

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**CARACTERIZACIÓN DEL DESARROLLO VEGETATIVO DE VARETAS DE LIMA
PERSA (*Citrus x latifolia*) VARIEDAD BEARSS, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS
REALIZADOS EN EL VIVERO MULTIPLICADOR DE YEMAS SANAS DE CÍTRICOS,
MAGA KM 22 CARRETERA AL PACÍFICO, GUATEMALA, C.A.**

ASTRID FABIOLA FUENTES ALFARO

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**CARACTERIZACIÓN DEL DESARROLLO VEGETATIVO DE VARETAS DE LIMA
PERSA (*Citrus x latifolia*) VARIEDAD BEARSS, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS
REALIZADOS EN EL VIVERO MULTIPLICADOR DE YEMAS SANAS DE CÍTRICOS,
MAGA KM 22 CARRETERA AL PACÍFICO, GUATEMALA, C.A.**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

ASTRID FABIOLA FUENTES ALFARO

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Ing. M Sc. Murphy Olympo Paiz Recinos

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL I	Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona
VOCAL II	Dra., Gricelda Lily Gutiérrez Álvarez
VOCAL III	Ing. Agr. M.A. Jorge Mario Cabrera Madrid
VOCAL IV	P. Agr. Marlon Estuardo González Álvarez
VOCAL V	Br. Sergio Wladimir González Paz
SECRETARIO	Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria

GUATEMALA, SEPTIEMBRE 2020

Guatemala, septiembre de 2020

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el **trabajo de graduación titulado: “CARACTERIZACIÓN DEL DESARROLLO VEGETATIVO DE VARETAS DE LIMA PERSA (*Citrus x latifolia*) VARIEDAD BEARSS, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL VIVERO MULTIPLICADOR DE YEMAS SANAS DE CÍTRICOS, MAGA KM 22 CARRETERA AL PACÍFICO, GUATEMALA, C.A.”** como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

ASTRID FABIOLA FUENTES ALFARO

ACTO QUE DEDICO

A:

Dios

Por darme la oportunidad de vivir esta experiencia, por guiarme, bendecirme y sobre todo por no dejarme sola, en ningún momento.

Mi madre

Gladys Adelina Fuentes Alfaro, la mejor madre, padre, amiga y confidente, gracias por todo tu apoyo incondicional y creer en mí, a pesar de que el camino fue largo, grandes noches de desvelo, pero solamente tú estuviste para mí.

Gracias por todos los sacrificios que hiciste para que el día de hoy llegue el momento de ser una profesional, nunca tendré lo suficiente para devolverte todo lo que has hecho por mí, sé que no he sido la mejor hija, pero si te aseguro, que Dios si me dio a una madre llena de luz para luchar y ser mi ejemplo de constancia.

Gracias por cada abrazo, beso, regaño y consejo cuando más lo necesite, para que hoy te pudiera decir GRACIAS, GRACIAS, MUCHAS GRACIAS MADRE, Porque hoy el logro no es solo mío sino es de las dos, porque juntas llegamos a este día, TE AMO TANTO.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

Dios

Por la vida y por acompañarme en este camino.

Mi madre

Gladys Adelina Fuentes Alfaro por su ejemplo de lucha constante y apoyarme en todo momento de la vida.

Mis tíos

Guadalupe Fuentes, Greis Fuentes, Maritza Sánchez, Marisol Fuentes, Lucrecia Fuentes QPD, Lester Fuentes, Byron Fuentes, José Luis Fuentes y Arturo Cruz por acompañarme en este camino.

Mis Primos

Gabriela, Karen, José Cruz Fuentes, Yenifer, Daniela Morales Fuentes, Carol Aguirre, Vivian Hernández Sánchez, Estefany, Josué, Silas Roldan Fuentes, Nelson, Zulma Alvarado Fuentes, Marcos, Katherinne Fuentes González, Marleny, Lisbeth, Pamela Fuentes Ramos, Luis Fernando, Freddy, Luis Waldemar, Wilmer Fuentes por todos sus consejos, alegrías y palabras de apoyo.

Mis Sobrinos

Krisdary Nicole Castro, Mia Alejandra Parada, Fredy Emanuel, Josué Ismael Padilla, Néstor Morales, Abigail, Axel Roldan y Lucrecia Alvarado por las alegrías y bendición de decirme tía.

Mi mejor amiga

Alejandra Castillo por su apoyo, sus consejos, y sobre todo por sentirse orgullosa de mí, gracias por estas siempre a mi lado por durante 9 años de amistad, la amo

Mis compañeros

Walter Manolo, Ana Vicky, Nury, Malu, Harley, Eddyn, Allan, Juan Carlos, Pit, Yesenia, Jennifer Gutiérrez, Yohana, Yvonne, Amalia.

AGRADECIMIENTOS

A:

Mi casa de Estudio

Universidad de San Carlos de Guatemala, especialmente a la Facultad de Agronomía por formarme bríndame las herramientas necesarias para ser una profesional exitosa

Mi supervisor

Ing. Agr. Marino Barrientos por todo su apoyo, paciencia, dedicación en todo este proceso de formación.

Mis asesores

Ing. Agr. Pablo Vásquez e Ing. Agr. Edgar Franco, por su orientación, paciencia, dedicación, tiempo, aprecio, apoyo y sobre todo aceptar el reto de asesorarme en este proceso de investigación.

Coordinador del Programa Nacional de los Cítricos -PRONAFICIT- Dirección de Sanidad Vegetal, VISAR - MAGA

Aníbal Pérez Segura, por darme la oportunidad de realizar el Ejercicio Profesional Supervisado -EPS-

A mis compañeros del VISAR-MAGA

Ing. Agr. Guillermo Ortiz Ing. Agr. Gerson Coy, Ing. Agr. Erick Martínez, Ing. Agr. Luis Menéndez, Ing. Agr. Miguel Ángel, Ing. Agr. Hernán Hernández, Lic. Biólogo Andrés Avalos, Lic. Erwin López, Lic. Biólogo Luisa Valdéz, Ing. Agr. Rolando Barahona, por su apoyo y amistad.

ÍNDICE GENERAL

TÍTULO	PÁGINA
CAPÍTULO I.....	1
DIAGNÓSTICO DEL PROGRAMA NACIONAL FITOSANITARIO DE CÍTRICOS DE LA DIRECCIÓN DE SANIDAD VEGETAL DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN -MAGA-, KM 22 CARRETERA AL PACIFICO.....	1
1.1. PRESENTACIÓN	3
1.2. OBJETIVOS.....	5
1.2.1. Objetivo general.....	5
1.2.2. Objetivos específicos.....	5
1.3. METODOLOGÍA	6
1.3.1. Fase de gabinete	6
1.3.2. Fase de campo	6
1.3.3. Análisis de la información.....	6
1.4. RESULTADO	7
1.4.1. Funciones del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación	7
1.4.2. Viceministerios del MAGA	7
1.4.3. Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones -VISAR-.....	7
1.4.5. Programa Nacional Fitosanitario de Cítricos	9
1.4.6. Entrevista con el coordinador del vivero multiplicador de yemas	11
1.4.7. Organigrama del vivero multiplicador de yemas	11
1.4.8. Área de trabajo del vivero multiplicador de yemas	12
1.4.9. Análisis de la problemática	14
1.5. CONCLUSIONES	18
1.6. BIBLIOGRAFÍAS	19

CAPITULO II.....	20
CARACTERIZACIÓN DEL DESARROLLO VEGETATIVO DE VARETAS DE LIMA PERSA (<i>Citrus x latifolia</i>) VARIEDAD BEARSS, EN EL VIVERO MULTIPLICADOR DE YEMAS SANAS DE CÍTRICOS, MAGA KM 22 CARRETERA AL PACÍFICO, GUATEMALA, C.A.....	20
2.1. PRESENTACIÓN	21
2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	23
2.2.1. Marco teórico.....	23
2.3. Marco referencial.....	39
2.4. OBJETIVOS	41
2.4.1. Objetivo general	41
2.4.2. Objetivos específicos	41
2.5. METODOLOGÍA.....	42
2.5.1. Periodo de observación.....	42
2.5.2. Inducción de varetas formadoras de copa y datos obtenidos	42
2.5.3. Observación del proceso de formación de varetas	45
2.5.4. Registro y análisis de datos.....	47
2.5.5. Manejo agronómico.....	47
2.6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	49
2.6.1. Categorización de brotes	49
2.6.2. Características de cosecha de varetas	51
2.7. Documento ilustrativo de yemas de cítricos bajo condiciones controladas	59
2.8. CONCLUSIONES.....	78
2.9. RECOMENDACIONES	79
2.10. BIBLIOGRAFÍAS	80

PÁGINA

CAPITULO III.....	83
SERVICIOS REALIZADOS EN EL VIVERO MULTIPLICADOR DE YEMAS PERTENECIENTE AL PROGRAMA NACIONAL FITOSANITARIO DE CÍTRICOS - PRONAFICIT- DE LA DIRECCIÓN DE SANIDAD VEGETAL DEL MINISTERIOS DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN -MAGA-.....	83
3.1. Servicio 1: AMPLIACIÓN DEL ÁREA DE LIMA PERSA VARIEDAD BEARSS DENTRO DEL VIVERO MULTIPLICADOR DE YEMAS.....	84
3.1.1. PRESENTACIÓN	84
3.1.2. OBJETIVOS.....	85
3.1.3. METODOLOGÍA.....	86
3.1.2. MATERIALES.....	87
3.1.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	88
3.2 Servicio 2: SIEMBRA DE PILONES UTILIZADOS COMO PATRÓN PARA INJERTAR NUEVAS VARIEDADES DE CITRICOS.	93
3.2.1. PRESENTACIÓN	93
3.2.2. OBJETIVO	94
3.2.3. METODOLOGÍA.....	95
3.2.4. MATERIAL Y EQUIPO	97
3.2.5. RESULTADOS	97
3.2.6. CONCLUSIONES	99
3.2.7. RECOMENDACIONES.....	100

3.3 Servicio 3: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN GERMINADOR DE
SEMILLAS SANAS UTILIZADAS COMO PATRONES PARA LA INJERTACIÓN
DE YEMAS LIBRES DE HLB.101

3.3.1. PRESENTACIÓN101

3.3.2. OBJETIVOS102

3.3.3. MATERIALES.....103

3.3.4. METODOLOGÍA.....103

3.3.6. RESULTADOS107

3.3.7. CONCLUSIONES.....112

3.3.8. RECOMENDACIONES113

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Organigrama del Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones -VISAR-.....	8
Figura 2. Sistema de producción de plantas sanas.....	9
Figura 3. Estructura organizacional del vivero multiplicador de yemas, del PRONAFICIT.....	12
Figura 4. Área de trabajo en el vivero multiplicador de yemas, perteneciente al PRONAFICIT.....	13
Figura 5. Citricultores de Guatemala con plantas sanas de lima persa, del vivero multiplicador de yemas.....	23
Figura 6. Varetas con yemas aptas para injertar.....	31
Figura 7. Hoja de cítricos con deficiencias nutricionales que es confundida con la enfermedad HLB A: magnesio, B: zinc, C: hierro, D: manganeso, E y F: síntomas de HLB.....	34
Figura 8. Diaphorina citri en estado adulto principal vector de Candidatus liberibacter.....	36
Figura 9. Esquema de producción de yemas y su distribución.....	37
Figura 10. Ubicación geográfica del vivero multiplicador de yemas kilómetro 22, Bárcenas, Villa Nueva.	40
Figura 11. Plantas antes de la poda. B: Plantas después de la poda	43
Figura 12. Plantas seleccionadas para su observación A: Planta con identificación B: Aspecto general de una planta seleccionada.....	43
Figura 13. Emergencia de brote a los ocho días después de la poda (A), brote a los quince días después de la poda (B)	44
Figura 14. Mediciones realizadas A: medición de diámetros, B: medición de longitud.....	44
Figura 15. Tabla cromática utilizada para el registro de coloración de varetas. A: Paleta web B: Tabla cromática utilizada para comparación de coloración de los brotes y varetas.	45
Figura 16. Corte de varetas.....	46

Figura 17. Competencia de brotes (A) y aspecto de la planta después de la eliminación de brotes (B).	47
Figura 18. Proceso de crecimiento y desarrollo de un brote formador de vareta desde su brotación hasta el punto crítico, que se manifiesta por la brotación de la yema apical (el círculo rojo).....	49
Figura 19. Temperatura y humedad relativa del vivero multiplicador de yemas del proyecto PRONAFICIT.....	50
Figura 20. Número de varetas por planta producidas para la formación de copa y para ser utilizadas en injertación.....	51
Figura 21. Longitud promedio de varetas, a las seis semanas después de la poda de renovación.	52
Figura 22. Longitud y diámetro de vareta productora de yemas en condiciones para su distribución A: longitud de 43.20 cm. B: diámetro inicial 6 mm. C: diámetro medio 5 mm. D: diámetro final 4mm	53
Figura 23. Promedio de yemas por vareta para la formación de copa y de yemas para la formación de varetas con fines de distribución e injertación.	54
Figura 24. Vareta en condiciones de corte para ser distribuida. A: eliminación de la parte basal y apical de una vareta. B: cantidad de yemas por vareta. ...	55
Figura 25. Tres etapas del desarrollo de la A: brote a los quince días después de la poda. B: vareta con longitud de 11 cm a 24 cm y C: vareta en condiciones para ser utilizada para injertación.	57
Figura 26. Características de una yema en condiciones para ser injertada. Apariencia de las espinas y yemas desde su presencia hasta su corte. A: espina y yema con coloración y consistencia suave. B: se empiezan a mostrar un tono de marrón tierno en el ápice de ambas. C: espina con mayor protuberancia.	58
Figura 27. Toma de datos de intensidad lumínica, temperatura y humedad relativa de cada sector del vivero multiplicador de yemas.....	86
Figura 28. Proceso de trasplante de plantas recién injertadas con un patrón de dos años de edad.	87

PÁGINA

Figura 29. Sector 4 del vivero multiplicador de yemas, antes de la instalación de nuevas plantas de lima persa variedad Bearss.	89
Figura 30. Instalación de nuevo sector de lima persa variedad Bearss. A: Sector 4 (nuevo sector). B: Sector 6 (antiguo sector de Bearss).	90
Figura 31. Elaboración de sustrato para la siembra de pilones de patrón variedad Carrizo.	95
Figura 32. Llenado de bolsas a utilizar para patrones variedad Carrizo.	95
Figura 33. Proceso de siembra de patrones variedad Carrizo.	96
Figura 34. Siembra de 500 plántulas de patrón variedad Carrizo.	97
Figura 35. Mediciones del área para la construcción del germinador.	103
Figura 36. Diagrama de Gantt para la construcción del germinador, en el vivero multiplicador de yemas.	104
Figura 37. Medición para fundir bases del germinador.	105
Figura 38. Levantamiento de techo cilíndrico galvanizado para la construcción del germinador.	105
Figura 39. Cubierta de casa malla con malla anti áfidos y plástico.	106
Figura 40. Vista planta del germinador de plántulas de cítricos.	108
Figura 41. Plano de construcción de germinador de plántulas de patrones, certificados	110
Figura 42. Casa malla del vivero multiplicador de yema PRONAFICIT	111

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1. Cantidad de plantas por sector del vivero multiplicador de yemas del PRONAFICIT	13
Cuadro 2. FODA del Programa Nacional Fitosanitario de Cítricos.	14
Cuadro 3. Matriz de priorización de problemas del vivero multiplicador de yemas.....	16
Cuadro 4. Plagas y enfermedades de importancia para los cítricos.	32
Cuadro 5. Enfermedades reguladas y de importancia cuarentenaria para cítricos.....	38
Cuadro 6. Diámetro promedio de varetas formadoras de copa y varetas productoras de yemas por planta después de seis semanas de inducido el brote que las forma.	53
Cuadro 7. Coloración, longitud, consistencia de la vareta y forma de la yema mostrada desde la brotación hasta el corte.	56
Cuadro 8. Factores que influyen en el desarrollo vegetativo de los cítricos, en el vivero multiplicador de yemas.....	88
Cuadro 9. Área por sector del vivero multiplicador de yemas.	90
Cuadro 10. Programa de manejo agronómico para el mantenimiento de plántulas de patrón Carrizo.	98
Cuadro 11. Datos de generales del germinador, bandejas y bancales.....	107

CARACTERIZACIÓN DEL DESARROLLO VEGETATIVO DE VARETAS DE LIMA PERSA (*Citrus x latifolia*) VARIEDAD BEARSS, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL VIVERO MULTIPLICADOR DE YEMAS SANAS DE CÍTRICOS, MAGA KM 22 CARRETERA AL PACÍFICO, GUATEMALA, C.A.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación integra los informes del diagnósticos, Investigación y servicios que se realizaron en el Vivero Multiplicador de Yemas Sanas de Cítricos, el cual pertenece al Programa Nacional Fitosanitario de Cítricos -PRONAFICIT-, de la Dirección de Sanidad Vegetal, Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones -VISAR- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-.

El vivero multiplicador de yemas de cítricos produce yemas sanas, las cuales están libres de las enfermedades reguladas fitosanitariamente como: Huangloingbing -HLB-, Clorosis variegada de los cítricos, Leprosis, Exocortis, Psorosis, Cachexia, Cancrosis, Tristeza de los cítricos y de otras enfermedades transmitidas por material vegetativo e insectos vectores que afectan la producción de cítricos.

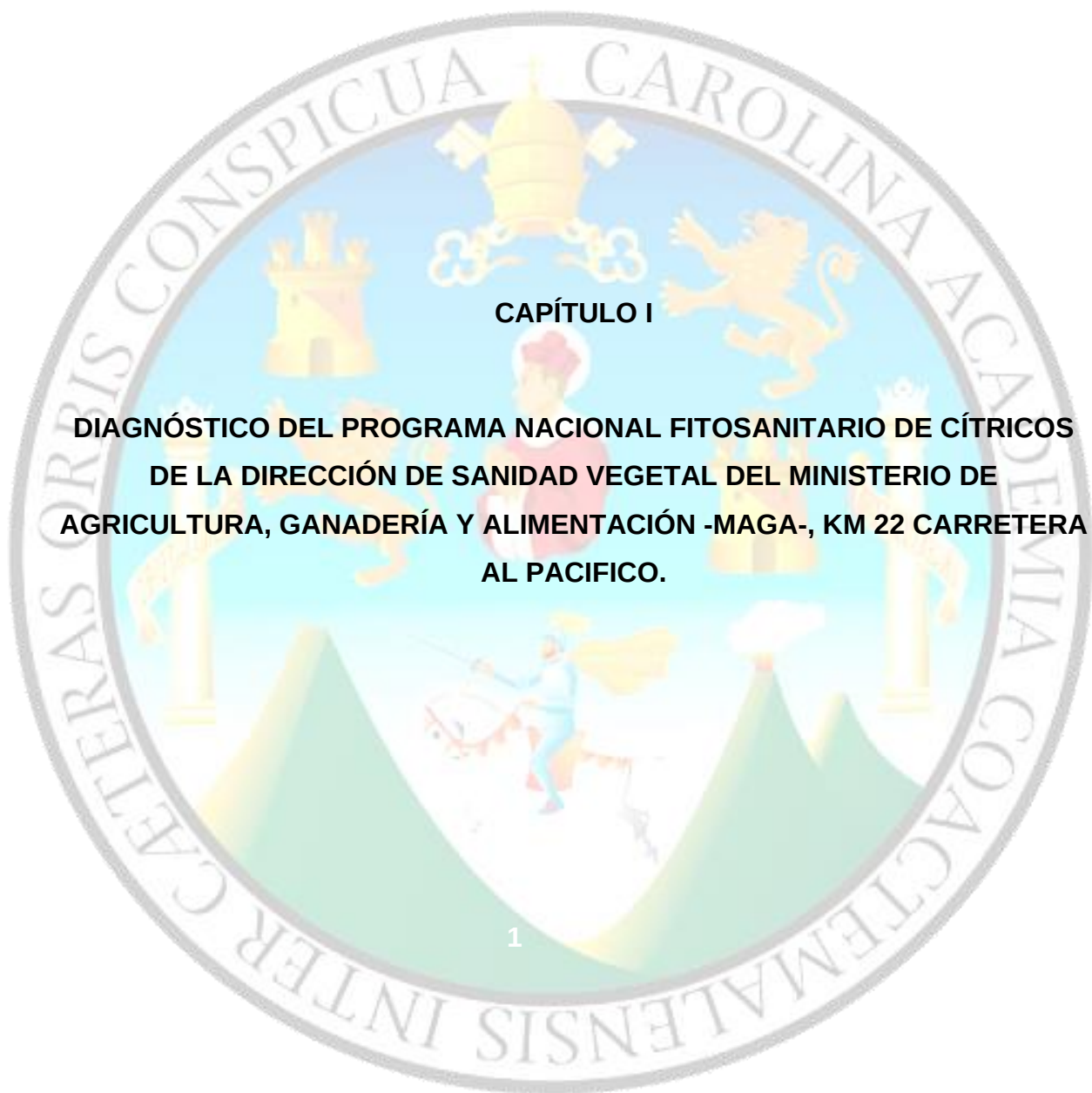
El vivero cuenta con un área de 1800m², dividido en ocho sectores, con una producción de 14 variedades entre ellas limas persas, limones, naranja, mandarinas y actualmente toronjas.

Dentro de las actividades realizadas en el vivero multiplicador de yema, se encuentra la realización de un diagnóstico, el cual permitió tener información sobre el actual funcionamiento tanto en características como en principales problemas que limitan el desarrollo continuo del Programa Nacional Fitosanitario de los Cítricos, como resultado del diagnóstico de investigaciones se ve limitada por falta de recursos y a su vez la falta de divulgación con relación a la existencia del programa que restringe a viveristas a involucrarse y verse beneficiados con yemas certificadas.

