



Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca

División de Estudios de Posgrado e Investigación

**GERMINACIÓN, CRECIMIENTO E ÍNDICES DE CALIDAD EN GENOTIPOS DE *Prunus*
spp. PARA SELECCIONARSE COMO PORTAINJERTO**

TESIS QUE PRESENTA:

Arcelia Zurani Chairez Aquino

Como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCTIVIDAD EN AGROECOSISTEMAS

DIRECTOR:

Dr. Vicente Arturo Velasco Velasco

ExHacienda de Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca
Agosto de 2023





Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca

División de Estudios de Posgrado e Investigación

**GERMINACIÓN, CRECIMIENTO E ÍNDICES DE CALIDAD EN GENOTIPOS DE
Prunus spp. PARA SELECCIONARSE COMO PORTAINJERTO**

TESIS QUE PRESENTA:

Arcelia Zurani Chairez Aquino

Como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCTIVIDAD EN
AGROECOSISTEMAS**

DIRECTOR:

Dr. Vicente Arturo Velasco Velasco

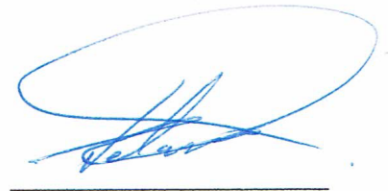


ExHacienda de Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca
Agosto de 2023

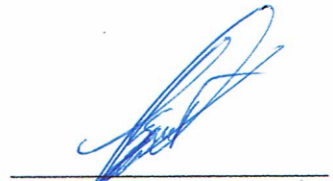
La presente tesis titulada: **Germinación, crecimiento e índices de calidad en genotipos de *Prunus* spp. para seleccionarse como portainjerto**, fue realizada bajo la dirección del consejo particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCTIVIDAD EN AGROECOSISTEMAS

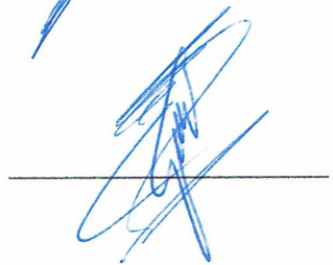
DIRECTOR:
DR. VICENTE ARTURO VELASCO
VELASCO




ASESOR:
DR. JOSÉ RAYMUNDO ENRÍQUEZ
DEL VALLE



ASESOR:
DR. GERARDO RODRÍGUEZ ORTIZ



	Nombre de la Información Documentada: Formato Autorización del comité para entrega de tesis.	Código: ITVO-AC-PR-08-02
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015 8.2.1, 8.2.2, 8.2.3, 8.5.2	Revisión: 1
		Página 1 de 1

EXPEDIENTE: 20DIT0009G

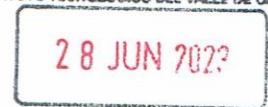
Nazareno Xoxocotlán, Oaxaca, 28 de junio del 2023

OFICIO No. DEPI/0508/23

C. ARCELIA Z. CHAIREZ AQUINO.
ESTUDIANTE DEL PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS
EN PRODUCTIVIDAD EN AGROECOSISTEMAS.
P R E S E N T E.

Los que suscriben, miembros de su Comité Tutorial, le comunicamos que hemos revisado el contenido de su tesis **“GERMINACIÓN, CRECIMIENTO E ÍNDICES DE CALIDAD EN GENOTIPOS DE *Prunus* spp. PARA SELECCIONARSE COMO PORTAINJERTO”**, por lo que con base en los lineamientos para la Operación de Estudios de Posgrado en el Tecnológico Nacional de México se le otorga la **AUTORIZACIÓN** para que proceda a la entrega del documento final de la misma, impresa y en formato digital (PDF); para continuar con su trámite y asignarle la fecha de su examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento nos permitimos reconocer su esfuerzo y felicitarle por el logro de su documento de tesis.




DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACIÓN
RECIBIDO

ATENTAMENTE
“Ciencia y Tecnología para el Campo”

DR. VICENTE ARTURO VELASCO VELASCO
DIRECTOR DE TESIS

DR. JOSÉ RAYMUNDO ENRÍQUEZ DEL VALLE
ASESOR

DR. GERARDO RODRÍGUEZ ORTIZ
ASESOR

	Nombre de la Información Documentada: Formato Autorización de DEPI para entrega de Tesis.	Código: ITVO-AC-PR-08-03
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015 8.2.1, 8.2.2, 8.2.3, 8.5.2	Revisión: 1
		Página 1 de 1

Nazareno Xoxocotlán, Oaxaca, **29/junio/2023**

OFICIO No.DEPI/0527/2023

C. ARCELIA ZURANI CHAIREZ AQUINO
ESTUDIANTE DEL PROGRAMA DE MAESTRIA EN CIENCIAS
EN PRODUCTIVIDAD EN AGROECOSISTEMAS
P R E S E N T E

Con base en los Lineamientos para la Operación de Estudios de Posgrado en el Tecnológico Nacional de México, respecto a la presentación del examen de grado, me es muy grato comunicarle que esta División de Estudios de Posgrado e Investigación a mi cargo, **AUTORIZA** la entrega del documento final de su tesis en formato digital (PDF) titulada: **GERMINACIÓN, CRECIMIENTO E ÍNDICES DE CALIDAD EN GENOTIPOS DE *Prunus* spp. PARA SELECCIONARSE COMO PORTAINJERTO**".

Cuyo contenido ha sido revisado y aprobado por su Comité Tutorial y cumple en lo general con el formato establecido para este documento, como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Productividad de Agroecosistemas.

Sin más por el momento le felicito cordialmente por el logro de esta meta y le reitero el respaldo institucional de su Alma Mater.

A T E N T A M E N T E
Excelencia en Educación Tecnológica®
"Ciencia y Tecnología para el Campo" EDUCACIÓN | 
INSTITUTO DE EDUCACIÓN POPULAR

INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL VALLE DE OAXACA
DR. GUSTAVO OMAR DÍAZ ZORRILLA
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

El presente trabajo se llevó a cabo con el apoyo del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT), a través del número de becario 1154236, con el tema de investigación: Germinación, crecimiento e índices de calidad en genotipos de *Prunus* spp. para seleccionarse como portainjerto.

Agradecimientos

Al Tecnológico Nacional de México y al Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca por darme la oportunidad de formarme como M.C. en Productividad en Agroecosistemas.

Al Consejo Nacional de humanidades, Ciencia y Tecnología (CONAHCYT) por haber financiado mis estudios de maestría.

Al Dr. Vicente Arturo Velasco Velasco, por compartir sus conocimientos, consejos, por su disposición para las asesorías personales y virtuales (durante 6 meses de pandemia) para avanzar en la realización de la presente investigación.

Al Dr. J. Raymundo Enríquez del Valle, por su amabilidad y participación en el proyecto de investigación.

Al Dr. Gerardo Rodríguez Ortiz por su amabilidad, sugerencias y asertiva colaboración en el proyecto de investigación.

Al Dr. Salvador Pérez González por su valiosa orientación en la investigación y por permitirme realizar mi estancia académica en el Centro de Recursos Genéticos y Mejoramiento de *Prunus* en Huimilpan, Querétaro.

A mis tíos y tías por aconsejarme y animarme durante este proceso; en especial a mi tío Edin Aquino Santiago, quien fue pieza clave en este proyecto, ya que sin su apoyo no hubiera sido posible esta investigación.

A mis primos, en especial a Alex, Lluvia y Lucero por sus consejos y ánimos.

Dedicatorias

A mis padres, Irma Aquino Santiago por su apoyo incondicional durante toda la vida, y David Chairez Luevanos por sus consejos; este logro es fruto de su trabajo.

A mis hermanos, David, Carlos, Fabiola y Jasciel, quienes me han dado la fortaleza para cumplir mis metas.

A mis sobrinos, Sara, Lía y Gael, quienes en momentos de angustia me levantan el ánimo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN.....	vi
SUMMARY	vii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo general	3
1.1.1 Objetivos específicos	3
1.2 Hipótesis.....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	5
2.1 Generalidades	5
2.1.1 Origen, importancia y usos del durazno.....	5
2.1.2 Situación nacional del durazno	6
2.2 Germinación	6
2.3 Portainjertos	7
2.3.1 Importancia y función.....	7
2.3.2 Características de selección del portainjerto	8
2.4 Sustratos	9

2.4.1	Gallinaza.....	9
2.4.2	Estiércol bovino.....	10
2.4.3	Tierra de monte.....	10
2.5	Calidad de la planta.....	11
CAPÍTULO III. EVALUACIÓN DE SEMILLAS DE GENOTIPOS DE <i>Prunus</i> spp. PARA CONTRIBUIR CON LA SELECCIÓN DE PORTAINJERTOS		13
3.1	Resumen.....	13
3.2	Abstract	14
3.3	Introducción.....	15
3.4	Materiales y métodos	17
3.4.1	Área de estudio.....	17
3.4.2	Propagación de durazneros.....	17
3.4.3	Diseño experimental	18
3.4.4	VARIABLES EVALUADAS.....	18
3.4.5	Manejo y análisis de datos.....	19
3.5	Resultados y discusión.....	20
3.5.1	Características físicas y morfológicas.....	20
3.5.2	Indicadores de vigor.....	22
3.6	Conclusiones.....	27
3.7	Referencias	27
CAPÍTULO IV. CRECIMIENTO E ÍNDICES DE LA CALIDAD DE PLANTAS DE DURAZNO (<i>Prunus</i> spp.) EN CONDICIONES DE VIVERO PARA SELECCIONARSE COMO PORTAINJERTO.....		32
4.1	Resumen.....	32
4.2	Abstract	33
4.3	Introducción.....	34

4.4	Materiales y métodos	36
4.4.1	Área de estudio.....	36
4.4.2	Propagación de durazneros.....	36
4.4.3	Diseño experimental y siembra.....	37
4.4.4	Variables durante 8 meses	38
4.4.5	Variables a los 10 meses.....	38
4.4.6	Manejo y análisis de datos.....	39
4.5	Resultados y discusión.....	40
4.5.1	Características físicas y químicas de los sustratos.....	40
4.5.2	Variables morfológicas y tasas relativas de crecimiento.....	41
4.5.3	Índices de calidad a los 10 meses de crecimiento en vivero	46
4.6	Conclusión.....	52
4.7	Referencias	53
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES GENERALES.....		59
CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES		61
CAPÍTULO VII. BIBLIOGRAFÍA GENERAL		62

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Características de semillas de cuatro genotipos de <i>Prunus</i> e indicadores de vigor bajo condiciones de temperatura constante.....	21
2	Características físicas, morfológicas e indicadores de vigor de diferentes semillas de genotipos de <i>Prunus</i>	23
3	Ajuste de modelos para estimar el porcentaje de germinación.....	24
4	Algunas características físicas y químicas de los sustratos.....	42
5	Análisis de varianza de las variables de crecimiento a los 8 meses de edad de los durazneros, en función de los factores sustrato, genotipo y su interacción.....	42
6	Variables de crecimiento de cuatro genotipos de <i>Prunus</i> a los 8 meses DDS.....	45
7	Efecto de los sustratos en el crecimiento de diferentes genotipos de durazno.....	46
8	Efecto de mezclas de sustratos, el genotipo y su interacción sobre la calidad de las plantas.....	47
9	Efecto del factor genotipo en las variables morfológicas de durazneros a los 10 meses de crecimiento en vivero.	50
10	Efecto de sustratos en variables morfológicas de durazneros a los 10 meses de edad.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página.
1	Porcentaje de germinación de genotipos de durazno a los 62 días después de su establecimiento en refrigeración.....	25
2	Vigor de semillas de genotipos de <i>Prunus</i> con respecto al porcentaje de germinación entre los días transcurridos.....	26
3	Diámetro de tallo (a 10 cm de altura) de diferentes genotipos de durazno durante 8 meses de edad.....	43
4	Efecto de los sustratos en el diámetro de tallo (a 10 cm de altura) de diferentes genotipos durante 8 meses de edad.....	44

RESUMEN

Las características morfológicas y el vigor de las semillas, así como plantas de calidad, son factores esenciales para la selección de portainjertos y para su adopción por los fruticultores. Por lo anterior, se evaluó la germinación, crecimiento e índices de calidad en genotipos de *Prunus* spp. para seleccionarse como portainjerto en Santa Catarina Lachatao, distrito de Ixtlán, Oaxaca, México. Los frutos se recolectaron durante julio y agosto del 2021 en Latuvi, Santa Catarina Lachatao. Experimento 1: Se estableció un Diseño Completamente al Azar (DCA), con semillas de genotipos de durazno: 54 de pulpa amarilla (DPA), 54 de priscos de pulpa blanca (DPPB), 54 de chapeados de pulpa blanca (DCPB) y 54 de pulpa blanca (DPB); colocadas sobre charolas desechables de plástico y en refrigeración a 5 °C. Experimento 2: se estableció un DCA y arreglo factorial 4x4, esto es, factor genotipo de durazno: DPA, DPPB, DPB y DCPB, factor sustrato: suelo 100%, suelo 60% + gallinaza 40%, suelo 60% + estiércol bovino 40%, y suelo 60% + tierra de monte 40%. Las semillas del genotipo de DPPB fueron significativamente sobresalientes en sus dimensiones y su vigor, con 98.14% de germinación a los 62 días; el suelo con gallinaza mostró significativamente el mayor crecimiento de las plantas de DPPB: altura de 76.87 cm, diámetro de tallo de 7.28 mm a los 255 DDS; a su vez, este sustrato mostró las plantas del genotipo de DPPB de alta calidad morfológica. Por lo que, el genotipo de DPPB se propone como portainjerto.

Palabras clave: vigor de semillas, durazneros, calidad de la planta.

SUMMARY

The morphological characteristics and the vigor of the seeds, as well as quality plants, are essential factors for the selection of rootstocks and for their adoption by fruit growers. Therefore, germination, growth and quality indices in *Prunus* spp. genotypes were evaluated. to be selected as rootstock in Santa Catarina Lachatao, district of Ixtlán, Oaxaca, Mexico. The fruits were collected during July and August 2021 in Latuvi, Santa Catarina Lachatao. Experiment 1: A Completely Random Design (DCA) was established, with seeds of peach genotypes: 54 yellow-fleshed (DPA), 54 white-fleshed priscos (DPPB), 54 white-fleshed veneers (DCPB) and 54 white pulp (DPB); placed on disposable plastic trays and refrigerated at 5 °C. Experiment 2: a DCA and 4x4 factorial arrangement were established, that is, peach genotype factor: DPA, DPPB, DPB and DCPB, substrate factor: soil 100%, soil 60% + chicken manure 40%, soil 60% + bovine manure 40 %, and soil 60% + forest land 40%. The seeds of the DPPB genotype were significantly outstanding in their dimensions and vigor, with 98.14% germination at 62 days; the soil with chicken manure significantly showed the highest growth of the DPPB plants: height of 76.87 cm, stem diameter of 7.28 mm at 255 DAS; in turn, this substrate showed the plants of the DPPB genotype of high morphological quality. Therefore, the DPPB genotype is proposed as a rootstock.

Keywords: seed vigor, peach trees, plant quality.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El duraznero es un árbol caducifolio de la familia de las rosáceas (Worrad, Romainum, Burana & Yamane, 2017), es originario de China y fue cultivado en Persia, antes de ser introducido en Europa (Cardenas-Hernandez & Fischer, 2013), llegó a México por los españoles hace más de 450 años. El duraznero es la especie frutícola de mayor importancia debido a su amplia distribución y a la creciente demanda nacional (Pérez, 2007). El consumo anual per cápita de durazno es de 1.9 kg (SIAP, 2022), es ampliamente utilizado en las industrias de alimentos, sabores, bebidas y fragancias (Verma *et al.*, 2017).

En el 2021 se sembraron 33 556.30 ha y se cosecharon 31 439.39 ha, la producción de durazno fue de 217 266 t (SIAP, 2021). Además de la gran superficie sembrada, no se logra cubrir la demanda nacional, ya que se realizaron importaciones de Estados Unidos, Chile y China (SIAP, 2022). Los huertos de *Prunus* generalmente se establecen plantando portainjertos que luego se utilizan para producir árboles injertados (Javanmard, Zamani, Keshavarz-Afshar, Hashemi & Struik, 2014).

En México se carece de información sobre portainjertos, por ende, con frecuencia se realiza la compra de plantas en viveros, desconociendo su origen genético. Se han creado nuevas variedades que no pueden alcanzar su máximo potencial, ya que se crearon principalmente en países con condiciones más favorables, donde se ubican los principales cultivos productores de frutas de hueso (Eremin, Podorozhniy, & Eremina, 2017). Se requieren portainjertos alternativos que induzcan una mejor calidad de la fruta, una mayor productividad y resistencia al frío para sistemas de producción más intensivos (Milošević & Milošević, 2012).

La mala germinación de las semillas de durazno es el principal factor limitante para la producción de portainjertos debido al problema de latencia de las semillas. (Setu, Mosie, Firdie, Eshete & Sileshi, 2020). La germinación rápida de semillas y su establecimiento son factores críticos para la producción de cultivos en condiciones adversas (Farajollahi, Gholinejad & Jonaidi, 2014). La germinación exitosa de semillas representa el paso esencial para el establecimiento eficiente del cultivo (Javanmard *et al.*, 2014).

La calidad de las plantas de vivero es un factor clave para tener éxito con el cultivo (Dini, Raseira, Valentini & Zoppolo, 2021). La baja calidad de las plantas, principalmente en forma de producción de portainjertos, en general, se obtienen de semillas desechadas por la industria conservera, por ende, sin identidad genética (Souza, Smiderle, Spinelli, De Souza & Bianchi, 2016) y sin saber si se adaptarán al lugar de establecimiento, lo que se traduce en futuros inconvenientes de manejo, crecimiento y producción (Alvarado & Hernández, 2020).

Los diversos cultivares que se usan como portainjertos muestran diferentes eficiencias de absorción y uso de elementos minerales del sustrato, reflejándose en diferencias de crecimiento durante las primeras etapas de desarrollo (Menegatti, Souza & Bianchi, 2019b). Cuando se aplica al suelo fertilización orgánica, se mejoran las condiciones físicas, químicas y biológicas, bajo un sistema agroecológico, y en estas condiciones los portainjertos mejoran su condición fisiológica (Pérez-Romero, Arroyo, Santamaría, Herencia & Daza 2013; Petry *et al.*, 2016); además, la fertilización orgánica se considera económicamente viable (Ortiz-Rivera *et al.*, 2020).

