FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

UDE
UNIVERSIDAD DE LA EMPRESA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

"RESPUESTA AL ANEGAMIENTO DE PORTAINJERTOS DE PERAL"

TUTORES:

Roberto Zoppolo

Ernesto Babulgia

TESISTA:

Victoria Dodera

TESIS presentada como uno de los requisitos para obtener el título de Ingeniero Agrónomo

Montevideo

2019

Tesis aprobada por:

Nombre completo y firma

Nombre completo y firma

Nombre completo y firma Nota final:

Fecha:

Autor:

Nombre completo y firma

Nombre completo y firma

Nombre completo y firma

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ciencias Agrarias por darme la oportunidad de ser profesional.

A INIA Las Brujas por la oportunidad de realizar mi tesis de grado y brindarme todo su apoyo durante el transcurso del mismo.

A, Andrés Coniberti, Danilo Cabrera, Pablo Rodriguez Carolina Leoni, Carolina Fasciolo y Facundo Ibañez de la sección de Fruticultura de INIA Las Brujas.

A todo el personal de campo de la sección de Fruticultura destacando el apoyo constante de Gerardo Casella, Ruben Nuñez, Richard Franco, Richard Ashfield, Carlos Bonilla, Luis Silvera y Martin Gervacini.

A Andres Beretta (MGAP) y German Fernández (UDE) por sus aportes y tiempo.

A mis directores de tesis, Roberto Zoppolo, Ernesto Babuglia y Antonio Formento, por brindarme su tiempo, paciencia y dedicación.

A mis amigas/os, por su apoyo y contención.

A mi familia por el incondicional apoyo en el transcurso de mi carrera desde el primer día hasta el final.

Dedicado especialmente a mi hija Milagros y a la memoria de mi hermano Alejandro.

TABLA DE CONTENIDOS

HOJA DE APROBACIÓN I

AGRADECIMIENTOS II

TABLA DE CUADROS III

1. RESUMEN 12

2. INTRODUCCIÓN 14

3. REVISIÓN BIBILIOGRÁFICA 17

3.1. PROPÁGACIÓN DEL PERAL 17

3.2. PORTAINJERTOS UTILIZADOS EN LA PROPAGACIÓN DEL PERAL 19

3.3 PORTAINJERTOS UTILIZADOS EN URUGUAY 22

3.4 ESTRÉS EN PLANTAS 24

3.4.1 El ESTRÉS ABIÓTICO POR ANEGAMIENTO 26

4. OBJETIVO GENERAL 32

4.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 32

5. MATERIALES Y MÉTODOS 32

5.1 PREPARACIÓN GENERAL DE LOS MATERIALES 32

5.2 MANEJO GENERAL DEL ENSAYO 38

5.3 DISEÑO ESTADÍSTICO 41

6. RESULTADOS OBTENIDOS 42

6.1. INCREMENTOS EN EL CRECIMIENTO LONGITUDINAL DE LAS RAMAS **42**

6.1.1. Efecto del tipo de sustrato sobre el incremento de crecimiento longitudinal de las ramas de los distintos portainjertos 43

6.1.2. Efecto del régimen hídrico sobre el crecimiento de los distintos portainjertos 43

6.1.3. Incremento del crecimiento longitudinal de los distintos portainjertos 45

6.1.4. Estudio de los efectos interactivos 46

6.2. INCREMENTO EN EL CRECIMIENTO DIAMETRAL DEL CRECIMIENTO LONGITUDINAL DE LAS RAMAS **53**

6.2.1. Efectos del tipo de sustrato sobre el incremento del diámetro de los líderes de los distintos portainjertos 54

6.2.2. Efecto del régimen hídrico sobre el incremento del crecimiento diametral de los distintos portainjertos 55

6.2.3. Incremento del crecimiento del diámetro de los distintos portainjertos 55

6.2.4. Estudio de los efectos interactivos 57

6.3. PESO FRESCO DE LA BIOMASA EXTRAÍDA CON LA PODA **61**

6.3.1. Efecto del tipo de sustrato sobre el peso de poda extraído a los distintos portainjertos 61

6.3.2. Efecto de los regímenes de anegamiento sobre el peso de biomasa extraída a los distintos portainjertos 62

6.3.3. Peso de biomasa extraída con la poda realizada a cada uno de los distintos portainjertos 62

6.3.4. Efectos interactivos 63

7. DISCUSIÓN 68

8. CONCLUSIONES 71

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 72

10. ANEXOS 76

ÍNDICE DE CUADROS.

- Cuadro 1. Características más importantes de los portainjertos francos (Carrera,1996)……pág 21
- Cuadro 2. Características más importantes de los portainjertos francos (Carrera, 1996) …….. pág 22
- Cuadro 3. Efecto del régimen hídrico sobre el incremento de la longitud del eje de los portainjertos ……pág 45
- Cuadro 4. Efecto de la interacción entre el sustrato y el anegamiento sobre el crecimiento de los diferentes genotipos ensayados ……..……..pág 47
- Cuadro 5. Efecto del régimen hídrico y el genotipo, sobre el crecimiento longitudinal, en centímetros, del brote de los distintos portainjertos ……..……pág 51
- Cuadro 6. Efecto del tipo de sustrato de trasplante, del régimen hídrico y de los genotipos ensayados, sobre el incremento del crecimiento en longitud alcanzado por los líderes de las plantas. ……..……pág 53
- Cuadro 7. Efecto del tipo de sustrato de y del genotipo, sobre el incremento, en centímetros en la longitud del líder de los portainjertos……...pág 56
- Cuadro 8. Efecto de los régimenes hídricos sobre el crecimiento del diámetro del líder de los distintos genotipos. ……..pág 58
- Cuadro 9. Efecto de la interacción entre el sustrato y el régimen hídrico sobre el diámetro de todos los genotipos ……..……..……..……..pág 60
- Cuadro 10. Efecto del régimen hídrico sobre el crecimiento de los distintos tipos de genotipos, en condiciones de exterior. ……..pág 61

- Cuadro 11. Efecto del tipo de sustrato de trasplante, del regímen hídrico y de los genotipos ensayados sobre el incremento del diámetro alcanzado por los líderes de las plantas. ……..pág 63
- Cuadro 12. Valores medios de biomasa extraída en los distintos regímenes hídricos. ……..pág 64
- Cuadro 13. Efecto de la interacción entre el Sustrato y del régimen hídrico, sobre el peso de poda extraído a todos los genotipos ……..pág 66
- Cuadro 14. Efecto del régimen hídrico y los distintos genotipos ensayados, sobre el peso de biomasa extraída ……..pág 67

INDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Anatomía de la zona de unión de uno de los tantos tipos de injertos que se pueden emplear en la propágación de los perale……pág 19.
- Figura 2. Peral propágado sobre membrilllero, con intermediario o "filtro" de peral Beurré Hardy……pág 24.
- Figura 3. Factores y/u organismos que pueden producir condiciones de estrés en las plantas……pág 26.
- Figura 4. Diferentes situaciones a que pueden estar sometidas las plantas debidas a los excesos de los niveles de agua a que ellas o partes de ellas, habrán de quedar sometidas……..pág 28.
- Figura 5. Modificaciones metabólicas y fisiológicas y respuestas adaptativas adoptadas por las plantas frente a condiciones de estrés provocadas por situaciones de hipoxia y/o anoxia……pág 31.
- Figura 6. Baldes de PVC, de 20 litros de capacidad, utilizados para el ensayo……pág 36.
- Figura 7 Mezclado del medio de trasplante utilizado……pág 36.
- Figura 8. Macetas indicando orificio de drenaje……pág 35.
- Figura 9. Portainjertos trasplantados……..pág 37.
- Foto 10. Aclimatación de las plantas, durante dos meses en condiciones de exterior……pág 38.
- Figuras 11 y 12 Distribución de los recipientes en el campo…..pág 38.
- Figuras 13 y 14. Instalación del sistema de riego……pág 39.
- Figura 15. Lider conducido con un tutor individual……pág 40.

- Figura 16. Vista general del mantenimiento del ensayo a 2 meses de instalado …….pág 41.
- Figura 17. Balanza Precisa utilizada en el ensayo……..……..….pág 43.
- Figura 18. Efecto del tipo de sustrato sobre el incremento en longitud, en centímetros. …….pág 44.
- Figura 19 Lenticelas hipertrofiadas desarrolladas sobre el período de anegamiento de 30 días en el membrillero BA 29. ……..……..……pág 46.
- Figura 20. Efecto del sustrato y del régimen hídrico sobre el incremento de crecimiento longitudinal de los cinco portainjertos. ……..….pág 46.
- Figura 21. Efecto del tipo de sustrato de trasplante y del genotipo, sobre el incremento, en centímetros, en longitud de los portainjertos..…..….pág 49.
- Figura 22. Genotipos luego de finalizados los tratamientos de oferta hídrica en sustrato esterilizado y no esterilizado. (Arriba de iz. a der. tratamientos de 7, CC, 30 en sustrato no esterilizado. Debajo de iz. a der. 7, CC, 30 en sustrato esteriliado)……..…pág 50.
- Figura 23. Efecto del tipo de sustrato sobre el crecimiento en diámetro de los distintos genotipos ensayados……pág 55.
- Figura 24. Efecto del sustrato y del régimen hídrico sobre el crecimiento diametral del brote de los cinco portainjertos ……..pág 56.
- Figura 25. Efecto del tipo de sustrato de trasplante y del genotipo de los materiales ensayados sobre el diámetro de su eje. ……..……pág 59.
- Figura 26. Efecto del peso, en gramos, de biomasa extraída a los diferentes portainjertos. ……....pág 62.
- Figura 27. Pesos, de biomasa extraída a los distintos genotipos …….pág 63.
- Figura 28: Efecto del tipo de sustrato y material genético, sobre el peso de la biomasa extraída con la poda ……..……..pág 65

1. RESUMEN

El cultivo de peral es de importancia para la economía uruguaya. Uno de los problemas que se debe mejorar en este cultivo es el del portainjerto a emplear, entre otras cosas, en lo que tiene que ver con la capacidad de tolerar condiciones de humedad excesiva en el suelo.

A estos efectos se condujo en INIA Las Brujas Estación Experimental ‘’Wilson Ferreira Aldunante”, un experimento en macetas, para conocer las respuestas de cinco portainjertos: dos membrilleros, Adams y BA 29; dos híbridos, Old Home x Farmingdale en sus selecciones N° 40 y 333 y un franco de *Pyrus calleryana*, para evaluar su tolerancia a condiciones de anegamiento. Para ello se aplicaron tres régimenes hídricos de 0, 7 y 30 días de inundación en macetas.

La información obtenida en el primer ciclo vegetativo indica que bajo el régimen de 30 días de anegamiento, el crecimiento de los portainjertos en longitud, fue menor al obtenido en condiciones de capacidad de campo. Sin embargo no se identificaron diferencias significativas de crecimiento para los distintos genotipos de portainjertos. Tampoco surgieron diferencias significativas en el incremento de diámetro de tronco, ni debido al régimen hídrico, al sustrato ni a los portainjertos utilizados.

En la poda realizada al final del primer ciclo de crecimiento , se encontró una diferencia significativa entre el valor de *P. calleryana,* OH F 40 y membrillero Adams con respecto al membrillero BA29, siendo el peso de poda del *Pyrus* cuatro veces mayor que el BA29.

Estos resultados deben considerarse como primarios y este experimento debería conducirse por varios ciclos más, a los efectos de poder expresar las respuestas de estos portainjertos de forma más discriminada.

Palabras claves: *Pyrus communis*, estrés abiótico, condición hídrica**.**

2. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el sector agrícola se encuentra abocado a encontrar soluciones productivas, donde el estrés de tipo abiótico es una de las problemáticas más importantes que debe resolver, entre otros, para el cultivo del peral.

La tendencia mundial, en la última década, muestra una disminución del área plantada de este cultivo que se asocia a la sobreproducción a nivel mundial a partir de inicios de los ’90 y a problemas de índole sanitario en zonas productoras del Hemisferio Norte (Giosa, 2002).

Este cultivo es de importancia para Uruguay, por el buen comportamiento productivo que alcanza en las condiciones del sur del país, por su rol relevante en la composición de las opciones alimentarias de la población, por su incidencia en la economía del sub-sector granjero y por su aporte al ingreso de divisas como rubro exportable.

Esta producción caducifolia está concentrada fundamentalmente en el área sur del país, en los departamentos de Montevideo, Canelones, San José y Colonia.

Según la información de la Dirección de Investigación en Economía Agraria (DIEA), del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, para la zafra 2017-2018, hay plantadas en Uruguay unas 5,4 miles de hectáreas de frutales de hoja caduca, de las cuales 2.677 (50%) son con manzanos, 1.388 con durazneros (el 26%), 767 con perales (14%), 252 con ciruelos (5%), 169 con membrilleros (3%) y el 2% restante, 159, con nectarinos. El 93% de la superficie total, está ocupada por montes en producción.

El destino mayoritario de esta producción, es el de abastecer el mercado interno. En la zafra 2017-2018, el 84,6% de la misma se comercializó para consumo en fresco con volúmenes que oscilaron alrededor de 37.675 tt para las manzanas y de 4986 tt para las peras (DIEA 2018).

En los últimos años, la investigación nacional está profundizando en los estudios relativos al comportamiento de algunas especies frutales, como el caso del peral, incorporando al medio productivo plantas tolerantes o con mayor adaptación a determinadas condiciones abióticas así como también, a la ocurrencia de sucesos climáticos extremos.

Hoy en día, el sector agropecuario se encuentra abocado a definir su estrategia productiva, teniendo en cuenta el fenómeno del cambio climático. Es por lo tanto importante poder predecir y adaptarse a estas condiciones climáticas que la producción frutícola tiene o tendrá que enfrentar. Por lo tanto es importante poder contar, entre otros, con portainjertos para propágar perales adaptados a estos cambios, teniendo en cuenta que los daños no son solo a nivel productivo, sino que las consecuencias que esto ocasiona se ven y verán reflejadas en la rentabilidad económica de las empresas del sector y por lo tanto del país todo (Portal Frutícola, 2018).

En el período comprendido entre 2012 y 2013, los técnicos de Fruticultura de la estación experimental INIA-“Wilson Ferreira Aldunate” de Las Brujas, del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), cita en la localidad de Las Brujas, del departamento de Canelones, se llevó a cabo un relevamiento para estudiar el estado de los montes de perales, en ocho predios del departamento y de los propios experimentos instalados en el campo de la Estación Experimental. De ese relevamiento se puede extraer la siguiente información:

a. cinco de los ocho predios presentaron problemas de perales muertos, que osciló entre el 0,5 y el 5.0 por ciento, y

b. en los relevamientos realizados en la propia estación experimental, un 12% presentaron problemas importantes de crecimiento, si bien no llegaron a causar su muerte.

Por esta razón, se instaló en febrero de 2018, un experimento macetero, en el campo de la Estación Experimental ‘Wilson Ferreira Aldunate’ para estudiar el comportamiento de diferentes portainjertos para la propagación del peral, que incluyó cinco genotipos, a saber:

dos híbridos de *Pyrus communis,* Old Home por Farmingdale en sus selecciones: OH X F40 y OH X F333, dos materiales de *Cydonia oblonga:* el BA-29 y el Membrillero Adams y un franco de *Pyrus calleryana*.

Este experimento se instaló para poder evaluar la respuesta de distintos portainjertos a ser utilizados en la propagación del peral que deberán producir bajo condiciones de exceso de humedad en el suelo.

3. REVISIÓN BIBILIOGRÁFICA

El peral *Pyrus communis* L. (Rosácea), es un árbol de hoja caduca, de porte erguido y tendiente a la verticalidad que tiene hojas de forma ovalada o elíptica, glabras, de borde aserrado y de color verde claro. Sus inflorescencias están localizadas preferentemente (dependiendo del cultivar y de la edad de los árboles), en estructuras especiales llamadas bolsas que se originan por la acumulación de reservas en las zonas de inserción de los pedúnculos de los frutos. Presentan flores hermafroditas, pentámeras, con cinco sépalos y cinco pétalos de color blanco, con numerosos estambres y anteras de color rojo. En nuestro país, la variedad más cultivada, la Williams Bon Chretien (o Francesa), se comporta prácticamente como partenocárpica. Entre los materiales de este género, se conocen en el país, dos: los del peral europeo, que son los que predominan y los de los perales asiáticos de relativamente reciente introducción. Esta especie se originó en los montes de Europa oriental y Asia Menor y existe información que establece que sus frutos han sido parte de la dieta del ser humano, desde la antigüedad (Agustí, 2014).

3.1. PROPAGACIÓN DEL PERAL

Entre los diferentes métodos de propagación utilizada para perales está el de la propagación vegetativa o asexual, por medio de la injertación, que se realiza uniendo el cambium de una parte del árbol que se quiere para la producción de los frutos y que recibirá el nombre de injerto, con el de otro que pasará a constituirse en el sistema radical del mismo y que se conoce como portainjerto (Agustí, 2014 y Fig.1).

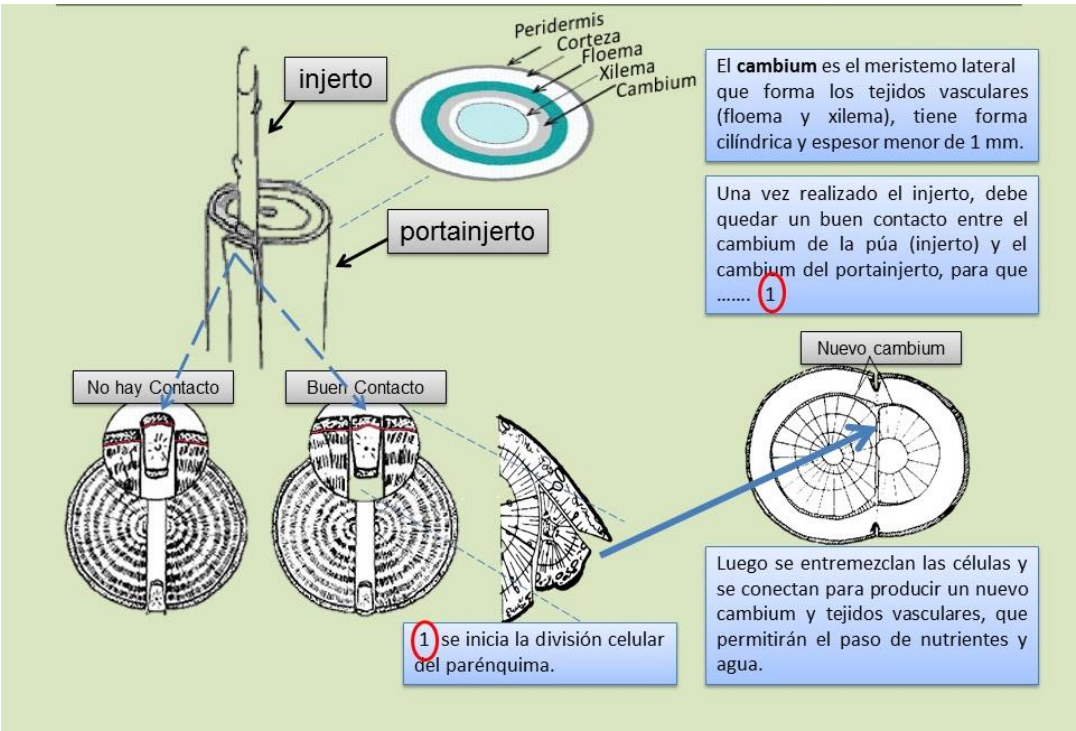


Figura 1. Anatomía de la zona de unión de uno de los tantos tipos de injertos que se pueden emplear en la propágación de los perales

Fuente: Tomado de: Agrotecnia 2017

Presumiblemente, el hombre ideó el método de la propágación a través de la enjertación, a partir de la observación de los injertos naturales que se producían entre las ramas de los árboles. Éstas, al frotarse entre sí por efecto del viento, dejan expuestas las áreas cambiales que entrando en contacto generan, con el tiempo establecen una unión fuerte (Sozzi, 2007).

