

Crecimiento e índices de la calidad de plantas de durazno (*Prunus* spp.), establecidas en diferentes sustratos bajo condiciones de vivero para seleccionarse como portainjerto

Growth and quality indices of peach (*Prunus* spp.) plants established on different substrates under nursery conditions to be selected as rootstock

Chairez-Aquino, A. Z.¹ , Velasco-Velasco, V. A.² , Enríquez-del Valle, J. R.² ,
Rodríguez-Ortiz, G.² , Ruiz-Luna, J.² 

¹ Estudiante en la División de Estudios de Posgrado e Investigación. Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. Exhacienda de Nazareno, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. C.P. 71233, Oaxaca, México.

² Profesor-investigador en la División de Estudios de Posgrado e Investigación. Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. Exhacienda de Nazareno, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. C.P. 71233, Oaxaca, México.



Please cite this article as/Como citar este artículo: : Chairez-Aquino, A. Z., Velasco-Velasco, V. A., Enríquez-del Valle, J. R., Rodríguez-Ortiz, G., Ruiz-Luna, J. (2024). Growth and quality indices of peach (*Prunus* spp.) plants established on different substrates under nursery conditions to be selected as rootstock. *Revista Bio Ciencias*, 11, e1556. <https://doi.org/10.15741/revbio.11.e1556>

Article Info/Información del artículo

Received/Recibido: September 01th 2023.

Accepted/Aceptado: January 24th 2024.

Available on line/Publicado: February 19th 2024.

RESUMEN

Para garantizar el éxito del cultivo de durazno, es conveniente utilizar portainjertos de calidad, adaptados al lugar de establecimiento. En el presente estudio se evaluó el crecimiento y calidad de las plantas de *Prunus* spp. que se establecieron en diferentes sustratos orgánicos en condiciones de vivero, para seleccionarse como portainjerto. Se estableció un diseño completamente al azar y arreglo factorial 4x4, esto es, factor genotipo de durazno: de pulpa amarilla, prisco de pulpa blanca, pulpa blanca y chapeado de pulpa blanca; factor sustrato: suelo 100 %, suelo 60 % + gallinaza 40 %, suelo 60 % + estiércol bovino 40 %, y suelo 60 % + tierra de monte 40 %. El genotipo de durazno prisco de pulpa blanca mostró significativamente valores más altos en altura de planta (76.87 cm) y diámetro de tallo (7.28 mm). Los genotipos de durazno de pulpa amarilla, prisco de pulpa blanca y chapeado de pulpa blanca se clasificaron de alta calidad morfológica. El genotipo de durazno de pulpa blanca se clasificó de calidad media. El sustrato de suelo con gallinaza fue la mejor condición para obtener plantas de alta calidad morfológica. Es posible utilizar el genotipo de durazno prisco de pulpa blanca como portainjerto, ya que sobresalió en crecimiento y calidad.

PALABRAS CLAVE: Abonos orgánicos, calidad de la planta, crecimiento de durazneros.

*Corresponding Author:

Vicente Arturo Velasco-Velasco. División de Estudios de Posgrado e Investigación. Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. Exhacienda de Nazareno, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. C.P. 71233, Oaxaca, México. Teléfono: (951) 117 1430. E-mail: vicente.vv@voaxaca.tecnm.mx

ABSTRACT

To guarantee the peach cultivation success, it is suitable to use quality rootstocks, adapted to the establishment place. In the present study, the growth and quality of *Prunus* spp. plants established in different organic substrates under nursery conditions were evaluated to be selected as rootstock. A completely randomized design and 4x4 factorial arrangement was employed, strictly speaking, peach genotype factor: yellow flesh, white flesh prisco, white flesh and white flesh veneer; substrate factor: soil 100 %, soil 60 % + chicken manure 40 %, soil 60 % + bovine manure 40 %, and soil 60 % + bush soil 40 %. The white-fleshed prune peach genotype showed significantly higher values for plant height (76.87 cm) and stem diameter (7.28 mm). The yellow-fleshed, white-fleshed prisco, and white-fleshed chape peach genotypes were classified as high morphological quality. The white-fleshed peach genotype was classified as medium quality. The soil substrate with chicken manure was the best condition for obtaining high morphological quality plants. It is possible to use the white-fleshed prune peach genotype as rootstock, since it excelled in growth and quality.

