

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA DE FRUTICULTURA

TALLER DE LICENCIATURA

**ESTIMACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS HÍDRICOS EN VIVERO DE
PALTOS INJERTADOS (*Persea americana* Mill.) cv. Hass.**

YÁRELA SCARLETTE COLLAO ARGANDOÑA

QUILLOTA CHILE

1998

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

2. MATERIAL Y MÉTODO

2.1 Material experimental

2.2 Diseño experimental

3. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1 Uso del agua de riego

3.2 Crecimiento vegetativo

3.3 Coeficiente de uniformidad

3.4 Peso seco de las plantas

3.5 Estado nutricional y sanitario de las plantas

3.6 Salinidad

4. CONCLUSIONES

5. RESUMEN

6. LITERATURA CITADA

ANEXOS

1. INTRODUCCIÓN

Un programa adecuado de riego consiste en aplicar la suficiente cantidad de agua por planta, de manera que éstas no experimenten estrés y se minimicen las pérdidas por percolación profunda (POST y PECK, 1983).

Los conocimientos acerca de cuanta agua requieren las plantas que crecen en contenedor para maximizar su crecimiento y su calidad, son escasos. (BURGER *et al.*, 1987). Se han encontrado investigaciones hechas en otros países como es el caso de Estados Unidos, pero la mayoría de ellas están orientadas a los cultivos ornamentales. A nivel nacional los conocimientos de este tema también son reducidos, tanto para plantas ornamentales como para otros cultivos como es el caso del palto, pero investigaciones realizadas por TOLEDO (1996), COSÍO (1997) y FERNANDEZ (1997), han aclarado algunos aspectos sobre este tema.

Determinar los requerimientos hídricos de plantas de paltos (*Persea americana* Mill.) que crecen en contenedor bajo invernadero, equivale a responder a cuánto regar, sin embargo, lo anterior no se puede separar completamente de cuándo regar.

Cuándo y cuánta agua aplicar está definido por los requerimientos de agua del cultivo, capacidad de estanque del suelo, la uniformidad de la aplicación entre otras (REGAN, 1991). Además, BURGER *et al.* (1987) y FUTURA *et al.* (1976) comentan que muchos factores pueden alterar el uso del agua en la planta cuando crece en contenedor. Estos incluyen diferencias entre los

cultivares de una especie, desarrollo del estado de la planta, estatus nutricional, sombra y otros.

Para responder la pregunta, ¿cuánta agua aplicar a cada planta?, es necesario conocer la evapotranspiración (ET). El procedimiento más inmediato sería medirla. La medición directa de ET requiere disponer de un sistema que permita determinar perfectamente todas las entradas y salidas de agua en las plantas objeto de estudio.

Todos los métodos que miden directamente la evapotranspiración se basan en la ecuación hidrológica:

$$ET = R - (Es - Pp + V w)$$

Donde:

ET = Evapotranspiración (mm)

R = Riego (mm)

Es = Escurrimiento superficial (mm)

Pp = Percolación profunda (mm)

V w = Variación del contenido de humedad en el suelo (mm).

La variación de los contenidos de humedad de los sustratos o medios de crecimiento, ya sea en contenedores, estanques, lisímetros, puede ser determinada por diferencias de peso en forma directa o a través de tensiómetros, aspersor de neutrones, sondas y otras, en forma indirecta.

A través de métodos empíricos es posible estimar un valor de evapotranspiración potencial (ET_o) que se define como la tasa de

evapotranspiración de una superficie extensa de gramíneas de 8 a 15 cm de altura, uniforme, de crecimiento activo, que sombrean totalmente el suelo y que disponen de agua abundante (PIZARRO, 1987)

La evaporación de cultivo se calcula a partir de E_{To} , mediante la ecuación:

$$E_{Tc} = K_c * E_{To}$$

donde:

E_{Tc} = Evaporación actual del cultivo (mm)

K_c = Coeficiente de cultivo

E_{To} = Evapotranspiración potencial (mm)

El coeficiente de cultivo puede ser usado para determinar la cantidad de agua a aplicar a un cultivo en particular. Al respecto BURGER *et al.* (1987), señala que sabiendo la evapotranspiración potencial (E_{To}) y la Evapotranspiración de cultivo (E_{Tc}), se puede despejar el K_c , para cualquier cultivo que crece en contenedor.

Los coeficientes de cultivo (K_c) para plantas que crecen en contenedor son altos con respecto a otros cultivos. Varían desde 1.1 a 5.1, cuando se encuentran en invernadero. Estos valores dependen de la especie, la zona y el espaciamiento de los contenedores (BURGER *et al.*, 1987)

TOLEDO (1996), trabajando con portainjertos de paltos cv Mexícola, encontró que existía un crecimiento gradual de las plantas en altura y diámetro de injertación en tasas de riego de 0.6 a 1.4 de la evaporación de bandeja ubicada dentro del invernadero. Al respecto, COSÍÓ (1997) señala que existe un efecto de la tasa de riego sobre el crecimiento de las plantas,

además comenta que existe un mayor crecimiento con tasa de riego correspondiente a 180 a 220 % de la evaporación de bandeja

REGAN (1991) señala que la evaporación directa desde el suelo es mayor para cultivos de corta edad, debido a que incrementa su exposición a la luz solar. Al aumentar el follaje de la canopia y por ende la sombra, la evaporación disminuye.

Por otro lado, la frecuencia de riego también es importante en los manejos de un vivero y un huerto en general, por lo tanto, definir el tiempo que transcurre entre dos aplicaciones de agua depende de varios factores, entre ellos el sustrato y las características de la planta.

DU PLESSIS (1991) sostiene que la frecuencia entre cada riego estará determinada por la capacidad que tenga el suelo de almacenar agua. Además señala que los instrumentos más usados para programar riegos son los tensiómetros.

COSIÓ (1997) y FERNANDEZ (1997) comentan que los tensiómetros presentan restricciones para usarlos en contenedor, debido a la distribución desuniforme del agua en el sustrato cuando se aplican pequeñas láminas de agua.

HEISKANEN (1995) señala que un potencial mátrico de -10 Kpa, se usa como límite para el riego frecuente, para la producción de plantas de semilla que crecen en contenedor.

Riegos demasiado frecuentes pueden causar encharcamiento o saturación del medio o sustrato, provocando hipoxia y enfermedades fungosas a las plantas que se cultivan en contenedor, sobre todo con sustratos de alta porosidad. Sin embargo, el exceso de agua en un cultivo puede ser rápidamente transpirado por la planta (HEISKANEN, 1995)

Al respecto, se puede decir que el sistema radicular del palto es ineficiente en la absorción de agua por el alto grado de suberización de las raíces y por la baja frecuencia de los pelos radiculares; y, con exceso de agua predispone la planta al desarrollo de enfermedades fungosas como *Phytophthora* (DU PLESSIS, 1991).

LABANAUSKAS *et al.* (1968), por otro lado señalan que las raíces de palto proveniente de semilla no tienen un mecanismo de defensa estructural para terminar con una infección de *Phytophthora*. Raíces infectadas comienzan a morir desde la parte central a raíces laterales; es distinto a las raíces de cítricos que limitan esta misma infección teniendo la habilidad de terminar con la infección reanudando su crecimiento una vez que disminuye el agua, cuando está en saturación.

Por otra parte, las tasas de riego aplicadas con mayor frecuencia, pueden aumentar la eficiencia de aplicación en un riego. TOLEDO (1996), al respecto señala que para disminuir excesivas pérdidas por percolación se puede entregar láminas de agua en forma parcializada pero con riegos más frecuentes.

No obstante la frecuencia de riego es uno de los factores importantes en la aireación del sustrato, además del tamaño y distribución de los poros e intensidad de la transpiración. Mientras mayor sea la cantidad de macroporos mejor será la aireación, ya que las raíces de las plantas obtienen el oxígeno una vez éstos han drenado después del riego. Por otra parte, el aporte que realiza la evapotranspiración, desalojando el agua que permanece en los poros que no se han drenado, favorece la aireación del medio radical (PAUL y LEE, 1976).

El crecimiento de plantas en contenedor provoca una gran concentración radical, con lo cual se requiere un alto abastecimiento de oxígeno y una elevada tasa de remoción de anhídrido carbónico por unidad de volumen para mantener un crecimiento adecuado (BUNT, 1961 y ZUCONNI, 1988).

Investigaciones con plantas jóvenes de palto en contenedores determinaron que la mayor actividad radicular se produce con 21 % de oxígeno y que con valores menores se reduce el peso seco de la raíz, disminuye el número total de nutrientes en la planta y aumenta la traslocación de iones fitotóxicos, como sodio y cloro, hacia la parte aérea.

Por lo tanto, en la producción de plantas es vital para el crecimiento y calidad de ella, la mantención de condiciones favorables de agua y ventilación en los medios de cultivo (HEISKANEN, 1995).

