corte a lo largo del tallo como de 3 a 3.5 cm al portainjerto cortando apenas la madera. La vareta se prepara para adaptarse al corte del portainjerto, se coloca de manera que las capas del cambium coincidan; se envuelven completamente con cinta a los 30 días si el injerto está 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 portainjerto.

c) Injerto de Parche

Consiste en colocar una sola yema adherida a una sección de la corteza, con una navaja desinfectada se hace un corte debajo de la cicatriz cotiledoneal a manera de U invertida hasta llegar a la madera blanca del patrón luego de extraer la yema de la vareta haciendo cortes lateral y transversal seguido se coloca en el portainjerto, tratando que el parche sea de similar o ligeramente menor tamaño que el corte del portainjerto y se cubre con parafilm o cinta plástica, evitando mojar el injerto, y después de 10 a 12 días de realizar la injertación se retira el parafilm o cinta y a los 40 día se procede a cortar el portainjerto 10 cm arriba del injerto protegiendo la herida con pasta cúprica , el portainjerto se lo corta definitivamente a los 60 días a la altura del injerto. (ANECACAO. 2007)

d) Condiciones para que se pueda realizar el injerto y tener éxito

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

d.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).

d.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, más 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 portainjerto y el injerto pertenecen a las mismas familias, especies y género; relativa cuando este y aquel pertenecen a una misma familia y género, pero son de diferentes especies.

d.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 & 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; o por no restablecerse unión vascular entre ambas partes en el tiempo previsto (Parada, 2001).

d.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 & Kester, 1987).

d.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 & Kester, 1987).

d.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 & Kester, 1987).

d.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 & Kester, 1987).

d.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 & Kester, 1987).

d.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 & Kester, 1987).

d.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 portainjertos:

- 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).

d.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 porque no se puede dar la formación de un callo de cicatrización (Alix, 1999).

d.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 (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 el 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 este el momento para cortarlas e injertarlas.

d.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 estimulará 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, 2001).

III. JUSTIFICACIÓN

3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La propagación asexual de la Guanaba o Guanábana (*Annona muricata*, L.), es escasa o casi nula en la región sur-occidental, además, la propagación por semilla es muy dificultosa debido al bajo porcentaje de germinación, todo esto ha hecho que plantaciones comerciales o productoras no existan. Los frutos que se comercializan en los mercados de la región provienen de plantaciones ancestrales o de árboles que son parte de los cercos que se localizan en los bordes de sus parcelas, frutos que debido a su escasez y con buena demanda ya que se les atribuyen propiedades medicinales, antioxidantes y anticancerígeno, hace que su valor sea bueno.

Los problemas de propagación en guanaba, inician con la semilla la cual presenta latencia, la germinación es relativamente lenta, las plántulas son susceptibles a *Phytophthora* sp, se tiene una alta variabilidad genética con efectos negativos en un posterior uso agroindustrial, a lo anterior se suma que es hospedero del barrenador del tallo (*Cratosomus* sp.), el cual ataca a las plantas entre 5 a 15 cm del cuello de la raíz donde las larvas construyen galerías hasta de 12 mm de diámetro y 40 cm de largo antes de transformarse en pupa, ahorcando el tallo y causándole la muerte al árbol (Andrés y Andrés, 2011). Por lo que la propagación por injerto sobre portainjertos de diversas anonáceas que a nivel silvestre y como plantas de traspatio no muestran estos problemas, se vislumbra como una alternativa agronómica para ayudar al agricultor.

Entre la diversidad genética de anonáceas de la región, se busca un portainjerto o patrón que se adapte al clima y al suelo, que sea resistente o tolerante a los patógenos, que induzca alta producción y calidad de fruta, así como árboles de porte bajo, lo cual facilite operaciones de cosecha y manejo fitosanitario. La elección del mejor patrón representa uno de los problemas más complejos de la fruticultura, pero su búsqueda debe ser una preocupación constante por lo que

este tipo de estudios no debe esperar, para solventar parte de la problemática de este cultivo.

3.2 JUSTIFICACIÓN

El propósito de este trabajo es contribuir a solucionar problemas de propagación o multiplicación de plantas de Guanaba. Partiendo que existen diferentes especies de *Annonaceas* en estado silvestre y semicultivadas en peligro de extinción, con valor genético, económico y cultural. Conociendo que la costa suroccidental de Guatemala posee ecogeográficamente especies de *Annonaceas*, como: *A. squamosa*, *A. chirimoya*, *A. reticulata*, *A. muricata*, *A. purpurea*, *A. diversifolia*, se busca evaluar a cuatro diferentes especies de anonas como portainjertos y su compatibilidad con *Annona muricata*, se utilizara el método de Injertación de enchapado lateral, utilizando cultivares de anonas provenientes de semillas y propagadas en bolsas de polietileno.

La compatibilidad de la guanaba con diversos portainjertos de *annonaceas* representa uno de los aspectos más relevantes para lograr un eficiente manejo de esta especie frutal. Su uso aseguraría una aceptable homogeneidad en la propagación, su utilización se torna imprescindible e insustituible para llevar adelante un proceso productivo eficiente. Además, la propagación por injerto es un método práctico y sencillo que ofrece las siguientes ventajas: Uniformidad en las características de la fruta, alta producción, buena calidad de fruto, plantas resistentes a enfermedades. Para la producción del material de propagación no se necesitan jardines especiales, pues el material para injerto se puede obtener cuando se hacen las podas de las plantas; seleccionando el árbol que tenga las características deseables.

IV. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

- Evaluar dos métodos de injertación utilizando cuatro portainjertos en la propagación de guanábana (*Annona muricata*, L).

4.2 ESPECÍFICOS

- Evaluar cuál de los cuatro portainjertos permite obtener el mayor porcentaje de injertos pegados.
- Evaluar cuál de los dos métodos de injertación permite obtener el mayor porcentaje de injertos pegados.
- Determinar si existe significancia en la interacción de los factores sujetos a estudio.
- Determinar el tiempo en días de pegue del injerto, en cada uno de los tratamientos.
- Determinar la influencia de los tratamientos sobre los costos de producción.

V. HIPÓTESIS

- Ha.** Al menos uno de los portainjertos a utilizar en la propagación de guanábana tendrá un buen porcentaje de injertos pegados.
- Ha.** Al menos uno de los métodos de injertación a utilizar en la propagación de guanábana permitirá un buen porcentaje de injertos pegados.
- Ha.** Al menos una interacción método de injertación/portainjerto a utilizar en la propagación de guanábana, permitirá un buen porcentaje de injertos pegados.
- Ha.** Al menos una interacción método de injertación/portainjerto influirá en el beneficio económico.

VI. METODOLOGÍA

6.1 LOCALIZACIÓN

La presente investigación se realizó en el municipio de Nuevo Progreso, el cual está ubicado en el sur occidente del departamento de San Marcos, en la región de la boca costa. Limita al norte con el municipio de San Pedro Sacatepéquez, al este con los municipios La Reforma y El Quetzal, al oeste con el municipio de El Tumbador, al sur con los municipios Pajapita y Coatepeque, Según el Instituto Geográfico Nacional de Guatemala citado por De la Cruz (1982) se ubica en las coordenadas 14° 48' 05" de latitud Norte y a 91° 53' 27" de longitud Oeste.

La distancia hacia la cabecera departamental es de 90 kilómetros y 260 kilómetros a la ciudad capital, tiene una extensión territorial de 140 km². El ingreso se hace por el sur, desde el municipio de Pajapita del departamento de San Marcos, el acceso es asfaltado con una longitud de 16.5 kilómetros. Esta también converge a la carretera del pacifico, la cual proporciona acceso a los municipios Ayutla, Ócos y Malacatán de la costa del departamento, al municipio de Coatepeque, departamento de Quetzaltenango y a la ciudad capital.

Según De la Cruz (1982), el municipio se clasifica dentro de la zona de vida Bosque muy Húmedo Subtropical (cálido), con un clima templado, la temperatura oscila entre los 18 a 24.8°C, con vientos que van desde los 15 a 20 km/h.

El municipio se ubica a una altura que va de 310 a los 1,900 msnm, con una precipitación pluvial de 3,300 mm anuales y una humedad relativa del 80 al 85%.

El municipio pertenece al grupo de suelos del declive del pacifico, compuesto por suelo profundo sobre materiales volcánicos, relieve inclinado, relieve inclinado escarpado y en relieve inclinado a casi plano, también es parte del grupo de suelo de montañas volcánicas, los cuales se encuentran a elevaciones mayores de 2,600 metros sobre el nivel del mar, no son aptos para cultivos sin embargo son

usados para la producción de café, maíz, hoja de mashan, malanga, yuca, entre otros (Simmons, Tárano & Pinto, 1959).

6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

Los materiales vegetales evaluados fueron las siguientes anonáceas: Chincuya o Choncuya (*Annona purpúrea*, L), Chirimuya (*Annona cheremola*, L.), Anona (*Annona reticulata*, L.), Guanabana (*Annona muricata*, L), las cuales al momento de la Injertación tenían una edad de 5 meses desde su trasplante.

6.3 FACTORES A ESTUDIAR

Los factores a estudiar fueron dos métodos de injertación; púa lateral e injerto de parche y cuatro portainjertos: Chincuya o Choncuya (*Annona purpúrea*), Chirimoya (*Annona cheremola*), Anona (*Annona reticulata*), Guanábana (*Annona muricata*), en la propagación asexual de guanábana.

6.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleó un diseño factorial con arreglo combinatorio y distribución en bloques al azar (DBA), donde se evaluó: dos métodos de injertación y cuatro diferentes portainjertos de anonáceas cuya combinación hicieron ocho tratamientos con tres repeticiones, por lo que se tuvieron 24 unidades experimentales, constituidas cada una por 10 plantas, para un total de 240.

6.5 MODELO ESTADISTICO

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varphi_k + \epsilon_{i \cdot k} + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Es la respuesta que se obtendrá en la unidad experimental correspondiente a la k-ésimo repetición a la cual se le aplicó el i-ésimo método de injertación, con el j-ésimo portainjerto.

μ = Es el efecto de la media general

α_i = Efecto del i-ésimo nivel del factor método de injertación (A).

β_j = Efecto del j-ésimo nivel del factor portainjerto (B).

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre el i-ésimo método de injertación con el j-ésimo portainjerto.

ϕ_k = Efecto de la k-ésima repetición

ϵ_{ijk} = Es la variación del error asociado con las ijk unidades.

6.6 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Cada uno de los tratamientos estuvo conformado por cada uno de los métodos de injertación y por cada una de las especies de anonáceas a utilizarse como patrón o portainjerto, la descripción se hace en el cuadro 1.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos en la evaluación de dos métodos de injertación y cuatro portainjertos en la propagación de guanábana.