KEY WORDS: Organic fertilizers, plant quality, peach tree growth.

Introducción

El duraznero [*Prunus persica* (L.) Batsch] es originario de China y fue cultivado en Persia, antes de ser introducido en Europa (Cardenas-Hernandez & Fischer, 2013), fue traído 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 al consumo anual per cápita de durazno, que ronda en 1.9 kg (Pérez, 2007; SIAP, 2022). Es ampliamente utilizado en la industria 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). Aun cuando México obtuvo la cosecha más significativa de los últimos cinco años, la creciente demanda interna ocasionó un repunte en la compra internacional (SIAP, 2022).

En México es necesaria la investigación sobre producción de portainjertos, ya que numerosos productores recurren a comprar plantas desconociendo su procedencia. La calidad de las plantas en vivero es un factor clave para tener éxito con el cultivo (Rodríguez, 2008; Dini *et al.*, 2021). 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 absorción 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 generado nuevas variedades en países donde se ubican los principales cultivos productores de frutas de hueso, y alcanzan su máximo potencial, debido a que se crearon principalmente, bajo sus propias condiciones ambientales (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 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 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 (Ortiz-Rivera *et al.*, 2020).

De este modo, mejorar la calidad de las plantas que se producen en el vivero, 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 a lo anterior, el objetivo fue evaluar el crecimiento y calidad de las plantas de *Prunus* spp. que se establecieron en diferentes sustratos orgánicos, en condiciones de vivero con el fin de seleccionarse como portainjerto.

Material y Métodos

Área de estudio

La investigación se realizó en la localidad Benito Juárez, Santa Catarina Lachatao, Oaxaca, México, localizada en la región de la Sierra Norte, 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.

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 ubicó 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), se lavó con agua corriente y se secó en la sombra.

Escarificación y desinfección de la semilla: se extrajo la semilla (almendra) rompiendo cuidadosamente el endocarpio para evitar daños en su estructura, posteriormente, se sumergieron las almendras en agua destilada durante 1 hora, desechando las almendras que flotaron; 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 de plástico (25 x 30 cm) cubiertas con papel absorbente, humedecido con una suspensión de 3.0 g L⁻¹ de fungicida comercial (ingrediente activo: carboxamida). Las charolas se encimaron y se colocaron en una bolsa traslúcida 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 de la semilla.

Diseño experimental y siembra

Se utilizó el diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial 4x4, esto es, factor genotipo: duraznos de DPA, DPPB, DCPB y 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 (entre los 53 y 62 días después de la siembra), 48 por cada genotipo, se sembraron individualmente en bolsas de polietileno de 25 cm x 30 cm, y se colocaron en un vivero con cubierta de malla sombra al 50%. Al suelo utilizado se le determinó potencial de hidrógeno (pH), conductividad eléctrica (CE) (dS m⁻¹), 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.

Variables evaluadas durante 8 meses

La primera obtención de datos se realizó 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 [(tamaño final- tamaño inicial) /8] de cada variable.