Agustí (2014), establece que es importante tener los conocimientos y considerar la importancia que implica realizar un injerto, dado que son dos individuos (el portainjerto y la variedad), fenotípica y genotípicamente diferentes y donde cada uno aporta sus características individuales para definir el comportamiento agronómico de la combinación realizada.

El profesor Hartmann (cit. por Sozzi, 2007), establece al respecto:

“injertar es el arte de unir partes de plantas de manera tal que se liguen y continúen su crecimiento como una sola planta”.

Es una técnica antigua, de la que existen evidencias que prueban su utilización por los chinos, ya en el año 1000 A.C.

Según Sozzi (2007), establece que la injertación permite y/o facilita:

- “perpetuar clones que no pueden ser propágados por otras vías,
- obtener los beneficios que aportan ciertos portainjertos,
- cambiar la variedad cultivada en las plantas en cultivo,
- acelerar el crecimiento y la producción de las plantas injertadas,
- estudiar enfermedades de origen virósico,
- reparar plantas dañadas por causas diversas, y
- obtener formas especiales de crecimiento”.

3.2. PORTAINJERTOS UTILIZADOS EN LA PROPAGACIÓN DEL PERAL

Felipe (cit. por Agustí, 2014) establece que los portainjertos más utilizados en el cultivo del peral son los francos y los membrilleros.

a. Portainjertos francos. Los portainjertos denominados francos son los que se obtienen por semilla.

Carrera (1996), sostiene que existen diversas especies del género *Pyrus* que pueden ser utilizadas para la obtención de portainjertos francos tanto para perales europeos como para perales asiáticos. Las especies del género *Pyrus* que se han utilizado en alguna medida en nuestro país, son: *P. calleryana* y *P. betulaefolia.* Ambas son especies de origen oriental.

Estos materiales presentan las siguientes ventajas y desventajas Carrera (1996). (Cuadro 1)

Cuadro 1. Características más importantes de los portainjertos francos. (Carrera, 1996).

Ventajas	Desventajas
• resistencia notable la clorosis férrica, • adaptación a todo tipo de suelos, • afinidad perfecta con todas las variedades, • muy buen anclaje, • buena resistencia al frío invernal, • buena eficiencia productiva del árbol adulto, • gran longevidad, • fáciles de obtener y • buena sanidad general.	• vigor muy grande inferido para la mayoría de las variedades injertadas, • lenta entrada en producción, • heterogeneidad de las plantas en vivero, • retraso en la maduración de los frutos, • inferior calidad de los frutos respecto al membrillero y • sensibilidad a *Agrobacterium tumefaciens* y ataque de nemátodos.

Agustí (2014) establece que estos portainjertos pueden cultivarse incluso en suelos con pH entre 8.0 y 8,5 y contenidos de caliza activa de hasta el 12%.

b. Portainjertos de membrillero. Entre los portainjertos más utilizados en el país, se encuentran los membrilleros que también han sido utilizados desde la antigüedad, sobre todo en Europa Occidental, como ser los que pertenecen a los tipos de *Angers* y de *Provence,* propios de estas zonas de Francia y de las que toman su nombre.

Aunque existen ciertas diferencias en el comportamiento de ambos tipos, todos presentan ventajas y desventajas comunes propias de la especie a la que pertenecen (cuadro 2).

Cuadro 2. Características más importantes de los portainjertos de membrillero según Carrera (1996).

Ventajas	**Desventajas**
• Expresan buena eficiencia productiva, • promueven la reducción del vigor, • aumentan la precocidad • promueven mayor calidad del fruto • las plantaciones son más homogéneas, • establecen buena adaptación a suelos arcillosos, por lo que aumentan la resistencia a la asfixia radical, • facilitan la propagación, • expresan buen desarrollo en vivero y facilitan el trasplante y • se comportan bien respecto a enfermedades del suelo y otros problemas fitopatológicos.	• presentan mala afinidad de injerto con algunas variedades importantes, del peral • son sensibles a la clorosis férrica, al frío invernal y a la sequía, • expresan mala adaptación a los suelos arenosos y en general a aquellos poco fértiles y • tienen un anclaje escaso que obliga en muchas ocasiones a entutorar el árbol.

Por otra parte, la estación experimental inglesa de East Malling, seleccionó un membrillero, el *Malling C,* que presenta caractrerísticas morfológicas diferentes a los demás grupos, pero similares a aquellos obtenidos por la siembra de semillas procedentes de la región del Cáucaso (Carrera,1996).

Actualmente puede decirse que de las varias poblaciones de membrilleros que existen en el mundo, solamente cuatro tipos son los que se propagan comercialmente para ser empleados como portainjertos a ser utilizados en la propagación del peral*:* los de *Angers,* los de *Provence*, el *Membrillero BA 29 y el membrillero C*, entre ellos el BA 29 es el más vigoroso y además, el que entra más rápido en producción (Carrera, 1996).

3.3 PORTAINJERTOS UTILIZADOS EN URUGUAY

La propagación de los perales, en el país, se vino realizando mayoritariamente usando la técnica de injertación sobre el membrillero. Luego y debido a sus problemas de afinidad se sustituyó, en una pequeña extensión, por la injertación pero utilizando, primero al *P. betulaefolia* y luego al *P. calleryana.* En los últimos tiempos y a iniciativa de los técnicos de la E. E. INIA "W. Ferreira Aldunate" de Las Brujas, se están introduciendo al cultivo, los híbridos obtenidos en EE.UU entre Old Home x Farmingdale, en sus selecciones 40 y 333. De acuerdo a Agusti 2014, los portainjertos de esta serie superan además al franco de *P. communis* en cuanto a su resistencia al decaimiento del peral y al fuego bacteriano. A continuación se detallan los diferentes materiales de propagación vegetativa que se vienen utilizando:

a. Propágación sobre membrillero. Esta metodología se viene utilizando desde hace mucho tiempo, que da una unión poco afín debido, entre otras cosas, a que ambos materiales pertenecen a géneros diferentes: el primero, al género *Pyrus* y el segundo, al género *Cydonia.*

Por este motivo es que, para mejorar la implantación de los perales así propagados, se utilizó, la técnica del "afrancamiento" o sea, la de instalar los árboles en el campo colocando el injerto por debajo de la superficie del suelo y de esta manera permitiendo que pueda también emitir sus raíces. Posterior a esta técnica se vio la necesidad de incorporar portainjertos enanizantes y menos vigorosos. Para que el árbol expresara un vigor limitado, fue necesario corregir la profunidad de plantación, cuidando en estos casos que no se diera el afracnamiento del cultivar. De esta manera se hizo frecuente observar los problemas de afinidad del portainjerto de membrillero con el injerto de Williams.

b. Propágacion sobre portainjertos francos de *P. calleryana* y *P.betulaefolia.* Se utilizaron estos portainjertos del género *Pyrus* dado que presentan mayor afinidad porque son de la misma especie. Estos le infieren al árbol un vigor mayor que en el caso de los membrilleros, que puede llegar a ser excesivo y además producir frutas de un tamaño menor.

c. Propágación con "filtro" Hoy en día, la combinación *peral / filtro / membrillero,* sin afrancar, es la más recomendada cuando se quiere obtener precocidad, eficiencia de producción y calidad de fruta (Cabrera y Rodríguez, 2012) (Figura 2).

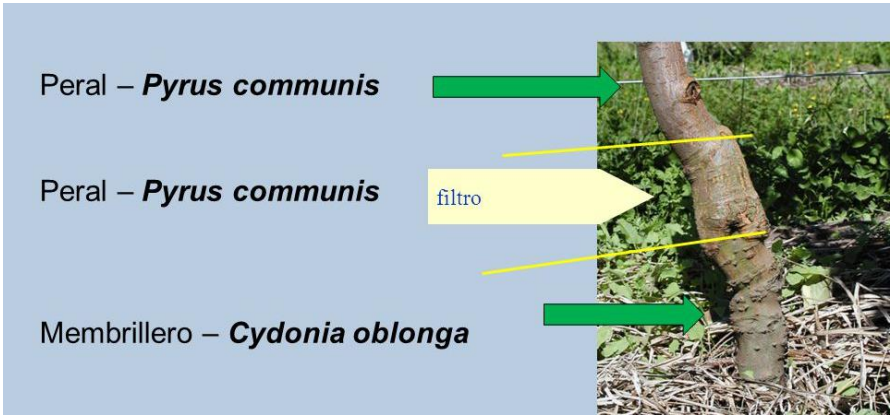


Figura 2. Peral propágado sobre membrilllero, con intermediario o "filtro" de peral Beurré Hardy.

Fuente: Zoppolo, 2012.

Dada la necesidad de poder contar en el medio con portainjertos adecuados que permitan mantener las ventajas y evitar de alguna manera los inconvenientes antes planteados, es que a partir de trabajos avanzados, e investigación se ha podido obtener materiales del género *Pyrus* para utilizar como injertos intermediarios, tal el caso de los cultivares: Old Home y Beurré Hardy.

d. Propagación sobre portainjertos clonales. Otra de las alternativas es en base a materiales de la especie *Pyrus* que tienen un menor vigor que los tradicionales. Aparecen como promisorios materiales inicialmente identificados

como híbridos de Old Home x Farmingdale que generan una planta de tamaño mediano y mayor precocidad y que no presentan problemas de compatibilidad.

3.4 ESTRÉS EN PLANTAS

Las plantas forman parte de un ambiente general que las contiene, que es cambiante e inestable, que puede llegar a estresarlas.

Benavides (2002), define al estrés como una desviación significativa de las condiciones óptimas para la vida. Como respuesta a dicha desviación, ocurren cambios en todos los niveles funcionales del organismo, cambios que pueden ser reversibles o permanentes. Aún si la condición de estrés es temporal, es normal que la vitalidad de la planta se vea disminuida entre tanto se realicen los ajustes requeridos para la nueva situación. Si el estrés es demasiado intenso o si el periodo de acción es demasiado largo, los daños latentes se transforman en daños irreversibles que pueden afectar a la planta entera o partes de la misma y hasta causarle la muerte.

De acuerdo a Azcón Bieto y Talón (2008), cuando se hace referencia a una situación determinada de estrés, ésta puede ser del tipo biótico o abiótico. El estrés abiótico es ocasionado por factores externos a la planta como pueden ser la lluvia, la temperatura, la humedad etc.; en tanto que el estrés biótico, causado por agentes patógenos, como virus u hongos. (Figura 3)

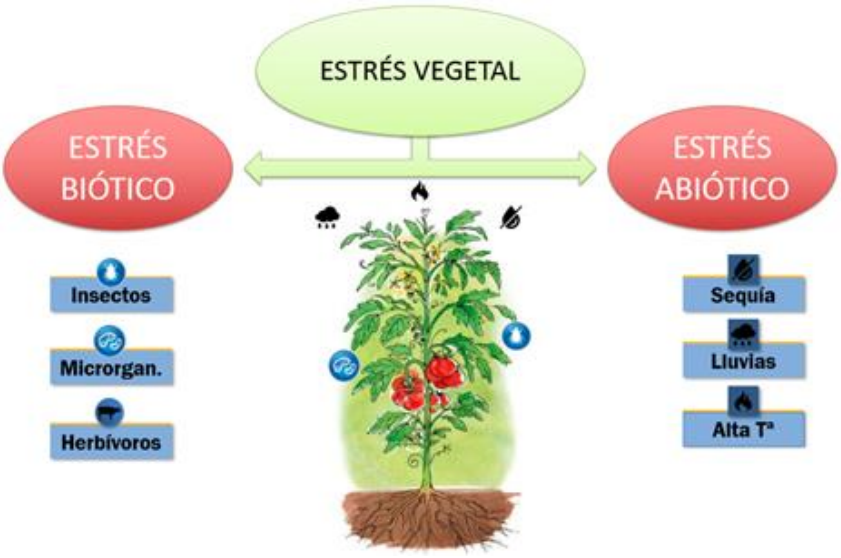


Figura 3. Factores y/u organismos que pueden producir condiciones de estrés en las plantas

Fuente: Tomado de: Caballero 2017.

Las manifestaciones fisiológicas del estrés engloban el conjunto de respuestas moleculares que son inducidas o modificadas por uno o varios factores ambientales. Los estados de estrés inducidos por factores ambientales como la temperatura, la sequía y/o la salinidad, tienen como factor común su efecto sobre el estado hídrico de las plantas (Benavides, 2002).

De acuerdo al grado de estrés que el factor produzca sobre las plantas, estas pueden iniciar un proceso de adaptación a las mismas, por medio de un proceso bioquímico molecular que es respuesta a la transducción. Se entiende por tal, al proceso por el cual las plantas perciben las señales de factores ambientales estresantes y las transmiten a las células para adoptar respuestas adaptativas y/o de autodefensa.Para que esto ocurra, se necesita de una *"vía o cascada de señalización"* (Benavides, 2002).

Varios autores dedicados al estudio de este tema (Peña 2014, Pardos 2004), establecen que las plantas pueden llegar a sufrir condiciones de estrés en su propia fisiología por, variaciones de temperatura externa (altas o bajas), por deficiencias y/o excesos de determinados iones en el complejo arcilla-humus en el que crecen, o por condiciones impuestas por el grado de humedad a las que están expuestas, como sequía o anegamiento. Por otra parte, las

condiciones de anoxia promueven la proliferación de microorganismos anaeróbicos que transforman sobretodo la materia orgánica en compuesto que pueden ser tóxicos para las plantas como el metano (Portal Frutícola s.f).

Las respuestas de las plantas ante el estrés varían de acuerdo a la especie de planta, al genotipo, a la edad y a la duración del tiempo a que la planta queda sujeta a las condiciones tóxicas para ellas como la producción de metano.

El estrés por anegamiento e inundación de las plantaciones se ha constituido así en un factor abiótico que puede llegar a limitar, de forma irreversible, tanto el crecimiento y el desarrollo de las plantas, como su productividad (Baracaldo et.al. 2014).

3.4.1 El estrés abiótico por anegamiento

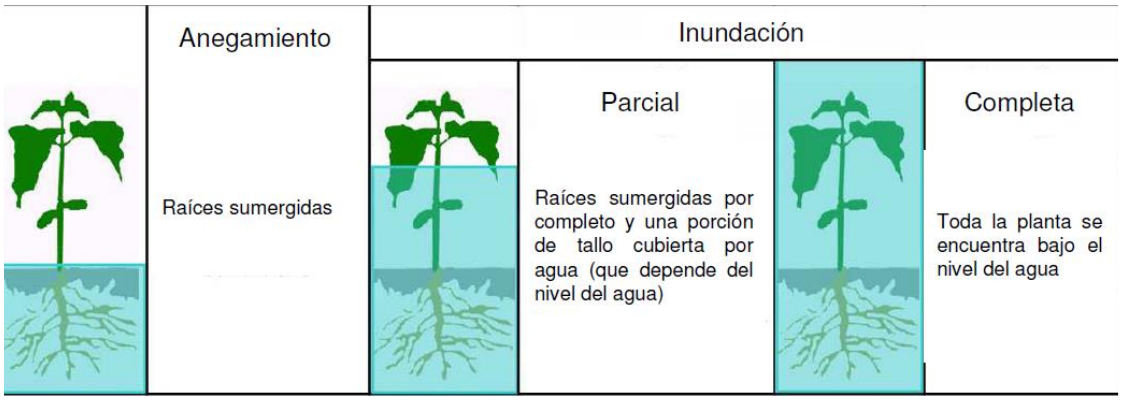
Como mencionan Bailey-Serres y Voesenek, (2008) y Colmery Voesenek (2009), (cit. por Rodriguez 2014), las inundaciones se constituyen en un tipo de estrés ambiental que afecta, en todo el mundo, a los ecosistemas naturales y artificiales, debido a los efectos negativos que provocan en la mayoría de las plantas terrestres, al dificultar su crecimiento y hasta ocasionarles la muerte.

La inundación del suelo pone en marcha una variedad de procesos físicos, químicos y biológicos que alteran la capacidad de los suelos para sostener el crecimiento de las plantas (Kozlowski, 1997).

Por lo tanto es importante tener bien definidos los conceptos que hacen referencia al anegamiento y a la inundación. En este sentido es necesario puntualizar que:

a. cuando se habla de anegamiento, se hace referencia a que solo las raíces de las plantas se encuentran en un entorno anaerobio impuesto por la falta de oxígeno; en tanto que cuando se habla de las condiciones de inundación, se entiende que existe una capa de agua por encima de la superficie del suelo que puede provocar la inmersión parcial o completa de las plantas. El efecto que esta condición habrá de provocar en las plantas frente a un mismo nivel de elevación del agua, dependerá

de la etapa de desarrollo en que se encuentre y del hábito de crecimiento de la misma (Stricker, 2012) (Figura 4).



- Figura 4. Diferentes situaciones a que pueden estar sometidas las plantas debidas a los excesos de los niveles de agua a que ellas o partes de ellas, habrán de quedar sometidas.

Fuente: Tomado de: Rodriguez, M. E. s.f.

Pardos (2004), sostiene que los efectos sobre las plantas del exceso de agua en el suelo están en función de la especie, (las angiospermas son más tolerantes que las gimnospermas), de la edad de los árboles (los árboles maduros son más tolerantes que los jóvenes), de la duración de la condición del estrés, (el encharcamiento prolongado durante un período vegetativo largo puede ser letal), de la periodicidad de la acción y de la época del año, (las plantas son más sensibles durante el periodo vegetativo).