La selección de portainjertos debe iniciarse con la evaluación a nivel semilla (Pérez, 2007), ya que la recolección y evaluación de germoplasma son etapas esenciales y factores decisivos para su adopción por parte de los fruticultores (Bodh, Singh, Dogra & Chauhan, 2019). De este modo, seleccionar portainjertos mediante la calidad de las plantas, implica utilizar semillas en buenas condiciones sanitarias y de buen vigor, además de proporcionar buenas fuentes de nutrición, lo que influirá en la vida útil del futuro huerto (Souza *et al.*, 2016; Souza, Spinelli, De Souza, Smiderle & Bianchi, 2017).

1.1 Objetivo general

Evaluar la germinación, crecimiento e índices de calidad en genotipos de *Prunus* spp. para seleccionarse como portainjerto en Santa Catarina Lachatao, Ixtlán, Oaxaca, México.

1.1.1 Objetivos específicos

Evaluar las características físicas, morfológicas e indicadores de vigor de semillas de cuatro genotipos de *Prunus* spp. para contribuir con la selección de portainjertos.

De acuerdo con lo anterior, el objetivo fue evaluar el crecimiento y calidad de las plantas de cuatro genotipos de *Prunus* spp. que se establecieron en sustratos con diferentes abonos orgánicos, en condiciones de vivero con el fin de seleccionarse como portainjerto.

1.2 Hipótesis

Santa Catarina Lachatao cuenta con semillas de genotipos de *Prunus* con adecuadas características físicas, morfológicas y buen vigor para su propagación.

Los genotipos de *Prunus* de Santa Catarina Lachatao son una alternativa para utilizarse como portainjertos.

La mezcla de suelo con gallinaza brinda mejores condiciones para que se desarrollen plantas de calidad morfológica.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades

2.1.1 Origen, importancia y usos del durazno

El duraznero es un árbol caducifolio de la familia de las rosáceas (Worarad *et al.*, 2017), es originario de China y fue cultivado en Persia, antes de ser introducido en Europa (Cardenas-Hernandez & Fischer, 2013), fue introducido a México por los españoles hace casi 500 años (Pérez, 2007).

El duraznero es una especie frutícola de gran importancia debido a su amplia distribución y a la creciente demanda nacional (Pérez, 2007); además, por el número de productores dedicados a este cultivo, realza su importancia socioeconómica con relación a otros frutales (Sánchez-Toledano, Zegbe & Kallas, 2019).

El consumo anual per cápita de durazno es de 1.9 kg (SIAP, 2022). Este fruto se consume en fresco y también es ampliamente utilizado en las industrias de alimentos, sabores, bebidas y fragancias (Verma *et al.*, 2017).

2.1.2 Situación nacional del durazno

De acuerdo con cifras reportadas por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), se sembraron 33, 556.30 ha y se cosecharon 31 439.39 ha. La producción nacional de durazno fue de 217, 266 t (SIAP, 2021). Los principales estados productores son Zacatecas, Chihuahua, Michoacán, Puebla y el Estado de México. Se realizaron importaciones de Estados Unidos, Chile y China; al mismo tiempo, se realizaron exportaciones, siendo el cliente principal Estados Unidos, siguiéndole Belice (SIAP, 2022).

2.2 Germinación

La recolección, evaluación y caracterización de germoplasma de *Prunus* son etapas esenciales de los programas de mejoramiento, ayuda a identificar cultivares con características deseables, como calidad sanitaria y fisiológica, resistencia a plagas y enfermedades; y son también los factores decisivos para su adopción por parte de los fruticultores, ya que tales características influirán en la vida útil del futuro huerto (Rodríguez, Adam & Duran, 2008; Souza *et al.*, 2016; Bodh *et al.*, 2019).

La cubierta de la semilla es una estructura importante para que el embrión muestre latencia en semillas de plantas perennes, cuyo crecimiento se detiene hasta que las condiciones ambientales son óptimas para la supervivencia (Worarad *et al.*, 2017). Se considera que la semilla ha germinado cuando emerge la radícula (Rodríguez *et al.*, 2008). La germinación rápida de semillas y su establecimiento son factores críticos para

la producción de cultivos en condiciones adversas (Farajollahi *et al.*, 2014). La germinación exitosa de semillas representa el paso esencial para el establecimiento eficiente del cultivo (Javanmard *et al.*, 2014).

La mala germinación de las semillas de durazno, debido a que presentan latencia, es el principal factor limitante para la producción de portainjertos (Setu *et al.*, 2020). Por lo que los mejoradores de duraznos han desarrollado técnicas para romper la latencia, incluida la escarificación y la estratificación de la semilla de durazno, para estimular y afectar el porcentaje de germinación (Zheng, Crawford & Chen, 2014; Souza *et al.*, 2017; Setu *et al.*, 2020).

La selección de portainjertos debe iniciarse con la evaluación a nivel semilla (Pérez, 2007), ya que es necesario conocer las características morfológicas y fisiológicas de la semilla, esto con el fin de conocer su potencial germinativo (Rodríguez, 2016), para su posible adopción por los fruticultores (Bodh *et al.*, 2019).

2.3 Portainjertos

2.3.1 Importancia y función

Con frecuencia, el árbol establecido en un huerto comercial de durazno, está integrado por dos plantas distintas: la variedad adaptada a las condiciones edafoclimáticas y la variedad preferida por los consumidores.

Para mejorar la productividad del vivero y la calidad de las plántulas, es fundamental utilizar portainjertos seleccionados para tal fin (Rogers & Ledbetter, 2015; Souza *et al.*, 2017). A su vez, la tendencia en el mejoramiento genético del duraznero en México es incrementar la capacidad competitiva de los productores, reduciendo los costos de producción y mejorando la calidad de fruta, a través de la selección de portainjertos (Pérez, 2007).

Los portainjertos son fundamentales para optimizar el anclaje al suelo, el vigor del árbol, el aprovechamiento de la luz solar, la precocidad, la floración, la fructificación, el desarrollo de la fruta, la ingesta de agua y nutrientes, la resistencia o tolerancia a los patógenos del suelo, el metabolismo de carbohidratos, lípidos y de las hormonas (Pérez-Romero *et al.*, 2013; Seker, Ekinci & Gur, 2017; Bielsa, Sanz & Rubio-Cabetas 2021).

2.3.2 Características de selección del portainjerto

En general, los portainjertos deben reunir las siguientes características (Pérez, 2007; Cabrera & Rodríguez, 2014; Alvarado & Hernández, 2020):

Facilidad de propagación: provenir de árboles con gran capacidad de producción de fruta cuyos endocarpios puedan extraerse y limpiarse fácilmente.

Tener alto porcentaje de germinación (concentrada en un periodo no mayor a 10 días para facilitar su trasplante)

Adaptación a las condiciones edafoclimáticas de los ambientes en los que interesa establecer huertos, de tal manera que se asegure la sobrevivencia y productividad de las plantas.

Crecimiento inicial vigoroso y uniforme que permita alcanzar el grosor para injertación (más de 5 mm de diámetro) en el menor tiempo posible.

Crecimiento activo durante un amplio período para facilitar la injertación y el prendimiento.

Resistencia a plagas y enfermedades.

2.4 Sustratos

La búsqueda de sustratos alternativos con bajo impacto al medio ambiente se hace indispensable para mantener la producción de cultivos (Acosta-Durán, Vázquez-Benítez, Villegas-Torres, Vence & Acosta-Peñaloza, 2014).

Los diversos cultivares de portainjertos tienen diferentes eficiencias de absorción y uso de elementos minerales del sustrato, reflejándose en diferencias de crecimiento durante las primeras etapas de desarrollo (Menegatti *et al.*, 2019b). Los portainjertos responden positivamente a la fertilización orgánica debido a que se mejoran las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, bajo un sistema agroecológico (Pérez-Romero *et al.*, 2013; Petry *et al.*, 2016); además, de que se considera económicamente viable (Ortiz-Rivera *et al.*, 2020) y asegura un buen crecimiento en las plantas (López, Gálvez, Calleja, Méndez & Ríos, 2018).

2.4.1 Gallinaza

La gallinaza incrementa la materia orgánica, fertilidad y calidad del suelo, ya que proporciona macronutrientes como N, P, K, Ca, Mg y algunos micronutrientes, que su

abastecimiento en cantidades adecuadas asegura que los cultivos alcancen rendimiento altos y calidad de la cosecha (Casas & Guerra, 2020). La gran variación en la composición química de la excreta de gallina es debida a diferencias en la clase de alimento, edad de las aves, y otros factores, la cantidad de nitrógeno puede ser mayor a 2% y la materia orgánica en la excreta puede alcanzar valores superiores al 26.34% (Cortés, Etchevers, Hidalgo & Navarro, 2017; Toledo & Puglla, 2018).

2.4.2 Estiércol bovino

El estiércol bovino es una excelente alternativa para satisfacer la demanda nutrimental de los cultivos, y para que éstos muestren rendimientos altos (Trejo-Escareño, Salazar-Sosa, López-Martínez & Vázquez, 2013). Este estiércol puede contener hasta 54.07% de materia orgánica y de 1.4 a 1.89% o más de nitratos, que al incorporarlo al suelo aumenta la fertilidad, por lo que mejora sus propiedades físicas y químicas (Osuna-Ceja, Arias-Chávez, Núñez-Hernández & González, 2015; Cortés, Etchevers, Hidalgo & Navarro, 2017; Gayosso-Rodríguez, Sánchez-Hernández, Estrada-Botello, Lázaro-Díaz, 2023).

2.4.3 Tierra de monte

La tierra de monte es materia orgánica en diversos estados de descomposición, que contiene restos vegetales, animales, así como algunas porciones de suelo; en México, se usa principalmente para la elaboración de sustratos (García, Alcántar, Cabrera, Gavi & Volke, 2001), en un estudio, se mostró su contribución a la calidad de *Gmelina arborea* Roxb. en comparación con otras mezclas de sustratos orgánicos (Reyes, Pimienta, Rodríguez, Fuentes & Palomeque, 2018); la tierra de monte es rica en materia orgánica y nutrimentos, pero con grandes variaciones dependiendo de su composición (Ortega-

Ortega & Vázquez-García, 2014). En Benito Juárez, Santa Catarina Lachatao se puede utilizar la tierra de monte como sustrato, siempre y cuando no salga de la comunidad; ya que es un recurso de lenta renovación y está protegida por la población.

2.5 Calidad de la planta

La calidad de las plantas de vivero es un factor clave para tener éxito con el cultivo (Rodríguez, 2008; Dini *et al.*, 2021). La baja calidad de las plantas, principalmente para la producción de portainjertos, se debe en la mayoría de los casos, a que se obtienen a partir de semillas desechadas por la agroindustria de elaboración de conservas, por ende, sin identidad genética (Souza *et al.*, 2016) y sin saber si se adaptarán al lugar de establecimiento, lo que se traduce en futuros inconvenientes de manejo, crecimiento y producción (Alvarado & Hernández, 2020).

Las plantas que presentan partes aéreas y radicales de mayor tamaño, pero con una conformación equilibrada y una gran capacidad de formación de nuevas raíces tienden a presentar mejores niveles de supervivencia y crecimiento (Rodríguez, 2008; Muñoz *et al.*, 2014; Rodríguez-Ortiz, José-Hernández, Enríquez-Del-Valle, 2021).

La altura influye en la capacidad de la planta para competir con la vegetación herbácea y arbustiva que la rodea y es un buen predictor de sus dimensiones futuras en campo, pero no lo es para la supervivencia (Prieto, García, Mejía, Huchín & Aguilar, 2009; Muñoz *et al.*, 2014). Sáenz, Muñoz, Pérez, Rueda & Hernández, (2014) mencionan que las plantas con hábito de crecimiento cespitoso que presenta alturas ≥ 6.0 cm y diámetros

basales ≥ 5.0 mm son consideradas de calidad alta en viveros forestales, aunque son más resistentes al doblamiento y toleran mejor los daños por plagas, esto varía por especie.

Sáenz *et al.* (2014) nos dicen que las plantas de alta calidad con hábito de crecimiento cespitoso en especies forestales presentan una relación Altura/Diámetro basal ≥ 8.0 ; una relación Altura: Longitud de raíz ≤ 2.5 ; una relación Biomasa seca aérea/ Biomasa seca raíz ≥ 0.15 ; Índice de Calidad de Dickson ≥ 0.50 , a mayor valor del índice, resultará una mejor calidad de planta (Muñoz *et al.*, 2014). La relación adecuada de altura: longitud de raíz (A:LR) predice el éxito de la plantación, en lugares sin problemas de humedad las relaciones pueden ser de 1.5:1 a 2.5:1 (Sáenz *et al.*, 2014). Las plantas de calidad baja con hábito de crecimiento cespitoso presentan valores contrarios a los mencionados, a excepción del diámetro basal que mencionan el mismo valor.

El índice de esbeltez (IE) es un indicador de la resistencia de la planta a la desecación por viento, de su sobrevivencia y crecimiento en sitios secos (Prieto *et al.*, 2009). Sáenz *et al.* (2014) comentan que las plantas de alta calidad con hábito de crecimiento cespitoso en especies forestales, presentan una relación A/DC ≥ 8.0

Con la adecuación de Sáenz *et al.* (2014), se consideran que las plantas de calidad alta son aquellas que presentan ausencia absoluta de características indeseables; las plantas de calidad media aceptan una variable con calificación de baja calidad; y las plantas de calidad baja son las que presentan dos o más valores de calidad baja.

CAPÍTULO III

EVALUACIÓN DE SEMILLAS DE GENOTIPOS DE *Prunus* spp. PARA CONTRIBUIR CON LA SELECCIÓN DE PORTAINJERTOS

[SEED EVALUATION OF *Prunus* spp. GENOTYPES. TO CONTRIBUTE TO THE SELECTION OF ROOTSTOCKS]

3.1 Resumen

Las características y el vigor de las semillas, son factores esenciales para la selección de portainjertos y para su adopción por los fruticultores. Por lo anterior, en el presente estudio se evaluaron las características físicas, morfológicas e indicadores de vigor de semillas de cuatro genotipos de *Prunus* spp. para contribuir con la selección de portainjertos. Los frutos se recolectaron durante julio y agosto del 2021 en Latuvi, Santa Catarina Lachatao, distrito de Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México. Se realizó la escarificación del endocarpio, se contabilizaron las semillas en 10 g y se extrapoló en un kg, se midió el diámetro polar y ecuatorial, después se desinfectaron las semillas. Se utilizó el diseño completamente al azar (DCA), se establecieron semillas de genotipos de durazno: 54 de pulpa amarilla (DPA), 54 de priscos de pulpa blanca (DPPB), 54 de chapeados de pulpa blanca (DCPB) y 54 de pulpa blanca (DPB); sobre charolas de plástico que contenían servilletas de papel, humedecidas con un fungicida comercial; posteriormente, se metieron en una bolsa transparente y se estratificaron en refrigeración a 5 °C, donde se supervisó durante 62 días para obtención de datos. Las semillas de los genotipos de DPA y DPPB fueron significativamente mayores en sus dimensiones y número de semillas kg⁻¹, obtuvieron significativamente mayor vigor en el periodo de

energía con 94.44% a los 58 días después de su establecimiento (DDE) y 98.14% a los 62 DDE. Las semillas de estos genotipos de durazno son una alternativa para su propagación como portainjertos.

Palabras clave: propagación por semilla, escarificación, estratificación

3.2 Abstract

The characteristics and vigor of the seeds are essential factors for the selection of rootstocks and for their adoption by fruit growers. Therefore, in the present study the physical, morphological characteristics and vigor indicators of seeds of four *Prunus* spp. genotypes were evaluated. to contribute to the selection of rootstocks. The fruits were collected during July and August 2021 in Latuvi, Santa Catarina Lachatao, district of Ixtlán de Juárez, Oaxaca, Mexico. The endocarp was scarified, the seeds were counted in 10 g and extrapolated in one kg, the polar and equatorial diameter was measured, then the seeds were disinfected. The completely randomized design (DCA) was used, seeds of peach genotypes were established: 54 yellow pulp (DPA), 54 white pulp priscos (DPPB), 54 white pulp veneered (DCPB) and 54 pulp white (DPB); on plastic trays containing paper napkins, moistened with a commercial fungicide; Subsequently, they were placed in a transparent bag and refrigerated at 5 °C, where they were monitored for 62 days to obtain data. The seeds of the DPA and DPPB genotypes were significantly higher in their dimensions and number of seeds kg⁻¹, they obtained significantly higher vigor in the energy period with 94.44% at 58 days after their establishment (DDE) and 98.14% at the 62 DDE. The seeds of these peach genotypes are an alternative for their propagation as rootstocks.

Keywords: propagation by seed, scarification, layering.

3.3 Introducción

Los huertos de *Prunus* generalmente se establecen plantando portainjertos que luego se utilizan para producir árboles injertados por alguna variedad deseada. Principalmente, la producción de portainjertos se obtiene de semillas desechadas por la industria conservera o de mercados cercanos, por ende, sin identidad genética (Souza *et al.*, 2016), lo que conlleva a futuros inconvenientes con el huerto (Alvarado & Hernández, 2020). En el sur de México (Oaxaca) se realizan actividades de mejoramiento genético que incluyen la selección de fenotipos sobresalientes, colecta y manejo de su germoplasma (Rodríguez-Ortiz, *et al.*, 2020). Los árboles deben ser sanos, libres de plagas y enfermedades, ser dominantes y codominantes (Pérez, 2007; Rodríguez-Ortiz *et al.*, 2021).

Para propagar portainjertos de durazno, es necesario estimular las semillas para mejorar su germinación (Javanmard *et al.*, 2014), ya que la cubierta de la semilla es dura y el embrión presenta latencia en semillas de plantas perennes, cuyo crecimiento se detiene hasta que las condiciones ambientales sean óptimas para la supervivencia (Worarad *et al.*, 2017). La mala germinación de las semillas de durazno es el principal factor limitante para la producción de portainjertos debido al problema de latencia de las semillas (Setu *et al.*, 2020), por lo que, los mejoradores de duraznos han desarrollado técnicas para romper la latencia, incluida la escarificación y estratificación de la semilla para estimular la germinación (Zheng *et al.*, 2014). Se sabe que se requiere exposición al frío para romper la latencia y activar la germinación de semillas de durazno (Zegbe, Mena, Rumayor, Reveles & Medina, 2005), pero las semillas de cada especie difieren en sus requerimientos de horas frío (Júnior, Dos Santos, Silva, Pimentel & Bruckner, 2008).