Variables evaluadas 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 Java 8; peso fresco 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 alojaron 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): Índice de robustez o índice de esbeltez

$$= \frac{\text{altura (cm)}}{\text{diámetro (mm)}} ; \text{Relación altura/Longitud de raíz (AL/LR)} = \frac{\text{altura (cm)}}{\text{longitud de raíz (cm)}} ; \text{Índice de calidad de}$$

Dickson (IDC) =
$$\frac{\text{peso seco total (g)}}{\frac{\text{altura (cm)}}{\text{diámetro (mm)}} + \frac{\text{biomasa seca aérea (g)}}{\text{biomasa seca de raíz (g)}}}$$
 Relación biomasa seca aérea y biomasa seca raíz

(R Bsa/Bsr) =
$$\frac{\text{biomasa seca aérea (g)}}{\text{biomasa seca de raíz (g)}} .$$

Análisis estadístico

Los datos se sometieron a una prueba de homogeneidad de Bartlett y normalidad de Shapiro-Wilk, aquellos que no cumplieron con estos supuestos fueron diámetro de tallo, número de hojas, ramificaciones, peso seco de raíz, tallo, hoja, peso seco total, área foliar e índice de Dickson, los cuales se transformaron con $\log(x+1)$ y se realizaron los análisis de varianza. Posteriormente, con los datos no transformados se efectuó la comparación de medias Duncan ($p \leq 0.05$) para las variables morfológicas y las tasas de crecimiento, y 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) versión 9.4 (SAS Institute, 2016).

Resultados y Discusión

Características físicas y químicas de los sustratos

Los sustratos utilizados mostraron pH de moderadamente ácido a neutro (Tabla 1). Estos resultados coinciden con Loewe *et al.* (2001) que sugieren utilizar para *Prunus avium* sustratos con pH de moderadamente ácido a neutro. En Zacatecas, el mayor productor de durazno en México (SIAP, 2022), el pH del suelo donde se desarrollan los durazneros oscila entre 6.8 a 7.8 (Fernández *et al.*, 2016), esto se debe a que cada especie demanda diferentes condiciones

edáficas. La CE del suelo utilizado sin mezclarse fue 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 colectó el suelo está muy cercana al bosque de coníferas (aproximadamente 50 m).

El suelo presentó una textura franco arenosa y es aceptable para que se desarrollen de forma adecuada las plantas de *Prunus* (Loewe *et al.*, 2001; Hirzel, 2017). El duraznero es una especie que se adapta bien a suelos profundos y de buen drenaje (García-Gallegos *et al.*, 2020), a diferencia de establecerse en suelos arcillosos, esto es, muy compactos y con excesiva humedad (Carrasco *et al.*, 2017).

Tabla 1. Algunas características físicas y químicas de los sustratos.

Análisis	Suelo				Referencia
M.O. (%)	4.22				§4-5%
C.O. (%)	2.45				
Textura	Franco arenosa				§§+Franco arenosa a arenosa
Sustratos					
	S0= 100 % de suelo	S1=60 % de suelo + 40 % de gallinaza	S2=60 % de suelo + 40 % de estiércol bovino	S3=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. S0= Sustrato 0, S1= Sustrato 1, S2= Sustrato 2, S3= Sustrato 3. §(Fernández *et al.*, 2016), §§(Loewe *et al.*, 2001), *(NOM-021-RECNAT-2000, 2002), +(Hirzel, 2017), FA= en suelos franco arenosos.

VARIABLES MORFOLÓGICAS Y TASAS RELATIVAS DE CRECIMIENTO A LOS 8 MESES DDS

Los análisis de varianza (Tabla 2) 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 tuvo efecto altamente significativo ($p \leq 0.01$) 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 & Gomez, 1984). Mientras que la tasa relativa de crecimiento de las ramificaciones fue mayor al 8 %, esto se debe a la heterogeneidad del comportamiento de cada planta, donde tuvieron una influencia los sustratos utilizados. 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.

Para que un duraznero pueda ser injertado se requiere alcanzar un DT de 5 a 6 mm (Alvarado & Hernández, 2020; Pérez, 2007). Todos los genotipos de durazno alcanzaron, a los 195 días después de la siembra (DDS) diámetros superiores a 5 mm, inclusive, el genotipo de durazno prisco de pulpa blanca (DPPB) alcanzó el DT indicado a los 165 DDS (Figura 1).