Analizando todos estos antecedentes, se plantean como objetivos del presente ensayo estimar los requerimientos hídricos de paltos injertados con

cv. Hass sobre portainjerto Mexícola mediante la aplicación de cuatro láminas de riego bajo tres frecuencias.

2. MATERIAL Y MÉTODO

El estudio se realizó en el vivero de la Estación Experimental La Palma de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, comuna de Quillota, V Región, durante el periodo de febrero y octubre de 1997.

2.1. Material experimental:

2.1.1. Obtención de planta

Se utilizaron plantas de palto (*Persea americana* Mill) provenientes del vivero de la Estación Experimental. Estas plantas fueron injertadas con el cv. Hass sobre portainjerto cv. Mexícola, el 20 de diciembre de 1996, una vez terminada la brotación de primavera (CASTRO, 1996). Las plantas de palto presentaban un injerto de empalme lateral o de costado, con púa terminal. Al iniciar el ensayo éstas tenían un crecimiento promedio de 1.72 cm, con un coeficiente de uniformidad de 76%.

Los contenedores utilizados fueron de polietileno negro con orificios para facilitar el drenaje, de 40 cm de alto y 16 cm de diámetro, dando como resultado una superficie expuesta de 216 cm² y un volumen aproximado de 8000 cm³. El sustrato fue una mezcla de un tercio de suelo franco arcilloso, un tercio de arena rubia y un tercio de tierra de hoja. El sustrato posee un pH de 7.96 y una conductividad eléctrica inicial en extracto de saturación de 2,18 mmhos/cm. La densidad real 2.57 g/ cc y la densidad aparente de 1.27 g/cc, con lo cual se obtiene una porosidad total de 50%. La curva característica de humedad del sustrato se presenta en la Figura 1.

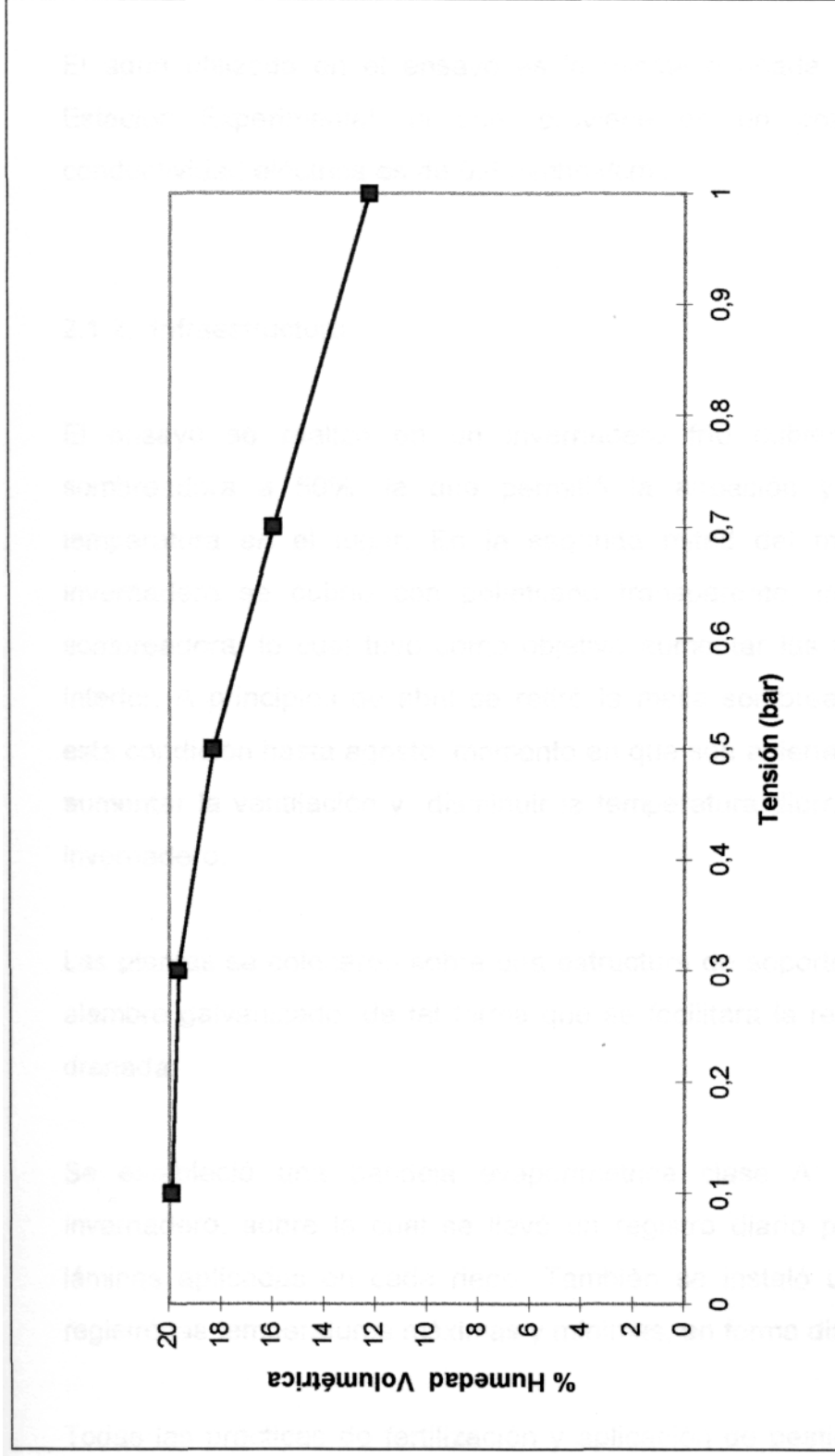


FIGURA 1. Curva característica de humedad del sustrato ocupado por los contenedores ($\theta_{15 \text{ bar}} = 10.14\%$).

El agua utilizada en el ensayo es la misma ocupada en el vivero de la Estación Experimental, la cual proviene de un pozo profundo cuya conductividad eléctrica es de 0,6 mmhos/cm .

2.1.2. Infraestructura

El ensayo se realizó en un invernadero frío cubierto por una malla sombreadora a 50%, la que permitió la aireación y regulación de la temperatura en el lugar. En la segunda mitad del mes de marzo, el invernadero se cubrió con polietileno transparente, incluyendo la malla sombreadora, lo cual tuvo como objetivo aumentar las temperaturas en el interior. A principios de abril se retiró la malla sombreadora, manteniendo esta condición hasta agosto, momento en que son abiertas las lucarnas para aumentar la ventilación y disminuir la temperatura diurna en el interior del invernadero.

Las plantas se colocaron sobre una estructura de soporte con una rejilla de alambre galvanizado, de tal forma que se facilitara la recolección del agua drenada.

Se estableció una bandeja evaporimétrica clase A en el interior del invernadero, sobre la cual se llevó un registro diario para determinar las láminas aplicadas en cada riego. También se instaló un termómetro que registró las temperaturas máximas y mínimas, en forma diaria.

Todas las prácticas de fertilización y aplicación de pesticidas se realizaron

de acuerdo a las usuales del vivero.

2.1.3. Sistema de riego

En el ensayo se utilizó un sistema de riego por goteo, con un emisor por planta, con descarga de 2l/h. A la entrada de cada tratamiento se encontraba una válvula solenoide, cuya apertura se reguló por medio de un programador de 12 estaciones. El sistema funcionó a 35 libras/pul², logrando un coeficiente de uniformidad de 92%.

2.2. Diseño experimental:

El ensayo consta de 96 plantas de palto (*Persea americana* Mill.) cv. Mexícola injertadas con cv. Hass, distribuidas en doce tratamientos.

El ensayo fue llevado en un diseño completamente al azar con arreglo multifactorial de 3 x 4 con 7 repeticiones. La unidad experimental fue una planta. Los datos se sometieron a análisis de varianza, test de comparación de medias de Tukey con un nivel de significancia del 5%. Para las fechas en las cuales no se encontró interacción entre los factores, se procedió a analizar cada uno por separado, con un diseño completamente al azar, al 5 % de significancia.

El experimento consistió en evaluar el efecto de la tasa y frecuencia de riego, sobre el crecimiento de las plantas. Las tasas de riego a evaluar fueron de 0.5; 1.5; 2.5 y 3.5 de la evaporación de la bandeja tipo A, ubicada

en el interior del invernadero, acumulada desde el riego anterior. Los valores mencionados corresponden a un coeficiente conjunto de cultivo y coeficiente de bandeja (K_c y K_b). Estas láminas de riego fueron repuestas con tres frecuencias fijas: diaria, cada 4 días y cada 7 días.

