

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO

INSTITUTO TECNOLÓGICO PUERTO RICO

SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA



TECNICAS DE INJERTO DE NARANJA (*Citrus sinencis*)
Y MANDARINA (*Citrus reticulata*) A EMPLEAR EN EL
MUNICIPIO DE PUERTO RICO-PANDO.

Monografía, para obtener el Título de Técnico Superior en Sistema de
Producción Agropecuaria.

Autor: Univ. Javier German León Ibarra
Asesor: Ing. Wilfredo Montaña Teco

PUERTO RICO – PANDO – BOLIVIA
NOVIEMBRE, 2014

HOJA DE APROBACIÓN

Monografía aprobada el ____ de _____ de _____

Nombres

Firmas

Postulante: _____

Asesor: _____

Pdte. Tribunal: _____

Tribunal 1: _____

Tribunal 2: _____

Tribunal 3: _____

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme vida y salud, a mis Padres: German León Ch, y Justina Ibarra B, hermanos David, Grover, Patricia, Víctor, por todo el apoyo moral, y por sus consejos y orientaciones que fueron cruciales para la formación de mi persona, por ser la solución en los momentos difíciles, por sus comprensiones y por creer en mí, gracias por todo el apoyo brindado mi querida familia.

A mi asesor de monografía: Ing. Wilfredo Montaña T., por sus consejos y orientaciones en la presente investigación.

A los miembros del tribunal revisor, por sus sugerencias observaciones y correcciones al proyecto e informe final de la investigación.

A los docentes del programa académico Sistema de Producción Agropecuaria, por su paciencia, su comprensión y sus sabios consejos durante mi formación profesional.

Al Instituto Tecnológico Puerto Rico, a su Directora y personal administrativo, por su apoyo durante mi formación y en la elaboración de la presente investigación monográfica.

A mis compañeros de la universidad: Por los momentos de amistad compartidos, a lo largo de toda la carrera.

DEDICATORIA

A mis Padres German León Ch, y Justina Ibarra B, y a mis Hermanos David, Grover, Patricia, Víctor, quienes han logrado con mucho sacrificio y dedicación formarme como persona y como profesional.

A mis compañeros de estudio, por el apoyo durante los años de estudio.

A la Universidad Amazónica de Pando (templo de sabiduría) por acogerme en sus aulas durante estos tres años.

INDICE

HOJA DE APROBACIÒN	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
INDICE	iv
I. INTRODUCCIÒN	1
II. JUSTIFICACIÒN	2
III. OBJETIVOS	3
3.1. Objetivo General	3
3.2. Objetivo Especifico	3
IV. METODOLOGÌA.....	3
4.1. Métodos	3
4.2. Estudio de caso.....	3
4.3. Investigación documental	4
4.4. Materiales.....	5
4.5. Análisis	5
V. ANALISIS BIBLIOGRÀFICO	6
5.1. Generalidades de los cítricos.....	6
5.2. Requerimientos ecológicos	8
5.3. Variedades	10
5.4. Propagación.....	11
5.5. Técnicas de cultivos.....	13
5.6. Plagas de los cítricos.....	18
5.7. Cosecha.....	25
VI. APORTE TEÒRICO	27
6.1. El injerto en la naranja y mandarina	27
6.2. Objetivos del injerto	28
6.3. Afinidad e incompatibilidad	29

6.4. Época de Injerto	31
6.5. Tipo de Injerto a emplear	33
6.6. Pie de Injerto.....	34
6.7. Mandarino cleopatra (Citrus reshni).....	35
VII. CONCLUSIONES	36
VIII. RECOMENDACIONES	37
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	38

I. INTRODUCCIÓN

Los cítricos se cultivan en casi todos los países entre los 40° N y S, aunque las principales regiones productoras del mundo están ubicadas en el subtropico entre los 25° y 40° de latitud en ambos hemisferios, lo que se conoce como los cinturones cítricos del mundo (Orduz *et al.* 2009). Este género oriundo del Asia tropical y subtropical está conformado por tres especies y numerosos híbridos cultivados, incluyendo las frutas más ampliamente comercializadas, como el limón, la naranja, la lima, el pomelo y la mandarina, con diversas variedades que dependen de la región en la que se cultive cada una de ellas. El fruto característico de las especies del género *Citrus*, es un hesperidio (Sandoval 2011).

Las plantas cítricas son propagadas sobre un pie o porta injerto y no a través de semillas como otras plantas, ya se trate de explotaciones comerciales o con otros fines (ornamentales o para uso familiar). Consecuentemente en la mayoría de las plantaciones cítricas del mundo, la planta está constituida por dos partes: la copa y el pie. A este conjunto se lo denomina combinación cítrica. Especial consideración debe ponerse en la congeniabilidad de una combinación. Es decir, en la mayor o menor afinidad entre la yema que formará la copa y el porta injerto donde es injertada (Manual para productores de naranja y mandarina s.f.).

Antes de la aparición de enfermedades, la propagación varietal la realizaba el citricultor con relativa frecuencia en su afán de poseer nuevas variedades. Además, cualquier empresario agrícola con algunos conocimientos en reproducción vegetal podía ser viverista. Sin embargo, a raíz de los problemas ocasionados por las enfermedades, fue necesario establecer normas legales que facilitasen el control sobre la producción de plantas con las garantías sanitarias necesarias. Actualmente existe constante preocupación por mejorar los métodos de propagación vegetativa, ya que se encuentran variedades sin semillas y variedades embrionarias sexuadas cuya descendencia es generalmente heterogénea. Además, al elegir el porta-injertos se deben considerar la susceptibilidad a enfermedades fungosas de las raíces, a virus u organismos similares y la adaptación al medio edáfico y climático (Valderrama *et al.* 2007).

II. JUSTIFICACIÓN

Hay muchos métodos de injerto los cuales difieren solamente en el detalle de la técnica. Algunas veces un método es preferido de acuerdo al propósito o la ocasión, otras veces el injertador tiene que escogerlo. Sin importar el método usado los principios implicados permanecen constantes.

Para tener éxito en el injerto, deben primero entenderse algunos principios acerca de la anatomía del árbol. El cambium es una delgada capa de células que se encuentran entre la corteza y la madera.

Cuando la corteza es levantada de un árbol en la primavera, el cambium es la capa brillante, resbaladiza que se separa. Este es el tejido de crecimiento del árbol (cepa o patrón) que tiene que estar en contacto con el mismo tejido de la pieza a ser injertada (injerto o vástago). Si se permite que estas capas estén en contacto, una con la otra, en la mayor área posible, la herida empieza a sellar para formar un callo, y el injerto es usualmente exitoso. Todos los tipos de injerto se hacen más fácilmente, y con mayor éxito, cuando el cambium está húmedo y activo.

En el departamento Pando, el cultivo de cítricos como la naranja, mandarina, limón y pomelo se practica de forma tradicional, si bien la reproducción del material vegetal se la efectúa mediante injertos realizados por personas dedicadas a esta actividad en forma empírica, no se cuenta con información confiable sobre los métodos de injerto, ni porcentaje de prendimiento y crecimiento hasta antes de su trasplante al sitio definitivo.

En consecuencia, en la presente investigación bibliográfica se muestran los resultados del análisis de la información bibliográfica relativo a los métodos de injertos de cítricos que se practican en otras regiones con características similares a nuestra región, lo que permitirá a los agricultores o productores independientes, mejorar el porcentaje de prendimiento de las plántulas resultantes de injertos para las dos especies de cítricos con mayor demanda en la región, empleando los métodos aquí recomendados.

III. OBJETIVOS

Objetivo general:

- Describir las técnicas a emplear para el injerto de la naranja (*Citrus sinencis*) y mandarina (*Citrus reticulata*) en el municipio Puerto Rico, Pando.

Objetivos específicos:

- Analizar la bibliografía relativa a los métodos de injerto empleados en los cítricos.
- Detallar las técnicas de injerto que se deben emplear para obtener material vegetal de naranja y mandarina, para su cultivo en la región.

IV. METODOLOGÍA

4.1. Métodos

Para la elaboración de la monografía se empleó el enfoque de investigación cualitativa, cuyas características se describen a continuación:

La investigación cualitativa es aquella donde se estudia la calidad de las actividades, relaciones, asuntos, medios, materiales o instrumentos en una determinada situación o problema. La misma procura lograr una descripción holística, esto es, que intenta analizar exhaustivamente, con sumo detalle, un asunto o actividad en particular.

Las técnicas empleadas son dos: a) el estudio de caso y b) la investigación documental.

4.2. Estudio de Caso:

Consiste en el estudio de escenarios, fenómenos y comportamientos de hechos reales que denotan problemas aún desconocidos en el plano teórico.