En otros estudios, se reportó que plantas de durazno de cultivar Capdeboscq alcanzaron el DT apropiado para ser injertadas hasta los 240 DDS, en sistema tradicional (Fischer *et al.*, 2016). Mientras que los cultivares Capdeboscq y Okinawa Roxo alcanzaron el DT (7.14 mm y 6.23 mm) para injertarse a los 154 DDS (Schmitz *et al.*, 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, sustrato, volumen del contenedor, fertilización, entre otros aspectos.

Tabla 2. 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, \sqrt{CME} = raíz del 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 $\ln(x+1)$.

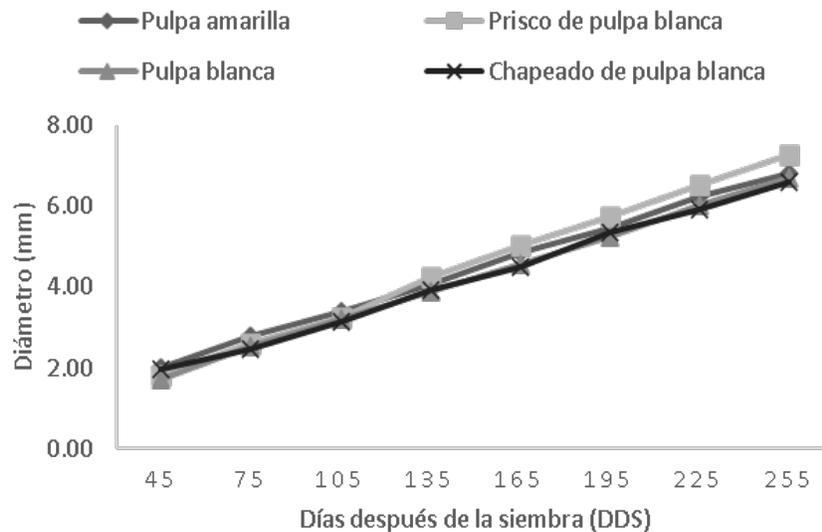


Figura 1. Diámetro de tallo (a 10 cm de altura) de diferentes genotipos de durazno durante 8 meses de edad.

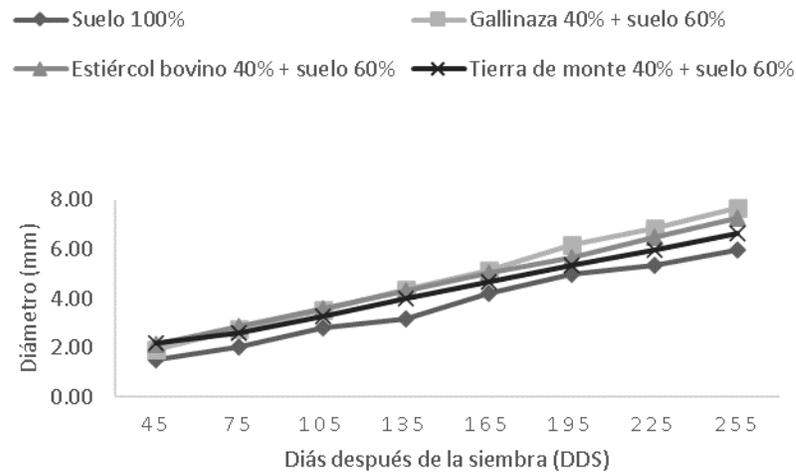


Figura 2. Efecto los sustratos en el diámetro de tallo (a 10 cm de altura) de diferentes genotipos de *Prunus* durante 8 meses de edad.

El sustrato a partir de la mezcla de suelo con gallinaza permitió el mayor DT (a 10 cm de altura) de 7.67 mm a los 255 DDS (Figura 2). Las plantas establecidas en los sustratos de suelo con gallinaza y suelo con estiércol bovino, fueron las que desarrollaron tallos con diámetros superiores a 5 mm a los 165 DDS; que, en consecuencia, las plantas ya estaban listas para injertarse (Pérez, 2007; Alvarado & Hernández, 2020).