Bailey-Serres y Voesenek, (2008) establecen que la inundación es un estrés de tipo abiótico en el que la producción de oxígeno, que antes se encontraba de forma disponible para la planta, comienza a disminuir y en consecuencia, a afectar la captación de la energía luminosa por las hojas.

En América Latina, más del diez por ciento de los suelos cultivables (11,3%), presenta drenajes pobres principalmente porque la fisiografía propia del lugar promueve el desarrollo de niveles freáticos altos que pueden llegar a provocar, por un lado inundaciones de distinto tiempo de duración y por el otro, condiciones de aguas superficiales estancadas (Baracaldo et.al. 2014).

En su artículo sobre investigación agraria, Pardo 2004 cita a Rusell (1977), y quien resalta que los períodos de lluvia intensas y prolongadas, acompañados de un drenaje lento del suelo, generan, un inadecuado suministro de energía así como también, cambios físicos, químicos y biológicos de importancia y negativos para el crecimiento vegetal. El principal de ellos es la falta de oxígeno en el medio radical que trae aparejado, la producción de substancias tóxicas como son los ácidos orgánicos, los hidrocarburos gaseosos, el etileno y la pérdida de compuestos solubles de nitrógeno y desequilibrios en otros nutrientes debido a la actividad microbiana anaeróbica (Walker 1975 y Portal Frutícola, s.f.).

A pesar de que la saturación de suelo es la causa más ocurrente de anaerobiosis, no se tiene siempre el mismo efecto ya que en esto incide la conductividad hidráulica del mismo. Es así que suelos saturados y con buena conductividad hidráulica pueden suministrar oxígeno a las plantas a través del agua más superficial que está suficientemente aireada.

A través de la evolución, las plantas fueron desarrollando sus propios mecanismos biológicos para percibir las condiciones del ambiente que las rodea y poder reaccionar rápidamente ante los retos que les impone el ambiente (Agustí, 2014).

El estrés ocasionado por anegamiento no se debe asociar a un estrés primario, dado que el potencial hídrico no origina cambios en las plantas. Es por esto que se entiende que se produce un estrés secundario por la anoxia que sí provoca el exceso de agua.

Por otra parte Khondaker-Ozawa, (cit. por Gerhard Fischer, 2014), argumentan que el exceso de agua en el suelo crea deficiencias de oxígeno en la zona de la raíz, llegando a disminuir su crecimiento normal. El estrés por inundación hace que, a nivel fisiológico, las plantas muestren algunos patrones asociados al crecimiento ya sea que se aceleren, se frenen o se detengan, efecto que variará según la especie de la que se trate. Esto sucede, según Blomy Voesenek (1996), por el tipo de respuesta que presente la planta a esa determinada situación de estrés.

El impacto a nivel fisiológico en las plantas que sufren un estrés por exceso de agua prolongado se desencadena, a nivel bioquímico, a través del pasaje de la fase aeróbica de la respiración a la fase anaeróbica, que puede afectar de forma importante el potencial energético de las células. (Martínez et al. 2012).

Es así que en la fase de respiración aeróbica, las plantas producen treinta y seis moléculas de ATP por molécula de glucosa metabolizada, en tanto que cuando un organismo pasa a una respiración por la vía glicolítica, por cada molécula de glucosa pueden obtener nada más que dos moléculas de ATP.

Esta situación si bien es negativa para las plantas aeróbicas en general, explica por qué algunas plantas toleran la situación y es porque pueden continuar creciendo a esos bajos niveles de producción de energía, sin ser afectadas irreversiblemente (Ashaf, 2012).

Una vez que las plantas se ven sometidas a una inundación ya sea prolongada o por períodos cortos desarrollan, a través del potencial fisiológico o de sus mecanismos de tolerancia, raíces finas que se incrementan sobre la superficie del agua por su condición de mejor aerobiosis, transportando así el oxígeno fotosintético, mínimo y necesario para su metabolismo normal. Sobre el eje del tallo se pueden observar también, el desarrollo de lenticelas, que facilitan la captación de oxígeno atmosférico a través de estas (Armstrong et al.; 1994).

La adecuación de las plantas a las condiciones del estrés ocasionado por anegamiento, se realiza en forma gradual y en una transición, que se caracteriza por ser primero de normoxia (el contenido de oxigeno en el suelo es suficiente), luego de hipoxia (disminución del oxígeno disponible para la céluas), para terminar, en una condición de anoxia (falta total de oxigeno en el suelo debido a encharcamiento prolongado). Según Shaffer (2006), esto es un proceso lento y progresivo, durante el cual las plantas se van adaptando a la fase anaeróbica.

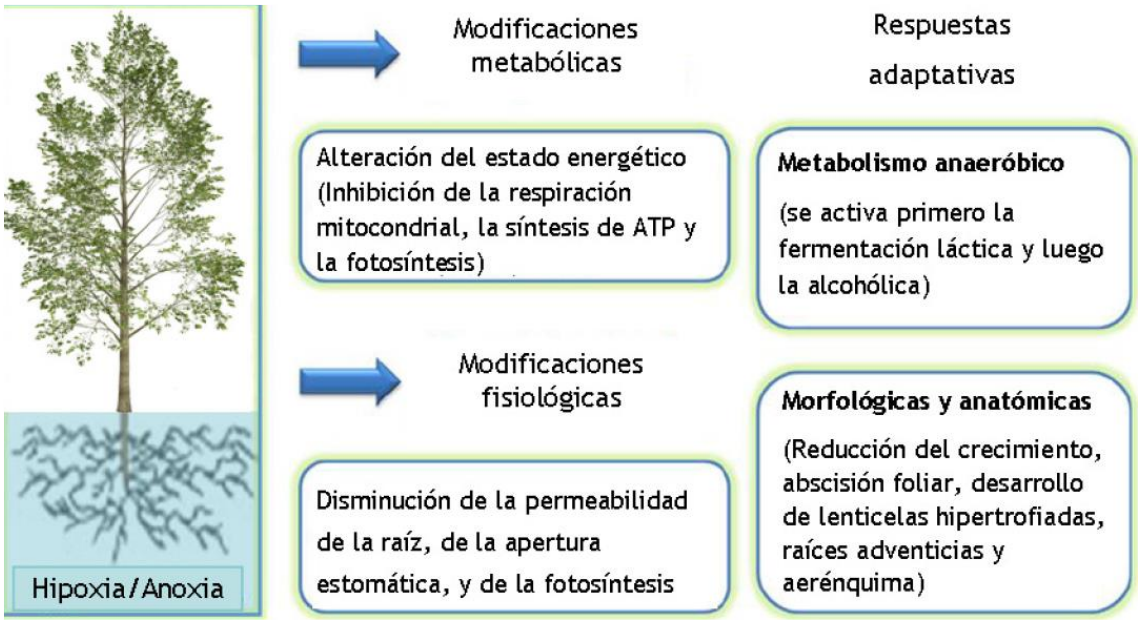


Figura 5. Modificaciones metabólicas y fisiológicas y respuestas adaptativas adoptadas por las plantas frente a condiciones de estrés provocadas por situaciones de hipoxia y/o anoxia.

Fuente: Rodriguez (s.f.)

Sozzi (2007) establece además que la severidad del daño dependerá del momento del año en que se produce el estrés, lo que está estrechamente relacionado al grado de actividad que las plantas estén desarrollando en ese momento y siendo menos importante durante su estado de reposo y más importante durante el crecimiento de primavera verano.

Casierra & Vargas, (cit. por Jarma et al. 2015), señalan que la abscisión y la senescencia prematura de las hojas causadas por la inundación, se explica por los desórdenes internos de las plantas que se expresan por medio de desequilibrios hormonales y por la restricción en la disponibilidad de ATP.

Luego del ajuste metabólico que la planta realiza, comienza una serie de cambios externos e internos para sobrevivir largos periodos de hipoxia. Por ejemplo, los álamos (*Populus deltoides*. Marsh) forman lenticelas hipertrofiadas y generan raíces adventicias, como consecuencia del anegamiento (Jiménez et.al. 2012).

De todo lo que antecede, las plantas deben crecer y desarrollarse en condiciones de equilibrio adecuado y estable con el ambiente, a los efectos de

poder expresar, de la mejor manera, su potencial genético y producir frutos de calidad.

Es posible que, si se producen condiciones de estrés anóxico durante períodos más allá de lo que los perales pueden soportar, se produzcan bajas en los rendimientos y pérdidas de calidad en los frutos obtenidos que podrían llegar a comprometer la rentabilidad del cultivo que se realiza bajo nuestras condiciones.

4. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la respuesta, en condiciones de exterior, de diferentes portainjertos para la propagación del peral que crecen en distintas condiciones de anegamiento.

4.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS

Evaluar el:

a. incremento del crecimiento longitudinal de las ramas (líder y ramas secundarias) de las plantas,

b. incremento del diámetro del líder de las plantas,

c. peso de la biomasa extraída con la poda, y

d. efecto de la condición sanitaria del suelo sobre la respuesta de los distintos portainjertos bajo ensayo.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la sede de la estación experimental INIA-"Wilson Ferreira Aldunate" del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), en la localidad de Las Brujas, en el departamento de Canelones, con coordenadas geográficas de latitud, 34° 40' S., de longitud, 56° 20' W., y de altitud: 32 m. s.n.m.

5.1 PREPARACIÓN GENERAL DE LOS MATERIALES

La preparación de los materiales para este ensayo se llevó a cabo en el campo (en condiciones de exterior), y comenzó en diciembre del 2017; se llevó a cabo en cuatro etapas a saber: la de preparación del medio de plantación y la selección de las plantas a utilizar, el transplante, la aclimatación de las plantas y la instalación del experimento.

Este ensayo será conducido durante varios ciclos de crecimiento y se informan aquí solo los resultados obtenidos en el primer ciclo de crecimiento, el que finalizó en mayo de 2018.

Etapa 1. Preparación del medio de trasplante y elección de genotipos de portainjertos a utilizar.

a) Suelo para el trasplante, se utilizó suelo extraído de un área con historia de plantación de frutales y donde se registraron muerte de perales. Una parte del mismo fue esterilizado, por el método de vapor y presión, durante seis (6) horas, a la temperatura de 150°C, utilizando para ello un equipo Autoclave de Sustratos con capacidad para 240 litros.; La otra parte, no recibió ningún tipo de tratamiento el que corresponde al tratamiento no esterilizado.

b) Selección de las plantas.

Los genotipos que se eligieron para el ensayo fueron: el OH-F40, el OH-F333, el membrillero BA-29, el membrillero Adams y el *Pyrus calleryana.*

Estas plantas, de seis meses de edad, fueron obtenidas por distintos métodos: los membrilleros por el método de cultivo “in vitro” en el laboratorio de cultivo de tejidos y los demás portainjertos, por “enraizamiento de estacas” en el vivero, ambos de la Estación Experimental de INIA, Wilson Ferrerira Aldunate de Las Brujas.

b.1) Caracteristicas de los portainjertos seleccionados.

- BA 29:

  Características del portainjerto: Mayor tolerancia a la clorosis férrica que el resto de membrilleros, por lo que se ha difundido notablemente por el sur de Europa. Vigor medio-alto, superior en un 15-20% al EM-A. Buen anclaje, superior al de EM-A. Menor sensibilidad a la clorosis férrica y a la sequía que el EM-A. Mejor compatibilidad que el EM-A. Aún así, es necesaria la utilización de intermediarios con las variedades Limonera y William´s.

  Características inducidas: Rápida entrada en producción, elevada productividad (Iglesias, 2003).

- *Pyrus calleriana*:

  La característica mas destacable de este portainjerto es la elevada productividad y alta eficiencia productiva que confiere a las variedades de peras europeas. Las plantas de peral sobre este portainjerto desarrollan un tamaño moderadamente vigoroso, buen anclaje y buena adaptación a suelos arcillosos y anegables. Resistente a podredumbres radicales y a las del cuello (SUH, 1991).

- Portainjertos clonales Old Home:

  Esta serie surge del cruzamiento entre los perales europeos de Old Home y Farmingdale, y esta constituido por numerosos clones seleccionados fundamentalmente por su resistencia al fuego bacteriano y al pear decline. Lo que diferencia a cada una de las selecciones encontradas es que confieren distinto grando de control de tamaño a las plantas injertadas. (SUH, 1991)

- Membrillero Adams:

  Alta tolerancia a la humedad del suelo, baja tolerancia a la sequía. No tolera suelos calcáreos, no emite rebrotes, (INIA, 2011)

c) Macetas utilizadas. Se emplearon recipientes de PVC, de 20 litros de capacidad. En el borde inferior de cada uno se realizó dos orificios para que el agua pudiera drenar con facilidad. Para el caso de los tratamientos de anegamiento, los agujeros de drenaje fueron anulados mediante la aplicación de tapones de goma, que anularon los orificios realizados solo durante el período de anegamiento que el tratamiento correspondiente indicara (Figura 6).

Figura 6. Baldes de PVC de 20 litros de capacidad, utilizados para el ensayo

d) composicion final del trasplante.

El suelo extraído fue secado en condiciones de interior y después homogeneizado mediante el uso de una hormigonera de 100 litros de capacidad. (Figura 7)

Figura 7. Mezclado del medio de trasplante utilizado.

El medio básico que se utilizó se compuso de siete partes de tierra extraída de un área en donde se constató muerte de perales y tres partes de turba marca Bioland. La mitad de este medio fue esterilizado como se explicó anteriormente. Con cada uno de estos dos tipos de sustrato se llenaron 75 macetas. (Figura 8)

Figura 8. Macetas indicando orificio de drenaje.

Etapa 2 Trasplante. El día 4 de diciembre de 2017 se trasplantaron los portainjertos en forma individual a las macetas. En cada uno de estos recipientes se trasplantó una planta del portainjerto requerido para el ensayo, la que fue conducida con un tutor individual (Figura 9).

Figura 9. Portainjertos trasplantados.

Etapa 3. Aclimatación de las plantas.

Luego del transplante cada una de las macetas fueron llevadas a condiciones de exterior mas específicamente se encontraban a media sombra, donde permanecieron en estas condiciones desde el 4 de diciembre hasta 23 de febrero de 2018, antes de ser instaladas en el lugar definitivo de evaluación (Figura 10)

Figura 10. Aclimatación de las plantas, durante dos meses, bajo las condiciones campo.

Etapa 4. Instalación del ensayo.

El 23 de febrero de 2018, cada uno de los recipientes fue instalado en un campo abierto de la estación sobre rejillas de PVC individuales que facilitaron el libre drenaje en cada una de las macetas que se instalaron encima de ellas. A su vez estas rejillas fueron apoyadas sobre una protección de polietileno negro, para controlar el crecimiento de las malezas.

Figuras 11 y 12 Distribución de los recipientes en el campo

Figuras 13 y 14. Instalación del sistema de riego

5.2 MANEJO GENERAL DEL ENSAYO

Las plantas de cada uno de los portainjertos se condujeron con un líder central, que se apoyó en un tutor por planta y sin otro manejo más que el de mantener a las macetas libre de malezas, en base a control manual (Figura 15).

Figura 15. Líder conducido con un tutor individual.

A) Control de malezas. Durante todo el período de la evaluación que aquí se presenta se realizó el control de malezas en toda la parcela del ensayo , en base a la pasada de pastera a los costados y en entrefilas mediante el uso de una bordeadora , a los efectos de

mantener una altura de césped que no afectara el normal crecimiento de las plantas. (Figuras 11, 12, 13, 14)

B) Sistema de aplicación del agua. Cada maceta recibió riego por medio de aspersores de 8 litros hora. La dosis regulada para reponer el agua fue de dos litros/hora con riego automatizado, activándose todos los días a las 10 a.m.

En el tratamiento TESTIGO, el suelo se mantuvo a capacidad de campo, con riego cada dos días, para reponer la cantidad de agua consumida por la planta, mientras que en el tratamiento con ANEGAMIENTO, se procedió a llenar las macetas con agua hasta superar al menos tres (3) centímetros de la superficie del suelo. Luego de cumplidos los períodos respectivos, siete (7) y treinta (30) días, se sacaron los tapones y se los dejó drenar naturalmente y se mantuvo en las condiciones normales de las plantas TESTIGO (Figura 15).

Figura 15. Vista general del mantenimiento del ensayo a los 2 meses de instalado

C) Tratamientos aplicados. Se realizaron dos grupos de tratamientos: el primero relativo a la sanidad del sustrato de trasplante y el segundo, relativo a los períodos de anegamiento.

C1. tratamientos sanitarios del medio. En las parcelas principales se evaluaron dos tratamientos: medio no-esterilizado y medio esterilizado,

C.2. tratamientos de oferta hídrica. Se aplicaron tres tratamientos, a saber:

C 2.1 ciclo completo a capacidad de campo, (TESTIGO),

C 2.2. siete (7) días consecutivos de anegamiento y

C 2.3 treinta (30) días consecutivos de anegamiento.

D) Parámetros relevados. Semanalmente se registraron los parámetros de crecimiento: longitudinal y diametral del líder y, al final de este primer ciclo de evaluación, la cantidad de material extraído con la poda.

D 1) Crecimiento del brote en longitud. Semanalmente se registró el crecimiento total expresado en centímetros, de cada una de las plantas. Estas medidas se tomaron a partir de una marca inicial, establecida con cinta, en la base del brote y hasta su extremo superior.

D 2) Crecimiento del líder en diámetro. En este caso se registró semanalmente , el diámetro del líder, a doce (12) centímetros del nivel del suelo, con un calibre digital Kendo, 0-150 mm. Se expresó en milímetros y se consideraron también los incrementos obtenidos.

D 3) Material extraído con la poda. El 6 de setiembre de 2018, se realizó a cada planta una poda a 15 cm de la superficie. Se registró la biomasa extraída, de cada una de las plantas, con una balanza digital, Precisa XB4 2100 C, con una carga máxima permitida de 4.200 gramos (Foto 16) y se expresaron los resultados en gramos totales de material fresco extraído por planta.

Figura 16. Balanza Precisa utilizada en el ensayo.

D 4) Evolución de la temperatura media en el período de ensayo. Se tuvo en cuenta para ello, los registros de la estación agroclimática INIA Las Brujas, (ver gráfica en anexos).

5.3 DISEÑO ESTADÍSTICO

Se utilizó un diseño factorial de parcelas divididas, dispuesta en bloques al azar con cinco repeticiones, donde la unidad experimental la constituyó cada una de las plantas individuales. Los promedios de tratamientos obtenidos se analizaron con el Software estadístico INFOSTAT 2018, y se utlizó la prueba de separación de medias de Tukey, en caso de que la prueba F resultara significativa.