Tipos de Estudio de Casos: Según los objetivos: Existen tres categorías o tipos principales de estudios de caso: explicativos, descriptivos y de metodología combinada. Aunque en la vida real a menudo se superponen estas categorías:

- 1) Explicativos. El propósito de los estudios de caso explicativos, tal como su nombre lo indica, es explicar las relaciones entre los componentes de un programa.
 - a. Implementación del Programa. Este estudio de caso investiga las operaciones, a menudo en varios terrenos, y con frecuencia, de manera normativa.
 - b. Efectos del Programa. Este estudio de caso examina las causas y habitualmente involucra evaluaciones de tipo multi-terreno y multi-método.
- 2) Descriptivos. Estos estudios son más focalizados que los casos explicativos.
 - a. Ilustrativo. Este tipo de estudio de caso es de carácter descriptivo y tiene el propósito de añadir realismo y ejemplos de fondo al resto de la información acerca de un programa, proyecto, o política.

Estos estudios de caso describen primordialmente lo que está sucediendo y por qué, con la finalidad de mostrar el perfil de una situación. Este tipo de estudios son especialmente útiles para ayudar a interpretar otros datos que pueden estar disponibles, tales como encuestas.

- b. Exploratorio. Este es también un estudio de caso descriptivo pero apunta, antes que a ilustrar, a generar hipótesis para investigaciones posteriores.

4.3. Investigación Documental

La investigación documental es un procedimiento científico, un proceso sistemático de indagación, recolección, organización, análisis e interpretación de información o datos en torno a un determinado tema. Al igual que otros tipos de investigación, éste es conducente a la construcción de conocimientos.

La investigación documental tiene la particularidad de utilizar como una fuente primaria de insumos, más no la única y exclusiva, el documento escrito en sus diferentes formas: documentos impresos, electrónicos y audiovisuales. Sin embargo, los textos monográficos no necesariamente deben realizarse sobre la base de sólo consultas bibliográficas; se puede recurrir a otras fuentes como, por ejemplo, el testimonio de los protagonistas de los hechos, de testigos calificados, o de especialistas en el tema.

4.4. Materiales

En concordancia con la metodología y las técnicas, se emplearon los siguientes materiales:

Bibliografía:

- Bibliografía especializada existente en las bibliotecas de la UAP, CIPA, ONG Herencia, etc.
- Bibliografía digital obtenida mediante internet.

Equipos de Oficina:

- Computadora e impresora

Material de escritorio

- Papel bond
- Tinta para impresora
- USB

4.5. Análisis

Consistió en la síntesis e integración de la información obtenida de diversos instrumentos y medios de observación. Prepondera más un análisis descriptivo coherente que pretende lograr una interpretación minuciosa y detallada del asunto o problema de investigación.

Las conclusiones y recomendaciones se derivaron continuamente durante el proceso.

V. ANALISIS BIBLIOGRÁFICO

5.1. Generalidades de los cítricos

5.1.1. Origen y distribución

Según Andrade (2005), el género al que pertenecen los cítricos es el Citrus. Proviene de las zonas tropicales y subtropicales de Asia y del archipiélago Malayo. Las especies del género Citrus, han ido extendiéndose desde su lugar de origen hasta todas las regiones del mundo donde se cultivan en la actualidad. El área en el que parecen haber surgido los cítricos está ubicada en el sudeste de Asia, incluyendo el este de Arabia, el área oriental de Filipinas y desde el Himalaya hasta el sur de Indonesia.

El cultivo de cítricos se lleva practicando desde tiempos inmemoriales. Los primitivos pobladores de la región asiática en la que surgieron fueron los primeros en cultivarlos antes de su llegada a Europa. Los pioneros occidentales en la exploración de Asia, quedaron maravillados con los cítricos, sus olores y sus flores y ellos fueron los encargados de extender estos árboles a lo largo y ancho del planeta. La llegada aproximada de estos frutos a Europa tuvo lugar hacia el 310 a.C. Eran del grupo de las cidras y provenían de la región comprendida entre el sur de China y la India.

Los llamados cítricos], constituyen un género (citrus) que hace parte de la familia de las rutáceas, y conforman varias especies entre ellas: las naranjas (*citrus sinensis*, *citrus aurantium*); los limones (*citrus limon*); las mandarinas (*citrus reticulata*, *citrus reshni*) y los pomelos (*Citrus paradisi* Maef).

Los árabes introdujeron el limón en la región africana del Mediterráneo hacia el siglo X, pero no fue hasta los albores del año 1400, después de los viajes de Marco Polo a China (1287), cuando los portugueses introdujeron el limón en el hoy mediterráneo europeo. La variedad dulce la difundieron los comerciantes genoveses en el siglo XV. En 1556, los españoles la llevan a América, plantando limones en San Agustín, Florida y California, actualmente uno de los mayores productores del mundo.

5.1.2. Clasificación taxonómica

Clasificación de la naranja y mandarina según Joubland y Cordero, (2002).

División: Embryophyta

Clase: Dicotiledones

Orden: Geraniales

Familia: Rutaceas

Género: Citrus

Especies: *C. sinensis* (Naranja)

C. reticulata (Mandarina)

5.1.3. Descripción Botánica

Andrade (2005) hace la siguiente descripción morfológica de los cítricos y sus partes:

Árbol: Son árboles de porte pequeño a mediano que crece hasta una altura de 6 - 7 metros, se prefieren mantener árboles pequeño mediante podas de formación. La copa es redonda, densa y simétrica, tiene la particularidad de nunca entrar en periodo de dormancia o descanso. El rango de crecimiento es reducido en periodos de clima frío, aunque algunos árboles crecen durante todo el año.

Tronco: Es corto, con ramas encorvadas hacia el suelo; las ramas más nuevas tienen una orientación vertical, pero al crecer y sostener los frutos se doblan gradualmente hacia abajo hasta ponerse horizontales. Muchas ramas caen eventualmente al suelo si no han sido podadas. Las ramas jóvenes en un mismo árbol pueden no ser espinosas o tener espinas pequeñas gruesas de 7 mm de largo.

Hojas: Las hojas jóvenes de árboles sanos son de color verde pálido, y en los árboles maduros de color verde oscuro, el limbo de las hojas varía de 7.6 a 12.7 cm de largo y de 4.5 a 6.4 cm de ancho. El pecíolo, que en muchas especies

cítricas determinan su identificación es extremadamente variable, inclusive entre hojas del mismo árbol o de la misma rama.

Flores: La floración se presenta a lo largo de todo el año más o menos de manera uniforme, la condición de clima frío o clima seco pueden traer como consecuencia un retardo del crecimiento vegetativo, por lo que la floración ocurre mayormente al final de esta temporada. La flor tiene 5 pétalos (ocasionalmente 4) de color blanco tanto las superficies de afuera como la de adentro, la flor abierta tiene 30 a 35 mm de ancho. Los estambres son numerosos y soldados en un anillo, del cual se desarrollan las anteras de color amarillo pálido que contienen el polen viable. El pistilo es aproximadamente de 12 mm de largo, con un ovario verde y un estigma amarillo. La propagación vegetativa de la planta empieza con la floración, que ocurre dentro de uno o dos años luego de la plantación.

Frutos: Son de color verde oscuro durante su desarrollo, gradualmente van tornándose en verdes claros o amarillo cuando comienza la sobre maduración o envejecimiento. Los tienen de diez a doce segmentos o lóculos con pulpa de grano fino de color amarillento verdoso pálido, desde muy ácidas hasta dulces y aromáticas.

5.2. Requerimientos ecológicos

5.2.1. Clima

Es un factor esencial a considerar cuando se elige una determinada región para implantar cultivos comerciales. Las bajas temperaturas, por ejemplo, resultan limitantes para su expansión. También influyen sobre la calidad de las frutas la humedad relativa, las lluvias, los vientos y la exposición del terreno. En este sentido existen diferencias notables dentro de una misma variedad cultivada en climas distintos (Durón 1999).

Temperatura: La resistencia de las plantas a las bajas temperaturas depende en gran parte de su estado vegetativo; las plantas en brotación sufren más daños que las plantas en estado de reposo. Además, las distintas partes de la planta varían en su reacción; las flores y los frutos pequeños son muy sensibles, resultando dañados con temperaturas de -1°C . Los frutos completamente

desarrollados son perjudicados a temperaturas de -3°C . Si éstas son de escasa duración no alcanzan a producir daños apreciables. En cambio, temperaturas no tan bajas, mantenidas durante un período mayor, ocasionan graves perjuicios. Deben evitarse los lugares o zonas afectados por fuertes heladas para implantar cítricos. Las altas temperaturas no son limitantes. Sin embargo, el ascenso brusco de la temperatura puede producir la muerte de hojas y la disminución de la calidad de la fruta (Durón 1999).

La amplitud térmica óptima para el desarrollo de los cítricos se encuentra entre 23°C y 34°C . Desde el punto de vista práctico, en relación con el efecto negativo de las bajas temperaturas, se recomienda plantar combinaciones resistentes en las partes más bajas de los lotes. Otra opción sería plantar variedades de mandarinos y naranjos tempranos cuyas frutas maduren y se cosechen antes de que se produzcan las heladas (Durón 1999).