Las frecuencias de riego fijas fueron establecidas de acuerdo a los resultados de COSIÓ (1997), quién controló la frecuencia de riego mediante tensiómetros. Sus resultados sugieren que la utilización de este instrumento en contenedores presenta algunas restricciones, debido principalmente a la distribución heterogénea del agua en el sustrato, cuando se deben aplicar pequeñas cantidades. Lo anterior significa que no sería confiable establecer un punto crítico de riego en base a este instrumento. Según el estudio señalado (COSIÓ, 1997), se obtuvo una tensión crítica de riego de -10 cb (aproximadamente), cada 4 días y una de - 50 cb (aproximadamente) cada 7 días. La frecuencia diaria se decidió de acuerdo a lo señalado por HEISKANEN (1995), que postula que los contenedores requieren riegos más frecuentes que largos. Además, TOLEDO (1996) señala que los riegos entregados desde septiembre hasta enero, en algunos tratamientos provocaron una pérdida de agua aplicada producto de la percolación, lo cual se puede solucionar entregando la misma lámina, pero en forma fraccionada con riegos más frecuentes.

2.2.1. Periodicidad de las mediciones:

Las mediciones se iniciaron la segunda semana de febrero, 15 días después de iniciar los riegos.

Las mediciones para evaluar los efectos de los tratamientos se dividieron en cuantitativas y cualitativas. Las cuantitativas correspondieron a: altura de la planta (cm), diámetro de la planta a la altura de injertación (cm), coeficiente de uniformidad (%) y peso seco de las plantas, tanto de la parte aérea como radicular (g) de las plantas en tratamiento. Las mediciones cualitativas correspondieron al estado sanitario y nutricional, evaluado como apariencia visual.

Al término del ensayo se midió la conductividad eléctrica (CE) y pH del sustrato, para determinar y evaluar el efecto de cada tratamiento, sobre estas variables y sus posibles consecuencias en el crecimiento de las plantas. Se realizó una diferencia entre la CE final y la CE inicial para determinar la cantidad de sales presentes en el sustrato.

3. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

3.1. Uso del agua de riego :

Las láminas de agua aplicadas en la temporada del ensayo, desde febrero a octubre para las distintas tasas de riego correspondieron a 478.6 mm para tasa de riego 1.5 Eb, 796.3 mm para la tasa *dé* riego 2.5 Eb y 1115.5 mm para la tasa de riego 3.5 Eb. Para los tratamientos con tasas de riego 0.5 Eb existen diferencias de acuerdo a la frecuencia. En el caso de frecuencia diaria se aplicó una lámina de 57.4 mm hasta que el total de las plantas murió. Para la frecuencia cada 4 días 101.1 mm y 120.8 mm para la frecuencia cada 7 días (Cuadro 1).

CUADRO 1. Registro de la evaporación de bandeja Clase A (uswb) y láminas de agua aplicada por tratamiento (mm)

Mes	Eb int.(mm)	Agua aplicada por tratamiento (mm)					
		Frec diaria 0.5 Eb	Frec c/ 4 0.5 Eb	Frec. c/ 7 0.5 Eb	1.5 Eb	2.5 Eb	3.5 Eb
Feb	62.0	31.0	31.0	31.0	93.0	155.0	217.0
Mar	52.8	26.4	26.4	26.4	79.2	132.0	184.8
Abr	45.2	-	22.6	22.6	67.8	113	158.2
May	27.0	-	13.5	13.5	40.5	67.5	94.5
Jun	15.2	-	7.6	7.6	22.8	38.0	53.2
Jul	16.4	-	-	8.2	24.6	40.5	57.4
Ago	23.0	-	-	11.5	34.5	57.5	80.5
Sep	29.0	-	-	-	43.5	72.5	101.5
Oct	48.1	-	-	-	72.2	120.3	168.4
Total	318.7	57.4	101.1	120.8	478.1	796.3	1115.5

CUADRO 3. Láminas de riego promedio aplicada por tratamiento con su respectivo drenaje, para la frecuencia cada 4 días.

Frec cada 4 días Tratamientos	Lámina aplicada (mm)	Lámina drenada (mm)	Lámina retenida (mm)	Eficiencia de aplicación (%)
0.5 Eb	101.1	0.0	101.1	100
1.5 Eb	478.1	0.0	478.1	100
2.5 Eb	796.3	130.4	665.9	83.6
3.5 Eb	1115.5	350.9	764.6	68.5

CUADRO 4. Láminas de riego promedio aplicada por tratamiento con su respectivo drenaje, para la frecuencia cada 7 días.

Frec cada 7 días Tratamientos	Lámina aplicada (mm)	Lámina drenada (mm)	Lámina retenida (mm)	Eficiencia de aplicación (%)
0.5 Eb	120.8	0.0	120.8	100
1.5 Eb	478.1	11.3	466.8	97.6
2.5 Eb	796.3	226.3	570.0	71.5
3.5 Eb	1115.5	525.8	598.7	52.8

Los valores más altos de eficiencia de aplicación los poseen los tratamientos con tasas 0.5 Eb y 1.5 Eb, éstas no mojan completamente el sustrato y sólo humedecen unos centímetros del contenedor.

La mejor utilización del agua aplicada a los diferentes tratamientos se encuentra en la frecuencia diaria, ésta tiene valores que están entre 87% y 100%. Entregar el agua en forma parcializada produce un aprovechamiento mayor por parte de las plantas, como es el caso de la tasa 3.5 Eb en que el

suelo retiene 376 mm más al reponerla en forma diaria que con una frecuencia de 7 días.

El gran porcentaje de agua percolada se puede explicar al analizar la distribución de poros a tensiones diferenciadas. En el Cuadro 5 se puede apreciar que con una tensión de 0.1 bar se vacía más de la mitad del agua que es capaz de retener el suelo, se vacía un 60 % de los poros del suelo, lo que implica que el suelo tiene poca capacidad de retención del agua tanto a potenciales altos como bajos. También se puede destacar que se observó filtración por los bordes del contenedor y por grietas que presentaba el sustrato.

CUADRO 5. Distribución del tamaño de poros en el sustrato.

Potencial mátrico (bar)	Humedad volumétrica (%)	Radio de poros (cm)	vaciamiento de poros (%)
-0.1	19.87	0.1404	60.79
-0.3	19.5	0.0468	61.24
-0.5	18.28	0.0280	63.93
-15.0	10.14	0.0016	79.99

3.2. Crecimiento vegetativo

Las tasas de riego 0.5 evaporación de bandeja en las distintas frecuencias no permiten alcanzar el desarrollo normal, ya que murieron antes del estado de planta terminada. Para el caso del tratamiento de frecuencia diaria las plantas alcanzaron un promedio de 2.7 cm de altura con un coeficiente de

uniformidad de 62 %, pereciendo a los 50 días aproximadamente; para la frecuencia cada 4 días las plantas sobrevivieron 147 días, con un promedio de altura 3.3 cm y un coeficiente de uniformidad de 88 % y para la frecuencia cada 7 días el periodo fue de 187 días con una altura promedio de 4.5 cm y un coeficiente de uniformidad de 87 %.

La diferencia que presentan estos tratamientos, los cuales reciben la misma tasa de riego , pero con tres frecuencias diferentes, se produce debido a que la lámina entregada en forma diaria es mínima y sólo riega la superficie del sustrato y el agua no alcanza al tercio medio e inferior del contenedor donde se encuentran la mayor parte de raíces y las plantas mueren por déficit hídrico. En las frecuencias 4 y 7 días la lámina entregada es mayor y cubre una porción mayor del sustrato, permitiendo una sobrevivencia de estas plantas por un período más largo, pero de igual forma su crecimiento es mínimo. Por lo tanto, esta lámina no satisface los requerimientos hídricos para que la planta pueda crecer.

Cabe destacar que las plantas de los diferentes tratamientos no alcanzaron la altura comercial. CASTRO (1996) señala que se considera planta terminada cuando el brote del injerto alcanza una altura entre 30 y 60 cm, dependiendo de la variedad. En el periodo del ensayo no alcanzaron a llegar a planta terminada, en comparación a las plantas del vivero que alcanzaron la altura comercial en el mes de agosto. Lo anterior posiblemente se debe que las plantas de los distintos tratamientos durante los meses de abril, mayo, junio, julio estuvieron sometidos a temperaturas extremas, lo que pudo causar un estrés térmico (Anexo 8).

Para realizar los análisis estadísticos de los distintos tratamientos se omitieron los tratamientos de tasa de riego de 0.5 Eb cuyas plantas murieron por déficit hídrico, antes de la finalización del ensayo.

Cabe destacar que al correlacionar los valores de altura y diámetro de las plantas, éstos tuvieron una baja relación ($R^2 = 46 \%$). Por esta razón sólo se utilizarán los valores de altura para el análisis estadístico, que es la variable más importante en la obtención de plantas injertadas en vivero. Estos valores se analizaron para cada fecha evaluada, considerando la posibilidad de una variación de los requerimientos hídricos de las plantas durante su desarrollo en el vivero.