El genotipo de DPA y DPPB alcanzaron valores superiores en altura (Tabla 3), que es una característica conveniente cuando estas plantas sean establecidas en campo, y sean más competitivas con las arvenses que las 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 DPB obtuvo el mayor número de hojas; el genotipo de DPPB presentó el mayor DT a 10 cm de altura y número de ramificaciones a los 8 meses de edad; por otro lado, 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 (Schmitz *et al.*, 2014). El genotipo de DPPB presentó las mayores tasas relativas de crecimiento mensual en altura, diámetro, número de hojas y ramificaciones (Tabla 3). De este modo, tuvo mayor generación de biomasa; lo que favorece el crecimiento de las plantas al establecerse en campo (Prieto *et al.*, 2009).

Las plantas establecidas en los sustratos de suelo con gallinaza y de suelo con tierra de monte, mostraron la mayor altura (Tabla 4); la mezcla de suelo con gallinaza tuvo el mayor efecto en el diámetro, número de hojas, ramificaciones y las tasas relativas de crecimiento de las plantas. Por otro lado, las plantas establecidas en suelo, tuvieron menores efectos en las variables evaluadas, quizás por contar con un pH de 5.7, lo que hace más difícil la disponibilidad de nutrientes esenciales.

Tabla 3. Variables de crecimiento de cuatro genotipos de Prunus a los 8 meses después de la siembra.

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

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

Variables morfológicas e índices de calidad a los 10 meses de crecimiento en vivero

En el análisis de varianza (Tabla 5) para las variables morfológicas e índices de calidad, se encontró 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 ($p > 0.05$); 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 & Gomez, 1984).

Tabla 4. 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 ± 0.56 ^c	77.09 ± 1.03 ^a	72.25 ± 0.59 ^b	78.50 ± 0.69 ^a
Diámetro (DT; mm)	5.86 ± 0.01 ^d	7.67 ± 0.10 ^a	7.24 ± 0.03 ^b	6.63 ± 0.05 ^c
Número de hojas (NH)	41.29 ± 0.18 ^d	75.68 ± 0.61 ^a	60.18 ± 0.43 ^b	58.04 ± 0.35 ^c
Ramificaciones (RAM)	6.81 ± 0.11 ^d	23.46 ± 0.40 ^a	15.35 ± 0.16 ^c	16.91 ± 0.14 ^b
TR-CAL (cm/mes)	6.81 ± 0.06 ^c	7.68 ± 0.09 ^a	6.87 ± 0.09 ^c	7.28 ± 0.08 ^b
TRC-DT (mm/mes)	0.62 ± 0.01 ^d	0.81 ± 0.01 ^a	0.73 ± 0.01 ^b	0.65 ± 0.01 ^c
TRC-NH (NH/mes)	4.48 ± 0.07 ^d	8.21 ± 0.06 ^a	5.85 ± 0.07 ^b	5.31 ± 0.06 ^c
TRC-RAM (RAM/mes)	1.00 ± 0.01 ^d	4.11 ± 0.09 ^a	2.71 ± 0.06 ^c	3.00 ± 0.01 ^b

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

Tabla 5. 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, \sqrt{CME} = raíz del cuadrado medio del error, **altamente significativo ($p \leq 0.01$), ^{ns} no significativo ($p > 0.05$). Datos transformados + ln (x+1).