Método de injertación	Portainjerto	Código
Púa Lateral	Chincuya (<i>Annona purpúrea</i> , L.)	I1P1
	Chirimuya (<i>Annona cheremola</i> , L.)	I1P2
	Anona (<i>Annona reticulata</i> , L.)	I1P3
	Guanaba (<i>Annona muricata</i> , L.)	I1P4
Parche	Chincuya (<i>Annona purpúrea</i> , L.)	I2P1
	Chirimuya (<i>Annona cheremola</i> , L.)	I2P2
	Anona (<i>Annona reticulata</i> , L.)	I2P3
	Guanaba (<i>Annona muricata</i> , L.)	I2P4

6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL

Cada unidad experimental estuvo formada por 10 plantas de una especie de anonácea que se utilizó como portainjerto, estas plantas se propagaron en bolsas de polietileno negro con dimensiones de 9' x 18' x 0.006' de grosor, las cuales se colocaron en fila simple una a continuación de otra, como se describe en la figura 1.

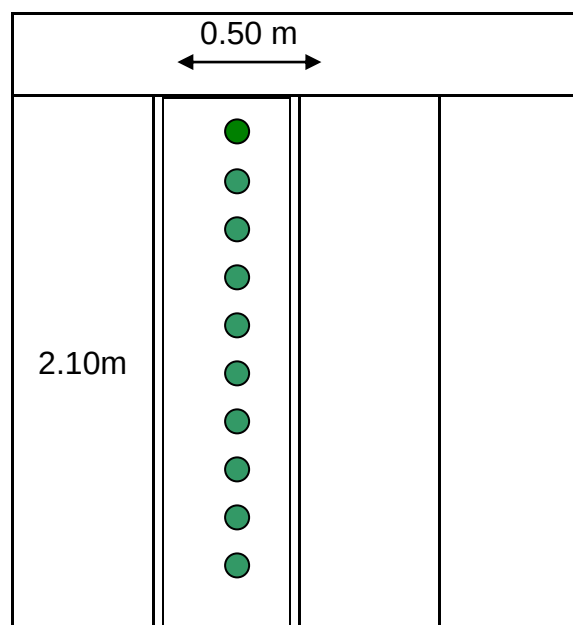


Figura 1. Unidad experimental

6.8 CROQUIS DE CAMPO

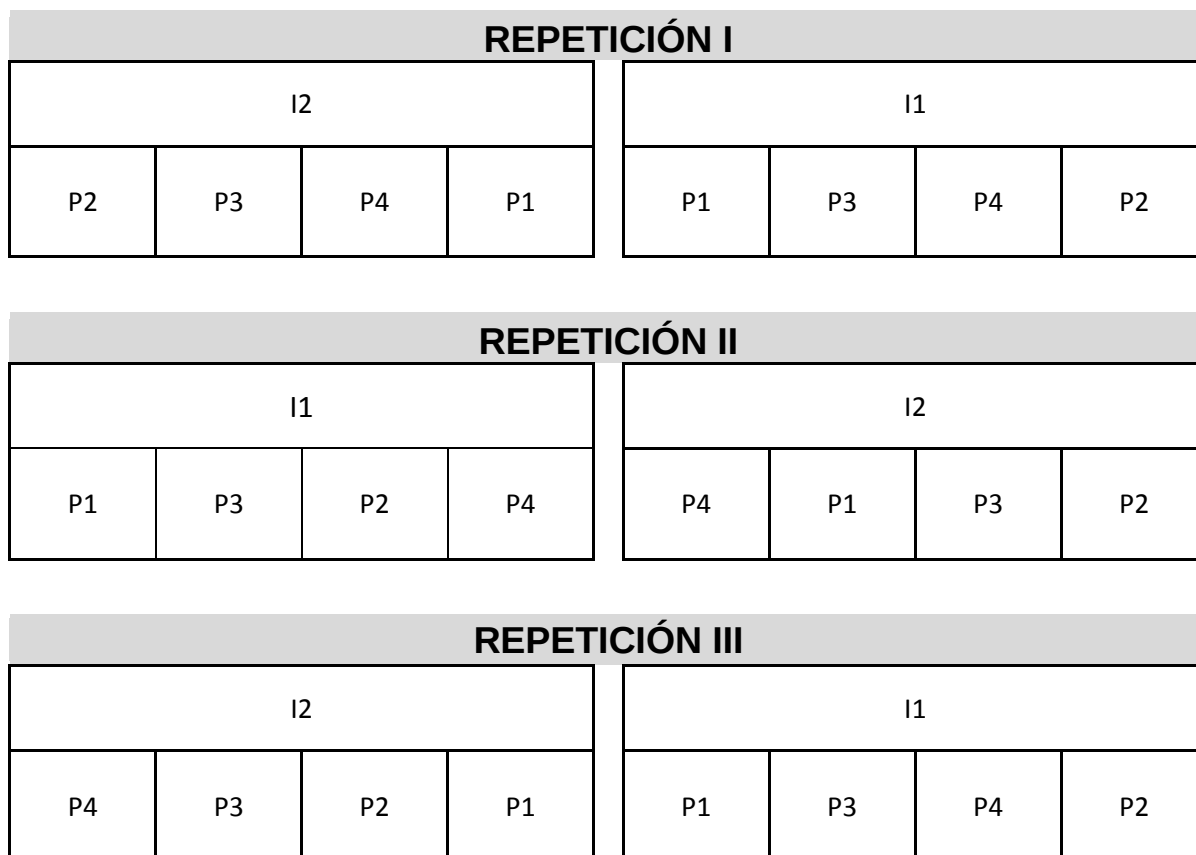


Figura 2. Distribución de los tratamientos a nivel de campo (Autor, 2014).

Referencia:

I1: injerto de púa lateral

I2: injerto de parche

P1: portainjerto Chincuya o Choncuya (*Annona purpúrea*, L)

P2: portainjerto Chirimuya (*Annona cheremola*, L.)

P3: portainjerto Anona (*Annona reticulata*, L.)

P4: portainjerto Guanábana (*Annona muricata*, L)

6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO

a. Área experimental

El área experimental fue un vivero rústico de 10 x 15 m con un área de 150 m², aislado con alambre de púas y su sistema de riego. En este caso por ser un área pequeña el riego fue directo con manguera.

b. Limpieza del terreno

Consistió en el control de malezas y nivelación del terreno.

c. Semillas

Se recolectaron semillas de árboles de traspatio de habitantes de la periferia del municipio de Nuevo Progreso, las cuales se recolectaron y se secaron por 8 días a la sombra sobre papel periódico.

d. Germinadores

Se hicieron germinadores de madera con dimensiones de 1 m x 1 m, los cuales tuvieron un sustrato suelo-arena, en relación de 2 partes de arena por 1 parte de tierra, la cual dos días previo al uso se desinfectó con tratamiento de agua caliente próxima a punto de ebullición.

e. Siembra

Se colocó cada uno de los lotes de semilla en su germinador, se taparon las semillas con una capa de aproximadamente 2 cm de tierra y posteriormente se le

colocó un cobertor de gramínea el cual evitó que el agua arrancara las semillas, este cobertor se eliminó al iniciar el proceso de germinación.

f. Llenado y colocación de bolsa

Se utilizó bolsa de polietileno negro, de las medidas 9' X 18' de 0.006 de grosor, con una capacidad de 3.0 kg. Para su llenado se utilizó tierra negra (flor de tierra), a la cual se hizo tratamiento con el producto Miragefe[®], a razón de 3.0 gr por galón de agua. Luego de tratada la tierra, 8 días después se procedió al llenado y se colocó de acuerdo a la aleatorización de los tratamientos.

g. Trasplante

Se realizó a los 30 días de germinadas, Se seleccionaron plantas bien desarrolladas, vigorosas, sanas y con un buen sistema radicular, se buscó que todas las plantas fueran homogéneas.

h. Montaje del experimento

Partiendo del principio de azarización y para cumplir con el diseño estadístico, se procedió a formar los bloques o repeticiones y luego se distribuyeron los tratamientos o diferentes portainjertos. El montaje estuvo constituido por cinco bloques y cada uno compuesto por cuatro unidades experimentales, cada unidad experimentara estuvo formada por 10 plantas; luego de montado el experimento se procedió a realizar la respectiva identificación de los tratamientos.

i. Control de malezas

El control de maleza se realizó de 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 finalizar la investigación

j. Fertilización

Con la finalidad de producir plantas con un buen desarrollo, se estableció un programa de fertilización al suelo, que consistió en la aplicación cada 40 días de la

fórmula 20-20-0, aplicando una dosis progresiva de 4 – 6 – 8 - 10 y 12 gramos. 30 días antes de realizar la Injertación, con la finalidad de obtener tejidos suculentos se aplicó urea en una dosis de 12 gramos por planta.

A las plantas madres o donadoras de varetas porta yemas, se le realizaron dos aplicaciones de la fórmula 15-15-15 a razón de 450 gramos por árbol 30 días antes del corte de varetas se les aplicó urea a razón de 450 gramos por árbol, esto con la finalidad de tener yemas suculentas y activas.

k. Control fitosanitario

Con la finalidad de mantener plantas sanas, se hicieron aplicaciones preventivas de mancozeb al área foliar, debido a que es *Colletotrichum* sp. Quien más ataca a las anonáceas.

l. Selección de árboles madres

Esta actividad consistió en seleccionar árboles de traspatio de vecinos de la periferia del municipio de Nuevo Progreso, como parte de la selección buscaron árboles vigorosos, sanos, que produjeran frutos de características deseables. Los cuales se procedieron a podar para estimular brotación de nuevas ramas y tener una buena cantidad de varetas.

m. Material vegetal a utilizar

Las plantas utilizadas como portainjertos se obtuvieron del vivero que se preparó para este fin. El material utilizado como yema para injertar se obtuvo de árboles de guanaba, que son provenientes de semillas, los cuales se seleccionaron previamente

n. Injertación

El método de injertación utilizado fue el de enchapado o púa lateral. Las varetas porta yemas se prepararon 10 días antes de injertación , lo cual consistió en eliminar las hojas de los brotes terminales dejando solo el peciolo el cual se

desprendió entre los 8 y 10 días, esto para que las yemas estuvieran activas y estimularan la brotación, luego de transcurrido este tiempo se recolectaron las varetas y se procedió a la fase de injertación, la cual consistió en realizar con una navaja un corte de aproximadamente de 3 a 5 cm de longitud en el portainjerto o planta patrón, de la misma manera y con la misma longitud se hizo un corte en la vareta, el corte en el portainjerto se realizó a una altura de 20 cm arriba del cuello de la raíz, posteriormente se procedió vendar en la zona de la unión del injerto con una cinta de polietileno de 2 cm de ancho por 20 cm de largo aproximadamente. El remate de la cinta fue lo suficientemente apretado evitando el ingreso de agua en la unión patrón/injerto.

ñ. Desvende

Consistió en eliminar la venda que permitió la unión íntima portainjerto/injerto, se realizó a los 20 días después de la injertación.

o. Verificación de injertos vivos

Se realizó 5 días después del desvende, donde se verificó la existencia de injertos vivos

p. Despatronado

Se realizó a los 15 días después del desvende y consistió en eliminar la parte aérea del portainjertos, eliminándose mediante un corte a bisel de 45° contrario a la zona de injerto lo que evitó que el agua de riego o lluvia escurriera sobre esta zona, el corte se realizó 15 cm arriba de la unión patrón injerto.

q. Reinjertación

Con la finalidad de aprovechar los portainjertos, 15 días después del desvende y en todos aquellos portainjertos donde no se tuvo éxito durante la primera injertación, al lado contrario u opuesto se hizo una nueva injertación.