Al realizar análisis estadísticos de los datos obtenidos de altura (Anexo 7) para cada mes incluido en el estudio, se obtuvo que existe interacción entre los factores (tasa de riego y frecuencia) sólo desde mediados de septiembre en adelante. En el Cuadro 6 se aprecia que existen diferencias significativas (Tukey $P < 0.05$), entre los tratamientos que posee tasa de riego 2.5 Eb y 3.5 Eb de frecuencia diaria y los demás tratamientos del experimento.

Se puede apreciar que el grupo de plantas regadas con frecuencia diaria con tasa de riego 2.5 y 3.5 Eb y frecuencia cada 7 días con tasa 2.5 Eb tiene una altura promedio de 18.15 cm, estos tratamientos incrementaron el crecimiento medido en altura en un 41 % respecto a los restantes que alcanzaron una altura promedio de 10.63 cm al término del ensayo (Anexos 1, 2 y 3).

CUADRO 6. Efecto de la tasa y frecuencia de riego sobre la altura (cm) al final del ensayo de paltos injertados con cv. Hass, creciendo en contenedor bajo invernadero.

Tasa de riego	Frec . diaria	Frec. cada 4 días	Frec. cada 7 días
1.5 Eb	9.2 b	9.2 b	10.7 b
2.5 Eb	18.5 a	9.6 b	13.7 ab
3.5 Eb	17.8 a	11.6 b	10.4 b

Promedio con letras iguales, no presentan diferencias significativas de acuerdo al test de Tukey ($P \leq 0.05$)

Se podría decir que las tasas 2.5 Eb y 3.5 Eb con frecuencia diaria, suplen en mejor forma los requerimientos del cultivo de palto (*Persea americana* Mill) de un año, que crece en contenedor, desde el 23 de septiembre hasta finales de octubre (término del experimento). Además, de acuerdo a observaciones (apariciencia visual) estas plantas fueron las mas vigorosas, con mayor área y desarrollo foliar.

La Figura 2 muestra el comportamiento de la altura de las plantas sometidas a las diferentes tasas y frecuencia de riego a lo largo del ensayo. Se observa que las curvas variaron su comportamiento desde el 26 de agosto en adelante, donde se aprecia una diferencia de la altura al final del ensayo entre las plantas 2.5 Eb y 3.5 Eb de frecuencia diaria respecto de las restantes, lo que corrobora los resultados del análisis que se presenta en el Cuadro 6. Las curvas de tasa de riego 2.5 Eb y 3.5 Eb de frecuencia diaria tienen un comportamiento similar, por lo que se podría decir que la tasa 2.5 Eb suple en mejor forma las necesidades hídricas para este periodo.

Desde febrero hasta mediados de septiembre no hubo interacción entre los factores estudiados, de acuerdo al análisis estadístico, dado posiblemente por una disminución en la actividad metabólica de la planta principalmente en el periodo comprendido desde mediados de abril hasta fin de agosto, como se aprecia en la Figura 2. En el periodo desde inicio del ensayo hasta la segunda semana de abril, a pesar que las plantas se encontraban en plena actividad de crecimiento no mostraron interacción, posiblemente por la baja demanda evapotranspirativa dado por la mínima área foliar que presenta la planta en las primeras etapas de crecimiento del injerto.

Se apreció un efecto de la tasa de riego sobre el crecimiento en altura de las plantas de palto. En el Cuadro 7 se observa que existe efecto significativo desde la tercera semana de marzo, hecho que se prolonga hasta mediados de septiembre. No presentan diferencias las medias de altura de tasa 2.5 Eb con la tasa de riego 3.5 Eb desde mediados de marzo hasta septiembre, pero sí presenta diferencias con la tasa 1.5 Eb. Se puede apreciar que las mejores tasas de riego 2.5 y 3.5 Eb tienen un incremento en la altura del 20 % aproximadamente hasta el 12 de agosto y disminuyendo a un 13 % aproximadamente para las dos últimas fechas (Anexos 4, 5 y 6).

Al graficar el desarrollo de la altura (Figura 3), bajo las tres tasas de riego se puede observar que la tasa 2.5 Eb y 3.5 Eb presentan el mismo comportamiento, con pequeñas diferencias en altura en el periodo estudiado, reafirmando los resultados del análisis estadístico.

CUADRO 7. Efecto de la tasa de riego sobre el crecimiento de las plantas entre el periodo de inicios del ensayo hasta las mediciones del 9 de septiembre.

Tasa de riego	25 feb	25 mar	22 abr	20 may	17 jun	29 jul	12 ago	26 ago	09 sep
1.5 Eb	3.4 a	5.0 b	5.3 b	5.4 b	5.4 b	5.5 b	5.5 b	6.0 b	7.2 b
2.5 Eb	3.5 a	5.8a	6.8a	7.1a	7.2a	7.2 a	7.5a	8.2a	9.9a
3.5 Eb	3.5 a	6.8a	6.5a	6.7a	6.7a	6.7 a	6.8a	7.2a b	8.5a b

Promedio con letras iguales dentro de la misma columna, no presentan diferencias significativas de acuerdo al test de Tukey ($P \leq 0.05$)

Respecto a la frecuencia de riego (Cuadro 8), ésta no es significativa en el periodo comprendido entre inicios de febrero hasta finales de agosto, lo cual implica que no existe efecto de la variable evaluada sobre el crecimiento en altura de las plantas de palto. Sin embargo, hay que considerar que durante los meses de febrero y marzo, se observó que las plantas presentaron una marchitez y falta de turgor progresiva hasta antes del riego siguiente, en las frecuencias cada 4 y 7 días con las distintas tasas de riego. Al respecto, KRAMER (1989) señala que las plantas sometidas a varios ciclos de secado producen menos crecimiento de la raíz. Al parecer la tensión hídrica hace que las raíces se vuelvan más o menos latentes, para reanudar el crecimiento cuando nuevamente existe agua disponible.

Este estrés parcial produce una disminución de la tensión celular, que reduce el alargamiento de la célula, disminuyendo el alargamiento del vástago, de la raíz y de la hoja. También es afectado el traslado de nutrientes y reguladores, que sumado a la disminución del turgor reduce el crecimiento.

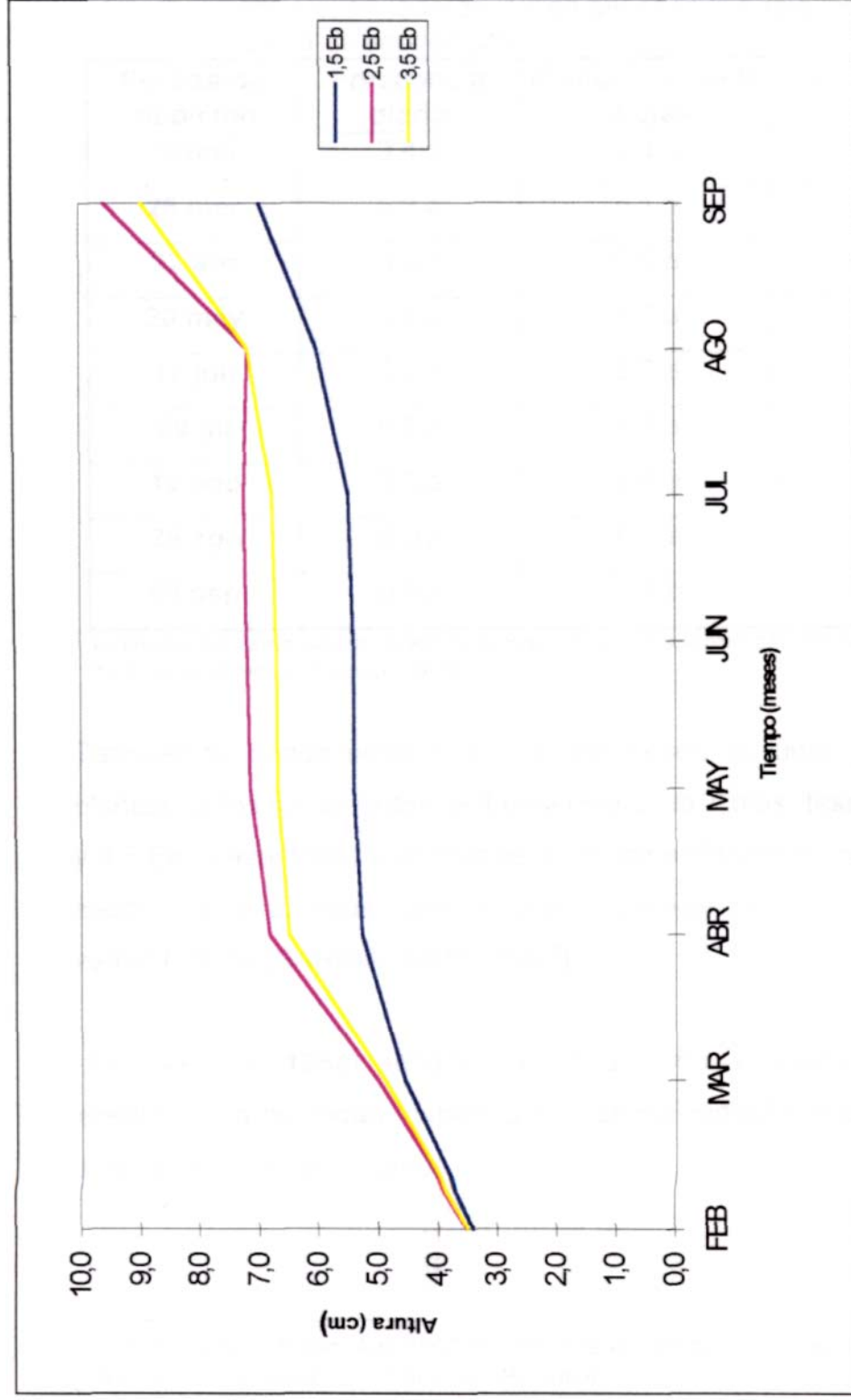


FIGURA 3. Efecto de la tasa de riego sobre la altura de las plantas injertadas de palto (*Persea americana* Mill.)