La germinación rápida de semillas y su establecimiento son factores críticos para la producción de cultivos en condiciones adversas (Farajollahi *et al.*, 2014). La germinación exitosa de semillas representa el paso esencial para el establecimiento eficiente del cultivo (Javanmard *et al.*, 2014).

Para la obtención de plantas de durazno en vivero, es muy útil conocer la duración óptima de la estratificación de semillas porque ayuda a determinar la fecha de siembra (Szymajda & Żurawicz, 2014). Para tener una óptima producción y calidad de plantas en vivero, es fundamental utilizar portainjertos seleccionados para tal fin y semillas en buenas condiciones sanitarias, además de proporcionar un tiempo adecuado de estratificación, estos factores permiten altas tasas de producción y homogeneidad en la germinación (Alvarado & Hernández, 2020; Souza *et al.*, 2016).

En especies forestales se considera necesario conocer las características morfológicas y fisiológicas de la semilla, esto con el fin de conocer su potencial germinativo (Rodríguez-Vásquez, Rodríguez-Ortiz, Enríquez-del Valle, Velasco-Velasco & Ramírez-Sánchez, 2018). Y en el caso de especies de árboles frutales, la selección de portainjertos debe iniciarse con la evaluación a nivel semilla (Pérez, 2007), para su posible adopción por los fruticultores (Bodh *et al.*, 2019), dado que el origen genético y tamaño de la semilla influyen en la germinación (Vásquez, Coello, Pliego, Zárate & Córdova, 2015).

Por lo anterior, el objetivo en el presente estudio fue evaluar las características físicas, morfológicas e indicadores de vigor de semillas de cuatro genotipos de *Prunus* spp. para contribuir con la selección de portainjertos.

3.4 Materiales y métodos

3.4.1 Área de estudio

El proyecto se realizó en la localidad Benito Juárez, Santa Catarina Lachatao, Oaxaca, México, ubicada en la región de la sierra norte, pertenece al Distrito de Ixtlán de Juárez. Se ubica en las coordenadas 17°16' de latitud norte y 96°28' de longitud oeste, a una altitud de 2908 m. Cuenta con una superficie de 100.21 km², representa el 0.11% de la superficie total del estado (INEGI, 2010).

3.4.2 Propagación de durazneros

Las plantas se propagaron de acuerdo con la metodología que indica Pérez (2007):

Adquisición de semillas: Se recolectaron semillas durante julio y agosto del 2021 en Santa Martha Latuvi, perteneciente al municipio de Santa Catarina Lachatao. El huerto se ubica en las coordenadas 17°09'15.9" de latitud norte, y 96°29'44.3" de longitud oeste, a una altura de 2450 m. Se obtuvieron 60 frutos de durazno de pulpa amarilla (DPA), 60 priscos de pulpa blanca (DPPB), 60 chapeados de pulpa blanca (DCPB) y 60 de pulpa blanca (DPB). Se retiró la pulpa de cada fruto, se extrajo el endocarpio (carozo o hueso) para lavar y secar a media sombra.

Escarificación: se extrajo la semilla (almendra) rompiendo cuidadosamente el endocarpio para evitar lastimarla, posterior a esto, se sumergieron las almendras en agua durante 1 hora, desechando las almendras que flotaron.

Desinfección de semilla: se desinfectaron mediante inmersión durante 5 minutos en una solución de hipoclorito de sodio a razón de 1.0 mL de producto comercial que contiene 6% de NaClO L^{-1} de agua, posteriormente se lavaron con agua destilada.

3.4.3 Diseño experimental

Una vez desinfectadas las semillas, siguió el paso de estratificación, se utilizó el diseño completamente al azar (DCA), donde se colocaron semillas de genotipos de durazno: 54 de pulpa amarilla (DPA), 54 de priscos de pulpa blanca (DPPB), 54 de chapeados de pulpa blanca (DCHPB) y 54 de pulpa blanca (DPB); sobre charolas de plástico (30 x 25 cm) que contenían servilletas de papel, humedecidas con una suspensión de 3.0 g L^{-1} de fungicida comercial (ingrediente activo: carboxamida). Cada semilla fue una unidad experimental y se tuvieron 54 repeticiones por genotipo, siendo en total 216 unidades experimentales. Las charolas se metieron en una bolsa transparente para observar el proceso de germinación y se colocaron en la parte media del refrigerador doméstico (Whirlpool®, WSS505Q) a 5°C , para promover una germinación vigorosa y uniforme.

3.4.4 Variables evaluadas

Se contabilizó en las semillas: el total de semillas en 10 g en una báscula digital (kokorox-17028); se extrapolo el total de semillas por kg; se midió el diámetro polar (mm) y ecuatorial (mm) con un vernier digital (Avedistante®, de precisión $\pm 0,2 \text{ mm}$) y se calculó el coeficiente de forma de cada semilla, $CF = \text{diámetro ecuatorial} / \text{diámetro polar}$.

Las semillas en refrigeración se supervisaron diariamente a partir de los 30 días, se consideró que la semilla había germinado cuando la radícula mostró una longitud mayor

o igual a 2 mm (Rodríguez *et al.*, 2008; Caroca, Zapata & Vargas, 2016;). La germinación se empezó a observar hasta los 53 días después de su establecimiento (DDE), de ahí se comenzó el registro de las semillas germinadas por día (SGD), esto durante 10 días.

Se evaluaron los siguientes indicadores de vigor (Pece, Gaillard, Acosta, Bruno & Saavedra, 2010; Rodríguez-Vásquez *et al.*, 2018): germinación acumulada (GA), germinación acumulada en porcentaje (GAP), periodo de energía (PE) que muestra la cantidad de días requeridos para alcanzar su máximo valor germinativo (González, Quiroz, García & Gutierrez, 2008), porcentaje de germinación (PG) con la adecuación de Caroca *et al.* (2016), velocidad germinativa (VG) e índice de velocidad de germinación (IVG).

Fórmulas utilizadas:

GAP= Semillas germinadas x 100

$$PG = \frac{\text{Semillas germinadas}}{\text{Total de semillas establecidas}} \times 100$$

$$IVG = \sum_{i=1}^N \frac{G_i}{N_i}$$

$$VG = \frac{\sum_{i=1}^N N_i G_i}{\sum_{i=1}^N G_i}$$

Dónde: N= número de días desde la iniciación del ensayo de germinación, G= número de semillas germinadas hasta ese día.

3.4.5 Manejo y análisis de datos

Se realizó una prueba de homogeneidad y normalidad de los datos con las pruebas de Bartlett y Shapiro-Wilk. Las variables que no cumplieron con estos supuestos fueron GA, GAP, VG y IVG, los datos se transformaron con $\ln(x+1)$; y los datos del PG se transformaron con $\ln\sqrt{x}$, y entonces se realizó el análisis de varianza. Posteriormente, se efectuó la comparación de medias Duncan ($P \leq 0.05$) para todas las variables de las características físicas, morfológicas e indicadores de vigor, se usaron los datos originales. Se realizó el análisis de regresión para calcular el PG. Todos los análisis se desarrollaron en el programa SAS (Statistical Analysis System) (SAS Institute, 2016).

3.5 Resultados y discusión

3.5.1 Características físicas y morfológicas

Los análisis de varianza (cuadro 1) mostraron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) en las variables físicas y morfológicas; en los indicadores de vigor, el porcentaje germinativo (PG) fue altamente significativo ($p \leq 0.01$), se presentaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) para la germinación acumulada (GA), la germinación acumulada (%) (GAP), velocidad germinativa (VG) e índice de velocidad germinativa (IVG). Puede o no haber diferencias significativas en otros trabajos como el de Sánchez *et al.* (2018) que, no obtuvieron diferencias significativas ($p > 0.05$) en la germinación de semillas de *Prunus subcorymbosa* Ruiz ex Koehne a las que se aplicó ácido giberélico; sin embargo, otros estudios muestran diferencias significativas ($p \leq 0.05$) en la capacidad de germinación de diferentes portainjertos (Szymajda & Żurawicz, 2014; Alvarado & Hernández, 2020).

Cuadro 1. Significancia en los análisis de varianza de las características físicas, morfológicas e indicadores de vigor de semillas de cuatro genotipos de *Prunus*.

Variable	GL error	Cuadrados medios y significancia		CV (%)	\sqrt{CME}
		Tratamiento	Error		
Total de semillas en 10 g	12	200.062**	0.562	2.27	0.75
Semillas por kg	12	2000625**	5625	2.27	75
Diámetro polar (mm)	36	43.704**	0.046	1.49	0.21
Diámetro ecuatorial (mm)	36	2.145**	0.019	1.78	0.14
Coefficiente de forma	36	0.068**	0.001	1.81	0.01
Germinación acumulada **	36	0.085*	0.008	10.19	0.09
Índice de velocidad germinativa**	36	0.052*	0.034	45.11	0.18
Porcentaje germinativo (%) ⁺	36	0.085**	0.008	7.22	0.09
Germinación acumulada (%) ⁺⁺	36	1.197*	0.849	24.13	0.92
Velocidad germinativa ⁺⁺	36	1.443*	1.143	28.56	1.06

GL=grados de libertad, CV=coeficiente de variación, CME=cuadrado medio del error, **altamente significativo ($p \leq 0.01$), *significativo ($p \leq 0.05$). Datos transformados ⁺ $\ln \sqrt{x}$, ⁺⁺ $\ln (x+1)$.

El coeficiente de variación (CV) (cuadro 1) en las variables físicas, morfológicas y PG se considera bajo, ya que fue menor al 8% (Gomez y Gomez, 1984), por ende, el tamaño y PG fue homogéneo en cada genotipo de durazno. El CV de los indicadores de vigor fue alto, ya que fue superior a 8% en cada variable, a excepción del PG; esto se debe a la heterogeneidad del comportamiento de cada semilla de los diferentes genotipos de durazno durante su germinación en refrigeración.

Las semillas de tamaño mayor tienen superior potencial de germinación y vigor (Vásquez *et al.*, 2015; Souza *et al.*, 2016). Además, la gran variabilidad en tamaño, peso y número de semillas kg⁻¹ depende de las características del árbol en que se colectan (Rodríguez-Vásquez *et al.*, 2018).

El genotipo de durazno chapeado de pulpa blanca (PCPB) presentó la mayor cantidad de semillas en 10 g, por ende, la mayor cantidad de semillas por kg (cuadro 2); a su vez, la forma de sus semillas fue más esférica en relación con los demás genotipos. Las semillas del genotipo de durazno de pulpa amarilla (DPA) mostraron significativamente el mayor diámetro polar y la forma más alargada. Las semillas del genotipo de durazno prisco de pulpa blanca (DPPB) mostraron significativamente mayor diámetro ecuatorial y su forma fue mayormente alargada. Souza *et al.* (2016) hallaron valores similares en el tamaño de las semillas del cultivar Aldrighi (16.99 mm de longitud y 7.86 mm de ancho) con las semillas del genotipo DPA; para el cultivar capdeboscq observaron longitudes hasta de 17.37 mm. Menegatti *et al.* (2019a) encontraron valores similares en las semillas del cultivar Flordaguard (15.03 mm de longitud y 8.82 mm de ancho) comparadas con las del genotipo de DPPB.

3.5.2 Indicadores de vigor

Las semillas del genotipo de DPPB presentaron los valores más altos en SGD, GA y GAP (cuadro 2); las semillas de los genotipos de DPPB y DPA mostraron el IVG más alto, Pece *et al.* (2010) mencionan que cuanto mayor es el IVG, mayor es el vigor del lote, por esta razón, las semillas de los genotipos de DPPB y DPA se consideran de mayor vigor respecto a los otros.

Souza *et al.* (2017) observaron índices de velocidad de germinación similares al de las semillas evaluadas en el presente estudio, siendo de 1.34 y 1.52 en semillas con endocarpio de portainjertos Aldrighi y Capdeboscq, establecidos en vermiculita a 7 °C durante 60 días. Algunos autores han hallado índices de velocidad de germinación

superiores para portainjertos seleccionados con bajos requerimientos de frío (Souza *et al.*, 2016; Menegatti *et al.*, 2019). Por otro lado, Setu *et al.* (2020) encontraron el índice de velocidad de germinación de 0.29 en *Prunus persica* L. Batsch a 8 °C.

Las semillas de los genotipos de DPPB y de durazno de pulpa blanca (DPB) tuvieron la mayor VG; Pece *et al.* (2010) indican que cuánto menor es el valor de VG, menor es el número de días utilizados en la germinación, por lo tanto, mayor es la energía de germinación. En este sentido, lo que indican estos autores se cumple en el presente estudio, ya que las semillas de menor VG fueron las semillas de los genotipos DPA y de durazno chapeado de pulpa blanca (DCPB), y estas, requirieron menor número de días para su germinación, en consecuencia, tuvieron mayor energía de germinación.

Cuadro 2. Características físicas, morfológicas e indicadores de vigor de diferentes semillas de genotipos de *Prunus*.

Variable	Genotipo de durazno							
	Pulpa amarilla		Prisco de pulpa blanca		Pulpa blanca		Chapeado de pulpa blanca	
Semillas en 10 g	24.75±	0.25c	26.00±	0.41c	30.00±	0.40b	41.00±	0.40a
Semillas por kg	2475±	25.01c	2600±	40.80c	3000±	40.82b	4100±	40.82a
Diámetro P (mm)	16.99±	0.09a	15.92±	0.06b	12.29±	0.05c	11.15±	0.06d
Diámetro E (mm)	7.95±	0.03b	8.53±	0.05a	7.01±	0.04c	7.11±	0.03c
Coeficiente de forma	0.43±	0.01d	0.56±	0.01c	0.57±	0.01b	0.63±	0.01a
Indicadores de vigor								
SGD	5.10±	1.39b	5.50±	0.40a	4.80±	0.55c	5.00±	0.91b
GA	35.70±	4.98b	41.10±	5.49a	23.70±	5.19c	32.30±	5.48b
GAP (%)	71.66±	9.23b	77.59±	10.18a	43.88±	9.62c	69.81±	10.15b
Índice de VG	1.59±	0.07a	1.56±	0.08a	1.39±	0.08c	1.38±	0.08c
VG	55.87±	0.59b	60.77±	5.66a	59.62±	7.61a	56.05±	0.63b

P= polar, E= ecuatorial, SGD= semillas germinadas por día, VG= velocidad germinativa, GA=germinación acumulada, GAP= germinación acumulada en porcentaje. Los datos con letras distintas en filas presentan diferencias estadísticas significativas (Duncan, $p \leq 0.05$). Media \pm error estándar.

El modelo exponencial (cuadro 3) fue el que mejor se ajustó significativamente ($p \leq 0.0001$) para calcular el porcentaje germinativo de cada genotipo de durazno, en donde la variable dependiente fueron los DDE.

Cuadro 3. Estadísticos de modelo exponencial para el porcentaje de germinación de diferentes genotipos de durazno.

Genotipo de <i>Prunus</i>	Modelo	B ₀	B ₁	R ²	Pr>F
D-PA	$P=B_0 \times e^{(B_1 \times DDE)}$	0.00156**	0.1059**	0.93	<.0001
D-PPB	$P=B_0 \times e^{(B_1 \times DDE)}$	3.60E-05**	0.1667**	0.96	<.0001
D-PB	$P=B_0 \times e^{(B_1 \times DDE)}$	1.86E-06**	0.2126**	0.95	<.0001
D-CHPB	$P=B_0 \times e^{(B_1 \times DDE)}$	9.40E-05**	0.1509**	0.93	<.0001

D= durazno, PA= pulpa amarilla, PPB= prisco de pulpa blanca, PB= de pulpa blanca, CHPB= chapeado de pulpa blanca, P=germinación acumulada (%), DDE= días después de su establecimiento, **=alta significancia ($p \leq 0.0001$), B₀ B₁= parámetros de estimación, e = base de los logaritmos naturales (2.7182).

3.5.2.1 Porcentaje de germinación

Todas las semillas de los diferentes genotipos de durazno alcanzaron valores altos de germinación a los 62 días (figura 1). Las semillas del genotipo de DPPB alcanzaron el mayor porcentaje de germinación siendo este de 98.14 %; las semillas del genotipo de DPB presentaron 88.88 % de germinación, siendo el valor más bajo. Una alta capacidad de germinación indica que se obtendrá un mayor número de plántulas (patrones) en relación con el número de semillas sembradas (Szymajda & Żurawicz, 2014), en consecuencia, el genotipo de DPPB podría producir un mayor número de plántulas debido a su gran capacidad de germinación. A su vez, el alto porcentaje de germinación junto con un hábito de crecimiento deseable es un requisito básico de un buen portainjerto (Thakur, 2015).

En un estudio de semillas de portainjertos seleccionados encontraron germinaciones de 92 a 100% (Menegatti *et al.*, 2019a). Mientras que, Alvarado & Hernández (2020) observaron 92% de germinación en un portainjerto seleccionado (III5RL2-1), 88% de germinación en el portainjerto Nemaguard y 76% de germinación en un posible portainjerto criollo. A diferencia de Setu *et al.* (2020) que, encontraron 47.1% germinación en *Prunus persica* L. Batsch a 8 °C. Souza *et al.* (2017) encontraron valores menores al 48.3% de germinación, en semillas con endocarpio a los 60 días de su establecimiento en vermiculita y arena a 7 °C.