6.10 VARIABLES DE RESPUESTA

a. Diámetro de tallo (cm)

Esta variable se midió con un vernier, a una altura de 20 cm a partir del cuello de la raíz ya que esta altura se realizó el injerto, esta medición se realizó cada mes y se dejó de hacer hasta que la planta alcanzo un diámetro de 1.0 cm, diámetro mínimo que se utilizó para realizar el injerto.

b. Número de días para alcanzar el diámetro

Se contaron los días desde el momento del trasplante hasta el momento en que más del 50% de portainjertos alcanzaron el diámetro de 1 cm., para realizar el injerto.

c. Altura de la planta (cm)

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

d. Porcentaje de pegue

Este variable se expresó en porcentajes y 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).

e. Porcentaje de injertos vivos a los 30 y 60 días de injertación

Fue el periodo transcurrido desde el momento en que se hizo el injerto y el recuento de injertos vivos a los 30 y 60 días después de realizado el injerto.

f. Longitud de brote de los injertos a los 30 y 60 días después de injertación

La medición se realizó en cm a los 30 y 60 días después injertación.

6.11 ANALISIS DE LA INFORMACIÓN

6.11.1 Análisis estadístico

A cada una de las variables se le realizó el respectivo análisis de varianza con el auxilio del paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System), para todas aquellas variables que presentaron diferencia estadística significativa se le realizó su respectiva prueba de Tukey para comparación de medias.

6.11.2 Análisis económico

a. Determinación de costos

Se determinaron los costos en los que se incurrió en cada tratamiento y con los resultados obtenidos en función del tratamiento con el número de injertos pegados y bien desarrollados se procedió a estimar su precio de venta, en función de los precios que maneja el programa PROFRUTA del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, con estos valores se determinó el beneficio bruto y el beneficio neto.

b. Análisis de rentabilidad

Se realizó un análisis de rentabilidad para cada uno de los tratamientos evaluados, para lo cual se determinaron los costos de operación e inversión en la producción de plantas de guanaba injertadas. Para el cálculo del ingreso neto se utilizó como referencia el costo de venta de planta injertada del programa PROFRUTA del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, el cual es de Q.20.00.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Diámetro de tallo

Esta variable se midió con un vernier, a una altura de 20 cm a partir del cuello de la raíz, ya que esta altura se realizó el injerto, esta medición se realizó a los 60, 90, 120 y 150 días, cuando la plantas alcanzaron un diámetro de 1.0 cm el cual es técnicamente recomendado, los resultados obtenidos se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Media de diámetro de cuatro diferentes anonáceas utilizados como portainjertos en propagación de guanaba, medidos a los 60, 90, 120 y 150 días después de trasplante a bolsa.

Portainjerto	Diámetro (cm)			
	Días			
	60	90	120	150
<i>Annona purpurea</i>	0.1817 ^a	0.3883 ^a	0.7650 ^a	1.2750 ^a
<i>Annona reticulata</i>	0.1433 ^b	0.2767 ^b	0.6383 ^b	1.1350 ^b
<i>Annona muricata</i>	0.1433 ^b	0.2667 ^b	0.5550 ^b	1.0867 ^c
<i>Annona cheremola</i>	0.1283 ^b	0.2550 ^b	0.5367 ^b	1.0850 ^c
Significancia $p \leq 0.05$	*	*	*	*
C. V.	13.85%	5.75%	10.84%	2.35%

Las medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

En el cuadro 2, se presentan las medidas de los diámetros medios de las lecturas realizadas a los 60, 90, 120 y 150 días después del trasplante, a los valores obtenidos se le realizó el análisis de varianza a un nivel de significancia $p \leq 0.5$, debido a que en las 4 lecturas se encontró diferencia estadística significativa se sometieron las medias a una prueba de Tukey_{0.05}.

Los valores promedios de diámetro del tallo a los 60, 90 y 120 días de acuerdo al análisis de varianza mostró diferencia estadística significativa entre los diferentes portainjertos evaluados, se tuvo que *Annona purpurea* se mostró diferente a los otros portainjertos, siendo durante los primeros 120 días quien desarrollo el mayor diámetro, con una media de 0.7650 cm.

Los datos consignados en el cuadro 2 muestran que durante los primeros 120 días los portainjertos de *Annona reticulata*, *Annona muricata* y *Annona cheremola*, estadísticamente tienen un desarrollo de diametro similar.

La medición de diámetro realizada a los 150 días después de trasplante, mostró valores medios donde se había superado el diámetro mínimo para realizar el proceso de injertación. El análisis de varianza realizado mostró diferencia estadística significativa y al realizar la prueba de Tukey_{0.05} se agruparon las medias de diámetro en 3 grupos estadísticamente diferentes,

Los portainjertos de *Annona purpurea* presentaron una media de 1.2750 cm siendo estos los mayores diámetros, esta característica se mostró desde el inicio hasta el momento en que se realizó la injertación.

Estadísticamente se encontró que *Annona reticulata* es la segunda opción para ser usada como portainjerto ya que la media de diámetro fue de 1.1350 cm.

La categorización por la prueba de Tukey forma un tercer grupo donde ubica a *Annona muricata* y *Annona cheremola* con diametros de 1.08 cm. Previo a la injertacion se encontró que las cuatro annonaceas evaluadas superaron el diametro minimo de 1.00 cm para realizar la injertacion.

El comportamiento del desarrollo del diámetro de los cuatro portainjertos evaluados se muestra en la figura 3.

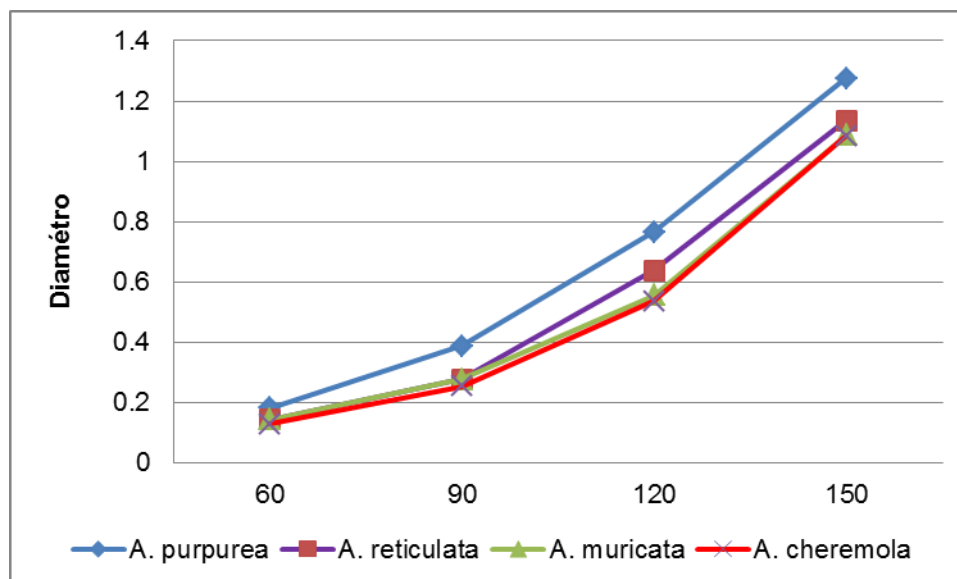


Figura 3. Comportamiento del diámetro de 4 portainjertos para la propagación de guanábana, lecturas realizadas a los 60. 90, 120 y 150 días.

De acuerdo a la curva de desarrollo del diámetro de los cuatro portainjertos evaluados se observó que desde el trasplante hasta la injertación fue *A. purpurea* quien obtuvo los mayores diámetros, en segundo plano se mostró *A. reticulata*, aunque en los primeros 90 días mantuvo diámetros similares al de *A. muricata* y *A. cheremola*, luego de este periodo puede observarse en la figura 3 que el diámetro fue superior.

Los portainjertos *A. muricata* y *A. cheremola*, mostraron desarrollo de diámetro muy similares desde el trasplante hasta la injertación, las curvas de desarrollo que se muestran en la figura 3, muestran este comportamiento.

7.2 Número de días para alcanzar el diámetro

La determinación de esta variable se realizó mediante el registro de datos al realizar la medición de diámetros a una altura de 20 cm del cuello de la raíz, los resultados fueron analizados mediante un análisis de varianza, los cuales se presentan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Análisis de varianza para el número de días donde los portainjertos alcanzaron 1.00 cm de diámetro, mínimo para injertación.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	247.609375	82.536461	406.3333	0.000*
Bloques	2	3.515625	1.757813	8.6538	0.118
Error	6	1.218750	0.203125		
Total	11	252.343750			

C.V. = 0.32%

Al analizar el tiempo en número de días para alcanzar 1.00 cm para realizar la injertación, se encontró diferencia estadística significativa a un valor $p \leq 0.05$, por lo que se realizó la prueba de Tukey para categorizar los tratamientos.

Cuadro 4. Prueba de Tukey para el número de días para alcanzar diámetro de injertación.

Tratamiento	Media
<i>Annona purpurea</i>	133.9333 A
<i>Annona reticulata</i>	141.8000 B
<i>Annona cheremola</i>	144.6600 C
<i>Annona muricata</i>	145.4000 C

Las medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Los resultados de la prueba de Tukey, estadísticamente agrupa a los portainjertos en función del número de días de pegue en 3 grupos diferentes. *Annona purpurea* es el portainjerto con los mejores resultados ya que este alcanza el diámetro mínimo de 1.00 cm a los 133.93 días de trasplantado, con una diferencia de 8 días entre el segundo grupo y 11 días entre el tercer grupo, por lo que al compararlo

con otros factores de producción de plantas esta reducción de días a injertación al utilizar este portainjerto, se verá reflejado en los costos de producción.

El portainjerto *Annona cheremola* mostró ser el segundo tratamiento en lograr el diámetro mínimo de 1.00 cm en un tiempo de 141.80 días. *A. muricata* y *A. cheremola* en esta investigación fueron la tercera opción logrando ambos el diámetro mínimo de injertación en 145 días, esto los coloca en la presente evaluación como porta injertos tardíos para alcanzar diámetro mínimo de injertación, teniendo un 7.58% de diferencia con respecto a *A. purpurea*.

7.3 Altura de la planta

El análisis de los datos de altura de los 4 portainjertos utilizados en la propagación de guanaba se presenta en el cuadro 5.

Cuadro 5. Altura media de cuatro diferentes anonáceas utilizados como portainjertos en propagación de guanaba, medidas a los 60, 90, 120 y 150 días después de trasplante a bolsa.