CUADRO 8. Efecto de la frecuencia sobre el crecimiento de las plantas entre el periodo de inicios del ensayo hasta las mediciones del 9 de septiembre.

Fechas de medición	Frecuencia diaria	Frecuencia cada 4 días	Frecuencia cada 7 días
25 febr	3.4 a	3.4 a	2.8 a
25 mar	5.3 a	5.1 a	4.6 a
22 abr	6.0 a	6.0 a	4.9 a
20 may	6.2 a	5.7 a	5.1 a
17 jun	6.2 a	5.7 a	5.1 a
29 jul	6.2 a	5.8 a	5.3 a
12 ago	6.3 a	5.8 a	5.5 a
26 ago	6.9 a	6.4 a	6.3 a
09 sep	9.5 a	7.8 b	8.3 ab

Promedio con letras iguales dentro de la misma fila, no presentan diferencias significativas de acuerdo al test de Tukey ($P \leq 0.05$).

También se puede señalar que en los meses de junio, julio y agosto las plantas de los tratamientos de frecuencia cada 7 días tasa de riego 1.5, 2.5 y 3.5 Eb, presentaron síntomas de amarillez en las hojas más viejas y bordes secos que al tocarlos caen, lo que al parecer sería consecuencia de un estrés hídrico (GARDIAZABAL, 1997)*

AVILAN *et al.* (1984), señalan que el palto es marcadamente sensible a los efectos de la humedad, debido a su sistema radicular superficial y además susceptible a enfermedades.

* GARDIAZABAL, F. Ing. Agr. 1997. Profesor de la Facultad de Agronomía. Universidad Católica de Valparaíso. Comunicación Personal.

En el periodo comprendido desde fines de agosto hasta mediados de septiembre existe efecto de la frecuencia, donde la frecuencia diaria tiene un incremento en la altura de un 15 % en comparación con la frecuencia cada 4 y 7 días. Esto puede ser producto de un incremento en la demanda evapotranspirativa por inicios de la brotación de primavera.

En resumen, las plantas presentaron mejor respuesta a la tasa 2.5 Eb y 3.5 Eb frecuencia diaria y 2.5 Eb para frecuencia de 7 días, para el periodo comprendido desde el 23 de septiembre hasta el término del ensayo. Estas diferencias se observan hacia el final del ensayo, lo que puede deberse al aumento de los requerimientos hídricos de las plantas por aumento de la temperatura y mayor superficie evapotranspirativa. Para las fechas anteriores sólo existe efecto de las tasas de riego 2.5 y 3.5 Eb desde marzo. Estos resultados concuerdan con lo señalado por BURGER *et al.* (1987), donde los valores de K_c se encuentran entre 1.1 y 5.1 para plantas que crecen en invernadero, y con lo señalado por TOLEDO (1996) donde los valores para K_c para palto que crecen en contenedor bajo invernadero son superiores a 1.4. Además concuerdan con lo señalado por COSÍO (1997) que los máximos crecimientos en altura y diámetro los obtuvo con tasas de 1.8 y 2.2 Eb; en investigaciones de portainjertos de palto que crecen en contenedor

El primer mes de la medición no existe efecto de la tasa de riego ni de la frecuencia de riego, debido posiblemente a la humedad aprovechable que traía el sustrato al inicio del experimento, la cual no es restrictiva, por la escasa superficie foliar que poseen los palto permitiendo que las tasas de crecimiento se equilibren en el tiempo. Se sugiere que en posteriores

investigaciones, las respectivas tasas de riego, se comiencen a aplicar desde inicios de la injertación y no un mes después de esta etapa. Cabe señalar que por la baja superficie foliar que poseen estas plantas en las primeras etapas de desarrollo, se establezcan pruebas con un K_c diferenciado para las distintas etapas de crecimiento, sin embargo, también se debe considerar que la evaporación del sustrato es mayor que la transpiración de las plantas para dicho periodo.

3.3. Coeficiente de uniformidad (CU):

Como se visualiza en el Cuadro 9, la uniformidad promedio de las plantas sometidas a diferentes tratamientos varía desde un 56% hasta 81%. La uniformidad más alta la obtuvo el tratamiento de frecuencia diaria con tasa de riego 1.5 , no siendo éste uno de los mejores tratamientos ; la uniformidad más baja se encuentra en el tratamiento de un régimen de riego de 3.5 Eb con frecuencia cada 4 días

Los valores más altos de uniformidad (Cuadro 9), lo presentan las plantas sometidas a tratamientos con alta frecuencia (diaria), y dentro de éstos el tratamiento con la menor tasa, 1.5 Eb, siendo éste el tratamiento que alcanzó los valores más bajos en altura. El coeficiente de uniformidad más bajo lo presentaron las plantas de frecuencia cada 4 días con tasa 3.5 Eb , siendo éste uno de los tratamientos que alcanzó las máximas alturas.

CUADRO 9. Efecto de la interacción de la tasa de riego y frecuencia , sobre el coeficiente de uniformidad (CU) de la altura final de plantas de palto cv. Hass en los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Frec. diaria	Frec. cada 4 días	Frec. cada 7 días
T.de riego 1.5 Eb	81 %	73 %	66 %
T.de riego 2.5 Eb	69 %	65 %	68 %
T.de riego 3.5 Eb	72 %	56 %	66 %

3.4. Peso seco de las plantas :

Respecto al peso seco, se observa en el Cuadro 10, que en el peso de las raíces no existe diferencias significativas (Tukey $P < 0.05$) entre los tratamientos, ésto hace suponer que con cualquier tasa y frecuencia de riego el desarrollo es el mismo. Sin embargo, se debe considerar que al inicio del ensayo las plantas poseían un gran desarrollo radical, producto del crecimiento que obtuvieron los portainjertos en el primer año de vida, lo que fue observado en la gran cantidad de raíces gruesas y suberizadas encontradas al término del ensayo. Por otro lado, se observó (apariencia visual) sólo en los tratamientos de alta frecuencia (frecuencia diaria) con tasas de riego 2.5 Eb y 3.5 Eb y frecuencia cada 4 días con tasa de riego 3.5 Eb, abundancia y desarrollo de raíces absorbentes (raíces finas y blancas menores a 2 mm de diámetro), las que se desarrollan cuando se presenta un nivel hídrico mayor.

En relación al peso seco de la parte aérea (Cuadro 10), presentan mayor peso las plantas que poseen las altas tasas de riego, ya sea 2.5 Eb y 3.5 Eb, tanto para la frecuencia diaria, cada 4 días y cada 7 días. Se observa

diferencias significativas (Tukey $P < 0.05$) entre los tratamientos con régimen 1.5 Eb de la frecuencia diaria, cada 4 y cada 7 días y los tratamientos de tasa 2.5 Eb y 3.5 Eb frecuencia diaria y frecuencia cada 4 días con tasa 3.5 Eb, cuyos pesos promedios son 30.8 g, 31.6 g y 31, 8 g respectivamente (Anexo 9). Los pesos promedios de los restantes tratamientos, no muestran diferencias con los grupos anteriores.

Cabe señalar que en cuanto a la distribución proporcional de materia seca dentro de la planta esta se encuentra entre un 42,7% y un 53,8 % para la parte aérea. El valor más alto lo posee el tratamiento frecuencia diaria- tasa de riego 2.5 Eb , pero en general la totalidad de las plantas se encuentran alrededor del 50 %, lo que indica que los tratamientos que tenían bajos niveles hídricos mantuvieron el equilibrio entre la parte aérea y radicular, de acuerdo a su disponibilidad hídrica.

CUADRO 10. Efecto de la interacción entre la tasa de riego y la frecuencia sobre el peso seco de las plantas (g).

