

**PROGRAMA DE CONSORCIOS REGIONALES DE INVESTIGACION AGROPECUARIA
CRIIA OCCIDENTE
CADENA DE MELOCOTÓN**

**COMPORTAMIENTO DE NUEVE PORTAINJERTOS DE
MELOCOTONEROS (*Prunus persica*), DE LA
GERMINACIÓN A LA INJERTACIÓN.**

**Héctor Alvarado Quiroa.
Armando Adolfo Hernández Arias**

Quetzaltenango marzo 2020.

**PROGRAMA DE CONSORCIO REGIONALES DE INVESTIGACION AGROPECUARIA
CRIA OCCIDENTE
CADENA DE MELOCOTÓN**

**COMPORTAMIENTO DE NUEVE PORTAINJERTOS DE
MELOCOTONEROS (*Prunus persica*), DE LA
GERMINACIÓN A LA INJERTACIÓN.**

**Ing. Agr. Héctor Alvarado Quiroa Ph. D.¹
Ing. Agr. Armando Adolfo Hernández Arias².**

Quetzaltenango marzo 2020.

¹ Investigador principal. Ingeniero Agrónomo, Maestro en Ciencias en Gerencia de la Agricultura Sostenible y de los Recursos Naturales, Maestro en Ciencias en Administración de Tierras para el Desarrollo Sostenible, Doctor en Ciencias Naturales con énfasis en Gestión Ambiental. Profesor de la División de Ciencia y Tecnología, Centro Universitario de Occidente, Universidad de San Carlos de Guatemala.

² Investigador adjunto. Ingeniero Agrónomo. Gerente de la Asociación Nacional de Productores de Frutales Deciduos -ANAPDE-

Este proyecto fue ejecutado gracias al apoyo financiero del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés). El contenido de esta publicación es responsabilidad de su(s) autor(es) y de la institución(es) a las que pertenecen. La mención de empresas o productos comerciales no implica la aprobación o preferencia sobre otros de naturaleza similar que no se mencionan.

CONTENIDO

SIGLAS Y ACRÓNIMOS	I
RESUMEN.....	II
ABSTRACT.....	III
I. INTRODUCCIÓN.....	- 1 -
1.1. ANTECEDENTES.	- 1 -
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	- 2 -
1.3. JUSTIFICACIÓN	- 3 -
1.4. OBJETIVOS.....	- 4 -
1.5. HIPÓTESIS.....	- 4 -
II. MARCO TEÓRICO	- 5 -
2.1. GENERALIDADES DEL CULTIVO	- 5 -
2.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL MELOCOTÓN.....	- 5 -
2.3. PORTAINJERTOS PARA DURAZNERO.....	- 6 -
III. MATERIALES Y MÉTODOS	- 9 -
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN	- 9 -
3.2. CONTEXTO ESPACIAL Y TEMPORAL.....	- 9 -
3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	- 9 -
3.3.1. Modelo estadístico	- 9 -
3.3.2. Descripción de tratamientos.....	- 10 -
3.3.4. Variables de respuesta:	- 11 -
3.3.5. Análisis de la información:.....	- 12 -
3.4. MANEJO DEL EXPERIMENTO	- 12 -
IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	- 14 -
4.1. Variable Germinación	- 14 -
4.2. Determinación de la vigorosidad de los portainjertos	- 16 -
4.2.1. Variable diámetro de tallo.....	- 16 -
4.2.2. Variable altura de planta	- 19 -
4.2.3. Variable peso de la planta en base a materia seca	- 21 -

4.2.4. Comparación de las variables que determinaron la vigorosidad de la planta - 22 -

4.3. Variable porcentaje de sobrevivencia del injerto - 24 -

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES - 26 -

5.1. CONCLUSIONES - 26 -

5.2. RECOMENDACIONES - 27 -

BIBLIOGRAFÍA - 28 -

ANEXOS. - 29 -

1. Cronograma de actividades - 29 -

2. Figuras - 30 -

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Materiales de portainjertos a evaluar y sus características.....	- 10 -
Tabla 2. Distribución de los materiales de portainjertos a evaluar en un diseño experimental de bloques completos al azar.....	- 10 -
Tabla 3. Porcentaje de germinación de los portainjertos evaluados en un diseño de bloques completos al azar	- 14 -
Tabla 4. Análisis de varianza y comparación de medias para la variable porcentaje de germinación de los portainjertos evaluados	- 15 -
Tabla 5. Diámetro de tallo (en mm) de los portainjertos evaluados en un diseño de bloques completos al azar	- 17 -
Tabla 6. Análisis de varianza y comparación de medias para la variable diámetro de tallo en mm de los portainjertos evaluados	- 17 -
Tabla 7. Altura de plantas (en cm) de los portainjertos evaluados en un diseño de bloques completos al azar	- 19 -
Tabla 8. Análisis de varianza y comparación de medias para la variable altura de planta en cm de los portainjertos evaluados	- 19 -
Tabla 9. Peso en plantas en base a materia seca (en g) de los portainjertos evaluados en un diseño de bloques completos al azar.....	- 21 -
Tabla 10. Análisis de varianza para la variable peso de la planta en base a materia seca en g	- 21 -
Tabla 11. Variable porcentaje de prendimiento del injerto, evaluado en un diseño de bloques completos al azar	- 24 -
Tabla 12. Análisis de varianza para la variable porcentaje de prendimiento del injerto	- 25 -

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Comparación de los porcentajes de germinación en los portainjertos evaluados..... - 16 -

Gráfica 2. Comparación de los diámetros de tallo en mm de los portainjertos evaluados..... - 18 -

Gráfica 3. Comparación de las alturas en cm de los portainjertos evaluados. - 20 -

Gráfica 4. Comparación de peso de la planta en base a materia seca en g - 22 -

Gráfica 5. Comparación de las variables vigorosidad de la planta..... - 23 -

Gráfica 6. Comparación de medias para la variable porcentaje de prendimiento de los injertos. - 25 -

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ANAPDE	Asociación Nacional de Productores de Frutales Deciduos
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CRIA	Conorcios Regionales de Investigación Agropecuaria
CUNOC	Centro Universitario de Occidente
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FRUTAGRU	Asociación Fruticultores Agrupados
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala
USDA	The United States Department of Agriculture

RESUMEN

La investigación se realizó durante el ciclo 2018 a 2019, en el área experimental de la asociación FRUTAGRU, ubicada en San Cristóbal Totonicapán, Totonicapán. Tuvo como propósito evaluar el comportamiento en la fase de vivero de los portainjertos de melocotón III Testab, III5RL2-1, M1BBss, IIIA9Bch, III5(Estar)rb, III3N, obtenidos del centro de mejoramiento y recursos genéticos de Prunus, de la Universidad Autónoma de Querétaro, México; también se evaluaron los portainjertos Nemaguard y Okinawa, todos comparándolos con un criollo regional que se utilizó como tratamiento testigo. Para el efecto se utilizaron las variables de respuesta porcentaje de germinación, vigorosidad de la planta y porcentaje de prendimiento del injerto. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, con nueve tratamientos y cinco repeticiones, la unidad experimental se conformó con 10 plantas. De acuerdo al análisis estadístico realizado a las variables, se puede concluir que los materiales III Testab, III5(Estar)rb, III5RL2-1, Nemaguard son estadísticamente iguales al portainjerto criollo, lo anterior lleva a inferir que los materiales evaluados manifestaron en su fase de vivero las mismas características del portainjerto criollo. Por lo tanto, se recomiendan como alternativa de portainjertos al material criollo, por las características manifestadas, también se recomienda evaluar en campo definitivo los efectos de estos portainjertos en la calidad y rendimiento de la fruta, el control del vigor de la planta, tamaño del árbol con fines de manejo de tejido, resistencia a plagas, enfermedades y nemátodos, para ello montar ensayos comparativos en plantaciones de productores.

Palabras Clave: injerto, melocotón, vivero, patrón

ABSTRACT

This research was carried out during the 2018 to 2019 cycle, in the experimental area of the FRUTAGRU association, located in San Cristóbal Totonicapán, Totonicapán, Guatemala. Its purpose was to evaluate the behavior of peach rootstocks III Testab, III5RL2-1, M1BBss, IIIA9Bch, III5 (Estar) rb, III3N, obtained from the Prunus breeding and genetic resources center of the Autonomous University of Querétaro, Mexico during the nursery phase. The Nemaguard and Okinawa rootstocks were also evaluated, always comparing them with a regional Creole that was used as the control treatment. For this purpose, the percentage of response of the germination variables, the plants vigor and graft yield percentage were used. A randomized complete block experimental design was used, with nine treatments and five repetitions, the experimental unit was made up of 10 plants. According to the statistical analysis performed on the variables, it can be concluded that the materials III Testab, III5 (Estar) rb, III5RL2-1, Nemaguard are statistically equal to the Creole rootstock, the above leads to infer that in their nursery phase, the evaluated materials, presented the same characteristics of the Creole rootstock. Therefore, they are recommended as an alternative of rootstocks to Creole material, due to the shown characteristics, it is also recommended to evaluate in a definitive field the effects of these rootstocks on the fruit quality and yield, the plants vigor control, the size of the plant tree for the purpose of tissue management, the resistance to pests, the diseases and nematodes for this purpose, to set up comparative tests in plantations of producers.