Portainjerto	Altura de portainjerto (cm)			
	Días			
	60	90	120	150
<i>Annona cheremola</i>	21.5000 ^a	28.4833 ^a	37.5750 ^a	41.0000 ^a
<i>Annona muricata</i>	20.6750 ^a	27.9250 ^a	36.9333 ^a	40.6947 ^a
<i>Annona reticulata</i>	18.6250 ^b	25.8333 ^b	36.1333 ^b	38.9000 ^b
<i>Annona purpurea</i>	16.2333 ^c	23.4000 ^c	31.1083 ^c	37.0583 ^c
Significancia p≤ 0.05	*	*	*	*
C. V.	2.71%	2.21%	1.33%	0.85%

Las medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey (P≤0.05).

El análisis de varianza para la variable altura de planta mostró en todas las lecturas diferencia estadística significativa para un valor $p \leq 0.05$, por lo que sus medias se sometieron a la prueba de Tukey.

Estadísticamente se formaron 3 grupos, en el primero se tuvo a *Annona cheremola* y *Annona muricata* como los portainjerto que alcanzaron la mayor altura a los 150 días del trasplante, al realizar observaciones a nivel de campo de árboles de *A. cheremola* y *A. muricata*, de los cuatro portainjertos evaluados estos dos en plantaciones establecidas son de porte alto, sin embargo al revisar los resultados de diámetro para injertación (ver cuadro 2), estos portainjertos mostraron el menor diámetro durante la evaluación.

Annona reticulata, es el tratamiento para la variable altura de planta quien se presentó como la segunda opción, este portainjerto alcanzó una altura media de 38.90 cm, siendo un portainjerto de porte medio, durante toda la etapa de evaluación mantuvo este comportamiento, al revisar los resultados de diámetro, este también tuvo comportamiento como segunda opción de uso.

En el tercer grupo y como el portainjerto que alcanzó la menor altura se tuvo a *Annona purpurea*, esta posición de acuerdo a la prueba de Tukey la mantuvo a lo largo de los 150 días donde se realizaron las mediciones. Sin embargo, al consultar los datos de diámetro de injertación (ver cuadro 2), este portainjerto fue el que presentó el mayor diámetro.

Debido a que al comparar el diámetro de portainjerto y altura de planta las relaciones no eran directas, se realizó análisis de correlación a estas variables encontrándose una alta correlación inversa (-0.962795825) entre la altura alcanzada y el diámetro de tallo, por lo que para futuras investigaciones en el uso de portainjertos para la propagación de anonáceas es importante tomar en cuenta el porte de las plantas madres y evaluar si esta característica se transmite a plantaciones establecidas, esto facilitaría las labores en la plantación.

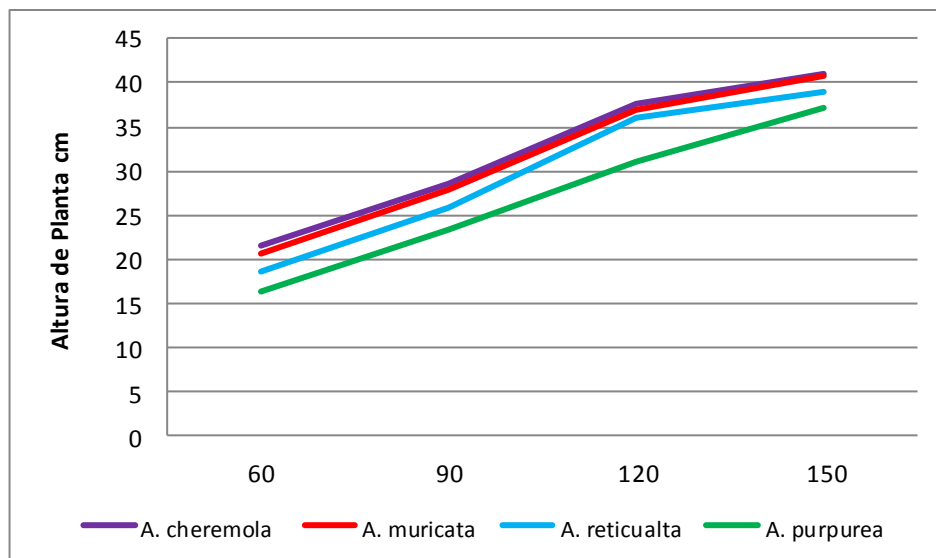


Figura 4. Altura de cuatro portainjertos utilizados en la propagación de guanaba, mediciones realizadas a los 60, 90, 120 y 150 días.

El comportamiento de las curvas de crecimiento de la figura 4, muestra que *A. Cheremola* y *A. muricata*, durante los 150 días tuvieron alturas muy parecidas, siendo estas estadísticamente iguales, la prueba de Tukey sitúa en un segundo grupo a *A. reticulata*, este comportamiento se mostró similar durante toda la evaluación.

La curva que corresponde a *A. purpurea*, muestra que fue el portainjerto que alcanzo la menor altura, esta característica se manifestó desde el inicio de la evaluación.

7.4 Porcentaje de injertos vivos

Las principales limitantes en el cultivo de la guanaba en el país ha sido su propagación, la cual se ha realizado por semilla, encontrándose baja productividad, alta incidencia de enfermedades y plagas en los frutos y la dificultad para su control. Para la propagación en la presente investigación se evaluaron dos métodos, el injerto de púa lateral y el injerto de parche, los resultados obtenidos

fueron sometidos al análisis de varianza, los resultados se presentan en el cuadro 6.

Cuadro 6. Resultados del porcentaje de injertos vivos por método de injertación y por portainjerto a los 30 y 60 días después de injertación

Porcentaje de injertos vivos por método de injertación		
Método de injertación	Días después de injertación	
	30	60
Injerto de Púa lateral	73.6667 ^a	72.3333 ^a
Injerto de parche	65.5833 ^b	63.9167 ^b
Porcentaje de injertos vivos por portainjerto		
<i>Annona purpurea</i>	77.1667 ^a	75.8333 ^a
<i>Annona muricata</i>	74.1667 ^a	73.6667 ^a
<i>Annona reticulata</i>	66.1667 ^b	63.5000 ^b
<i>Annona cheremola</i>	61.0000 ^c	59.5000 ^c
Significancia $p \leq 0.05$	*	*
C. V.	3.13%	2.66%

Las medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

El reciente interés por el cultivo de la guanaba plantea la necesidad de contar con los conocimientos acerca de posibles portainjertos y la compatibilidad que puedan tener este cultivo con la diversidad de especies de anonas y así aprovechar las características favorables que le puedan imprimir estos portainjertos.

7.4.1 Porcentaje de injertos vivos por método de injerto a los 30 y 60 días

El análisis de varianza para el porcentaje de pegue por método de injerto evaluado mostró a un valor $p \leq 0.05$ se tuvo diferencia estadística significativa, tanto a los 30 como a los 60 días después injertación, por lo que se realizó prueba de medias utilizando el test de Tukey con un $\alpha = 0.05$. Durante esta etapa se observó la formación de células de callo las cuales se diferenciaron en células cambiales responsables del nuevo tejido vascular que establecieron la nueva conexión vascular entre patrón e injerto, imprescindibles para que la unión tuviera éxito.

Al analizar injertos vivos por método de propagación se tuvo que realizando la injertación mediante púa lateral, se tuvo un 72.33% de injertos vivos. El método de injertación de parche se mostró como el menos efectivo, pues de manera general alcanzo un 63.92% de injertos vivos.

Estos resultados al compararlos con los obtenidos por Ponce (1977), aunque los porcentajes en esta investigación fueron mayores, si concuerdan con el método de injertación siendo púa o enchapado lateral con 48 % y escudete 48 % de injertos vivos como los efectivos en la propagación de guanaba. Púa lateral es el tipo de injerto más recomendable para estas especies, debido a su elevado prendimiento con relación a los demás tipos (Quirós y Barahona, 1988).

La mayoría de los investigadores recomiendan que, para tener éxito en el injerto de púa lateral, deberán recolectarse las púas de ramas nuevas de la parte subterminal, de consistencia semileñosa y de aproximadamente un año de edad (Vidal, 1983).

7.4.2 Porcentaje de injertos vivos por portainjertos

El análisis de varianza para portainjerto evaluados a un valor $p \leq 0.05$ determinó que se tuvo diferencia estadística significativa por lo que se realizó prueba de medias utilizando la prueba de Tukey a un $\alpha = 0.05$.

La prueba formo 4 grupos en función de los injertos vivos y al comparador entre grupos, se tuvo que *Annona purpurea* con un 75.83% y *Annona muricata* con 73.67% de injertos vivos, estadísticamente son los mejores portainjertos para la propagación de guanaba, en el segundo grupo se tuvo a *Annona reticulata* con un 63.50% de injertos vivos, estadísticamente es la segunda opción a utilizar como portainjertos en la propagación por injerto de guanaba.

Las menores probabilidades de éxito en la propagación por injerto de guanaba se obtuvieron al utilizar a *Annona muricata* como portainjerto, ya que el porcentaje de injertos vivos obtenidos fue de 59.50%.

En la revisión de investigaciones en otros países, se encontró que en Venezuela el patrón que mejores resultados ha dado es el manirote o Chincuya, (*A. purpurea*), aunque también recomiendan el guanábano de montaña, (*A. glabra*) o el mismo guanábano, (*A. muricata*) (Morton, 1973). Ochse *et al.* (1976) señalaron que los cultivares de guanábano se propagan fácilmente sobre portainjertos de la misma especie, teniendo un crecimiento vigoroso los injertos.

Los resultados obtenidos por otros investigadores sobre el uso de portainjertos en la propagación de guanaba concuerdan con los obtenidos en la presente investigación donde *Annona purpurea* se presenta como el mejor portainjerto y la misma *Annona muricata* ya que permitió que varetas de la misma especie se propagaran fácilmente.

7.5 Número de injertos vivos en la Interacción método de injertación y portainjertos.

Los resultados de la interacción método de injertación y especie de *Anonacea* utilizada como portainjerto y el número de injertos vivos se presentan en el cuadro 7.

Cuadro 7. Número de injertos vivos en la interacción método de injertación y especie de *Anonacea* utilizada como portainjerto

Portainjerto					
Tipo de Injerto	<i>A. purpurea</i>	<i>A. cheremola</i>	<i>A. reticulata</i>	<i>A. muricata</i>	Media
Púa lateral	86.6667 ^a	67.3333 ^a	59.6667 ^a	75.6667 ^a	75.6667
Parche	65.0000 ^b	51.6667 ^b	63.5000 ^b	71.6667 ^b	63.9167
Media	74.8333	59.5000	63.5000	73.6667	67.8750

Las medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

El análisis estadístico para la interacción método de injerto y planta portainjerto se tuvo diferencia estadística significativa a un valor $p \leq 0.05$, el método de púa lateral y *Annona purpurea* tuvo un porcentaje de 86.67% siendo el mayor porcentaje de injertos vivos a los 60 días después de la injertación.

Como segunda opción en el uso de portainjertos para la propagación de guanaba, se tuvo que el método de injertación púa lateral y *Annona muricata*, presentó un 75.67% de injertos vivos a los 60 días después de injertación, el menor porcentaje de injertos vivos al utilizar púa lateral como método de propagación se obtuvo al utilizar a *A. Reticulata* como portainjerto con este solo se logro un 59.67% de injertos vivos.