El aprovechamiento de material vegetativo en el vivero es una de las actividades con mayor importancia debido a la distribución constante de varetas, ya que se realizan podas para las ramas con potenciales de varetas para ser injertadas en la porta injertos de casas malla a nivel nacional. Por esta razón se realizó una investigación del cultivo de lima persa (*Citrus x latifolia*) variedad Bearss, que permitió conocer el tiempo de formación de vareta listas para ser entregadas e injertadas a viveristas que cuentan con condiciones herméticas (casas malla) y así mismo que han realizado el proceso de visitas de campo, toma de muestras, análisis de laboratorio y análisis para la certificación fitosanitaria para producir planta sana libre de enfermedades.

De acuerdo al desarrollo del estudio realizado y los resultados obtenidos se concluyó que la producción de varetas (yemas), de cítricos en condiciones controladas y bajo protección de un invernadero, tienen un periodo de formación de seis semanas, (abril a junio del año 2019), en la producción de varetas de una planta de tres años de edad, se obtienen de 18 a 20 yemas por vareta, con una longitud promedio de 44 centímetros y de color característico verde oscuro que corresponde al código #003300 de la tabla cromática, estas características forman parte del material vegetativo que se encuentra en condiciones de propagación.

En el desarrollo del diagnóstico e investigación de las varetas se identificaron debilidades y amenazas encontradas por medio de la metodología FODA y con una matriz de priorización se realizó la elaboración de servicios que identifican la producción de plántulas de patrones de cítricos variedad carrizo, el aprovechamiento e individualización de áreas para generar, ampliar y albergar mayor cantidad de plantas, esto hace que el Programa Nacional Fitosanitario de los Cítricos se fortalezca tanto en demanda como en la erradicación de producciones de plantas enfermas en el país.



CAPÍTULO I

**DIAGNÓSTICO DEL PROGRAMA NACIONAL FITOSANITARIO DE CÍTRICOS
DE LA DIRECCIÓN DE SANIDAD VEGETAL DEL MINISTERIO DE
AGRICULTURA, GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN -MAGA-, KM 22 CARRETERA
AL PACIFICO.**

1.1. PRESENTACIÓN

El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), es una institución del estado, el cual fomenta el desarrollo rural e integral a través de transformaciones del sector agropecuario, forestal e hidrológico, este a su vez desarrolla capacidades productivas, organizativas y comerciales para lograr la seguridad y soberanía alimentaria.

Para el funcionamiento de dicha entidad este dirige y coordina cuatro viceministerios entre ellos se encuentra el Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones –VISAR- dentro de su estructura organizativa está la Dirección de Sanidad Vegetal, que fue creada con el acuerdo Gubernativo número 338-2010 de fecha 19 de noviembre de 2010; con el fin de proporcionar el análisis y asistencia técnica para el sistema de vigilancia epidemiológica fitosanitaria, para evitar el ingreso y salidas de plagas y enfermedades cuarentenarias, así mismo, promover la inspección y el registro de viveros para la producción de plantas de cítricos y ayudar a que la industria no desaparezca.

El Programa Nacional Fitosanitario de Cítricos -PRONAFICIT- está a cargo de la Dirección de Sanidad Vegetal, el cual se creó para la prevención, control y erradicación de plagas asociadas a los cultivos de cítricos, según el Acuerdo Ministerial 13-2012. El proyecto del vivero multiplicador de yemas sanas de cítricos fue posible por la gestión de la Dirección de Sanidad Vegetal, y autoridades superiores del MAGA, con el convenio entre ICDF, Taiwán y el OIRSA, para la ejecución del proyecto "Fortalecimiento de la región en el control del Huanglogbing o dragón amarillo (HLB) y el control de las plagas en los cítricos.

Por lo anterior, fue importante realizar un diagnóstico de la situación y estructura del vivero multiplicador de yemas que permitiera identificar y analizar los avances del funcionamiento relacionados a la prevención, control y erradicación de la plaga. En el marco de contribución del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) se pretende dar a conocer la estructura organizacional, información del lugar, áreas de trabajo, entre otros.

Los inconvenientes al ser identificados se determinaron por medio de la metodología FODA y se encontraron las debilidades y amenazas de mayor relevancia con una matriz de priorización de problemas, la que se realizó de manera participativa, mediante entrevistas al personal del programa.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Conocer la situación actual del funcionamiento del Programa Nacional Fitosanitario de los cítricos –PRONAFICIT- libre de Huanglongbing –HLB- de la Dirección de Sanidad Vegetal, del VISAR, MAGA; ubicado en el Km. 22 carretera al Pacífico, Bárcena, Municipio de Villa Nueva, Guatemala.

1.2.2. Objetivos específicos

- 1.** Determinar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas mediante la metodología FODA, para el Programa Nacional Fitosanitario de los cítricos.
- 2.** Priorizar las debilidades y amenazas, encontradas en la metodología FODA mediante la matriz de priorización de problemas en el Programa Nacional Fitosanitario de los cítricos.

1.3. METODOLOGÍA

Para alcanzar los objetivos propuestos en la realización del diagnóstico, se llevó a cabo en tres fases las que se detallan a continuación:

1.3.1. Fase de gabinete

Esta fase se basó en la recopilación de información general sobre el PRONAFICIT de su estructura organizacional y de sus áreas de trabajo.

1.3.2. Fase de campo

En esta fase se aplicó la técnica de la entrevista

A. Entrevistas durante el recorrido con el personal que tiene la responsabilidad del funcionamiento y mantenimiento del programa.

1.3.3. Análisis de la información.

A. En esta fase se integró la información recabada, por medio de la metodología de problemas y soluciones -FODA-.

B. Se analizó la información recabada en medios electrónicos, así mismo con la información obtenida se utilizó la metodología FODA.

C. Se determinaron los problemas técnicos que deben ser solucionados por medio de matriz de priorización de problemas, para cumplir el propósito por el cual fue creado el programa.

1.4. RESULTADO

1.4.1. Funciones del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación

El Gobierno de la república aplica políticas de desarrollo sostenible del país, en defensa fitozoosanitaria, así como, el control de materias primas e insumos para uso vegetal y animal, la cual corresponde al MAGA promover y velar por la aplicación de normas claras y estables en materia de las actividades agrícolas, pecuarias, hidrobiológicas, forestales y fitozoosanitarias, buscando la eficiencia y competitividad en los mercados y teniendo en cuenta la conservación y protección del medio ambiente.

1.4.2. Viceministerios del MAGA

El MAGA está conformado por cuatro viceministerios, los cuales entre ellos se encuentran:

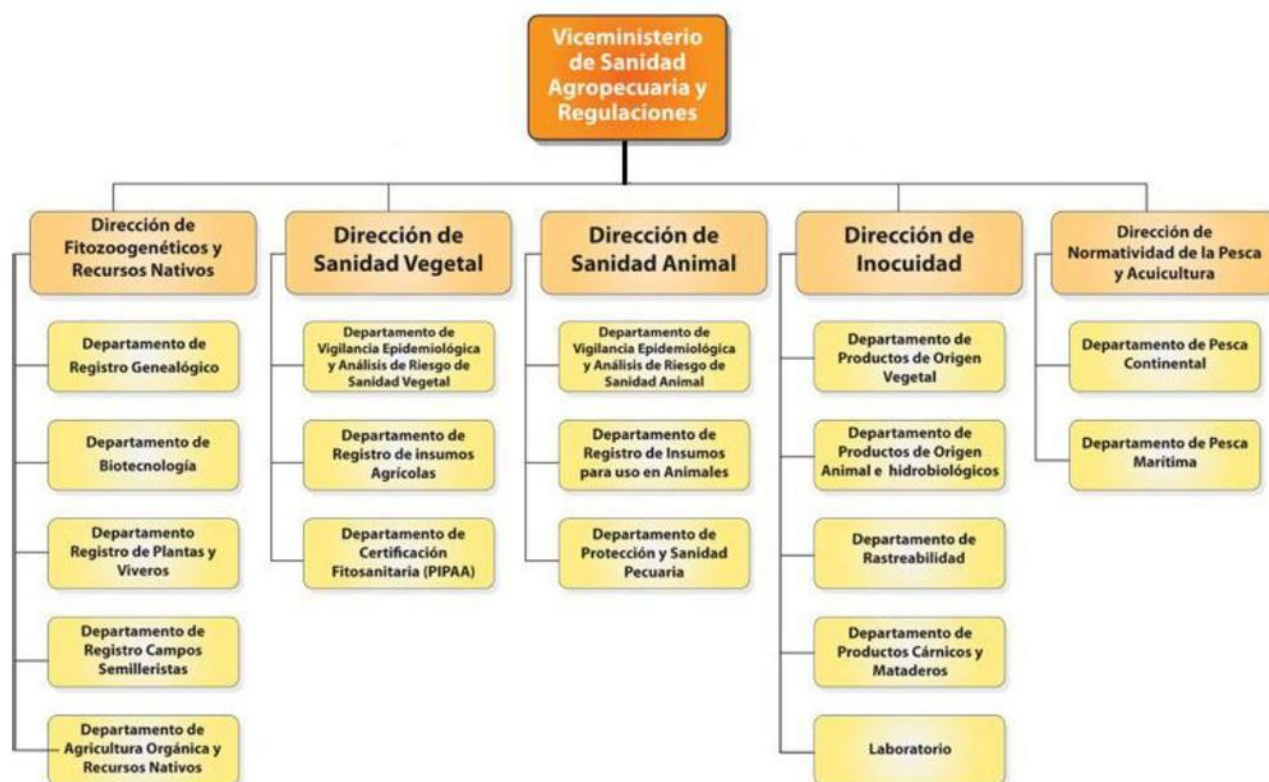
- A. Viceministerio de Seguridad Alimentaria y Nutricional -VISAN-
- B. Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones -VISAR-
- C. Viceministerio de Desarrollo Económico Rural -VIDER-
- D. Viceministerio encargado de asuntos del Petén

1.4.3. Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones -VISAR-

La Unidad de Normas y Regulaciones fue creada en el año de 1998 a través del Acuerdo Gubernativo No. 278-98, modificando su organización interna en el año de 1999 por el Acuerdo Gubernativo No. 746-99, la última modificación se realizó según acuerdo Gubernativo No. 21-2009 en el año 2009 (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala (MAGA), 2019).

La principal función de esta unidad es velar por la protección y sanidad de los vegetales, animales, especies forestales e hidrobiológicas, a través de normas estables y que sean aplicadas de la manera correcta.

El Viceministerio cuenta con direcciones entre ellas la de Sanidad Vegetal que en la actualidad está organizado por tres departamentos: Vigilancia Epidemiológica, Protección Agropecuaria y Registros de Insumos Agrícolas en la Figura 1 se muestra el organigrama de la estructura Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones del Ministerios de Agricultura, Ganadería y Alimentación.



Fuente: (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala (MAGA), 2019)

Figura 1. Organigrama del Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones - VISAR-

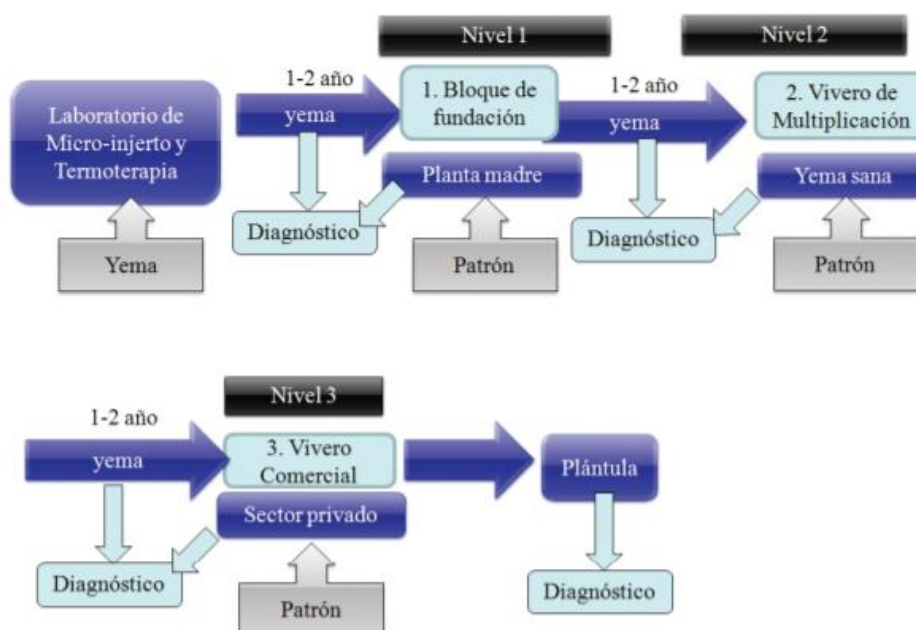
1.4.5. Programa Nacional Fitosanitario de Cítricos

El Programa Nacional Fitosanitario de cítricos -PRONAFICIT- tiene por objeto implementar, desarrollar, fortalecer y evaluar las estrategias para mitigar el riesgo de introducción, establecimiento y dispersión de plagas asociadas al cultivo de cítricos y sus productos (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala (MAGA), 2012)

Este componente se desarrolla en tres niveles:

1. Establecimiento de bloque de fundación que corresponde al primer nivel de las variedades comerciales.
2. Vivero de multiplicación de yemas (segundo nivel).
3. Establecimiento del vivero comercial (tercer nivel).

En la Figura 2 se muestra el establecimiento del sistema de producción de plantas sanas bajo el esquema de los tres niveles utilizados:



Fuente: (Shih-Bon Lo & A-Shiarn Hwang, 2015)

Figura 2. Sistema de producción de plantas sanas

En este contexto el material para el vivero multiplicador es proveniente del bloque fundador (Lyn citrus seed, Inc.) el cual cumple con los registros de limpieza de plagas de viveros y certificaciones en los suministros de yemas de cítricos aprobados por CDFA y USDA APHIS y registrada en el Programa de limpieza de plagas de viveros de cítricos de CDFA.

Tanto en el bloque fundador como en el vivero multiplicador realizan pruebas anuales para detectar virus, viroides y bacterias, con el apoyo del Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario que es quien realiza diagnósticos de plagas y enfermedades en el sector agrícola y forestal. Siendo una herramienta clave para detectar oportunamente plagas y enfermedades cuarentenarias (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala (MAGA), 2004), así mismo todos estos requisitos se encuentran en el acuerdo ministerial 176-2012 el cual hace énfasis en contar con semillas, partes de plantas y plantas de cítricos certificadas de calidad fitosanitaria y genética.

Dentro de las principales funciones del programa a nivel nacional según el acuerdo ministerial 13-2012 se mencionan las siguientes:

1. Elaborar y actualizar planes requeridos para su ejecución.
2. Implementar y fortalecer acciones de inspección, toma de muestras y diagnóstico para la detección temprana de plagas de importancia económica y cuarentenaria. Identificar, delimitar y establecer zonas bajo control fitosanitario, puestos de movilización interna y lugares, sitios libres de plagas asociadas al cultivo de cítricos y sus productos.
3. Elaborar y divulgar información sobre las actividades y acciones del PRONAFICIT
4. Capacitación orientada a profesionales, técnicos, autoridades civiles y militares, cadena citrícola, y población en general a nivel nacional.
5. Asesorar a productores en el control de plagas y eliminación de árboles cuando proceda

1.4.6. Entrevista con el coordinador y supervisor del vivero multiplicador de yemas

El PRONAFICIT se estableció en abril del 2012. En la actualidad el programa consta de un único vivero multiplicador de yemas nivel dos (lo cual indica que se dedica a distribuirle material vegetativo a un nivel tres (viveristas)) en Guatemala.

El vivero cuenta con un área de $1800m^2$ y está dividido en ocho secciones, tiene capacidad para 386 macetas, cada uno con una planta, de los cuales el 70% están dedicados a la producción de yemas de limón, el 15% a yemas de naranja y el resto para la producción de yemas de mandarina. El proyecto fue posible gracias al convenio de cooperación técnico-financiero, entre el gobierno de China, MAGA y OIRSA, para la ejecución del proyecto "Fortalecimiento de la región en el control del Huanglongbing o dragón amarillo (HLB) y el control de las plagas en los cítricos.

Entre otras situaciones correspondientes al programa, se evidenciaron algunas problemáticas que son expuestas en la metodología FODA.

1.4.7. Organigrama del vivero multiplicador de yemas

El organigrama que se muestra en la Figura 3 está realizada en base a la estructura organizacional del personal encargado del vivero multiplicador de yemas del PRONAFICIT.

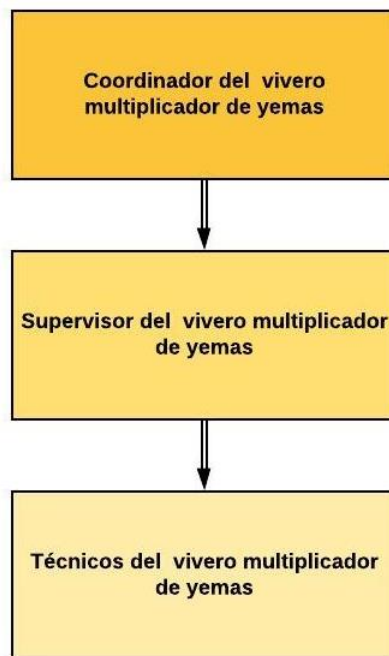


Figura 3. Estructura organizacional del vivero multiplicador de yemas, del PRONAFICIT.

1.4.8. Área de trabajo del vivero multiplicador de yemas

El área de trabajo con el que cuenta el vivero multiplicador de yemas es de 1800 m², utilizados en ocho sectores productivos, la Figura 4 muestra croquis del área en que se emplea la productividad de diferentes variedades de cítricos, así mismo el Cuadro 1 muestra la cantidad de plantas por sector tanto como distanciamientos entre plantas y mesas.

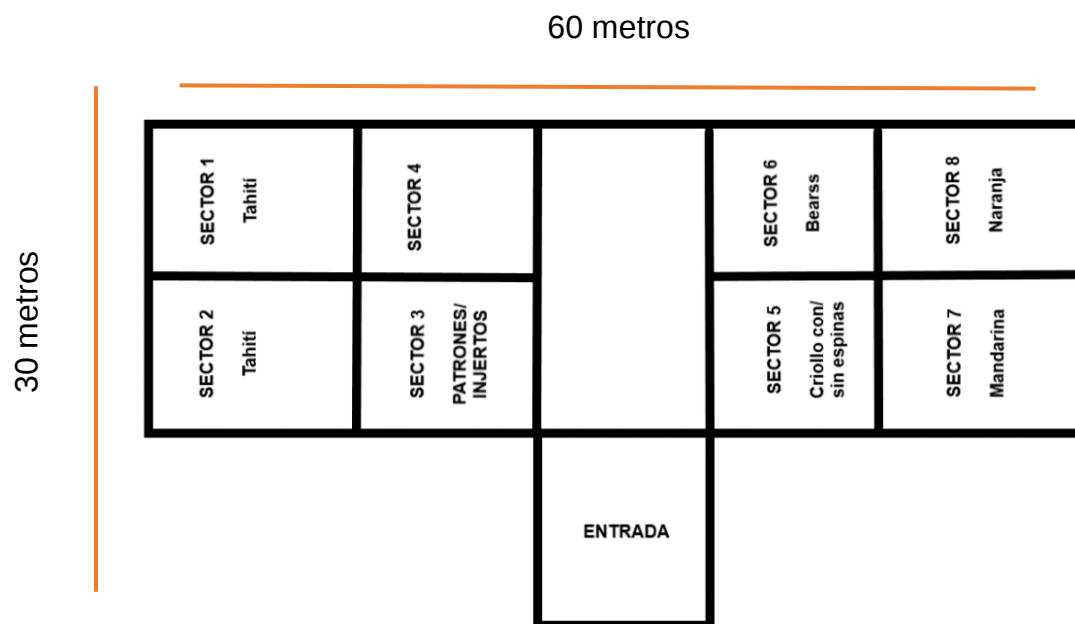


Figura 4. Área de trabajo en el vivero multiplicador de yemas, perteneciente al PRONAFICIT

Cuadro 1. Cantidad de plantas por sector del vivero multiplicador de yemas del PRONAFICIT

Sector	No. de mesas	No. de plantas	Distanciamiento entre mesa	Distanciamiento entre planta
1	11	55	1 m	1,20 m
2	11	55	1m	1,20 m
3	9	77 injertos / 44 macetas	0.8 m	1,20 m
4	9	SECTOR SIN MACETAS		
5	9	44	0.8 m	1,20 m
6	9	44	0.8 m	1,20 m
7	10	50	0.8 m	1,20 m
8	10	50	0.8 m	1,20 m

1.4.9. Análisis de la problemática

Con la ayuda de la información recabada por el coordinador y supervisor quienes son los que forman parte del Programa Nacional Fitosanitario de Cítricos, se efectuó la metodología del FODA la cual resaltaron los aspectos que permiten buscar soluciones a todas aquellas dificultades como lo describe en el Cuadro 2.

Cuadro 2. FODA del departamento de Programa Nacional Fitosanitario de Cítricos.