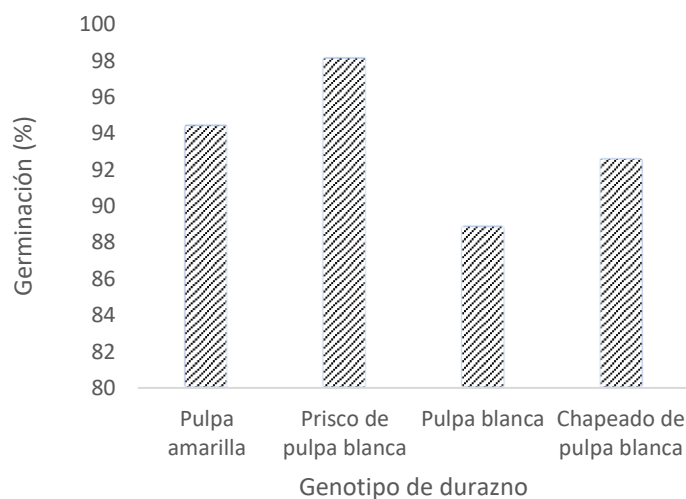


Figura 1. Porcentaje de germinación de genotipos de durazno a los 62 días después de su establecimiento en refrigeración.

3.5.2.2 Periodo de energía

Las semillas del genotipo de DPA tuvieron una tasa máxima de germinación de 94.4% en 58 días después de su establecimiento (DDE), las semillas del genotipo de DPPB mostraron una máxima tasa de germinación de 98.14% en 62 DDE (figura 2). Por otro

lado, el genotipo de durazno de pulpa blanca tuvo su tasa máxima de germinación de 88.88% en 62 DDE.

Existen investigaciones donde diferentes genotipos de durazno obtuvieron los puntos máximos de germinación a más días, como lo indican Szymajda & Żurawicz (2014) a más de 90 DDE y como lo señalan Szymajda, Sitarek, Pruski & Zurawicz (2019) entre 110 y 130 DDE. Caso contrario en un estudio de ocho portainjertos, donde requirieron menor número de días para la tasa máxima de germinación, como lo mencionan Souza *et al.* (2017) a 25 días a 7 °C; algo similar ocurrió en lo observado por Souza *et al.* (2019), esto es, una germinación mayor al 90% en 24 DDE; esto debido al requerimiento de frío en cada especie (De La Cruz, López, Zavaleta & Gonza, 2013); por otro lado, Pérez (2007) argumenta que para la selección de portainjertos en México, las semillas deben germinar en un periodo menor a 70 días. Conocer el tiempo exacto de estratificación de las semillas es muy útil para los viveros (Szymajda & Żurawicz, 2014), además de ayudar a planear con anticipación las actividades del establecimiento del cultivo.

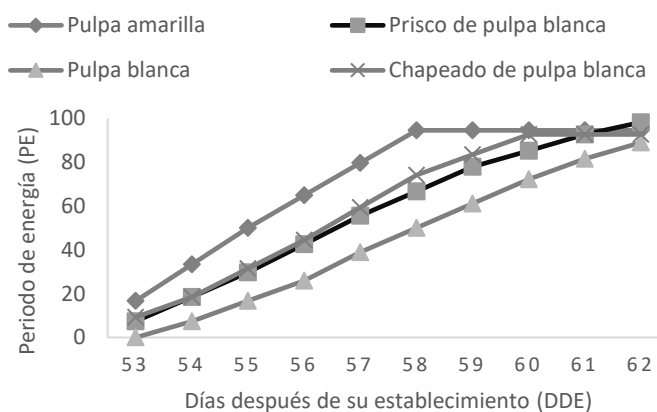


Figura 2. Vigor de semillas de genotipos de *Prunus* con relación al porcentaje de germinación entre los días después de su establecimiento.

3.6 Conclusiones

El genotipo de DCPB mostró significativamente mayor número de semillas en 10 g y por kg, esto es, 41.00 ± 0.40 y 4100 ± 40.82 ; ya que sus semillas fueron significativamente más pequeñas. Las semillas de los genotipos de DPPB y DPA presentaron significativamente las mayores dimensiones en diámetro polar y ecuatorial; también fueron las semillas de mayor peso. Todas las semillas de los genotipos de durazno presentaron coeficientes de forma ligeramente alargada.

El genotipo de DPPB presentó significativamente mayor número de semillas germinadas por día y porcentaje de germinación (98.14%) a los 62 DDE (mayor vigor), el IVG fue significativamente mayor e igual al de las semillas del genotipo de DPA; en las semillas del genotipo DPA se observó el 94.44% a los 58 DDE.

Las semillas de *Prunus* de mayores dimensiones, tienden a ser de mayor peso y a presentar mayor potencial de germinación y vigor en sus semillas. En este estudio, las semillas de los genotipos de DPPB y DPA tuvieron mayor eficiencia germinativa, por lo que se podrían utilizar como germoplasma, sin dejar fuera, que es deseable estudiar su comportamiento en plántula y su compatibilidad con el injerto para seleccionar al portainjerto.

3.7 Referencias

Alvarado, Q. H., & Hernández, A. A. A. (2020). Comportamiento de nueve portainjertos de melocotoneros (*Prunus persica*), de la germinación a la injertación. <https://online.fliphtml5.com/riws/nesu/#p=1>

- Bodh, S., Singh, D., Dogra, R. K., & Chauhan, N. (2019). Comparative Response of Some Peach [*Prunus persica* (L.) Batsch.] Accessions for Tree, Foliage and Floral Traits. *International Journal of Economic Plants*, 6(3), 116–121. <https://doi.org/10.23910/IJEP/2019.6.3.0319>
- Caroca, R., Zapata, N., & Vargas, M. (2016). Efecto de la temperatura sobre la germinación de cuatro genotipos de maní (*Arachis hypogaea* L.). *Chilean J. Agric. Anim. Sci., Ex Agro-Ciencia*, 32(2), 94–101.
- De La Cruz, C. J., López, M. E., Zavaleta, S. C., & Gonza, C. A. (2013). Efecto de la estratificación en la germinación de semillas del ciruelo europeo, *Prunus domestica*. *REBIOLEST*, 1(1), 49–53.
- Farajollahi, A., Gholinejad, B., & Jonaidi, J. H. (2014). Effects of Different Treatments on Seed Germination Improvement of *Calotropis persica*. *Advances in Agriculture*, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/245686>
- Gomez, K. A., & Gomez, A. A. (1984). *Statistical Procedures For Agricultural Research* (JOHN WILEY & SONS, Ed.; 2nd ed.). https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNAAR208.pdf
- González, M., Quiroz, I., García, E., & Gutiérrez, B. (2008). Escarificación química con ácido sulfúrico como tratamiento pregerminativo para semillas de toromiro (*Sophora toromiro* Skotts.). *Ciencia e Investigación Forestal*, 14(1). <file:///C:/Users/Arcelia/Downloads/osandoval,+26523.pdf>
- INEGI. (2010). Instituto Nacional de Estadística y geografía. Compendio de información geográfica municipal 2010. https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/20/20365.pdf
- Javanmard, T., Zamani, Z., Keshavarz Afshar, R., Hashemi, M., & Struik, P. C. (2014). Seed washing, exogenous application of gibberellic acid, and cold stratification enhance the germination of sweet cherry (*Prunus avium* L.) seed. *Journal of*

Horticultural Science and Biotechnology, 89(1), 74–78.
<https://doi.org/10.1080/14620316.2014.11513051>

Júnior, W. A., Dos Santos, C. E. M., Silva, da C. J. O., Pimentel, D. L., & Bruckner, H. C. (2008). Período De Estratificação E Desenvolvimento Inicial De Seedlings De Pessegueiro Em Função Do Número De Sementes Por Endocarpo. *Cienc. Agrotec*, 32(3), 828–833.

Menegatti, R. D., Souza, D. G. A., & Bianchi, V. J. (2019a). Estimating genetic divergence between peach rootstock cultivars using multivariate techniques based on characteristics associated with seeds. *Genetics and Molecular Research*, 18(3).
<https://doi.org/10.4238/gmr18345>

Pece, M., Gaillard, C., Acosta, M., Bruno, C., & Saavedra, S. (2010). Tratamientos pregerminativos para tipa colorada (*Pterogyne nitens* Tul.). *Foresta Veracruzana*, 12(1), 17–25. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49720264003>

Pérez, S. (2007). Duraznero. *Ecofisiología, Mejoramiento genético y Manual para su cultivo*. (1a ed.). 2007.

Rodríguez, I., Adam, G., & Durán, J. M. (2008). Ensayos de germinación y análisis de viabilidad y vigor en semillas. *Agricultura: Revista Agropecuaria y Ganadera*, 912, 836–842. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2767398>

Rodríguez-Ortiz, G., Aragón-Peralta, R. D., Enríquez-Del-Valle, J. R., Hernández-Hernández, A., Santiago-García, W., & Campos-Ángeles, G. V. (2020). Calidad de plántula de progenies selectas de *Pinus pseudostrobus* Lindl. var. oaxacana del sur de México. *Interciencia*, 45(2), 96–101.
<https://www.researchgate.net/publication/339750861>

Rodríguez-Ortiz, G., José-Hernández, Y., Enríquez-Del-Valle, J. R., & Campos-Angeles, G. V. (2021). Calidad de plántula de árboles seleccionados de *Leucaena esculenta* en sistema agroforestal. *CIENCIA Ergo-Sum*, 28(1).
<https://doi.org/https://doi.org/10.30878/ces.v28n1a7>

- Rodríguez-Vásquez, M. E., Rodríguez-Ortiz, G., Enríquez-del Valle, J. R., Velasco-Velasco, V. A., & Ramírez-Sánchez, S. E. (2018). Caracterización y escarificación de semillas de *Bursera glabrifolia* Kunth colectadas de diferentes árboles semilleros. *CIENCIA Ergo Sum*, 25(2). <https://doi.org/10.30878/ces.v25n2a6>
- Sánchez, Q. S. N., Pico, A. J., & Díaz, C. S. E. (2018). Efecto de diferentes concentraciones de giberelina en la germinación y crecimiento longitudinal de *Prunus subcorymbosa* Ruiz ex Koehne. *Boletín Semillas Ambientales*, 12(1), 174–182.
<file:///C:/Users/Arcelia/Downloads/malaxechebarria,+Sanchez Pico & Diaz.pdf>
- SAS Institute. (2016). *Base SAS 9.4 Procedures Guide: Statistical Procedures* (Sixth Edition).
https://go.documentation.sas.com/api/collections/pgmsascdc/9.4_3.5/docsets/procstat/content/procstat.pdf?locale=en#nameddest=titlepage
- Setu, H., Mosie, T., Firdie, K., Eshete, T., & Sileshi, G. (2020). Influence of Shade and Bed Types on Attaining Optimum Temperature for The Germination of Peach (*Prunus persica* L. Batsch) Seeds at Holetta, Central Ethiopia. *Agricultural Science*, 2(1), 154–161. <https://doi.org/10.30560/as.v2n1p154>
- Souza, A. das G., Smiderle, O. J., Spinelli, V. M., De Souza, R. O., & Bianchi, V. J. (2016). Correlation of biometrical characteristics of fruit and seed with twinning and vigor of *Prunus persica* rootstocks. *Journal of Seed Science*, 38(4), 322–328. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v38n4164650>
- Souza, A. das G., Spinelli, V. M., De Souza, R. O., Smiderle, O. J., & Bianchi, V. J. (2017). Optimization of germination and initial quality of seedlings of *Prunus persica* tree rootstocks. *Journal of Seed Science*, 39(2), 166–173. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v39n2171687>
- Souza, A. das G., Smiderle, O. J., Menegatti, R. D., Lima, M. A. C., Neves, T. R., & Bianchi, V. J. (2019). Patents for the physiological quality in seeds of peach rootstock classified by weight and stored for different periods. *Recent Patents on Food, Nutrition & Agriculture*, 10, 124–130. <https://doi.org/10.2174/2212798410666181120122624>

- Szymajda Marek, & Żurawicz Edward. (2014). Seed genotypes for harvesting seeds in the production of generative rootstocks for peach cultivars. *Horticultural Science*, 41(4), 160–166. <https://doi.org/10.17221/86/2014-HORTSCI>
- Szymajda, M., Sitarek, M., Pruski, K., & Żurawicz, E. (2019). A potential of new peach (*Prunus persica* L.) seed tree genotypes for the production of generative rootstocks. *Scientia Horticulturae*, 256(1), 108618. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108618>
- Thakur, B. (2015). Effect of growth regulator, scarification and thiourea on seed germination in peach (*Prunus persica* L. Batsch) rootstock Flordaguard. *Int. J. Curr. Res. Aca. Rev.*, 3(5), 252–261. <http://www.ijcrar.com/vol-3-5/Bhawna%20Thakur.pdf>
- Vásquez, J. C., Coello, C. M. M., Pliego, M. L., Zárate, A. G., & Córdova, G. G. (2015). Potencial germinativo de *Lysiloma acapulcense* (Kunth) Bent, una especie de la selva baja caducifolia de la Mixteca Oaxaqueña. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, 2(2), 49–61. <https://www.researchgate.net/publication/303405580>
- Worarad, K., Xie, X., Romainum, I. M., Burana, C., & Yamane, K. (2017). Effects of fluridone treatment on seed germination and dormancy-associated gene expression in an ornamental peach (*Prunus persica* (L.) Batsch). *Horticulture Journal*, 86(3), 317–326. <https://doi.org/10.2503/hortj.OKD-043>
- Zegbe, D. J. A., Mena, C. J., Rumayor, R. A. F., Reveles, T. L. R., & Medina, G. G. (2005). *Prácticas culturales para producir durazno criollo en zacatecas* (INIFAP, Ed.; 1a ed., Vol. 15).
- Zheng, Y., Crawford, G. W., & Chen, X. (2014). Archaeological evidence for peach (*Prunus persica*) cultivation and domestication in China. *PLoS ONE*, 9(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0106595>

CAPÍTULO IV

CRECIMIENTO E ÍNDICES DE LA CALIDAD DE PLANTAS DE DURAZNO (*Prunus* spp.) EN CONDICIONES DE VIVERO PARA SELECCIONARSE COMO PORTAINJERTO

[Growth and quality of peach (*Prunus* spp.) plants under nursery conditions to be selected as rootstock]

3.8 Resumen

Para garantizar el éxito del cultivo de durazno, es conveniente utilizar portainjertos de calidad y bien adaptados al lugar de establecimiento. Por lo anterior, en el presente estudio se evaluó el crecimiento y calidad de las plantas de *Prunus* spp. establecidas con diferentes sustratos, bajo condiciones de vivero para seleccionarse como portainjerto. Las semillas se recolectaron durante julio y agosto del 2021 en Latuvi, Santa Catarina Lachatao, Oaxaca, México, y se colocaron en refrigeración a 5 °C hasta su germinación, entre 53 y 62 días. Se estableció un DCA con arreglo factorial 4x4, esto es, factor genotipo de durazno: pulpa amarilla (DPA), prisco de pulpa blanca (DPPB), pulpa blanca (DPB) y chapeado de pulpa blanca (DCPB), factor sustrato: suelo 100%, suelo 60% + gallinaza 40%, suelo 60% + estiércol bovino 40%, y suelo 60% + tierra de monte 40%. El genotipo DPPB mostró significativamente valores más altos en las variables morfológicas a los 255 días después de la siembra (DDS): altura de 76.87 cm, diámetro de tallo (a 10 cm de altura) 7.28 mm. Los genotipos DPA, DPPB y DCPB se clasificaron de alta calidad morfológica. El genotipo de DPB se clasificó de calidad media. El suelo con gallinaza benefició significativamente a las plantas en el diámetro al cuello de la raíz, longitud de

raíz, área foliar, formación de biomasa total, así como en los índices de calidad, reflejando plantas de alta calidad morfológica. Es posible utilizar el genotipo de DPPB como portainjerto, ya que sobresalió en crecimiento y calidad.

Palabras clave: abonos orgánicos, calidad de la planta, crecimiento de durazneros.

3.9 Abstract

To guarantee the success of peach cultivation, it is convenient to use quality rootstocks that are well adapted to the place of establishment. Therefore, in the present study the growth and quality of *Prunus* spp. established with different substrates, under nursery conditions to be selected as rootstock. The seeds were collected during July and August 2021 in Latuvi, Santa Catarina Lachatao, Oaxaca, Mexico, and placed in refrigeration at 5 °C until germination, between 53 and 62 days. A DCA was established with a 4x4 factorial arrangement, that is, peach genotype factor: yellow pulp (DPA), white pulp prisco (DPPB), white pulp (DPB) and white pulp veneer (DCPB), substrate factor: soil 100 %, soil 60% + chicken manure 40%, soil 60% + bovine manure 40%, and soil 60% + forest land 40%. The DPPB genotype showed significantly higher values in the morphological variables at 255 days after sowing (DDS): height of 76.87 cm, stem diameter (at 10 cm of height) 7.28 mm. The DPA, DPPB and DCPB genotypes were classified as having high morphological quality. The DPB genotype was classified as medium quality. The soil with chicken manure significantly benefited the plants in the diameter at the root neck, root length, leaf area, total biomass formation, as well as in quality indices, reflecting plants of high morphological quality. It is possible to use the DPPB genotype as a rootstock, since it excelled in growth and quality.

Keywords: organic fertilizers, quality of the plant, growth of peach trees.

3.10 Introducción

El duraznero es originario de China y fue cultivado en Persia, antes de ser introducido en Europa (Cardenas-Hernandez & Fischer, 2013), llegó a México por los españoles hace más de 450 años. El duraznero es la especie frutícola de mayor importancia debido a su amplia distribución y a la creciente demanda nacional (Pérez, 2007). En el 2021 se sembraron 33, 556.30 ha y se cosecharon 31, 439.39 ha, la producción de durazno fue de 217, 266 t (SIAP, 2021). El consumo anual per cápita de durazno es de 1.9 kg (SIAP, 2022), es ampliamente utilizado en las industrias de alimentos, sabores, bebidas y fragancias (Verma *et al.*, 2017).

En México se carece de información sobre portainjertos y numerosos productores recurren a comprar plantas desconociendo su procedencia. La calidad de las plantas de vivero es un factor clave para tener éxito con el cultivo (Dini *et al.*, 2021; Rodríguez, 2008).

Las semillas que se usan para la producción de portainjertos, generalmente provienen de desechos de la agroindustria de elaboración de conservas y mercados cercanos, por lo tanto, no se tiene control de identidad genética, lo que influye en la baja calidad de las plantas que se producen (Souza *et al.*, 2016), además de no tener la certeza de su adaptación al lugar de establecimiento, lo que podría provocar futuros inconvenientes de manejo, crecimiento y producción (Alvarado & Hernández, 2020).