Key Words: graft, peach, nursery, rootstock

I. INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES.

El cultivo de árboles frutales es una actividad productiva que requiere de una minuciosa planificación, especialmente previo al establecimiento de la plantación, a manera de no descuidar ningún factor de orden técnico, genético, ambiental y económico, que en adelante pueda influenciar positiva o negativamente en el éxito del cultivo. Es importante resaltar que por ser un cultivo perenne, en la planificación se debe prestar mucha atención a la selección tanto de la variedad como del patrón a las condiciones de clima, suelo y suministro hídrico prevaleciente en el área, pues los buenos o malos resultados no podrán apreciarse sino mucho tiempo después cuando se alcance la madurez de la plantación (Calderón Alcaraz, 1993). Dicha planificación debe iniciar de la mano con otros aspectos técnicos indispensables como lo son la variedad a injertar, la selección del portainjerto, los distanciamientos de siembra y el sistema de conducción apropiado (Alvarado Quiroa & González Ramírez, 1999).

En nuestro medio la propagación de una variedad de melocotón, se realiza mediante la técnica del injerto, la cual es la más utilizada por los viveros y productores de plantilla de melocotonero, para lo cual se requiere de una yema o una vareta de la variedad que se desea producir, el portainjerto o patrón que constituye el sistema radicular, parte del tallo de la planta y del éxito de la soldadura que se efectúe entre las dos partes vegetales. Esta unión da origen al crecimiento vegetativo llegando a formar la copa del árbol, de manera que ambas permanecerán unidas, dependientes una de la otra formando una sola planta (Calderón Alcaraz, 1993), por lo que resulta de suma importancia, conocer las características y comportamiento, tanto de la variedad injertada, como del material a emplear en el portainjerto.

Es importante que, tanto el productor de la planta (viverista), como el adquiriente (productor) le de mucha atención a la variedad a injertar, sin dejar por un lado la oportunidad e importancia de seleccionar un buen portainjerto, que ofrezca ventajas adicionales, en crecimiento, adaptación radicular, vigor vegetativo, tolerancia a nemátodos y patógenos y otras características que permitan aprovechar de mejor manera el potencial de la variedad a injertar (La Rue & Johnson, 1989).

Actualmente en Guatemala no se han realizado estudios aplicados sobre la selección de portainjerto de melocotoneros, así el productor de plantilla no cuenta con el conocimiento para emplear métodos adecuados para la obtención de las semillas para generarlos, lo cual impide garantizar la calidad, certeza varietal y origen del portainjerto, teniendo repercusiones en la heterogeneidad y productividad de la plantación.

En estudios realizados en otros países productores de esta fruta, se han identificado que existen características de los patrones que influyen significativamente en la producción, tales como vigor de la variedad, tolerancia o resistencia a enfermedades del suelo y nemátodos, así como resistencia a sequías o inundaciones (Westwood, 1993). Se han encontrado diferentes efectos en las características que el patrón infiere a la variedad injertada dependiendo de la especie, es sabido que los frutos de variedades injertadas no toman las características del patrón, sin embargo, en algunos casos se han detectado cambios en la calidad de estos frutos (Cronquist, 1984). También se ha identificado la influencia de las características cualitativas de los frutos debido a la interacción de la variedad con el portainjerto (Velentine, Murray, & Arroyo, 2006).

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La selección de un portainjerto que posea características apropiadas a las variedades de melocotón cultivadas en Guatemala, es de suma importancia, ya que este no sólo es el anclaje del árbol al suelo, sino que también es el encargado de desarrollar el sistema radicular y por ende, realizar las funciones de absorción y transporte de agua y nutrientes hacia el follaje, además de la síntesis de hormonas y la acumulación de reservas de carbohidratos, lo cual influye directamente en el comportamiento del árbol. De forma general, las características buscadas en un portainjerto son: compatibilidad con la variedad, resistencia o tolerancia a enfermedades y plagas, adaptación a suelos, tolerancia a sequía, vigorosidad, época de floración, precocidad y producción (Westwood, 1993).

Actualmente en nuestro medio se puede observar que los viveros que producen plantas de melocotón, utilizan mayormente para generar el portainjerto, semillas de duraznos sin ningún proceso de selección que permita garantizar la homogeneidad y calidad de la planta, usando para ello semillas recolectadas de diversas maneras (desde la recolección de fruta en plantas de durazno criollo hasta el recogido de semillas de durazno en los mercados en donde se vende la fruta).

Lo anterior provoca que las plántulas presenten características diversas, muchas de ellas no deseadas, tales como retardo en el crecimiento, mucha heterogeneidad en crecimiento y vigorosidad (diámetro del tallo y altura), incompatibilidad con la variedad que se injerta, el retraso de la producción, variabilidad en la época de floración y cosecha en el mismo huerto o inclusive la muerte temprana de plantas en campo definitivo.

Debido a lo anterior, es de suma importancia en la producción frutícola, garantizar desde el establecimiento de la plantación una adecuada selección de semillas con fines de producir un patrón que posea características genéticas y fitosanitarias ideales y la influencia del mismo sobre la variedad.

La pregunta de investigación que se generó para este estudio fue: ¿Cuál es el comportamiento de nueve portainjertos de melocotoneros (*prunus pérsica*), de la etapa de germinación al prendimiento del injerto? Para responder a la pregunta principal se plantean las siguientes preguntas secundarias: ¿Los materiales a evaluar presentarán diferencias estadísticas significativas en cuanto al porcentaje de germinación? ¿Los materiales a evaluar presentarán diferente vigor, previo a la injertación, medido a través de la altura de la planta, el diámetro del tallo y el peso de la planta en base a materia seca? ¿Los materiales a evaluar presentarán diferencias en cuanto al porcentaje de prendimiento del injerto de la variedad 019?

1.3. JUSTIFICACIÓN

En el marco del apoyo a las cadenas productivas priorizadas por el programa de Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria (CRIIA), la asociación de fruticultores agrupados (FRUTAGRU) realizó una solicitud al Instituto de Cooperación para la Agricultura (IICA), para obtener la asesoría técnica de un especialista en genética de frutales deciduos. Fue así como se tuvo la visita del Dr. Salvador Pérez, del Centro de Mejoramiento y Recursos Genéticos de *Prunus*, de la Universidad Autónoma de Querétaro, México. Esta visita se realizó durante el mes de septiembre de 2016, en la cual, después de las diferentes inspecciones de campo realizadas a huertos productores, el Dr. Pérez, identificó la alta variabilidad de las plantaciones atribuido entre otros aspectos a la calidad del portainjerto. Debido a ello, recomendó contar con una colección de materiales de portainjertos mejorados para diferentes condiciones de clima y suelo.

Derivado de las recomendaciones efectuadas por el Dr. Pérez, a su retorno al centro de mejoramiento, realizó un aporte de semillas de materiales para portainjertos a efecto de colaborar con el enriquecimiento genético, debido a la carencia de opciones en cuanto a patrones se refiere. Por lo que, en seguimiento a lo anterior, fue recibida una colección de seis materiales, para ser evaluados, a lo cual se agregaron por parte de la asociación FRUTAGRU, tres materiales más; con lo que se conformó un bloque de nueve materiales para evaluar.

Esta investigación contempló la evaluación de los portainjertos en la etapa de vivero, desde la germinación de las semillas hasta la etapa de injertación, para determinar el porcentaje de sobrevivencia de los injertos.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. General

Evaluar el comportamiento de nueve portainjertos de melocotoneros (*prunus persica*), de la etapa de germinación al prendimiento del injerto

1.4.2. Específicos

- a. Determinar el porcentaje de germinación de las semillas de los nueve materiales de duraznero para portainjerto.
- b. Estimar la vigorosidad de los portainjertos a través de las variables altura de planta, diámetro de tallo y peso de la planta en base a materia seca, previo a la injertación.
- c. Estimar el porcentaje de prendimiento del injerto en los portainjertos evaluados

1.5. HIPÓTESIS

- Ha1.** Al menos uno de los materiales de portainjertos manifestará un mayor porcentaje de germinación, comparado con el portainjerto local
- Ho1.** Ninguno de los materiales de portainjertos manifestará un mayor porcentaje de germinación, comparado con el portainjerto local
- Ha2.** Al menos uno de los portainjertos manifestará una mayor vigorosidad de la planta previo a la injertación, comparado con el portainjerto local
- Ho2.** Ninguno de los portainjertos manifestará una mayor vigorosidad de la planta previo a la injertación, comparado con el portainjerto local
- Ha3.** Al menos uno de los portainjertos presentará un mayor porcentaje de prendimiento del injerto, comparado con el portainjerto local.
- Ho3.** Ninguno de los portainjertos presentará un mayor porcentaje de prendimiento en el injerto, comparado con el portainjerto local

II. MARCO TEÓRICO

2.1. GENERALIDADES DEL CULTIVO

El melocotón, pertenece a la familia de las Rosáceas, género *Prunus*, especie *persica* (*Prunus persica* L.). Se creía originaria de Persia, aunque hoy se conoce que es de China, pues su cultivo en dicho país, se conoce desde tiempos remotos. El melocotón, está comprendido entre los frutales que fueron introducidos a Guatemala, luego de la conquista en la época de la colonia (Alvarado Quiroa & González Ramírez, 1999).

En la actualidad, en el país se observan plantaciones comerciales o simplemente árboles dispersos desde los 1,500 hasta los 2,400 msnm. Existe mucha variabilidad genética en los duraznos sembrados en el país, entre estos se encuentran aquellos de pulpa blanca (conocidos como duraznos blancos, criollos o simplemente duraznos) y que actualmente se han estado utilizando como porta injertos de los de pulpa amarilla o melocotón (Alvarado Quiroa & González Ramírez, 1999).