	FACTORES POSITIVOS	FACTORES NEGATIVOS
FACTORES INTERNOS	FORTALEZAS ✓ Trabajo en equipo ✓ Valores como comunicación y respeto ✓ Toma de decisiones en equipo ✓ Capacidad de gestionar materiales y equipo ✓ Espacio amplio para capacitaciones.	DEBILIDADES ✓ Falta de personal. ✓ Perdida de material vegetativo por podas. ✓ Falta de divulgación de existencia del programa ✓ Falta de aprovechamiento de área (sectores) ✓ Individualización de ambientes (germinador)
FACTORES EXTERNOS	OPORTUNIDADES ✓ Enlaces con otros departamentos y programas (LDF, MOSCAFRUT, FITOGENETICA, DEPARTAMENTO DE VIGILANCIA EPIDEMIOLOGICA)	AMENAZAS ✓ Inestabilidad laboral ✓ Falta de material para injertar (patrones) ✓ Compra de semilla

Así mismo con la matriz de priorización de problemas como se muestra en el Cuadro 3 se seleccionaron las debilidades y amenazas de la metodología FODA se pretende realizar un filtro con mayor rigurosidad para encontrar la problemática de mayor importancia y que este sea utilizado como tema de investigación y los de menor frecuencia que se realicen como servicios en el vivero multiplicador de yemas.

Cuadro 3. Matriz de priorización de problemas del vivero multiplicador de yemas

Problema	Falta de personal	Perdida de material vegetativo por podas	Falta de divulgación del programa	Aprovechamiento de área (sectores)	Cambio de gobierno /interrupción de procesos	Falta de material para injertar	Individualización de ambientes
Falta de personal		Falta de personal	Perdida de material vegetativo por podas	Falta de material para injertar	Falta de divulgación del programa	Aprovechamiento de área	Aprovechamiento de área
Perdida de material vegetativo por podas				Falta de material para injertar	Perdida de material vegetativo por podas	Perdida de material vegetativo por podas	Aprovechamiento de área
Falta de divulgación del programa				Perdida de material vegetativo por podas	Individualización de ambientes	Cambio de gobierno/ interrupción de procesos	Falta de material para injertar
Aprovechamiento de área					Falta de material para injertar	Individualización de ambientes	Falta de material para injertar
Cambio de gobierno/interrupción de procesos						Perdida de material vegetativo por podas	Perdida de material vegetativo por podas
Falta de material para injertar							
Individualización de ambientes							

Problema	Frecuencia	Rango
Falta de personal	1	8
Perdida de material vegetativo por podas	8	8
Falta de divulgación del programa	1	8
Aprovechamiento de área	5	8
Cambio de gobierno/interrupción de procesos	1	8
Falta de material para injertar	3	8
Individualización de ambientes	2	8

Según la matriz de priorización se concluye que la falta de investigación es uno de los mayores problemas que el programa atraviesa ya que derivado de esto se podría realizar de manera científica un mayor aprovechamiento en cualquier rama del vivero multiplicador de yemas, en una charla abierta durante el recorrido se determinó que realizar un estudio para caracterizar el estado vegetativo de la producción de varetas portadoras de yemas, ya que actualmente la solución a la petición de material vegetal es realizar el corte de las varetas que a simple vista se encuentran listas para ser injertadas, pero esa no es la manera indicada. A razón de esto es importante evaluar variables como tiempo, diámetro, largo y número de yemas para saber en qué momento es el corte ideal para la distribución de varetas a casas mallas.

Entre otros problemas encontrados según la frecuencia de importancia, el aprovechamiento de área ya que se encuentra un sector sin uso y este podría ser utilizado con la variedad con mayor demanda de vareta en el vivero, la falta de material disponible para injertar, en el momento que sea necesario realizar un cambio de planta por motivos de daños y así mismo la realización de un nuevo ambiente el cual permita la producción de plántulas (patrones) para su injertación, estos problemas pueden ser solucionados por medio de servicios prácticos, el cual sean de beneficio para el mayor funcionamiento del mismo.

1.5. CONCLUSIONES

1. Mediante la utilización de la metodología del FODA se presentaron las principales debilidades y amenazas del Programa Nacional Fitosanitario de Cítricos con la finalidad de conocer todas aquellas problemáticas y a su vez realizar una priorización de problemas para encontrar estrategias oportunas y mejoras al futuro.
2. Con la jerarquización de las debilidades y amenazas en la metodología FODA, se utilizó la matriz de priorización de problemas con esto se determinó que el principal problema es la 1. Pérdida de material vegetativo por podas, 2. mejorar el aprovechamiento de área 3. falta de material para injertar y 4. Individualización de ambientes, los cuales el primer problema se tomara como tema de investigación, el tema se discutió en una charla abierta con el coordinador del programa y los otros tres problemas se realizarán como servicios con fines de beneficiar al vivero.

1.6. BIBLIOGRAFÍAS

- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala (MAGA). (2004). *Multiplican plantas de cítricos libres de HLB*. Recuperado el 10 de 05 de 2019, de Guatemala: MAGA: <https://www.maga.gob.gt/2017/09/01/multiplican-plantas-de-citricos-libres-de-hlb/>.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala (MAGA). (2012). *Acuerdo ministerial 13-2012*. Obtenido de Creación del Programa Nacional Fitosanitario para la Prevención, Control y Erradicación de Plagas Asociadas al Cultivo de Cítricos: <https://sistemas.maga.gob.gt/normativas/Normativas?page=18&categoriaId=4>
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala (MAGA). (2019). *Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones*. Obtenido de <https://visar.maga.gob.gt/>



CAPITULO II

**CARACTERIZACIÓN DEL DESARROLLO VEGETATIVO DE VARETAS DE LIMA
PERSA (*Citrus x latifolia*) VARIEDAD BEARSS, EN EL VIVERO
MULTIPLICADOR DE YEMAS SANAS DE CÍTRICOS, MAGA KM 22
CARRETERA AL PACÍFICO, GUATEMALA, C.A.**

2.1. PRESENTACIÓN

La citricultura en México, Belice, República Dominicana y países Centroamericanos es una industria importante ya que para la región se reportan 703,900 ha de cítricos (equivalente a 220 millones de plantas) por 97,927 productores, con un rendimiento promedio de 14 T/ha. El valor de la producción es de 866 millones de dólares, la actividad citrícola genera más de 127 mil empleos directos y casi 228 mil indirectos (Shih-Bon Lo & A-Shiarn Hwang, 2015).

Esta industria a partir del año 2008 está siendo amenazada por la introducción de una las más desbastadoras enfermedades de los cítricos: el Huanlongbing (HLB) (Shih-Bon Lo & A-Shiarn Hwang, 2015).

El HLB, denominado también enverdecimiento de los cítricos (citrus greening), es una enfermedad causada por la bacteria *Candidatus liberibacter spp*, cuyo vector es el psílido *Diaphorina citri* (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala (MAGA), 2004).

Dada la importancia de la industria citrícola, el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación –MAGA, el gobierno de China (Taiwán) y el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria –OIRSA-, trabajaron conjuntamente un proyecto para el control y manejo de la enfermedad; la construcción de invernaderos para la producción de plantas sanas, libres de HLB y de otras enfermedades transmitidas por material vegetativo e insectos vectores que afectan la producción de cítricos, la estrategia es sustituir las plantas enfermas con HLB por plantas sanas y adicionalmente evitar la trasmisión de otras enfermedades de los cítricos.

Actualmente el único vivero multiplicador de yemas está ubicado dentro de las instalaciones del MAGA, kilómetro 22 de la carretera al Pacífico, fue establecido en abril del 2015, tiene un área de 1,800 m² y está dividido en ocho secciones, tiene capacidad para 386 macetas de distintas variedades.

En vivero multiplicador de yemas se dedica a la producción de varetas de cítricos por lo que la calidad de las varetas que se producen es importante, ya que éstas son distribuidas al nivel 3 (viveros comerciales), donde la persona que desee estar dentro de este nivel se le brinda asistencia técnica, capacitación y material vegetativo de parte del nivel 2, para esto debe cumplir con los requisitos de infraestructura y manejo para la producción de plantas sanas.

Hasta la fecha existen viveros comerciales (casas malla) ubicados en los municipios de Morazán en El Progreso, Brillantes en Retalhuleu y Nueva Concepción en Escuintla, en la Escuela Nacional de Agricultura ENCA, en Villa Nueva, Guatemala y la Escuela de Agricultura de Nororiente EANOR en Zacapa, Popoyan Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla y Salamá, Baja Verapaz

Debido a la distribución constante de material vegetativo, el vivero realiza podas para para la producción de las ramas con potenciales de varetas para ser injertadas en la porta injertos de casas malla a nivel nacional, Por esta razón se realizó un estudio del cultivo de lima persa (*Citrus x latifolia*) variedad Bearss, que permitió conocer el tiempo de formación de una vareta para que al momento de esta estar formada se pueda contactar a los viveristas para ser entregadas y por ende injertadas, al concluir con el estudio se determinó que una vareta puede ser distribuida para ser injertada en seis semanas en condiciones climáticas de los meses de abril a junio, estas se obtienen en plantas de tres años de edad en promedio se pueden obtener de 18 a 20 yemas por vareta, con un color característico verde oscuro, corresponde al código #003300 de la tabla cromática mostradas en el presente documento.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Marco teórico

A. Cítricos en Guatemala

En Guatemala la producción de cítricos es una actividad importante en la economía, sobre todo el cultivo de lima persa (*Citrus latifolia*), ya que tiene alta demanda en los mercados internacionales (Valladares Alonzo, 2015). Las zonas productoras del país se ubican en los departamentos de Quetzaltenango, Retalhuleu, Escuintla, Suchitepéquez, Santa Rosa, Guatemala, Alta y Baja Verapaz, Quiché, Petén, El Progreso, Retalhuleu, Quetzaltenango y Zacapa (Cabrera, 2005). En la Figura 5 se muestran citricultores de Guatemala con plantas sana de lima persa del vivero multiplicador de yemas.



Fuente: (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, Guatemala (OIRSA), 2015)

Figura 5. Citricultores de Guatemala con plantas sanas de lima persa, del vivero multiplicador de yemas

B. Características morfológicas de los cítricos

Los cítricos se cruzan naturalmente con facilidad, debido a esto resulta una multitud de variedades (Rebour, 1964). Estos son pequeños árboles con abundantes ramas, con altura de 3 m a 5 m, con un diámetro aproximado 2 m a 4 m. Su tronco es corto y sus ramas crecen en varias direcciones (Vanegas, 2002).

El árbol de lima persa presenta espinas y en algunas ocasiones a los árboles injertados se les eliminan brotes para regular su crecimiento. Las hojas de los cítricos son elípticas-ovales de 2.50 cm a 9 cm de longitud y 1.50 cm a 5.50 cm de ancho, con base redonda y el ápice ligeramente recortado, la característica más notable es su fragancia al momento de triturarla, los peciolo son alados, notorios, angostos y espatulados (Vanegas, 2002).

La inflorescencia de los cítricos presenta de una o siete flores por yema axilar, las flores son de 1.50 cm a 2.50 cm de diámetro con lóbulos del cáliz y pétalos de color blanco amarillento (Vanegas, 2002). El fruto de los cítricos tiene forma oval, con un ápice ligeramente deprimido, coronados por una cicatriz estilar corta en forma de pezón, tersa y con numerosas glándulas ondas, posee un diámetro aproximadamente de 50 mm a 70 mm, es de color verde desde tonalidades intensas a claras (Vanegas, 2002).

D. Taxonomía de los cítricos

Los cítricos pertenecen a la clase Dicotiledóneas, la sub-clase Arquiclamídeas, orden Geraniales, Sub-orden Geraniineas y la familia Rutaceae (Vanegas, 2002). Se agrupan en varios géneros con alta cantidad de especies (Dorado Guerra, Grajales, & Ríos Rojas, 2015). Son capaces de crecer y de fructificar en condiciones ambientales muy diversas, desde climas subtropicales relativamente fríos hasta zonas tropicales cálidas (Dorado Guerra, Grajales, & Ríos Rojas, 2015).

E. Principales grupos taxonómicos dentro de los cítricos

A nivel mundial, hay cinco grupos de cítricos que tienen una clara significancia económica entre ellas: naranjas dulces (*C. sinensis* [L.] Osb), mandarinas, (*C. reticulata* Blanco y *Citrus unshiy* Marc.), pomelos (*C. paradisi* Macf.), limones (*C. limon* Burm. f.) y limas (*C. aurantifolia* L.) (Davies & Albrigo, 1999).

a. Limas

Los limoneros (*C. aurantifolia* L.) cuyo grupo se limita a los trópicos cálidos y las regiones subtropicales húmedas, incluye limas ácidas y las que carecen de acidez, pero son las limas ácidas las que tienen importancia comercial, estas limas ácidas se subdividen a su vez en limas Tahití (Persian, Bearss) y Key (West Indian, Mexican).

El arbusto de lima Bearss es muy vigoroso, poseyendo un hábito de crecimiento de erguido a muy esparcido, los árboles suelen tener bastantes espinas, la hoja es grande y entre elíptica y oval, con el borde perceptible aserrado cerca del ápice. Las flores del limonero son perfectas y completas tienen pétalos morados, en la etapa juvenil se producen algunas flores con el gineceo reducido o inexistente, el fruto es similar en morfología a los limones, rara vez produce semillas debido a la casi esterilidad del óvulo (Davies & Albrigo, 1999).

F. Genética y mejoramiento de cítricos

Con el pasar de los años la mejora de los cítricos ha ayudado a resolver problemas importantes que limitan la producción. En la mayoría de los programas separan la mejora de injertos de la de patrones, ya que los objetivos de cada uno son diferentes.

La mejora de los patrones se centra en los objetivos relacionados al suelo debido a que la mayoría de las plántulas también son susceptibles a *Phytophthora parasítica*, la selección del patrón es una operación importante en cada etapa del cultivo, es fundamental para el éxito de la plantación, ya que el patrón elegido constituirá el sistema radicular, dará anclaje

al árbol así mismo este sistema es el responsable de la absorción de agua y nutrientes (Davies & Albrigo, 1999).

a. Citrus macrophylla

Citrus macrophylla es una especie híbrida posiblemente de *Citrus celebica* y *Citrus grandis*, morfológica y genéticamente es muy similar a limones y limas. Los injertos sobre este patrón producen árboles grandes, vigorosos y con alto rendimientos, se desarrollan bien sobre suelos calcáreos, arenosos y aquellos con pH alto. Los árboles sobre este patrón tienen sistema radicular denso y profundo que confiere tolerancia frente a la sequía (Davies & Albrigo, 1999).

El porta injertos vigoroso, denominado Alemow, en Estados Unidos es tolerante a las sales de los suelos como los boratos. Es excelente para limonero, entre sus desventajas se destacan su intolerancia a razas fuertes de tristeza y su sensibilidad al cambio climático (Palacios, 1978).

G. Cultivo y producción de yemas

a. Vivero en invernadero

Las labores de siembra y de manejo agronómico de plantas de cítricos difieren de las que se realizan en el campo debido a que las condiciones en cualquier etapa fenológica pueden ser controladas, en cuestiones de siembra se utilizan sustratos inertes, finamente granulados para elevar el pH (Davies & Albrigo, 1999).

La temperatura, el riego, control de plagas y la fertilización pueden controlarse cuidadosamente en el invernadero. La temperatura se controla enfriando con ventiladores o ventanas cenitales que se ubican en la parte superior del invernadero.

El invernadero tiene sistema de riego automatizado por goteo, con el cual se realiza fertiriego una o dos veces por semana. Los problemas ocasionados por las plagas se reducen en gran medida con un manejo apropiado del invernadero, pero pueden ser graves, porque las condiciones ambientales de un invernadero son óptimas para el desarrollo de plagas y enfermedades. Generalmente, las plagas que pueden aparecer debidas al suelo son menos graves en el invernadero (Davies & Albrigo, 1999).

b. Poda de renovación

La poda de renovación mejora la calidad del fruto, minimiza la alternancia de producción, controla el crecimiento vegetativo, estimula la formación de nuevas ramas fructíferas, aumenta la luminosidad y aireación de la copa. Esta poda consiste en eliminar los chupones (ramas jóvenes, vigorosas, que crecen erectas e improductivas) como también aquellas mal ubicadas o retorcidas, enfermas, rotas y finalmente, toda rama seca, a fin de mantener a la planta libre de focos de infección, y quitar tejido no necesario para el buen desarrollo de la planta (González Segnana & Tullo Arguello, 2019).

c. Poda de inducción de brotes

Se refiere a la poda que elimina sólo una parte de la rama, dejando una porción de ésta en el árbol. Este tipo de poda favorece el crecimiento vegetativo en el punto de corte, favorece el desarrollo de las yemas anticipadas (González Segnana & Tullo Arguello, 2019).

H. Generalidades sobre brotes

En los cítricos cultivados en clima cálido, el ritmo de las brotaciones y del desarrollo está controlado por los cambios de temperatura que se producen en las diferentes estaciones. Por ello, en clima tropical el crecimiento es prácticamente continuo (Martínez Montagud, 2015).

El crecimiento vegetativo depende de la segunda y tercera brotación, las que resultan esenciales en la floración. Las yemas no requieren acumulación de horas frío y estas brotan cuando la temperatura del suelo supera los 12 °C, sin importar la del aire (Agustí, 2003). Una vez la yema ha empezado a brotar, un aumento de temperatura actúa sobre el balance hormonal y la movilización de reservas haciendo que aumente el desarrollo vegetativo (Martínez Montagud, 2015).

En un árbol, el porcentaje de yemas axilares que brotan es muy escaso. Entre éstas, las que están situadas en la madera joven y próxima al ápice presentan mayor porcentaje de brotación que las que se sitúan en la madera vieja. Dado que todas las yemas en un mismo árbol están expuestas a los mismos factores exógenos (ambientales), las diferencias del brote son influenciados por factores endógenos. Entre los factores endógenos, la presencia del fruto ejerce un papel decisivo en la inhibición de la brotación y la floración. En los cítricos, el fruto inhibe el brote de las yemas axilares y el desarrollo vegetativo (Rebolledo Roa, 2012).

a. Tipos de brotes

En los cítricos, los brotes con varias flores sin hojas son los ramos de flor (RF), los que tienen flores y hojas son los ramos mixtos (RM), los que tienen solo una flor y sin hojas se conocen como flor solitaria (FS), y con hojas, brotes campaneros (BC), y los que sólo tienen hojas son los brotes vegetativos (BV) (Rebolledo Roa, 2012).

I. Factores que influyen en la brotación

a. Factores exógenos

i. Temperatura

La temperatura es el factor climático que más influye en el desarrollo vegetativo. Los cítricos cultivados en clima tropical brotan continuamente, al no haber grandes fluctuaciones de temperatura, que, en promedio, se sitúa en torno a los 25 °C. En los climas subtropicales, al tener estaciones definidas, la brotación es inducida por los cambios de temperatura entre las estaciones. Cuando hay un descenso de la temperatura al principio del invierno, las yemas entran en estado de reposo (Martínez Montagud, 2015).

Cuando las plantas crecen a altas temperaturas superando los 35 °C sólo producen brotes vegetativos, cuando el estado hídrico de la planta es adecuado, pero las que crecen a baja temperatura florecen independientemente de la longitud del día. Las bajas temperaturas inducen la actividad floral (Rebolledo Roa, 2012).

ii. Estrés hídrico

El déficit hídrico afecta el balance hormonal de especies vegetales alterando los procesos fisiológicos del crecimiento y desarrollo de la planta. El desarrollo vegetativo se ve muy afectado por un déficit hídrico (Martínez Montagud, 2015). En los cítricos, el estrés hídrico aumenta el contenido de ácido abscísico, ácido jasmónico y ácido salicílico, y disminuye las giberelinas en las hojas que están sometidas al estrés.

Durante el período de déficit hídrico se reduce significativamente la brotación y el desarrollo vegetativo. La recuperación del estado hídrico supone el restablecimiento del crecimiento vegetativo y la aparición de nuevos brotes. (Davies & Albrigo, 1999).

b. Factores endógenos

Al inicio de la brotación, el desarrollo de la yema requiere de la activación de la división celular. Los primordios foliares y la diferenciación de yemas axilares se producen a medida que el meristemo apical avanza. La división celular requiere el aporte de carbohidratos para satisfacer los requerimientos energéticos, de ahí la dependencia nutricional de la brotación (Martínez Montagud, 2015).

Pero la brotación también depende de factores hormonales. El balance entre auxinas, citoquininas y giberelinas determina que en el meristemo se promueva la diferenciación o la división. Las fitohormonas también regulan la inhibición de la brotación axilar mediante los procesos de dominancia apical.

J. Factores que reducen el crecimiento de brotes

La presencia del fruto reduce significativamente la brotación y la floración. El esfuerzo energético que un árbol realiza para completar su actividad productiva durante un ciclo de producción supone un agotamiento de las reservas en carbohidratos y elementos minerales (Martínez Montagud, 2015)

El fruto en desarrollo inhibe el desarrollo vegetativo por su competencia por los carbohidratos. Los árboles con fruto acumulan entre 60 y 300 veces más carbono en los frutos que en los brotes vegetativos en las brotaciones de primavera y verano, respectivamente (Martínez Montagud, 2015).

K. Factores hormonales

Durante el crecimiento de los brotes, se ha demostrado la relación entre las citoquininas y las auxinas, para que una yema brote, es esencial que las auxinas que tiene se muevan, por lo que se produce una competición entre las yemas. La yema dominante establece una corriente impidiendo que otras se activen. Por otra parte, las citoquininas, que son

producidas mayoritariamente en las raíces, también se sintetizan en los brotes, la brotación está controlada por la relación de auxinas/citoquininas. Una aplicación directa de citoquininas a las yemas axilares, en algunas especies, estimula la actividad de división celular y el crecimiento (Rebolledo Roa, 2012).

L. Producción de yemas

La selección de la yema es el punto clave en la formación de una planta. Es conveniente elegir yemas de plantas altamente productivas, que sean típicas de la variedad o cultivar y que estén libres de toda enfermedad, en especial de los virus Exocortis, Xyloporosis y Psorosis, y de las enfermedades producidas por bacterias como HLB y la clorosis variegada de los cítricos (CVC). En todos los casos se debe utilizar solamente yemas certificadas provenientes de instituciones reconocidas en el país (González Segnana & Tullo Arguello, 2019).