La comparación de medias de los injertos de parche vivos por cada uno de los portainjertos evaluados, se encontró que *A. Muricata* fue el mejor tratamiento ya que se obtuvo un 71.67% de injertos vivos a los 60 días de injertados, este resultado prueba nuevamente que el uso de la misma especie como portainjerto y como injerto permite obtener altos porcentajes de prendimiento.

Para la propagación de injerto de parche la especie *A. reticulata* se mostró como una segunda buena opción para utilizarse como portainjerto ya que se obtuvo un 67.33% de injertos vivos. En la propagación de guanabana por injerto de parche fue la especie *A. cheremola* con la que se obtuvo el menor porcentaje de pegue con solo un 51.67% de injertos vivos a los 60 días después de injertación.

7.5.1 Longitud de brote de injertos a los 30 y 60 días después de injertación

Con la finalidad de determinar la longitud en cm de los brotes de los injertos vivos se realizaron mediciones a los 30 y 60 días después de injertados.

Estos resultados se sometieron a un análisis de varianza, donde se encontró que existía diferencia estadística significativa a un valor $p \leq 0.05$, por lo que las medias de los tratamientos se compararon a través de la prueba de Tukey, los resultados se muestran en el cuadro 8.

Cuadro 8. Crecimiento promedio en altura de los injertos de guanaba, sobre diferentes portainjertos a los 30 y 60 días después de injertación.

Método de injertación	Altura media (cm)	
	30 días	60 días
Injerto de púa lateral	8.733333 ^a	20.2200 ^a
Injerto de parche	6.379167 ^b	14.8317 ^b
Portainjertos		
<i>Annona purpurea</i>	9.3333 ^a	21.0700 ^a
<i>Annona muricata</i>	8.1250 ^b	18.7333 ^b
<i>Annona cheremola</i>	6.4500 ^c	15.5617 ^c
<i>Annona reticulata</i>	6.3167 ^c	14.7380 ^d
Significancia $p \leq 0.05$	*	*
C. V.	3.92%	2.91%

Las medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Los resultados de la longitud de los brotes de los injertos al analizarlos entre los métodos de injertación evaluados mostraron que existe diferencia estadística significativa a un valor $p \leq 0.05$, la medición a los 30 y 60 días después de injertación mostraron que es el método de púa lateral quien alcanzó una longitud media de 20.22 cm, longitud que se comparó con la alcanzada por los brotes del injerto de parche teniéndose una diferencia de 5.39 cm.

Al analizar la longitud de los brotes alcanzados por los injertos de guanaba, en cada una de las especies de *Annona* utilizada como portainjerto, también se encontró diferencia estadística significativa. La mayor longitud de los brotes de guanaba se obtuvo teniendo como portainjerto a *Annona purpurea*, estos brotes mostraron una longitud media de 21.07 cm, por lo que este es el mejor portainjerto en la presente evaluación pues fue quien permitió el mayor porcentaje de injertos vivos y el mejor desarrollo de los brotes de los injertos realizados.

La prueba de Tukey mostró que el portainjerto *A. reticulata* fue quien permitió el menor desarrollo de los brotes de los injertos de guanaba, por lo que se consideró como el tratamiento menos eficiente en la propagación.

Esto corrobora los resultados de Iglesias y Sánchez (1986) quienes al injertar sobre varias especies de anonáceas encontraron mejores respuestas sobre *A. purpurea* en donde los brotes fueron más largos y vigorosos que en las otras especies.

7.5.2 Interacción longitud de brote de injerto/método de injertación

Se determinó la interacción que existió entre la longitud del brote del injerto de acuerdo a cada uno de los métodos evaluados y el tipo de portainjerto utilizado, de acuerdo al análisis de varianza se tuvo diferencia estadística significativa a un valor $p \leq 0.05$, por lo que se realizó comparación múltiple de medias, utilizando la prueba de Tukey a un valor $\alpha = 0.05$, los resultados se presentan en el cuadro 9.

Cuadro 9. Prueba de Tukey para la interacción longitud de brote de injerto (cm)/método de injertación.

Portainjerto					
Tipo de Injerto	<i>A. purpurea</i>	<i>A. cheremola</i>	<i>A. reticulata</i>	<i>A. muricata</i>	Media
Púa lateral	24.30 ^a	18.29 ^c	16.95 ^d	21.37 ^b	20.23
Parche	17.84 ^b	12.83 ^c	12.53 ^c	16.13 ^b	14.83
Media	21.07	15.56	29.48	18.75	

Las medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Al comparar la longitud de los brotes de los injertos de guanaba utilizando el método de injertación de púa lateral sobre los cuatro portainjerto evaluados se encontró que la mayor longitud de los brotes se obtiene al utilizar *Annona purpurea*, alcanzando una longitud media de 24.30 cm.

La categorización de la prueba de Tukey ubica a *Annona muricata*, como el segundo portainjerto donde se obtiene una longitud media de 21.37 cm, se tuvo que el uso de la misma especie como portainjerto permite tener buenos resultados en la propagación de guanaba. *Annona reticulata* fue la opción con menor éxito ya que con este portainjerto se alcanzó la menor longitud.

Al analizar la prueba de Tukey que se realizó a la interacción longitud de brote por método de injerto de parche, se tuvo a *Annona purpurea*, como el portainjerto donde se tiene la mayor longitud de los brotes, siendo esta la mejor opción si la propagación se realiza por este método, se encontró que *Annona muricata*, siguió siendo una segunda opción para ser utilizada en la propagación. En la propagación de guanaba por el método de parche los portainjertos *Annona cheremola* y *Annona reticulata*, estadísticamente presentan resultados similares.

7.6 ANÁLISIS ECONÓMICO

7.6.1 Análisis de rentabilidad

Para esta investigación se realizó el análisis de rentabilidad a los 60 días después de injertación, que fue la etapa en que se presentó el mayor prendimiento y brotación de injertos de guanaba. Por lo que se determinó la inversión que se realizó para cada uno de los tratamientos evaluados, para esto se llevó un registro de lo invertido, estos datos se presentan en el cuadro 10.

Cuadro 10. Costos de producción para los dos métodos de injertación y cuatro portainjertos evaluados

Descripción	Unidad de medida	Valor unitario Q.	<i>A. purpurea</i>	<i>A. muricata</i>	<i>A. cheremola</i>	<i>A. reticulata</i>
Insumos						
Bolsas	Ciento	Q 240.00	Q 72.00	Q 72.00	Q 72.00	Q 72.00
Sustratos	M³	Q 20.00	Q 6.00	Q 6.00	Q 6.00	Q 6.00
Semillas	kilo	Q 30.00	Q 30.00	Q 22.00	Q 15.00	Q 15.00
Fertilizante	Quintal	Q 260.00	Q 8.67	Q 8.67	Q 8.67	Q 8.67
Insecticidas	Litro	Q 230.00	Q 11.50	Q 11.50	Q 11.50	Q 11.50
Fungicidas	Litro	Q 280.00	Q 14.00	Q 14.00	Q 14.00	Q 14.00
Cinta de injertar	Libra	Q 7.00	Q 7.00	Q 7.00	Q 7.00	Q 7.00
Navaja	Navaja	Q 50.00	Q 12.50	Q 12.50	Q 12.50	Q 12.50
Manguera	metro	Q 5.00	Q 25.00	Q 25.00	Q 25.00	Q 25.00
Mano de obra						
Llenado de bolsa	bolsa	Q 0.75	Q 18.00	Q 36.00	Q 36.00	Q 36.00
Colocacion de bolsa	Jornal	Q 0.75	Q 18.00	Q 18.00	Q 18.00	Q 18.00
Control de malezas	Jornal	Q 85.00	Q 50.00	Q 50.00	Q 50.00	Q 50.00
Riego	Jornal	Q 85.00	Q 43.00	Q 43.00	Q 43.00	Q 43.00
Injertacion	Injerto	Q 1.50	Q 36.00	Q 36.00	Q 36.00	Q 36.00
Aspersiones	Jornal	Q 50.00	Q 50.00	Q 50.00	Q 50.00	Q 50.00
Costo total			Q 401.67	Q 411.67	Q 404.67	Q 404.67

La determinación de costos de producción de cada uno de los tratamientos, mostro que el portainjerto *A muricata*, fue quien tuvo el costo más alto, debido a que el porcentaje de germinación de semillas es del 45%, por lo que se debe utilizar una mayor cantidad de semillas para la obtención de las plantas utilizadas como patrón.

Determinados los costos de producción para cada uno de los tratamientos se procedió a determinar la rentabilidad, los resultados se presentan en el cuadro 11.

Cuadro 11. Rentabilidad que se obtuvo al realizar la propagación de guanabana mediante el injerto de púa lateral en cuatro especies de anona utilizadas como portainjerto

Descripción	<i>A. purpurea</i>	<i>A. muricata</i>	<i>A. cheremola</i>	<i>A. reticulata</i>
Costo total	Q. 200.84	Q. 205.84	Q. 202.34	Q. 202.67
Costo/planta	Q. 6.69	Q. 6.86	Q. 6.74	Q. 6.74
Costo de venta	Q. 20.00	Q. 20.00	Q. 20.00	Q. 20.00
Plantas producidas	23	23	20	18
Ingreso bruto	Q. 460.00	Q. 460.00	Q 400.00	Q. 360.00
Rentabilidad	129%	123%	98%	78%

El análisis de rentabilidad obtenido al propagar guanaba mediante el método de púa lateral utilizando cuatro portainjertos demostró que todas las interacciones evaluadas son rentables. Sin embargo, la interacción púa lateral *Annona purpurea*, permitió obtener la mayor rentabilidad, siendo esta de 129% o sea que por Q. 1.00 que se invirtió se ganó Q1.29. La interacción púa lateral *Annona muricata* también representa una buena alternativa ya que su rentabilidad fue de 123%

Cuadro 12. Rentabilidad que se obtuvo al realizar la propagación de guanabana mediante injerto de parche en cuatro especies de anona utilizadas como portainjerto

Descripción	<i>A. purpurea</i>	<i>A. muricata</i>	<i>A. cheremola</i>	<i>A. reticulata</i>
Costo total	Q. 200.84	Q. 205.84	Q. 202.34	Q. 202.67
Costo/planta	Q. 6.69	Q. 6.86	Q. 6.74	Q. 6.74
Costo de venta	Q. 20.00	Q. 20.00	Q. 20.00	Q. 20.00
Plantas producidas	19	22	16	20
Ingreso bruto	Q. 380.00	Q. 440.00	Q 320.00	Q. 400.00
Rentabilidad	89%	114%	58%	97%

El análisis de rentabilidad al utilizar como método de injertación la técnica del parche y cuatro portainjertos para la propagación de guanaba permitió determinar que todos los tratamientos son rentables, sin embargo, la mayor rentabilidad se logró utilizando como portainjerto a *Annona muricata*, y como injerto la misma especie, la rentabilidad fue de 114% o sea que por Q. 1.00 invertido se ganó Q. 1.14.

La segunda opción con mayor rentabilidad fue utilizando a *Annona cheremola* como portainjerto realizando un injerto de parche, la rentabilidad obtenida fue de 97%, ya que por cada Q. 1.00 invertido se ganó Q. 0.97.