Los portainjertos son fundamentales para optimizar el anclaje al suelo, el vigor del árbol, el aprovechamiento de la luz solar, la precocidad, la floración, la fructificación, el desarrollo de la fruta, la ingesta de agua y nutrientes, la resistencia o tolerancia a los

patógenos del suelo, el metabolismo de carbohidratos, lípidos y de las hormonas (Pérez-Romero *et al.*, 2013; Seker *et al.*, 2017; Bielsa *et al.*, 2021).

Se han creado nuevas variedades que no pueden alcanzar su máximo potencial, ya que se crearon principalmente en países con condiciones más favorables, donde se ubican los principales cultivos productores de frutas de hueso (Eremin *et al.*, 2017). Se requieren portainjertos alternativos que induzcan una mejor calidad de la fruta, una mayor productividad y resistencia al frío para sistemas de producción más intensivos (Milošević & Milošević, 2012).

Los diversos cultivares de portainjertos tienen diferentes estrategias de absorción y uso de elementos minerales del sustrato, reflejándose en diferencias de crecimiento durante las primeras etapas de desarrollo (Menegatti *et al.*, 2019b). Los portainjertos pueden responder positivamente a la fertilización orgánica debido a que se mejoran las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, bajo un sistema agroecológico (Pérez-Romero *et al.*, 2013; Petry *et al.*, 2016), además de que se considera económicamente viable (Ortíz-Rivera *et al.*, 2020).

De este modo, mejorar la productividad del vivero mediante la calidad de las plantas, implica utilizar portainjertos seleccionados que provengan de semillas en buenas condiciones sanitarias, además de proporcionar buenas fuentes de nutrición, lo que influirá en la vida útil del futuro huerto (Souza *et al.*, 2016, 2017).

De acuerdo con lo anterior, el objetivo fue evaluar el crecimiento y calidad de las plantas de cuatro genotipos de *Prunus* spp. que se establecieron en sustratos con diferentes abonos orgánicos, en condiciones de vivero con el fin de seleccionarse como portainjerto.

3.11 Materiales y métodos

3.11.1 Área de estudio

El proyecto se realizó en la localidad Benito Juárez, Santa Catarina Lachatao, Oaxaca, México, se localiza en la región de la sierra norte, pertenece al Distrito de Ixtlán de Juárez. Se ubica en las coordenadas 17°16' de latitud norte y 96°28' de longitud oeste, a una altitud de 2908 m. Cuenta con una superficie de 100.21 km², representa el 0.11% de la superficie total del estado (INEGI, 2010). La parcela en donde se trabajó se encuentra a una altitud de 2830 m.

3.11.2 Propagación de durazneros

Las plantas se propagaron mediante germinación de semillas, de acuerdo con la metodología descrita por Pérez (2007):

Adquisición de semillas: Se recolectaron semillas durante julio y agosto del 2021 en Santa Martha Latuvi, perteneciente al municipio de Santa Catarina Lachatao. El huerto se ubica en las coordenadas 17°09'15.9" de latitud norte, y 96°29'44.3" de longitud oeste, a 2450 m de altura. Se obtuvieron 60 frutos de durazno de pulpa amarilla (DPA), 60 priscos de pulpa blanca (DPPB), 60 de pulpa blanca (DPB) y 60 chapeados de pulpa blanca (DCPB). Se retiró la pulpa de cada fruto, se extrajo el endocarpio (carozo o hueso) para lavar y secar a media sombra.

Escarificación: se extrajo la semilla (almendra) rompiendo cuidadosamente el endocarpio para evitar lastimarla, posterior a esto, se sumergieron las almendras en agua durante 1 hora, desechando las almendras que flotaron.

Desinfección de semilla: se desinfectaron mediante inmersión durante 5 minutos en una solución de hipoclorito de sodio a razón de 1.0 mL de producto comercial que contiene 6% de NaClO L^{-1} de agua, posteriormente se lavaron con agua destilada.

Estratificación: una vez desinfectadas las semillas, se colocaron sobre charolas desechables de plástico (30 x 25 cm) que contenían servilletas de papel, humedecidas con una suspensión de 3.0 g L^{-1} de fungicida comercial (ingrediente activo: carboxamida). Las charolas se metieron en una bolsa transparente para observar el proceso de germinación. Se colocaron en la parte media de un refrigerador doméstico (Whirlpool®, WSS505Q) a 5°C para promover una germinación vigorosa y uniforme.

3.11.3 Diseño experimental y siembra

Por lo anterior, se utilizó el diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial 4x4, esto es, factor genotipo: duraznos de pulpa amarilla (DPA), duraznos priscos de pulpa blanca (DPPB), duraznos chapeados de pulpa blanca (DCPB) y duraznos de pulpa blanca (DPB); el factor sustrato: sustrato 0, 100% suelo del lugar; sustrato 1, 40% gallinaza + 60% suelo del lugar; sustrato 2, 40% estiércol bovino + 60% suelo del lugar; sustrato 3, 40% tierra de monte + 60% suelo del lugar. Se consideraron 16 tratamientos con 12 repeticiones, siendo en total 192 unidades experimentales.

Una vez germinadas las semillas, se sembraron 48 por cada genotipo en bolsas de polietileno de 3000 cm³, y se colocaron en un vivero con cubierta de malla sombra. Al suelo utilizado se le determinó potencial de hidrógeno (pH), conductividad eléctrica (CE), materia orgánica (M.O.) a través del contenido de carbono orgánico (C.O.) por el método de Walkley y Black, y textura por el método de Bouyoucos; a la tierra de monte, a la gallinaza y al estiércol bovino se les determinó pH y CE (conductronic®, modelo PC45). Los análisis indicados se realizaron de acuerdo a la NOM-021-RECNAT-2000 (NOM-021-RECNAT-2000, 2002).

3.11.4 Variables durante 8 meses

La primera obtención de datos se comenzó a los 45 días después de la siembra (DDS), posteriormente cada 30 días, durante 8 meses se evaluó en las plantas: altura (A, cm) desde el nivel del sustrato hasta la última hoja apical, con un flexómetro (maxtool®); diámetro de tallo (DT, mm) a 10 cm de altura, con un vernier digital (Avedistante®, de precisión $\pm 0,2$ mm); número de hojas (NH) y ramificaciones (RAM); después se calculó la tasa relativa de crecimiento (TRC) mensual $[(\text{tamaño final} - \text{tamaño inicial}) / 8]$ de cada variable.

3.11.5 Variables a los 10 meses

A los 10 meses después de la siembra, en cuatro plantas por tratamiento se evaluaron las siguientes variables: el diámetro al cuello (mm) con un vernier digital (Avedistante®, precisión $\pm 0,2$ mm); altura (cm) desde el nivel del sustrato hasta la última hoja apical con

un flexómetro (maxtool ®, modelo FLEX-5M-R-MX); longitud de raíz (cm) con un escalímetro; área foliar (m²) que se determinó con un scanner (Brother ®, DCP-300) y el programa ImageJ; peso y seco (g) de hojas, ramas, tallos y raíces que se realizó con una báscula (kokorox-17028). Para el secado de las plantas, sus órganos se colocaron en bolsas de papel y se metieron en una estufa (Memmert® modelo 100-800) con circulación de aire forzado a 70 °C por 72 h.

Se calcularon los índices de calidad de acuerdo con Rodríguez (2008):

$$\text{Índice de robustez o índice de esbeltez} = \frac{\text{altura (cm)}}{\text{diámetro (mm)}}$$

$$\text{Relación altura/Longitud de raíz (AL/LR)} = \frac{\text{altura (cm)}}{\text{longitud de raíz (cm)}}$$

$$\text{Índice de calidad de Dicksón (IDC)} = \frac{\text{peso seco total (g)}}{\frac{\text{altura (cm)}}{\text{diámetro (mm)}} + \frac{\text{peso seco parte aérea (g)}}{\text{peso seco de raíz (g)}}}$$

Relación biomasa seca aérea y biomasa seca raíz (R BA/BR)

$$R \text{ BA/BR} = \frac{\text{biomasa seca aérea (g)}}{\text{biomasa seca de raíz (g)}}$$

3.11.6 Manejo y análisis de datos

Se realizó una prueba de homogeneidad y normalidad de los datos con las pruebas de Bartlett y Shapiro-Wilk. Los datos que no cumplieron con estos supuestos fueron diámetro de tallo, número de hojas, ramificaciones, peso seco de raíz, peso seco de tallo, peso seco de la hoja, peso seco total, área foliar e índice de Dickson; los cuales se transformaron con $\log(x+1)$ y entonces se realizó el análisis de varianza. Posteriormente, se efectuó la comparación de medias Duncan ($P \leq 0.05$) para las variables morfológicas y

la tasa de crecimiento; la prueba de medias Tukey ($P \leq 0.05$) para las variables de calidad de la planta. Todos los análisis se desarrollaron en el programa SAS (Statistical Analysis System) (SAS Institute, 2016).

3.12 Resultados y discusión

3.12.1 Características físicas y químicas de los sustratos

Los sustratos utilizados mostraron pH de moderadamente ácido a neutro (cuadro 4). Estos resultados coinciden con algunos investigadores como Loewe, Pineda & Delard (2001) que sugieren utilizar para *Prunus avium* pH de moderadamente ácido a neutro. En Zacatecas, que es el mayor productor de durazno a nivel nacional (SIAP, 2022), el pH del suelo donde se desarrollan los durazneros oscila entre 6.8 a 7.8 (Fernández, Pérez-González & Mondragón, 2016), esto se debe a que cada especie demanda diferentes condiciones edáficas. La CE del suelo utilizado sin mezclarse es aceptable para el cultivo de durazno de acuerdo con Hirzel, (2017), por su parte Arribillaga (2002) menciona que una CE óptima va de 3.5 a 4.0 dS m⁻¹. La M.O. encontrada se considera adecuada (Fernández *et al.*, 2016; Hirzel, 2017), y alta (NOM-021-RECNAT-2000, 2002). El alto contenido de M.O. puede atribuirse a que el área experimental de donde se tomó el suelo está muy cercana al bosque (aproximadamente 50 m).

El suelo presentó una textura franco arenosa y es aceptable para que se desarrollen de forma adecuada las plantas de *Prunus* (Hirzel, 2017; Loewe *et al.*, 2001); el duraznero es una especie que se adapta bien a suelos profundos y de buen drenaje (García-Gallegos,

Vázquez-Cuecuecha, Chávez-Gómez, Hernández-Acosta, & López-López, 2020), a diferencia de establecerse en suelos arcillosos, esto es, muy compactos y con excesiva humedad (Carrasco, Riquelme & Abarca, 2017).

Cuadro 4. Algunas características físicas y químicas de los sustratos.

Análisis	Suelo				Referencia
M.O. (%)	4.22%				§+4-5%
C.O. (%)	2.45%				§§+Franco
Textura	Franco arenosa				arenosa a arenosa
	M0= 100% de suelo	M1=60% de suelo + 40% de gallinaza	M2=60% de suelo + 40% de estiércol bovino	M3=60% de suelo + 40% tierra de monte	
pH	5.7	6.1	7.1	5.9	§§+5.1-7.3
CE (dS m ⁻¹)	1.16	2.97	4.66	1.57	++<1.5 FA

pH=potencial de hidrógeno, CE= conductividad eléctrica, M.O.= materia orgánica, C.O.= carbono orgánico. M0= Mezcla 0, M1= Mezcla 1, M2= Mezcla 2, M3= Mezcla 3. §(Fernández et al., 2016), §§(Loewe et al., 2001), +(NOM-021-RECNAT-2000, 2002), ++(Hirzel, 2017), FA= en suelos franco arenosos.

3.12.2 Variables morfológicas y tasas relativas de crecimiento

Los análisis de varianza (cuadro 5) para las variables morfológicas y tasas relativas de crecimiento mostraron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) para el factor sustrato en todas las variables y tasas relativas de crecimiento; el factor genotipo presentó diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) en altura, diámetro, número de hojas, ramificaciones, tasa relativa de crecimiento (TRC) de diámetro, TRC de número de hojas y TRC de ramificaciones, la TRC de altura presentó diferencias significativas ($p \leq 0.05$); la interacción del sustrato con el genotipo mostró que hay diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) en todas las variables, TRC de diámetro, TRC de número de hojas

y TRC de ramificaciones, la TRC de altura no presentó diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

El coeficiente de variación en la altura (AL), diámetro (D), número de hojas (NH), ramificaciones (RAM) y las tasas relativas de crecimiento (AL, D, NH, RAM) se considera bajo, ya que fue menor al 8% (Gomez y Gomez, 1984). La tasa relativa de crecimiento de las ramificaciones fue mayor al 8%, esto puede deberse a la heterogeneidad del comportamiento de cada planta, donde tuvieron una influencia los sustratos utilizados; de igual forma, Menegatti *et al.* (2019b) encontraron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$), en variables de crecimiento en función del periodo de crecimiento de tres portainjertos Flordaguard, Capdeboscq y Okinawa Roxo.

Cuadro 5. Análisis de varianza de las variables de crecimiento a los 8 meses de edad de los durazneros, en función de los factores sustrato, genotipo y su interacción.

Variable	Cuadrados medios			C.V (%)	\sqrt{CME}	
	Genotipo (G)	Sustrato (S)	G x S			
	GL	3	3	9		
Altura (AL; cm)		264.45**	919.67**	103.9**	5.72	4.24
Diámetro (DT; mm) ⁺		0.06**	0.47**	0.02**	0.83	0.01
Número de hojas (NH) ⁺		0.02**	2.81**	0.02**	0.62	0.02
Ramificaciones (RAM) ⁺		0.20**	11.00**	0.02**	1.93	0.05
TRC-AL (cm/mes)		1.89*	7.71**	0.54 ^{ns}	7.78	0.55
TRC-DT (mm/mes)		0.08**	0.32**	0.02**	4.11	0.02
TRC-NH (NH/mes)		3.19**	120.27**	1.40**	6.18	0.36
TRC-RAM (RAM/mes)		1.98**	77.70**	1.12**	9.82	0.26

GL=grados de libertad, CV=coeficiente de variación, CME = cuadrado medio del error, **altamente significativo ($p \leq 0.01$), *significativo ($p \leq 0.05$), ^{ns} no significativo ($p > 0.05$). TRC=Tasa relativa de crecimiento. Datos transformados $^+ \ln(x+1)$.

Para que un portainjerto pueda ser injertado se requiere alcanzar un DT de 5 a 6 mm (Pérez, 2007; Alvarado & Hernández, 2020). Todos los genotipos de durazno alcanzaron, a los 195 DDS (6 meses), diámetros superiores a 5 mm, inclusive, el genotipo de durazno

prisco de pulpa blanca (DPPB) alcanzó el DT indicado a los 165 DDS (5 meses) (figura 3).

En otros estudios, el DT para injertarse se ha alcanzado a los 240 DDS en el cultivar Capdeboscq, en sistema tradicional (Fischer, Picolotto, Rocha, Souza, & Bianchi, 2016). Los cultivares Capdeboscq y Okinawa Roxo alcanzaron el DT (7.14 mm y 6.23 mm) para injertarse a los 154 DDS (Schmitz, Pasa, Fischer, Fachinello & Bianchi, 2014), este menor tiempo, quizás se debió a que las plantas se desarrollaron en macetas de mayor volumen (4.5 L) en comparación con el volumen de 3 L utilizado en ese trabajo. Los DDS fueron aún menores como lo reportan Menegatti *et al.* (2019b) en los cultivares Flordaguard, Capdeboscq y Okinawa Roxo, debido a que utilizaron fertilización química y alcanzaron a los 104 DDS el DT (7.2 mm, 6.9 mm y 6.3 mm) requerido. Los resultados encontrados en este estudio y comparados con los de otros investigadores, sugieren que el DT puede alcanzarse en menor o mayor tiempo (100-200 días), dependiendo del cultivar, volumen de maceta, fertilización, entre otros aspectos (temperatura, luz, riego etc.).

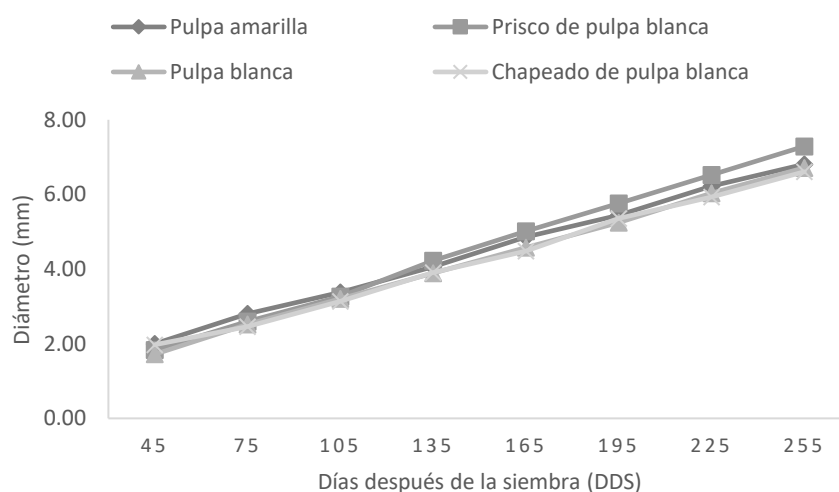


Figura 3. Diámetro de tallo (a 10 cm de altura) de diferentes genotipos de durazno durante 8 meses de edad.

El sustrato de suelo del lugar con gallinaza permitió significativamente el mayor DT (a 10 cm de altura) siendo de 7.67 mm a los 255 DDS (figura 4). La mezcla de suelo con gallinaza y suelo con estiércol bovino, fueron las que concedieron diámetros de tallo significativamente superiores a 5 mm a los 165 DDS, que, en consecuencia, las plantas ya estaban listas para injertarse (Pérez, 2007; Alvarado & Hernández, 2020).