Las varetas deben ser de ramas cilíndricas como se muestra en la Figura 6, de la axila de hojas maduras, porque las yemas de hojas pequeñas están mal nutridas y su crecimiento comienza más tarde. Debe prestarse atención al escoger la vareta en color, consistencia y apariencia. Los cítricos mutan con frecuencia, produciendo frutos fuera de tipo, siendo la mayoría indeseable. Sin embargo, pueden presentarse mutaciones con características favorables (González Segnana & Tullo Arguello, 2019).



Fuente: (González Segnana & Tullo Arguello, 2019).

Figura 6. Varetas con yemas aptas para injertar.

M. Plagas y enfermedades de mayor importancia en los cítricos

El daño de plagas y enfermedades afecta de forma directa el rendimiento de cítricos, en el Cuadro 4 se presenta un listado de enfermedades y plagas más comunes. Por fines de estudio se describe con mayor detalle la enfermedad de HLB.

Cuadro 4. Plagas y enfermedades de importancia para los cítricos.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	PLAGA O ENFERMEDAD
Fusarium	<i>F. lateritium (Gibberella baccatta)</i>	ENFERMEDAD
Rizoctonia	<i>Rizoctonia solani</i>	
Mildiu	<i>Mildiu polvoriento-Oidio</i>	
Phoma	<i>Plenodomus tracheiphilus</i>	
Antracnosis	<i>Colletotrichum sp</i>	
Gomosis	<i>Phytophthora sp</i>	
Mancha gracieta	<i>Mycosphaerella citri</i>	
Dampig off	<i>phytium, marchitamiento fungico</i>	
Fumagina (producida por simbiosis de organismos)	<i>Fumagina u hollin</i>	
Llagas radicales	<i>Rosellinia, Ceratocysti y Armillaria</i>	
Roña de los cítricos	<i>Elsinoe fawcettii</i>	
Mildiu polvoriento	<i>Oidio</i>	
HLB (vector <i>Diaphorina citri</i>)	<i>Candidatus liberibacter</i>	PLAGA
Nematodo de los cítricos	<i>Tylenchulus semipenetrans</i>	
Escama nieve	<i>Unispus citri</i>	
Minador de la hoja	<i>Phyllocnistis citrella</i>	
Araña roja	<i>Tetranychus urticae</i>	
Acaro de la roña	<i>Brevipalpus sp</i>	
Acaro arador o tostador	<i>Phyllocoptruta oleiroral</i>	
Acaro blanco	<i>Polyphagotarsonemus latus</i>	
Piojo harinoso	<i>Pseudococcus comstocki</i>	
Mosca blanca	<i>Aleurothrix flaccosus</i>	
Pulgon vector (tristeza)	<i>Aphis gossypii</i>	
Afido enrollador de hojas (brotes)	<i>Aphis spiraecola</i>	
Pulgon negro de cítricos	<i>Toxoptera aurantii</i>	
Picudo de los cítricos	<i>Compsus sp</i>	
Conchuelas-escamas (xilema)	<i>Xilemas</i>	
Mosca prieta	<i>Aleucanthus woglumi</i>	
Gallina ciega	<i>Phytophaga sp</i>	

Fuente: Elaboración por Aníbal Pérez y colaboración

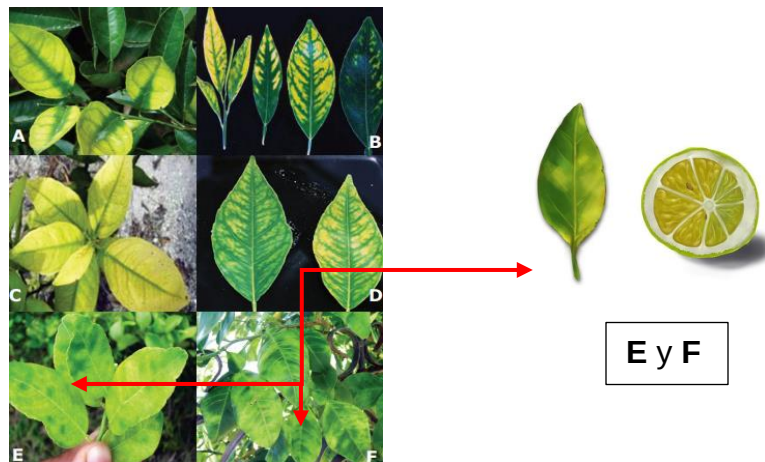
N. Huanglongbing (HLB)

El HLB es inducida por la bacteria *Candidatus liberibacter*, que afecta severamente a plantas de la familia Rutaceae, actualmente no hay productos específicos para control del HLB. Esta enfermedad de los cítricos se reportó en Guatemala en el 2010 en los departamentos del Petén, Izabal y Alta Verapaz. Posteriormente por medio de monitoreos y muestreos se detectó en Zacapa, El Progreso, Chiquimula, Jalapa, Jutiapa, Santa Rosa y Escuintla (Shih-Bon Lo & A-Shiarn Hwang, 2015).

O. Síntomas de HLB

a. Síntomas en las hojas

Los síntomas más comunes en las hojas son el amarillamiento de venas y la caída de éstas. Al principio, solo aparecen en las hojas de uno o dos ramas en cada árbol. Desde el segundo año se agrava y las ramas y hojas cercanas empiezan a mostrar los síntomas, el síntoma se extiende desde ramas pequeñas a medianas y en dos a tres años, se expande a toda la planta causando un amarillamiento severo que favorece el aparecimiento de otras plagas. Aparte del amarillamiento las hojas se deforman, endurecen y engrosan las venas. Esta sintomatología es más parecida con la deficiencia de nutrientes (Shih-Bon Lo & A-Shiarn Hwang, 2015). En la Figura 7 se muestra una fotografía lo cual se muestran las deficiencias nutricionales (A: Magnesio, B: Zinc, C: Hierro, D: Manganeso) cuyos síntomas son confundidos con la enfermedad de HLB (E y F).



Fuente: (Shih-Bon Lo & A-Shiarn Hwang, 2015).

Figura 7. Hoja de cítricos con deficiencias nutricionales que es confundida con la enfermedad HLB A: magnesio, B: zinc, C: hierro, D: manganeso, E y F: síntomas de HLB.

b. Síntomas en flores y frutos

Las plantas afectadas por HLB adelantan la floración, se muestran con flores pequeñas y en gran cantidad, los frutos por ende son pequeños, deformes y de color anormal, la cáscara es gruesa y los frutos no son jugosos y con bajo grados Brix (Shih-Bon Lo & A-Shiarn Hwang, 2015).

c. Síntomas de las plantas

Las plantas infestadas con HLB son enanas y debilitadas, crecen y se multiplican lentamente, mueren en las situaciones más graves (Coy Chuluc, 2017). Si las plantas están infestadas con *Phytophthora*, ésta se propaga rápidamente (Shih-Bon Lo & A-Shiarn Hwang, 2015).

P. Características de patogenicidad

a. Patogenicidad

La bacteria circula por el floema de la planta, impide la circulación de los nutrientes, por la obstrucción de los vasos, provoca síntomas típicos de deficiencias nutricionales en la planta (Coy Chuluc, 2017).

Q. Modo de transmisión

Una de las formas de transmisión de HLB que algunos consideran la principal es por injerto, cuando se propagan yemas infestadas y se tienen patrones contaminados (Shih-Bon Lo & A-Shiarn Hwang, 2015). Otra forma de transmisión es por insecto vector, existen dos psílidos que transmiten enfermedad, uno de ellos es *Trioza erytreae* es originaria de África, que se adapta a climas más fríos, es muy sensible al calor y al clima seco, las mejores condiciones (climas templados fríos) para su desarrollo se encuentran entre los 500 m y 600 m s.n.m. y *Diaphorina citri* Kuwayama que es originaria de Asia, esta especie tiene mayor distribución en el mundo, se caracteriza por un corto periodo de vida y una alta fecundidad (Coy Chuluc, 2017).

a. Vector de la bacteria *Candidatus liberibacter spp*

El vector de *Candidatus liberibacter spp* es *Diaphorina citri* la cual se caracteriza por medir aproximadamente 2.70 mm a 3.44 mm, el abdomen terminado en punta capitada, el color del psílido es marrón moteado, recubierto de polvo ceroso, ojos rojos y cabeza marrón claro, antenas con ápice negro y con manchas del color de la cabeza, el primer par de alas es ancho en la parte extrema, el área central es clara y los bordes de color oscuro, estos psílidos son saltadores, con poca capacidad para volar. Para la identificación de campo de este vector su característica principal es la posición que se encuentra en los cítricos ya que forma un ángulo de 45° (Coy Chuluc, 2017). En la Figura 8 se muestra el vector antes descrito.



Fuente: (Shih-Bon Lo & A-Shiarn Hwang, 2015).

Figura 8. *Diaphorina citri* en estado adulto principal vector de *Candidatus liberibacter*.

R. Bacteria *Candidatus liberibacter* causante de la enfermedad HLB en cítricos

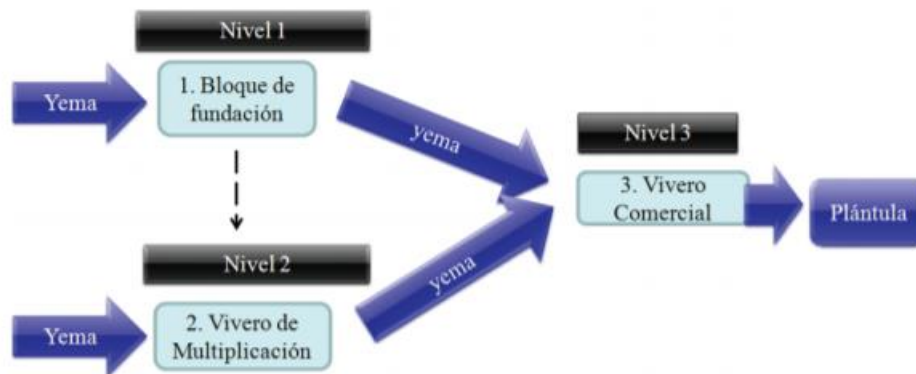
Candidatus liberibacter generalmente infecta a los cítricos, la bacteria es persistente y se multiplica en varias especies; sin embargo, los síntomas más graves se manifiestan en naranjos (*Citrus sinensis*) y mandarinas (*Citrus reticulata*) (*Citrus reticulata* x *Citrus paradisi*). Los síntomas menos graves se manifiestan en los limones (*Citrus limon*) y toronjas (*Citrus paradisi*) (Coy Chuluc, 2017). *Candidatus liberibacter* pertenece al dominio Bacteria, Phylum Proteobacteria, clase Alphaproteobacteria, orden Rhizobiales, familia Rhizobiaceae, genero Candidatus y especie *Candidatus liberibacter* (Alvarenga, 2017).

S. Producción de planta sana libre de HLB

a. Breve descripción del proyecto del vivero multiplicador de yemas

El plan de producción de plantas sanas de cítricos en el Programa Nacional Fitosanitario de Cítricos (PRONAFICIT) comprende la selección de la plantas madres, limpieza del material de propagación, diagnóstico de patógenos reglamentados, confirmación de caracteres de cultivos seleccionados, producción de yemas en bloque de fundación (nivel 1) ubicado en California, Estados Unidos, producción de yemas en bloque multiplicador (nivel 2) y producción de plantas en bloques comerciales (nivel 3) para la distribución a países que integran a nivel internacional como lo es Guatemala (Shih-Bon Lo & A-Shiarn Hwang, 2015).

Del nivel 1 se producen las yemas para el nivel 2, del nivel 2 se producen las yemas para el nivel 3. Se podrían tomar yemas del nivel 1 para el nivel 3, pero no se permite producir yemas para el mismo nivel, en la Figura 9 se muestran el esquema de producción de yemas y sus posibles destinos. (Shih-Bon Lo & A-Shiarn Hwang, 2015)



Fotografía: (Shih-Bon Lo & A-Shiarn Hwang, 2015)

Figura 9. Esquema de producción de yemas y su distribución.

El proyecto cuenta con el apoyo del Laboratorio de Diagnostico Fitosanitario el cual es el encargado de realizar los análisis moleculares para las ocho enfermedades reguladas y de importancia cuarentenaria de los cítricos las cuales se presentan en el cuadro 5.

Cuadro 5. Enfermedades reguladas y de importancia cuarentenaria para cítricos.

ENFERMEDAD	VIRUS, VIROSIS O BACTERIA
Huangloingbing -HLB-	Bacteria
Clorosis variegada de los cítricos -CVC-	Bacteria (<i>Xylella fastidiosa</i>)
Leprosis -PRC-	Virus
Exocortis -CEVd-	Viroide
Psorosis - CPsV-	Virus
Cachexia -CCaVd-	Viroide
Cancrosis (<i>Xantomona citri</i>)	Bacteria
Tristeza de los cítricos -CTV-	Virus

Fuente: Astrid Fuentes 2019.

Fitozoogenética se encarga de los registros de viveros que se encuentran autorizados para vender y por último MOSCAFRUT y el Departamento de Vigilancia Epidemiológica son los encargados de las inspecciones plantaciones, viveros, fincas entre otros, todos esos procesos se encuentran descritos en el acuerdo ministerial 176-2012, los cuales indica las disposiciones para el registro, producción, importación, exportación, reexportación y comercialización de semilla, partes de plantas y plantas de cítricos certificados.

2.3. Marco referencial

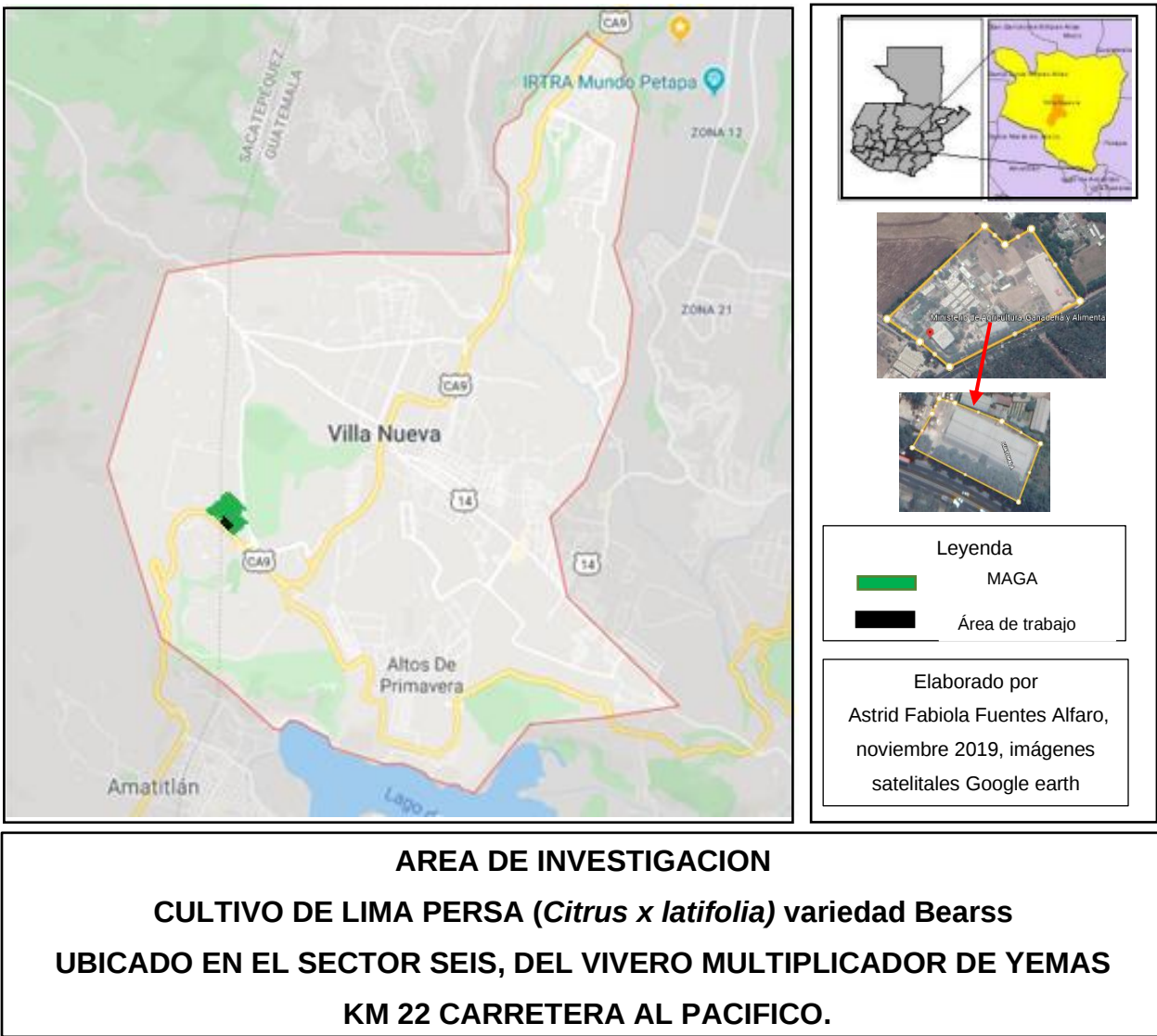
a. Condiciones climáticas de Bárcenas, Villa Nueva

El vivero multiplicador de yemas se ubica en Bárcenas, Villa Nueva a 1,490 m s.n.m. el municipio se ubica en un clima subtropical. La temperatura máxima en promedio diaria es de 27 °C y la temperatura promedio mínima es de 17 °C, la precipitación varía considerablemente durante el año, la probabilidad de lluvia máxima es de 56 % y la mínima es del 1 %, la humedad relativa a media mañana es de 84 % y por la noche de 64 %, el punto de rocío se encuentra en 15 °C. (Weather Spark, 2016).

b. Ubicación geográfica y localización

Bárcenas es una comunidad que pertenece al municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala. Está ubicada en el sureste del Valle de Las Vacas o de La Virgen, a 19 km de la ciudad de Guatemala, se encuentra a una altitud de 1,440 m s.n.m., es conocida como Bárcenas, aunque su nombre oficial es sin la letra “s” al final. Constituye parte de la zona 3 del municipio a que pertenece y colinda con la zona 2 de este mismo municipio al este, al sur con el municipio de Amatitlán y al Oeste y Norte con el departamento de Sacatepéquez (Municipalidad de Villa Nueva, Guatemala, 2018).

El vivero multiplicador de yemas se encuentra dentro de las instalaciones del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA- como lo muestra la Figura 10, se encuentra ubicado en el kilómetro 22, carretera al Pacífico, Bárcena, Villa Nueva.



Elaborado con imágenes satelitales de Google earth

Figura 10. Ubicación geográfica del vivero multiplicador de yemas kilómetro 22, Bárcenas, Villa Nueva.

2.4. OBJETIVOS

2.4.1. Objetivo general

Caracterizar el desarrollo vegetativo de los brotes que se utilizan como varetas, de lima persa (*Citrus x latifolia*) variedad Bearss libres de Huanglongbing -HLB- bajo condiciones protegidas.

2.4.2. Objetivos específicos

1. Describir el proceso de brotación vegetativa de lima persa variedad Bearss en el periodo de abril a junio del 2019.
2. Establecer el momento en el cual los brotes vegetativos pueden ser utilizados como varetas.
3. Elaborar un documento que muestre el desarrollo de brotes y el momento en que se encuentren en condiciones de corte para ser utilizados como varetas.

2.5. METODOLOGÍA

2.5.1. Periodo de observación

Durante un periodo seis semanas, comprendido de abril a junio 2019, se registraron datos para caracterizar el crecimiento vegetativo y desarrollo de varetas de lima persa (*Citrus x Latifolia*) variedad Bearss, para su distribución a casas malla del nivel 3 del Programa PRONAFICIT.

2.5.2. Inducción de varetas formadoras de copa y datos obtenidos

A. Acondicionamiento del área de estudio

En el área de trabajo se colocó un sensor de temperatura y humedad relativa marca WhatchDog de 1000 series para monitorear las condiciones climáticas del invernadero el cual permite grabar y monitorear las condiciones ambientales en sitios remotos (Spectrum Technologies, 2012), así también con la finalidad de conocer los niveles de conductividad eléctrica se utilizó un medidor tipo Gro Line EC/TDS Waterproof HI98118 y para pH del agua de riego se utilizó un Medidor Started tipo pluma/ bolsillo OHAUS ST20, el muestreo de agua se realizó en diferentes puntos del área de estudio.

B. Poda de renovación de varetas para formar copa

Fue realizada una poda de renovación de brotes, como se muestra en la Figura 11A, en la cual se eliminaron todas las varetas que presentaban madurez para ser injertadas, así como los brotes. Se seleccionaron e identificaron 10 plantas que mostraban las características siguientes: vigorosidad y tres ejes tal como se muestra en la Figura 12A. Los ocho días después de la poda, se observó la emergencia de los brotes (Figura 13) quince días después de la poda, se inició con el registro de datos de cinco brotes seleccionados en cada planta como lo muestra la Figura 14.



Fotografía: Astrid Fuentes, 2019.