VIII. CONCLUSIONES

- Al analizar el porcentaje de injertos vivos por portainjertos evaluados, se tuvo a los 60 días después de injertación, el método de púa lateral tuvo un 72.33% de injertos vivos, siendo este el mejor.
- Al analizar los resultados obtenidos de injertos vivos por portainjertos evaluados se concluye que *Annona purpurea* y *Annona muricata* estadísticamente permiten obtener el mayor número de injertos vivos, estos valores pueden oscilar entre 73.67% a 75.83% injertos vivos a los 60 días después de injertación.
- Los resultados obtenidos por el método de injertación realizado y el portainjerto utilizado mostró que a los 60 días después de injertación, la interacción portainjerto *Annona purpurea*/método púa lateral presentó un porcentaje de 86.67% de injertos vivos.
- El tiempo en días de pegue de los injertos, para cada uno de los tratamientos evaluados se logró con *Annona purpurea*, el cual fue de 133.93 días después de ser trasplantado.
- La interacción púa lateral/*Annona purpurea*, en la presente investigación obtuvo la mayor rentabilidad, siendo esta de 129% o sea que por Q. 1.00 que se invirtió se ganó Q1.29.

IX. RECOMENDACIONES

- En la propagación de guanábana por injerto, utilizar como planta patrón o portainjerto a *Annona purpurea*, ya que esta alcanza el diámetro mínimo de injertación a los 134 días de trasplantado a bolsa.
- Utilizar la interacción método de injertación púa lateral y el portainjerto *Annona purpurea* para obtener porcentajes de hasta 86.67% de injertos vivos y brotes de hasta 24.30 cm de longitud a los 60 días después de injertación, además de ser la opción con mayor rentabilidad, hasta un 129%.
- La relación altura de planta y diámetro de tallo en los portainjertos evaluados tuvieron una alta correlación inversa (-0.962795825) por lo que para futuras investigaciones en el uso de portainjertos para la propagación de anonáceas se recomienda tomar en cuenta el porte de las plantas madres y evaluar si esta característica se transmite a plantaciones establecidas, esto facilitaría las labores de manejo de la plantación.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Alix, C H. (1999). Frutales y condimentarias del trópico húmedo. La Ceiba, Hond. Centro regional Universitario del litoral Atlántico.
- ANECACAO (2007). Manual del cultivo de cacao para productores. Asociación Nacional de Exportación de Cacao, Consultado el 15 de julio del 2015. Disponible en la web [http// www. anecacao. com](http://www.anecacao.com).
- Angiosperm Phylogeny Group (APG) (1998). "Una actualización de la clasificación del Grupo para la Filogenia de las Angiospermas sobre los órdenes y las familias de las plantas con flor: APG II". Botanical Journal of the Linnean Society. 141:399-436
- Andres A, J. y Andres S, L. (2011). Biología, diversidad, conservación y uso sostenible de los recursos genéticos de Annonaceae en México. Universidad Autónoma Chapingo Centro Regional Universitario Centro Occidente, Texcoco, Mexico
- Baskin, C.C. y J.M. Baskin (2001). Seeds. Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Academic Press, San Diego, California. 666 p.
- Baskin, J.M. y C.C. Baskin. (2004). A classification system for seed dormancy. Seed Sci. Academic Press, San Diego, California. Res. 14, 1-16.
- Casas M., J.; Victoria, S. M. A.; Zarate, R.R.D. (1984). Ensayos preliminares de propagación sexual y asexual de la guanábana A. Muricata L. Acta Agro. 348(4): 66-81.
- Calderón Alcaraz, (1998). Fruticultura General. El Esfuerzo del Hombre. UTEHA. NORIEGA EDITORES. 763 p.
- Castle, W. A. (1987). Citrus rootstocks, pp. 361-399. *In*: Rootstocks for Fruit Crops. Roy C. Rom and Tobert, F. Carison (eds). John Willey & Sons. New York, USA.
- Dijkman, M.J.; Ochse, J.; Soule, M.J. (1986). Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. Volumen 1. México. LIMUSA. 827 Pág

- De la Cruz S, JR (1982). Clasificación de zonas de vida de Guatemala; según el sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
- Chatrou, L. 1999. Las annonaceae y el proyecto annonaceae: una breve revisión de su estado actual. Acta Hort. 497, 51-57.
- Fenner, M. y K. Thompson (2005). The ecology of seeds. Cambridge University Press, Cambridge.
- Finch-Savage, W.E. y G. Leubner-Metzger (2006). Seed dormancy and the control of germination. New Phytologist; 171, 501-523.
- Garwood, J. (1995). Dormancia, viabilidad y longevidad de semillas. Departamento de agricultura de la Universidad de Berkshire, Ucrania.
- Garcarrubio A, Legaria JP, Covarrubias AA (1997) Absciscic acid inhibits germination of mature Arabidopsis seeds by limiting the availability of energy and nutrients. Planta 203: 182–187.
- Geilfus, F. (1994). El árbol al servicio del agricultor; Manual de Agroforesteria para el desarrollo Rural. Santo Domingo, R.P. CATIE. pc 327-427.
- George, A. y R. Nissen. (1987b). Effects of cincturing, defoliation and summer pruning on vegetative growth and flowering of custard apple (*Annona cherimola* X *Annona squamosa*), in subtropical Queensland. Australia. J. Exp. Agr. 27, 915 – 918.
- George, A.P. y R. Niessen (1987). Propagation of *Annona* species: a review. Scientia Hort. 33, 75-85.
- Gómez-Castañeda, J.A.; Ramírez, H.; Benavides-Mendoza, A.; Encina-Rodríguez, I. (2003). Germination and seedling development of soncoya (*Annona purpurea* Moc y Sessé) in relation to gibberelins and abscisic levels. Revista Chapingo Serie Horticultura, Texcoco, v. 9, n.2, p.243-253, 2003
- Hartman, H.T; Kester, D.E. (1987). Propagación de plantas; principios y prácticas. Traducción Antonio Merino Ambrosio. Barcelona, España. Editorial continental, S. A. p c 227-228.

- Hong, Y.; Roy, R. D.; Ambrosy V. R. (1998). Ecología, Biogeografía y evolución de la dormancia y germinación. Departamento de plantas y ciencias del suelo, Universidad de Kentucky USA.
- Ibar, L., (1979). Cultivo del Aguacate, Chirimoyo, Mango y Papaya. Editorial AEDOS. Editora 6465. San Juan Despi – Barcelona. pp. 121-144.
- Iglesias A., A.; Sánchez, L. A. (1986). Propagación de “Guanábano”. *Annona muricata* L., por medio de injertos sobre diferentes patrones de anonáceas. Acta Agron. 35(3): 53-58.
- Lederman, I. E. (1997). Influence of rootstocks age and grafting methods on the vegetative propagation of soursop. Pesquisa Agropecuaria Brasileira, 32 (6), 613-615.
- León, J. (1987). Botánica de los cultivos tropicales. Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura, San José, Costa Rica.
- Lizana, L. A. y Reginato, G. (1990). Chirimoya, In: S. Nagy et al, Ed. “Fruits of Tropical and Subtropical Origin, Ch. 6: 131-148. Florida Science Source Inc. Lake Alfred, Florida, U.S.A..
- Jubes, JT., H. Martínez, E. Padilla, C. Oeste (1975). Effects of mechanical scarification , substrate, seed position and gibberellic acid on germination of cherimoya. Revista Agronomía, Noreste Argentina. 12, 161-172.
- Koornneef, M., L. Bentsink y H. Hilhorst. (2002). Seed dormancy and germination. Current Opin. Plant Biol. 5, 33-36.
- Lamonarca, F. (1992). Los árboles frutales. “como cultivarlos y mejorarlos”. Ed. De Vecchi.
- Leubner-Metzger, G. (2003). Functions and regulation of b-1,3-glucanase during seed germination, dormancy release and after-ripening. Seed Sci Res 13: 17–34.
- Looney, N. E. (1996). Role of endogenous plant growth substances in regulation fruit tree growth and development, pp. 31–40. In: Tree Fruit Physiology: Growth and Development. P. K. Andrews; G. A. Lang; K. Millinix (eds.). Good Fruit Grower. Washington State, USA.

- MAG. (1976). Injerto de enchape. Hojas divulgativas, agencia de extensión Ministerio de Agricultura, San José, Costa Rica.
- Meza, N.; Bautista, L. (2004). Efecto de remojo y escarificación sobre la germinación de semillas y emergencia de plántulas en guanábana. Agronomía tropical. Vol. 54(3).
- Morton, J. F. 1966. Soursop or guanabana (*Annona muricata* Linn). Proc. Fla. St. Hort. Soc. 79: 355-356.
- Nikolaeva, M. G. (2004). On criteria to use in studies of seed evolution. Seed
- Ochse, J. J.; Soule Jr., M.J.; Dikjam, M.J.; Wenlburg, C. (1976). Cultivo y Mejoramiento de Plantas Tropicales y Subtropicales. Vol. 1. Edit. Limusa, D. F., México. 828 p.
- Otero-Sánchez, M. A. (2008). Producción de ilama *Annona diversifolia* Saff. en el trópico seco de Guerrero. Rev.Chapingo Serie Horticultura 12(2):137- 143.
- Parada B, F. A. (20010). Producción de plantas de Chicozapote (*Manikara sapota* L.) inoculadas con *Glomus mosseae*, asperciones de AG3, aplicaciones de NPK al suelo y fertilización foliar. Tesis Maestro en Ciencias. Montecillo, México. Colegio de Postgrados. 120 p.
- Pinto, A. y Silva, P. (1996). Contribuição ao estudo técnico científico da graviola (*Annona muricata* L.). pp. 529-546. En: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 7, Florianópolis, Sociedade Brasileira de Fruticultura.
- Pirela, C.; Y. Rivas y R. Torres (2004). Efecto del tipo de propagación y forma de fertilización nitrogenada y potásica sobre las características químicas de frutos de *Annona muricata*. Compendio X. Jornadas Científico Técnicas. Instituto de Investigaciones Agronómicas. Facultad de Agronomía. L.U.Z.
- Ponce H., J.M. (1977). Multiplificación por injerto de la guanábana, *Annona muricata* L. Tesis. Ing. Agr. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México. 66 p.
- Quirós J., O.; Barahona, C.M. (1988). Efecto del anillado de púas, embolsado y agobio de patrones sobre la injertación de guanábana. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. pp. 41-43.