2.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL MELOCOTÓN

El melocotón, es un árbol robusto, de copa ovalada, su vida útil económica de más o menos 20 años. Presenta una raíz principal o pivotante, el tronco es medianamente grueso, con corteza de color pardo que se desprende en láminas; las ramas jóvenes tienen un color verde que a medida que envejecen se tornan rojizas, hasta adquirir el color parduzco. Las hojas se encuentran espaciadas en forma alterna en las ramas, son lanceoladas, de bordes aserrados con dientes agudos, de limbo liso y ondulado, de color verde claro. Las hojas se caracterizan por encontrarse aisladas o unidas en grupos de dos o tres, siendo la hoja central la más desarrollada (Calderón Alcaraz, 1993).

El color y el tamaño de las flores varían según la variedad, que va de rosado pálido a fuerte, cada yema floral produce sólo una flor axilar, completa y hermafrodita; el cáliz es gamosépalo y caduco; la corola está compuesta de cinco pétalos dispuestos alternadamente con los sépalos. Los estambres son de 25 a 30 y se hallan insertos en el borde del receptáculo y nace en el fondo de la copa, por lo cual el ovario fecundado forma una drupa súpera monosperma.

Los melocotones son considerados generalmente auto fructíferos, por lo que las flores de una variedad determinada pueden ser polinizadas con su propio polen; por esta razón las variedades pueden ser plantadas en grandes lotes, sin otras variedades para la polinización. Algunas variedades no tienen polen viable, y no son auto fructíferas, por lo que necesitan plantarse con una variedad de polen viable para la polinización.

Generalmente, los frutos del melocotonero son semiesféricos, con un surco longitudinal bien marcado, con piel lisa o pubescente, de color amarilla rojiza o púrpura. La pulpa es succulenta, blanca, amarilla o rojiza; de sabor dulce y perfumado. Dependiendo de la variedad, la pulpa está adherida o no a la semilla (hueso). La semilla es acuminada en uno de sus extremos, coriácea y con surcos sinuosos. La almendra está desprovista de albumen y es dicotiledónea (La Rue & Johnson, 1989).

2.3. PORTAINJERTOS PARA DURAZNERO

Los portainjertos francos proceden de la siembra de semillas de la especie *Prunus Persica* (L.) Bastch, estas semillas pueden proceder de árboles silvestres o de plantaciones de variedades dedicadas especialmente a la producción de semilla. Así se pueden obtener plantaciones con mucha variedad en morfología y comportamiento agronómico. Al contrario, si proceden de plantaciones con una variedad plenamente identificada se pueden obtener plantas mucho más homogéneas. Presentan gran compatibilidad con variedades de durazno, confieren un mayor vigor y precocidad, pero son muy susceptibles a suelos alcalinos, suelos arcillosos y al ataque de nemátodos (Westwood, 1993).

Los híbridos de almendro y durazno no ofrecen uniformidad en crecimiento al ser reproducidos por semilla, algunas selecciones propagadas por vía clonal pueden presentar gran tolerancia a nemátodos y a condiciones de humedad excesivas. Los patrones de Ciruelo ofrecen una mayor tolerancia que los patrones de durazno a valores de pH altos, a excesos de humedad y a enfermedades causadas por hongos. Sin embargo, se debe considerar que los ciruelos diploides y triploides como Mirobolan y Mariana no son compatibles con injertos de durazno (La Rue & Johnson, 1989).

En general los porta injertos deben reunir las siguientes características (La Rue & Johnson, 1989):

- Provenir de árboles con gran capacidad de producción de fruta cuyos huesos puedan extraerse y limpiarse fácilmente.
- Tener un alto porcentaje de germinación, concentrada en un período no mayor a 10 días para facilitar su trasplante.

- Crecimiento inicial vigoroso y uniforme que permita alcanzar el grosor para enjertación (más de 5 mm) en el menor tiempo posible.
- Crecimiento activo durante un amplio período para facilitar la injertación y el prendimiento.
- Tolerancia a enfermedades del suelo y a los nemátodos
- Adaptación a las condiciones de suelo y clima donde se pretenda establecer los huertos comerciales, lo cual permitirá captar eficientemente el agua y los nutrientes disponibles.
- Tolerancia a las principales plagas del suelo

2.3.1. INTERACCION PORTA INJERTO- VARIEDAD

Se puede conocer en general la adaptación del portainjerto al clima o tipo de suelo, su resistencia a alcalinidad o su tolerancia a plagas existentes en el suelo, sin embargo, para que el sistema funcione bien se debe tener en cuenta los efectos que un portainjerto pueda producir sobre la variedad injertada y viceversa. Ya que, así como se pueden encontrar combinaciones de las cuales obtener un buen producto puede haber otras que sean perjudiciales. Los efectos que el patrón puede tener sobre la variedad injertada influirán notablemente en la productividad, longevidad del árbol y por tanto en la rentabilidad económica de la huerta (Calderón Alcaraz, 1993).

Desde los tiempos antiguos se sabía que el uso de algunos patrones podía influir en el tamaño de los árboles, en el vigor y la producción. Los romanos tenían identificados así a patrones enanizantes del manzano que se podían propagar fácilmente. Así mismo en Europa en el siglo XVIII se sabía que el crecimiento del cerezo dulce (*Prunus avium*) es afectado por el patrón que se emplee. El patrón de cerezo Mazard (*P. avium*), produce árboles grandes y vigorosos en tanto que el patrón "Stockton Morillo" (clon de cerezo agrio *P. cerasus*, propagado en forma vegetativa) produce árboles algo achaparrados. En Inglaterra a partir de 1912 se comenzó a desarrollar una serie de patrones para controlar el crecimiento en árboles de manzano, estos se clasificaron en cuatro grupos dependiendo del vigor que confieren a la variedad injertada, enana, semi enana, vigorosa y muy vigorosa (Hartmann & Kester, 1992)

En el caso del durazno el vigor de los árboles no se ha logrado reducir más allá de un 10 a un 15 %, aun no se han encontrado portainjertos que regulen o disminuyan el vigor como en el caso del manzano, esto debido también a su incompatibilidad o crecimiento débil que presenta con otras especies (Reighard., 2006). La precocidad en la fructificación viene asociada al vigor, en patrones achaparrantes se da antes la fructificación, mientras que el retardo en la producción de frutos se da sobre todo en patrones vigorosos (Hartmann & Kester, 1992).

2.3.2. EFECTOS EN PRODUCCION Y CALIDAD DE FRUTO

Se han encontrado diferentes efectos en las características que el patrón infiere a la variedad injertada dependiendo de la especie; es claro los frutos de variedades injertadas no toman las características del patrón, sin embargo, en algunos casos se han detectado cambios en la calidad de estos frutos (Cronquist, 1984).

Experimentos conducidos en Argentina (Valentini, Murray, & Arroyo., 2006) confirman lo anterior, la interacción portainjerto/patrón fue definitiva en acidez titulable, sobre el color de la epidermis de los frutos y porcentaje de frutos acumulados en calibres comerciales al usar como pié las variedades Nemaguard y Cuaresmillo.

2.3.3. EVALUACION DE PORTA INJERTOS

En los huertos más eficientes han logrado reducir la variación indeseable a través de la selección cuidadosa de las fuentes de semilla. Los árboles usados para el establecimiento de huertos comerciales modernos, están formados por dos plantas diferentes: la variedad y el portainjerto o patrón (Hartmann & Kester, 1992).

Si los porta injertos reúnen la mayoría de esas características, y son injertados con variedades adaptadas a las condiciones locales de clima y a las exigencias de mercado, será posible alcanzar mayores producciones de fruta de calidad durante un mayor número de años. La fuente más importante para la producción de semilla son los duraznos criollos (Rom & Carlson., 1983). Desafortunadamente, la calidad de la semilla obtenida con dichos materiales varía mucho entre años y regiones.

En las regiones productoras más importantes de melocotón, se ha recurrido a la selección de materiales específicos, que destacan por su comportamiento en determinadas regiones ecológicas. Como las semillas de Nemaguard en California, las selecciones italianas de la Universidad de Pisa y los híbridos inter específicos de almendro por durazno en el sur de Europa, con los cuales ha sido posible incrementar tanto los rendimientos como la vida útil de los huertos comerciales (Rom & Carlson., 1983).

Existen diferencias entre los cultivares y su capacidad de usar los nutrimentos, por ello es importante conocer la respuesta de los portainjertos o cultivares a los diferentes tipos de suelo, por lo que se debe realizar una buena selección. La diferencia entre absorción de minerales, puede ser mejorada mediante procedimientos genotécnicos, pero se ha observado que el aspecto genético no influye en cuanto a la acumulación de nitrógeno y fósforo, pero es más visible el efecto de acumulación de potasio calcio, magnesio, ya que el exceso produce daños visibles a la planta (Hartmann & Kester, 1992) .

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

De acuerdo al enfoque metodológico la presente investigación puede definirse como una investigación cuantitativa experimental intrasujetos y en cuanto al uso de los resultados como una investigación aplicada.

3.2. CONTEXTO ESPACIAL Y TEMPORAL

La presente investigación se realizó en las instalaciones de la Asociación Nacional de Productores de Frutales Deciduos (ANAPDE), ubicada en el municipio de San Cristóbal Totonicapán, departamento de Totonicapán a 14°53'00" de latitud Norte y 91°27'00" longitud al Oeste respecto al meridiano de Greenwich y a una altitud de 2,338 m.s.n.m. Temperaturas máximas de 29° C y mínimas de -4° C, con un promedio anual de 24° C y precipitaciones promedio anual de 611.05 mm. El ensayo se realizó durante los meses de febrero 2018 a octubre 2019.