Para garantizar buena sobrevivencia y vigor en la plantación, sólo las plantas saludables con buen crecimiento y balance entre las biomásas, deben ser establecidas en campo (Rodríguez, 2008; Menegatti *et al.*, 2021). Para el factor genotipo (Tabla 6), el DPB mostró la mayor altura (A); por lo puede ser más competente con la vegetación herbácea y arbustiva, pero esto no garantiza su sobrevivencia 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, 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 lo que puede garantizar mayor resistencia al doblamiento y tolerancia a daños por plagas (Sáenz *et al.*, 2014). El genotipo de durazno prisco de pulpa blanca (DPPB) mostró 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 sobrevivencia y crecimiento (Rodríguez, 2008; Muñoz *et al.*, 2014; Rodríguez-Ortiz *et al.*, 2021).

El genotipo de DPPB fue el que generó la mayor cantidad de biomasa aérea (BA) y biomasa radical (BR), esto refleja el buen desarrollo que logró la planta en vivero. Al respecto, Prieto *et al.* (2009) señalan que, la biomasa tiene correlación con la sobrevivencia y el crecimiento de las plantas en campo. 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) mencionaron que las plantas de alta calidad con hábito de crecimiento cespitoso en especies forestales, presentan una relación de $A/DC \geq 8.0$, $BA/BR \geq 0.15$ y $A/LR \leq 2.5$; todos los genotipos de durazno alcanzaron una relación superior en A/DC y BA/BR , por lo que se consideran de alta calidad de acuerdo a los indicadores mencionados. Sin embargo, con el indicador de A/LR solo los genotipos de DPA, DPPB y DCPB se consideraron de alta calidad, presentando valores ≤ 2.5 , al mismo tiempo, el genotipo de DPB presentó un valor superior, lo que reflejó un crecimiento desproporcional entre la parte aérea y el sistema radical de la planta, por lo que se clasificó de calidad baja

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 valores de $ID \geq 0.50$, 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 entre los genotipos de durazno. El genotipo de DPPB mostró mayor área foliar (1293 cm^2).

El sustrato de suelo con gallinaza mostró mayor efecto significativo sobre la altura, el diámetro y producción de biomasa (Tabla 7). De acuerdo con los criterios que mencionan Sáenz *et al.* (2014) el sustrato mencionado anteriormente influyó para obtener plantas de alta calidad en los indicadores: A/DC , A/LR , BA/BR y el ID. Las plantas que estuvieron en este sustrato crecieron proporcionalmente entre la parte aérea y el sistema radical, por lo que pueden ser establecidas en campo (Menegatti *et al.*, 2021).

Los sustratos mostraron diferencias significativas (Tukey, $p \leq 0,05$) 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.

Tabla 6. 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 ± 1.50 ^c	88.71 ± 3.63 ^b	92.78 ± 3.82 ^a	82.09 ± 2.18 ^d
Diámetro (DC; mm)	7.62 ± 0.23 ^c	8.51 ± 0.34 ^a	7.87 ± 0.27 ^b	7.86 ± 0.37 ^b
Longitud de raíz (LR; cm)	34.50 ± 0.92 ^c	40.06 ± 1.89 ^a	36.12 ± 1.21 ^b	34.12 ± 0.88 ^c
Biomasa de tallo (g)	6.75 ± 0.76 ^d	10.06 ± 1.89 ^a	9.12 ± 1.36 ^b	7.37 ± 0.99 ^c
Biomasa de ramas (g)	4.68 ± 0.63 ^c	6.56 ± 1.12 ^a	5.50 ± 1.12 ^b	5.50 ± 0.83 ^b
Biomasa de hojas (g)	4.87 ± 0.47 ^b	6.62 ± 1.24 ^a	6.87 ± 1.11 ^a	5.25 ± 0.64 ^b
Biomasa de raíz (BR; g)	11.37 ± 0.87 ^d	17.00 ± 2.35 ^a	14.06 ± 1.95 ^b	12.25 ± 1.47 ^c
Biomasa de aérea (BA; g)	16.31 ± 1.78 ^d	23.25 ± 4.21 ^a	21.50 ± 3.57 ^b	18.12 ± 2.46 ^c
Biomasa de total (BT; g)	27.68 ± 2.52 ^d	40.25 ± 6.53 ^a	35.56 ± 5.53 ^b	30.37 ± 3.93 ^c
Índice de esbeltez (A/DC)	11.21 ± 0.29 ^b	10.44 ± 0.19 ^c	11.76 ± 0.24 ^a	10.67 ± 0.40 ^c
Relación A/LR	2.41 ± 0.04 ^{ab}	2.25 ± 0.09 ^c	2.56 ± 0.07 ^a	2.41 ± 0.04 ^b
Relación BA/BR	1.36 ± 0.10 ^a	1.23 ± 0.07 ^b	1.42 ± 0.06 ^a	1.43 ± 0.04 ^a
Índice de Dickson	3.95 ± 0.34 ^c	5.09 ± 0.68 ^a	4.43 ± 0.51 ^b	4.51 ± 0.53 ^b
IL= BT/PFT	36.15 ± 0.67 ^a	36.78 ± 0.54 ^a	36.85 ± 0.78 ^a	36.08 ± 0.27 ^a
Área foliar (cm ²)	836 ± 96 ^c	1293 ± 240 ^a	1153 ± 292 ^b	774 ± 124 ^d