- REMERFI. (2000). Metodología participativa para estudios ecogeográficos, etnobotánicos y con enfoque de género en Mesoamérica. México. 30 Pág. Science Research 14: 315–320.
- Simmons, C; Tárrano, JM; Pinto, JH. (1959). Clasificación de reconocimiento de suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.
- Singh, B. (1992). A comparison of chemical composition, cell-wall content, digestibility and degradation kinetic characteristics as predictors of forage intake. Indian J. Anim. Sci., 62: 369-373
- Thakur, D.R.; Singh, R. N. (1965). Estudio de la morfología del polen y polinización de anonas. Revista Hortícola 22, 10-18 p. India.
- Urías, J.F. (2000). Curso práctico de Injertación de árboles frutales. FUNDAGRO. ENA. San Andrés, La Libertad. 22 p.
- Vidal H., L. (1983). El cultivo de la guanábana en México. Centro de Enseñanza y experimentación e Investigación. Xalapa, Veracruz México. 53 p.
- Vidal H., L. (1984). Comportamiento de ocho portainjertos de anonáceas con la guanábana *Annona muricata* L. Resumen del Simposio “La investigación, el desarrollo experimental y la docencia en CONAFRUT. Durante 1983. Xalapa, Veracruz, México. p. 50.
- Vidal H., L. (1993). La reproducción sexual y multiplicación vegetativa de las anonáceas. Facultad de Ciencias Agrícolas. Zona Tuxpan. U. V. Publicación No. 3 Tuxpan, Veracruz, México.
- Villacorta, M. R. s.f. Biodiversidad; las Anonas de El Salvador. La Libertad, San Salvador. p. c. 7-9.
- Watson, L., Dallwitz, M.J. (1992). The families of flowering plants: descriptions, illustrations, identification and information retrieval
- Wunkshaus, R. (1990). Efecto de la temperatura, época de siembra y de la aplicación de los fungicidas Mancozeb y dicloran sobre la germinación de semillas de chirimoyo (*Annona cherimoya* Mill.). Tesis ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, Chile

XI. ANEXOS

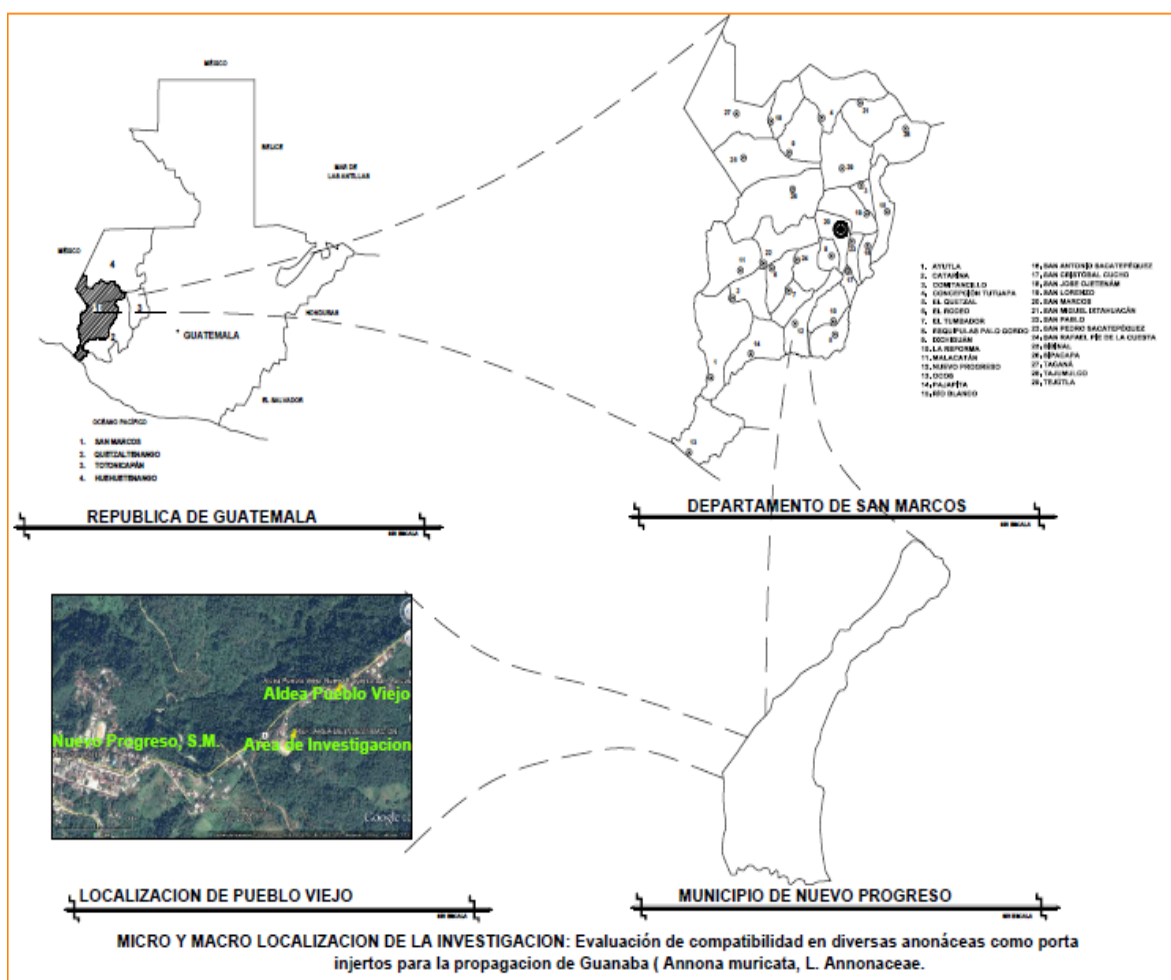


Figura 5. Ubicación del municipio de Nuevo Progreso, San Marcos.

Fuente: Elaboración propia, con base en datos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, CD ROM Mapa de Cobertura Vegetal y Uso de la Tierra de la República de Guatemala año 2003.



Figura 6. Planta madre de *Annona muricata* de donde se seleccionaron varetas



Figura 7. Corte de varetas portayemas en arboles de *Annona muricata*

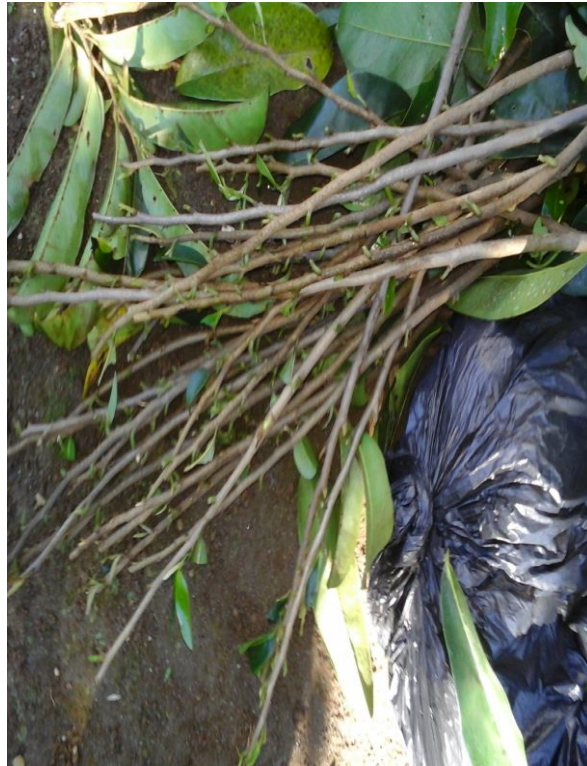


Figura 8. Varetas portayemas de *Annona muricata*



Figura 9. Extracción de la yema para Injertación de *Annona muricata*



Figura 10. Colocación del injerto de parche de *Annona muricata*



Figura 11. Brote de injerto de parche de *Annona muricata*



Figura 12. Injerto de parche pegado de *Annona muricata*



Figura 13. Control Manual de malezas



Figura 14. Preparacion de la pua para injertar de *Annona muricata*



Figura 15. Injerto de púa lateral de *Annona muricata*



Figura 16. Amarre del Injerto de púa lateral de *Annona muricata*



Figura 17. Injerto de púa lateral pegado de *Annona muricata*

Variable: Diámetro de tallo a los 60 días

		Repeticiones		
A	B	I	II	III
1	1	0.1700	0.1900	0.1700
1	2	0.1400	0.1100	0.1200
1	3	0.1600	0.1200	0.1500
1	4	0.1000	0.1400	0.1600
2	1	0.1900	0.1700	0.2000
2	2	0.1600	0.1300	0.1100
2	3	0.1600	0.1400	0.1300
2	4	0.1400	0.1700	0.1500

Análisis de varianza para diámetro de tallo

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	2	0.000158	0.000079	0.1852	0.834 ^{ns}
FACTOR A	1	0.000600	0.000600	1.4053	0.255 ^{ns}
FACTOR B	3	0.009350	0.003117	7.3022	0.004 ^{ns}
INTERACCION	3	0.000300	0.000100	0.2345	0.871 ^{ns}
ERROR	14	0.005975	0.000427		
TOTAL	23	0.016383			

C.V. = 13.85%

Comparación de medias del factor tipo de portainjerto

TRATAMIENTO	MEDIA
1	0.1817 A
3	0.1433 B
4	0.1433 B
2	0.1283 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05 TUKEY = 0.0347

VALORES DE TABLAS: $q(0.05) = 4.11$

Variable: Diámetro de tallo a los 90 días

		B L O Q U E S		
A	B	1	2	3
1	1	0.3800	0.3800	0.4100
1	2	0.3000	0.2600	0.2800
1	3	0.2000	0.1900	0.2300
1	4	0.2200	0.2300	0.2600
2	1	0.4000	0.3700	0.3900
2	2	0.2900	0.2600	0.2700
2	3	0.2900	0.3200	0.3000
2	4	0.3200	0.2700	0.3000

Análisis de varianza para diámetro de tallo a los 90 días.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	2	0.001733	0.000866	2.9818	0.082 ^{ns}
FACTOR A	1	0.008066	0.008066	27.7628	0.000*
FACTOR B	3	0.068633	0.022878	78.7441	0.000*
INTERACCION	3	0.011434	0.003811	13.1189	0.000*
ERROR	14	0.004067	0.000291		
TOTAL	23	0.093933			

C.V. = 5.75%

Variable: diámetro de tallo a los 120 días

B L O Q U E S				
A B	1	2	3	
1 1	0.7900	0.8200	0.8700	
1 2	0.7100	0.6500	0.6800	
1 3	0.5200	0.5400	0.6000	
1 4	0.5100	0.5600	0.4900	
2 1	0.8000	0.7900	0.5200	
2 2	0.6000	0.5800	0.6100	
2 3	0.6100	0.5200	0.5400	
2 4	0.6000	0.5400	0.5200	

Análisis de varianza para diámetro de tallo a los 120 días

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	2	0.006023	0.003012	0.6590	0.537 ^{ns}
FACTOR A	1	0.010836	0.010836	2.3711	0.143 ^{ns}
FACTOR B	3	0.194844	0.064948	14.2124	0.000*
INTERACCION	3	0.024081	0.008027	1.7565	0.201 ^{ns}
ERROR	14	0.063977	0.004570		
TOTAL	23	0.299762			

C.V. = 10.84%

Tabla de medias del factor B

FACTOR B	MEDIA
1	0.765000
2	0.638333
3	0.555000
4	0.536667

Comparación de medias del factor B

TRATAMIENTO	MEDIA

1	0.7650 A
2	0.6383 B
3	0.5550 B
4	0.5367 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05 TUKEY = 0.1144