3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar, con 9 tratamientos y 5 repeticiones, lo cual se definió de acuerdo a la disponibilidad de semillas. Los patrones fueron injertados con la variedad 019.

3.3.1. Modelo estadístico

El modelo estadístico usado en el diseño de bloques completos al azar es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = es la variable de respuesta de interés.

μ = media general

t_i = efecto del i-ésimo tratamiento

β_j = efecto del j-ésimo bloque

ϵ_{ij} = error experimental en la unidad j del tratamiento i

3.3.2. Descripción de tratamientos

En la tabla uno, se presentan los nueve tratamientos evaluados, con sus principales características. De estos nueve tratamientos, seis materiales provienen del centro de recursos genéticos de Querétaro, México, centro dirigido por el Doctor Salvador Pérez, dos son variedades comerciales que no se utilizan en Guatemala y el testigo criollo utilizado en la localidad (durazno blanco).

Tabla 1. Materiales de portainjertos a evaluar y sus características

No. Id.	Nombre o clave.	Requerimiento de horas frío	Época de floración.	Época de cosecha.	Tipo de fruta.
1	III Testab	300-400	Tardía	Tardía	Rojo-amarillo-firme
2	III5RL2-1	200-300	Media	Media	Rojo-amarillo-firme
3	M1BBss	300	Media	Media	Blanco-blanco-firme
4	III A9Bch	300	Media	Media	Rojo-blanco
5	III5(Estar)rb	400	Tardía	Tardía	Rojo-amarillo-firme
6	III3N	300	Media	Media	Blanco-blanco-firme
7	Nemaguard	400-500	Media-tardía	Media-tardía	Fruta sin valor
8	Okinawa	100-200	Temprana	Media	Prisco sin valor
9	Criollo				

Fuente: Pérez, S.(2018)

3.3.3. Tamaño del área experimental:

La presente investigación, contó con un número limitado de semillas de las diferentes variedades, razón por la cual se realizó el ajuste correspondiente al número de plantas por tratamiento, de acuerdo a esta disponibilidad. El diseño experimental se conformó por nueve tratamientos, cinco repeticiones, 50 plantas por tratamiento. Cada unidad experimental se constituyó con 10 plantas colocadas en bolsas de polietileno que correspondieron a las parcelas netas.

Tabla 2. Distribución de los materiales de portainjertos a evaluar en un diseño experimental de bloques completos al azar.

Repetición	No. Identificación de los materiales								
I	9	2	5	8	1	7	4	6	3
II	8	6	3	2	7	4	1	5	9
III	3	6	4	7	1	8	5	2	9
IV	4	7	5	8	2	9	6	3	1
V	6	1	3	4	9	2	8	5	7

3.3.4. Variables de respuesta:

a. Porcentaje de germinación

Definición conceptual: se entiende por germinación, a la reanudación del crecimiento activo en un embrión que resulta en su emergencia de la semilla y desarrollo de las estructuras esenciales para el desarrollo de la planta.

Definición operacional: el porcentaje de germinación es una prueba que se realiza para saber cuántas semillas pueden llegar a germinar después de sembrarse. Se realizó a través de la siguiente relación:

$$\% \text{ germinación} = (\text{No. semillas germinadas} / 50 \text{ plantas}) * 100$$

Este conteo se realizó a los 35 días después de la siembra de las semillas

b. Altura de planta

Definición conceptual: se define a la altura como la dimensión vertical de un cuerpo en su posición natural o normal.

Definición operacional: La altura de la planta se midió a partir del cuello de la raíz a la yema apical de la planta. Esta medición se realizó usando una regla graduada en milímetros a los doce meses después de la germinación (que es el tiempo que se esperaría para la realización del injerto); se realizaron mediciones periódicas cada dos meses para evaluar el comportamiento del crecimiento de cada material.

c. Diámetro de tallo

Definición conceptual: se define el diámetro como la anchura de un objeto con forma circular, cilíndrica o esférica.

Definición operacional: el diámetro de los tallos se midió a los 12 meses después de la germinación y se realizó con un calibrador vernier a los 25 cm de altura, la cual coincide con la altura en la que se realizará el injerto.

d. Materia seca

Definición conceptual: es la parte que resta de un material tras extraer toda el agua posible a través de un calentamiento hecho en condiciones de laboratorio.

Definición operacional: el procedimiento consistió en pesar tres plantas elegidas al azar por cada tratamiento, las plantas se cortaron en trozo pequeños (incluyendo raíces, tallo, ramas y hojas) y se sometieron a un secado por calentamiento en un horno de laboratorio a una temperatura de 60° C, durante 72 horas. La materia seca en porcentaje se determinó a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Materia seca (\%)} = P' / P \times 100$$

En donde:

P' = Peso de la muestra después de la desecación.

P = Peso de la muestra antes de la desecación.

e. Porcentaje de sobrevivencia del injerto

Definición conceptual: es la acción y efecto de sobrevivir, hace referencia a vivir después de un determinado suceso o vivir en condiciones adversas y sin medios. En este caso cuando la yema de la variedad comercial logró su brotación en el portainjerto.

Definición operacional: esta variable se evaluó a los 30 días después de efectuados los injertos, contando el número de injertos con brotes vivos dividido entre el total de plantas injertadas multiplicado por 100, para expresarlos en porcentaje.

3.3.5. Análisis de la información:

Las variables de respuesta: porcentaje de germinación, altura, diámetro del tallo, materia seca y porcentaje de prendimiento se sometieron a análisis de varianza utilizando el software InfoStat, versión Estudiantil y la comparación de medias a través de DGC (Di Rienzo, Casanoves, Balzarini, Gonzalez, & Tablada, 2018).

3.4. MANEJO DEL EXPERIMENTO

El manejo del experimento consistió en las siguientes actividades:

- a. Escarificación: consistió en eliminar la testa, llamada hueso o carozo, la cual debe eliminarse cuidadosamente sin dañar la almendra. Para ello se usó una superficie dura, sobre la que se sostuvo el hueso el cual recibió un golpe leve con un martillo fracturándolo y exponiendo la almendra. Esta práctica se realizó la primera semana de octubre de 2018
- b. Hidratación de las almendras: se realizó inmediatamente después de la escarificación y consistió en sumergirlas en agua durante 24 horas, permitiendo con ello la imbibición del agua para promover la reactivación del germen.
- c. Desinfección: esta práctica se realizó seguidamente después de la hidratación y para ello una solución de hipoclorito al 5%, utilizando una dosis de 500 ml de hipoclorito por litro de agua. Las almendras se sumergieron en dicha solución durante 5 minutos, luego se lavaron con agua pura y se secaron.

- d. Rompimiento de la etapa de latencia: las semillas se colocaron en un enfriador comercial a temperaturas entre 5° y 7° C durante 45 días. Se colocaron en la cámara refrigerada del 1 de octubre al 15 de noviembre.
- e. Germinación: cuando se notó la emergencia de la radícula durante la etapa de rompimiento de latencia, se sembraron las semillas en las bolsas de polietileno (una semilla por bolsa), actividad que se realizó en función de la emergencia de la radícula y se inició el 15 de noviembre de 2018 y concluyó el 30 del mismo mes. Las plántulas se trasladaron al módulo de adaptación cuando alcanzaron 10 cm de altura y se regaron tres veces por semana.
- f. Fertilización: se fertilizó una vez al mes utilizando urea (46% N) al 1% (1kg de urea en 100 litros de agua).
- g. Control fitosanitario: se realizaron tratamientos fitosanitarios homogéneos a todos los tratamientos, de acuerdo al requerimiento
- h. El injerto se realizó a los 12 meses después de germinadas las semillas (15 de octubre de 2019). Para ello se utilizó la técnica del injerto de yema, utilizando para ello una yema vegetativa elongada. Esta técnica permite la realización del injerto durante casi todo el año, por el tipo de tejido que se incorpora. Entre las ventajas que presenta el injerto de yema se encuentran: mejor soldadura del injerto, mayor prontitud en la respuesta de rebrotación, mayor aprovechamiento del patrón y material a injertar, facilidad para el acople y mayor prendimiento; lo cual es sumamente importante para poder evaluar la variable que corresponde al porcentaje de sobrevivencia de los injertos.
- i. Variedad injertada. La variedad utilizada fue el genotipo CP-0-19 obtenida del Colegio de postgraduados de Chapingo, del campus de Montecillo, México. Es una variedad de melocotón tempranera (120 días de flor a cosecha), con un requerimiento de frío de 300 a 400 horas frío y con un rendimiento promedio de 15 t ha⁻¹. Los frutos son de un calibre mediano a grande (de 50 a 75 mm de diámetro), pesos que oscilan entre 140 a 150 g de peso. Su forma es redonda acorazonada con protuberancia poco pronunciada, de piel pubescente aterciopelada, con un color de fondo amarillo verdoso que cambia con la madurez a amarillo naranja, el cual presenta una pigmentación rojiza (chapa) que cubre el 60% de la superficie de la fruta. La pulpa es de color amarillo, firme y adherida al hueso, de 12 a 14° Brix (Montecillo México Patente n° SGR-3770019-FRU-ME-2000-019, 2000)

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Variable Germinación

Para esta variable, se pudo determinar que existen diferencias significativas en los porcentajes de germinación. Para el caso del material M1BBss no germinó ninguna de las semillas, mientras que los materiales IIIA9Bch, III3N y Okinawa obtuvieron germinaciones del 10%, 14% y 16% respectivamente. Caso contrario los materiales: criollo, Nemaguard y III5RL2-1, fueron los materiales que obtuvieron los porcentajes de germinación más altos, siendo estos 76%, 88% y 92% respectivamente (**ver tabla 3**).