Humedad relativa: La humedad atmosférica modera los efectos de la temperatura; influye sobre la calidad de los frutos produciendo en los mismos cáscaras más delgadas, mayor cantidad y mejor calidad de jugo. En Concordia la humedad relativa se encuentra generalmente entre un 60 y un 80%, lo que se considera un buen nivel para el cultivo de los cítricos (Joublan y Cordero, 2002).

Precipitaciones: Este factor no es limitante para el cultivo, ya que si las lluvias no son suficientes pueden suplirse con riego. Es importante el volumen anual. Se considera que los cítricos necesitan alrededor de 1200 mm/año, siendo también esencial su buena distribución (más o menos 100 mm/mes (Joublan y Cordero, 2002).

Vientos: Los vientos, aunque no son limitantes, tienen su importancia por la acción que ejercen sobre los frutos. Producen manchas y raspaduras en la cáscara (daño conocido como rameado), lo cual se traduce en un cierto porcentaje de fruta depreciada. Aunque en la zona de Concordia la acción de este factor climático no es muy importante, conviene plantar cortinas rompe-vientos para proteger el cultivo y evitar la difusión de enfermedades (Joublan y Cordero, 2002).

5.2.2. Suelos

Medina *et al.* (2001), sostiene que a longevidad de un cultivo, el estado sanitario, la productividad y calidad de fruta dependen mucho de las características del suelo. La experiencia indica que es mejor plantar cítricos en tierra virgen. En lotes donde ya los hubo (sobre todo si han sido cultivos abandonados o decadentes) quedan en el suelo trozos de raíces que luego se descomponen facilitando la proliferación de hongos y nematodos perjudiciales. Sin embargo, esto no es excluyente ya que con prácticas culturales adecuadas pueden lograrse nuevamente buenos resultados.

Propiedades físicas: Dado que las raicillas de los cítricos son muy exigentes en oxígeno deben elegirse suelos que permitan una buena aireación.

Propiedades químicas: Estas son menos importantes que las físicas, ya que pueden modificarse con el agregado de fertilizantes. Resulta evidente que los suelos naturalmente ricos en elementos nutrientes deben ser preferidos a los muy pobres.

Topografía: Los suelos con declives suaves y regulares son los mejores. A medida que aumenta la pendiente es necesario realizar mayores gastos para controlar la erosión (Medina *et al.* 2001).

5.3. Variedades

A continuación se presentan cuadros con la descripción de características generales de las principales variedad de las dos especies de cítricos.

Cuadro N° 1. Características generales de variedades de naranja

Variedad	Color de la cáscara	Color de la pulpa	N° de semillas	Brillo	Acidez
Valencia	Amarillo claro	Amarillo	3 - 6	9,5 - 11,5	1,91 - 1,79
Pineapple	Amarillo	Amarillo	10 - 15	11 - 12	0,98 - 0,84
Hamlin	Amarillo	Algo anaranjado	4 - 8	10,5 - 11	1.00 - 0,77
Parson Brown	Amarillo claro	Amarillo	10 - 15	9 - 12	2,42 - 0,90

Fuente: DGIEA (2011).

Cuadro N° 2. Características generales de variedades de mandarinas

Variedad	Color de la cáscara	Color de la pulpa	N° de semillas	Brillo	Acidez
Washington	Naranja claro	Amarillo intenso	6 – 8	9 – 13	1,68-0,86
Navel nuclear	Naranja claro	Amarillo anaranjado	4 – 8	8 – 10	1,10-0,96
Frost	Anaranjado	Anaranjado	6 – 12	8 - 11	1,56-0,81

Fuente: DGIEA (2011).

5.4. Propagación

Según Joublan y Cordero (2002), para fines comerciales los cítricos se reproducen por medio de injerto. Los injertos más usados para reproducir son el de yema en T invertida o el de enchape lateral con púa. El injerto se realiza un arbolito del patrón cuyo diámetro de tallo es de 1 o 2 cm, en la parte alta pero madura.

Se recomienda elegir la variedad y el patrón que mejor se adapten al tipo de suelo y las condiciones climáticas de la zona, además que posean resistencia o tolerancia a enfermedades fungosas, virales o nematodos.

5.4.1. Semillero

De acuerdo a Collado (s.f.), cuando los semilleros son grandes, deben establecerse en lugares aislados y a una distancia considerable de los huertos cítricos o árboles cítricos viejos, con el propósito de reducir el peligro de infestación con diferentes tipos de pestes y enfermedades. El semillero debe ser localizado en un lugar fresco, con buen suelo, buen drenaje para reducir el problema de enfermedades. Es conveniente usar tierra nueva, es decir no hacer semilleros repetidamente en el mismo lugar, y adicionarles una pequeña cantidad de fertilizante orgánico, rico en nitrógeno, varias semanas antes de la siembra de la semilla. Las semillas se pueden sembrar sobre eras en líneas a una distancia aproximada de 5 cm y luego se cubren con una capa de 2 a 3 cm de tierra.

El tiempo requerido para la germinación depende de la temperatura del suelo, la humedad y la clase de semilla. Cuando estas condiciones son apropiadas la germinación puede iniciarse a las tres semanas después de la siembra y duran 10 días. La siembra del semillero debe hacerse en una fecha en que no haya excesiva humedad y en que el trasplante coincida con el inicio de las lluvias. El trasplante de las plántulas, puede hacerse entre las 8 a 12 semanas después de la siembra, dependiendo del desarrollo de las plantas. Sólo se trasplantan aquellas que tienen buen desarrollo y se eliminan las débiles (Collado s.f.).

Como patrones para naranja, los más recomendables son *Citrus taiwanica*, *Citranger troyer* y *Cytranger carrizo*; para lima mesina el *Citrus macrophyla*. Para suelos con tolerancia a los encharcamientos se recomienda el uso de patrones como el *P. trifoliata*. Sin embargo, para estos terrenos es conveniente la adición de materia orgánica para mejorar su estructura, así como la instalación de una red de drenajes que elimine los excesos de agua (Collado s.f.).

5.4.2. Vivero

Según Maldonado *et al.* (2002), en nuestra región las plantitas del patrón se trasplantan generalmente a bolsas de plástico negro de aproximadamente 30 cm de altura y 18 cm de diámetro, llenas con una mezcla de suelo con algún material que mejore la textura y estructura del suelo, por ejemplo la granza de arroz. Se recomienda agregarle un fertilizante con alto contenido de fósforo como la fórmula comercial 10-30-10.

Para reducir los problemas de malezas, plagas y enfermedades es conveniente desinfectar la mezcla del suelo con un producto fumigante del suelo autorizado, con la debida anticipación, antes de realizar el trasplante. El riego al momento del trasplante es sumamente importante aun cuando el suelo esté ligeramente húmedo (Maldonado *et al.* 2002).

Durante el período que duren los arbolitos en el vivero se deben efectuar deshieras manuales, el combate de plagas y enfermedades, la aplicación de fertilizantes así como eliminar cualquier brote lateral, cuando está tierno para favorecer el engrosamiento del tallo y evitar daños y deformaciones si se poda el

brote ya maduro. El diámetro apropiado para hacer el injerto debe ser de 1 a 2 cm, lo cual se obtiene entre los 8-12 meses de edad. Cuando el brote del injerto tiene alrededor de 50 cm de altura, puede ser trasplantado al campo definitivo (Maldonado *et al.* 2002).

5.5. Técnicas de cultivo

5.5.1. Preparación del suelo

Cuando el terreno es plano, se procede a marcarlo de acuerdo a la distancia y sistema de siembra escogido. El hoyo que se haga deberá ser de por lo menos 60 cm x 60 cm x 60 cm. En caso de que la topografía no lo permita, se trazarán curvas de nivel distanciadas una de otra de acuerdo a la distancia de siembra elegida (Manual para... s.f.).

5.5.2. Siembra

Según Orduz *et al.* (2009), se deben plantar árboles injertados de 1 o 1 ½ año que estén libres de plagas y enfermedades, que tengan una buena unión patrón-injerto, con un tronco único, vertical, que mida como mínimo 50-60 cm; de altura con una copa vigorosa formada por 3 a 5 ramas y una correcta formación de la raíz. Si el arbolito no se produce en la finca, se sugiere adquirir las plantas en viveros que certifiquen el patrón y la variedad.

La escogencia de las distancias de siembra, dependerá de las diferentes variedades y del patrón. Como guía, en el cuadro 8, se presentan algunas distancias de siembra, para el sistema rectangular o en tres bolillos (DGIEA 2011).

Cuadro 3. Distancias de siembra y densidad utilizadas en plantaciones de cítricos.

Cítricos	Distancia		N° de plantas/hectárea	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
Naranja	8 m x 6 m	7 m x 5 m	286	208
Mandarina	8 m x 6 m	7 m x 5 m	286	208

Fuente: DGIEA (2011).