6. RESULTADOS OBTENIDOS

En base a la información recogida hasta el momento de la finalización del primer ciclo de crecimiento de este experimento, se presentan a continuación los efectos de los distintos tratamientos sobre:

a. incremento longitudinal de las ramas ,

b. incremento diámetral del líder y

c. el peso de biomasa extraída con la poda.

6.1 INCREMENTO LONGITUDINAL DE LAS RAMAS.

Como se ve en la Figura (17) se encontraron diferencias claras en el tamaño de las plantas al momento de la instalación del ensayo. Por este motivo, se presentan a continuación los incrementos alcanzados por los distintos genotipos en cada una de las distintas condiciones en que estuvieron creciendo. Por otra parte, se analizan cada uno de los efectos simples: el del sustrato, el del régimen hídrico, y la respuesta de cada uno de los portainjertos; así como las interacciones entre cada uno de estos efectos y finalmente la triple interacción.

Figura 17. Diferencias en el tamaño de plantas.

6.1.1. Efecto del tipo de sustrato sobre el incremento en longitud de las ramas de los distintos portainjertos

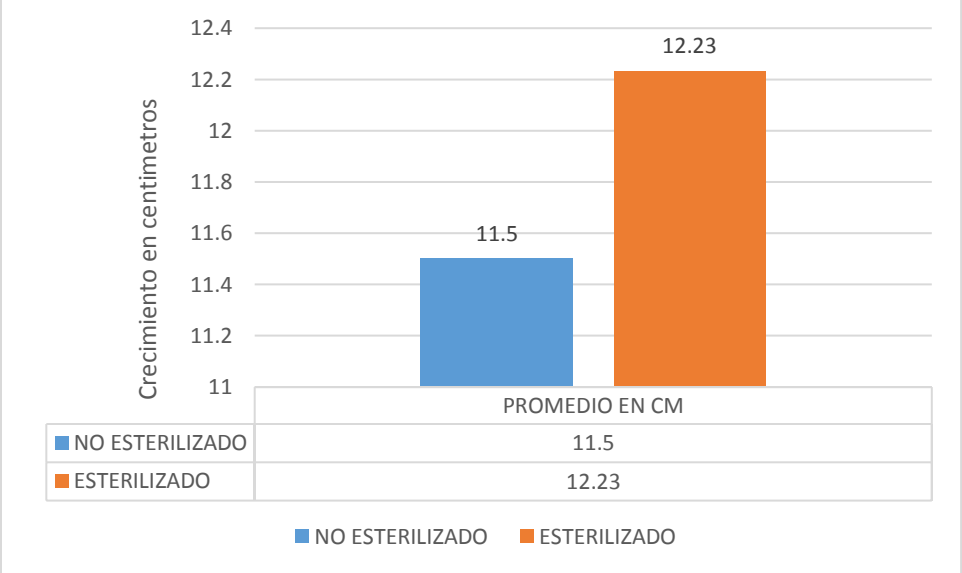


Figura 18. Efecto del tipo de sustrato sobre el incremento en longitud, en centímetros.

La tendencia encontrada es la de que los portainjertos tuvieron un incremento de longitud de su eje y ramas secundarias, del orden de un 5.9 % mayor en tratamientos de suelo esterilizado que el de aquellos que lo hicieron en un medio no-esterilizado . Estas diferencias, sin embargo, no llegaron a ser significativas. (Ver Figura 18)

6.1.2. Efecto del régimen hídrico sobre el crecimiento de los distintos portainjertos

Cuadro N°3 . Efecto del régimen hídrico sobre el incremento de la longitud del eje de los portainjertos

Crecimiento longitudinal	Régimen Hídrico		
	CC	7 días	30 días
Promedio, en cm.	14.0	11.63	10.06
Significación estadística	a*	ab	b

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ante la prueba de separación de medias de Tuckey (p>0.05).

Los resultados encontrados muestran que los incrementos longitudinales de las ramas secundarias de los portainjertos que crecieron en un régimen hídrico a capacidad de campo (CC), crecieron un 27% más que aquellos que lo hicieron, tanto en régimen de siete (7) días de anegamiento como de treinta días (30). Estas diferencias alcanzaron a ser significativas al nivel del 5% (Ver cuadro N° 3).

Figura 19. Lenticelas hipertrofiadas desarrolladas sobre el período de anegamiento de 30 días en el membrillero BA 29.

6.1.3. Incremento del crecimiento longitudinal de los distintos portainjertos

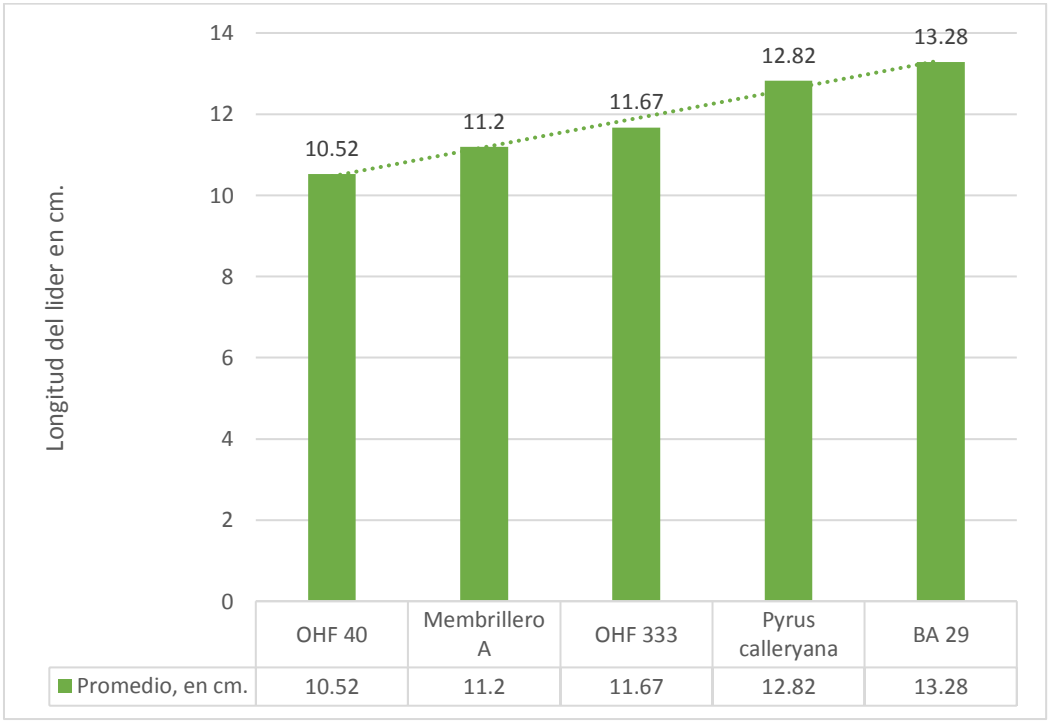


Figura 20 . Efecto del sustrato y del régimen hídrico sobre el incremento de crecimiento longitudinal de los cinco portainjertos.

Se encontraron tres grupos de respuesta: la del portainjerto BA 29, que fue el que expresó mayor incremento de longitud, que fue del orden de un 11.7% mayor con respecto al promedio general de todos ellos; el *P. calleryana,* que incrementó en un 7.8% del crecimiento del brote; los portainjertos OHF 333 y el Membrillero Adams, que lo hicieron en prácticamente la misma medida que el promedio general de todos los portainjertos y el OHF 40, que lo hizo en su menor expresión siendo 11.5% menor que el promedio general de todos ellos.

Estas diferencias no alcanzaron significación estadística.

6.1.4. Estudio de los efectos interactivos

6.1.4.1. Efecto de la interacción Sustrato x Anegamiento.

Cuadro N° 4. Efecto de la interacción entre el sustrato y el anegamiento sobre el crecimiento de los diferentes genotipos ensayados

Sustrato x Anegamiento	**NO-ESTERILIZADO**			**ESTERILIZADO**		
	CC	**7**	**30**	**CC**	**7**	**30**
Crecim.prom. por tratamiento (cm)	**13.89**	**9.10**	**11.70**	**14.11**	**14.16**	**8.43**
Crecim.prom.de sustrato, en cm.	**11.56**			**12.23**		

Si bien las diferencias encontradas entre los distintos portainjertos que crecieron en las dos situaciones no llegaron a ser significativas, se encuentra que:

a. los portainjertos que crecieron en un régimen de capacidad de campo, crecieron más en el medio esterilizado, que en el no-esterilizado,

b. en el medio no-esterilizado, el incremento de longitud de las ramas laterales de los portainjertos fue deprimido en un 21.3%, en relación al promedio de incremento de todos los portainjertos que crecieron en ese medio,

c. en el caso de los portainjertos que crecieron en medio esterilizado y con un régimen hídrico de siete (7) días el incremento fue similar al de aquellos que crecieron en el mismo medio pero a capacidad de campo y, finalmente que,

d. la situación que más deprimió el incremento del crecimiento del líder de los portainjertos fue aquella en la que los mismos crecieron en el medio esterilizado pero con un régimen de treinta días de anegamiento: 31.1 % del promedio de todos los portainjertos que crecieron en el medio esterilizado y 29.2% con respecto al promedio general de todos los portainjertos. (Ver cuadro N° 4)

6.1.4.2. Efecto de la interacción entre el sustrato y los diferentes genotipos, sobre el incremento en longitud de sus crecimiento longitudinal de las ramas secundarias

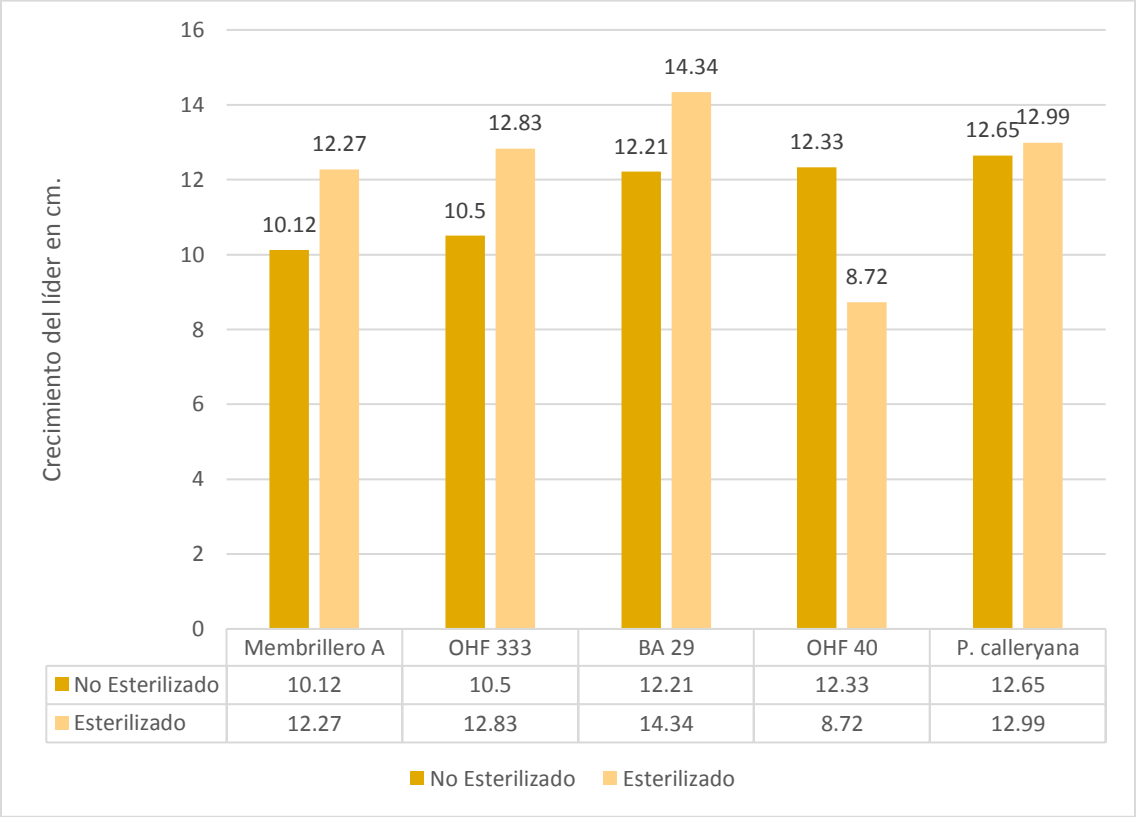


Figura 21. Efecto del tipo de sustrato de trasplante y del genotipo, sobre el incremento, en centímetros, en longitud de los portainjertos

Salvo el resultado encontrado en el portainjerto OHF 40 que fue el que creció menos en el medio esterilizado y del orden de 8.72 cm., todos los demás portainjertos crecieron más en el medio esterilizado, destacándose de entre todos ellos, el portainjerto BA 29. Las diferencias no alcanzaron significación estadística (Figura 20).

Figura 22. Genotipos luego de finalizados los tratamientos de oferta hídrica en sustrato esterilizado y no esterilizado. (Arriba de iz. a der. tratamientos de 7, CC, 30 en sustrato no esterilizado. Debajo de iz. a der. 7, CC, 30 en sustrato esteriliado)

6.1.4.3. Efecto del régimen hídrico y de los diferentes genotipos, sobre el incremento del crecimiento longitudinal de los mismos

Cuadro N° 5. Efecto del régimen hídrico y el genotipo, sobre el crecimiento longitudinal, en centímetros, del brote de los distintos portainjertos

Tratamientos de anegamiento	Portainjertos	Promedio, en cm.
CC	BA 29	14.92
	OHF 333	13.18
	OHF 40	14.06
	P. calleryana	14.81
	Membrillero	13.03
	PROMEDIO CC	**14.00**
7	BA 29	12.08
	OHF 333	12.50
	OHF 40	11.28
	P. calleryana	10.71
	Membrillero	11.56
	PROMEDIO 7	**11.63**
30	BA 29	12.83
	OHF 333	9.32
	OHF 40	6.23
	P. calleryana	12.93
	Membrillero	9.00
	PROMEDIO 30	**10.06**

La tendencia muestra que las plantas crecieron más en las condiciones de capacidad de campo y menos en las de anegamiento de treinta (30) días consecutivos. Entre los diferentes portainjertos, aparece el OHF 333 y el Membrillero A, como los que se deprimieron más, en relación a su

correspondiente testigo general (del régimen hídrico considerado), siendo los demás menos afectados.

Las diferencias encontradas no alcanzaron significación estadística

6.1.4.4. Efecto del sustrato, del régimen hídrico y de los diferentes genotipos, sobre el incremento en longitud de las plantas

Cuadro N° 6. Efecto del tipo de sustrato de trasplante, del régimen hídrico y de los genotipos ensayados, sobre el incremento del crecimiento en longitud alcanzado por los líderes de las plantas.

TRATAMIENTO PORTAINJERTO	Capacidad de campo Sustrato no Esterilizado	7 Días Sustrato no Esterilizado	30 Días Sustrato no Esterilizado
BA 29	13.83	7	15.8
OHF 333	11.2	7.17	13.14
OHF 40	18.5	11.36	7.13
P. calleryana	13.8	10	14.14
Membrillero A	12.14	9.96	8.27
PROMEDIO	**13.89**	**9.1**	**11.696**
TRATAMIENTO PORTAINJERTO	Capacidad de campo Sustrato Esterilizado	7 Días Sustrato Esterilizado	30 Días Sustrato Esterilizado
BA 29	16	17.17	9.86
OHF 333	15.17	17.83	5.5
OHF 40	9.63	11.2	5.33
P. calleryana	15.18	11.43	11.73
Membrillero A	13.93	13.15	9.73
PROMEDIO	**13.98**	**14.16**	**8.43**

Los resultados encontrados permiten establecer que los portainjertos que incrementaron más sus crecimientos del líder fueron aquellos que crecieron en medio esterilizado y con los regímenes de anegamiento de CC y siete (7) días de anegamiento consecutivo.

Entre los distintos genotipos los que crecieron más, en el caso del sustrato no-esterilizado fueron el BA 29 y el OHF 333 mantenido a capacidad de campo y anegado por treinta (30 días) en tanto que, los que predominan en la situación

de medio esterilizado y con un régimen hídrico predominante de capacidad de campo fueron: BA29, OHF 333 y Membrillero Adams.

Las diferencias encontradas no alcanzaron significación estadística (Cuadro N°6).

6.2. INCREMENTO EN EL CRECIMIENTO DIÁMETRAL DE LAS RAMAS SECUNDARIAS

Como se hizo mención anteriormente para el análisis del incremento del crecimiento longitudinal al momento de la instalación del ensayo, se encontraron diferencias claras en el diámetro del líder de las plantas. Por este motivo, se presentan a continuación los incrementos del diámetro alcanzados por los distintos genotipos en cada una de las distintas condiciones en que estuvieron creciendo. Por otra parte, se analizan cada uno de los efectos simples: el sustrato, el régimen hídrico y la respuesta de cada uno de los portainjertos, así como las interacciones entre cada uno de estos efectos y finalmente la triple interacción.

6.2.1. Efectos del tipo de sustrato sobre el incremento del diámetro de los líderes de los distintos portainjertos

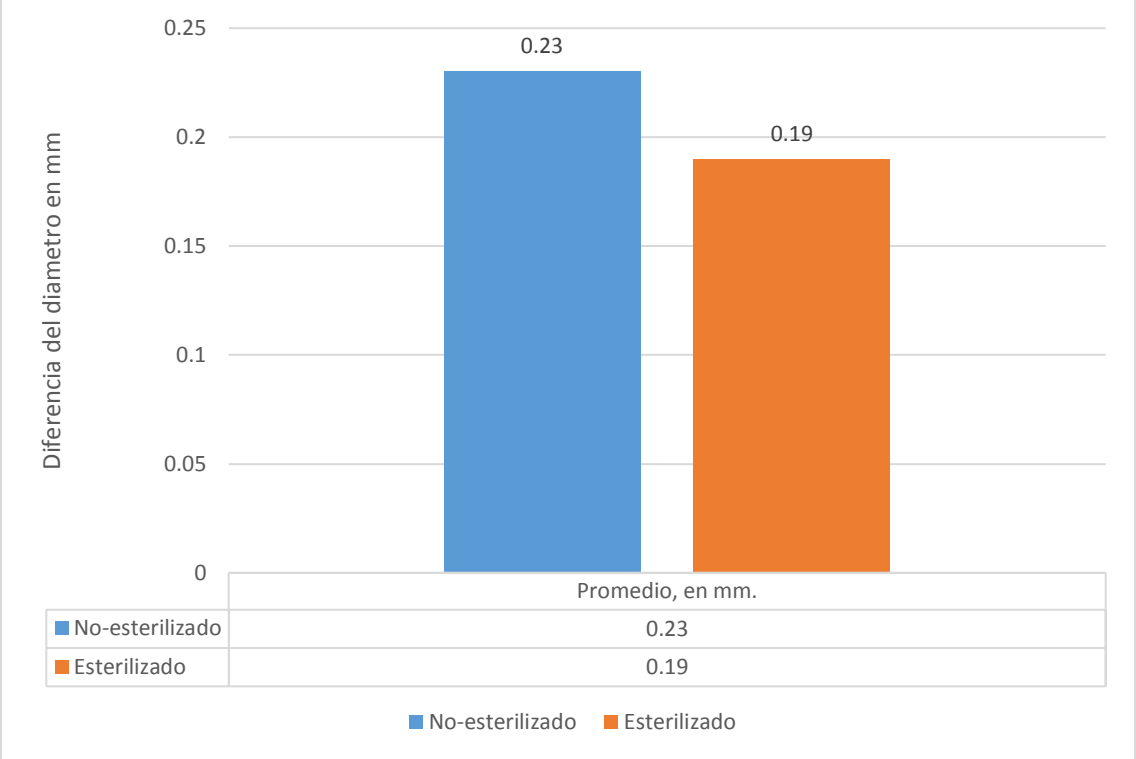


Figura 23. Efecto del tipo de sustrato sobre el crecimiento en diámetro de los distintos genotipos ensayados.