Tratamientos	Peso seco porción radical	Peso seco porción aérea	Peso seco total
F. diaria / 1.5 Eb	21.3 a	21.4 b	42.7 a b
F. diaria / 2.5 Eb	26.4 a	30.8 a	57.2 a
F. diaria / 3.5 Eb	30.8 a	31.6 a	62.4 a
F. 4 días/ 1.5 Eb	19.5 a	18.9 b	38.4 b
F. 4 días/ 2.5 Eb	18.9 a	25.4 a b	44.3 a b
F. 4 días/ 3.5 Eb	29.1 a	31.8 a	60.9 a
F. 7 días/ 1.5 Eb	19.2 a	14.2 b	33.5 b
F. 7 días/ 2.5 Eb	29.1 a	24.3 a b	53.5 a b
F. 7 días/ 3.5 Eb	26.5 a	25.2 a b	51.8 a b

Promedio con letras iguales dentro de la misma columna, no presentan diferencias significativas de acuerdo al test de Tukey ($P \leq 0.05$)

3.5. Estado nutricional y sanitario de las plantas:

Las plantas que corresponden a los tratamientos de frecuencia cada 7 días, tasa 2.5 Eb y 3.5 Eb, presentaron síntomas de deficiencia de nutrientes, principalmente nitrógeno. Esto se observa desde la segunda semana del mes de julio. No obstante, las plantas del tratamiento con régimen de riego 3.5 Eb de frecuencia cada 4 días, se apreció estos síntomas pero con menor intensidad. Para contrarrestar esta supuesta deficiencia, se fertilizó con urea en una dosis de 250 g en 100 litros de agua.

Las plantas siguieron mostrando estos síntomas hasta mediados de agosto, primeramente ésto se atribuyó a que en este periodo se encuentran con baja actividad radicular, por lo tanto la absorción de nutrientes es baja, pero posteriormente estos síntomas se atribuyeron a un principio de asfixia radicular debido a que el sustrato permanecía con humedad entre un riego y otro, principalmente los tratamientos de frecuencia cada 7 días donde la lámina de reposición (la carga de agua), es muy grande, por lo tanto el sustrato demora más de 24 horas en llegar a capacidad de campo; en este periodo las raíces estaban sometidas a falta de oxígeno. Cabe destacar que en este periodo las plantas se encuentran en una baja actividad y su demanda evapotranspirativa también disminuye. Posiblemente, los resultados obtenidos en la interacción de frecuencia de riego y tasa de riego no fueron buenos para la frecuencia cada 7 días por esta causa. Además, cabe señalar que no hubo efecto de la frecuencia de riego en este periodo, posiblemente porque el sustrato mantenía la humedad entre un riego y otro en las frecuencias de 4 días y 7 días.

Con respecto a lo anterior, al finalizar el ensayo se encontró necrosis radicular y raíces podridas en forma generalizada en los tratamientos de frecuencia cada 7 días con tasa de riego de 2.5 y 3.5 Eb y en tratamiento de frecuencia cada 4 días con un régimen de 3.5 Eb. Esto se atribuye a la humedad que mantenía el sustrato entre un riego y otro, en el periodo de baja demanda evapotranspirativa. En los restantes tratamientos la necrosis era mínima. No se encontraron síntomas visuales de un posible ataque de *Phytophthora cinnamomi* ni otra enfermedad en muestras examinadas.

Esto indicaría que en el periodo invernal las tasas de riego 2.5 Eb y 3.5 Eb con frecuencia 7 días, son demasiado altas para el periodo de baja actividad de las plantas de palto, afectando su posterior desarrollo.

Cabe destacar que estos síntomas comienzan a desaparecer aproximadamente a principios de agosto, cuando se inicia la brotación de primavera y los requerimientos hídricos comienzan a aumentar. Se observó una brotación uniforme (80 %) en los tratamientos de frecuencia diaria con tasas de 2.5 y 3.5 Eb, a diferencia de la tasa de frecuencia diaria con tasa de riego 1.5 Eb, donde la brotación fue desuniforme (30%), y con un retraso de dos semanas. El resto de los tratamientos también tardó en iniciar su brotación y con baja uniformidad, exceptuando el tratamiento de régimen 3.5 Eb frecuencia cada 4 días que tuvo un coeficiente de uniformidad de 60 %.

3.6. Salinidad

Las plantas de palto adultas son sensibles a la salinidad. Este cultivo crece normalmente sin disminuir su rendimiento con una conductividad eléctrica en

extracto de saturación del suelo menor a 1.75 mmhos/ cm. A los 2 mmhos/cm muestra una disminución del rendimiento del 10%. (GARDIAZABAL, 1990).

El sustrato, al iniciar el ensayo, poseía una conductividad eléctrica en extracto de saturación de 2.18 mmhos/ cm.

En los meses de febrero, marzo y abril los tratamientos con baja percolación, las plantas, mostraron los bordes de las hojas necrosadas, explicado posiblemente por las sales que se encuentren en el sustrato, las que provocan toxicidad. No así los tratamientos que presentaban una fracción de lixiviado mayor, que producían un lavado de sales.

Al finalizar el ensayo se tomó muestras del tercio medio del sustrato con tres repeticiones de cada tratamiento (Anexo 10), realizándose un análisis de conductividad eléctrica en extracto de saturación y análisis de pH, como se muestra en el Cuadro 11.

Se realiza una diferencia entre la conductividad eléctrica del sustrato al final del experimento y la conductividad inicial, para comparar la variación del contenido de sales en el sustrato, entre los distintos tratamientos. El tratamiento con mayor cantidad de sales en el sustrato es el que posee un régimen de riego de 1.5 Eb con frecuencia de 4 días y el tratamiento con menor cantidad de sales corresponde a la tasa de riego 3.5 Eb con una frecuencia de cada 7 días. Dado que el primer tratamiento nunca presentó drenaje, por lo que no ocurre un lavado de sales, la lámina entregada cada 4 días solo provoca un desplazamiento de las sales a la parte media del

contenedor. En cambio el tratamiento de tasa de riego 3.5 de evaporación de bandeja con frecuencia cada 7 días presentó un promedio de agua *drenada*, en cada riego, de 50 % con respecto al agua aplicada.

CUADRO 11. Conductividad eléctrica y pH analizado en los tratamientos al término del ensayo.

Tratamientos	pH	CE (mmhos/cm)
Frec diaria		
1.5 Eb	8.56	1.58
2.5 Eb	8.52	2.30
3.5 Eb	8.25	2.55
Frec c/ 4 días		
1.5 Eb	8.35	3.83
2.5 Eb	8.46	2.39
3.5 Eb	8.34	1.42
Frec. c/7 días		
1.5 Eb	8.31	2.88
2.5 Eb	8.45	1.53
3.5 Eb	8.46	1.05

Las diferencias obtenidas se sometieron a un análisis estadístico. Los resultados se muestran en el Cuadro 12, donde se observa que existe diferencias significativas entre los tratamientos de frecuencia cada 4 días con tasa de riego 1.5 Eb y los tratamientos con tasa de riego 3.5 Eb con frecuencia cada 4 días y los tratamientos de frecuencia cada 7 días con tasa de riego 2.5 y 3.5 Eb. Esto es producto de la cantidad de agua drenada en cada uno de sus riegos, que corresponde a 31 % para el tratamiento de

frecuencia cada 4 días tasa de riego 3.5 Eb, 29 % para el tratamiento de frecuencia cada 7 días para la tasa 2.5 Eb y de 47 % para la tasa 3.5 Eb de la misma frecuencia, exceptuando el tratamiento 1.5 Eb de la frecuencia diaria que sólo presentó un excedente de 3% aproximadamente, en algunos meses, cuando la demanda evapotranspirativa era alta (mes de febrero), lo que conlleva a que el sustrato no es lavado de manera frecuente por el riego. Se explica que sea igual estadísticamente a los otros tratamientos posiblemente porque las sales quedan en el tercio superior, no siendo arrastradas a los tercios inferiores (de uno de los cuales se obtuvo la muestra) por la reducida lámina aplicada por el riego.

Al respecto, señala MASLALERZ (1977), citado por BALLESTER-OLMOS, FERNANDEZ Y MOLINS, (1989) que en los cultivos en maceta convienen dosis de riego que provoquen un lavado de sales en la parte superior (aportados por aguas salinas y/o soluciones nutritivas), y obligarlas a bajar como mínimo hasta la parte inferior de la maceta, en cuya zona está comprobado que son inoperantes.

CUADRO 12 . Efecto de la tasa de riego y frecuencia sobre la acumulación de sales en el sustrato del contenedor medidas como la diferencia de CE final y la CE inicial.