5.5.3. Fertilización

Pérez *et al.* (2003), afirma que los cítricos se pueden desarrollar bajo una amplia gama de niveles de nutrimentos y es imposible definir un solo programa de fertilización, que pueda ser considerado mejor que otros y para todas las condiciones. Todo programa de fertilización debe reconocer y estimar la existencia de diferencias que incluyen suelos, patrones, variedades, edad de la planta, programas anteriores de fertilización, estado fitosanitario de la planta, etc.

Si bien es cierto que hay recomendaciones generales, es importante tener presente que las dosis recomendadas deben de constituir tan solo una guía para el productor y no una fórmula rígida o definitiva. Se debe tener presente también que sólo el análisis de suelo, no permite formarse una idea completa sobre la verdadera absorción de nutrimentos para la planta, por lo que se debe acudir al análisis foliar como complemento muy eficiente, sin dejar de lado las extracciones que realiza la producción de frutos (Pérez *et al.* 2003).

Antes del establecimiento de la plantación se deberán hacer análisis de suelos para determinar las necesidades de fertilización y aplicación de enmiendas o abonos orgánicos. La fertilización de los cítricos se hace principalmente con abono de fórmula completa como la 18-5-15-6-2, 20-7-12-3-1,2, 15-5-5 y nitrato de amonio. En la siembra, se adiciona media libra de una fórmula fertilizante alta en fósforo, como la 10-30-10 o 12-24-12, en el fondo del hoyo, y se debe cubrir con una capa de suelo de unos 5 cm de espesor (Pérez *et al.* 2003).

La fertilización posterior aparece en el cuadro 4. Durante los dos primeros años, en que lo más importante es darle desarrollo a la planta, el fertilizante nitrogenado se aplicará fraccionado para mejorar la eficacia de su utilización, ya que aplicado de esta forma se mantiene el nivel de nitrógeno disponible para la planta en forma más constante y prolongada y se disminuyen las pérdidas por lavado ocasionada por las lluvias (Pérez *et al.* 2003).

A partir del tercer año conviene hacer análisis del suelo y foliar para determinar las necesidades reales de fertilización, dado que se puede estar supliendo en exceso algún elemento o dejando de lado otro que esté deficiente, y repetirlos cada dos o

tres años. Para árboles en producción se recomienda tomar hojas de 5 a 8 meses de edad para el análisis foliar (Pérez *et al.* 2003).

Normalmente al interpretar los análisis de suelo, no se considera la acidez originada por el aluminio intercambiable y por el porcentaje de saturación de aluminio, que para el caso de cítricos lo ideal es que oscile entre 20 % y 30 %. Si este valor es mayor de 30% las necesidades de encalado empezarán a ser patentes. A pesar de que, por lo general, todos nuestros suelos requieren ser encalados, éste deberá hacerse con sumo cuidado dado que se pueden alterar las relaciones Ca/K y Ca/Mg de tal manera que se originen problemas secundarios de fertilidad, difíciles de corregir (Pérez *et al.* 2003).

Por último, como norma general, las plantaciones de cítricos se encuentran establecidas en suelos que en su gran mayoría presentan problemas nutricionales de magnesio, boro, zinc, por lo que se recomiendan las aplicaciones foliares de estos elementos con los debidos cuidados que algunos de ellos requieren, cual es el caso del boro (DGIEA, 2011).

Cuadro 4. Sugerencias para fertilizar cítricos

Edad	Gramos/año/árbol		
	I Aplicación abono fórmula completa	II Aplicación abono fórmula completa	III Fertilización Nitrato de amonio
1	120	120	90
2	240	240	180
3	360	360	270
4	480	480	360
5	600	600	450
6	720	720	540
7	840	840	630
8	960	960	720
9	1080	1080	810
10	1200	1200	900

Fuente: DGIEA (2011).

5.5.4. Combate de malezas

Para Sandoval (2011), el combate de malezas es una práctica de mucha importancia después del trasplante y durante el desarrollo de los arbolitos. Cuando los árboles son grandes se recomienda el uso de herbicidas para destruir la maleza de las rodajas. En las entrecalles se puede realizar la deshierba mecánica o manual pero se debe tener mucho cuidado de no provocar heridas en las raíces y la base del tallo.

Se ha logrado un combate de malezas efectivo mediante el uso de mezclas de herbicidas postemergentes y pre emergentes como los indicados en el cuadro 10; también la mezcla de glifosato y oxifluorfen ha dado un buen combate de malezas en cítricos. En caso de tener problemas específicos de gramíneas se puede usar el fluazifop-butil. La aplicación de herbicidas con mechas especiales ha resultado muy buena técnica y se puede usar cuando hay problemas de viento y los árboles son muy pequeños (Sandoval 2011).

El uso de coberturas en las entrecalles es una práctica muy recomendable; puede ser pasto natural o una leguminosa como el trébol, pero se debe evitar el kikuyo o pasto estrella y tener cuidado de mantener las rodajas limpias (Sandoval 2011).

Cuadro 10. Herbicidas que pueden utilizarse para el combate de malezas.

Herbicida	Nombre comercial	Dosis pa* l/ha	Modo de aplicación
Terbutilazina	Gardoprim 500 FW	3	Pre y posemergencia
Simacina	Gesatop 500 FW	2	Selectivo y preemergencia
Oxifluorfen	Goal	2	Selectivo y pre y posemergencia
Paraquat	Gramaxone, Radex	1	Total posemergencia
Glifosato	Round up	2	Posemergencia

*pa = principio activo

Fuente: DGIEA (2011).

5.5.5. Poda

Pérez *et al.* (2002), afirman que la poda es la práctica de recortar o eliminar cierta porción de las ramas de un árbol, con el fin de influenciar su forma, desarrollo y

producción. Los principales objetivos son: producir árboles vigorosos, bien formados y sanos, obtener una distribución equilibrada de fruta de buena calidad en todo el árbol, facilitar los trabajos en el árbol (atomizaciones, cosecha) y en el suelo (fertilizaciones, combate de malezas, paso de maquinaria, etc.) y conseguir que la producción sea precoz y uniforme todos los años. En los árboles cítricos jóvenes se deben efectuar podas de formación cuyo objetivo es formar la estructura del árbol para lograr una buena disposición de las ramas madres con uniones fuertes.

La poda de formación se debe realizar al año de edad del arbolito especialmente al final de la estación seca y antes de que se reinicie el crecimiento, con las primeras lluvias, mediante el despuntamiento de la rama principal. Una vez que emergen los brotes laterales se dejan sólo entre tres a cinco ramas principales bien distribuidas alrededor del tronco y cada cierto trecho a lo largo del tallo principal, para evitar que salgan de un mismo lugar, lo cual favorecería la ruptura de las ramas.

Cuando estas ramas tienen entre 30 a 50 cm de largo, se pueden despuntar para favorecer su ramificación, pero lo más recomendable es no hacerla y dejar el árbol a libre crecimiento, ya que la copa natural de los cítricos tiene una forma muy adecuada (Pérez *et al.* 2002).

La poda de fructificación debe ser muy moderada y consiste en el aclareo y despunte de las ramas, con el fin de mantener los árboles lo más bajos posibles, regular la densidad del follaje para prevenir enfermedades por falta de aireación y aumentar la penetración de la luz al interior del árbol. La poda de saneamiento se debe efectuar periódicamente para eliminar ramas y ramillas enfermas y rotas. En algunos casos, cuando los árboles han envejecido prematuramente por diversas razones es conveniente efectuar una poda de rejuvenecimiento, la cual consiste en podar severamente el árbol dejando el tronco y ramas principales para forzar un crecimiento nuevo y vigoroso; esta poda debe complementarse con aplicaciones de fertilizantes, control de plagas, enfermedades, malezas, etc. (Pérez *et al.* 2002).

Con el fin de proteger y acelerar la cicatrización de ramas de más de 2 cm de diámetro se recomienda cubrir los cortes con sustancias protectoras. Estas sustancias protegen la herida del sol, lluvia, patógenos y mantiene un ambiente húmedo en torno a la herida, lo que favorece el proceso de cicatrización; entre estas podemos mencionar el alquitrán de madera (previamente se pinta con caldo Bordelés), Basofrix (preparado comercial) o una mezcla de pintura vinílica y fungicida (Orthocide, o un fungicida a base de cobre) (Pérez *et al.* 2002).

5.5.6. Riego

Según Andrade (2005), en las zonas con un período seco mayor de tres meses al año, es necesaria la aplicación de riego para lograr altos rendimientos y evitar la muerte de los árboles, especialmente durante los primeros años. La aplicación de riego por gravedad es el método más barato aunque requiere de un mayor volumen de agua.

En los lugares en que el agua es escasa durante la época seca, el riego por goteo es el método ideal, aunque es más caro. La cantidad de agua requerida y el intervalo de aplicación depende de varios factores como: tamaño de la plantación, el clima del lugar y textura del suelo (Andrade 2005).

5.6. Plagas de los Cítricos

5.6.1. Insectos dañinos y su combate

Para Maldonado (2001), la problemática fitosanitaria de los cítricos es muy amplia, ya que son afectados por una gran cantidad de insectos, hongos, virus, bacterias y otros organismos parásitos.