Figura 11 Plantas antes de la poda. B: Plantas después de la poda



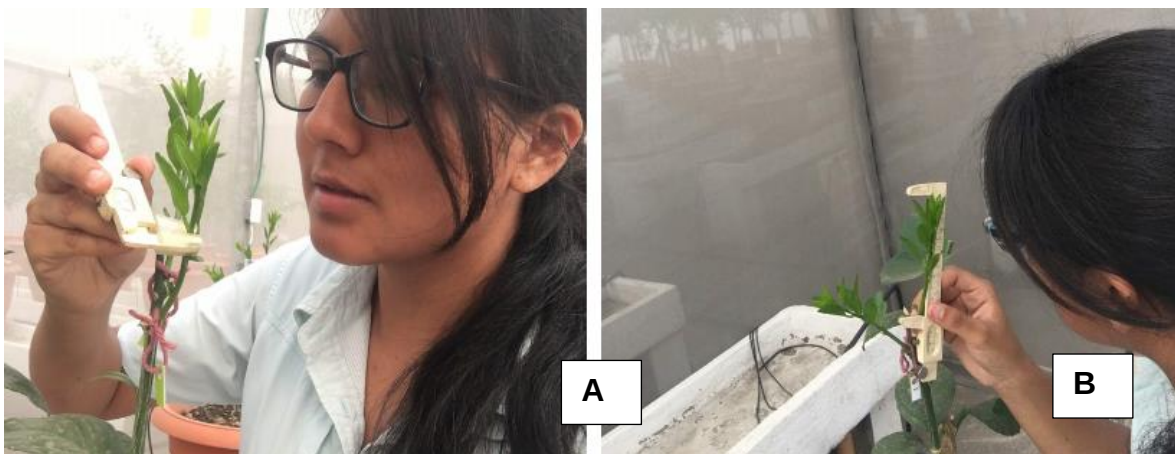
Fotografía: Astrid Fuentes, 2019.

Figura 12 Plantas seleccionadas para su observación A: Planta con identificación B:
Aspecto general de una planta seleccionada.



Fotografía: Astrid Fuentes, 2019.

Figura 13. Emergencia de brote a los ocho días después de la poda (A), brote a los quince días después de la poda (B)

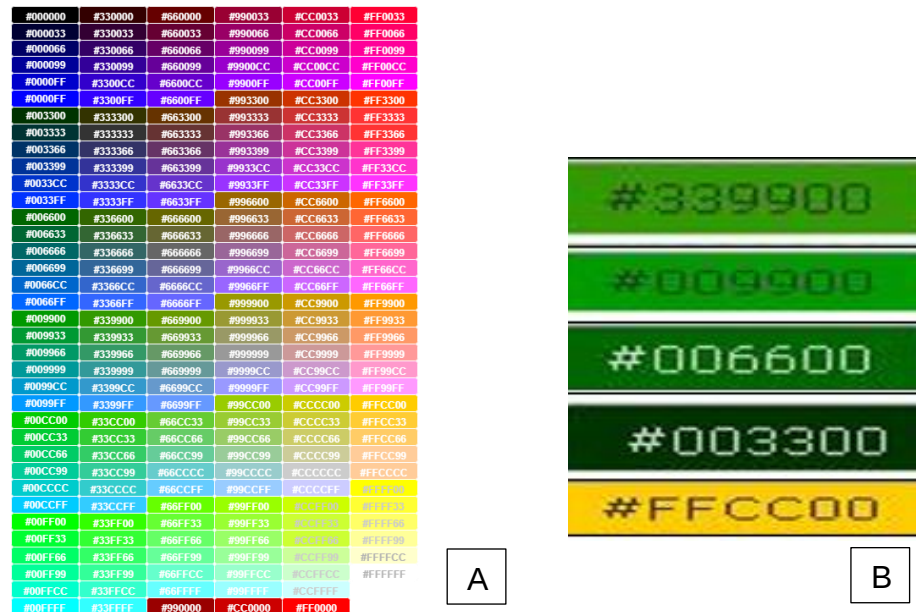


Fotografía: Astrid Fuentes, 2019.

Figura 14. Mediciones realizadas A: medición de diámetros, B: medición de longitud.

C. Registro de datos

Durante seis semanas se continuó observando y registrando los datos siguientes: número total de brotes por planta, longitud de la vareta, diámetro de la vareta (basal, medio y apical), consistencia del brote (no lignificada, poco lignificada, semi lignificada, lignificada); determinados por medio de movimiento oscilatorio del brote, número de yemas por brote, apariencia de la yema, para ello se observó y registró la coloración comparando la coloración mostrada con una tabla cromática, la cual se muestra en la Figura 15.



Fuente: (Vasquez, 2002)

Figura 15. Tabla cromática utilizada para el registro de coloración de varetas. A: Paleta web B: Tabla cromática utilizada para comparación de coloración de los brotes y varetas.

2.5.3. Observación del proceso de formación de varetas

En la sexta semana se realizó una poda de inducción, la cual consistió en la eliminación de las primeras cinco yemas del ápice de cada vareta de copa, esto con el propósito de inducir brotes para incrementar el número de varetas por planta. Se continuó trabajando con las plantas seleccionadas. Ocho días después de la poda se observó la emergencia de los brotes.

En cada vareta formadora de copa se seleccionó un brote que representará el crecimiento vegetativo de los brotes adyacentes. A los quince días después de la poda se inició con el registro de datos de los brotes seleccionados, durante seis semanas se continuó observando y cuantificando las variables siguientes: número total de brotes por planta, longitud de la vareta en centímetros, diámetro de la vareta (basal, medio y apical), consistencia del brote (no lignificada, poco lignificada, semi lignificada, lignificada), número de yemas por brote, apariencia de la yema, coloración de la vareta; para ello se comparó la coloración con la tabla cromática mostrada en la Figura 15 y manejo agronómico.

En la séptima semana se realizó el corte de varetas como lo muestra la Figura 16 para su distribución y también se efectuó poda para inducción de nuevos brotes de formación de copa.



Fotografía: Astrid Fuentes, 2019.

Figura 16. Corte de varetas.

2.5.4. Registro y análisis de datos

Los datos fueron registrados en un formato Excel® para obtener totales, medias y realizar gráficas. Posteriormente con la ayuda de los datos registrados en la tabla Excel®, las gráficas e imágenes se procedió a describir el proceso de formación de varetas.

2.5.5. Manejo agronómico

El manejo agronómico que se realizó durante el periodo de observación en el vivero multiplicador de yemas fue convencional; se realizaron podas de formación de copa y eliminación de brotes que compiten y además obstruyen el crecimiento de otros. En la Figura 17 se muestra la condición de la planta después de la poda de brotes antes descrita. El equipo utilizado para podas e injertos fue desinfectado con amonio cuaternario el cual se utilizó en una concentración del 1 %. Para el control de ácaros se utilizó Abamectina y para el control de enfermedades se aplicó Azoxystrobin y Metalaxil-M, utilizándose como producto comercial Uniform. Para las aplicaciones de los pesticidas se utilizó una bomba de 16 l.



Fotografía: Astrid Fuentes, 2019.

Figura 17. Competencia de brotes (A) y aspecto de la planta después de la eliminación de brotes (B).

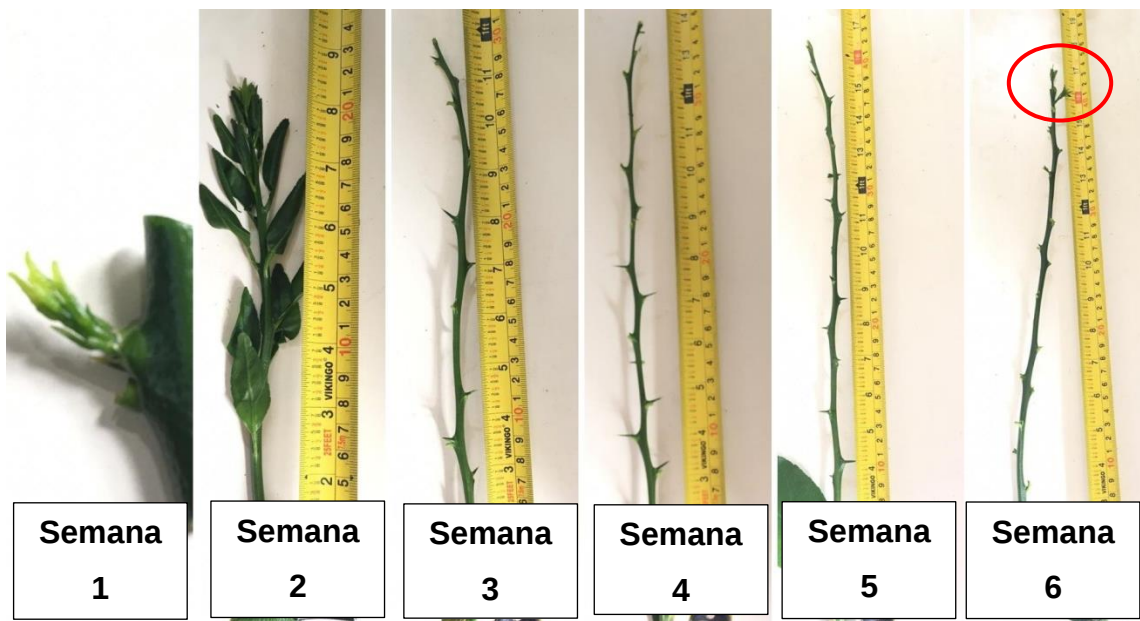
Se aplicó a cada una de las macetas diariamente 1,570 ml de agua, al inicio se utilizó una probeta para cuantificar el agua de riego y en las últimas cuatro semanas se utilizó riego por goteo. La fertilización al inicio se realizó aplicando manualmente 50 ml de solución nutritiva, la cual se constituyó diluyendo 180 g de fertilizante hidrosoluble 20-18-20 en un litro de agua. En las últimas cuatro semanas la fertilización se realizó por medio de riego por goteo utilizando la solución antes referida.

2.6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.6.1. Categorización de brotes

A. Características de la brotación

El brote emerge a los ocho días después de la poda, en los siguientes quince días su crecimiento es constante, el cual continúa hasta la sexta semana, en la Figura 18 se muestra el proceso de crecimiento y desarrollo de una vareta, así como la brotación de la yema apical.



Fotografía: Astrid Fuentes, 2019.

Figura 18. Proceso de crecimiento y desarrollo de un brote formador de vareta desde su brotación hasta el punto crítico, que se manifiesta por la brotación de la yema apical (el círculo rojo).

En el proceso de crecimiento y desarrollo es necesario diferenciar un chupón de una vareta que es útil para injertar. Un chupón es una rama improductiva, en el cual el consumo de energía es muy alto, por ende, su crecimiento y desarrollo es muy notorio (grueso, largo y

vigoroso), sin embargo, es necesario eliminarlos ya que este brote solo se queda en etapa vegetativa y no culmina la etapa generativa.

En la sexta semana la vareta que está en condiciones de ser injertada alcanza su punto crítico (etapa generativa), el cual se manifiesta con la brotación de las yemas que han sido formadas, iniciándose por la yema apical.

La temperatura y la humedad relativa influyen en la emergencia y crecimiento de brotes. El invernadero del vivero multiplicador de yemas, como se muestra en la Figura 19 con información de Spectrum Technologies. 2012, mantiene una temperatura promedio de 26 °C y una humedad relativa de 59.10 %.

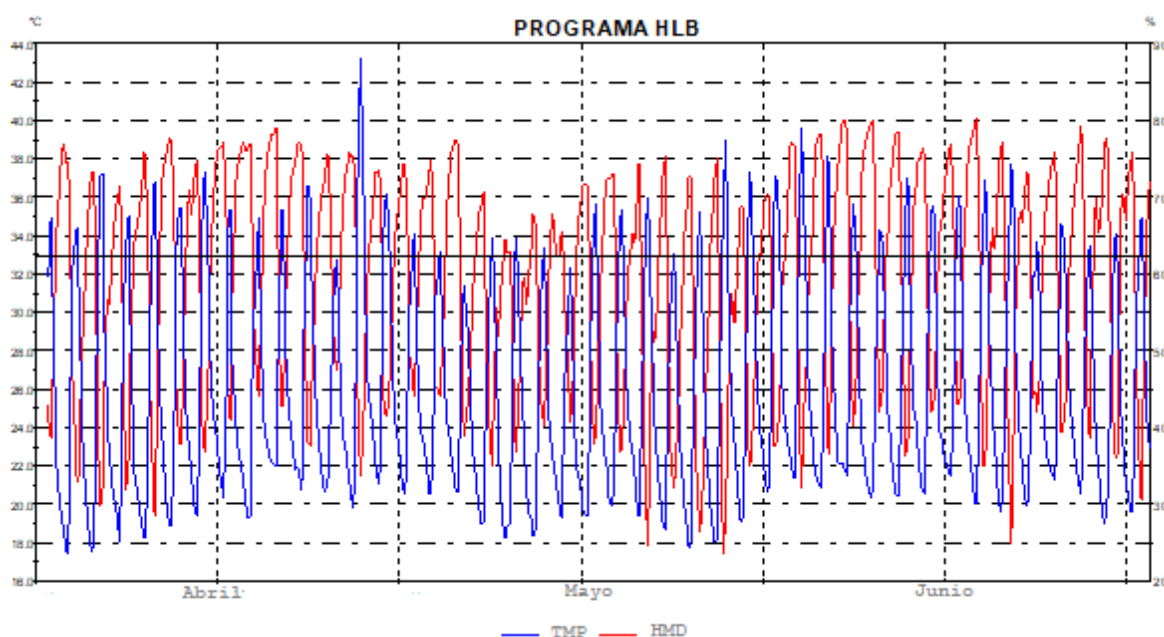


Figura 19. Temperatura y humedad relativa del vivero multiplicador de yemas del proyecto PRONAFICIT

Las altas temperaturas inducen mayor metabolismo y en condiciones de humedad adecuada el metabolismo se mantiene, a mayor temperatura mayor crecimiento, como lo explica Martínez Montagud (2015). Tanto la temperatura como la humedad relativa del

invernadero se encuentran dentro del rango adecuado para el crecimiento y desarrollo de los cítricos, no siendo este un factor limitante para la formación de varetas.

2.6.2. Características de cosecha de varetas

A. Cantidad promedio de varetas producidas por planta

Una planta en promedio en seis semanas forma ocho varetas de calidad las cuales conforman la copa, en la Figura 20 se muestra el número de varetas formadas por cada una de las plantas.

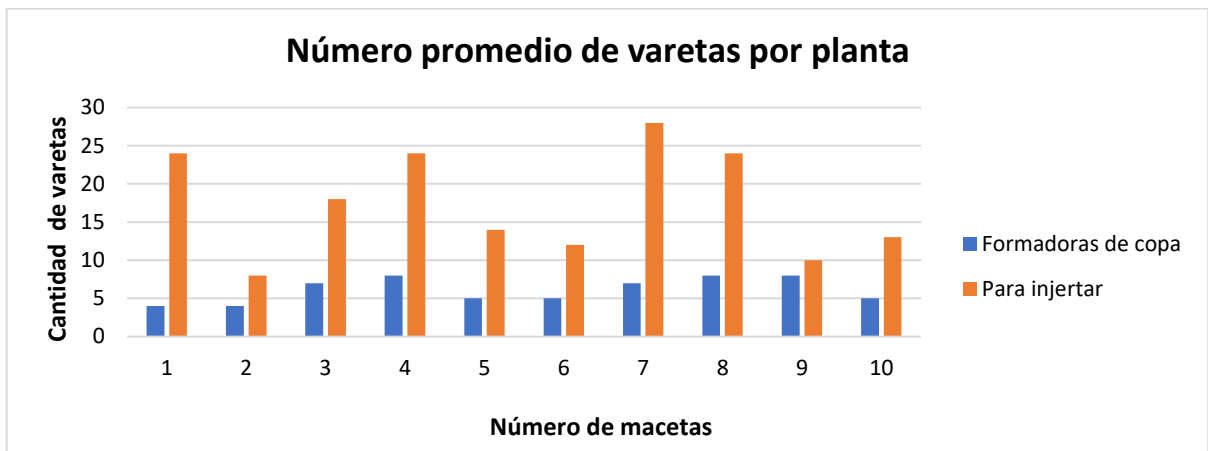


Figura 20. Número de varetas por planta producidas para la formación de copa y para ser utilizadas en injertación.

Sobre esta copa se forman varetas que son utilizadas para injertación. Después de la poda de inducción (eliminación de las últimas cinco yemas de la vareta de copa), en la séptima semana inicia la brotación de las yemas que dan origen a las varetas, de este modo se incrementa la cantidad de varetas que se producen por planta. Después de doce semanas una planta en promedio puede formar 24 varetas.

B. Longitud promedio de varetas

La longitud de varetas a las seis semanas, después de la brotación de las yemas que forman las varetas, fue de 38 cm a 45 cm, como se muestra en la Figura 21.

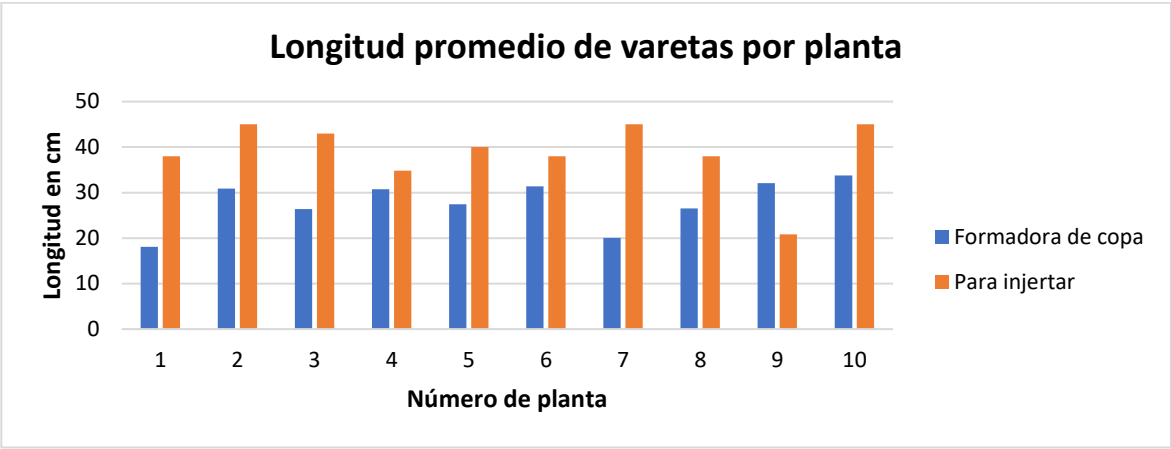


Figura 21. Longitud promedio de varetas, a las seis semanas después de la poda de renovación.

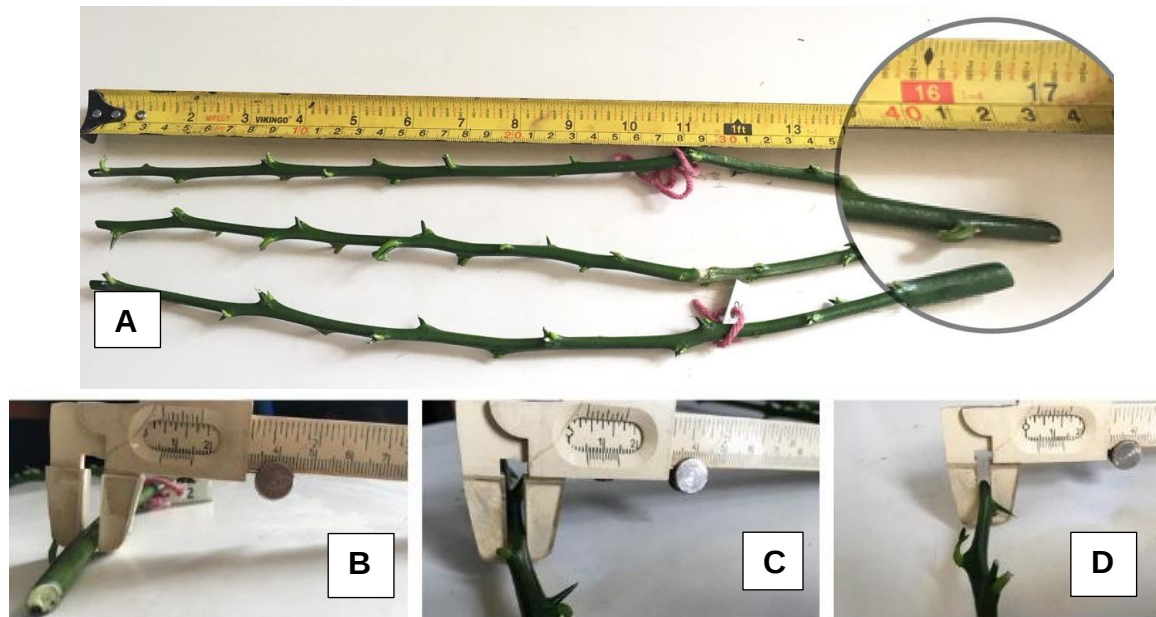
Después de las seis semanas, se considera el periodo crítico, en el cual las yemas de las varetas brotan. Por lo anterior se reporta la longitud de varetas a las seis semanas, las cuales pueden ser utilizadas para injertación.

C. Diámetro promedio de varetas para ser distribuidas

El promedio de diámetro de las varetas para ser distribuidas y ser utilizadas para la injertación es muy variable según la longitud de la misma. En el Cuadro 5 se muestra el diámetro promedio de las varetas formadoras de copa y productoras de yemas y en la Figura 22 se observa que a mayor longitud de la veta se tienen mayores diámetros basales, medios y apicales.

Cuadro 6. Diámetro promedio de varetas formadoras de copa y varetas productoras de yemas por planta después de seis semanas de inducido el brote que las forma.