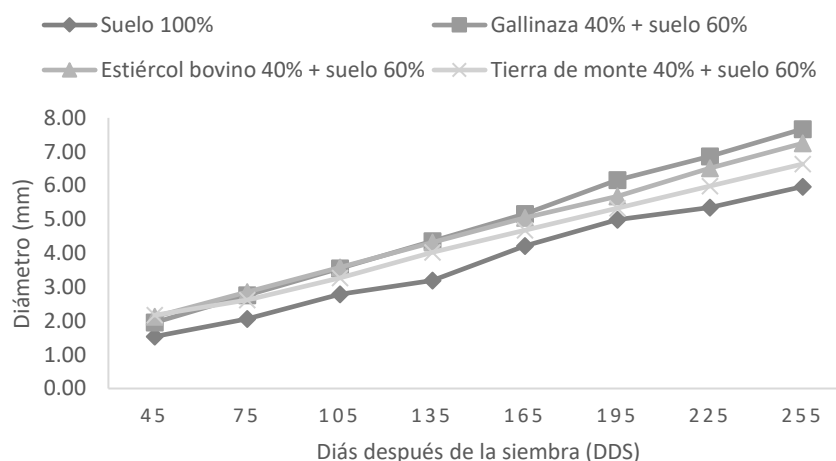


Figura 4. Efecto los sustratos en el diámetro de tallo (a 10 cm de altura) de diferentes genotipos durante 8 meses de edad.

El genotipo de durazno de pulpa amarilla (DPA) y DPPB alcanzaron significativamente (cuadro 6) valores superiores en altura, por lo que serán más competitivos con los arvenses que los rodeen (Prieto et al., 2009; Muñoz et al., 2014). Los genotipos de durazno alcanzaron más de 70 cm a los 255 DDS, pero se estima que pueden alcanzar los 80 cm o muy cercano a este valor en los 30 días posteriores, como lo obtuvieron Alvarado & Hernández (2020), en el portainjerto Nemaguard a los 365 DDS.

El genotipo de durazno de pulpa blanca (DPB) obtuvo el mayor número de hojas; el genotipo de DPPB presentó significativamente el mayor DT a 10 cm de altura y número

de ramificaciones a los 8 meses de edad; por otro lado, los cultivares Capdeboscq y Okinawa Roxo mostraron 10 ramificaciones a 30 cm de altura, y mientras menos ramas presente la planta, será menor el gasto en mano de obra con la eliminación de ramas, además de evitar estrés en las plantas a injertar (Schmitz *et al.*, 2014); al relacionar la altura con las ramificaciones en los genotipos evaluados, se observó que existen escasas ramificaciones en los genotipos, lo que se verá reflejado en una disminución en los costos de producción y en menor estrés de las plantas al momento de ser injertadas.

El genotipo de DPPB presentó los valores significativamente más altos en la tasa relativa de crecimiento de altura, diámetro, número de hojas y ramificaciones; de este modo, tuvo mayor generación de biomasa; por lo que, las plantas tendrán mejor crecimiento al ser establecidas en campo (Prieto *et al.*, 2009).

Cuadro 6. Variables de crecimiento de cuatro genotipos de *Prunus* a los 8 meses DDS.

Variable	Genotipo de durazno			
	Pulpa amarilla	Prisco de pulpa blanca	Pulpa blanca	Chapeado de pulpa blanca
Altura (A; cm)	75.42 ± 0.69a	76.87 ± 1.16a	72.77 ± 0.81b	71.77 ± 0.75b
Diámetro (DT; mm)	6.81 ± 0.09b	7.28 ± 0.14a	6.71 ± 0.08c	6.61 ± 0.10d
Número de hojas (NH)	57.72 ± 1.79b	61.04 ± 2.12b	58.31 ± 1.65a	58.10 ± 1.64b
Ramificaciones (RAM)	15.17 ± 0.83b	17.37 ± 1.03a	14.82 ± 0.83b	15.16 ± 0.82b
TRC-AL (cm/mes)	7.17 ± 0.08b	7.43 ± 0.11a	7.04 ± 0.09b	6.98 ± 0.08b
TRC-DT (mm/mes)	0.68 ± 0.01b	0.76 ± 0.02a	0.68 ± 0.01b	0.67 ± 0.01b
TRC-NH (NH/mes)	5.59 ± 0.21c	6.21 ± 0.18a	6.04 ± 0.24b	6.00 ± 0.19b
TRC-RAM (RAM/mes)	2.63 ± 0.16bc	3.00 ± 0.20a	2.53 ± 0.15c	2.64 ± 0.15b

TRC= Tasa relativa de crecimiento. Los valores con letras distintas en filas presentan diferencias estadísticas significativas (Duncan, 0.05). Media ± error estándar.

La mezcla de suelo con gallinaza y la mezcla de suelo con tierra de monte, mostraron significativamente la mayor altura de las plantas (cuadro 7); la mezcla de suelo con gallinaza presentó el mayor efecto significativamente en el diámetro, número de hojas, ramificaciones y las tasas relativas de crecimiento de las plantas. Por otro lado, el sustrato de 100% suelo, fue el que tuvo menores efectos significativos en todas las variables evaluadas.

Cuadro 7. Efecto de los sustratos en el crecimiento de diferentes genotipos.

Variable	Sustrato			
	Suelo 100%	Suelo 60% + gallinaza 40%	Suelo 60% + estiércol bovino 40%	Suelo 60% + tierra de monte 40%
Altura (A; cm)	68.95 ± 0.56c	77.09 ± 1.03a	72.25 ± 0.59b	78.50 ± 0.69a
Diámetro (DT; mm)	5.86 ± 0.01d	7.67 ± 0.10a	7.24 ± 0.03b	6.63 ± 0.05c
Número de hojas (NH)	41.29 ± 0.18d	75.68 ± 0.61a	60.18 ± 0.43b	58.04 ± 0.35c
Ramificaciones (RAM)	6.81 ± 0.11d	23.46 ± 0.40a	15.35 ± 0.16c	16.91 ± 0.14b
TR-CAL (cm/mes)	6.81 ± 0.06c	7.68 ± 0.09a	6.87 ± 0.09c	7.28 ± 0.08b
TRC-DT (mm/mes)	0.62 ± 0.01d	0.81 ± 0.01a	0.73 ± 0.01b	0.65 ± 0.01c
TRC-NH (NH/mes)	4.48 ± 0.07d	8.21 ± 0.06a	5.85 ± 0.07b	5.31 ± 0.06c
TRC-RAM (RAM/mes)	1.00 ± 0.01d	4.11 ± 0.09a	2.71 ± 0.06c	3.00 ± 0.01b

TRC= Tasa relativa de crecimiento. Los valores con letras distintas en filas presentan diferencias estadísticas significativas (Duncan, 0.05). Media ± error estándar.

3.12.3 Índices de calidad a los 10 meses de crecimiento en vivero

En el análisis de varianza (cuadro 8) para las variables morfológicas e índices de calidad, se muestra que existen diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) para el factor sustrato en todas las variables e índices de calidad de la planta; para el factor genotipo hubo diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) en todas las variables e índices de calidad, a excepción del índice de lignificación, que no presentó diferencias significativas ($p > 0.05$); para la interacción del sustrato con el genotipo se presentaron diferencias significativas ($p \leq 0.01$) en todas las variables e índices de calidad de la planta. El

coeficiente de variación se considera bajo en todas las variables porque es menor a 8% (Gomez y Gomez, 1984).

Cuadro 8. Efecto de mezclas de sustratos, el genotipo y su interacción sobre la calidad de las plantas.

Variable	Cuadrados medios			C.V (%)	\sqrt{CME}	
	Sustrato (S)	Genotipo (G)	S x G			
	GL	3	3	9		
Altura (A)		2216.90**	353.22**	175.37**	1.93	1.68
Diámetro (DC)		28.74**	2.35**	0.74**	1.62	0.12
Longitud de raíz (LR)		355.39**	117.97**	50.94**	3.73	1.35
Biomasa de tallo +		6.06**	0.17**	0.11**	2.47	0.05
Biomasa de ramas		250.12**	9.45**	12.50**	5.5	0.31
Biomasa de hojas +		4.86**	0.13**	0.11**	4.61	0.08
Biomasa de raíz (BR) +		3.75**	0.25**	0.20**	1.37	0.03
Biomasa aérea (BA)		2807.97**	158.72**	119.44**	5.32	1.05
Biomasa total (BT) +		6.26**	0.17**	0.14**	1.14	0.03
Índice de esbeltez (A/DC)		15.01**	5.53**	3.75**	2.53	0.27
Relación A/LR		0.74**	0.26**	0.16**	4.71	0.11
Relación BA/BR		1.39**	0.13**	0.11**	3.9	0.05
Índice de Dickson +		2.78**	0.06**	0.05**	1.93	0.03
ÍL= BT/PFT		13.54**	2.62 ^{ns}	26.28**	3.29	1.2
Área foliar (cm ²) +		13.17**	0.45**	0.51**	0.11	0.01

ÍL= índice de lignificación, PFT= peso fresco total de la planta, GL=grados de libertad, CV=coeficiente de variación, CME = cuadrado medio del error, **altamente significativo ($p \leq 0.01$), ^{ns} no significativo ($p > 0.05$). Datos transformados + $\ln(x+1)$.

Para garantizar buena supervivencia y vigor en la plantación, sólo las plantas saludables con buen crecimiento y balance entre las biomásas, deben ser establecidas en campo (Menegatti, Souza & Bianchi, 2021; Rodríguez, 2008). Para el factor genotipo (cuadro 9), el genotipo de durazno de pulpa blanca (DPB) mostró significativamente la mayor altura (A); por lo que será más competente con la vegetación herbácea y arbustiva que la rodea, pero esto no garantiza su supervivencia en campo (Prieto *et al.*, 2009; Muñoz *et al.*, 2014); a su vez, Sáenz *et al.* (2014) encontraron que las plantas con hábito de crecimiento

cespitoso que presentan alturas ≥ 6.0 cm son consideradas de calidad alta en viveros forestales, y todos los genotipos evaluados presentaron una altura mayor; esta altura cambiará cuando las plantas sean injertadas, ya que dependerá del tamaño de la vareta a injertar.

El diámetro al cuello de la raíz (DC), es la característica de calidad más importante, que permite predecir la supervivencia de la planta en campo y definir la robustez del tallo (Muñoz *et al.*, 2014); todos los genotipos estudiados presentaron valores superiores a 5 mm por lo que serán resistentes al doblamiento y tendrán mayor tolerancia a los daños por plagas (Sáenz *et al.*, 2014).

El genotipo de durazno prisco de pulpa blanca (DPPB) mostró significativamente (Tukey 0,05) la mayor longitud de raíz (LR), sin embargo, debe haber un equilibrio entre las partes aéreas y radicales de mayor tamaño, y una gran capacidad de formación de nuevas raíces para que estas presenten mejores niveles de supervivencia y crecimiento (Rodríguez, 2008; Muñoz *et al.*, 2014; Rodríguez-Ortiz *et al.*, 2021).

El genotipo de DPPB fue el que generó significativamente (Tukey 0,05) la mayor cantidad de biomasa aérea (BA) y biomasa radical. En la BA siendo mayor significativamente la de tallo, esto refleja el desarrollo que logró la planta en vivero; del mismo modo, la biomasa tiene correlación positiva con la sobrevivencia y el crecimiento de las plantas en campo (Prieto *et al.*, 2009).

El índice de esbeltez (IE) es un indicador de la resistencia de la planta a la desecación por viento, de su sobrevivencia y crecimiento en sitios secos (Prieto *et al.*, 2009). Sáenz *et al.* (2014) comentan que las plantas de alta calidad con hábito de crecimiento cespitoso

en especies forestales, presentan una relación $A/DC \geq 8.0$; todos los genotipos de durazno alcanzaron una relación superior, por lo que se consideran de calidad.

Sáenz *et al.* (2014) mencionan que las plantas de alta calidad con hábito de crecimiento cespitoso en especies forestales, presentan una relación $A/LR \leq 2.5$; en este sentido, todos los genotipos de durazno se consideran de alta calidad, a excepción del genotipo de durazno de pulpa blanca (DPB) que presentó un valor superior, reflejando un crecimiento desproporcional entre la parte aérea y el sistema radical de la planta, por lo que es considerado de calidad baja. Las plantas de alta calidad con hábito de crecimiento cespitoso en especies forestales, deben tener una relación $BA/BR \geq 0.15$ (Sáenz *et al.* 2014), y todos los genotipos de durazno evaluados mostraron valores superiores, por lo que se consideran de alta calidad.

El índice de calidad de Dickson (ID) reúne varios atributos morfológicos en un solo valor y se usa como índice de calidad; a mayor valor del índice, resultará una mejor calidad de planta (Muñoz *et al.*, 2014); que, a su vez, reducirá el tiempo para poder injertar a los portainjertos (Menegatti *et al.*, 2019a). Sáenz *et al.* (2014) mencionan que las plantas de alta calidad con hábito de crecimiento cespitoso en especies forestales, deben presentar el $ID \geq 0.50$, y todos los genotipos evaluados presentaron valores superiores por lo que se consideran de alta calidad.

El índice de lignificación relaciona el peso seco total con el peso húmedo total de la planta, este no mostró diferencias significativas (Tukey 0,05) entre los genotipos de durazno.

El genotipo de DPPB mostró significativamente (Tukey 0,05) mayor área foliar.

Cuadro 9. Efecto del factor genotipo en las variables morfológicas de durazneros a los 10 meses de crecimiento en vivero.

Variable	Genotipo de durazno							
	Pulpa amarilla		Prisco de pulpa blanca		Pulpa blanca		Chapeado de pulpa blanca	
Altura (A; cm)	84.59±	1.50c	88.71±	3.63b	92.78±	3.82a	82.09±	2.18d
Diámetro (DC; mm)	7.62±	0.23c	8.51±	0.34a	7.87±	0.27b	7.86±	0.37b
Longitud de raíz (LR; cm)	34.50±	0.92c	40.06±	1.89a	36.12±	1.21b	34.12±	0.88c
Biomasa de tallo (g)	6.75±	0.76d	10.06±	1.89a	9.12±	1.36b	7.37±	0.99c
Biomasa de ramas (g)	4.68±	0.63c	6.56±	1.12a	5.50±	1.12b	5.50±	0.83b
Biomasa de hojas (g)	4.87±	0.47b	6.62±	1.24a	6.87±	1.11a	5.25±	0.64b
Biomasa de raíz (BR; g)	11.37±	0.87d	17.00±	2.35a	14.06±	1.95b	12.25±	1.47c
Biomasa de aérea (BA; g)	16.31±	1.78d	23.25±	4.21a	21.50±	3.57b	18.12±	2.46c
Biomasa de total (BT; g)	27.68±	2.52d	40.25±	6.53a	35.56±	5.53b	30.37±	3.93c
Índice de esbeltez (A/DC)	11.21±	0.29b	10.44±	0.19c	11.76±	0.24a	10.67±	0.40c
Relación A/LR	2.41±	0.04ab	2.25±	0.09c	2.56±	0.07a	2.41±	0.04b
Relación BA/BR	1.36±	0.10a	1.23±	0.07b	1.42±	0.06a	1.43±	0.04a
Índice de Dickson	3.95±	0.34c	5.09±	0.68 a	4.43±	0.51b	4.51±	0.53b
IL= BT/PFT	36.15 ±	0.67a	36.78±	0.54 a	36.85±	0.78a	36.08±	0.27a
Área foliar (cm ²)	836±	96c	1293±	240a	1153±	292b	774±	124d

ÍL= índice de lignificación, PFT= peso fresco total de la planta. Letras distintas en la misma fila representan diferencias significativas (Tukey 0.05). La media se incluye ± error estándar.

El sustrato de suelo con gallinaza mostró mayor efecto significativo (Tukey 0,05) sobre las variables altura, diámetro y generación de biomasa (cuadro 10). De acuerdo a los criterios que mencionan Sáenz *et al.* (2014) el sustrato influyó para obtener plantas de alta calidad.

Todos los sustratos tuvieron un efecto significativo en el IE, estos fueron ≥ 8.0 por lo que todos pueden generar una excelente relación de A/DC (Sáenz *et al.* 2014), consiguiendo plantas de alta calidad.

El sustrato de suelo 100% y el sustrato de suelo con gallinaza produjeron plantas de alta calidad respecto a la relación de A/LR, lo que indica que las plantas establecidas en este sustrato tuvieron un crecimiento proporcional entre la parte aérea y el sistema radical

(Sáenz *et al.* 2014). Todos los sustratos tuvieron un efecto positivo en las plantas, ya que estas, mostraron una relación BA/BR ≥ 0.15 , el ID ≥ 0.50 , lo que se traduce a que, en los índices mencionados, las plantas fueron de calidad alta (Sáenz *et al.* 2014).

Los sustratos mostraron diferencias significativas (Tukey 0,05) en el IL y el área foliar, mostrando mayores efectos los sustratos de suelo con gallinaza y el suelo con tierra de monte en el IL; y teniendo mayor efecto el sustrato de suelo con gallinaza en el área foliar.

Cuadro 10. Efecto del factor sustrato en las variables morfológicas de durazneros a los 10 meses de edad.

Variable	Sustrato			
	Suelo 100%	Suelo 60% + gallinaza 40%	Suelo 60% + estiércol bovino 40%	Suelo 60% + tierra de monte 40%
Altura (A; cm)	72.56± 0.87d	99.87± 2.72a	83.21± 1.48c	92.34± 1.07b
Diámetro (DC; mm)	6.39± 0.07d	9.59± 0.20a	8.31± 0.07b	7.58± 0.08c
Longitud de raíz (LR; cm)	34.12± 1.31c	42.93± 1.21a	32.12± 0.61d	35.62± 0.41b
Biomasa de tallo (g)	2.68± 0.11c	16.00± 1.08a	7.25± 0.19b	7.37± 0.25b
Biomasa de ramas (g)	1.31± 0.11d	10.87± 0.62a	5.18± 0.26b	4.87± 0.36c
Biomasa de hojas (g)	2.00± 0.01c	11.00± 0.84a	5.50± 0.12b	5.12± 0.25b
Biomasa de raíz (BR; g)	5.93± 0.06d	22.68± 1.81a	12.50± 0.39c	13.56± 0.77b
Biomasa de aérea (BA; g)	6.00± 0.20c	37.87± 2.48a	17.93± 0.19b	17.37± 0.63b
Biomasa de total (BT; g)	11.93± 0.23c	60.56± 4.28a	30.43± 0.58b	30.93± 1.33b
Índice de esbeltez (A/DC)	11.38± 0.22b	10.45± 0.29c	10.04± 0.19d	12.21± 0.22a
Relación A/LR	2.16± 0.07c	2.50± 0.03a	2.60± 0.04a	2.60± 0.05a
Relación BA/BR	1.01± 0.03d	1.72± 0.05a	1.45± 0.03b	1.31± 0.04c
Índice de Dickson	2.06± 0.05d	7.54± 0.35a	4.49± 0.06b	3.87± 0.12c
IL= BT/PFT	36.03± 0.49b	37.29± 0.39a	35.38± 0.69b	37.17± 0.65a
Área foliar (cm ²)	224± 7d	2147± 199a	916± 9b	768± 93c

Letras distintas en la misma fila representan diferencias significativas (Tukey 0,05). La media se incluye \pm error estándar. AL= altura, LR= longitud de raíz, BA= biomasa aérea, BR= biomasa radical.