Muchas veces la importancia del ataque de insectos no radica únicamente en el daño directo que produce, sino en problemas conexos como es el caso de los insectos transmisores de enfermedades virósas, infecciones bacterianas y toxinas.

Mosca *Ceratitis capitata* (Wied)

Es la principal mosca dañina de los cítricos. Es de tamaño similar al de la mosca casera, pero de color amarillo con manchas color café en las alas y ojos azules. El

daño es causado por las larvas, ya que se desarrollan y alimentan de los frutos maduros, los cuales se caen del árbol (Medina *et al.* 2001).

Para disminuir el ataque de estas moscas se recomienda un manejo integrado que consiste en:

- Recoger los frutos infestados y enterrarlos bajo una capa de tierra de 50 cm, la que se debe apisonar bien.
- Cortar la fruta apenas esté sazona, ya que la mosca ataca la fruta madura.
- Eliminar de la plantación y alrededores, otras plantas hospederas de la mosca como es el café, el nance, durazno y el almendro de playa.
- Si la incidencia del insecto es alta es recomendable liberar avispietas parásitas tales como: *Biosteres longicaudatus*.
- Si la incidencia es baja, se recomienda liberar machos estériles, de la mosca.

El combate químico de la mosca del mediterráneo puede hacerse con insecticidas como malation (Malathion 57% CE, 0,4 l/100 l), triclorfon (Dipteres 80% PS, 0,4 kg/100 l) o fenthion (Lebaycid 40%, 300 cc/100 l) pero siempre se le debe agregar una sustancia atrayente como:

- proteína hidrolizada (cuatro veces la cantidad de insecticida),
- miel de purga o jugo de frutas naturales (1 l/100 litros de solución del insecticida),
- la mezcla conocida como Torula (distribuida por la Compañía Farmacéutica), la cual ha demostrado ser más efectiva que los anteriores atrayentes.

Afidos *Toxoptera aurantii*, *Aphis gosypii* y *Aphis spiraecola*

Son insectos pequeños (3 mm) a veces con alas que se agrupan en el envés de las hojas más tiernas, las que se enroscan debido a la succión de savia (Medina 1996).

Esta plaga tiene muchos enemigos naturales tales como: *Coleomegilla maculata*, *Cycloneda sanguinea*, *Scymnus sp.*, *Hyperaspis spp.* Sin embargo, cuando las

poblaciones son altas se puede aplicar algún producto como: malation (Malathion 57% CE, 150 ml/100 l) o diazinon (Diazinon 60 E, 160 ml/100 l).

Chochinilla harinosa *Planococcus citri* Risso

Es un insecto blando que mide cerca de 0,5 cm. Su cuerpo está recubierto por una capa cerosa pulverulenta blanca, por la que salen filamentos. Esta plaga tiene numerosos predadores naturales. Si la población es muy alta es conveniente aplicar un insecticida como diazinon (Diazinon 60% CE; 0,3 - 0,5 l) malation (Malathion 57% CE; 0,5 l) methil paration (Mathil paration 50% CE, 0,2 l) o clorpirifos (Lorsban E, 0,3 - 0,5 l) disueltos en 200 l de agua y aceite mineral (Agrol, 2-3l). Es muy importante atomizar con alta presión y cubrir todo el árbol (Collado s.f.).

Gusano o perro del naranjo *Papilio* sp.

La larva se alimenta de las hojas y causa daños severos al follaje. El combate se realiza con metomil (Lannate, 32 g/16 l) o metil paration (Methyl-parathion, 40 cc/16 l de agua) (Collado s.f.).

6.6.2. Ácaros y su combate

Los cítricos son los cultivos más atacados por esta plaga.

Acaro de herrumbre *Phyllocoptruta oleivora*

Este ácaro puede provocar en el fruto síntomas muy variados. Generalmente su ataque le da una tonalidad negra-azulada o bronceada y a la vez provoca el engrosamiento de la cáscara (Durón 1999).

Acaro plano *Brevipalpus phoenicis*

En el fruto provoca un resquebrajamiento de la cáscara, la que adquiere tonos pardos, grisáceos o blanco hueso. En las hojas produce amarillamiento parciales o totales. Puede estar relacionado con ataques de los hongos que produce la mancha grasienta en las hojas y la sarna o roña en el fruto (Durón 1999).

Acaro pavorreal *Tuckerella knorri*

En limones ácidos variedad Mesina provoca un negreado severo de la cáscara, conjuntamente con el hongo que causa la sarna (Durón 1999).

Otros ácaros que atacan los cítricos son: *Eutetranychus banksi*, *Tetranychus mexicanus*, *T. salasi* (arañitas rojas), *Polyphagotarsonemus latus* (el ácaro del chile) y *Panonychus citri*; este último puede llegar a ser una plaga severa de los cítricos de Costa Rica (Durón 1999)..

Combate: Contra *Brevipalpus*, *Phyllocoptruta* y *Polyphagotarsonemus* se puede utilizar acaricidas con azufre (Tiovit, Azufral, Coo-azufre con I.A. 90% PM 5 g/l). El azufre aplicado cuando las temperaturas son altas puede ser fitotóxico, por lo que se recomienda aplicarlo al atardecer (5 p.m. en adelante). Para los demás utilizar los acaricidas en el envés de las hojas (Durón 1999)..

6.6.3. Enfermedades de los cítricos y su combate

La mayor parte de las enfermedades son causadas por hongos que atacan aquellas plantas que se encuentran debilitadas por un mal manejo (programas de fertilización inadecuados o ausencia de ellos, heridas, ausencia de riegos, drenaje deficiente, etc.). Es por esto muy importante tomar las medidas tendientes a mantener la planta en condiciones óptimas de desarrollo (Manual para... s.f.)

En este cultivo, los virus pueden ser la causa de la disminución de los rendimientos y el decaimiento de toda la plantación. Los métodos más económicos para disminuir su incidencia están basados en medidas preventivas, es decir usar patrones y variedades resistentes y/o certificadas, esto es, que se tenga una seguridad razonable de que las plantas no están infectadas.

Gomosis *Phytophthora citrophthora*, *P. parasitica*, *P. palmivora*

Los síntomas son ligeramente diferentes según se trate de plantas jóvenes o árboles adultos. En la base del tallo de las plantas jóvenes, se presentan pequeñas manchas oscuras, irregulares, las que se convierten en grietas en la corteza y de la cual sale una exudación gomosa de color marrón. Esta zona necrótica se extiende y anilla el tallo por lo que las hojas se marchitan y se amarillean y el árbol muere rápidamente (Manual para... s.f.).

En árboles adultos, a nivel del suelo, sobre el tronco aparecen manchas irregulares de color marrón oscuro; con el tiempo, la corteza se agrieta y exuda goma. La necrosis se desarrolla entonces hacia arriba y hacia abajo alcanzando la base de las grandes raíces.

En el curso del ataque ocurre un amarilleamiento del follaje y la aparición de flores fuera de estación. Cuando la necrosis circunda el tronco, el árbol se seca, las hojas y los frutos caen y el árbol muere totalmente.

Esta enfermedad se combate mediante:

- El uso de patrones resistentes,
- Buen drenaje del suelo,
- Evitar heridas, en la base del tallo y raíces,
- Si la lesión no está extendida, se puede practicar "cirugía vegetal" removiendo los tejidos enfermos hasta encontrar tejidos sanos y desinfectar la zona raspada con formalina al 10% o permanganato de potasio (1 g/l de agua). Después se cubre con pasta bordelesa (sulfato de cobre 1 kg + cal 1 kg disueltos en 10 litros de agua), y
- aplicar cualquiera de los siguientes fungicidas: al follaje (Aliette, 40 g/16) y metalaxyl o fenaminosulf (Ridomil y Dexon, 1 onza/16 l) aplicados al suelo.

La aplicación al follaje se hace si éste se encuentra aún en condiciones de aprovechar los fungicidas. No deben mezclarse con fertilizantes nitrogenados adherentes, aceites o productos a base de cobre. En árboles con muy poco follaje puede usarse el Ridomil 5 G (30 g/árbol) al inicio de las lluvias y repetir a las doce semanas. El Dexon no se debe aplicar en horas de mucha luz, ya que es muy fotolábil (Manual para... s.f.).

Enfermedad rosada *Corticium salmonicolor*

Esta enfermedad se detecta por la presencia de ramas muertas. El ataque se inicia en las ramas principales que se cubren con un tejido de color blanco que posteriormente se torna rosado.

Para combatir la enfermedad se deben podar las ramas enfermas y proteger los cortes con pasta cobre cortes y sacar de la plantación las ramas que se cortaron y quemarlas. También se pueden aplicar fungicidas en mezcla como mancozeb (Mancozeb 56 g) con tridemorf (Calixin, 14 g) y tridemorf con hidróxido de cobre (Kocide, 32 g) (Manual para... s.f.).

Sarna o Roña *Sphaceloma fawcetti*

Ataca los frutos al inicio de su desarrollo, las hojas jóvenes y las ramas pequeñas. Causa verrugas y protuberancias de textura áspera y seca.