VALORES DE TABLAS: $q(0.05) = 4.11$ $q(0.01) = 5.32$

Variable: diámetro de tallo a los 150 días

		B L O Q U E S		
A	B	1	2	3

1	1	1.4100	1.5000	1.4500
1	2	1.1900	1.1400	1.1700
1	3	1.1000	1.0800	1.1100
1	4	1.0700	1.1200	1.0800
2	1	1.0800	1.1100	1.1000
2	2	1.1200	1.0800	1.1100
2	3	1.0900	1.0500	1.0800
2	4	1.1000	1.0600	1.0900

Análisis de varianza de diámetro de tallo a los 150 días

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	2	0.000158	0.000079	0.1096	0.896 ^{ns}
FACTOR A	1	0.075935	0.075935	105.1043	0.000*
FACTOR B	3	0.144011	0.048004	66.4430	0.000*
INTERACCION	3	0.121784	0.040595	56.1883	0.000*
ERROR	14	0.010115	0.000722		
TOTAL	23	0.352003			

C.V. = 2.35%

Tabla de medias del factor B

FACTOR B	MEDIA
1	1.275000
2	1.135000
3	1.085000
4	1.086667

Comparación de medias del factor B

TRATAMIENTO	MEDIA
1	1.2750 A
2	1.1350 B
4	1.0867 C
3	1.0850 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05 TUKEY = 0.0451

VALORES DE TABLAS: $q(0.05) = 4.11$

Variable: Número de días para alcanzar diámetro

B L O Q U E S			
TRATA.	1	2	3
1	132.8000	135.2000	133.8000
2	141.2000	142.3000	141.9000
3	144.3000	144.7800	144.9000
4	144.9000	146.2000	145.1000

Variable: Altura de planta a los 60 días

B L O Q U E S				
A	B	1	2	3
1	1	16.2500	15.8000	16.4500
1	2	18.5000	18.0500	18.6000
1	3	20.5000	21.0500	20.9000
1	4	21.1500	20.6500	22.0000
2	1	15.8000	16.4500	16.6500
2	2	18.9000	19.1000	18.6000
2	3	20.5500	20.0500	21.0000
2	4	21.2000	22.0500	20.3000

Análisis de varianza para altura de planta a los 60 días

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	2	0.191406	0.095703	0.3526	0.713 ^{ns}
FACTOR A	1	0.024414	0.024414	0.0900	0.765 ^{ns}
FACTOR B	3	92.447266	30.815756	113.5376	0.000 ^{ns}
INTERACCION	3	0.483398	0.161133	0.5937	0.633 ^{ns}
ERROR	14	3.799805	0.271415		
TOTAL	23	96.946289			

C.V. = 2.71%

Comparación de medias del factor B

TRATAMIENTO	MEDIA
-------------	-------

4	21.2250 A
3	20.6750 A
2	18.6250 B
1	16.2333 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05, TUKEY = 0.8741

VALORES DE TABLAS: $q(0.05) = 4.11$

Variable: Altura de planta a los 90 días

		B L O Q U E S		
A	B	1	2	3

1	1	23.9000	22.8000	23.4500
1	2	25.9000	26.1500	26.3000
1	3	27.2000	28.3500	28.8000
1	4	27.6000	29.1500	28.7500
2	1	22.8000	23.9000	23.5500
2	2	24.8500	26.1500	25.6500
2	3	28.0500	27.4000	27.7500
2	4	28.9000	27.8500	28.6500

Análisis de varianza para altura de planta a los 90 días

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	2	0.896484	0.448242	1.3190	0.299 ^{ns}
FACTOR A	1	0.339844	0.339844	1.0000	0.336 ^{ns}
FACTOR B	3	95.919922	31.973307	94.0824	0.000*
INTERACCION	3	0.365234	0.121745	0.3582	0.786 ^{ns}
ERROR	14	4.757813	0.339844		
TOTAL	23	102.279297			

C.V. = 2.21%

Comparación de medias del factor B

TRATAMIENTO	MEDIA
4	28.4833 A
3	27.9250 A
2	25.8333 B
1	23.4000 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05, TUKEY = 0.9782

VALORES DE TABLAS: q (0.05) = 4.11

Variable: Altura de planta a los 120 días

B L O Q U E S				
A	B	1	2	3
1	1	31.4000	32.1500	32.0000
1	2	35.7000	35.1000	36.0500
1	3	37.1000	36.2000	36.9500
1	4	37.5000	36.2500	37.0500
2	1	29.6500	31.0500	30.4000
2	2	37.0000	36.3000	36.6500
2	3	37.2500	37.1500	36.9500
2	4	38.2500	37.9000	38.5000

Análisis de varianza para altura de planta a los 120 días

FV	GL	SC	CM	F	P > F
REPETICIONES	2	0.392578	0.196289	0.8855	0.563 ^{ns}
FACTOR A	1	0.539063	0.539063	2.4317	0.138 ^{ns}
FACTOR B	3	156.193359	52.064453	234.8634	0.000*
INTERACCION	3	7.033203	2.344401	10.5756	0.001*
ERROR	14	3.103516	0.221680		
TOTAL	23	167.261719			

C.V. = 1.33%

Tabla de medias del factor B

FACTOR B	MEDIA
1	31.108332
2	36.133335
3	36.933334
4	37.575001

Comparación de medias del factor B

TRATAMIENTO	MEDIA
4	37.5750 A
3	36.9333 A
2	36.1333 B
1	31.1083 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05 TUKEY = 0.7900

VALORES DE TABLAS: q (0.05) = 4.11

Variable: Altura de planta a los 150 días

B L O Q U E S				
A	B	1	2	3
1	1	37.2000	36.9000	37.3500
1	2	38.4000	39.1000	38.1500
1	3	39.5000	39.8000	40.0500
1	4	40.2500	41.0500	40.6000
2	1	36.9500	37.1500	36.8000
2	2	38.9000	39.6000	39.2500
2	3	41.1500	42.0500	41.6000
2	4	41.3500	40.9500	41.8000

Análisis de varianza para altura de planta a los 150 días

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	2	0.546875	0.273438	2.4138	0.124 ^{ns}
FACTOR A	1	3.527344	3.527344	31.1379	0.000*
FACTOR B	3	59.765625	19.921875	175.8621	0.000*
INTERACCION	3	3.023438	1.007813	8.8966	0.002*
ERROR	14	1.585938	0.113281		
TOTAL	23	68.449219			

C.V. = 0.85%

Comparación de medias del factor B

TRATAMIENTO	MEDIA
4	41.0000 A
3	40.6917 A
2	38.9000 B
1	37.0583 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05, TUKEY = 0.5647

VALORES DE TABLA: $q(0.05) = 4.11$

Variable: Porcentaje de pegue a los 30 días

		B L O Q U E S		
A	B	1	2	3
1	1	89.0000	86.0000	88.0000
1	2	69.0000	66.0000	70.0000
1	3	59.0000	62.0000	64.0000
1	4	74.0000	76.0000	78.0000
2	1	66.0000	69.0000	65.0000
2	2	52.0000	56.0000	53.0000
2	3	69.0000	72.0000	68.0000
2	4	72.0000	74.0000	71.0000

Análisis de varianza para porcentaje de pegue a los 30 días

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	2	6.250000	3.125000	0.6588	0.537 ^{ns}
FACTOR A	1	392.039063	392.039063	82.6511	0.000*
FACTOR B	3	983.125000	327.708344	69.0886	0.000*
INTERACCION	3	685.804688	228.601563	48.1946	0.000*
ERROR	14	66.406250	4.743304		
TOTAL	23	2133.625000			

C.V. = 3.13%

Comparación de medias del factor B

TRATAMIENTO	MEDIA
1	76.3333 A
4	74.6667 A
3	65.6667 B
2	61.0000 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05, TUKEY = 3.0713

Variable: Injertos vivos a los 60 días

B L O Q U E S				
A	B	1	2	3
1	1	87.0000	86.0000	87.0000
1	2	68.0000	65.0000	69.0000
1	3	57.0000	60.0000	62.0000
1	4	74.0000	76.0000	77.0000
2	1	65.0000	67.0000	63.0000
2	2	50.0000	54.0000	51.0000
2	3	66.0000	69.0000	67.0000
2	4	71.0000	74.0000	70.0000

Análisis de varianza para injertos vivos a los 60 días

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	2	10.750000	5.375000	1.6389	0.228 ^{ns}
FACTOR A	1	425.039063	425.039063	129.6018	0.000*
FACTOR B	3	1115.460938	371.820313	113.3745	0.000*
INTERACCION	3	759.460938	253.153641	77.1910	0.000*
ERROR	14	45.914063	3.279576		
TOTAL	23	2356.625000			

C.V. = 2.66%

Tabla de medias para la interacción AB

FACTOR A	FACTOR B				MEDIA
	1	2	3	4	
1	86.6667	67.3333	59.6667	75.6667	75.6667
2	65.0000	51.6667	67.3333	71.6667	63.9167
MEDIA	75.8333	59.5000	63.5000	73.6667	68.1250

Comparación de medias del factor B

TRATAMIENTO	MEDIA
1	75.8333 A
4	73.6667 A
3	63.5000 B
2	59.5000 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05 TUKEY = 3.0386

Variable: altura de brote de injerto a los 30 días después de injertación

		B L O Q U E S		
A	B	1	2	3
1	1	11.2500	10.7500	10.3500
1	2	7.5000	7.1000	7.8500
1	3	7.2500	7.6500	7.4500
1	4	8.9500	9.4500	9.2500
2	1	7.7500	7.8500	8.0500
2	2	5.1500	5.7500	5.3500
2	3	5.4000	5.1000	5.0500
2	4	7.1500	6.9000	7.0500

Análisis de varianza para altura de brote de injerto a los 30 días después de injertación

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	2	0.002319	0.001160	0.0132	0.988 ^{ns}
FACTOR A	1	33.252808	33.252808	378.6812	0.000*
FACTOR B	3	37.451538	12.483846	142.1654	0.000*
INTERACCION	3	0.625977	0.208659	2.3762	0.113 ^{ns}
ERROR	14	1.229370	0.087812		
TOTAL	23	72.562012			

C.V. = 3.92%

Tabla de medias del factor B

FACTOR B	MEDIA
1	9.333333
2	6.450000
3	6.316666
4	8.125000

Variable: Altura de brote de injerto a los 60 días

		B L O Q U E S		
A	B	1	2	3
1	1	24.7500	23.9000	24.2500
1	2	18.6000	17.9500	18.3200
1	3	16.9500	17.1500	16.7500
1	4	21.0500	21.6400	21.3300
2	1	18.1500	17.8500	17.5200
2	2	13.0500	12.5500	12.9000
2	3	11.9500	12.3500	13.2800
2	4	15.9000	16.2300	16.2500

Análisis de varianza para Altura de brote de injerto a los 60 días

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	2	0.067383	0.033691	0.2242	0.804 ^{ns}
FACTOR A	1	174.204590	174.204590	1159.4229	0.000*
FACTOR B	3	153.883301	51.294434	341.3914	0.000*
INTERACCION	3	3.173340	1.057780	7.0401	0.004*
ERROR	14	2.103516	0.150251		
TOTAL	23	333.432129			

C.V. = 2.21%