Tabla 3. Porcentaje de germinación de los portainjertos evaluados en un diseño de bloques completos al azar

Materiales	BLOQUES					Σ	\bar{X}
	I	II	III	IV	V		
Criollo	80	70	80	80	70	380	76
III Testab	70	80	80	50	70	350	70
III5RL2-1	100	90	80	100	90	460	92
M1BBss	0	0	0	0	0	0	0
IIIA9Bch	10	0	10	10	20	50	10
III5(Estar)rb	100	80	70	60	50	360	72
III3N	20	11	10	10	20	71	14
Nemaguard	90	100	70	100	80	440	88
Okinawa	20	10	10	20	20	80	16

La nula o baja germinación de estos materiales pudo haberse debido al manejo de las semillas desde su traslado de México a Guatemala, a su almacenamiento y proceso de enfriamiento para la ruptura de la dormancia, más que a sus características genéticas y su adaptación a las condiciones ambientales de Quetzaltenango. La nula o baja germinación de las semillas dificultó el análisis de las otras variables como se describirá posteriormente.

Para realizar una mejor interpretación de la variable germinación, el material M1BBss, no fue sometido a análisis de varianza. Para los otros portainjertos, al realizar este análisis, manifestaron diferencias estadísticas significativas, por lo que se procedió a realizar una comparación de medias (**ver tabla 4**).

Tabla 4. Análisis de varianza y comparación de medias para la variable porcentaje de germinación de los portainjertos evaluados

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Per Ger	40	0.81	0.73	31.77

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	38332.50	11	3484.77	10.53	<0.0001
Tratamiento	36797.50	7	5256.79	15.89	<0.0001
Bloque	1535.00	4	383.75	1.16	0.3496
Error	9265.00	28	330.89		
Total	47597.50	39			

Test:DGC Alfa= 0.05 PCALT= 24.8037

Error: 330.8929 gl: 28

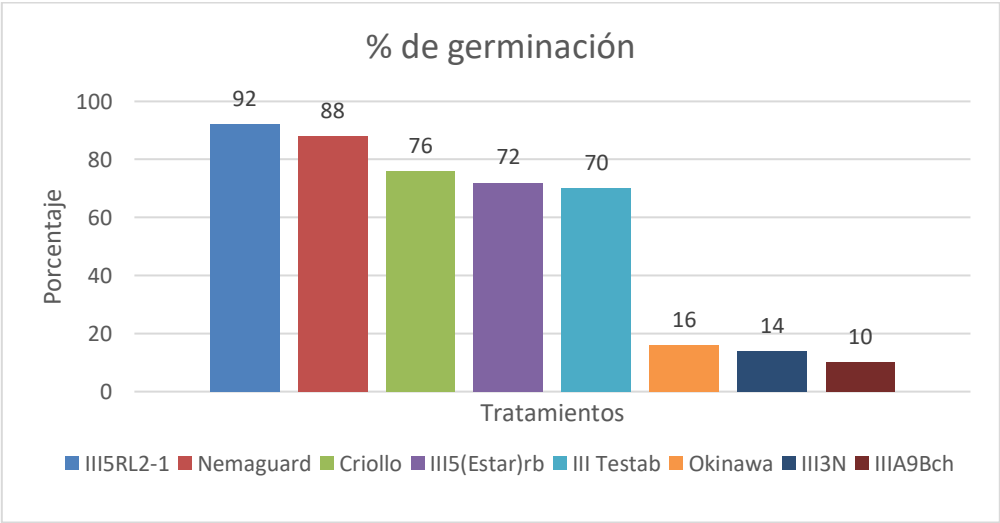
Comparación de medias

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
III5RL2-1	92.00	5	8.14	A
Nemaguard	88.00	5	8.14	A
Criollo	76.00	5	8.14	A
III5(Estar)rb	72.00	5	8.14	A
IIITestab	70.00	5	8.14	A
III3N	34.00	5	8.14	B
Okinawa	16.00	5	8.14	B
IIIA9Bch	10.00	5	8.14	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Fuente: datos de campo analizados con el software InfoStat (Di Rienzo, Casanoves, Balzarini, Gonzalez, & Tablada, 2018)

Debido al bajo porcentaje de germinación de los materiales III3N, Okinawa y IIIA9Bch, estos conforman un mismo grupo estadístico (el “B”), mientras que los materiales que obtuvieron un porcentaje de germinación del 70% o más forman el otro grupo (el “A”). En este sentido no hay diferencias estadísticas significativas en los materiales: III5RL2-1, Nemaguard, criollo, III5(Estar)rb y III3N, sin embargo, es importante remarcar el porcentaje alto de germinación de los materiales III5RL2-1 y Nemaguard si lo comparamos con el portainjerto criollo con un 76%. De acuerdo a la experiencia de viveristas locales, este porcentaje de germinación del durazno criollo es el normal, indicando que es difícil que alcancen germinaciones superiores al 80% (ver gráfica 1).



Gráfica 1. Comparación de los porcentajes de germinación en los portainjertos evaluados.

4.2. Determinación de la vigorosidad de los portainjertos

Para determinar la vigorosidad del portainjerto, se realizó a través de las variables: diámetro del tallo, altura de la planta y peso de la misma en base a materia seca, las cuales se discuten a continuación.

4.2.1. Variable diámetro de tallo

En la **tabla 5** se presentan los resultados de la variable diámetro de tallo, por repetición y el promedio de los portainjertos evaluados. En esta tabla se puede apreciar que los portainjertos IIITestab, III5(Estar)rb y III5RL2-1 fueron los materiales que alcanzaron el mayor diámetro de tallo. Por el contrario, Okinawa y III3N, fueron los portainjertos con el menor diámetro desarrollado.

Tabla 5. Diámetro de tallo (en mm) de los portainjertos evaluados en un diseño de bloques completos al azar

Materiales	BLOQUES					Σ	\bar{X}
	I	II	III	IV	V		
Criollo	7.7	8.53	7.65	8.58	8.33	40.79	8.16
III Testab	10.14	10.01	11.19	10.46	11.54	53.34	10.67
III5RL2-1	9.9	10.22	10.11	9.83	9.94	50	10
III A9Bch	10.1	8.1	7.9	7.6	7.9	41.6	8.32
III5(Estar)rb	9.93	10.06	11.81	10.3	10.34	52.44	10.49
III3N	8.6	0	0	0	10.75	19.35	4
Nemaguard	9.38	8.85	8.91	8.4	9.36	44.9	8.98
Okinawa	5.9	0	0	4.5	6	16.4	3.28

Al realizarse el análisis de varianza, se pudo determinar que existe alta significancia estadística entre el material evaluado, por lo que se procedió a realizar la comparación de medias (ver tabla 6)

Tabla 6. Análisis de varianza y comparación de medias para la variable diámetro de tallo en mm de los portainjertos evaluados

Análisis de la varianza

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R²</u>	<u>Aj</u>	<u>CV</u>
Diámetro mm	40	0.72	0.61		26.56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	324.78	11	29.53	6.59	<0.0001
Tratamiento	288.62	7	41.23	9.20	<0.0001
Bloque	36.16	4	9.04	2.02	0.1193
Error	125.50	28	4.48		
Total	450.28	39			

Test: DGC Alfa=0.05 PCALT=2.8868

Error: 4.4821 gl: 28

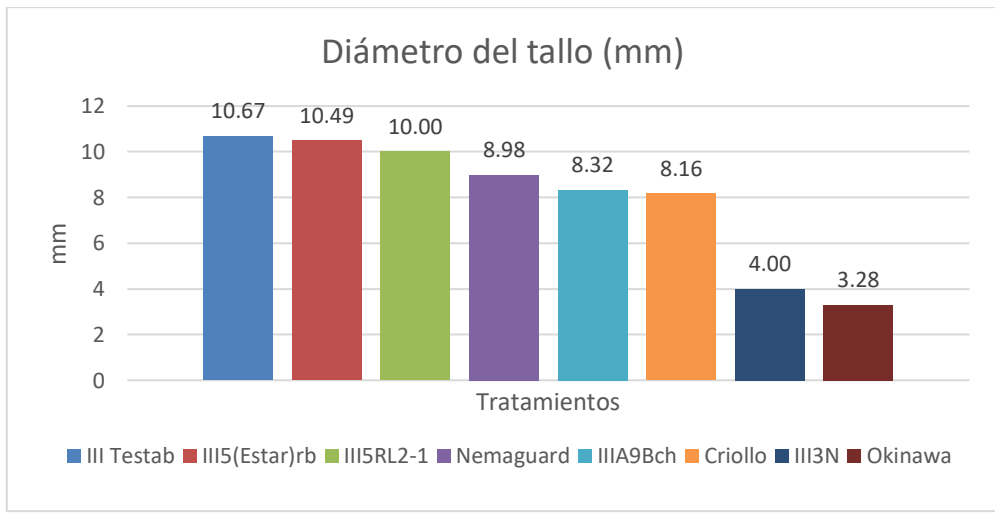
Comparación de medias

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
IIITestab	10.67	5	0.95	A
III5 (Estar)rb	10.49	5	0.95	A
III5RL2-1	10.00	5	0.95	A
Nemaguard	8.98	5	0.95	A
IIIA9Bch	8.32	5	0.95	A
Criollo	8.16	5	0.95	A
III3N	3.87	5	0.95	B
Okinawa	3.28	5	0.95	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: datos de campo analizados con el software InfoStat (Di Rienzo, Casanoves, Balzarini, Gonzalez, & Tablada, 2018)

La variable diámetro de tallo es muy importante para determinar el momento en que debe realizarse el injerto, ya que ésta más que la altura, define la época apropiada para realizar la injertación. En ese sentido podemos determinar que, al realizar la comparación de medias, se definen dos grupos estadísticos, el “B” que contiene a los portainjertos III3N y Okinawa como los materiales con el diámetro menos desarrollado. Los restantes materiales conforman el otro grupo estadístico que se caracterizaron por un mayor diámetro de tallo, sobresaliendo en este grupo los portainjertos IIITestab, III5(Estar)rb y III5RL2-1 (**ver gráfica 2**).