Para combatir la enfermedad se recomienda aplicar fungicidas a base de cobre o carbomatos como ferban, benomil, mancozeb o clorotalonil, cuando el tejido tierno inicia su desarrollo y cuando las dos terceras partes de las flores han caído. El clorotalonil se aplica una semana después de que se ha aplicado la mezcla de benomil con mancozeb, la cual se utilizará cada 8 días durante el primer mes y luego cada 15 días durante dos meses, solamente (Manual para... s.f.).

Maya *Rosellina sp.*

La enfermedad provoca la podredumbre de la raíz, la que se recubre de un tejido color pardo oscuro. El follaje se amarilla y hay un decaimiento gradual de la planta que indica la infección de la raíz.

Si la enfermedad ha afectado la plantación las plantas enfermas se deben erradicar y desinfectar el área de Vapam, Formalina al 5%, o PCNB (80 g/16 l). Además, se debe evitar la dispersión del suelo y aislar las partes afectadas con aplicaciones de cal.

Como combate preventivo, aplicar PCNB (40 g/planta) en la base de las plantas que se encuentran alrededor de las plantas enfermas (Manual para... s.f.).

Antracnosis *Collectotrichum gloesporioides*

Afecta los frutos, las hojas y las ramas jóvenes. En la punta de estas ramas se desarrolla una necrosis que avanza hasta la base produciendo la muerte descendente. Las hojas enfermas con manchas de color café clara son de textura seca, quebradiza y se caen.

Para combatirla, se recomienda podar las ramas muertas y dar protección a los cortes, evitar los factores que debiliten las plantas como el mal drenaje, el ataque de plagas, nutrición deficiente, etc. Los fungicidas que pueden utilizarse son el mancozeb (Mancozeb, 56 g/16 l) y fungicidas a base de cobre (Manual para... s.f.).

Mildiu polvoso *Oidium tingenianum*

Se presenta comúnmente en tallos y hojas tiernas, donde causa manchas de color blanco de apariencia polvosa. Las hojas afectadas son más angostas y retorcidas.

El combate se realiza mediante atomizaciones cada 15 días, con fungicidas a base de azufre, alternándolos con benomil (Manual para... s.f.).

Melanosis *Diaporthe citri*

Afecta frutos, hojas y ramas jóvenes. Se combate con fungicidas a base de cobre.

Mancha grasienta *Mycosphaerella horii*

Afecta el follaje. Las lesiones se inician cuando el follaje está tierno pero no se notan hasta que ha madurado. Son manchas de color amarillo que se tornan negro brillante a medida que avanza la enfermedad. Si el ataque es severo, se pueden hacer atomizaciones con productos a base de cobre o carbonatos (Manual para... s.f.).

Tristeza Virus de la tristeza

Es de reciente introducción en nuestro país por lo que todavía no se puede valorar su impacto económico.

La identificación de sus síntomas son de gran importancia, ya que la gran mayoría de plantaciones nacionales están sobre patrones de naranja agria, que es muy susceptible a esta enfermedad. Este virus ha causado grandes pérdidas en especies susceptibles en todo el mundo y en las áreas cítricas donde las plantas están injertadas sobre naranja agria millones de plantas han sido destruidas. Los árboles afectados cambian de color verde intenso del follaje por un verde claro y mate, que algunas veces va seguido de un amarillamiento general. Se produce

una defoliación y muerte progresiva de ramas. Los brotes son escasos y se producen principalmente en las ramas gruesas del interior del árbol. Los frutos son pequeños y maduran prematuramente.

El combate en las zonas poco afectadas incluye la cuarentena, la erradicación de plantas afectadas, combate de áfidos y el establecimiento de nuevas plantaciones sobre patrones tolerantes. En zonas fuertemente afectadas se deben usar patrones tolerantes, cuarentena, protección cruzada o preinmunidad (Manual para... s.f.).

Fumagina *Capnodium citri*

Se desarrolla sobre secreciones azucaradas producidas por insectos. Daña la calidad del fruto y disminuye la eficiencia de producción de la planta. Este hongo no ataca si se hace un buen combate de los insectos que propician el desarrollo de la enfermedad (escamas, áfidos y otros insectos chupadores) (Manual para... s.f.).

6.7. Cosecha

Ordúz *et al.* (2009), sostienen que, como cualquier fruta, los cítricos deben cosecharse con sumo cuidado para evitar golpes, heridas y otros daños que afectan la calidad y su conservación. No se debe subir a los árboles, ni coger las frutas con ganchos; para ello hay que disponer de una escalera. Se recomienda cortar la fruta a mano, preferiblemente cuando las frutas están secas del rocío o del agua de lluvia. En las naranjas y grapefruits se corta el pedúnculo con tijeras especiales haciendo una ligera torsión, de manera que el cáliz quede adherido. Las mandarinas, que tienden a rasgarse en la inserción del pedúnculo, deben cortarse con tijeras únicamente.

Conocer el estado óptimo de madurez para realizar la cosecha es definitivo y se deben contemplar varios aspectos: coloración, tamaño, contenido de jugo, de sólidos solubles (Brix), de ácidos y la relación sólidos solubles totales y ácidos totales. Para los limones, se considera que el índice principal para iniciar la cosecha es el contenido de jugo y no la coloración, pero también se utiliza el momento en que el color verde oscuro pasa a verde claro.

Las naranjas, de acuerdo a la variedad, presentan una coloración anaranjada, que las hará más atractivas cuanto más intensa sea. En lo que a contenido de jugo se refiere será mayor cuando el fruto está maduro ya que inmaduro es más difícil su extracción.

Cuando se trata de frutos para exportación o industrialización, el punto ideal de cosecha, puede determinarse a través de análisis del jugo, que indicará los sólidos solubles totales y los ácidos totales, si se tiene en consideración que el proceso de maduración también está acompañado paralelamente por una acumulación de sólidos solubles principalmente azúcares y una disminución de la acidez que se debe fundamentalmente al contenido de ácido cítrico.

La relación entre los sólidos solubles totales (grados Brix), específico para cada variedad, con los ácidos totales, constituye la norma de calidad para estas frutas. Al inicio de la madurez los sólidos solubles totales son bajos y la acidez es alta pero a medida que la fruta madura, el contenido de sólidos solubles aumenta por lo que la relación se hace menor (Orduz *et al.* 2009).

VI. APORTE TEÓRICO

6.1. El Injerto en naranja y mandarina

Según Sandoval (2011), el nombre dado al “injerto” tiene varios significados: se emplea para designar la porción del vegetal de la variedad con o sin yemas que se une al patrón. También se utiliza para dar nombre a la operación mediante la cual se efectúa dicha unión; así mismo, también se utiliza esa palabra para referirse a la brotación de las yemas de la porción vegetal que se unió al patrón. Al conjunto de la planta resultante se denomina “plantón”; a la planta sin injertar se suele llamar “borde” o “plantón borde”, y a la porción de vegetal a injertar, “yemas, semilla o labor” de la variedad.

Por su parte Pérez *et al.* (2002), afirman que el injerto es una técnica que consiste en juntar íntimamente partes de dos plantas en condiciones especiales para facilitar su unión y conseguir que se desarrollen como una sola. El resultado de esta operación es una planta de naturaleza mixta formada por dos partes genéticamente distintas cuyas características se mantienen siempre individualizadas. Sin embargo, se relacionan como en una especie de simbiosis artificial en la que los elementos unidos establecen una interacción que suele ser recíproca, de tal forma que el comportamiento normal de la planta puede verse modificado. Dicha relación se produce a través de la zona de unión formada por el callo cicatrizal generado por el cambium común, compuesto por haces vasculares más o menos rudimentarios por el que se realiza el intercambio de nutrientes (savia bruta y savia elaborada).

Medina *et al.* (2001), sostienen que las variedades mantienen las características de sus frutos, cualquiera que sea el patrón sobre el que vegeten pero la naturaleza de éste puede modificarlas algo en el aspecto cualitativo, análogamente a lo que ocurre con los factores del medio ambiente. Un patrón resistente al frío confiere al árbol su resistencia. Los árboles injertados sobre *P. Trifoliata* son más resistentes que sobre naranjo amargo, estos más que sobre naranjo dulce, y estos más que sobre lima y limonero. La influencia que ejerce el

patrón *Swingle citrumelo* sobre la variedad injertada se manifiesta incluso en el volumen de copa que suele ser mucho mayor que sobre otros trifoliados.

7.2. Objetivos del Injerto

Según Medina (1996), con la técnica del injerto se puede conseguir:

- Cultivar cualquier variedad con independencia de la naturaleza del suelo, escogiendo para ello el patrón que más se adapte a las características del mismo.
- Prevenir y controlar determinadas enfermedades, bien sea eligiendo un patrón resistente a la misma o buscando la resistencia o tolerancia a la enfermedad en la combinación patrón-injerto (como en el caso de la tristeza). En algunos casos de enfermedad declarada se puede, mediante el injerto, cambiar el patrón o la copa, según sea el caso.
- Obtener plantas de variedades productoras de frutos sin semillas, cuya reproducción por vía sexual resultaría imposible.
- Asegurar la transmisión de caracteres agronómicos y genéticos ya que las plantas que se obtienen al injertar son, en todos los aspectos, idénticas a las plantas madres de donde se tomaron los injertos, siempre que se elijan de forma cuidadosa y de ramas que hayan producido.