Los resultados anteriores se calificaron con la adecuación de Sáenz *et al.* (2014) quienes consideran que las plantas de calidad alta son aquellas que presentan ausencia absoluta de características indeseables; las plantas de calidad media aceptan una variable con

calificación de baja calidad; y las plantas de calidad baja son las que presentan dos o más valores de calidad baja.

3.13 Conclusión

El genotipo de durazno prisco de pulpa blanca (DPPB) fue el que presentó la tasa relativa de crecimiento significativamente más rápida, sobresaliendo a los 255 DDS en la altura, diámetro de tallo, número de hojas y ramificaciones; resaltando que estaba listo para injertarse a los 165 DDS. El sustrato de suelo con gallinaza fue la que favoreció significativamente a los genotipos de durazno en las variables de crecimiento.

El genotipo de durazno de pulpa blanca (DPB) obtuvo significativamente la mayor altura a los 315 DDS. El genotipo de DPPB fue el que sobresalió en el diámetro al cuello de la raíz, longitud de raíz, área foliar y fue el que generó mayor cantidad de biomasa, siendo la raíz el órgano con más biomasa que el tallo, ramas y hojas. Los genotipos de durazno de pulpa amarilla (DPA), DPPB y chapeado de pulpa blanca (DCPB) se clasificaron de alta calidad morfológica, destacando en los índices de calidad. El genotipo de DPB se clasificó de calidad media. El sustrato de suelo con gallinaza benefició a las plantas en el diámetro al cuello de la raíz, longitud de raíz, área foliar, formación de biomasa total, así como en los índices de calidad, reflejando plantas de alta calidad morfológica.

La implementación de abonos orgánicos favorece el crecimiento y calidad de las plantas de *Prunus*; por los resultados de este trabajo, es posible utilizar como sustrato el suelo con gallinaza porque mejora las condiciones del suelo y al genotipo de DPPB como

portainjerto, ya que sobresalió en crecimiento y calidad respecto a los demás; anteriormente, en otro estudio, ya se realizaron pruebas de calidad de sus semillas donde sobresalió significativamente en sus dimensiones y vigor. Aún es necesario realizar pruebas de compatibilidad de patrón y variedad a injertar.

3.14 Referencias

- Alvarado, Q. H., & Hernández, A. A. A. (2020). Comportamiento de nueve portainjertos de melocotoneros (*Prunus persica*), de la germinación a la injertación. <https://online.fliphtml5.com/riws/nesu/#p=1>
- Arribillaga, G. D. (2002). Antecedentes técnicos del cultivo del cerezo en Aysén (*Prunus avium*). Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). <https://frutales.files.wordpress.com/2011/01/ce-17-antecedentes-tecnicos-del-cultivo-del-cerezo.pdf>
- Bielsa, B., Sanz, M. Á., & Rubio-Cabetas, M. J. (2021). 'Garnem' and Myrobalan 'P.2175': Two Different Drought Responses and Their Implications in Drought Tolerance. *Horticulturae*, 7(9). <https://doi.org/10.3390/horticulturae7090299>
- Cardenas-Hernandez, J. F., & Fischer, G. (2013). Clasificación botánica y morfología de manzano, peral, duraznero y ciruelo. In D. Miranda, G. Fisher, & C. Carranza (Eds.), *Los frutales caducifolios en Colombia. Situación actual, sistemas de cultivo y plan de desarrollo*. (1a ed., pp. 21–29). 2013. <https://www.researchgate.net/publication/256495323>
- Carrasco, J. J., Riquelme, S. J., & Abarca, R. P. (2017). Manejo de suelos para el establecimiento y cultivo del duraznero. In *Manual de manejo del cultivo de duraznero* (pp. 29–48). <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6702/Bolet%C3%ADn%20INIA%20N%C2%B0%20373?sequence=1&isAllowed=y>

- Dini, M., Raseira, M., Valentini, G., & Zoppolo, R. (2021). Duraznero: Situación actual en Uruguay, Brasil y Argentina. *Agrociencia Uruguay*, 25(NE1). <https://doi.org/10.31285/agro.25.394>
- Eremin, G. V., Podorozhniy, V. N., & Eremina, O. V. (2017). Use of genetic diversity of the genus *Prunus* L. in selection of clonal rootstocks for stone fruit crops and features of their reproduction. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences, Section B: Natural, Exact, and Applied Sciences*, 71(3), 173–177. <https://doi.org/10.1515/prolas-2017-0029>
- Fernández, M. M. R., Pérez-González Salvador, & Mondragón Jacobo, C. (2016). Guía para cultivar duraznero en Tlaxcala. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). (Vol. 41). <https://docplayer.es/70516896-Guia-para-cultivar-duraznero-en-tlaxcala.html>
- Fischer, D. L. de O., Picolotto, L., Rocha, M. S., Souza, A. das G., & Bianchi, V. J. (2016). Influência do período de estratificação em frio úmido sobre a emergência e produção de porta-enxertos de pessegueiro a campo. *Revista da jornada da pós-graduação e pesquisa*, 1–11. <http://revista.urcamp.tche.br/index.php/rcjppg/article/view/1827>
- García-Gallegos, E., Vázquez-Cuecuecha, O. G., Chávez-Gómez, J. A., Hernández-Acosta, E., & López-López, A. (2020). Relación entre parámetros edáficos y criterios de calidad postcosecha de frutos de *Prunus persica* (L.) Batsch por análisis multivariado. *Scientia Agropecuaria*, 11(4), 565–573. <https://doi.org/10.17268/SCI.AGROPECU.2020.04.12>
- Gomez, K. A., & Gomez, A. A. (1984). *Statistical Procedures For Agricultural Research* (JOHN WILEY & SONS, Ed.; 2nd ed.). https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNAAR208.pdf
- Hirzel, J. (2017). Fertilización en cultivo de duraznero. In *Manual de manejo del cultivo de duraznero* (pp. 104–113). <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6702/Bolet%C3%ADn%20INIA%20N%C2%B0%20373?sequence=1&isAllowed=y>

- INEGI. (2010). Instituto Nacional de Estadística y geografía. Compendio de información geográfica municipal 2010. https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/20/20365.pdf
- Loewe, M. V., Pineda, B. G., & Delard, R. C. (2001). Cerezo común (*Prunus avium*): una alternativa para producir madera de alto valor. INFOR. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/26348>
- Menegatti, R. D., Souza, A. das G., & Bianchi, V. J. (2021). Nutritional efficiency for nitrogen, phosphorus and potassium in peach rootstocks. *Journal of Plant Nutrition*, 44(2), 228–237. <https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1806306>
- Menegatti, R. D., Souza, D. G. A., & Bianchi, V. J. (2019a). Estimating genetic divergence between peach rootstock cultivars using multivariate techniques based on characteristics associated with seeds. *Genetics and Molecular Research*, 18(3). <https://doi.org/10.4238/gmr18345>
- Menegatti, R. D., Souza, D. G. A., & Bianchi, V. J. (2019b). Growth and nutrient accumulation in three peach rootstocks until the grafting stage. *Comunicata Scientiae*, 10(4), 467–476. <https://doi.org/10.14295/cs.v10i4.3211>
- Milošević, T., & Milošević, N. (2012). Rootstock-induced changes in the dry matter and carbohydrate contents of bearing shoots and flower buds in two Serbian plum cultivars. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 87(4), 347–352. <https://doi.org/10.1080/14620316.2012.11512875>
- Muñoz, F. H. J., Sáenz, R. J. T., Coria, A. V. M., García, M. J. de J., Hernández, R. J., & Manzanilla, Q. G. E. (2014). Calidad de planta en el vivero forestal La Dieta, Municipio Zitácuaro, Michoacán. *Rev. Mex. de Cienc. For.*, 6(27), 72–89. <https://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v6n27/v6n27a7.pdf>
- NOM-021-RECNAT-2000. (2002). Norma Oficial Mexicana-021-SEMARNAT-2000. <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69255.pdf>

- Ortíz-Rivera, M. I., brambila-Paz, J. de J., Barrera-Islas, D., Arjona-Suárez, E. de J., Torres-Hernández, G., López-Reyna, Ma. del C., & Hernández-Martínez, J. (2020). Opciones técnicas y económicas para mejorar el ingreso de los productores de durazno [*Prunus persica* (L.) Batsch] en el Estado de México. *Agrociencia*, 54(2), 279–293. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7306088>
- Pérez-Romero, L. F., Arroyo, F. T., Santamaría, C., Herencia, J. F., & Daza, A. (2013). Growth, phenology and fruit set of *Prunus armeniaca* L. (cv. Ninfa) grafted on two rootstocks in organic and conventional management. *Horticultural Science*, 41, 101–106. <https://doi.org/https://doi.org/10.17221/46/2014-HORTSCI>
- Pérez, S. (2007). Duraznero. *Ecofisiología, Mejoramiento genético y Manual para su cultivo*. (1a ed.). 2007.
- Petry, H. B., Mazurana, M., Marodin, G. A. B., Levien, R., Anghinoni, I., Gianello, C., & Schwarz, S. F. (2016). Root distribution of peach rootstocks affected by soil compaction and acidity. *Revista Brasileira de Ciencia Do Solo*, 40. <https://doi.org/10.1590/18069657rbc20150135>
- Prieto, R. J. Á., García, R. J. L., Mejía, B. J. M., Huchín, A. S., & Aguilar, V. J. L. (2009). Producción de planta del género *Pinus* en vivero en clima templado frío (INIFAP-SAGARPA, Ed.; 1a ed., Vol. 48). <http://sivicoff.cnf.gob.mx/ContenidoPublico/09%20Manuales%20t%C3%A9cnicos/Lista%20de%20documentos/Viveros%20forestales/Manual%20Produccion%20de%20planta%20de%20Pinus%20en%20vivero.pdf>
- Rodríguez-Ortiz, G., José-Hernández, Y., Enríquez-Del-Valle, J. R., & Campos-Angeles, G. V. (2021). Calidad de plántula de árboles seleccionados de *Leucaena esculenta* en sistema agroforestal. *CIENCIA Ergo-Sum*, 28(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.30878/ces.v28n1a7>
- Rodríguez, T. D. A. (2008). *Indicadores de calidad de planta forestal*. 1ª ed. Mundi-Prensa.
- Sáenz, R. J. T., Muñoz, F. H. J., Pérez, D. C. M. Á., Rueda, S. A., & Hernández, R. J. (2014). Calidad de planta de tres especies de pino en el vivero “Morelia”, estado

de Michoacán. Rev. Mex. de Cienc. For., 5(26), 98–111.
<https://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v5n26/v5n26a8.pdf>

SAS Institute. (2016). Base SAS 9.4 Procedures Guide: Statistical Procedures (Sixth Edition).
https://go.documentation.sas.com/api/collections/pgmsascdc/9.4_3.5/docsets/procstat/content/procstat.pdf?locale=en#nameddest=titlepage

Schmitz, J. D., Pasa, M. da S., Fischer, D. L. de O., Fachinello, J. C., & Bianchi, V. J. (2014). Desempenho de porta-enxertos em diferentes sistemas de cultivo na produção de mudas do pessegueiro 'Chimarrita.' Rev. Ceres, 61, 293–297.
<https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XS2021005851>

Seker, M., Ekinci, N., & Gür, E. (2017). Effects of different rootstocks on aroma volatile constituents in the fruits of peach (*Prunus persica* L. Batsch cv. 'Cresthaven'). New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 45(1), 1–13.
<https://doi.org/10.1080/01140671.2016.1223148>

SIAP. (2021). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Cierre de la producción agrícola. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

SIAP. (2022). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Panorama agroalimentario. <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/panorama-agroalimentario-258035>

Souza, A. das G., Smiderle, O. J., Spinelli, V. M., De Souza, R. O., & Bianchi, V. J. (2016). Correlation of biometrical characteristics of fruit and seed with twinning and vigor of *Prunus persica* rootstocks. Journal of Seed Science, 38(4), 322–328.
<https://doi.org/10.1590/2317-1545v38n4164650>

Souza, A. das G., Spinelli, V. M., De Souza, R. O., Smiderle, O. J., & Bianchi, V. J. (2017). Optimization of germination and initial quality of seedlings of *Prunus persica* tree rootstocks. Journal of Seed Science, 39(2), 166–173. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v39n2171687>

Verma, R. S., Padalia, R. C., Singh, V. R., Goswami, P., Chauhan, A., & Bhukya, B. (2017). Natural benzaldehyde from *Prunus persica* (L.) Batsch. *International Journal of Food Properties*, 20, 1259–1263. <https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1338728>

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES GENERALES

Las semillas de *Prunus* de mayores dimensiones, tienden a ser de mayor peso y a presentar mayor potencial de germinación y vigor. Las semillas de los genotipos de DPPB y DPA sobresalieron significativamente en sus dimensiones y vigor; el DPPB con 98.14% de germinación a los 62 DDE (mayor vigor), en las semillas del genotipo de DPA se observó el 94.44% a los 58 DDE. Los genotipos de DCPB y DPB tuvieron significativamente mayor número de semillas kg^{-1} , pero fueron significativamente bajos respecto a los demás genotipos en el potencial de germinación y vigor.

La implementación de abonos orgánicos favorece el crecimiento y calidad de las plantas de *Prunus*; en este trabajo, la mezcla de suelo con gallinaza fue la que favoreció significativamente mejor el crecimiento y calidad de las plantas, independientemente del genotipo de durazno.

El genotipo de DPPB sobresalió significativamente en crecimiento y calidad respecto a los demás, independientemente del sustrato, por lo que es posible utilizarlo como portainjerto.

El genotipo de DPPB se propone como portainjerto en Benito Juárez, Santa Catarina Lachatao, distrito de Ixtlán de Juárez, ya que fue significativamente sobresaliente en la germinación, crecimiento y calidad de las plantas. En los viveros se puede utilizar como sustrato la mezcla de suelo con gallinaza, ya que favorece significativamente a las plantas.

Es necesario continuar con investigaciones en durazneros sobresalientes, para contar con más variedad en portainjertos adaptados a la región; a su vez, contribuir a la fruticultura local.

Se siguen realizando pruebas de compatibilidad del portainjerto e injerto.

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

La escarificación debe realizarse exactamente cuándo se vayan a poner a germinar las semillas.

Utilizar los estiércoles bien composteados para evitar invasiones de plagas y enfermedades.

Los resultados, sugieren que es recomendable utilizar el genotipo de durazno prisco de pulpa blanca como portainjerto en Benito Juárez, Santa Catarina Lachatao, distrito de Ixtlán de Juárez y en lugares con climas similares.

Continuar con la línea de investigación de portainjertos, ya que en México se carece de información.

CAPÍTULO VII

BIBLIOGRAFÍA GENERAL

- Acosta-Durán, C., Vázquez-Benítez, N., Villegas-Torres, O., Vence, L. B., & Acosta-Peñaloza, D. (2014). Vermicomposta como componente de sustrato en el cultivo de *Ageratum houstonianum* Mill. y *Petunia hybrida* E. Vilm. en contenedor. *Bioagro*, 26(1), 107–114. <http://ve.scielo.org/pdf/ba/v26n2/art05.pdf>
- Alvarado, Q. H., & Hernández, A. A. A. (2020). Comportamiento de nueve portainjertos de melocotoneros (*Prunus persica*), de la germinación a la injertación. <https://online.fliphtml5.com/riws/nesu/#p=1>
- Arribillaga, G. D. (2002). Antecedentes técnicos del cultivo del cerezo en Aysén (*Prunus avium*). Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). <https://frutales.files.wordpress.com/2011/01/ce-17-antecedentes-tecnicos-del-cultivo-del-cerezo.pdf>
- Bielsa, B., Sanz, M. Á., & Rubio-Cabetas, M. J. (2021). ‘Garnem’ and Myrobalan ‘P.2175’: Two Different Drought Responses and Their Implications in Drought Tolerance. *Horticulturae*, 7(9). <https://doi.org/10.3390/horticulturae7090299>
- Bodh, S., Singh, D., Dogra, R. K., & Chauhan, N. (2019). Comparative Response of Some Peach [*Prunus persica* (L.) Batsch.] Accessions for Tree, Foliage and Floral Traits. *International Journal of Economic Plants*, 6(3), 116–121. <https://doi.org/10.23910/IJEP/2019.6.3.0319>

- Cabrera, D., & Rodríguez, P. (2014). Portainjertos para duraznero. In B. J. Soria (Ed.), Manual del duraznero. La planta y la cosecha. (Boletín N° 108, Vol. 108, pp. 61–83). <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8747/1/bd-108-p.61-83.pdf>
- Cardenas-Hernandez, J. F., & Fischer, G. (2013). Clasificación botánica y morfología de manzano, peral, duraznero y ciruelo. In D. Miranda, G. Fisher, & C. Carranza (Eds.), Los frutales caducifolios en Colombia. Situación actual, sistemas de cultivo y plan de desarrollo. (1a ed., pp. 21–29). 2013. <https://www.researchgate.net/publication/256495323>
- Caroca, R., Zapata, N., & Vargas, M. (2016). Efecto de la temperatura sobre la germinación de cuatro genotipos de maní (*Arachis hypogaea* L.). Chilean J. Agric. Anim. Sci., Ex Agro-Ciencia, 32(2), 94–101.
- Carrasco, J. J., Riquelme, S. J., & Abarca, R. P. (2017). Manejo de suelos para el establecimiento y cultivo del duraznero. In Manual de manejo del cultivo de duraznero (pp. 29–48). <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6702/Bolet%C3%ADn%20INIA%20N%C2%B0%20373?sequence=1&isAllowed=y>
- Casas, R. S., & Guerra, C. L. D. (2020). La gallinaza, efecto en el medio ambiente y posibilidades de reutilización. Revista de Producción Animal, 32(3). <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e3611>
- Cortés, J. S., Etchevers, B. J. D., Hidalgo, M. C. M. I., & Navarro, G. H. (2017). Estado nutrimental del agroecosistema rosa (*Rosa* spp.) en la ladera este del Iztaccíhuatl. Terra Latinoamericana, 35(3), 237-246. <https://doi.org/10.28940/terra.v35i3.132>
- De La Cruz, C. J., López, M. E., Zavaleta, S. C., & Gonza, C. A. (2013). Efecto de la estratificación en la germinación de semillas del ciruelo europeo, *Prunus domestica*. REBIOLEST, 1(1), 49–53.