Gráfica 2. Comparación de los diámetros de tallo en mm de los portainjertos evaluados.

4.2.2. Variable altura de planta

En la tabla 7, se presentan los resultados de la variable altura de planta en centímetros, recabados en campo. En él se puede apreciar la altura alcanzada por los materiales evaluados en cada repetición y luego su respectivo promedio.

Tabla 7. Altura de plantas (en cm) de los portainjertos evaluados en un diseño de bloques completos al azar

Materiales	BLOQUES					Σ	\bar{X}
	I	II	III	IV	V		
Criollo	99.9	92	96.3	107.4	102	497.6	99.5
III Testab	95.57	99.33	112.25	105.8	113.57	526.52	105.3
III5RL2-1	103	103.44	108.63	103.4	100.11	518.58	103.7
III A9Bch	83	0	50	36	29	198	39.6
III5(Estar)rb	89	111.88	111	94.5	103	509.38	101.9
III3N	75	35	29	73	79	291	58
Nemaguard	88.89	79	75.1	77.8	91.7	412.49	82.5
Okinawa	0	0	0	30	38	68	13.6

Al realizarse el análisis de varianza, se pudo determinar que existe alta significancia estadística entre el material evaluado, por lo que se procedió a realizar la comparación de medias (**ver tabla 8**)

Tabla 8. Análisis de varianza y comparación de medias para la variable altura de planta en cm de los portainjertos evaluados

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Alt Planta cm	40	0.81	0.73		25.17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	41469.87	11	3769.99	10.74	<0.0001
Tratamiento	40149.89	7	5735.70	16.34	<0.0001
Bloque	1319.98	4	330.00	0.94	0.4554
Error	9830.87	28	351.10		
Total	51300.74	39			

Comparación de medias

Test:DGC Alfa= 0.05 PCALT= 25.5499

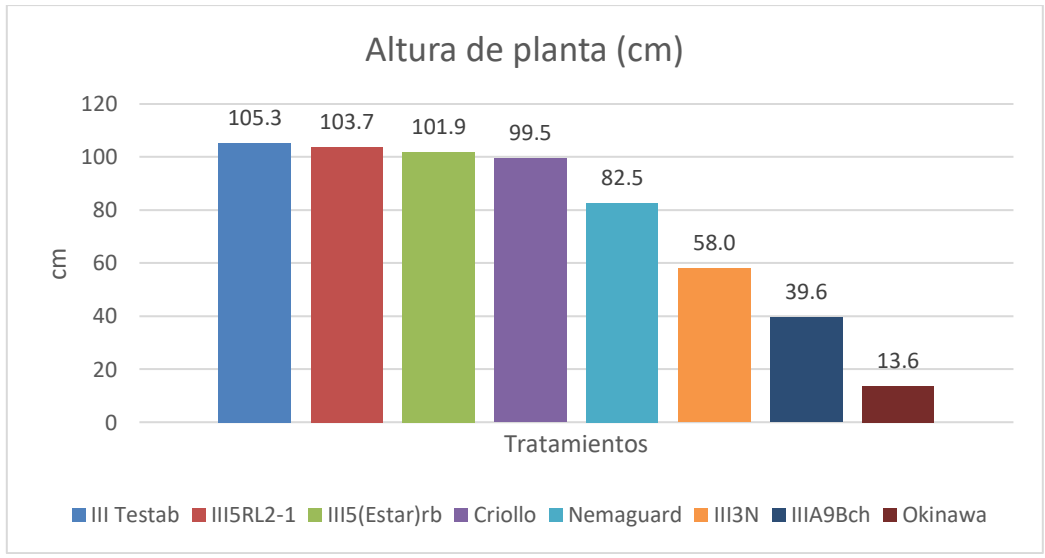
Error: 351.1026 gl: 28

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
IIITestab	105.30	5	8.38	A
III5RL2-1	103.72	5	8.38	A
Criollo	99.52	5	8.38	A
III5(Estar)rb	93.08	5	8.38	A
Nemaguard	82.50	5	8.38	A
III3N	58.20	5	8.38	B
IIIA9Bch	39.60	5	8.38	B
Okinawa	13.60	5	8.38	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Fuente: datos de campo analizados con el software InfoStat (Di Rienzo, Casanoves, Balzarini, Gonzalez, & Tablada, 2018)

La comparación de medias nos separa a los portainjertos evaluados en tres grupos estadísticos, el grupo “A” que incluye a los materiales con la mejor altura desarrollada, sobresaliendo en este grupo el IIITestab, el III5RL2-1 y el criollo (**ver gráfica 3**).



Gráfica 3. Comparación de las alturas en cm de los portainjertos evaluados.

4.2.3. Variable peso de la planta en base a materia seca

Para el análisis de esta variable, no se consideraron los portainjertos: IIIA9Bch, III3N y Okinawa. Lo anterior se debió al bajo porcentaje de germinación que manifestaron estos materiales, por lo que no se consideró oportuno sacrificar estas plantas para determinar el peso de la planta en base a materia seca y conservarlas para analizar el porcentaje de prendimiento del injerto. Los datos arrojados por el laboratorio se presentan en la tabla 9.

Al realizar el análisis de varianza se determinó que no existe significancia estadística para esta variable, lo que significa que todos los tratamientos pertenecen al mismo grupo estadístico, por lo que ya no se realizó la comparación de medias (ver tabla 10).

Tabla 9. Peso en plantas en base a materia seca (en g) de los portainjertos evaluados en un diseño de bloques completos al azar

MATERIALES	BLOQUES					Σ	\bar{X}
	I	II	III	IV	V		
Criollo	22.1	25.3	21.3	34.3	39.2	142.2	28.4
III Testab	57.4	30	58.7	35.8	56.1	238	47.6
III5RL2-1	52	33.1	34.4	40.8	54.7	215	43.0
III5(Estar)rb	37.9	69.9	63.9	39.4	51.4	262.5	52.5
Nemaguard	37.9	54.7	28.5	40.2	34	195.3	39.1

Sin embargo, en la tabla 9 y gráfica 4 podemos apreciar que el portainjerto III5(Estar)rb fue el que alcanzó el mayor peso, un peso desde el punto de vista aritmético mayor, 24.1 g, al material criollo. Si se considera que el portainjerto tiene influencia sobre el injerto, esta diferencia de peso puede tener repercusiones en el vigor y el desarrollo de la planta en campo definitivo especialmente por la capacidad de absorción de agua y el transporte de nutrientes, así como en la calidad y producción de fruta (Velentine, Murray, & Arroyo, 2006).

Tabla 10. Análisis de varianza para la variable peso de la planta en base a materia seca en g

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Mat sec g	25	0.44	0.16		28.95

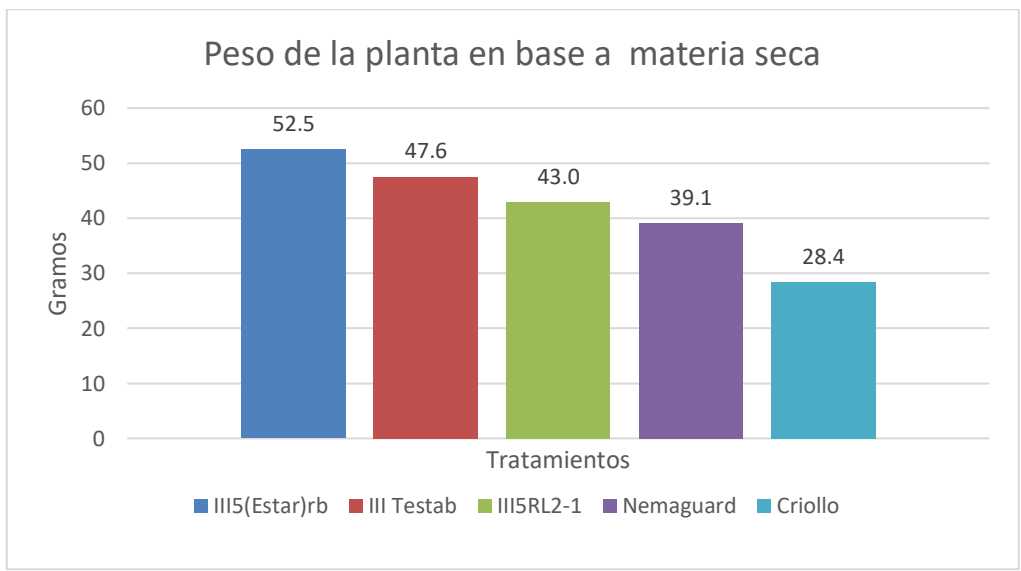
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1885.30	8	235.66	1.58	0.2060
Tratamiento	1675.28	4	418.82	2.82	0.0605
Bloque	210.03	4	52.51	0.35	0.8381
Error	2379.40	16	148.71		
Total	4264.70	24			