Las brotaciones vigorosas nacidas al centro o de la base del árbol (“chupón”), no suelen ser adecuadas para multiplicar ya que generalmente presentan caracteres juveniles como hojas más grandes, la mayoría de las veces acompañadas de pinchos muy desarrollados, lo cual puede retrasar la entrada en producción e incluso ser diferente por haber mutado.

Maldonado *et al.* (2001), afirman que las variaciones que pueden producirse en un árbol son de dos clases: las debidas al medio, que no se perpetúan por el injerto, y las originadas por variación de alguna yema (mutación). Estas modificaciones de carácter genético pueden reproducirse por injerto y

perpetuarlas, si tienen interés comercial. Por mutación se han obtenido la mayoría de las principales variedades cultivadas y por el injerto se han multiplicado.

Ordúz *et al.* (2009), indican los siguientes inconvenientes:

- Los principales inconvenientes del injerto son la menor longevidad de las plantas, y su menor resistencia a las enfermedades; siendo muy variable según sea la combinación patrón-injerto.
- La asociación patrón-injerto supone una variación en la nutrición y dificultad de circulación de la savia en la zona cicatrizal cuya influencia puede alterar la precocidad, calidad y cantidad de producción de la variedad injertada.

7.3. Afinidad e incompatibilidad

Según Durón (1999), para que el injerto tenga éxito se requiere que entre ambas plantas, patrón e injerto, existan ciertas coincidencias o afinidades, las cuales se pueden resumir en las siguientes:

- a) Similitud de elementos que componen los tejidos.- Los elementos histológicos de los tejidos del patrón habrán de ser similares; una gran diferencia entre ambos haría imposible la convivencia, esto sucede cuando el injerto se realiza con plantas de géneros o especies diferentes. Es de vital importancia la similitud en el número y calibre de los vasos conductores de savia para conseguir una perfecta unión.
- b) Coincidencia de períodos vegetativos.- Los períodos de actividad y reposo vegetativo del patrón y del injerto deberán ser lo más coincidentes posibles, no obstante es posible injertar plantas de hoja perenne sobre patrón de hoja caduca (injertos de naranjo, mandarino, etc., sobre “*Poncirus trifoliata*”).
- c) De vigor similar.- El vigor del patrón y del injerto debe ser similar; pero, en caso de haber diferencia, es preferible que el injerto sea más vigoroso que el patrón.

Entre las distintas variedades comerciales de agrios existe la suficiente afinidad para conseguir que se desarrolle el injerto entre ellas con normalidad, naturalmente dicho desarrollo puede ser variable de unas combinaciones a otras y, con resultados diversos.

Collado (s.f.) sostiene que la reacción más notable que se observa en los agrios entre patrón e injerto es el grado de desarrollo relativo que tiene lugar en el tronco y precisamente en la zona de unión. Unas veces el patrón se desarrolla más que el injerto y otras es el injerto el que alcanza un desarrollo superior al del patrón. En la mayoría de los casos estas diferencias en grosor no tienen mucha importancia.

Si el desarrollo es similar en el patrón y en el injerto, como ocurre cuando se injerta naranjo dulce sobre naranjo dulce franco y naranjo dulce o mandarinos sobre Mandarino Cleopatra, el rodete cicatrizal es poco perceptible y de naturaleza suave, aspectos que demuestran un equilibrio perfecto de las funciones fisiológicas entre ambas partes, consecuencia de una fusión normal de los tejidos en la zona de unión.

Otras veces el crecimiento del patrón es menor que el injerto, como le ocurre al limonero, especialmente a la variedad Verna y al mandarino Satsuma injertados sobre el patrón naranjo amargo. En estos casos se forma una especie de bolsa o bola por encima de la zona de unión que se conoce con el nombre de “miriñaque”.

Se explica este engrosamiento exagerado, o hipertrofia del rodete cicatrizal, por la oposición que la unión de tejidos presenta al paso de las sustancias alimenticias, especialmente a los hidratos de carbono; éstas, al acumularse en la zona de injerto, incrementan el desarrollo del rodete de la zona de unión.

El mismo autor (Collado s.f.), afirma que en el caso inverso, o sea, el de mayor desarrollo del patrón que del injerto, como ocurre con los patrones trifoliados “*P. Trifoliata*, *Citrumelo*, *C. Troyer* y *C. Carrizo*”, al ser patrones de menor actividad que el del injerto, éste fuerza a aquellos a un desarrollo anormal.

Parece ser que al no existir un periodo de absoluto reposo vegetativo en la variedad injertada, hace que los patrones trifoliados reciban una alimentación adicional durante el invierno que les fuerza a desarrollarse más de lo normal engrosando de forma considerable, ofreciendo el aspecto como de “cuello de botella” en la zona de unión.

7.4. Época de Injerto

Pérez *et al.* (2002) señalan que, los agrios no crecen y se desarrollan de un modo continuo, sino que presentan un periodo anual de crecimiento y otro de inactividad vegetativa, ligados ambos al ciclo anual de cambios climatológicos.

El periodo de latencia o inactividad vegetativa es un mecanismo de defensa de la planta que asegura su supervivencia al detener el desarrollo vegetativo cuando se aproximan circunstancias climáticas desfavorables, actividad que no se reanuda hasta que se han restablecido las condiciones de medio ambiente adecuadas para un desarrollo normal. La actividad y el desarrollo de la parte aérea de los agrios no tienen lugar de un modo continuo durante todo el período vegetativo de los mismos.

La aparición y desarrollo de nuevos brotes se produce en ciclos definidos denominados brotaciones. El número de brotaciones anuales, en huertos bien cultivados de nuestro país, suelen ser tres; la primera brotación, que es la más importante, por ser la de mayor volumen y la que nunca falla, tiene lugar a finales de invierno o principios de primavera, cuando los árboles abandonan el estado de latencia para iniciar el periodo de actividad vegetativa; la segunda brotación se realiza a principios de verano siendo, en cierto modo, similar y complementaria de la primera, y la última en otoño, que se produce como final del periodo de actividad vegetativa, pasando inmediatamente a la entrada de inactividad invernal.

Pérez *et al.* (2003), sostienen que, tomando como base los periodos de actividad vegetativa expresados y la experiencia del injertador, se puede establecer que, en nuestras condiciones climáticas, el injerto de plantones se realiza principalmente en forma de escudete a ojo velando, cuando la savia es

suficientemente abundante para operar, es decir, desde el mes de abril en regiones cálidas y costeras, hasta mayo o junio cuando la primavera es más tardía. Puede producirse una variación importante de un año a otro en la fecha del comienzo del injerto; por ello, cuando se aprecie que el plantón pueda estar con suficiente flujo de savia, debe hacerse una prueba para comprobar si la corteza desprende sin dificultad.

Es esencial que el patrón esté en plena savia para toda clase de injertos; sin darse esta condición, sería absolutamente inútil pretender operar sobre patrones cuya corteza no se desprende con facilidad ya que además de la dificultad de la operación, el resultado sería un prendimiento dudoso. Sin embargo, hay que tener en cuenta que una injertada tardía, con demasiada afluencia de savia, puede ser negativa, produciéndose los mismos efectos que el riego a destiempo, como anteriormente se ha indicado.

De acuerdo a Sandoval (2011), otra modalidad es el injerto “a ojo durmiendo”, que se suele realizar a finales del verano principios de otoño, aprovechando el flujo de savia de dicha brotación, con el propósito de que la yema no se desarrolle hasta la primavera siguiente. Cuestión que resulta difícil de conseguir ya que el acierto del momento adecuado para este trabajo de final de estación depende de la climatología posterior al injerto, pues si se opera demasiado pronto la yema se desarrolla enseguida, corriendo el riesgo de que sea dañada en invierno; si se opera demasiado tarde, la savia será insuficiente y el prendimiento errático. Se suele injertar a finales de agosto y septiembre, según el lugar y la climatología local.

El injerto de plantones, se realiza en el terreno definitivo al año siguiente de haber realizado la plantación. Es aconsejable injertar tan pronto como el plantón entre en savia ya que el desarrollo de las yemas del injerto es mayor, además, es más fácil, en esos momentos, obtener de los viveristas varetas cuyas yemas aún no han brotado.

7.5. Tipo de Injerto a emplear

T invertida: Se realiza para la colocación de injertos con forma de escudete. Su ejecución es rápida ya que se hace una incisión sobre una parte lisa del patrón, a 25 ó 30 cm de altura, con dos cortes de la navaja de injertar, uno horizontal y otro vertical, resultando una entalladura en forma de T o T invertida, en caso de colocar el escudete con el vértice hacia arriba y la yema en el mismo sentido. Estas formas también son utilizadas cuando se realiza el injerto puente (Collado s.f.).