Si bien las diferencias encontradas no alcanzaron el nivel de significación estadística, muestran que las plantas que crecieron en sustrato no-esterilizado presentan mayor incremento de diámetro que las que lo hicieron en sustrato esterilizado (Ver Figura 23).

6.2.2. Efecto del régimen hídrico sobre el incremento del crecimiento diametral de los distintos portainjertos

Cuadro N° 7. Efecto de los régimenes hídricos sobre el crecimiento del diámetro del líder de los distintos genotipos.

Tratamientos	Regímen Hídrico		
	CC	7 días	30 días
Promedio, en mm.	0.22	0.23	0.21

La respuesta encontrada fue similar en las tres situaciones de crecimiento a las que se sometieron los portainjertos (cuadro 8).

6.2.3. Incremento del crecimiento del diámetro de los distintos portainjertos

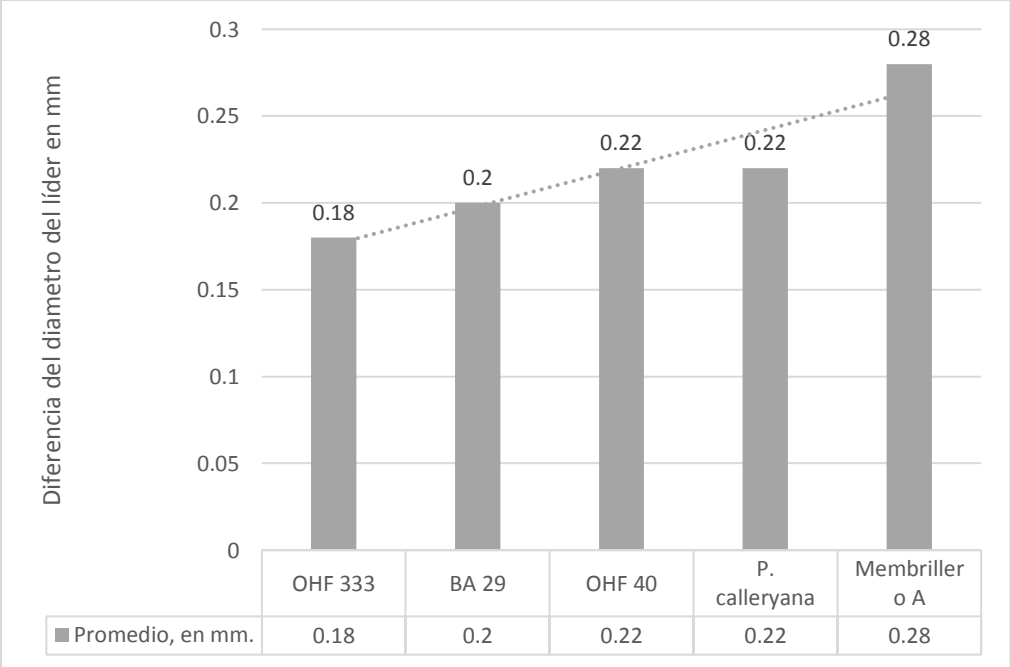


Figura 24. Efecto del sustrato y del régimen hídrico sobre el crecimiento diametral del brote de los cinco portainjertos.

Se encontró que el portainjerto que creció más en diámetro fue el Membrillero Adams (un 27 % más que el promedio de los cinco portainjertos) y

el OHF 333, el que creció menos (en el orden de un 18.2% menos), quedando los otros tres: *P. calleryana,* OHF 40 y BA 29, en condiciones muy similares al promedio de ellos. Estas diferencias no llegaron a alcanzar significación estadística (Ver Figura 23)

6.2.4. Estudio de los efectos interactivos

6.2.4.1. Efecto de la interacción Sustrato por Anegamiento.

Cuadro N° 8. Efecto de la interacción entre el sustrato y el régimen hídrico sobre el diámetro de todos los genotipos

Diámetro	**Medio de plantacion y tipos de anegamientos aplicados**					
	NATURAL			**ESTERILIZADO**		
	CC	7	30	CC	7	30
Promedio, en mm.	0.24	0.26	0.25	0.21	0.2	0.18
Promedio de sustrato, en mm.	**0.25**			**0.196**		
Interacción sust.xanegam.	**n.s.**			**n.s.**		

Los resultados de la interacción que aquí se presentan establecen la tendencia de que los portainjertos que crecieron en medio no-esterilizado tuvieron una respuesta muy similar y mayor a la que se obtuvo con los diámetros de las plantas que crecieron en medio esterilizado.

.

6.2.4.2. Efecto de la interacción entre el sustrato y los distintos portainjertos ensayados

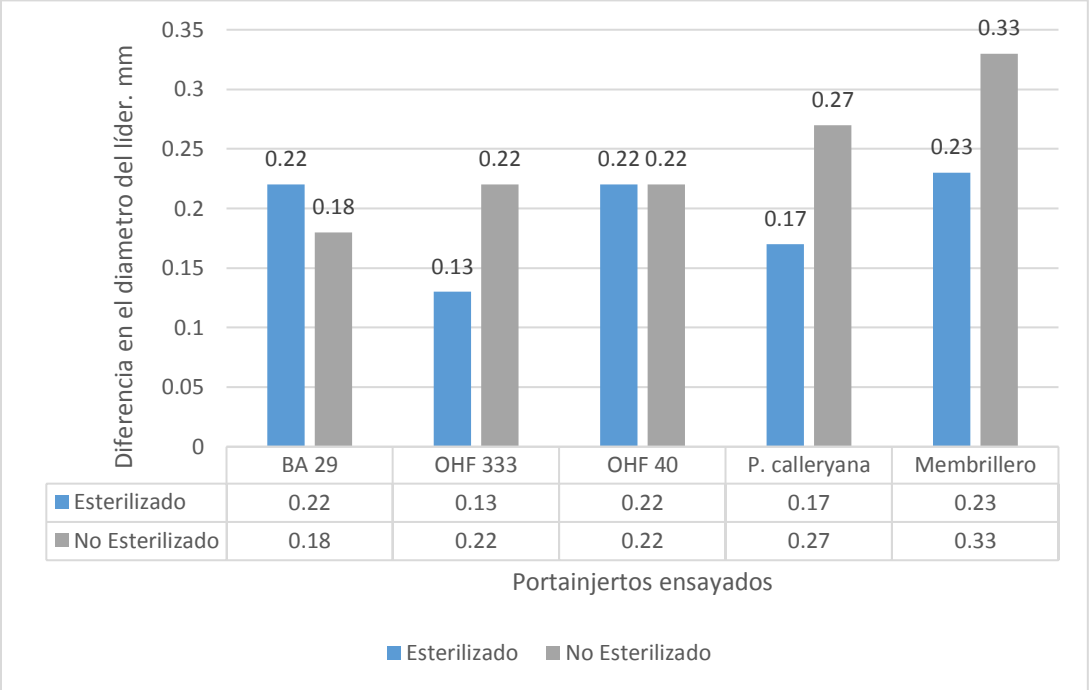


Figura 25. Efecto del tipo de sustrato de trasplante y del genotipo de los materiales ensayados sobre el diámetro de su eje.

No se encontraron diferencias significativas entre los distintos sustratos y el crecimiento en diámetro de los distintos portainjerto, salvo las pequeñas diferencias que ya se presentaron antes (Ver figura 25).

6.2.4.3. Efecto del régimen hídrico y los distintos genotipos sobre el incremento del diámetro del líder de las plantas

Cuadro N° 9. Efecto del régimen hídrico sobre el crecimiento de los distintos tipos de genotipos, en condiciones de exterior.

Anegamiento	Portainjerto	Promedio, en mm.
CC	BA 29	0.17
	OHF 333	0.23
	OHF 40	0.12
	P. alleryana	0.33
	Membrillero	0.24
	PROMEDIO CC	**0.22**
7	BA 29	0.25
	OHF 333	0.08
	OHF 40	0.29
	P.calleryana	0.20
	Membrillero	0.32
	PROMEDIO 7	**0.23**
30	BA 29	0.18
	OHF 333	0.21
	OHF 40	0.25
	P.calleryana	0.14
	Membrillero	0.28
	PROMEDIO 30	**0.21**

La respuesta encontrada en el crecimiento de los diámetros fue muy similar entre los portainjertos y entre los distintos regímenes de oferta hídrica, con una tendencia a ser menor cuanto mayor fue el período de anegamiento. (Ver cuadro N°10).

6.2.4.4. Efecto del sustrato y del régimen hídrico y de los diferentes genotipos sobre el crecimiento de los distintos portainjertos

Cuadro N°10. Efecto del tipo de sustrato de trasplante, del régimen hídrico y de los genotipos ensayados sobre el incremento del diámetro alcanzado por los líderes de las plantas.

TRATAMIENTO x PORTAINJERTO	Capacidad de campo Sustrato no Esterilizado	7 Días Sustrato no Esterilizado	30 Días Sustrato no Esterilizado
BA 29	0.19	0.18	0.19
OHF 333	0.18	0.14	0.35
OHF 40	0.12	0.32	0.23
P. calleryana	0.39	0.29	0.15
Membrillero A	0.31	0.36	0.15
PROMEDIO	**0.23**	**0.25**	**0.21**
TRATAMIENTO x PORTAINJERTO	Capacidad de campo Sustrato Esterilizado	7 Días Sustrato Esterilizado	30 Días Sustrato Esterilizado
BA 29	0.16	0.31	0.18
OHF 333	0.29	0.03	0.08
OHF 40	0.13	0.25	0.27
P. calleryana	0.27	0.11	0.14
Membrillero A	0.18	0.29	0.23
PROMEDIO	**0.2**	**0.19**	**0.19**

En la triple interacción no se encontraron diferencias de carácter significativo. (cuadro 11)

6.3. PESO FRESCO DE LA BIOMASA EXTRAÍDA CON LA PODA

Se encontraron diferencias en el peso de poda extraída en gramos a los distintos portainjertos. Se presentan los análisis de cada uno de los efectos simples: sustrato, regímenes de anegamiento y distintos genotipos, las interacciones entre cada uno de estos efectos y finalmente la triple interacción.

6.3.1. Efecto del tipo de sustrato sobre el peso de poda extraído a los distintos portainjertos

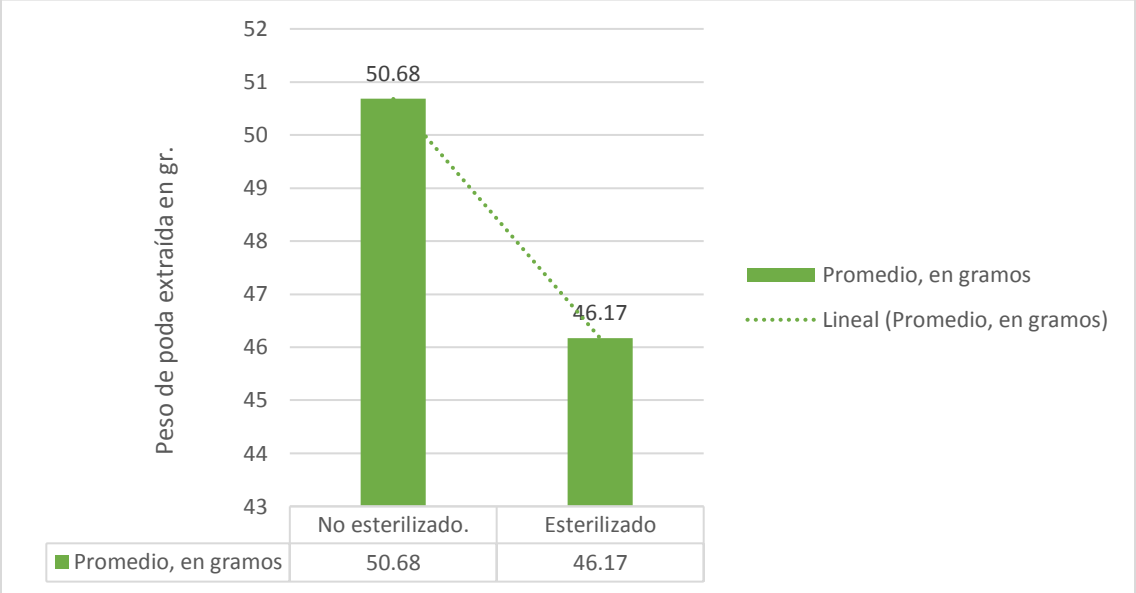


Figura 26. Efecto del peso, en gramos, de biomasa extraída a los diferentes portainjertos.

La tendencia muestra que la biomasa extraída a los distintos portainjertos fue promedialmente un 9.7% mayor en los que crecieron en medio no-esterilizado, en relación a aquellos que lo hicieron en medio esterilizado, si bien estas diferencias no fueron significativas (Ver Figura 24).

6.3.2. Efecto del régimen hídrico sobre el peso de biomasa extraída a los distintos portainjertos

Cuadro N° 11. Valores medios de biomasa extraída en los distintos regímenes hídricos.

Tratamientos	Régimen hídrico		
	CC	7 días	30 días
Promedio	48.51	48.39	48.39

Prácticamente, la poda extraída a las plantas sometidas a los tres regímenes hídricos, fue la misma (Ver cuadro N° 12)

6.3.3. Peso de biomasa extraída con la poda realizada a cada uno de los distintos portainjertos

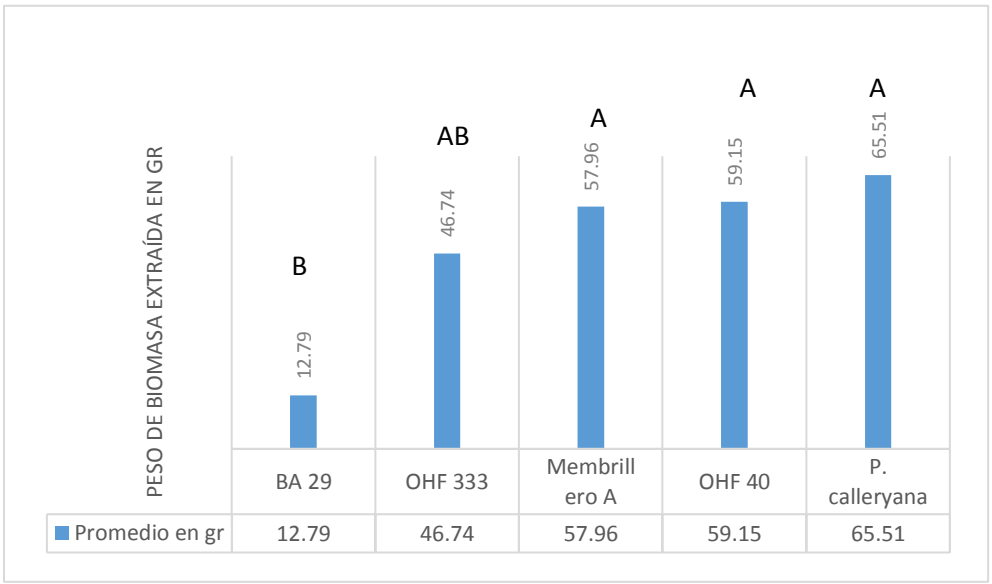


Figura 27. Pesos, de biomasa extraída a los distintos genotipos.

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ante la prueba de separación de medias de Tuckey, (p>0.05).