Test:DGC Alfa= 0.05 PCALT=17.1300

Error: 148.7122 gl: 16

Fuente: datos de campo analizados con el software InfoStat (Di Rienzo, Casanoves, Balzarini, Gonzalez, & Tablada, 2018)

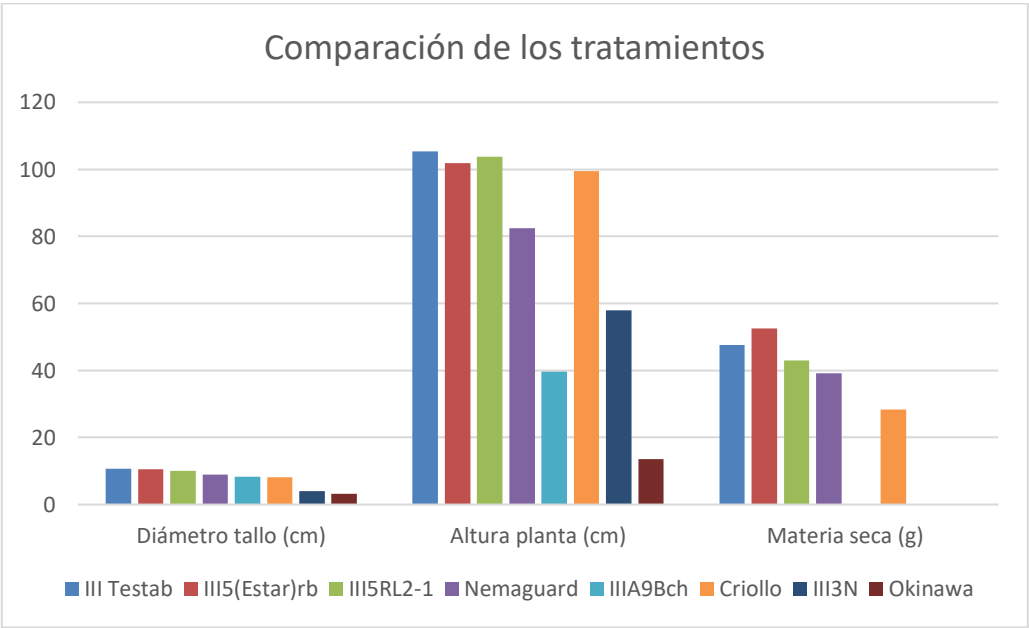


Gráfica 4. Comparación de peso de la planta en base a materia seca en g

4.2.4. Comparación de las variables que determinaron la vigorosidad de la planta

La vigorosidad de la planta se determinó a través de las variables diámetro del tallo, altura de planta y peso en base a materia seca, las cuales se determinaron previo a la injertación, lo cual ocurrió 12 meses después de la germinación de la semilla.

Al analizar estas tres variables, podemos apreciar que el portainjerto III Testab es el que presenta las mejores características. Si comparamos solo las variables altura de planta con el diámetro de tallo, los materiales III Testab, III5RL2-1 y III5(Estar)rb, obtuvieron las mejores características. Sin embargo, para fines prácticos, al momento de injertar es más importante el diámetro de tallo que la altura de la planta, esto lo podemos apreciar en el material criollo, el cual presentó una buena altura, pero con un diámetro inferior a III Testab, III5(Estar)rb, III5RL2-1 y Nemaguard (ver gráfica 5).



Gráfica 5. Comparación de las variables vigorosidad de la planta

Como ya se hizo referencia (Valentini, Murray, & Arroyo., 2006), el patrón o portainjerto ejerce una fuerte influencia sobre la variedad, por lo tanto, una variedad manifestará su potencial genético cuando ésta esté injertada sobre un patrón compatible, de buenas características genéticas, sanitarias y con buena vigorosidad. La vigorosidad de la planta, la precocidad o entrada en fructificación, la productividad, la calidad de la fruta y la longevidad de la planta, se manifiestan hasta que la planta se ha establecido en el campo definitivo y ha entrado en la etapa productiva, lo cual oscila de tres a cinco años después del trasplante. De allí la importancia de la elección de un patrón, ya que sus efectos negativos o positivos se apreciarán hasta después de este tiempo.

4.3. Variable porcentaje de sobrevivencia del injerto

En la **tabla 11**, se presentan los resultados de la variable porcentaje de sobrevivencia del injerto, recabados en campo. Esta variable se midió 20 días después de realizado el injerto.

Es de recordar que para medir esta variable se utilizó la técnica del injerto de yema elongada, ya que este material vegetativo se puede encontrar prácticamente durante toda la etapa vegetativa de la planta. Varios autores destacan que este tipo de injerto acorta notablemente el tiempo necesario para el logro de la planta, en comparación con el injerto de púa lateral o terminal, pero presenta porcentajes relativamente bajos de prendimiento, probablemente relacionados a una incompleta madurez de las yemas empleadas (Valentini G. , 2003). En esta tabla se puede apreciar que el porcentaje de prendimiento del injerto fue relativamente bajo, entre el 57.2 y el 72.4%, confirmando lo expuesto por Valentini G. (2003) ya que, para el caso del injerto de púa lateral o púa terminal, en nuestro medio los injertadores logran hasta el 100% de prendimiento.

Tabla 11. Variable porcentaje de prendimiento del injerto, evaluado en un diseño de bloques completos al azar

MATERIALES	BLOQUES					Σ	\bar{X}
	I	II	III	IV	V		
Criollo	54	56	59	77	66	312	62.4
III Testab	93	60	67	73	67	360	72.0
III5RL2-1	73	85	66	66	72	362	72.4
III5(Estar)rb	60	53	57	56	60	286	57.2
Nemaguard	73	60	70	66	60	329	65.8

En la **tabla 12**, se presenta el análisis de varianza para esta variable. En él se puede apreciar que no existieron diferencias estadísticas significativa ente tratamientos, por lo que ya no se realizó la comparación de medias.

Tabla 12. Análisis de varianza para la variable porcentaje de prendimiento del injerto

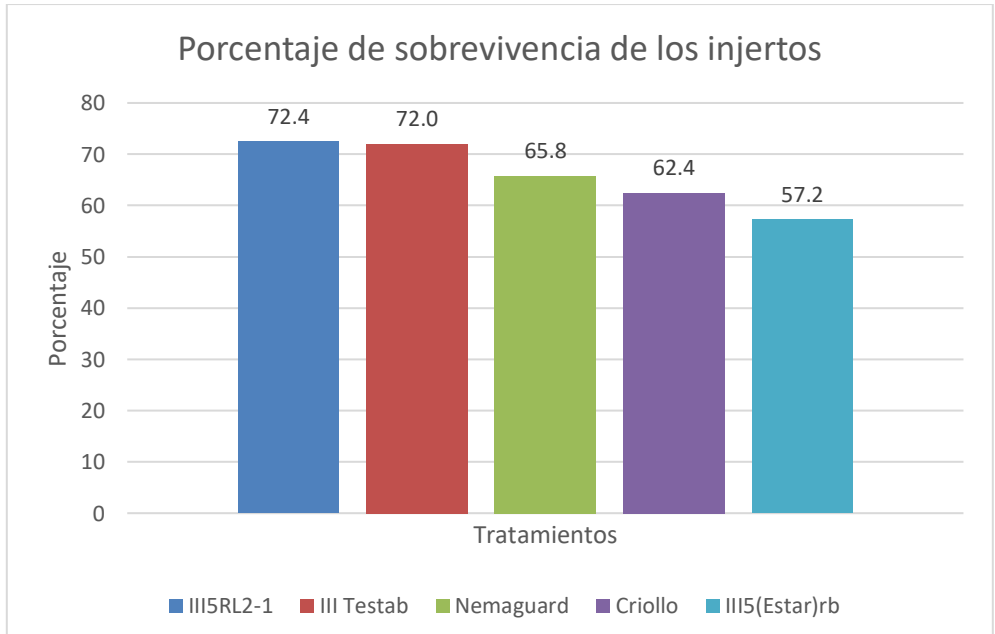
Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Porc prend	25	0.46	0.20	13.12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1035.92	8	129.49	1.73	0.1674
Tratamiento	836.96	4	209.24	2.79	0.0621
Bloque	198.96	4	49.74	0.66	0.6262
Error	1199.04	16	74.94		
Total	2234.96	24			

En la **gráfica 6**, se aprecia las diferencias aritméticas entre las medias de esta variable, aunque como ya se mencionó, no hay diferencias estadísticas significativas, si hay una diferencia del 15.2% de prendimiento entre el portainjerto III5RL2-1 que logró el 72.4% de prendimiento y el III5(Estar)rb con tan solo el 57.2% de prendimiento. El criollo obtuvo un 62.4% de prendimiento. Es decir que todos los materiales evaluados responden estadísticamente igual.