- Dini, M., Raseira, M., Valentini, G., & Zoppolo, R. (2021). Duraznero: Situación actual en Uruguay, Brasil y Argentina. *Agrociencia Uruguay*, 25(NE1). <https://doi.org/10.31285/agro.25.394>
- Eremin, G. V., Podorozhniy, V. N., & Eremina, O. V. (2017). Use of genetic diversity of the genus *Prunus* L. in selection of clonal rootstocks for stone fruit crops and features of their reproduction. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences, Section B: Natural, Exact, and Applied Sciences*, 71(3), 173–177. <https://doi.org/10.1515/prolas-2017-0029>
- Farajollahi, A., Gholinejad, B., & Jonaidi, J. H. (2014). Effects of Different Treatments on Seed Germination Improvement of *Calotropis persica*. *Advances in Agriculture*, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/245686>
- Fernández, M. M. R., Pérez-González Salvador, & Mondragón Jacobo, C. (2016). Guía para cultivar duraznero en Tlaxcala. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). (Vol. 41). <https://docplayer.es/70516896-Guia-para-cultivar-duraznero-en-tlaxcala.html>
- Fischer, D. L. de O., Picolotto, L., Rocha, M. S., Souza, A. das G., & Bianchi, V. J. (2016). Influência do período de estratificação em frio úmido sobre a emergência e produção de porta-enxertos de pessegueiro a campo. *Revista da jornada da pós-graduação e pesquisa*, 1–11. <http://revista.urcamp.tche.br/index.php/rcjppg/article/view/1827>
- García, C. O., Alcántar, G. G., Cabrera, R. I., Gavi, R. F., & Volke, H. V. (2001). Evaluación de sustratos para la producción de *Epipremnum aureum* y *Spathiphyllum wallisii* cultivadas en maceta. *Publicado En Terra*, 19(3), 249–258.
- García-Gallegos, E., Vázquez-Cuecuecha, O. G., Chávez-Gómez, J. A., Hernández-Acosta, E., & López-López, A. (2020). Relación entre parámetros edáficos y criterios de calidad postcosecha de frutos de *Prunus persica* (L.) Batsch por análisis multivariado. *Scientia Agropecuaria*, 11(4), 565–573. <https://doi.org/10.17268/SCI.AGROPECU.2020.04.12>

- Gomez, K. A., & Gomez, A. A. (1984). *Statistical Procedures For Agricultural Research* (JOHN WILEY & SONS, Ed.; 2nd ed.). https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNAAR208.pdf
- González, M., Quiroz, I., García, E., & Gutiérrez, B. (2008). Escarificación química con ácido sulfúrico como tratamiento pregerminativo para semillas de toromiro (*Sophora toromiro* Skotts.). *Ciencia e Investigación Forestal*, 14(1). <file:///C:/Users/Arcelia/Downloads/osandoval,+26523.pdf>
- Gayosso-Rodríguez, S., Sánchez-Hernández, R., Estrada-Botello, M. A., & Lázaro-Díaz, A. (2023). Enmiendas orgánicas en el crecimiento de *Stevia rebaudiana* en Tabasco. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 14(3), 425-435. <https://doi.org/10.29312/remexca.v14i3.3135>
- Hirzel, J. (2017). Fertilización en cultivo de duraznero. In *Manual de manejo del cultivo de duraznero* (pp. 104–113). <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6702/Bolet%C3%ADn%20INIA%20N%C2%B0%20373?sequence=1&isAllowed=y>
- INEGI. (2010). Instituto Nacional de Estadística y geografía. *Compendio de información geográfica municipal 2010*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/20/20365.pdf
- Javanmard, T., Zamani, Z., Keshavarz Afshar, R., Hashemi, M., & Struik, P. C. (2014). Seed washing, exogenous application of gibberellic acid, and cold stratification enhance the germination of sweet cherry (*Prunus avium* L.) seed. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 89(1), 74–78. <https://doi.org/10.1080/14620316.2014.11513051>
- Júnior, W. A., Dos Santos, C. E. M., Silva, da C. J. O., Pimentel, D. L., & Bruckner, H. C. (2008). Período De Estratificação E Desenvolvimento Inicial De Seedlings De Pessegueiro Em Função Do Número De Sementes Por Endocarpo. *Cienc. Agrotec*, 32(3), 828–833.

- Loewe, M. V., Pineda, B. G., & Delard, R. C. (2001). Cerezo común (*Prunus avium*): una alternativa para producir madera de alto valor. INFOR. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/26348>
- López, L. B., Gálvez, A. P., Calleja, P. B., Méndez, G. J., & Ríos, C. J. M. (2018). Sustratos orgánicos en la germinación y crecimiento de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* (Roezli) Shaw en vivero. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(49), 110–124. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i49.156>
- Menegatti, R. D., Souza, A. das G., & Bianchi, V. J. (2021). Nutritional efficiency for nitrogen, phosphorus and potassium in peach rootstocks. *Journal of Plant Nutrition*, 44(2), 228–237. <https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1806306>
- Menegatti, R. D., Souza, D. G. A., & Bianchi, V. J. (2019a). Estimating genetic divergence between peach rootstock cultivars using multivariate techniques based on characteristics associated with seeds. *Genetics and Molecular Research*, 18(3). <https://doi.org/10.4238/gmr18345>
- Menegatti, R. D., Souza, D. G. A., & Bianchi, V. J. (2019b). Growth and nutrient accumulation in three peach rootstocks until the grafting stage. *Comunicata Scientiae*, 10(4), 467–476. <https://doi.org/10.14295/cs.v10i4.3211>
- Milošević, T., & Milošević, N. (2012). Rootstock-induced changes in the dry matter and carbohydrate contents of bearing shoots and flower buds in two Serbian plum cultivars. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 87(4), 347–352. <https://doi.org/10.1080/14620316.2012.11512875>
- Muñoz, F. H. J., Sáenz, R. J. T., Coria, A. V. M., García, M. J. de J., Hernández, R. J., & Manzanilla, Q. G. E. (2014). Calidad de planta en el vivero forestal La Dieta, Municipio Zitácuaro, Michoacán. *Rev. Mex. de Cienc. For.*, 6(27), 72–89. <https://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v6n27/v6n27a7.pdf>
- NOM-021-RECNAT-2000. (2002). Norma Oficial Mexicana-021-SEMARNAT-2000. <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69255.pdf>

- Ortega-Ortega, T., & Vázquez-García, V. (2014). Satureja macrostema: situación ambiental, conocimiento local y roles de género. *Madera y Bosques*, 20(2), 71–86. <https://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v20n2/v20n2a7.pdf>
- Ortíz-Rivera, M. I., Brambila-Paz, J. de J., Barrera-Islas, D., Arjona-Suárez, E. de J., Torres-Hernández, G., López-Reyna, Ma. del C., & Hernández-Martínez, J. (2020). Opciones técnicas y económicas para mejorar el ingreso de los productores de durazno [*Prunus persica* (L.) Batsch] en el Estado de México. *Agrociencia*, 54(2), 279–293. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7306088>
- Osuna-Ceja, E. S., Arias-Chávez, L. E., Núñez-Hernández, G., & González, C. F. (2015). Producción de forrajes de temporal con estiércol bovino y captación de agua en siembra a triple hilera. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(8), 1743–1756. <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v6n8/2007-0934-remexca-6-08-01743-en.pdf>
- Pece, M., Gaillard, C., Acosta, M., Bruno, C., & Saavedra, S. (2010). Tratamientos pregerminativos para tipa colorada (*Pterogyne nitens* Tul.). *Foresta Veracruzana*, 12(1), 17–25. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49720264003>
- Pérez-Romero, L. F., Arroyo, F. T., Santamaría, C., Herencia, J. F., & Daza, A. (2013). Growth, phenology and fruit set of *Prunus armeniaca* L. (cv. Ninfa) grafted on two rootstocks in organic and conventional management. *Horticultural Science*, 41, 101–106. <https://doi.org/https://doi.org/10.17221/46/2014-HORTSCI>
- Pérez, S. (2007). Duraznero. *Ecofisiología, Mejoramiento genético y Manual para su cultivo*. (1ª ed.).
- Petry, H. B., Mazurana, M., Marodin, G. A. B., Levien, R., Anghinoni, I., Gianello, C., & Schwarz, S. F. (2016). Root distribution of peach rootstocks affected by soil compaction and acidity. *Revista Brasileira de Ciencia Do Solo*, 40. <https://doi.org/10.1590/18069657rbc20150135>

- Prieto, R. J. Á., García, R. J. L., Mejía, B. J. M., Huchín, A. S., & Aguilar, V. J. L. (2009). Producción de planta del género *Pinus* en vivero en clima templado frío (INIFAP-SAGARPA, Ed.; 1a ed., Vol. 48). <http://sivicooff.cnf.gob.mx/ContenidoPublico/09%20Manuales%20t%C3%A9nicos/Lista%20de%20documentos/Viveros%20forestales/Manual%20Produccion%20de%20planta%20de%20Pinus%20en%20vivero.pdf>
- Reyes, R. J., Pimienta, de la T. D. de J., Rodríguez, M. J. A., Fuentes, P. M. A., & Palomeque, F. E. (2018). Calidad de planta de *Gmelina arborea* Roxb. producida con diferentes mezclas de sustratos en vivero. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(47), 111–130. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i47.163>
- Rodríguez, I., Adam, G., & Durán, J. M. (2008). Ensayos de germinación y análisis de viabilidad y vigor en semillas. *Agricultura: Revista Agropecuaria y Ganadera*, 912, 836–842. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2767398>
- Rodríguez-Ortiz, G., Aragón-Peralta, R. D., Enríquez-Del-Valle, J. R., Hernández-Hernández, A., Santiago-García, W., & Campos-Ángeles, G. V. (2020). Calidad de plántula de progenies selectas de *Pinus pseudostrobus* Lindl. var. oaxacana del sur de México. *Interciencia*, 45(2), 96–101. <https://www.researchgate.net/publication/339750861>
- Rodríguez-Ortiz, G., José-Hernández, Y., Enríquez-Del-Valle, J. R., & Campos-Angeles, G. V. (2021). Calidad de plántula de árboles seleccionados de *Leucaena esculenta* en sistema agroforestal. *CIENCIA Ergo-Sum*, 28(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.30878/ces.v28n1a7>
- Rodríguez, T. D. A. (2008). *Indicadores de calidad de planta forestal*. 1ª ed. Mundi-Prensa.
- Rodríguez-Vásquez, M. E., Rodríguez-Ortiz, G., Enríquez-del Valle, J. R., Velasco-Velasco, V. A., & Ramírez-Sánchez, S. E. (2018). Caracterización y escarificación de semillas de *Bursera glabrifolia* Kunth colectadas de diferentes árboles semilleros. *CIENCIA Ergo Sum*, 25(2). <https://doi.org/10.30878/ces.v25n2a6>

- Rodríguez, V. M. E. (2016). Germinación de semillas de copal blanco (*Bursera glabrifolia*) en condiciones de laboratorio [Maestría en Ciencias en Productividad en Agroecosistemas]. Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca.
- Rogers, E. E., & Ledbetter, C. A. (2015). Susceptibility to *Xylella fastidiosa* in a first-generation Hybrid from a non-traditional Peach-Almond Cross. In HORTSCIENCE (Vol. 50, Issue 3).
- Sáenz, R. J. T., Muñoz, F. H. J., Pérez, D. C. M. Á., Rueda, S. A., & Hernández, R. J. (2014). Calidad de planta de tres especies de pino en el vivero "Morelia", estado de Michoacán. Rev. Mex. de Cienc. For., 5(26), 98–111. <https://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v5n26/v5n26a8.pdf>
- Sánchez, Q. S. N., Pico, A. J., & Díaz, C. S. E. (2018). Efecto de diferentes concentraciones de giberelina en la germinación y crecimiento longitudinal de *Prunus subcorymbosa* Ruiz ex Koehne. Boletín Semillas Ambientales, 12(1), 174–182. file:///C:/Users/Arcelia/Downloads/malaxechebarria,+Sanchez_Pico_&_Diaz.pdf
- Sánchez-Toledano, B., Zegbe, J., & Kallas, Z. (2019). Tipología de productores de durazno en Zacatecas, México por atributos de calidad del fruto. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 10(3), 743–751. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342019000300743
- SAS Institute. (2016). Base SAS 9.4 Procedures Guide: Statistical Procedures (Sixth Edition). https://go.documentation.sas.com/api/collections/pgmsascdc/9.4_3.5/docset/procstat/content/procstat.pdf?locale=en#nameddest=titlepage
- Schmitz, J. D., Pasa, M. da S., Fischer, D. L. de O., Fachinello, J. C., & Bianchi, V. J. (2014). Desempenho de porta-enxertos em diferentes sistemas de cultivo

- na produção de mudas do pessegueiro 'Chimarrita.' Rev. Ceres, 61, 293–297. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XS2021005851>
- Seker, M., Ekinçi, N., & Gür, E. (2017). Effects of different rootstocks on aroma volatile constituents in the fruits of peach (*Prunus persica* L. Batsch cv. 'Cresthaven'). New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 45(1), 1–13. <https://doi.org/10.1080/01140671.2016.1223148>
- Setu, H., Mosie, T., Firdie, K., Eshete, T., & Sileshi, G. (2020). Influence of Shade and Bed Types on Attaining Optimum Temperature for The Germination of Peach (*Prunus persica* L. Batsch) Seeds at Holetta, Central Ethiopia. Agricultural Science, 2(1), 154–161. <https://doi.org/10.30560/as.v2n1p154>
- SIAP. (2021). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Cierre de la producción agrícola. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- SIAP. (2022). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Panorama agroalimentario. <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/panorama-agroalimentario-258035>
- Souza, A. das G., Smiderle, O. J., Spinelli, V. M., De Souza, R. O., & Bianchi, V. J. (2016). Correlation of biometrical characteristics of fruit and seed with twinning and vigor of *Prunus persica* rootstocks. Journal of Seed Science, 38(4), 322–328. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v38n4164650>
- Souza, A. das G., Spinelli, V. M., De Souza, R. O., Smiderle, O. J., & Bianchi, V. J. (2017). Optimization of germination and initial quality of seedlings of *Prunus persica* tree rootstocks. Journal of Seed Science, 39(2), 166–173. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v39n2171687>
- Souza, A. das G., Smiderle, O. J., Menegatti, R. D., Lima, M. A. C., Neves, T. R., & Bianchi, V. J. (2019). Patents for the physiological quality in seeds of peach rootstock classified by weight and stored for different periods. Recent Patents on Food, Nutrition & Agriculture, 10, 124–130. <https://doi.org/10.2174/2212798410666181120122624>

- Szymajda Marek, & Żurawicz Edward. (2014). Seed genotypes for harvesting seeds in the production of generative rootstocks for peach cultivars. *Horticultural Science*, 41(4), 160–166. <https://doi.org/10.17221/86/2014-HORTSCI>
- Szymajda, M., Sitarek, M., Pruski, K., & Żurawicz, E. (2019). A potential of new peach (*Prunus persica* L.) seed tree genotypes for the production of generative rootstocks. *Scientia Horticulturae*, 256(1), 108618. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108618>
- Thakur, B. (2015). Effect of growth regulator, scarification and thiourea on seed germination in peach (*Prunus persica* L. Batsch) rootstock Flordaguard. *Int. J. Curr. Res. Aca. Rev.*, 3(5), 252–261. <http://www.ijcrar.com/vol-3-5/Bhawna%20Thakur.pdf>
- Toledo, A. H. G., & Puglla, C. J. D. (2018). Valoración nutricional de la gallinaza para alimentación animal y procesos industriales [Centro de Posgrados Maestría en Nutrición y Producción Animal, Universidad de las fuerzas armadas: Innovación para la excelencia]. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/14805/1/T-ESPE-057940.pdf>
- Trejo-Escareño, H. I., Salazar-Sosa, E., López-Martínez, J. D., & Vázquez-Vázquez, C. (2013). Impacto del estiércol bovino en el suelo y producción de forraje de maíz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(5), 727–738. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342013000500006&script=sci_arttext
- Vásquez, J. C., Coello, C. M. M., Pliego, M. L., Zárata, A. G., & Córdova, G. G. (2015). Potencial germinativo de *Lysiloma acapulcense* (Kunth) Bent, una especie de la selva baja caducifolia de la Mixteca Oaxaqueña. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, 2(2), 49–61. <https://www.researchgate.net/publication/303405580>
- Verma, R. S., Padalia, R. C., Singh, V. R., Goswami, P., Chauhan, A., & Bhukya, B. (2017). Natural benzaldehyde from *Prunus persica* (L.) Batsch. *International*

Journal of Food Properties, 20, 1259–1263.
<https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1338728>

Worarad, K., Xie, X., Romainum, I. M., Burana, C., & Yamane, K. (2017). Effects of fluridone treatment on seed germination and dormancy-associated gene expression in an ornamental peach (*Prunus persica* (L.) Batsch). *Horticulture Journal*, 86(3), 317–326. <https://doi.org/10.2503/hortj.OKD-043>

Zegbe, D. J. A., Mena, C. J., Rumayor, R. A. F., Reveles, T. L. R., & Medina, G. G. (2005). *Prácticas culturales para producir durazno criollo en zacatecas* (INIFAP, Ed.; 1a ed., Vol. 15).

Zheng, Y., Crawford, G. W., & Chen, X. (2014). Archaeological evidence for peach (*Prunus persica*) cultivation and domestication in China. *PLoS ONE*, 9(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0106595>