Número de planta	Diámetros formadora de copa (mm)			Diámetro de vareta productora (mm)		
	Base	Medio	Apical	Base	Medio	Apical
1	3.90	2.90	2.00	4.40	3.40	2.40
2	4.37	3.18	2.00	2.87	2.25	1.40
3	4.44	3.05	2.16	3.30	2.35	1.30
4	4.10	3.10	2.00	3.45	2.75	1.65
5	3.94	3.05	2.05	3.50	2.60	1.15
6	4.5	3.25	1.90	2.60	2.10	1.11
7	4.00	3.00	2.05	3.10	2.55	1.13
8	4.25	3.15	2.15	3.38	2.61	1.64
9	4.30	3.42	2.35	2.85	2.10	1.25
10	4.55	3.73	2.35	2.45	2.00	1.20



Fotografía: Astrid Fuentes, 2019.

Figura 22. Longitud y diámetro de vareta productora de yemas en condiciones para su distribución A: longitud de 43.20 cm. B: diámetro inicial 6 mm. C: diámetro medio 5 mm. D: diámetro final 4mm

Para la base de 5 mm a 6 mm, el diámetro en la parte media fue de 4 mm a 5 mm y el diámetro en el ápice de la vareta fue de 3 mm a 4 mm. Estos rangos se relacionan con la longitud promedio de una vareta, esto indica que para una vareta de 44 cm el diámetro base es de 6 mm, el medio de 5 mm y apical de 4 mm.

D. Cantidad de yemas por vareta

En una vareta se obtiene entre 18 a 20 yemas en condiciones para ser injertadas, en la Figura 23 se muestra el número de yemas por vareta al corte de ésta.

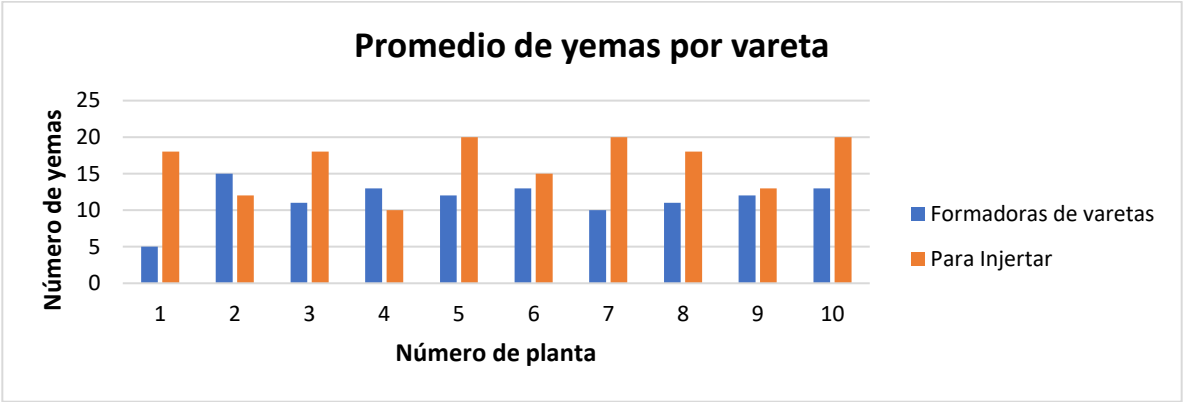
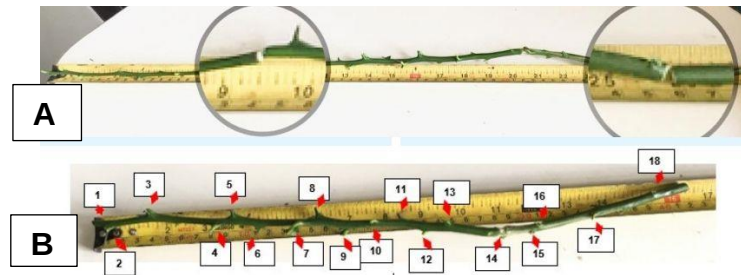


Figura 23. Promedio de yemas por vareta para la formación de copa y de yemas para la formación de varetas con fines de distribución e injertación.

A la vareta productora de yemas se le cortan aproximadamente de 10 cm a 25 cm de la parte apical ya que las yemas contenidas en esta parte no concluyen su desarrollo, así también se cortan de la parte basal de 2 cm a 10 cm, debido a que las yemas de esta parte se encuentran muy pegadas a la base y no pueden ser injertadas. En la Figura 24 se muestra el corte apical y basal que se le realiza a las varetas.



Fotografía: Astrid Fuentes, 2019.

Figura 24. Vareta en condiciones de corte para ser distribuida. A: eliminación de la parte basal y apical de una vareta. B: cantidad de yemas por vareta.

E. Coloración y consistencia de yemas

Una variable característica tanto de la vareta como de la yema es la coloración y la consistencia, en el Cuadro 6 se muestra el color de los brotes o vareta, según la tabla cromática. Un brote formador de vareta en la primera semana (emergencia de brote) muestra una coloración verde tierno que corresponde al código #339900 en la tabla cromática, este color es característico desde la brotación hasta que el brote alcanza una longitud de 10 cm, la consistencia mostrada es suave y no presenta yemas. Cuando el brote alcanza una longitud entre 11 cm a 24 cm el color cambia y este corresponde al código #009900 de la tabla cromática, las varetas en este estado muestran un tallo triangular y presentan yemas en estado inicial de formación, las cuales son planas.

Cuadro 7. Coloración, longitud, consistencia de la vareta y forma de la yema mostrada desde la brotación hasta el corte.

Coloración	Rango de semanas	Longitud (cm)	Condiciones de la vareta	Apariencia de la yema
	1 a 2	0 a 10	No lignificada	Sin presencia
	3	11 a 24	Poco lignificada	Sin turgencia
	4 a 5	20 a 30	Semi lignificada	Semi turgente
				
	6	30 a 40	Lignificada	Turgente
		Ápice de la yema y espina		

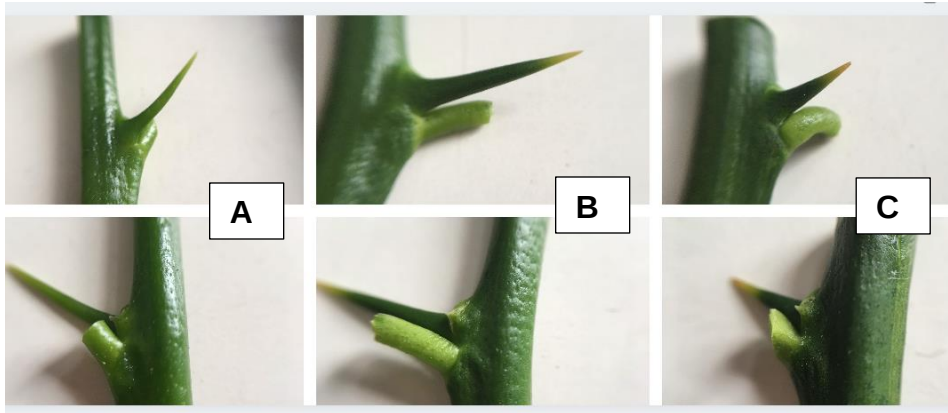
Cuando las varetas alcanzan la longitud de 25 cm a 36 cm el color verde se intensifica, corresponde este al código #006600 de la tabla cromática, muestra consistencia dura, la forma del tallo tiende a ser semi triangular, la yema se muestra abultada; esta vareta a partir de los 30 cm puede brotar si se induce la brotación por medio de poda, sin embargo una yema es madura a partir de los 38 cm, hasta la longitud que alcanza a la sexta semana, en la cual la coloración se torna verde oscuro coloración que corresponde al código #003300 de la tabla cromática. La apariencia de la vareta es leñosa y redonda a la sexta semana, la yema es bulbosa con una punta color marrón, color que corresponde al código #FFCC00 de la tabla cromática. En la Figura 25 muestra lo anteriormente descrito.



Fotografía: Astrid Fuentes, 2019.

Figura 25. Tres etapas del desarrollo de la A: brote a los quince días después de la poda. B: vareta con longitud de 11 cm a 24 cm y C: vareta en condiciones para ser utilizada para injertación.

Una yema que se encuentra en condiciones para ser injertada se caracteriza por su apariencia bulbosa, la parte superior muestra color marrón (código #FFCC00 de tabla cromática) y una coloración verde oscuro (código #003300 de tabla cromática), como se muestra en la Figura 26.



Fotografía: Astrid Fuentes, 2019.

Figura 26. Características de una yema en condiciones para ser injertada. Apariencia de las espinas y yemas desde su presencia hasta su corte. A: espina y yema con coloración y consistencia suave. B: se empiezan a mostrar un tono de marrón tierno en el ápice de ambas. C: espina con mayor protuberancia.

Otra de la característica es la forma y apariencia de las espinas, estas se encuentran como protección de las yemas y en algunos casos les sirven como parte estratégica de supervivencia en condiciones extremas, ya que a pesar de que en condiciones críticas la hoja se desprende del peciolo, la espina sigue firme durante unos días junto a la yema, ésta sufre un cambio cuando las condiciones son extremadamente graves en toda la planta. Las espinas están ligada al proceso de crecimiento y maduración de la varetta y yema, éstas muestran una coloración idéntica a la de una yema, la parte superior color marrón y pronunciada, pequeña y de base redonda, como se muestra en la Figura 26.

2.7. Documento ilustrativo de yemas de cítricos producidas bajo condiciones controladas



Presentación

El Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación –MAGA- de la Dirección de Sanidad Vegetal -VISAR-, el gobierno de China (Taiwán), y el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria –OIRSA- han trabajado conjuntamente para la construcción de invernaderos con fines de producción de plantas sanas, libres de HLB y de otras enfermedades transmitidas por material vegetativo e insectos vectores que afectan la producción de cítricos, a nivel Centro Americano, Belice, México y República Dominicana, su principal estrategia es sustituir las plantas enfermas con HLB por plantas sanas a viveristas de la región.

Como parte de estos esfuerzos, durante tres meses se realizó un estudio, el cual pudiera categorizar una vareta que este en condiciones para su corte, y por ende que sea útil para que sea injertada.

El presente documento esta dirigido a técnicos, viveristas y productores de yemas de cítricos, es una guía de procedimiento y observaciones del desarrollo vegetativo para lima persa variedad Bearss.



1. Invernadero multiplicador de yemas de Cítricos

1.1. Ubicación del vivero

El vivero multiplicador de yemas cítricos se encuentra ubicado en el kilómetro 22 carretera al pacífico, tiene un área de 1,800 m² y está dividido en ocho secciones, tiene capacidad para 420 plantas.

Actualmente el vivero tiene 14 variedades de cítricos entre ellas: limones criollos, lima persa, naranja, mandarina y toronjas



Figura 1. Vista lateral del vivero multiplicador de yemas de cítricos.

1.2. Condiciones climáticas para la producción de yemas

La temperatura y la humedad relativa influyen en el desarrollo vegetativo de las plantas.

Los cítricos cultivados en clima tropical brotan continuamente, debido a que no existen marcadas fluctuaciones de temperatura y humedad relativa, que en promedio, se sitúa a 25 °C y 60 %, respectivamente.

Cuando las plantas están expuestas a altas temperaturas, arriba de 35 °C, en su mayoría solo producen brotes vegetativos, pero las que se exponen a bajas temperaturas florecen independientemente de la longitud del día.

La temperatura se controla enfriando por medio de la manipulación de ventanas cenitales, que se ubican en la parte superior del invernadero.

2. Condiciones de las plantas en el vivero multiplicador de yemas



La lima persa variedad Bearss se introdujo en el año 2017 al vivero multiplicador de yemas.

La lima Bearss tiene gran demanda en varetas que se utilizan para injertación, esto es debido a que el fruto de esta lima es altamente demandado.

Las plantas crecen y se desarrollan en una maceta, con capacidad de 70 lb de sustrato, el cual esta compuesto por 50 % de lombri-compost, 25 % de suelo, 25 % de piedra pómez, debidamente desinfectado con peroxidos, posee condiciones de riego y fertirriego.



Figura 2. Medio de crecimiento y desarrollo de las plantas de lima persa variedad Bearss.

3. Manejo de plantas productoras de yemas



3.1. Desinfección de equipo

Es muy importante la desinfección del equipo que se utiliza para realizar podas, esta puede hacerse con amonio cuaternario.



Figura 3. Desinfección de equipo antes de su uso.

3.2. Poda de renovación

Consiste en la eliminación de todas las varetas productoras de yemas y el corte de las varetas formadoras de copa a una distancia de 15 cm de la base.



Figura 4. Poda de Renovación: A) antes de la poda
B) después de la poda.

3.3. Riego y fertiriego

La cantidad de agua y de fertilizante que se apliquen dependen de la edad del árbol, tipo de sustrato, clima y sistema de riego.

Se debe realizar análisis de sustrato para conocer la cantidad de nutrientes que aporta el mismo, así como conocer el contenido de sales.

EL sustrato en el cual se cultive la lima Bearss es necesario mantenerlo a capacidad de campo todo el tiempo.



Figura 5. Planta de lima persa variedad Bearss a capacidad de campo.

3.4. Monitoreo y control de plagas y enfermedades

Se debe realizar dos veces por semana el monitoreo de plagas y enfermedades en la lima persa Bearss y sobre esa base proceder a la prevención o control de las mismas.



Figura 6. Ejemplo de aplicación de pesticidas para la prevención y control de plagas.

4. Desarrollo de brotes para la formación de varetas portadoras de yemas



4.1. Poda de inducción de varetas portadoras de yemas para injertación

la poda de inducción consiste en eliminar cinco yemas del ápice de las varetas que se utilizan como formadoras de copa, esto se realiza cuando estas ultimas han alcanzado 30 cm de longitud.

La brotación empieza ocho días después de la poda de inducción, brotan de una a seis yemas, cada una de ellas se transforma en una vareta portadora de yema para injertación.



Figura 7. Brote estimulado después de la poda de inducción.

A partir de los 15 días de la poda de inducción el crecimiento de los brotes es constante hasta llegar a la sexta semana.

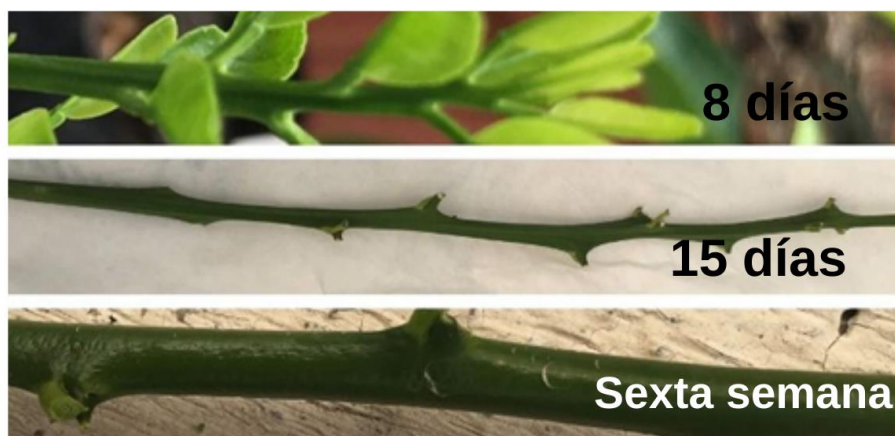


Figura 8. Brotación hasta su corte a la sexta semana.

Es necesario la eliminación de brotes que compitan en luz, espacio y nutrientes, esto se realiza a partir de la segunda semana después de la poda de inducción

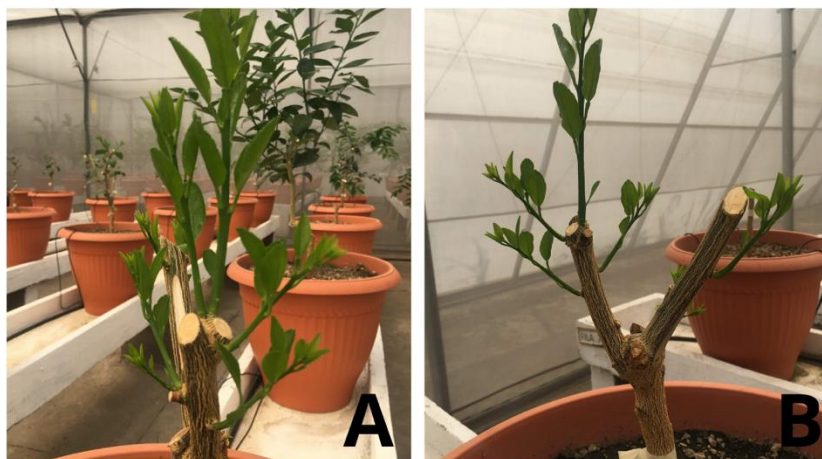


Figura 9. A: Competencia de brotes y B: aspecto de la planta después de la eliminación de brotes.

Una vareta productora de yemas a la sexta semana llega a su punto critico, el cual se manifiesta con la brotación de la yema apical.



Figura 10. Proceso de crecimiento y desarrollo de un brote formador de vareta desde su brotación hasta el punto crítico, que se manifiesta por la brotación de la yema apical (círculo rojo).

Una vareta productora de yemas de seis semanas, muestra coloración verde oscuro, con una longitud aproximadamente de 38 cm a 45 cm estas varetas producen en promedio de 18 cm a 20 yemas.

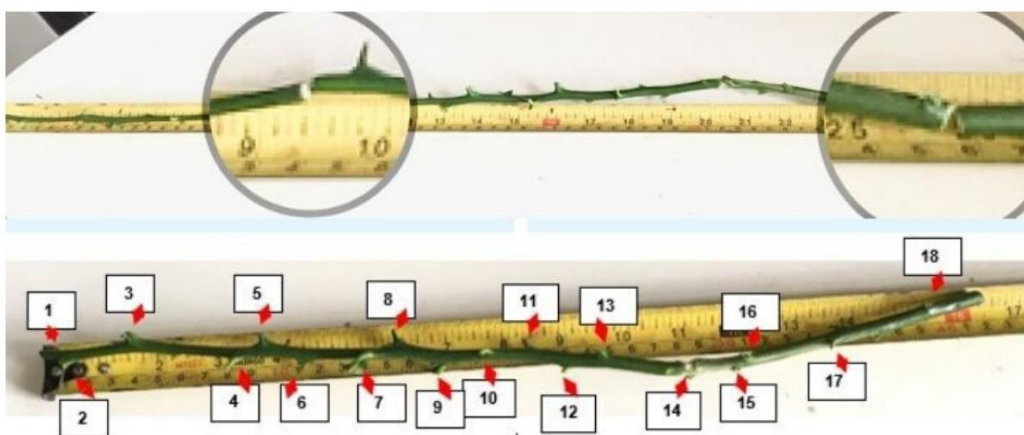


Figura 11. Vareta de 44 cm de longitud, con cantidad de 18 yemas listas para injertar.

Las espinas son otro factor importante para conocer el grado de madurez de la yema, cuando éstas muestran coloración marrón, deben ser cortadas con fines de injertación de sus yemas.

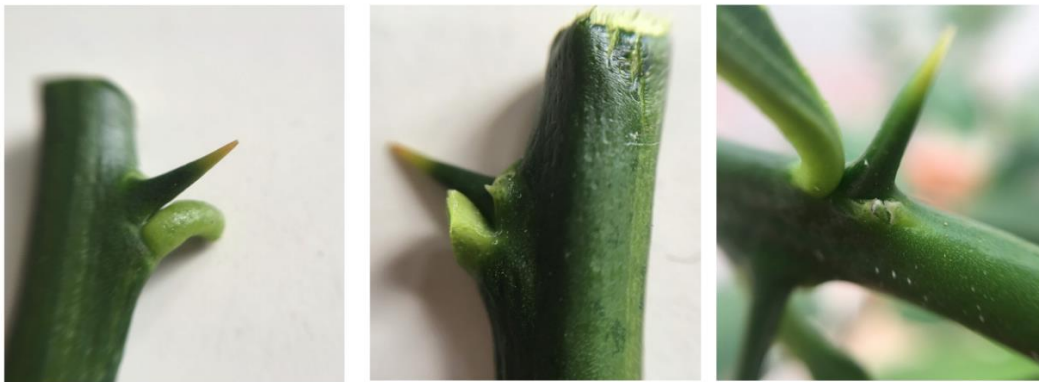


Figura 12. Apariencia de la espina y yema en condiciones de ser injertada.

Las yemas de una vareta son viables a las seis semanas después de la poda de inducción, en condiciones ambientales de 26 °C y 59 % de humedad relativa.



Figura 13. Corte de varetas y varetas, listas para ser distribuidas.



**Vivero multiplicador de yemas
Nivel II
kilómetro 22, carretera al Pacífico**

2.8. CONCLUSIONES

1. Según las condiciones herméticas del vivero multiplicador en los meses de abril a junio, la producción de varetas para corte se obtiene en seis semanas.
2. El rango de la vareta a las seis semanas es de 30 cm a 45 cm, el diámetro promedio de las mismas es de 6 mm en la base, 5 mm en la parte media y 4 mm en el ápice.
3. La coloración característica de una vareta con yemas para ser utilizadas en injertación es de color verde oscuro que corresponde al código #003300 de la tabla cromática.
4. Las plantas de lima persa de tres años de edad del vivero multiplicador tienen la capacidad de producir en promedio 24 varetas, con 18 a 20 yemas viables para injertar por maceta, por lo que al año se producen 142,560 yemas al año.