Figuras: a) Extracción del escudete, b) Reverso del escudete y c) Incisión en "T invertida" en el patrón

Rafia artificial: Es un material procedente de plásticos reciclados con mezclas de resinas que le confieren características similares a la fibra resistente y flexible que se obtiene de una especie de palmáceas del Género *Rafia*. A causa de esa apariencia recibe su nombre. Se fabrica en varios colores, es opaco a la luz, hecho que tiene mucha importancia ante la necesidad de tapar yemas en el atado de los injertos, no tiene elasticidad, otra característica que impide ser utilizada en el atado de los injertos en plantones y ramos jóvenes, pues esta queda incrustada en la corteza por el rápido crecimiento en grosor de sus tallos, estrangulando al injerto de tal modo que la mayoría se pierden. Se presenta al

mercado en rollos de tiras de unos tres cm. de ancho. Se emplea mucho en reinjertos sobre ramas adultas y en el entutorado de las brotaciones (Collado s.f.).



Figuras d) Postura con injerto en T invertida y e) Injerto envuelto con rafia

7.6. Pie de Injerto

Según Maldonado (2001), las plantas cítricas son propagadas sobre un pie o portainjerto y no a través de semillas como otras plantas, ya se trate de explotaciones comerciales o con otros fines (ornamentales o para uso familiar). Consecuentemente en la mayoría de las plantaciones cítricas del mundo, la planta está constituida por dos partes: la copa y el pie.

A este conjunto se lo denomina combinación cítrica. Especial consideración debe ponerse en la congeniabilidad de una combinación. Es decir, en la mayor o menor afinidad entre la yema que formará la copa y el portainjerto donde es injertada. Una manera sencilla de determinar el grado de compatibilidad es comparando el grosor del diámetro del pie y del tronco de la copa. Una combinación compatible debe reunir diámetros semejantes.

A medida que la compatibilidad es menor, la diferencia de diámetro en el pie e injerto son mayores. El trifolío generalmente desarrolla más el diámetro del pie que el del injerto, sin por ello perjudicar las funciones vitales de la combinación. Sin embargo hay combinaciones que pueden causar el declinamiento tanto del pie

como del injerto por una mala unión entre ambos. Muchas veces es imposible determinarlas por simple observación, ya que la zona de unión presenta una apariencia normal. El limonero Eureka, cuando está injertado sobre trifolio puede crecer aparentemente normal por varios años, pero finalmente declina por un problema de incompatibilidad. Las incompatibilidades verdaderas (genéticas) son raras y no deben ser confundidas con síntomas de enfermedades.

7.7. Mandarino cleopatra (*Citrus reshni*)

Medina (1996), afirma que la mayoría de las variedades comerciales injertadas sobre Cleopatra son plantas medianamente vigorosas, grandes pero muy poco precoces en la producción de fruta. Comparado con otro portainjerto, sobrevive mejor condiciones de suelos más pesados y arcillosos dando mayor producción. También tiene más tolerancia a suelos salinos. Produce fruta de alta calidad interna y externa, pero generalmente de tamaño chico. Es tolerante a enfermedades como tristeza, psorosis, exocortis y cachexia.

Este portainjerto es usado en la zona del NOA, donde tiene buen comportamiento. En la zona del río Uruguay no se lo usa comercialmente. Se han observado dificultades en el crecimiento en almácigo y viveros y poca precocidad en variedades de naranjas y mandarinas injertadas en este pie.

VII. CONCLUSIONES

La recopilación, sistematización y análisis de la bibliografía especializada y los resultados de investigación de campo, permiten efectuar las siguientes conclusiones:

- Mediante el injerto es posible: prevenir y controlar determinadas enfermedades, bien sea eligiendo un patrón resistente a la misma o buscando la resistencia o tolerancia a la enfermedad en la combinación patrón-injerto; obtener plantas de variedades productoras de frutos sin semillas, cuya reproducción por vía sexual resultaría imposible, y asegurar la transmisión de caracteres agronómicos y genéticos ya que las plantas que se obtienen al injertar son, en todos los aspectos, idénticas a las plantas madres de donde se tomaron los injertos, siempre que se elijan de forma cuidadosa y de ramas que hayan producido.
- Se debe tener la seguridad de que los porta-injertos elegidos se hayan originado de semillas provenientes de plantas semilleras que respondan fielmente a la especie usada. Las plantas semilleras deben tener buen desarrollo, con fidelidad varietal y buena sanidad. Una falla en cualquiera de estos tres factores repercute en la calidad del pie.
- Debe hacerse además una estricta selección al extraer los porta-injertos del almácigo, descartando las plántulas de gran desarrollo, los más pequeños y los que presenten el cuello de la raíz torcido en forma de “s” o de cuello de cisne.
- Los tipos de injerto adecuado para las especies naranja y mandarina en las condiciones agroecológicas del municipio de Puerto Rico es el “T” que consiste en la obtención del escudete de plantas con buenas características fenotípicas y su inserción en porta-injertos de mandarina cleopatra.

VIII. RECOMENDACIONES

La información obtenida a través de la literatura consultada respecto al tema, permite efectuar las siguientes recomendaciones:

- Considerando que en el municipio de Puerto Rico, así como en el resto del departamento, los cítricos y particularmente la naranja y mandarina son especies con que cuentan los moradores del área rural, sin embargo el cultivo y producción se lo practica de forma tradicional, obteniéndose baja productividad, y que la producción de material vegetal es producido por algunas personas en base solamente a experiencias, se recomienda la utilización de la técnica de “T invertida” para el injerto sobre pie de mandarina cleopatra.
- Desarrollar investigaciones experimentales comparando diferentes métodos de injerto en las diferentes especies de cítricos que se producen en el municipio de Puerto Rico y en general en el departamento Pando.
- De forma paralela, emplear diferentes especies de porta-injertos de especies existentes en la región, evaluando su adaptabilidad y principalmente en la prevención de enfermedades como la gomosis, roña y maya, antracnosis, etc.
- Desarrollar talleres de capacitación en técnicas de injerto y particularmente en cítricos de las especies naranja y mandarina a pequeños agricultores y productores de la región que cuentan plantaciones de cítricos.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Andrade M. 2005. Proyecto de pre-factibilidad para Exportar limón Tahití al mercado de los Estados Unidos de Norteamérica. Quito Ecuador.

Collado J. M. s.f. Cítricos. *El injerto de Cítricos en Campo*. Estación Experimental Agraria Vilareal. Valencia. España.

Durón, L. J. 1999. *Establecimiento de huertas*. En: Cítricos para el noroeste de México.. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. SAGAR. Hermosillo, Sonora. México. pp. 21-56.

Joublan J. P. y Cordero N. 2002. Comportamiento de algunos cítricos sobre diferentes portainjertos en su tercera temporada de crecimiento, Quillón, VIII Región, Chile.

Maldonado, T. R.; Etchevers-Barra, J. D.; Alcántar; G.; Rodríguez, J. y Colinas, M. T. 2001. *Estado nutrimental del limón mexicano en suelos calcimórficos*. Terra 19:163-174.

Manual para productores de Naranja y Mandarina (s.f.). Capítulo V. Planteamiento de un cultivo de cítricos.

Medina, V. M. 1996. *Comportamiento de portainjertos de limón mexicano en Colima*. Folleto técnico Núm. 3. Campo Experimental Tecomán. INIFAP. Colima, Col., México. 36 pp.

Medina, V. M.; Robles, M. M.; Becerra, S.; Orozco, J.; Orozco, M. y Garza, J. G. 2001. *El cultivo del limón mexicano*. Libro Técnico Núm. 1. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Tecomán, Colima. México. 188 pp.

- Orduz, J.O; Monroy, H; Fischer G; Herrera A. 2009. *Crecimiento y desarrollo del fruto de mandarina (Citrus reticulata) 'Arrayana' en condiciones del piedemonte del Meta, Colombia.*
- Pérez Z., O.; Medina, V. M. y Becerra, S. 2002. *Crecimiento y rendimiento de naranja "Valencia" injertada en 16 portainjertos de cítricos establecidos en suelo calcimórfico y calidad de jugo.* Agrocencia 36:137-148.
- Pérez Z., O.; Becerra, S. y Medina, V. M. 2003. *Selección de portainjertos para naranja "Valencia" en suelos calcimórficos.* Terra 21:47-55.
- Sandoval, J A. 2011. *Paquete Tecnológico Cítricos.* Producción de planta certificada en vivero. Programa estratégico para el desarrollo Rural Sustentable de la Región Sur – Sureste de México.
- Valderrama, M. E; Caselles, A. A; Torres R. y Salazar, R. 2007. *Influencia de 46 porta-injertos para cítricos en la precocidad o retardo de maduración de la naranja valencia (Citrus sinensis (L). Palmira. Colombia.*