Los promedios obtenidos muestran que son estadísticamente diferentes ante la prueba de separación de medias de Tukey, al 5 %. Esta respuesta puede ser explicada diciendo que:

a. los genotipos *P. calleryana,* OHF 40 y Membrillero Adams, fueron a los que se les extrajo más poda. Si se compara el promedio de estos tres materiales con el promedio general de todos los genotipos, se encuentra que a estos tres se les extrajo un 24.7% más de biomasa,

b. el OHF 333, respondió con un valor intermedio, ligeramente menor al promedio general y en el orden de un 2.8%, y

c. el genotipo al que se le extrajo menos poda fue el BA 29, cuya poda resultó ser un 73.8% menor que el promedio general (Ver Figura 25)

6.3.4. Efectos interactivos

6.3.4.1. Interacción Sustrato por régimen hídrico.

Cuadro N° 12. Efecto de la interacción entre el Sustrato y del régimen hídrico, sobre el peso de poda extraído a todos los genotipos

Sustrato x Anegamiento	Medio de trasplante y tipos de anegamientos aplicados					
	NO ESTERILIZADO			ESTERILIZADO		
	CC	7	30	CC	7	30
Promedio, en gramos	52.20	50.83	49.02	44.82	45.95	47.76
Promedio de sustrato, en gramos	**50.68**			**46.18**		

Las diferencias encontradas en los promedios de poda extraída no alcanzaron nivel de significación, pero la tendencia encontrada es la de que se les extrajo casi el mismo peso de poda a los portainjertos que crecieron en medio

(no-esterilizado) y menos poda a los que lo hicieron en medio esterilizado. En estos últimos, sin embargo, se encontró que la mayor extracción se obtuvo en los portainjertos que crecieron con régimen hídrico de treinta (30) días (Ver cuadro N°13)

6.3.4.2. Efecto de la interacción entre el Sustrato y los distintos Genotipos ensayados

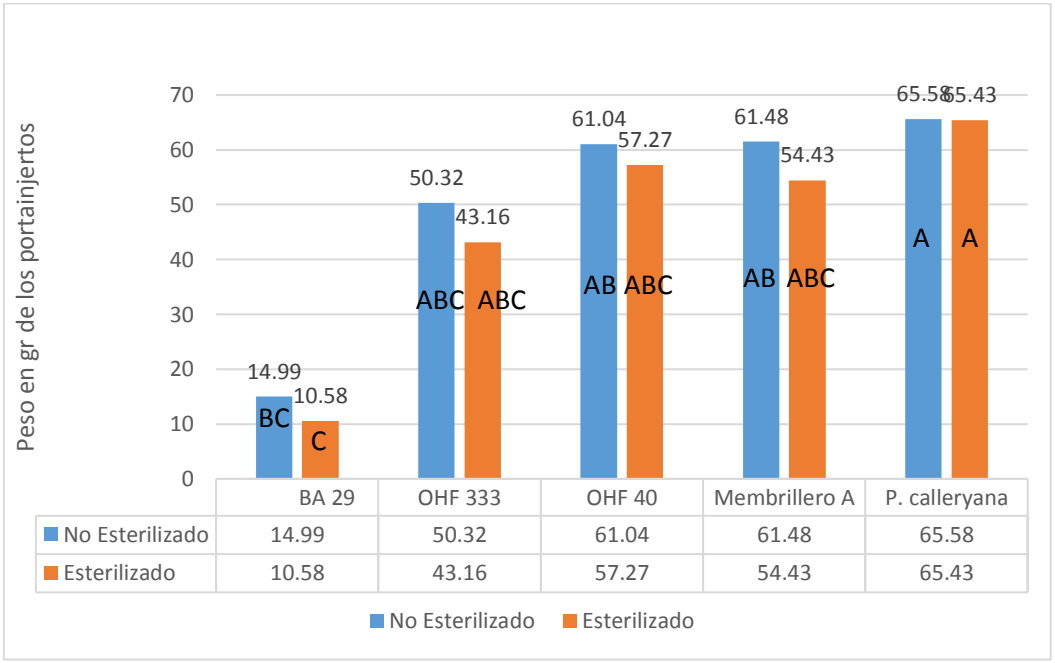


Figura 28. Efecto del tipo de sustrato y material genético, sobre el peso de la biomasa extraída con la poda

*Medias con una letra común, no son significativamente diferentes ante la prueba de separación de medias de Tukey (p>0.05)

Los promedios de biomasa extraída a los diferentes portainjertos permiten establecer que los mayores niveles fueron extraídos al portainjerto *P. calleryana* en sus dos situaciones: medio esterilizado y no-esterilizado, seguidos por el Membrillero A: alrededor de los 65 gramos. Por otra parte, las plantas del portainjerto BA 29 fueron a las que se les extrajo menos: 15 gramos a aquellos que crecieron en medio natural y 10 gramos a los que lo hicieron en medio esterilizado. Los demás portainjeros quedaron en una situación intermedia. Estas diferencias alcanzaron significación estadística (Ver Figura 26)

6.3.4.3. Efecto del Régimen hídrico y el Genotipo de los distintos materiales ensayados, sobre el peso de biomasa extraída con la poda

Cuadro N° 13. Efecto del régimen hídrico y los distintos genotipos ensayados, sobre el peso de biomasa extraída

Anegamiento	Portainjerto	Promedio, en gramos*
CC	BA 29	9.05 C
	OHF 333	38.58 ABC
	OHF 40	64.95 AB
	P. calleryana	65.56 AB
	Membrillero	64.40 AB
	PROMEDIO CC	**48.5**
7	BA 29	11.66 C
	OHF 333	52.29 ABC
	OHF 40	57.13 ABC
	P. calleryana	60.46 ABC
	Membrillero	60.42 ABC
	PROMEDIO 7	**48.39**
30	BA 29	17.65 BC
	OHF 333	49.36 ABC
	OHF 40	55.39 ABC
	P. calleryana	70.50 A
	Membrillero	49.05 ABC
	PROMEDIO 30	**48.39**

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ante la prueba de separación de medias de Tukey (p>0.05)

Las diferencias encontradas entre los distintos genotipos, alcanzaron niveles de significación al 5%, y fueron separadas con la prueba de separación de medias de Tukey. En base a este análisis se puede explicar que:

a. que el mayor peso de poda fue extraído a las plantas de *P. calleryana,* que crecieron en un régimen de 30 días de anegamiento,

b. un segundo grupo de respuestas similares correspondió a los portainjertos: *P. Calleryana,* OHF 40 y Membrillero Adams, todos en el régimen de capacidad de campo y al que se les extrajo en promedio 65 gramos,

c. un tercer grupo, al que se le extrajo promedialmente 53 gramos, en el que predominan los materiales de OHF-40 y OHF-333 en sus distintos regímenes de anegamiento y finalmente,

d. aparece el BA29, como el material al que se le extrajo menos poda: en promedio, 12,8 gramos. Por otra parte, estos pesos siguen una relación directa y creciente con el régimen de humectación en el que crecieron (Cuadro N°14).

6.3.4.4. Efecto del sustrato, del régimen hídrico y del genotipo de los materiales ensayados, sobre la biomasa extraída con la poda

Cuadro N°14. Peso de la Biomasa extraída de los distintos genotipos en las diferentes condiciones del ensayo.

TRATAMIENTO PORTAINJERTO	Capacidad de campo Sustrato no Esterilizado	7 Días Sustrato no Esterilizado	30 Días Sustrato no Esterilizado
BA 29	9.30C	9.14C	26.53ABC
OHF 333	37.94ABC	59.25ABC	53.78ABC
OHF 40	67.55ABC	60.67ABC	67.55 ABC
P. calleryana	73.92 A	55.32ABC	67.51ABC
Membrillero A	72.27AB	69.77AB	42.40ABC
PROMEDIO	**52.2**	**50.83**	**51.63**
TRATAMIENTO PORTAINJERTO	Capacidad de campo Sustrato Esterilizado	7 Días Sustrato Esterilizado	30 Días Sustrato Esterilizado
BA 29	8.80C	14.18BC	8.78C
OHF 333	39.21ABC	45.32ABC	44.94ABC
OHF 40	62.35ABC	53.58ABC	55.90ABC
P. calleryana	57.20ABC	65.59ABC	73.49 A
Membrillero A	56.52ABC	51.07ABC	55.71ABC
PROMEDIO	**44.81**	**45.94**	**46.17**

*Los promedios seguidos de la misma letra, no son estadísticamente diferentes ante la prueba de separación de medias, al nivel del 5%.

Las diferencias encontradas entre los pesos de poda extraídos alcanzaron significación estadística, por lo que fueron separadas, por la prueba de Tukey al 5%, en cuatro grupos a saber:

a. el de aquellos a los que se les extrajo más poda del orden de los 73 gr que corresponden a *P. calleryana* que crecieron en medio esterilizado y no-esterilizado y con regímenes a capacidad de campo y anegamiento de 30 días,

b. el de las plantas del Membrillero Adams, que crecieron en medio natural y a capacidad de campo y de siete (7) días de anegamiento, al que se les extrajo unos 71 gramos,

c. el grupo del membrillero BA 29 a los que, en sus distintas condiciones, se les extrajo en promedio, unos 9 gramos de poda, y

d. el grupo mayoritario, a los que se les extrajo promedialmente 53 gramos de poda, que incluye a todos los demás portainjertos (Ver cuadro N° 15).

7. DISCUSIÓN

De la bibliografía consultada se puede extraer que las plantas tienen que crecer en un ambiente de equilibrio para que puedan expresar su potencial genético, necesitando, entre otros muchos elementos, el oxígeno cuando son metabólicamente activas. Si este elemento falta o es deficitario el metabolismo general se ve alterado, efecto que se ve reflejado en el rendimiento y en la calidad de la producción obtenida. En grados altos de afectación, puede llegar a ocasionar la muerte de la planta.

Uno de los eventos que pueden afectar el normal equilibrio de las plantas con relación al oxígeno, son los excesos de agua en el suelo.

Los resultados del ensayo aquí presentados permiten establecer que, si bien se encontraron diferencias entre las medidas de algunos de los parámetros evaluados, estas fueron de baja expresión y no llegaron a mostrar algunos de los síntomas de anegamiento que la bibliografía cita al respecto.

Entre estas respuestas, podrían esperarse: la reducción de su tasa de crecimiento, el engrosamiento del diámetro basal del tallo, la aparición de síntomas de epinastía y en algunos casos, hasta la caída de hojas, flores y frutos. Por otra parte, a nivel metabólico, la bibliografía presenta evidencias de cambios de tipo hormonal con la producción de etileno y también en el ciclo respiratorio.

Como resultado de todo esto, las plantas reducirán los rendimientos, la calidad y la conservación de los frutos.

En base a los estudios realizados en este trabajo, el comportamiento de los genotipos varió con el tipo de tratamiento hídrico al cual se sometieron. El crecimiento en general de todos los portainjertos, fue mayor, en aquellos que se mantuvieron en condiciones de capacidad de campo. Mientras que para el tratamiento con períodos de 30 días de anegamiento, el crecimiento decayó en

las plantas seguramente porque el metabolismo se ve enlentecido por su pasaje de una condición aerobia a anaerobia.

Es importante resaltar que en anegamientos de 7 días los genotipos tuvieron un comportamiento que no se diferenció significativamente de los ejemplares que se encontraban a capacidad de campo ni de aquellos que tuvieron 30 días de anegamiento. Este resultado seguramente tiene que ver con que la planta luego de un anegamiento de 7 días, al drenar el agua estancada, a las horas vuelve a oxigenar sus raíces y comienza nuevamente con su ciclo normal de crecimiento.

En cuanto al crecimiento en longitud en relación al sustrato que se utilizó, se puede observar una cierta tendencia con la mayoría de los genotipos creciendo mas en el sustrato esterilizado, a excepción del OHF 40, aunque sin significación estadística.

Esto podría explicarse porque el calentamiento del suelo al ser autoclavado ha sido visto como un mecanismo secundario importante de liberación de nutrientes. Estudios realizados sobre tala y quema de bosques muestran que se produce un aumento en la disponibilidad de nutrientes. Mediante el uso de múltiples parcelas de quemado y muestras intensivas de pre-quemado y post-quemado de suelo mineral, este estudio cuantificó los cambios en el P y N totales, fracciones de P y N extraíble con KCl en el suelo. La quema de tala resultó en grandes transformaciones de P y N no disponibles en el suelo en formas minerales fácilmente disponibles para las plantas (Giardina et.al, 2000). Esto explicaría el crecimiento mayor de los portainjertos en el sustrato esterilizado pero que no llego a darse con significación estadística. No se realizaron análisis del sustrato para evaluar la posibilidad de un cambio en la disponibilidad de nutrientes en el medio.

En cuanto al comportamiento del diámetro en los portainjertos, se ha determinado que en condiciones de anaerobiosis se puede producir en las raíces el ácido 1-aminociclopropano-1-ciclocarboxílico (ACC) precursor del etileno, que es translocado al tallo y al subir por el xilema y encontrarse en condiciones aerobicas se transforma. Esta producción de etileno provoca una

triple respuesta en plantas sencibles a la inundación. (Portal Frutícola s/f). Sin embargo en las condiciones de este ensayo no se obtuvo esa disminución del crecimiento acompañada de aumento en diámetro en forma significativa. Otro aspecto importante a considerar en cuanto a los efectos de la esterilización del suelo, es que la acción del fuego sobre el suelo puede destruir su estructura y afectar principalmente los macroporos, los cuales son especialmente importantes para las vías de infiltración de agua y su posterior filtración hacia abajo (Rosero, et.al., 2013). Por lo cual, aquellas plantas sometidas a tratamientos con sustrato esterilizado podrían haber visto alterado su desarrollo normal. Si bien se detecto a nivel de campo mayor tiempo de drenaje en masetas con suelo estéril a posteriori de lluvias importantes, esto no fue un comportamiento consistente.

En lo que respecta a los genotipos evaluados, en cuanto a su crecimiento en longitud, ninguno cesó su crecimiento en los tres tratamientos hídricos. La bibliografía consultada, sobre portainjertos adaptados a condiciones de humedad, resalta que los membrilleros se caracterizan por tener una alta tolerancia a la humedad del suelo (INIA Las Brujas 2011) lo que no significa que crezcan mejor; en comparación a otros portainjertos son mas tolerantes a la humedad.

Otra característica importante a tener en cuenta es el vigor*; Pyrus calleryana* es más vigoroso que los membrilleros en condiciones similares de crecimiento. En este ensayo se pudo observar cierta tendencia de un mayor vigor de *Pyrus calleriana* y Membrillero Adams en comparación a los portainjertos evaluados aunque sin significación estadística.

En cuanto al vigor, en el diámetro del tronco en condiciones de exceso de agua, nuevamente los membrilleros tienen un comportamiento de fácil adaptacion en un ambiente húmedo al igual que *Pyrus calleryana*.

Portainjertos como OHF 333 y OHF 40, son de vigor intermedio en condiciones normales y ni en el tratamiento con régimen de anegamiento de 7 días, ni en el de 30 días, respondieron con un crecimiento mayor o menor que fuera estadísticamente significativo.

8. CONCLUSIONES

Si se considera la evolución de los incrementos del crecimiento longitudinal de los distintos portainjertos ensayados, podría decirse que el período de análisis de los parámetros relevados fue muy corto y en los meses previos a la instalación de las condiciones ambientales del otoño, por lo que no logramos discriminar a los genotipos por su tolerancia al anegamiento. Sería deseable analizar resultados con tratamientos aplicados en el correr de una estación de crecimiento completa para tener mayor información.

En cuanto a los resultados obtenidos en relación al régimen hídrico, se pudo demostrar que en condiciones de 30 días de anegamiento, los portainjertos deprimieron su crecimiento con respecto a los obtenidos en condiciones de capacidad de campo. A pesar de ello, estas condiciones no fueron lo suficientemente restrictivas, como para discriminar entre los distintos portainjertos en cuanto a su respuesta al anegamiento.

Con respecto al sustrato, la esterilización no incidió ya que no hubo ninguna diferencia significativa y las diferencias medidas fueron a favor de sustrato esterilizado para crecimiento y a favor de sustrato no esterilizado para peso de poda y diámetro.

Finalmente es necesario recurrir a tratamientos más prolongados para poder discriminar la tolerancia al exceso hírico de los distintos genotipos.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROTECNIA. 2017 Compendio de injertos frutales. Como hacerlos. Tipos, épocas y compatibiliddes. (en línea). Chile. Consultado 05 abr. 2017. Disponible en https://www.portalfruticola.com/noticias/2017/07/05/compendio-de-injertos-frutales-como-hacerlos-tipos-epoca-y-compatibilidades-por-especie/

AGUSTÍ, M. 2014. Fruticultura. 2a. ed. Madrid: Mundi-prensa. 507 p

BARCALDO, A.; CARVAJAL, R.; ROMERO, P.; PRIETO, M.; GARCÍA, F.; FISHER, G.; MITANDA, D. 2014. El anegamiento afecta el crecimiento y producción de tomate chonto *(Solanum licopersicum. l)* cultivado bajo sombrío. (en línea). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. 8 (1) Colombia. Consultado 2 ene. 2018. Disponible en http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v8n1/v8n1a09.pdf

CABALLERO, A. 23 ago. 2017. LAS PLANTAS TAMBIEN SE ESTRESAN (en línea, blog). España, Stoller Academy Blog. Consultado 8 set. 2017. Disponible en https://fisiologiavegetal.es/2017/08/las-plantas-tambien-se-estresan/

CABRERA, D.; RODRÍGUEZ, P. 2012. Resultados experimentales portainjertos para peral. (en línea). En Seminario de actualización técnica (Canelones, Uruguay). INIA. Las Brujas. Programa Nacional de Producción Frutícola. Frutales de pepita. Montevideo, Uruguay, INIA. Consultado 20 dic. 2017. Disponible en http/www.ainfo.inia.uy/digital/bits

CARRERA, M. 1991. Patrones para peral. Revista Fruticultura Profesional. 36 (Ene- Feb): 5-18

GIL, P.; SCHAFFER B.; GUTIÉRREZ, S.; LI, C. 2007. Efecto del anegamiento en el estado hídrico e intercambio gaseoso y bioimasa del plato *(Persea americana Mill)* (en línea, sitio web).

Consultado 2 ene 2018. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/268268067_EFECTO_DEL_ANEGAMIENTO_EN_EL_ESTATUS_HIDRICO_E_INTERCAMBIO_GASEOSO_Y_BIOMASA_DEL_PALTO_Persea_americana_Mill

IGLESIAS CASTELLARNAU, I. 2003. Características de diferentes patrones de peral y su efecto en el comportamiento agronómico de la variedad Conference. Fruticultura Profesional 136, 37-44.

INIA (Instituto Nacional de Investigacion Agropecuaria). 2011

Manejo del Peral en alta densidad.(En línea). Seminario de actualización técnica, (Canelones-Uruguay). INIA LAS BRUJAS, Programa Nacional de Producción Frutícola. Consultado diciembre 2019. http://www.inia.org.uy/online/files/contenidos/link_05082011051452.pdf

MGAP (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca). 2018. Estadísticas Agropecuarias 2018. Encuesta frutícola de hoja caduca Zafra 2018. (en línea). Uruguay. Consultado 15 may 2019. Disponible en http//www.mgap.gub.uy/sites/default/files/encuestafruticoladehojacaducazafra2016.

MARTINS, E.; FIGUEREDO, A.; MATSUOKA K.; BEZERRA, J. 2001. Doenças causadas por Phytophtora no Brasil. 1ª.ed. Brasil: Livraria Editora Rural. 710 p.

MORENO, A.; Fischer, G. 2014. Efectos del anegamiento en Perales. Revista Temas Agrarios 19(1): 109-105

PARDOS, J. 2004. Respuestas de las plantas al anegamiento del suelo.