Tasa de riego	Frec. diaria	Frec. cada 4 días	Frec. cada 7 días
1.5 Eb	-0.60 a	1.65 b	0.71 a b
2.5 Eb	0.12 a b	0.21 a b	-0.65 a
3.5 Eb	0.38 a b	-0.76 a	-1.13 a

Promedio con letras iguales, no presentan diferencias significativas de acuerdo al test de Tukey ($P \leq 0.05$)

Al graficar el diferencial de sales y las tasas de riego para cada frecuencia, Figura 4 muestra que a medida que aumenta la tasa de riego para las frecuencias de 4 y 7 días existe una disminución de sales acumuladas en el sustrato, explicado por el mayor lavado de éste. A medida que disminuye la frecuencia, la lámina acumulada para el riego es mayor, saturando el sustrato quedando una fracción residual que provocará el lavado de éste. Con respecto a la frecuencia diaria a medida que aumenta la tasa aumenta la concentración de sales, debido posiblemente a que las sales que posee el agua de riego se acumulan en el sustrato, existiendo una relación donde la mayor tasa de riego aplicada, mayor será la acumulación de sales del sustrato, esto sólo para los tratamientos de frecuencia diaria ya que el agua aplicada no es la suficiente para lavar eficientemente el suelo.

Al respecto KU y HERSHEY, (1991) señalan que al aplicar una solución al medio se puede encontrar que en la porción superior del contenedor puede ser sustancialmente bajo en sales, con respecto a la porción inferior del sustrato, cuando no ocurre lixiviación o ella es reducida. Esta situación puede proveer una estrategia para que plantas crezcan con una mínima lixiviación, desarrollando las raíces en la parte superior, porción menos salina del contenedor.

Al graficar el diferencial de sales acumuladas con el porcentaje de drenaje acumulado (Figura 5), puntos que se muestran en el Cuadro 13, se aprecia una tendencia a disminuir la concentración de sales a medida que es mayor el drenaje acumulado, lo que implicaría un mayor lavado del sustrato, que es producto de la gran carga de agua aplicada cada 7 días. Ocurren excepciones en el gráfico, donde en tratamientos con nulo excedente de

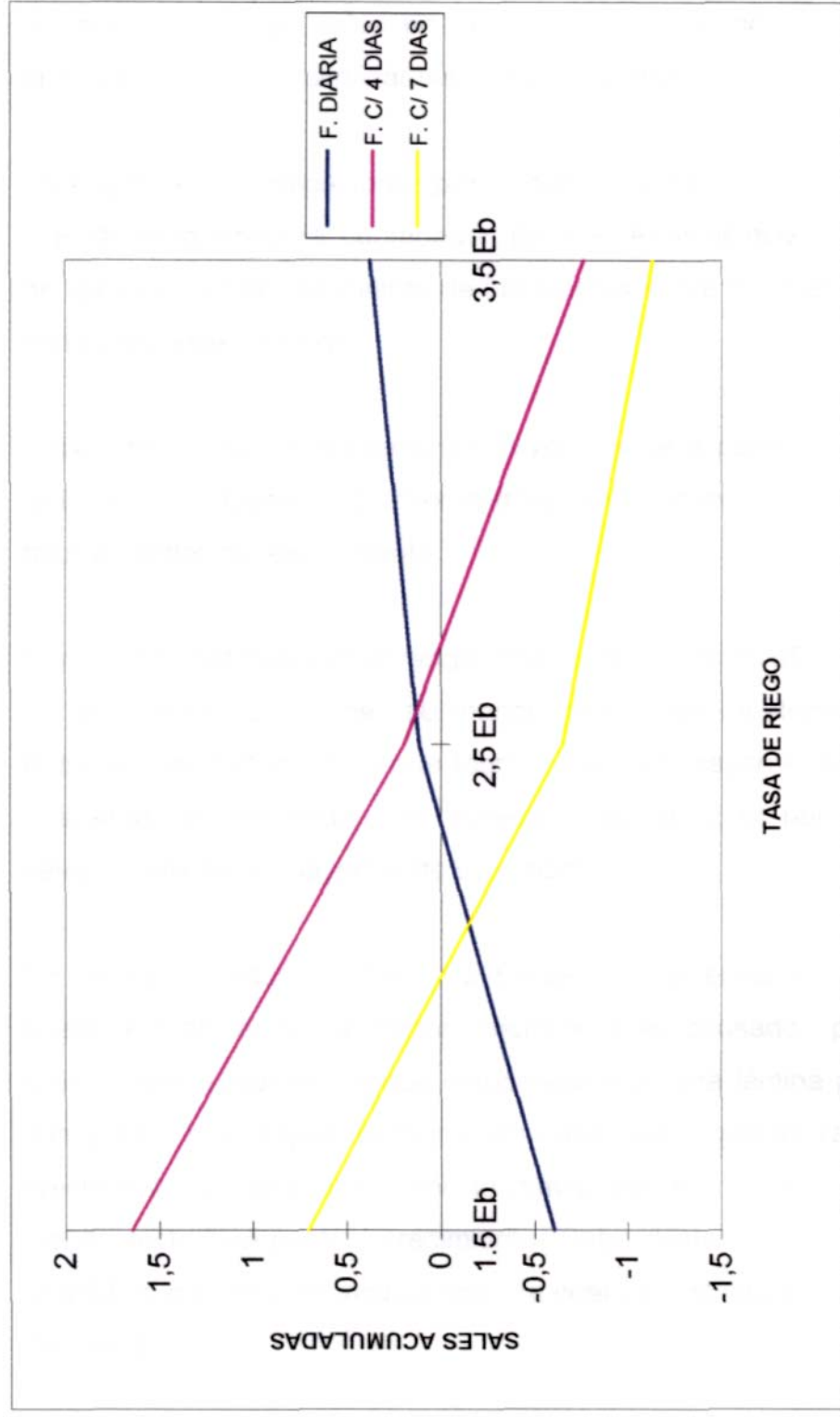


FIGURA 4. Sales acumuladas dependiendo de la tasa de riego para cada frecuencia

riego la concentración de sales es baja, causado probablemente por una acumulación de las sales en la parte inferior del contenedor ya que las láminas no permiten eliminar las sales del sustrato.

Se sugiere en investigaciones posteriores, analizar la conductividad eléctrica (CE) de cada tercio del contenedor, para poder establecer la responsabilidad de las sales en el crecimiento de las plantas sobre todo en los tratamientos con bajas tasas de riego.

Cabe señalar que los tratamientos cuyos sustratos poseían CE final menor a la CE inicial (Cuadro 12), fueron tratamientos que no lograron las mejores alturas dentro del experimento.

Por lo tanto, las sales en el rango observado puede no afectar el crecimiento de las plantas, por ende su menor crecimiento se debería a problemas hídricos. Los tratamientos que lograron alturas mayores, se encuentran en una situación intermedia con respecto a las sales, se puede decir que las sales no afectaron mayormente su crecimiento.

En los tratamientos con tasa 1.5 Eb de las diferentes frecuencias, no se puede establecer si su menor crecimiento es causado principalmente a sales o déficit hídrico, ya que éstos recibieron una lámina promedio de 7.1 mm y 13.3 mm respectivamente, en cada riego, que es restrictiva para el crecimiento, y ambos tuvieron la mayor concentración de sales, también siendo restrictiva para el crecimiento. Cabe destacar que el sustrato tenía una CE inicial de 2.18 mmhos /cm , la cual es restrictiva para el crecimiento de paltos.

Cuadro 13. Drenaje acumulado por tratamiento y sales acumuladas respectivas.

Tratamiento	Drenaje acumulado (mm)	Sales acumuladas (mmhos/cm)
Fr. diaria T.riego 1.5 Eb	11.3	-0.60
Fr. diaria T.riego 2.5 Eb	20.1	0.12
Fr. diaria T.riego 3.5 Eb	140.5	0.38
Fr. 4dias T.riego 1.5 Eb	0.0	1.65
Fr. 4 dias T.riego 2.5 Eb	130.4	0.21
Fr. 4 dias T.riego 3.5 Eb	350.9	-0.76
Fr. 7 dias T.riego 1.5 Eb	19.6	0.71
Fr. 7 dias T.riego 2.5 Eb	226.0	-0.65
Fr. 7 dias T.riego 3.5 Eb	525.8	-1.13