Gráfica 6. Comparación de medias para la variable porcentaje de prendimiento de los injertos.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- a. Se acepta la hipótesis nula 1, la cual dice que ninguno de los materiales de portainjertos manifestará un mayor porcentaje de germinación, comparado con el portainjerto local. En este sentido los materiales III5RL2-1, Nemaguard, III5(Estar)rb y IIITestab obtuvieron porcentajes de germinación del 92%, 88%, 72% y 70% respectivamente, los cuales son estadísticamente igual al porcentaje de germinación alcanzado por el portainjerto criollo con 76%. Estos materiales superaron estadísticamente a los portainjertos III3N, Okinagua y IIIA9Bch, con 34%, 16% y 10% de germinación respectivamente.
- b. Se acepta la hipótesis nula 2. La vigorosidad de la planta se determinó a través de las variables diámetro del tallo, altura de planta y peso en base a materia seca, las cuales se determinaron previo a la injertación. Al analizar estas tres variables, podemos concluir que los portainjertos IIITestab, III5(Estar)rb, III5RL2-1, Nemaguard y criollo, son estadísticamente iguales. Sin embargo, IIITestab es el que presenta las mejores características comparadas aritméticamente con los otros materiales, al obtener un mejor diámetro, altura y peso en base a materia seca, de acuerdo a estas características este portainjerto puede manifestar una mejor vigorosidad al trasplantarse al campo definitivo. El material criollo presentó una buena altura, pero con un diámetro inferior a IIITestab, III5(Estar)rb, III5RL2-1 y Nemaguard.
- c. Se acepta la hipótesis nula 3. Estadísticamente todos los materiales son iguales con respecto a la variable prendimiento del injerto, esto nos lleva a la conclusión de que, para todos estos materiales, existió una buena compatibilidad entre la unión del portainjerto con la variedad, lo cual es importante para obtener una planta con buena vitalidad durante toda su vida útil. Sin embargo, también es importante indicar que existió una diferencia del 15.2% de prendimiento entre el portainjerto III5RL2-1 que logró el 72.4% de prendimiento, mientras que III5(Estar)rb alcanzó solo el 57.2%.
- d. De acuerdo al análisis estadístico realizado a las variables vigorosidad y el porcentaje de prendimiento del injerto, se puede concluir que los materiales IIITestab, III5(Estar)rb, III5RL2-1, Nemaguard son estadísticamente iguales al criollo. Lo anterior lleva a inferir que los materiales nuevos manifestaron en su fase de vivero las mismas características del portainjerto criollo determinado a través de las variables mencionadas.

5.2. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados de esta investigación, se recomienda a la asociación FRUTAGRU

- a. Introducir nuevamente semillas para la reproducción de los portainjertos: III Testab, III5(Estar)rb, III5RL2-1, Nemaguard como alternativa de portainjerto al material criollo, por las características manifestadas en el presente estudio.
- b. Establecer un banco de germoplasma de patrones de melocotón, siguiendo las normas establecidas por FAO (2014, pg 66), especialmente lo referente a las condiciones agroecológicas (clima, altitud, suelo, drenaje).
- c. Es importante que posteriormente se evalúen en campo definitivo los efectos de estos portainjertos a través de las variables: calidad y rendimiento de la fruta, control del vigor de la planta, tamaño del árbol con fines de manejo de tejido, resistencia a plagas, enfermedades y nemátodos. Para ello montar ensayos comparativos en plantaciones de productores.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado Quiroa, H., & González Ramírez, I. (1999). *Manual del Cultivo de melocotón (Prunus persica (L.) Batsch)*. Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, PROFRUTA. Guatemala: PROFRUTA.
- Calderón Alcaraz, E. (1993). *Fruticultura general. El esfuerzo del hombre* (Tercera ed.). (G. N. Editores, Ed.) México D.F.: LIMUSA.
- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., Gonzalez, L., & Tablada, M. (2018). InfoStat verión 2018. *Centro de Transferencia InfoStat, Universidad Nacional de Cordoba*. Córdoba, Argentina. Obtenido de www.infostat.com.ar
- FAO. (2014). *Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura*. Rom: FAO. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i3704s.pdf>
- Felipe, A. (1989). Patrones para frutales de papita y hueso. 108-109. Ediciones Tecnicas Europeas, S.A.
- Hartmann, H., & Kester, D. (1992). *Propagacion de plantas*. México D.F.: Compañía Editorial Continental.
- Isaú González, J. R. (2013). *Manual del Cultivo de Melocotón*. Barcenas Villa Nueva: Departamento de Frutas y Agroindustria.
- La Rue, J. H., & Johnson, R. (1989). *Peaches, Plums, and Nectarines: Growing and Handling for Fresh Market*. Oakland, California: University of California.
- Parra., Q., Chavez., G., & Ramirez., L. (Noviembre. de 2006). Evaluacion de portainertos en dos cultivares de Durazno durante el periodo 2002-2006 en Chihuahua, Mexico. Aguascalientes., Mexico.: Memorias del Congreso Nacional del Sistema Producto Durazno, Aguascalientes, Ags.
- Pérez, S. (2017). *Informe de consultoría sobre el cultivo de melocotón en Guatemala*. IICA, Programa CRIA, Guatemala.
- Reighard., R. (Noviembre. de 2006). Porta injerto de Durazno: Situacion actual y Perspectivas. Aguascalientes., Mexico.: Memorias del Congreso Nacional del Sistema Producto Durazno.
- Rodríguez Alcázar, J., & Vega Solano, M. (2000). *Montecillo México Patente nº SGR-3770019-FRU-ME-2000-019*.
- Rom, R., & Carlson. (1983). the peach rootstock situation: an international perspective F. Var.j.
- Valentini, G. (2003). La injertación en frutales. *Boletín de Publicación Técnica n. 14(14), 1, 25*. San Pedro, Buenos Aires, Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Recuperado el 12 de noviembre de 2019, de <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-intasp-valentini-bdt14.pdf>
- Valentine, G. H., Murray, R. E., & Arroyo, L. E. (2006). Evaluación de los efectos de distintos portainjertos sobre la calidad de los frutos de dos variedades de durazno cultivadas en el nordeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina). *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias*(35), 71-89. Recuperado el 4 de septiembre de 2017, de [Recuperado de http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86435205](http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86435205)

Westwood, M. N. (1993). *Temperature-zone pomology: physiology and culture* (Tercera ed.).
Portland, Oregon: Timber Press Inc.

ANEXOS.

1. Cronograma de actividades

Año	2018												2019																
Mes	Oct				Nov				Dic				Mar				Abr				Oct				Nov				
Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ACTIVIDADES																													
Escarificación de semilla	█																												
Refrigeración de semilla	█	█	█	█																									
Germinación de semilla					█	█	█	█																					
Conteo de germinación					█	█	█	█																					
Siembra en bolsa de polietileno					█	█	█	█																					
Mantenimiento en vivero					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█													
Traslado al área de adaptación																█													
Mantenimiento en área de adaptación																█	█	█	█	█									
Toma de datos de altura y diámetro de tallo																					█								
Determinación peso en base seca																					█								
Injertación de la plantilla																						█							
Conteos injertos pegados																											█		

2. Figuras

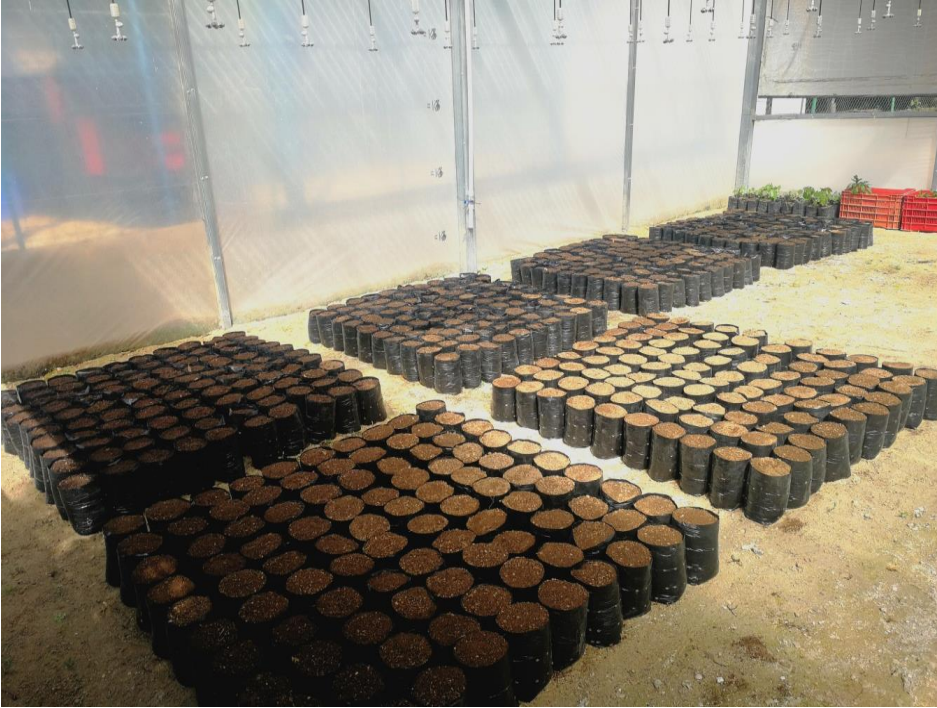
a. Sobres conteniendo las semillas de los materiales a evaluar



b. Hidratación de semillas



c. Llenado de bolsas y trazo del diseño experimental



d. Siembra de las semillas en bolsa



e. Germinación de plantas



f. Medición de la variable altura de planta



g. Medición de la variable diámetro de tallo



h. Preparación y etiquetado de plantas para la determinación del peso en base a materia seca



- i. Proceso de injertación usando la técnica del injerto de yema vegetativa elongada usando el genotipo CP-019 obtenida del Colegio de postgraduados de Chapingo



- j. Determinación del prendimiento del injerto del genotipo CP-019 obtenida del Colegio de postgraduados de Chapingo