PORTAL FRUTÍCOLA. 2018. Fisiología del estrés abiótico en plantas. (en línea, sitio web). Consultado 10 dic. 2018. Disponible en http:/www.portalfruticola.com/noticias/2016/03/15/fisiologia-del-estres-hidrico-por-exceso-de-agua-en-las plantas//www.scielo.br/pdf/sp/v38n1/v38n1a03.pdf

RODRIGUEZ, M.E. s.f. Respuestas fisiológicas y bioquímicas a la inundación en álamo (*Poppulus spp*). (en línea). La Plata. Consultado 10 dic. 2018. Disponible en

file:///C:/Users/Usuario/Desktop/TODO/CORDOBA%20TESIS/María%20Emilia%20Rodríguez%20-%20Respuestas%20fisiológicas%20y%20bioquímicas%20a%20la%20inundación%20en%20álamo%20(Populus%20spp.)%20(1).pdf

ROSERO CUESTA, J.; OSORIO GIRALDO, I. 2013. Efectos de los incendios forestales en las propiedades del suelo. Estado del arte. (en línea). Cuaderno Activa. No. 5. Antioquía. Consultado: 20 set. 2019. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/255631189_Changes_in_Soil_Phosphorus_and_Nitrogen_During_Slash-and-Burn_Clearing_of_a_Dry_Tropical_Forest

SANFORD, R.L.; GIARDINA, C.P. 2000. Changes in Soil Phosphorus and Nitrogen During Slash-and-Burn Clearing of a Dry Tropical Forest. (en línea). Soil Science Society of America Journal. 64 (1). EEUU. Consultado: 20 set. 2019. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/255631189_Changes_in_Soil_Phosphorus_and_Nitrogen_During_Slash-and-Burn_Clearing_of_a_Dry_Tropical_Forest

SOCIEDAD URUGUAYA DE HORTICULTURA. Seminario Peras verdes, rojas y asiáticas. En Seminario Técnico. (Las Pierdas- Canelones, Uruguay). 111p.

SOZZI, G. 2007. Árboles frutales: eco-fisiología, cultivo y aprovechamiento. Buenos Aires. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. 848 p.

ZEBALLOS, R.; DE LUCCA, R; CABRERA, D: RODRIGUEZ, P. 2014. Avances en la mecanización de frutales de hoja caduca en Uruguay. (en línea). En Seminario técnico. (Canelones, Uruguay). INIA. Las Brujas, Programa Nacional de Producción Frutícola. Actualización técnica en frutales de pepita. Montevideo, Uruguay, INIA. Consultado 10 nov. 2017. Disponible en http//www.inia.uy/documentos/privados

ZOPPOLO, R. 2012. Una visión del sector frutícola. (en línea). En Congreso Nacional de Ingenieros Agronomos (10, Montevideo, Uruguay). INIA. Montevideo, Uruguay. Consultado 23 jun. 2017. Disponible en https://slideplayer.es/slide/2732006/

10. ANEXOS

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
INCREMENTO	201	0.14	0.00	76.55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2228.65	29	76.85	0.97	0.5209
Portainjerto	298.21	4	74.55	0.94	0.4437
Sustrato	28.19	1	28.19	0.35	0.5524
Anegamiento	490.88	2	245.44	3.09	0.0482
Portainjerto*Sustrato	159.66	4	39.92	0.50	0.7344
Portainjerto*Anegamiento	229.20	8	28.65	0.36	0.9400
Sustrato*Anegamiento	454.41	2	227.20	2.86	0.0602
Portainjerto*Sustrato*Aneg..	568.10	8	71.01	0.89	0.5238
Error	13599.86	171	79.53		
Total	15828.50	200			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=5.61791

Error: 79.5313 gl: 171

Portainjerto	Medias	n	E.E.	
BA 29	13.28	31	1.67	A
Pyrus calleriana	12.82	40	1.44	A
OH X F 333	11.67	33	1.61	A
Membrillo A	11.20	63	1.14	A
OH X F 40	10.52	34	1.58	A

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.46877

Error: 79.5313 gl: 171

Sustrato	Medias	n	E.E.		
Esterilizado	12.23	101	0.94	A	
Natural	11.56	100	0.96	A	

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.64600

Error: 79.5313 gl: 171

Anegamiento	Medias	n	E.E.		
CC	14.00	56	1.29	A	
7	11.63	69	1.13	A	B
30	10.06	76	1.05		B

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=9.32473

Error: 79.5313 gl: 171

Portainjerto	Sustrato	Medias	n	E.E.	
BA 29	Esterilizado	14.34	19	2.05	A
Pyrus calleriana	Esterilizado	12.99	23	1.86	A
OH X F 333	Esterilizado	12.83	15	2.43	A
Pyrus calleriana	Natural	12.65	17	2.19	A
OH X F 40	Natural	12.33	19	2.14	A
Membrillo A	Esterilizado	12.27	29	1.69	A
BA 29	Natural	12.21	12	2.63	A
OH X F 333	Natural	10.50	18	2.12	A
Membrillo A	Natural	10.12	34	1.53	A
OH X F 40	Esterilizado	8.72	15	2.33	A

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=12.28297

Error: 79.5313 gl: 171

Portainjerto	Anegamiento	Medias	n	E.E.	
BA 29	CC	14.92	9	3.15	A
Pyrus calleriana	CC	14.81	13	2.54	A
OH X F 40	CC	14.06	8	3.15	A
OH X F 333	CC	13.18	8	3.26	A
Membrillo A	CC	13.03	18	2.16	A
Pyrus calleriana	30	12.93	15	2.31	A
BA 29	30	12.83	12	2.61	A
OH X F 333	7	12.50	12	2.57	A
BA 29	7	12.08	10	2.88	A
Membrillo A	7	11.56	23	1.86	A
OH X F 40	7	11.28	12	2.61	A
Pyrus calleriana	7	10.71	12	2.61	A
OH X F 333	30	9.32	13	2.48	A
Membrillo A	30	9.00	22	1.90	A
OH X F 40	30	6.23	14	2.41	A

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=6.27249

Error: 79.5313 gl: 171

Sustrato	Anegamiento	Medias	n	E.E.	
Esterilizado	7	14.16	35	1.56	A
Esterilizado	CC	14.11	28	1.80	A
Natural	CC	13.89	28	1.85	A
Natural	30	11.70	38	1.49	A
Natural	7	9.10	34	1.64	A
Esterilizado	30	8.43	38	1.48	A

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=19.54305

Error: 79.5313 gl: 171

Portainjerto	Sustrato	Anegamiento	Medias	n	E.E.	
OH X F 40	Natural	CC	18.50	4	4.46	A
OH X F 333	Esterilizado	7	17.83	6	3.64	A
BA 29	Esterilizado	7	17.17	6	3.64	A
BA 29	Esterilizado	CC	16.00	6	3.64	A
Pyrus calleriana	Esterilizado	CC	15.81	8	3.15	A
BA 29	Natural	30	15.80	5	3.99	A
OH X F 333	Esterilizado	CC	15.17	3	5.15	A
Pyrus calleriana	Natural	30	14.14	7	3.37	A
Membrillo A	Esterilizado	CC	13.93	7	3.37	A
BA 29	Natural	CC	13.83	3	5.15	A
Pyrus calleriana	Natural	CC	13.80	5	3.99	A
Membrillo A	Esterilizado	7	13.15	11	2.69	A
OH X F 333	Natural	30	13.14	7	3.37	A
Membrillo A	Natural	CC	12.14	11	2.69	A
Pyrus calleriana	Esterilizado	30	11.73	8	3.15	A
Pyrus calleriana	Esterilizado	7	11.43	7	3.37	A
OH X F 40	Natural	7	11.36	7	3.37	A
OH X F 40	Esterilizado	7	11.20	5	3.99	A
OH X F 333	Natural	CC	11.20	5	3.99	A
Pyrus calleriana	Natural	7	10.00	5	3.99	A
Membrillo A	Natural	7	9.96	12	2.57	A
BA 29	Esterilizado	30	9.86	7	3.37	A
Membrillo A	Esterilizado	30	9.73	11	2.69	A
OH X F 40	Esterilizado	CC	9.63	4	4.46	A
Membrillo A	Natural	30	8.27	11	2.69	A
OH X F 333	Natural	7	7.17	6	3.64	A
OH X F 40	Natural	30	7.13	8	3.15	A
BA 29	Natural	7	7.00	4	4.46	A
OH X F 333	Esterilizado	30	5.50	6	3.64	A
OH X F 40	Esterilizado	30	5.33	6	3.64	A

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

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
INCREMENTO DE DIAM.	109	0.23	0.00	84.56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.84	29	0.03	0.83	0.7111
ANEGAMIENTO	2.5E-03	2	1.3E-03	0.04	0.9646
GENOTIPO	0.12	4	0.03	0.88	0.4803
SUSTRATO	0.07	1	0.07	2.12	0.1493
ANEGAMIENTO*GENOTIPO	0.35	8	0.04	1.26	0.2750
ANEGAMIENTO*SUSTRATO	4.8E-03	2	2.4E-03	0.07	0.9341
GENOTIPO*SUSTRATO	0.08	4	0.02	0.60	0.6659
ANEGAMIENTO*GENOTIPO*SUSTR..	0.20	8	0.02	0.71	0.6837
Error	2.77	79	0.04		
Total	3.61	108			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.10580

Error: 0.0350 gl: 79

ANEGAMIENTO	Medias	n	E.E.	
7	0.23	30	0.03	A
CC	0.22	39	0.03	A
30	0.21	40	0.03	A

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.15833

Error: 0.0350 gl: 79

GENOTIPO	Medias	n	E.E.	
Membrillo A	0.28	22	0.04	A
Pyrus Calleriana	0.22	22	0.04	A
OH X F 40	0.22	22	0.04	A
BA 29	0.20	21	0.04	A
OH X F 333	0.18	22	0.04	A

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.07141

Error: 0.0350 gl: 79

SUSTRATO	Medias	n	E.E.	
Natural	0.25	56	0.03	A
Esterilizado	0.19	53	0.03	A

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.34757

Error: 0.0350 gl: 79

ANEGAMIENTO	GENOTIPO	Medias	n	E.E.	
CC	Pyrus Calleriana	0.33	9	0.06	A
7	Membrillo A	0.32	6	0.08	A
7	OH X F 40	0.29	6	0.08	A
30	Membrillo A	0.28	8	0.07	A
30	OH X F 40	0.25	9	0.06	A
7	BA 29	0.25	6	0.08	A
CC	Membrillo A	0.24	8	0.07	A
CC	OH X F 333	0.23	8	0.07	A
30	OH X F 333	0.21	8	0.07	A
7	Pyrus Calleriana	0.20	6	0.08	A
30	BA 29	0.18	8	0.07	A
CC	BA 29	0.17	7	0.07	A
30	Pyrus Calleriana	0.14	7	0.07	A
CC	OH X F 40	0.12	7	0.07	A
7	OH X F 333	0.08	6	0.08	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.0

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.18305

Error: 0.0350 gl: 79

ANEGAMIENTO	SUSTRATO	Medias	n	E.E.	
7	Natural	0.26	15	0.05	A
30	Natural	0.25	21	0.04	A
CC	Natural	0.24	20	0.04	A
CC	Esterilizado	0.21	19	0.04	A
7	Esterilizado	0.20	15	0.05	A
30	Esterilizado	0.18	19	0.04	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.0

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.26141

Error: 0.0350 gl: 79

GENOTIPO	SUSTRATO	Medias	n	E.E.	
Membrillo A	Natural	0.33	11	0.06	A
Pyrus Calleriana	Natural	0.27	11	0.06	A
Membrillo A	Esterilizado	0.23	11	0.06	A
OH X F 40	Natural	0.22	11	0.06	A
OH X F 333	Natural	0.22	12	0.06	A
BA 29	Esterilizado	0.22	10	0.06	A
OH X F 40	Esterilizado	0.22	11	0.06	A
BA 29	Natural	0.18	11	0.06	A
Pyrus Calleriana	Esterilizado	0.17	11	0.06	A
OH X F 333	Esterilizado	0.13	10	0.06	A

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.54884

Error: 0.0350 gl: 79

ANEGAMIENTO	GENOTIPO	SUSTRATO	Medias	n	E.E.	
CC	Pyrus Calleriana	Natural	0.39	4	0.09	A
7	Membrillo A	Natural	0.36	3	0.11	A
30	OH X F 333	Natural	0.35	4	0.09	A
30	Membrillo A	Natural	0.33	4	0.09	A
7	OH X F 40	Natural	0.32	3	0.11	A
7	BA 29	Esterilizado	0.31	3	0.11	A
CC	Membrillo A	Natural	0.31	4	0.09	A
7	Membrillo A	Esterilizado	0.29	3	0.11	A
CC	OH X F 333	Esterilizado	0.29	3	0.11	A
7	Pyrus Calleriana	Natural	0.29	3	0.11	A
CC	Pyrus Calleriana	Esterilizado	0.27	5	0.08	A
30	OH X F 40	Esterilizado	0.27	4	0.09	A
7	OH X F 40	Esterilizado	0.25	3	0.11	A
30	Membrillo A	Esterilizado	0.23	4	0.09	A
30	OH X F 40	Natural	0.23	5	0.08	A
30	BA 29	Natural	0.19	4	0.09	A
CC	BA 29	Natural	0.19	4	0.09	A
7	BA 29	Natural	0.18	3	0.11	A
30	BA 29	Esterilizado	0.18	4	0.09	A
CC	Membrillo A	Esterilizado	0.18	4	0.09	A
CC	OH X F 333	Natural	0.18	5	0.08	A
CC	BA 29	Esterilizado	0.16	3	0.11	A
30	Pyrus Calleriana	Natural	0.15	4	0.09	A
30	Pyrus Calleriana	Esterilizado	0.14	3	0.11	A
7	OH X F 333	Natural	0.14	3	0.11	A
CC	OH X F 40	Esterilizado	0.13	4	0.09	A
CC	OH X F 40	Natural	0.12	3	0.11	A
7	Pyrus Calleriana	Esterilizado	0.11	3	0.11	A
30	OH X F 333	Esterilizado	0.08	4	0.09	A
7	OH X F 333	Esterilizado	0.03	3	0.11	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.

Nueva tabla : 29/01/2019 - 11:14:25 - [Versión : 02/03/2018]

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
BIOMASA	141	0.46	0.32	46.37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	51653.45	29	1781.15	3.29	<0.0001
PLANTA	43726.40	4	10931.60	20.17	<0.0001
ANEGAMIENTO	1.79	2	0.90	1.7E-03	0.9983
SUSTRATO	869.92	1	869.92	1.60	0.2079
PLANTA*ANEGAMIENTO	3395.50	8	424.44	0.78	0.6185
PLANTA*SUSTRATO	310.34	4	77.58	0.14	0.9657
ANEGAMIENTO*SUSTRATO	233.49	2	116.75	0.22	0.8066
PLANTA*ANEGAMIENTO*SUSTRAT..	3116.01	8	389.50	0.72	0.6747
Error	60167.53	111	542.05		
Total	111820.99	140			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=44.41945

Error: 542.0498 gl: 111

PLANTA	Medias	n	E.E.		
Pyrus Calleriana	65.51	5	4.25	A	
OH X F 40	59.15	3	4.25	A	
M. Adams	57.96	5	4.42	A	
OH X F333	46.74	4	4.25	A	B
BA 29	12.79	5	4.93		B

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

ANEGAMIENTO	Medias	n	E.E.	
CC	48.51	3	3.44	A
A30	48.39	5	3.41	A
A7	48.39	5	3.44	A

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=29.17819

Error: 542.0498 gl: 111

SUSTRATO	Medias	n	E.E.	
Natural	50.68	5	2.85	A
Esterilizado	46.17	5	2.75	A

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=52.62123

Error: 542.0498 gl: 111

PLANTA	ANEGAMIENTO	Medias	n	E.E.			
Pyrus Calleriana	A30	70.50	5	7.36	A		
Pyrus Calleriana	CC	65.56	5	7.36	A	B	
OH X F 40	CC	64.95	5	7.36	A	B	
M. Adams	CC	64.40	5	7.36	A	B	
Pyrus Calleriana	A7	60.46	5	7.36	A	B	C
M. Adams	A7	60.42	5	7.36	A	B	C
OH X F 40	A7	57.13	5	7.36	A	B	C
OH X F 40	A30	55.39	5	7.36	A	B	C
OH X F333	A7	52.29	5	7.36	A	B	C
OH X F333	A30	49.36	5	7.36	A	B	C
M. Adams	A30	49.05	4	8.23	A	B	C
OH X F333	CC	38.58	5	7.36	A	B	C
BA 29	A30	17.65	5	7.81		B	C
BA 29	A7	11.66	5	8.89			C
BA 29	CC	9.05	3	8.89			C

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=49.67814

Error: 542.0498 gl: 111

PLANTA	SUSTRATO	Medias	n	E.E.			
Pyrus Calleriana	Natural	65.58	5	6.01	A		
Pyrus Calleriana	Esterilizado	65.43	5	6.01	A		
M. Adams	Natural	61.48	4	6.26	A	B	
OH X F 40	Natural	61.04	5	6.01	A	B	
OH X F 40	Esterilizado	57.27	5	6.01	A	B	C
M. Adams	Esterilizado	54.43	3	6.26	A	B	C
OH X F333	Natural	50.32	5	6.01	A	B	C
OH X F333	Esterilizado	43.16	5	6.01	A	B	C
BA 29	Natural	14.99	5	7.43		B	C
BA 29	Esterilizado	10.58	5	6.49			C

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=45.84985

Error: 542.0498 gl: 111

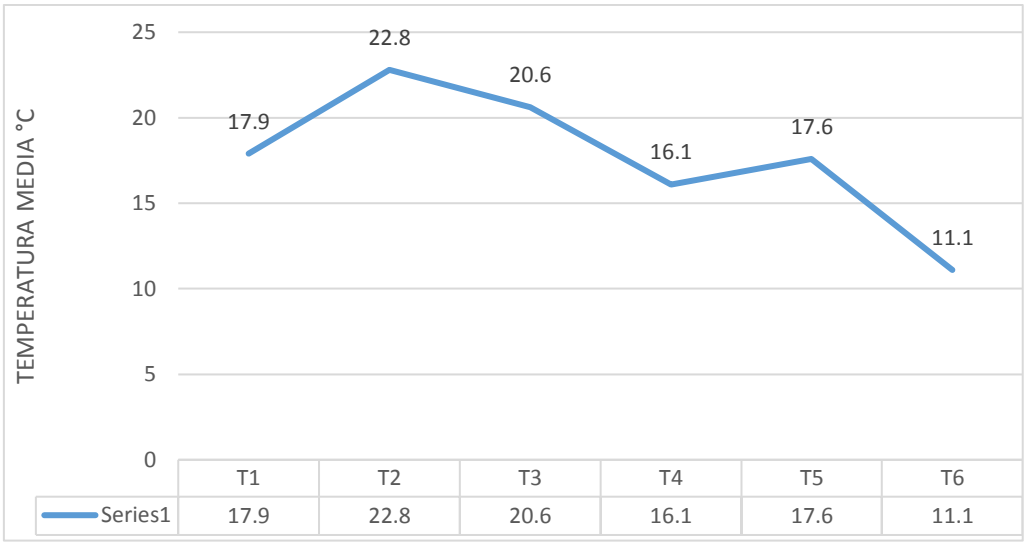
ANEGAMIENTO	SUSTRATO	Medias	n	E.E.	
CC	Natural	52.20	5	4.96	A
A7	Natural	50.83	4	4.96	A
A30	Natural	49.02	5	4.88	A
A30	Esterilizado	47.76	5	4.77	A
A7	Esterilizado	45.95	3	4.77	A
CC	Esterilizado	44.82	5	4.77	A