2.9. RECOMENDACIONES

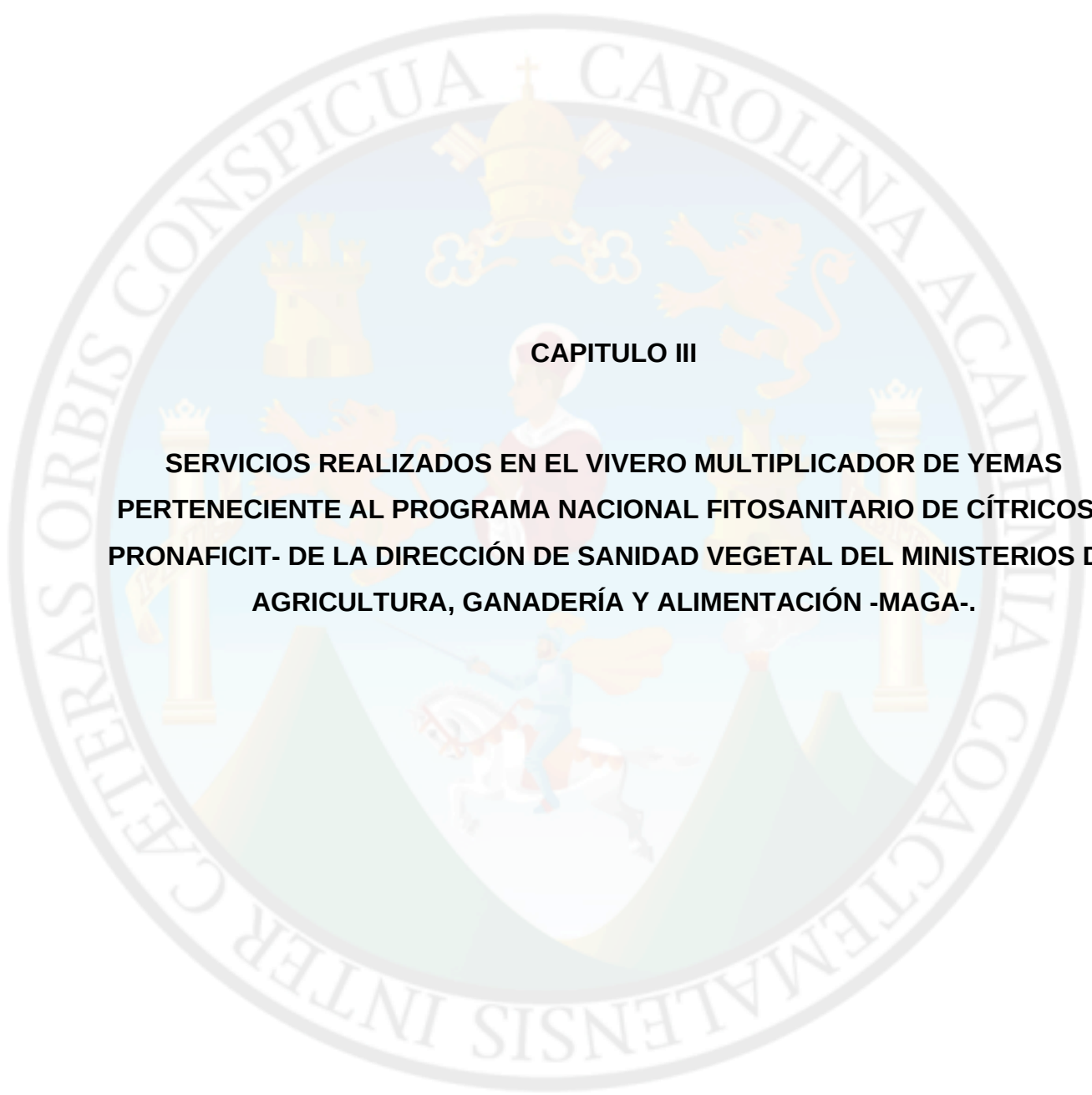
1. Se considera que la edad de la planta afecta la producción de varetas por lo que se recomienda evaluar la producción de varetas en plantas de diferentes edades.
2. Estandarizar el uso de colores de la tabla cromática como factor para determinar las condiciones de una vareta madura con yemas adecuadas para ser injertadas.

2.10. BIBLIOGRAFÍAS

1. Alvarenga, R. H. (2017). *Determinación de la presencia de Candidatus liberibacter citri Huanglongbing, en los cultivos de cítricos; diagnóstico y servicios desarrollados en Suchitepéquez, Guatemala, C.A.* Recuperado el 18 de 05 de 2019, de (Tesis Ing. Agr., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía: Guatemala): <http://www.repositorio.usac.edu.gt/8079/1/RAÚL%20HERRERA%20ALVARENGA.pdf>
2. Astrid, F. (2019). Fotografías .
3. Coy Chuluc, G. F. (2017). *Validación parcial del protocolo de monitoreo de Diaphorina citri Kuwayama en el cultivo de limón persa (Citrus latifolia Tanaka) bajo condiciones de la Finca ENCA, Bárcena, Villa Nueva, Guatemala, C. A., diagnóstico y servicios realizados en el Programa .* Recuperado el 21 de 06 de 2019, de (Tesis Ing. Agr., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía: Guatemala): <http://www.repositorio.usac.edu.gt/8863/1/Trabajo%20de%20graduación%20Gloria%20Coy.pdf>
4. Davies, F. S., & Albrigo, L. G. (1999). *Cítricos*. Zaragoza, España: Acribia.
5. Dorado Guerra, D., Grajales, L. C., & Ríos Rojas, L. (2015). *Efecto del riego y la fertilización sobre el rendimiento y la calidad de la fruta de lima ácida Tahití Citrus latifolia Tanaka (Rutaceae)*. Recuperado el 11 de 06 de 2019, de Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 16(1): http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-87062015000100008&lng=es
6. González Segnana, L. R., & Tullo Arguello, C. C. (2019). *Guia técnica del cultivo de cítricos*. Recuperado el 28 de 10 de 2019, de San Lorenzo, Paraguay: Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias: https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_03.pdf

7. Martínez Montagud, M. J. (2015). *Control hormonal de la brotación en los cítricos con dominancia del fruto*. Recuperado el 8 de 06 de 2019, de (Tesis Ing. Agroalim., Universitat Politècnica de Valencia, Escola Tècnica Superior D'Enginyeria Agronómica I Del Medi Natural: España): <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/54213/MARTÍNEZ%20-%20Control%20hormonal%20de%20la%20brotación%20en%20los%20cítricos%3A%20dominancia%20del%20fruto.pdf?sequence=4>
8. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala (MAGA). (2004). *Multiplican plantas de cítricos libres de HLB*. Recuperado el 10 de 05 de 2019, de Guatemala: MAGA: <https://www.maga.gob.gt/2017/09/01/multiplican-plantas-de-citricos-libres-de-hlb/>.
9. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala (MAGA). (2012). *Acuerdo ministerial 13-2012*. Obtenido de Creación del Programa Nacional Fitosanitario para la Prevención, Control y Erradicación de Plagas Asociadas al Cultivo de Cítricos: <https://sistemas.maga.gob.gt/normativas/Normativas?page=18&categoriaId=4>
10. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala (MAGA). (2019). *Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones*. Obtenido de <https://visar.maga.gob.gt/>
11. Municipalidad de Villa Nueva, Guatemala. (2018). *Villa Nueva: Monografía*. Obtenido de Guatemala: Municipalidad de Villa Nueva: <https://www.villanueva.gob.gt/monografia-villanueva-guatemala>
12. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, Guatemala (OIRSA). (2015). Obtenido de <https://www.oirsa.org/noticia-detalle.aspx?id=7633>
13. Palacios, J. (1978). *Citricultura moderna*. Argentina: Hemisferio Sur.
14. Rebolledo Roa, A. (2012). *Fisiología de la floración y fructificación en los cítricos* (p. 89-106). Recuperado el 11 de 05 de 2019, de Cítricos: cultivo, poscosecha e industrialización. Caldas: Corporación Universitaria Lasallista, (Serie Lasallista Investigación y Ciencia): <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/557/1/CAPITULO%203.pdf>.

15. Rebour, H. (1964). *Los agrios: Manual práctico de citricultura*. España: Mundi-Prensa.
16. Shih-Bon Lo, H., & A-Shiarn Hwang, A. (2015). *Protocolo para la producción de plantas sanas de cítricos*. Recuperado el 22 de 06 de 2019, de El Salvador: Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA).
17. Spectrum Technologies. (2012). *WatchDog 1000 series micro stations*. Obtenido de Spectrum Technologies: <https://www.specmeters.com/assets/1/22/368XWD1000Loggers2.pdf>
18. Valladares Alonzo, L. P. (2015). *Implementación del cultivo de limón persa en la Finca Gibraltar, Chiquimulilla, Santa Rosa (2006-2011); Estudio de caso*. Recuperado el 11 de 06 de 2019, de (Tesis Ing. Agr., Universidad Rafael Landivar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas: Guatemala): <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2015/06/04/Valladares-Luis.pdf>
19. Vanegas, M. d. (2002). *Guía técnica cultivo del limón pérsico*. Recuperado el 18 de 06 de 2019, de El Salvador: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA): <http://repiica.iica.int/docs/B0217E/B0217E.PDF>
20. Vasquez, D. B. (2002). *La web del color*. Obtenido de <https://coloress.org/>
21. Weather Spark. (2016). *El clima promedio en Villa Nueva, Guatemala*. Obtenido de Weather Spark: <https://es.weatherspark.com/y/11622/Clima-promedio-en-Villa-Nueva-Guatemala-durante-todo-el-año>



CAPITULO III

**SERVICIOS REALIZADOS EN EL VIVERO MULTIPLICADOR DE YEMAS
PERTENECIENTE AL PROGRAMA NACIONAL FITOSANITARIO DE CÍTRICOS -
PRONAFICIT- DE LA DIRECCIÓN DE SANIDAD VEGETAL DEL MINISTERIOS DE
AGRICULTURA, GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN -MAGA-.**

3.1. Servicio 1: AMPLIACIÓN DEL ÁREA DE LIMA PERSA VARIEDAD BEARSS DENTRO DEL VIVERO MULTIPLICADOR DE YEMAS.

3.1.1. PRESENTACIÓN

En Guatemala el cultivo limón persa ha tenido un aumento considerable en producción debido a las características del fruto, este es vigoroso, con cascara suave, sin semillas y con mayor cantidad de zumo dependiendo de la variedad que lo produzca.

El vivero multiplicador de yemas posee un área de 1,800 m² de infraestructura, el cual está dividido en ocho sectores, tres de ellos están enfocados a la producción de varetas de lima persa, un sector a la variedad Bearss y dos sectores a la variedad Tahití.

La lima persa Bearss se ha caracterizado por ser una variedad muy importante en el comercio internacional y para los viveristas que están inscritos en el programa, ya que su fruto demuestra características en tamaño, zumo y sobre todo en mayor duración de la fruta desde que es recolectada, estas características son muy limitados en la lima persa Tahití.

Por tal motivo el vivero se ve en la necesidad de ampliar el área de su variedad más importante para satisfacer la demanda de los viveristas. De tal manera que para la determinación del área a utilizar es fundamental tener datos climáticos como temperatura, humedad relativa y luminosidad esto con el fin de favorecer la producción vegetativa de las plantas.

3.1.2. OBJETIVOS

A. Objetivo general:

Ampliar el área de lima persa variedad Bearss, con el fin de incrementar y satisfacer la producción de yemas libres de HLB en el vivero multiplicador del MAGA km 22, Guatemala.

B. Objetivos específicos:

1. Determinar el área con parámetros climáticos idóneos con relación al desarrollo de plantas de lima persa variedad Bearss, en el vivero multiplicador de yemas.
2. Identificar el espacio idóneo para el establecimiento de plantas variedad Bearss según los parámetros climáticos adecuados para esta lima persa.

3.1.3. METODOLOGÍA

1. Se estimó la densidad de plantas en cada uno de los sectores, de acuerdo con el número de bancas y el distanciamiento entre macetas.
2. Se procedió a verificar en un período cinco días los parámetros climáticos en cada uno de los ocho sectores del vivero multiplicador: Temperatura promedio, humedad relativa promedio e intensidad lumínica.
3. **Temperatura y humedad relativa:** Para medir los datos de temperatura y humedad relativa, se colocó el termohigrómetro en el centro de cada sector, con la finalidad de tomar mediciones tres veces al día 8 h, 12 h y 15 h respectivamente.
4. **Intensidad lumínica:** Para medir la cantidad de luz que llega a la planta en lux, se colocó un luxómetro al en tres puntos de cada sector (orillas y centro), tres veces al día 8 h, 12 h y 15 h todo lo anterior descrito se muestra en la Figura 27.



Fotografía: Astrid Fuentes, 2019.

Figura 27. Toma de datos de intensidad lumínica, temperatura y humedad relativa de cada sector del vivero multiplicador de yemas.

5. Después de seleccionar el sector a ser utilizado se procedió al trasplante plantas de limas persas variedad Bearss, desde la extracción de sustrato hasta el montaje de las plantas es importante hacer referencia que el patrón utilizado tiene una edad de dos años y corresponde a la variedad carrizo como lo muestra la Figura 28.



Fotografía: Astrid Fuentes, 2019.

Figura 28. Proceso de trasplante de plantas recién injertadas con un patrón de dos años de edad.

3.1.2. MATERIALES

1. Cinta métrica
2. Termohigrómetro
3. Luxómetro
4. Libreta de campo

3.1.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante el monitoreo de las características climáticas del invernadero, se determinó que los sectores más idóneos, para el crecimiento adecuado de Lima Persa Variedad Bearss, son el sector 4 y el sector 6, ya que según Paula Rojas, de la universidad de Veracruz indica que los valores de temperatura y humedad idóneos para que el cultivo se desarrolle correctamente son de 25 °C a 28 °C, una humedad relativa del 50% a 60% y una intensidad lumínica bajo condiciones controladas de 1,200 lux a 2500 lux dependiendo la zona, los cítricos pueden desarrollarse vegetativamente en sus condiciones ideales.

Los resultados de los monitoreos se muestran en Cuadro 7, en cuanto a los valores de intensidad lumínica se muestran homogéneos en la mayoría del invernadero, y varían únicamente mediante la trayectoria del sol.

Cuadro 8. Factores que influyen en el desarrollo vegetativo de los cítricos, en el vivero multiplicador de yemas.

SECTOR	TEMPERATURA EN °C PROMEDIO	% DE HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO	INTENSIDAD LUMÍNICA EN LUX
1	26	51	1197
2	26	53	1067
3	29	53	1330
4	29	55	1828
5	29	54	1502
6	29	54	1748
7	27	52	1125
8	27	52	1085

Por esta razón el establecimiento de la variedad Bearss, se ubicó en el sector 4 del vivero multiplicador de yemas, debido a que las plantas de lima necesitan luz en altas cantidades y esta área la posee. Se ha observado que, al disminuir la intensidad de luz, el crecimiento de su nueva brotación se alarga y se presentan más débiles, en la Figura 29 se muestra cómo se encontraba el sector antes de la instalación de nuevas plantas de lima persa variedad Bearss, en la Figura 30 se observa la instalación completa del nuevo sector de lima persa variedad Bearss A: sector 4 (nueva instalación). B: sector 6 (plantas de 3 años de edad).



Fotografía: Astrid Fuentes, 2019.

Figura 29. Sector 4 del vivero multiplicador de yemas, antes de la instalación de nuevas plantas de lima persa variedad Bearss.



Fotografía: Astrid Fuentes, 2019.

Figura 30. Instalación de nuevo sector de lima persa variedad Bearss. A: Sector 4 (nuevo sector). B: Sector 6 (antiguo sector de Bearss).

Por tal motivo de los 8 sectores analizados, se determinó que el 1, 2, 7 y 8 son superiores en cuanto a área y por ende pueden albergar mayor número de plantas, comparados con los sectores 3, 4, 5 y 6 por lo que el total de plantas establecidas en el sector es de 44 plantas de lima persa variedad Bearss. En el Cuadro 8 se muestra el área de cada sector, el cual indica a su vez la cantidad de plantas que puede albergar.

Cuadro 9. Área por sector del vivero multiplicador de yemas.

SECTOR	ÁREA EN m ²	No. DE PLANTAS
1	128	55
2	128	55
3	96	44
4	96	44
5	96	44
6	96	44
7	128	55
8	128	55

3.1.4. CONCLUSIONES

1. La determinación de los parámetros climáticos como la temperatura, humedad relativa y luminosidad, en el área donde se estableció 44 plantas nuevas de lima persa variedad Bearss fue de gran importancia, ya que estos indican las condiciones promedio a las que las plantas estarán expuestas durante el día, el realizar este tipo de análisis antes de establecer una plantación son significativos ya que estos consideran el crecimiento y desarrollo idóneo de cada planta.
2. Se estableció la cantidad de 44 plantas de lima persa variedad Bearss en el sector 4 del vivero multiplicador de yemas, debido a que este presentó mejores condiciones de intensidad lumínica y junto con la temperatura y la humedad relativa son factores abióticos de importancia para el desarrollo vegetativo de las plantas.

3.1.5. RECOMENDACIONES

1. Seguir realizando estudios característicos del clima para cada variedad de cítricos con los que cuenta el vivero multiplicador de yemas, esto con el fin de aprovechar su máximo desarrollo vegetativo.
2. Establecer las variedades de cítricos del vivero multiplicador de yemas, acorde a las necesidades de luz, temperatura, humedad relativa, entre otros factores abióticos que sean indispensables para el crecimiento y desarrollo vegetativo de las plantas.

3.2 Servicio 2: SIEMBRA DE PILONES UTILIZADOS COMO PATRÓN PARA INJERTAR NUEVAS VARIEDADES DE CITRICOS.

3.2.1. PRESENTACIÓN

El vivero multiplicador de yemas cuenta con 386 plantas de cítricos, repartidas en especies de naranja, limas persas, limones y mandarinas, actualmente con un nuevo ingreso de yemas de variedades de toronjas. La producción se realiza en un setenta por ciento a yemas de limón, el quince por ciento a yemas de naranja y el otro quince por ciento restantes a la producción de yemas de mandarina.

La siembra de pilones de patrón carrizo se convirtió en una actividad importante para el vivero, ya que cuando se realiza importación de varetas de Estados Unidos (Lyn Citrus Seed), es necesario contar con patrones vigorosos y disponibles para su injertación. Sin dejar de tomar en cuenta que la mayoría de las plantas en el vivero sobrepasan los 5 años, por lo que es necesario realizar una renovación de plantas de algunos sectores si es necesario.

Anudado a esto es importante contar con patrones que garanticen un desarrollo sano y vigoroso de los injertos, y lo más importante que le den tolerancia a las plantas contra enfermedades de la raíz.

El porta injerto utilizado en dos sectores del vivero multiplicador es Volkameriana, un material muy utilizado desde la época de los años noventa, el cual se ha degenerado su vigor a lo largo del tiempo, en la actualidad el patrón Carrizo confiere al injerto mejores condiciones de vigorosidad y mayor tolerancia a enfermedades fungosas de la raíz.

Por esta razón se efectuó la siembra de 500 patrones variedad Carrizo, lo que garantiza material útil al momento de injertar nuevas variedades o regeneración de alguna planta del vivero multiplicador.

3.2.2. OBJETIVO

A. Objetivo general

Sembrar 500 plántulas de patrón variedad Carrizo, que sean útiles para injertar nuevas variedades o regenerar plantas de variedades de cítricos existentes en el vivero multiplicador de yemas -MAGA- km 22

B. Objetivos específicos

1. Realizar la siembra de 500 plántulas de patrón variedad Carrizo con fines de injertación en el vivero multiplicador de yemas.
2. Realizar un plan de manejo agronómico para el mantenimiento de plántulas de patrón Carrizo.

3.2.3. METODOLOGÍA

1. **Sustrato:** Se preparó un volumen de 0.25 m^3 , con la siguiente relación 50% lombricompost, 25% suelo franco y 25% arena blanca, se mezcló de manera homogénea como lo muestra en la Figura 31.



Fotografía: Astrid Fuentes, 2019.

Figura 31. Elaboración de sustrato para la siembra de pilones de patrón variedad Carrizo.

2. Se procedió al llenado de bolsas (5" X 10") como se muestra en la Figura 32 evitando la compactación del sustrato, esto, para evitar el inadecuado desarrollo del sistema radicular de las plántulas.



Fotografía: Astrid Fuentes, 2019.

Figura 32. Llenado de bolsas a utilizar en la siembra de patrones variedad Carrizo.

3. **Riego:** Se realizó un riego profundo en cada una de las bolsas, con la finalidad de activar cualquier microorganismo presente en el sustrato.
4. **Desinfección del sustrato:** Se aplicó Metil Tiofanato (200 gr) para el control de hongos que afectan la raíz.
5. **Siembra:** Con la humedad adecuada (capacidad de campo), se procedió a realizar el trasplante de plántulas de patrón Carrizo, tomando en cuenta, un agujero profundo para no lastimar el sistema radicular, seleccionar plántulas que presenten un sistema radicular adecuado y bien definido, colocar sustrato alrededor de la plántula para evitar enrollamiento de raíz, todo lo anteriormente descrito se muestra en la Figura 33.



Fotografía: Astrid Fuentes, 2019.

Figura 33. Proceso de siembra de patrones variedad Carrizo.

6. **Fertilización y Riego:** El riego y la nutrición son indispensable para el crecimiento y desarrollo de las plantas, sobre todo en sus primeras etapas de vida, por lo que se hizo necesario la realización de un calendario, que indique el manejo agronómico entre ello riego y fertilización, tanto el riego y la fertilización se realizó cada 15 días, inyectando el fertilizante (20-18-20) directamente en el sistema de riego.

3.2.4. MATERIAL Y EQUIPO

1. Sustrato (0.25 m^3), relación 50:25:25
2. Bolsas de polietileno negras de 5"X10"
3. Pala
4. Plástico para cobertura del sustrato
5. Metil Tiofanato
6. Manguera
7. Plántulas de patrón Carrizo
8. Pala trasplantadora

3.2.5. RESULTADOS

Se realizó la siembra de 500 plántulas de la variedad Carrizo como se observa en la Figura 34, estas serán usadas como patrones para la injertar o bien para renovar plantas del vivero multiplicador de yemas.