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

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

Letras distintas en la misma fila representan diferencias significativas (Tukey, $p \leq 0,05$). La media se incluye ± 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 indeseable; y las plantas de calidad baja son las que presentan dos o más valores indeseables.

Conclusiones

El genotipo de durazno prisco de pulpa blanca presentó la tasa relativa de crecimiento más rápida, sobresaliendo a los 255 DDS en la altura, diámetro de tallo, número de hojas y ramificaciones; resaltando que estaba preparado para injertarse a los 165 DDS. El genotipo de durazno de pulpa blanca obtuvo la mayor altura a los 315 DDS. El genotipo de durazno prisco de pulpa blanca 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.

Los genotipos de durazno de pulpa amarilla, prisco de pulpa blanca y chapeado de pulpa blanca se clasificaron de alta calidad morfológica, destacando en los índices de calidad. El genotipo de durazno de pulpa blanca se clasificó de calidad media.

El sustrato de suelo con gallinaza favoreció el crecimiento de los genotipos de durazno evaluados. Este sustrato 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 del presente trabajo, se sugiere utilizar como sustrato el suelo con gallinaza para el crecimiento de plantas de durazno en vivero y al genotipo de durazno prisco de pulpa blanca como portainjerto, ya que sobresalió en crecimiento y calidad respecto a los demás.

Contribución de los autores

Conceptualización del trabajo, AZCA, VAVV, JREV, GRO; desarrollo de la metodología, AZCA, VAVV, GRO, JRL; manejo de software, AZCA, GRO, VAVV; validación experimental, VAVV, GRO, JRL; análisis de resultados, AZCA, VAVV; manejo de datos, AZCA, GRO, VAVV; escritura y preparación del manuscrito, AZCA, VAVV; redacción, revisión y edición, AZCA, VAVV, JREV.

Todos los autores de este manuscrito han leído y aceptado la versión publicada del mismo.

Financiamiento

Esta investigación no recibió financiamiento externo.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías por la beca otorgada para estudios de maestría en ciencias de Arcelia Zurani Chairez Aquino (número de becario 1154236).

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

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 Miranda, D., Fischer, G., & Carranza, C. 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), e394. <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/rcjgpg/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>
- Instituto Nacional de Estadística y geografía [INEGI]. (2010). 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. *The 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. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 6(27), 72–89. <https://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v6n27/v6n27a7.pdf>
- NOM-021-RECNAT-2000. (2002). NORMA Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudio, muestreo y análisis. <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69255.pdf>
- Ortiz-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(3), 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/10.1590/18069657rbcs20150135>
- 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.’ *Revista 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>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. (2021). Cierre de la producción agrícola. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. (2022). 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(sup2), 1259–1263. <https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1338728>