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

Error: 542.0498 gl: 111

PLANTA	ANEGAMIENTO	SUSTRATO	Medias	n	E.E.			
Pyrus Calleriana	CC	Natural	73.92	3	10.41	A		
Pyrus Calleriana	A30	Esterilizado	73.49	5	10.41	A		
M. Adams	CC	Natural	72.27	5	10.41	A	B	
M. Adams	A7	Natural	69.77	5	10.41	A	B	
OH X F 40	CC	Natural	67.55	5	10.41	A	B	C
Pyrus Calleriana	A30	Natural	67.51	4	10.41	A	B	C
Pyrus Calleriana	A7	Esterilizado	65.59	5	10.41	A	B	C
OH X F 40	CC	Esterilizado	62.35	5	10.41	A	B	C
OH X F 40	A7	Natural	60.67	5	10.41	A	B	C
OH X F333	A7	Natural	59.25	5	10.41	A	B	C
Pyrus Calleriana	CC	Esterilizado	57.20	4	10.41	A	B	C
M. Adams	CC	Esterilizado	56.52	5	10.41	A	B	C
OH X F 40	A30	Esterilizado	55.90	5	10.41	A	B	C
M. Adams	A30	Esterilizado	55.71	5	11.64	A	B	C
Pyrus Calleriana	A7	Natural	55.32	5	10.41	A	B	C
OH X F 40	A30	Natural	54.89	5	10.41	A	B	C
OH X F333	A30	Natural	53.78	4	10.41	A	B	C
OH X F 40	A7	Esterilizado	53.58	5	10.41	A	B	C
M. Adams	A7	Esterilizado	51.07	5	10.41	A	B	C
OH X F333	A7	Esterilizado	45.32	4	10.41	A	B	C
OH X F333	A30	Esterilizado	44.94	4	10.41	A	B	C
M. Adams	A30	Natural	42.40	5	11.64	A	B	C
OH X F333	CC	Esterilizado	39.21	5	10.41	A	B	C
OH X F333	CC	Natural	37.94	5	10.41	A	B	C
BA 29	A30	Natural	26.53	5	11.64	A	B	C
BA 29	A7	Esterilizado	14.18	3	11.64		B	C
BA 29	CC	Natural	9.30	5	13.44			C
BA 29	A7	Natural	9.14	4	13.44			C
BA 29	CC	Esterilizado	8.80	5	11.64			C
BA 29	A30	Esterilizado	8.78	5	10.41			C

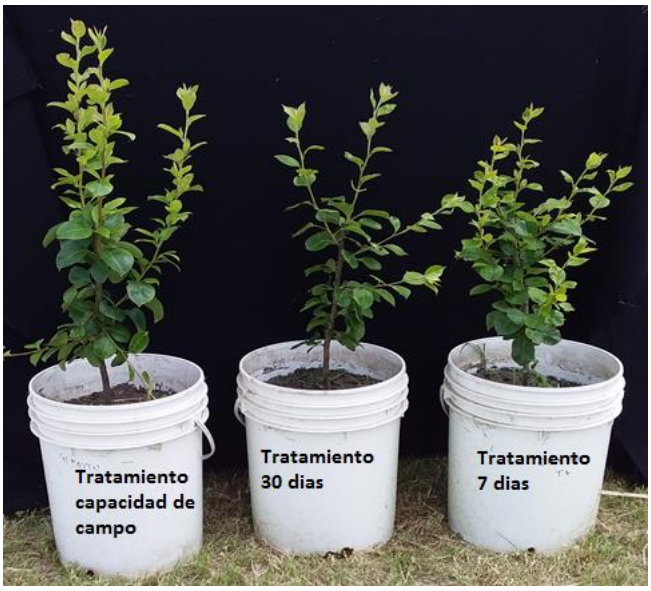
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)



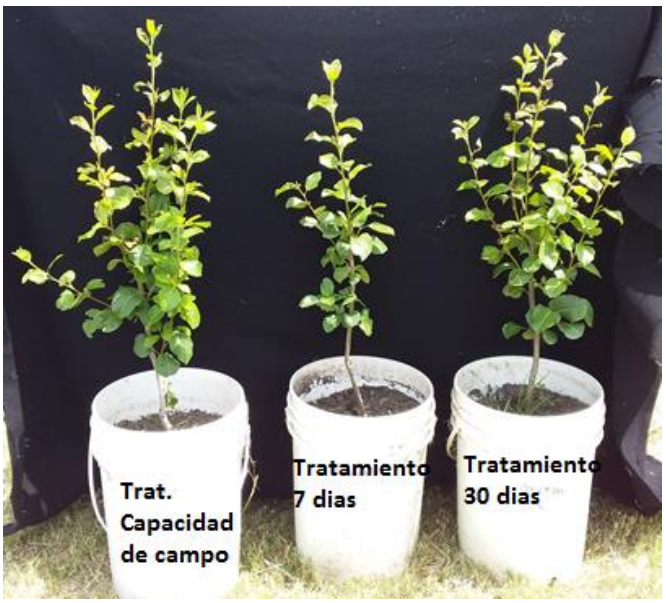
T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6
12 de abril	19 de abril	25 de abril	2 de mayo	11 de mayo	24 de mayo

Figura 35. Evolución de la temperatura media del período del ensayo. Datos de (INIA Las Brujas 2017) .

Fotos de OH40 luego de finalizado los tratamientos

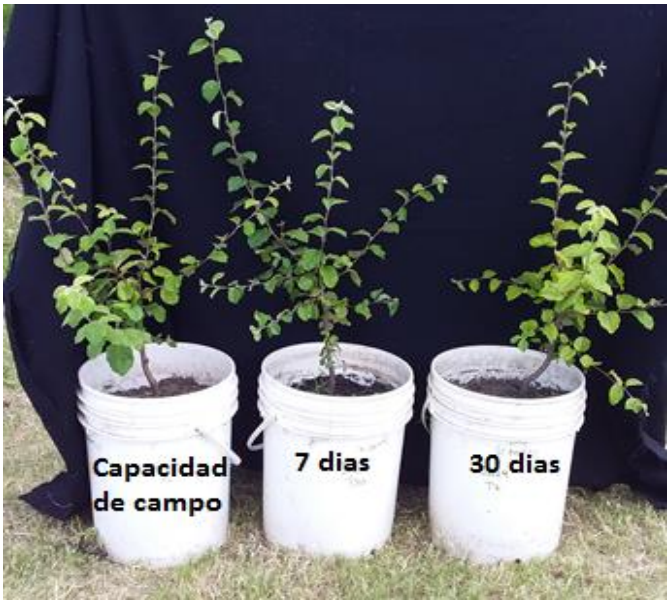


Fotos de OHF333 luego de finalizados los tratamientos

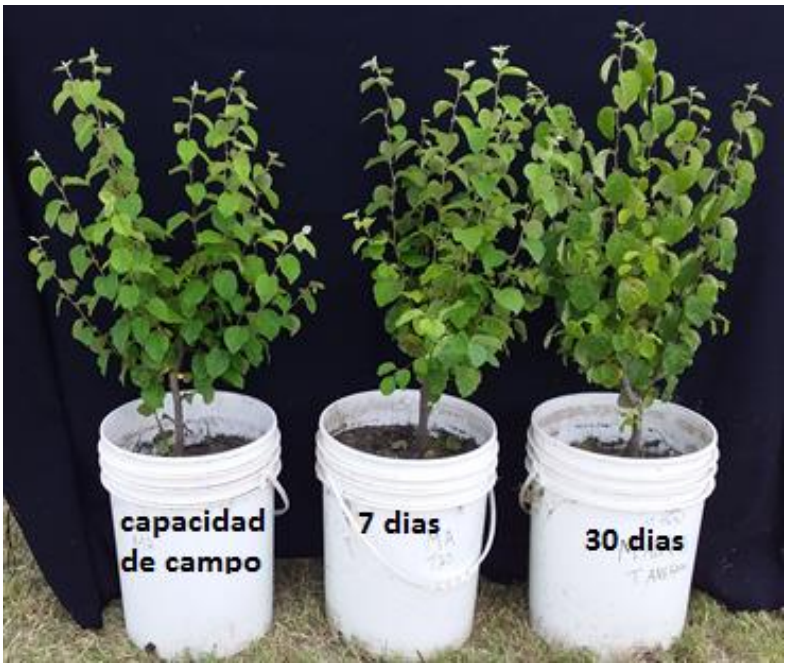


Fotos de *Pirus calleryana* luego de finalizado los tratamientos

Fotos de BA29 luego de finalizado los tratamientos



Fotos de Membrillero Adams luego de finalizado los tratamientos



Fotos de los 5 portainjertos a capacidad de campo, luego de finalizados los tratamientos

Fotos de los 5 portainjertos luego de 30 días anegados

Fotos de los 5 portainjertos luego del tratamiento a 7 días

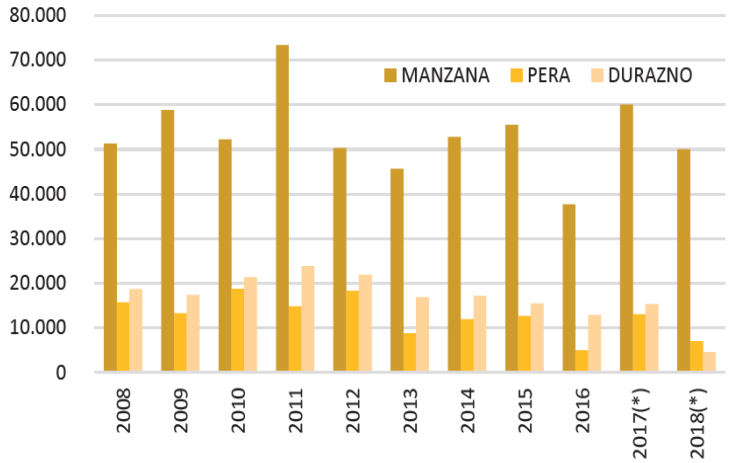
Lenticelas y desarrollo de raíces adventicias en BA29

Instalacion del ensayo

Colocacion de nylon para apoyar las rejillas y macetas

Macetas anegadas

Gráfica 2. Producción frutales hoja caduca (toneladas)



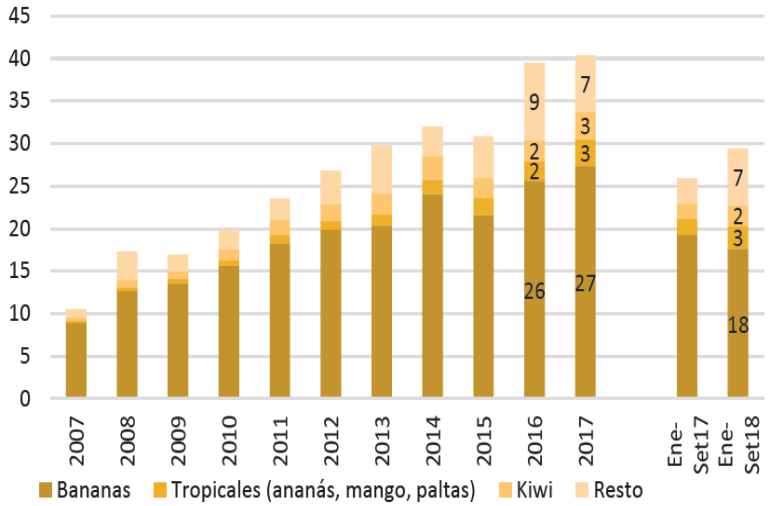
Nota: (*) elaborado a partir de los registros de volúmenes ingresados al Mercado Modelo e informantes calificados.
Fuente: DIEA.

Cuadro 2. Costos de Frutales de Hoja Caduca Zafra 2017/18
(Participación de las distintas partidas analizadas y costo total por kilo producido)

Rubro	Durazno de estación	Pera William' s	Manzana Red delicious
Producción comercial (kg/ha)	16.200	32.400	28.000
Amortizaciones	15%	13%	17%
Electricidad	2%	2%	3%
Fertilizantes	1%	3%	2%
Fitosanitarios	8%	10%	14%
Gas Oil y lubricantes	5%	8%	8%
Mano de obra	59%	50%	47%
Otros (*)	10%	14%	10%
Costo total ($/kg)	17,9	10,6	10,4

(*) La categoría "Otros" incluye las partidas referentes a la reparación de maquinaria, seguros, renta de la tierra, impuestos, gasto en vehículos y un componente de gastos varios.
Fuente: elaborado con base en costos de producción de DI.GE.GRA.

Gráfica 10. Importaciones de fruta fresca
(Millones de dólares)



Fuente: elaborado con base en URUNET.

CUADRO 1 | Frutales de hoja caduca: plantas totales y en producción, producción y rendimiento, según número de plantas de la especie. Año agrícola 2015/2016.

Especie y número de plantas	Plantas (miles)		Producción (t)	Rendimiento (kg/planta)
	Totales	En producción		
Manzana	**2.974**	**2.740**	**37.675**	**14**
Menos de 1.000	78	78	1.006	13
De 1.001 a 3.000	204	177	2.194	12
De 3.001 a 5.000	212	185	3.053	17
De 5.001 a 10.000	398	352	4.620	13
De 10.001 a 20.000	678	614	8.663	14
Más de 20.000	1.404	1.334	18.139	14
Pera	**578**	**530**	**4.986**	**9**
Menos de 1.000	89	87	664	8
1.001 a 3.000	107	98	615	6
3.001 a 5.000	63	56	1.000	18
5.001 a 10.000	73	68	527	8
Más de 10.000	246	221	2.180	10
Durazno	**1.148**	**1.087**	**12.858**	**12**
Menos de 1.000	114	104	1.211	**12**
1.001 a 3.000	355	346	3.980	**12**
3.001 a 5.000	264	248	2.274	**9**
5.001 a 10.000	251	233	3.323	**14**
Más de 10.000	164	156	2.070	**13**
Nectarino	**142**	**123**	**1.550**	**13**
Menos de 1.000	75	66	805	**12**
De 1.001 a 3.000	45	41	477	**12**
Mas de 3000	22	16	268	**17**
Ciruelo	**225**	**214**	**1.259**	**6**
Menos de 1.000	129	124	650	**5**
De 1.001 a 3.000	59	56	393	**7**
Más de 3.000	37	34	216	**6**
Membrillo	**143**	**139**	**4.653**	**33**
Menos de 1.000	29	29	1.122	**32**
1.001 a 3.000	46	44	1.662	**38**
3.001 a 5.000	13	10	221	**21**
Más de 5.000	55	56	1.648	**29**

Fuente: MGAP-DIEA, en base a Encuesta Frutícola.

CUADRO 3 | Número de plantas totales y con riego, según especie. Año agrícola 2015/2016.

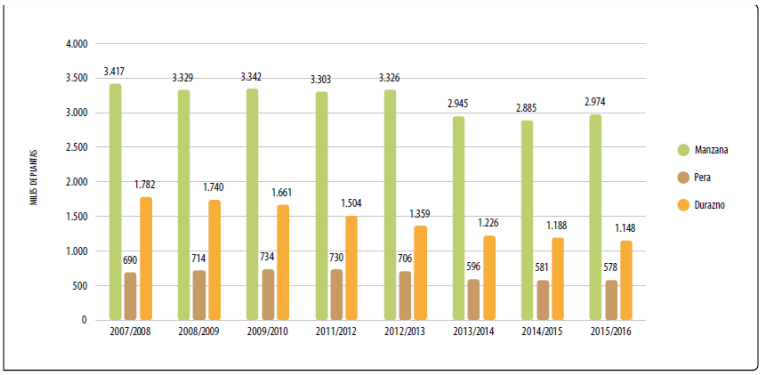
Especie	Número de plantas		
	Totales (miles)	Con riego	
		(miles)	(% s/total)
Total	**5.210**	**3.604**	**69**
Manzana	2.974	2.330	78
Pera	578	429	74
Nectarino	142	86	61
Durazno	1.148	637	55
Ciruela	225	95	42
Membrillo	143	27	19

Fuente: MGAP-DIEA en base a Encuesta Frutícola.

CUADRO 4 | Frutales de hoja caduca: superficie, número de plantas totales y en producción; producción y rendimientos por año agrícola, según especie.

Concepto	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016
Superficie total (hectáreas)	**7.947**	**7.574**	**7.363**	**6.836**	**6.523**	**5.586**	**5.481**	**5.411**
Manzana								
Plantas totales (miles)	3.417	3.329	3.342	3.303	3.326	2.945	2.885	2.974
Plantas en producción (miles)	3.002	2.974	3.120	3.067	2.950	2.644	2.652	2.740
Producción (toneladas)	51.266	58.775	52.226	50.271	45.626	52.762	55.454	37.675
Rendimiento (kilos por planta)	17	20	17	16	15	20	21	14
Pera								
Plantas totales (miles)	690	714	734	730	706	596	581	578
Plantas en producción (miles)	531	510	572	654	645	535	536	530
Producción (toneladas)	15.755	13.272	18.702	18.268	8.749	11.942	12.593	4.986
Rendimiento (kilos por planta)	30	26	33	28	14	22	23	9
Durazno								
Plantas totales (miles)	1.782	1.740	1.661	1.504	1.359	1.226	1.188	1.148
Plantas en producción (miles)	1.522	1.481	1.469	1.440	1.299	1.132	1.106	1.087
Producción (toneladas)	18.641	17.330	21.356	21.920	16.849	17.224	15.448	12.858
Rendimiento (kilos por planta)	12	12	15	15	13	15	14	12

GRÁFICO 2-17 | Número total de plantas de frutales seleccionados por año agrícola, según especie.



Fuente: MGAP-DIEA en base a Encuesta Frutícola.

CUADRO 5 | Volúmenes totales de frutas, por especie, según destino. Zafra 2015/2016.

Destino	Total		Manzana	Pera	Durazno	Nectarino	Ciruela	Membrillo
	(ton)	(%)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)
Total	**62.981**	**100**	**37.675**	**4.986**	**12.858**	**1.550**	**1.259**	**4.653**
Mercado de fruta fresca	53.283	84,6	32.113	4.704	12.591	1.549	1.259	1.066
Industria	7.015	11,1	3.217	23	265	1	0	3.510
Exportación	2.583	4,1	2.327	256	0	0	0	0
Otros	100	0,2	18	3	2	0	0	77

Fuente: MGAP-DIEA, Encuesta Frutícola.