Fotografía: Astrid Fuentes, 2019.

Figura 34. Siembra de 500 plántulas de patrón variedad Carrizo.

Para el mantenimiento de las plántulas se elaboró un programa de actividades, los cuales son realizadas con el fin de garantizar un patrón vigoroso, el Cuadro 9 muestra las labores a realizar como el día y algunas especificaciones que se tomaron en cuenta durante su desarrollo.

Cuadro 10. Programa de manejo agronómico para el mantenimiento de plántulas de patrón Carrizo.

Actividad Programada	Día de ejecución	Especificaciones
Riego	Lunes, miércoles y viernes	Regar a las 8 de la mañana, evitar hacerlo en horas muy calientes, tener cuidado de no rebalsar para que no exista pérdida de sustrato, regar a capacidad de campo.
Fertilización	Viernes	Realizar la solución, con fertilizantes hidrosoluble 20-18-20, eventualmente con nitrato de calcio, cuida que la conductividad eléctrica no sobre pase los 2 dm/m
Desmalezado	Oportunamente	Cuidar que las bolsas no se mantengan con malezas, ya que compiten por luz, agua y nutrientes
Aplicaciones de Pesticidas	Oportunamente	Según monitoreo de plagas y enfermedades

Elaborado: Astrid Fuentes, 2019.

3.2.6. CONCLUSIONES

1. Se realizó la siembra de 500 plántulas de patrón variedad carrizo, esto con el fin que momento de que sean útiles para injertar se cuente con patrones vigorosos y estables para injertar nuevas variedades de importación o bien regenerar una planta que no cumpla con los requerimientos necesarios en algún sector del vivero multiplicador.
2. Se realizó un plan para el manejo agronómico para los patrones de limón (*Citrus x limon*) variedad carrizo, en cual se especificaron frecuencias de plaguicidas, fertilizantes, riego y control malezas

3.2.7. RECOMENDACIONES

1. Realizar la siembra de plántulas de patrones de variedad carrizo con mayor frecuencia, ya que esto garantizaría material para todo del año y no solo para el momento de importe de yemas de cítricos o regeneración de alguna planta.
2. Realizar estudios que evalúen el crecimiento y desarrollo, de plántulas como para plantas de edades avanzadas, esto para garantizar su máximo rendimiento y productividad vegetativa.

3.3 Servicio 3: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN GERMINADOR DE SEMILLAS SANAS UTILIZADAS COMO PATRONES PARA LA INJERTACIÓN DE YEMAS LIBRES DE HLB.

3.3.1. PRESENTACIÓN

Desde la construcción del vivero multiplicador de yemas, la única actividad a la que se ha dedicado es a la producción de yemas de cítricos de naranja, limas persas, limones y mandarinas, estas al momento de ser entregadas, se certifica por medio del laboratorio fitosanitario que son libres de siete virus y de HLB.

Actualmente la distribución de yemas de cítricos se realiza a los viveristas, que están inscritos al programa, ellos deben contar con el patrón en el que realizara el injerto de la yema entregada, así como la casa malla. Una limitante a esto es que no se sabe si los patrones que se usan como porta injertos cumplen con garantizar plantas vigorosas y tolerables a enfermedades fungosas de la raíz y tallo, por parte del PRONAFICIT, también se les realiza estudios a los patrones que utilizarán para ser injertados para verificar su fitosanidad y que ellos vendan producto 100% libre de virus y HLB, sin embargo, no se puede exigir con una variedad de patrón específica.

Por tal motivo el diseño y construcción de una germinador que albergue plántulas de patrones de cítricos fortalecería la misión del programa, ya que se garantiza que las plantas que salen a campo cumplen con los requisitos de sanidad, calidad y sobre todo con una variedad de cítricos tolerante y resistente, el germinador está diseñado para el manejo agronómico de aproximadamente de 45,600 plántulas de patrón variedad Carrizo y Macrophylla las que al igual que las yemas serán entregas a los viveristas del Programa Nacional Fitosanitario de Cítricos -PRONAFICIT-.

3.3.2. OBJETIVOS

A. Objetivo general:

Diseñar y construir un germinador de patrones de variedad Carrizo y Macrophylla que al igual que el vivero multiplicador, certifique que se encuentra libre de virus y HLB.

B. Objetivos específicos:

1. Realizar los cálculos para determinar la cantidad de plántulas que se proyecta reproducir, con el fin de estimar el tamaño necesario para el germinador, perteneciente al vivero multiplicador de yemas.
2. Realizar un plano a escala del germinador que se construirá para la producción de patrones de cítricos.

3.3.3. MATERIALES

1. Cinta métrica
2. Libreta de campo
3. Plano de la estructura
4. Tubos de hierro galvanizado de 1 pulgada
5. Polietileno de baja densidad calibre 6 milésimas de pulgada
6. Malla anti-áfidos 54 mesh
7. Grapas para sujetar el polietileno
8. Polietileno negro para área de germinación
9. Electros de $\frac{3}{4}$ punto naranja.
10. Pintura fondo cromático

3.3.4. METODOLOGÍA

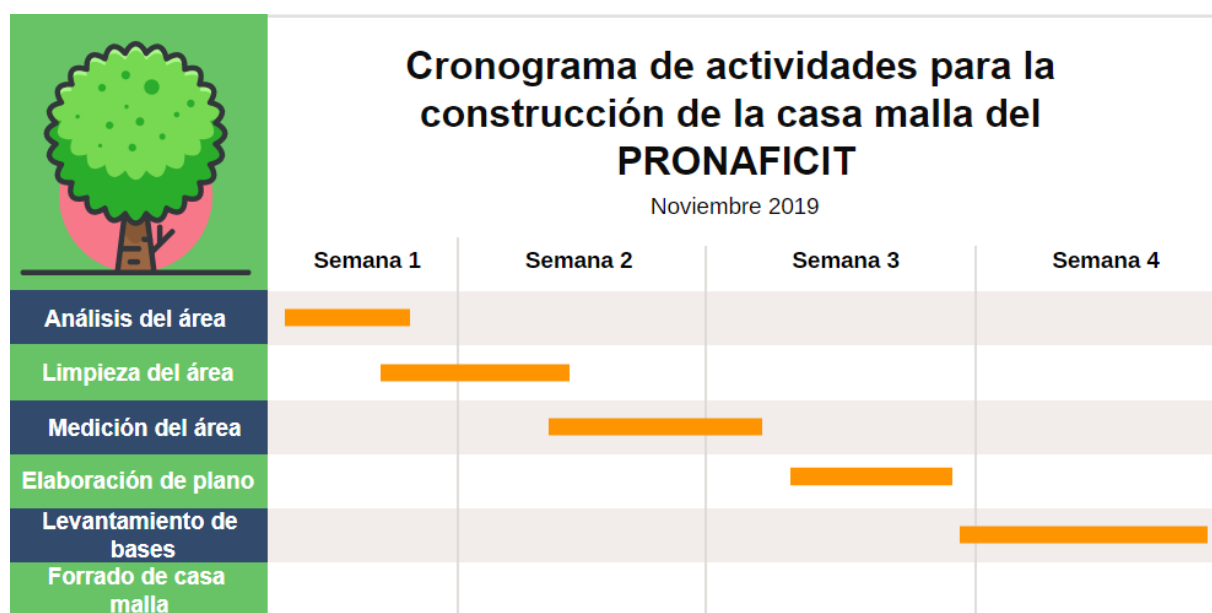
1. **Medición del área:** Con la ayuda de una cinta métrica se realizó la medición del área designada para la construcción del germinador como lo muestra la Figura 35.



Fotografía: Astrid Fuentes, 2019.

Figura 35. Mediciones del área para la construcción del germinador.

2. Se realizaron los cálculos de cantidad de plántulas que tiene capacidad de producción la construcción del germinador, perteneciente al vivero multiplicador de yemas.
3. **Plano:** Se elaboró un plano el cual plasma el diseño de la construcción del germinador de plántulas de patrones de cítricos, del vivero multiplicador de yemas, según las medidas del área y los requerimientos de un germinador (humedad relativa 60- 80 % y temperatura entre 25 a 30 °C).
4. **Construcción:** Para la construcción del germinador se realizó un diagrama de Gantt como se muestra en la Figura 36 este indica las actividades que se realizaron, el mes y el número de semanas utilizadas desde su análisis hasta su construcción.



Elaborado: Astrid Fuentes, 2019.

Figura 36. Diagrama de Gantt para la construcción del germinador, en el vivero multiplicador de yemas.

5. Se inició la construcción del germinador, con los cimientos de las bases el cual asegura estabilidad a las estructuras metálicas como se muestra en la Figura 37.



Fotografía: Astrid Fuentes, 2019.

Figura 37. Medición para fundir bases del germinador.

6. Cimentadas las bases de la casa malla, en la Figura 38 se muestra la colocación de los arcos que servirán de base a la cobertura.



Fotografía: Astrid Fuentes, 2019.

Figura 38. Levantamiento de techo cilíndrico galvanizado para la construcción del germinador.

7. La cubierta del germinador es el proceso final de la construcción en la Figura 39 se cómo se coloca la tela anti-afidos en las partes laterales, esta garantiza cultivos libres de plagas, ya que no deja pasar insectos como trips, afidos, psilidos entre otros.



Fotografía: Astrid Fuentes, 2019.

Figura 39. Cubierta de casa malla con malla anti áfidos y plástico.

3.3.6. RESULTADOS

El germinador de producción de plántulas de patrón de cítricos está diseñado y construido con el fin de fortalecer el Programa Nacional Fitosanitario de los Cítricos, como a viveristas suscritos del programa, ya que se pretende beneficiar no solo con yemas de variedades de cítricos sino también con la plántula certificada de patrón.

Para la producción de las plántulas se tiene contemplado que el germinador puede albergar hasta 7,240 patrones lo cual lo demuestra los cálculos siguientes, en el Cuadro 11 se muestra los datos que serán de utilidad para adquirir el resultado total de la producción.

Cuadro 11. Datos de generales del germinador, bandejas y bancales.

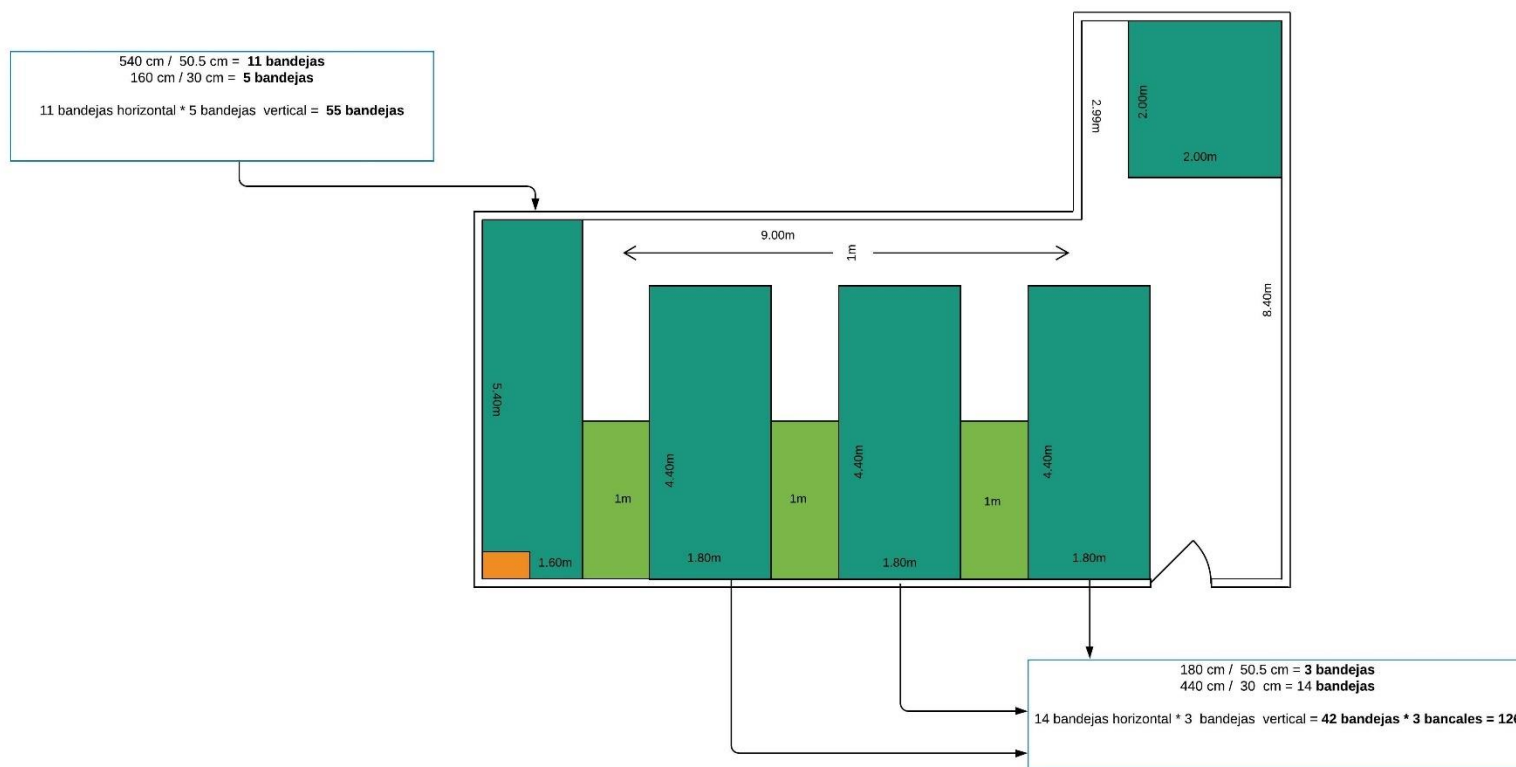
DATOS DEL GERMINADOR	metros
Largo total	12
Largo productivo	10
Ancho	5.40
DATOS DE BANDEJA	
Largo	0.50
Ancho	0.30
Cantidad de semillas	40
DATOS DE BANCALES	
Ancho	1.60 a 1.80
Largo	5.40 a 3.00
Ancho de calle	1

En la Figura 40 se muestra la ubicación de bancales para el aprovechamiento de espacio, así como la posición la posición de la bandeja y la cantidad total de posturas en cada siembra.

Plano Planta del Germinador del Vivero Multiplicador

Astrid Fuentes

ancho de bandeja: 30cm
largo de bandeja: 50.5cm



126 bandejas + 55 bandejas = **181 bandejas en total** * 40 posturas = **7240 posturas**

Diseño: Astrid Fuentes, 2019.

Figura 40. Vista planta del germinador de plántulas de cítricos.

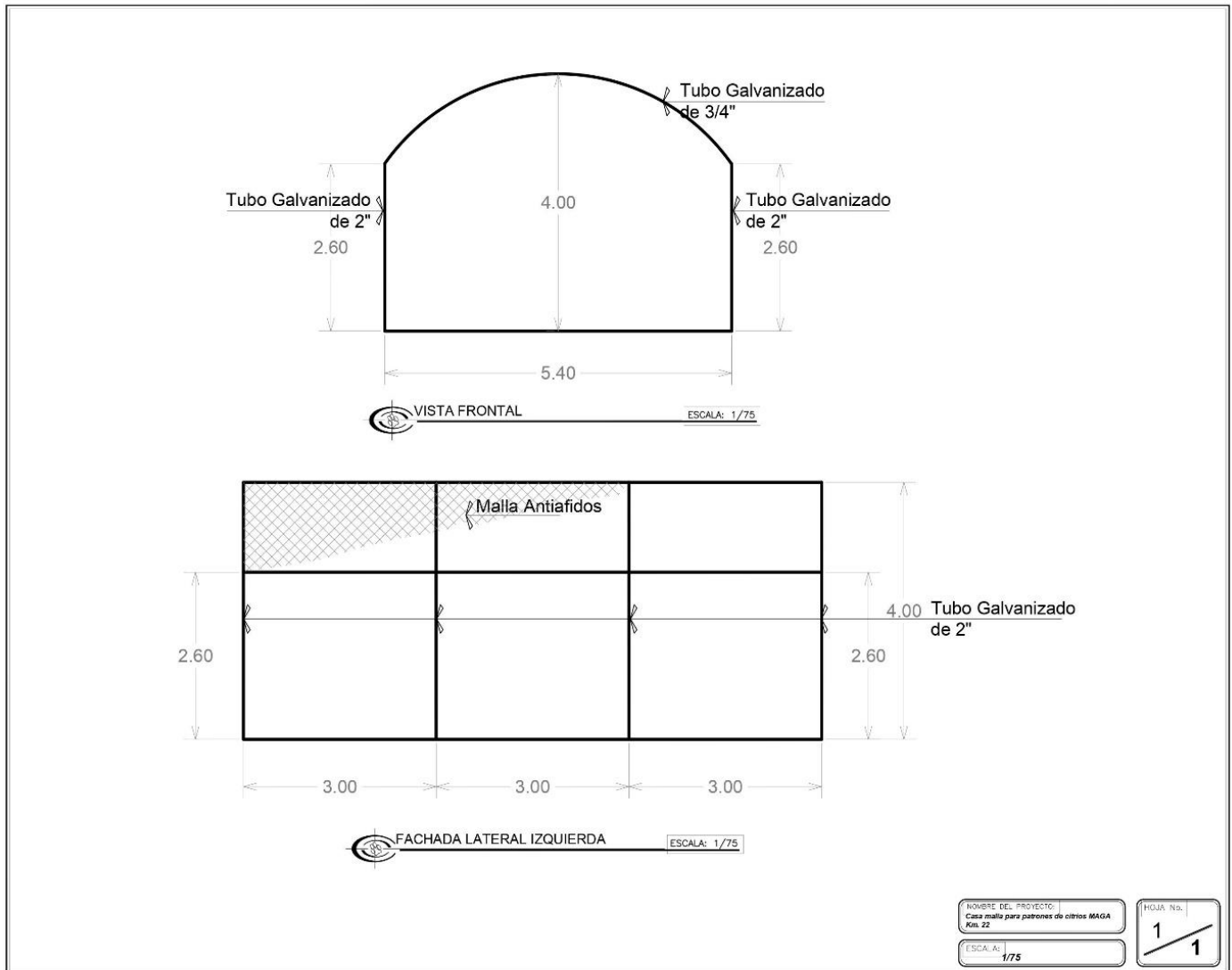
Según (González Segnana & Tullo Arguello, 2019) en la Guía técnica del cultivo de cítricos indica que la germinación de patrones de diferentes variedades en promedio ocurre a los 30 días en un rango de temperatura de 20 °C a 30 °C y a 60% de humedad relativa, por lo tanto la siembra se puede realizar durante todo el año, aunque la limitante es la disponibilidad de semilla o bien el tiempo de importación para el vivero multiplicador de yemas.

Al momento de hacer la siembra en las bandejas se tomó en cuenta la desinfección de las bandejas y sustrato este con uso de productos fitosanitarios, el tipo de sustrato que se utilizó, en el germinador del vivero multiplicador se utiliza una relación de 70 % de peat moss y el 30 % de arena pómez, esto para garantizar una alta humedad y filtración del sustrato. La semilla debe ser sembrada a una profundidad de 1 cm, una semilla por postura de la bandeja y las semillas se cubren con una fina capa del mismo sustrato.

El riego es un factor importante ya que la temperatura dentro del germinador es siempre superior a la del campo y las plantas están sometidas a una mayor actividad metabólica que les exige mayor consumo de agua, pero de esta manera también son expuestas a problemas fungosos, la aplicación de agua a las plántulas se realiza a baja presión, ya que por el momento el riego se realiza de forma manual al igual que la nutrición, por lo que es necesario tener un control sobre este factor.

El trasplante de bandeja a bolsa ocurre a los 60 días después de germinado, en ese tiempo el patrón puede alcanzar una longitud total (de la raíz al primordio foliar) de 15 cm, los patrones que presentan uniformidad y vigorosidad se encuentran en condiciones de ser entregados a viveristas y este ser trasplantado para que su desarrollo continúe en bolsa se recomienda leer y visualizar el servicio 2 de este documento el cual indica la manera correcta de trasplante, hasta que llegue el momento de injertarlo.

El germinador está ubicado a un costado del vivero multiplicador de yemas, con un diseño de techo cilíndrico con una altura al cenit de 3 m, altura al canal 2 m, ancho 4 m entre base y largo 12 m en distanciamiento total, todo lo anteriormente descrito se observa en la Figura 41.



Elaborado: Astrid Fuentes, 2019.

Figura 41. Plano de construcción de germinador de plántulas de patrones, certificados

El objetivo de la ubicación del germinador en esta área es mayor aprovechamiento de luz dentro de la estructura ya que el ángulo de incidencia de los rayos de luz es el mismo a lo largo del día según el instituto de tecnologías educativas, por lo que la temperatura es más estable y garantiza un correcto desarrollo de las plantas, en la Figura 42 se muestra la cobertura total de la casa malla.



Fotografía: Astrid Fuentes, 2019.

Figura 42. Casa malla del vivero multiplicador de yema PRONAFICIT

3.3.7. CONCLUSIONES

1. Según los cálculos realizados el germinador tiene la capacidad de producción de 45,600 plántulas de los patrones de las variedades Carrizo y Macrophylla en un periodo de 3 meses, por tanto, al año se pueden obtener 136,800 plántulas.
2. El diseño del germinador manifiesta una optimización para el aprovechamiento del espacio, permitiendo con ello elevar la producción de plántulas de cítricos.

3.3.8. RECOMENDACIONES

1. Para la producción total de plántulas de cítricos que tiene capacidad el germinador se debe contar con las condiciones edafoclimáticas adecuadas para su crecimiento y desarrollo.
2. Respetar el diseño propuesto para lograr la producción total de plántulas de cítricos, que el germinador tiene capacidad