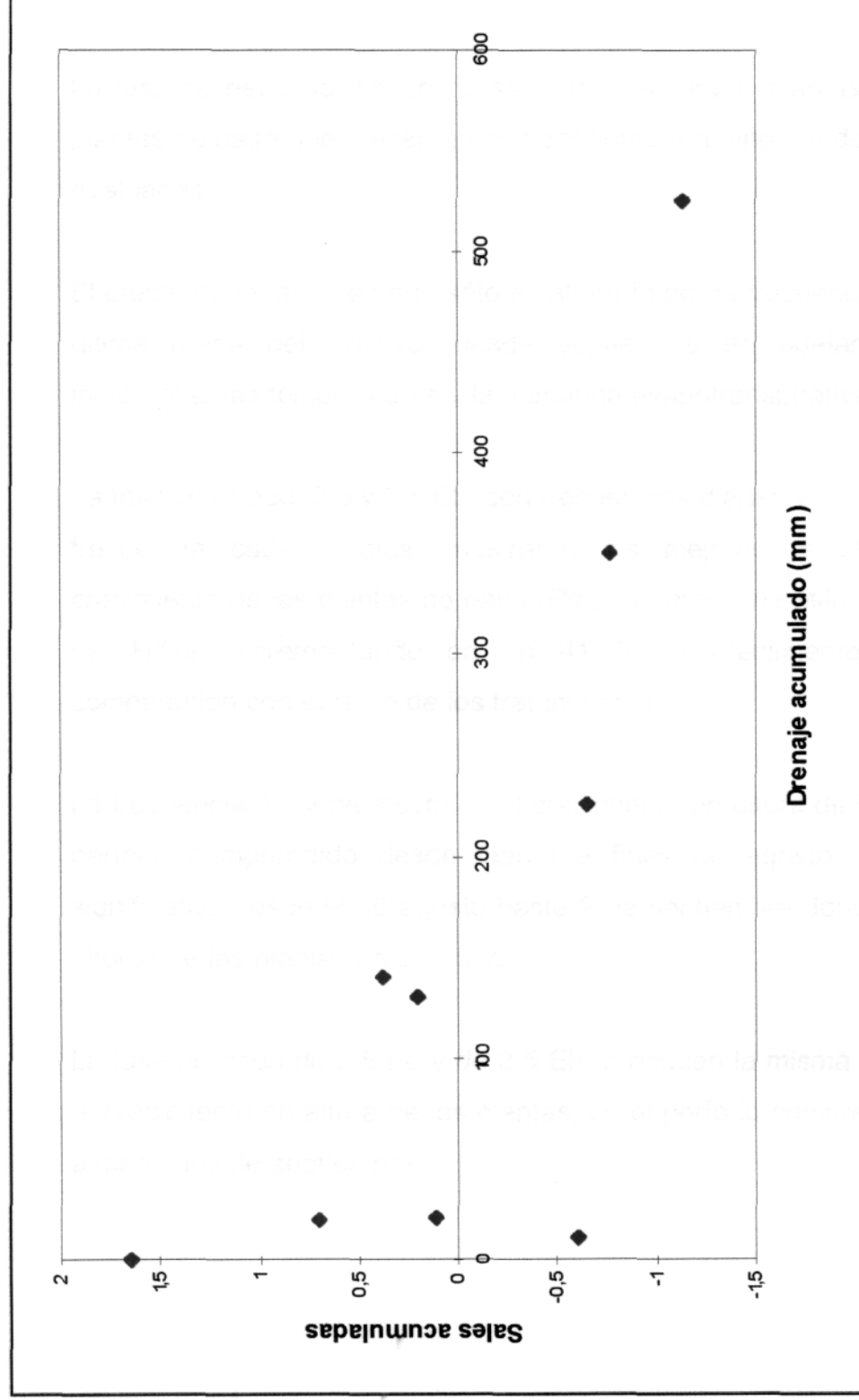


FIGURA 5. Comportamiento de las sales del sustrato, dependiendo del drenaje acumulado por cada tratamiento.

4. CONCLUSIONES

La tasa de riego de 0,5 Eb no satisface los requerimientos hídricos de las plantas de palto que crecen en contenedores, en ninguna de las frecuencias evaluadas.

El efecto de la tasa de riego sólo es alterado por la frecuencia de riego en la última etapa del ensayo, desde septiembre en adelante, cuando se incrementa las temperaturas y la demanda evapotranspirativa en un 40 %.

La tasas de riego, 2,5 y 3,5 Eb, con frecuencias diarias y régimen 2,5 Eb con frecuencia cada 7 días, mostraron los mejores resultados sobre el crecimiento de las plantas de palto (*Persea americana* Mill) injertadas con el cv. Hass, incrementando en un 41 % el crecimiento en altura en comparación con el resto de los tratamientos.

La frecuencia no tiene efecto en el crecimiento en altura de las plantas en el período comprendido desde marzo a fines de agosto, teniendo efecto significativo desde el 26 agosto hasta 9 de septiembre donde incrementa la alturas de las plantas en un 15 %.

La tasa de riego de 2,5 Eb y de 3,5 Eb, producen la misma respuesta sobre el crecimiento en altura de las plantas, en el período comprendido de marzo a mediados de septiembre.

La frecuencia cada 7 días, en general no es apropiada para entregar una lámina, ya que existe una menor utilización de ésta y además somete a la planta a un estrés hídrico.

Las plantas injertadas de palto (*Persea americana* Mill.) logran mayor uniformidad en su crecimiento con una frecuencia de riego diaria.

En el peso seco de la parte radicular, no existe efecto de los tratamientos, sin embargo en el peso seco de la parte aérea la mayor respuesta la mostraron las tasas de riego de 2,5 Eb y 3,5 Eb, para las frecuencias diarias y cada 4 días.

Las sales del sustrato pueden ser restrictivas para el crecimiento de las plantas, principalmente para los tratamientos que reciben bajas tasas de riego (1.5 Eb), ya que éstas no permiten el lavado del sustrato, ocurriendo un desplazamiento de ellas dentro de él. Las sales no afectaron las plantas con menor crecimiento, su problema de baja altura puede ser debido a un problema hídrico.

5. RESUMEN

El ensayo tiene por objeto evaluar diferentes tasas de riego (0.5 Eb, 1.5 Eb, 2.5 Eb, 3.5 Eb), y el efecto de la frecuencia en ellas sobre el crecimiento en altura de plantas injertadas de palto cv. Hass, que crecen en contenedor.

Se aplicaron 4 tasas (0.5 Eb, 1.5 Eb, 2.5 Eb, 3.5 Eb), con 3 frecuencias (diaria, cada 4 días y cada 7 días). El agua aplicada corresponde a un porcentaje de la evaporación de bandeja clase A, instalada en el interior del invernadero.

El ensayo se realizó en un invernadero del vivero de la Estación Experimental de la Universidad Católica de Valparaíso, este poseía 96 plantas de palto (*Persea americana* Mill.) cv. Mexícola injertadas con cv. Hass, distribuidas en doce tratamientos con 7 repeticiones. Los datos se sometieron a un análisis de varianza, test de comparación de medias de Tukey con un nivel de significancia del 5 %.

Las tasas de riego 0.5 Eb en las distintas frecuencias no permiten alcanzar el desarrollo normal, ya que murieron antes del estado de planta terminada, por lo tanto se omitieron en el análisis estadístico de los datos de altura de plantas

Existe efecto de la tasa de riego y la frecuencia en el periodo comprendido de mediados de septiembre hasta el término del ensayo. Los tratamientos que presentaron las mejores respuestas fueron frecuencia diaria, tasas de riego 2.5 y 3.5 Eb y frecuencia cada 7 días tasa de riego 2.5 Eb. En fechas anteriores solo hubo efecto de la tasa de riego.

Los tratamientos con frecuencia diaria presentaron mayor uniformidad en el crecimiento en altura de las plantas.

Respecto al peso seco, no presentó diferencias significativas el peso de las raíces, la parte aérea los mayores pesos los obtuvieron las tasas 2.5 Eb y 3.5 Eb para las tres frecuencias.

Las sales presentes en el sustrato se lavan con mayor facilidad, con la frecuencia cada 4 y 7 días con tasas 2.5 Eb y 3.5 Eb siendo restrictivas posiblemente en los tratamientos con bajas tasas de riego (1.5 Eb).

6. LITERATURA CITADA.

- AVILAN, L; MENESES, L; SUCRE, R.; SERPA, D. 1984. Efecto de las propiedades físicas del suelo sobre la distribución radical del aguacate (*Persea americana* Mill.). Fruit 39 (7-8):475-482.
- BALLESTER-OLMOS, F.; FERNANDEZ, J.; MOLINS, M. 1989. Nota sobre influencia del riego localizado en el crecimiento de plantones de cítricos en invernadero. Invest. Agr. Prod. Veg. 4(1): 119-124.
- BUNT, A. 1961. Some physical properties of pot- plant comport and their effects on plant growth. Plant and Soil 13 (4): 323-332.
- BURGER, D.; MARTÍN, J.; HODEL, D.; LUKASZEWSKJ, T.; TJOSVOLD, S. and WAGNER, S. 1987. Water use in California' s ornamental nurseries. Calif. Agr. 41(9-10): 7-8.
- CASTRO, M. 1996. Técnicas de propagación para la obtención de plantas de palto de óptima calidad. In: Razeto, B. Y Fichet, T. eds. Cultivo del palto y perspectivas de mercado. Santiago, Universidad de Chile, pp 31-34.
- COSIÓ, C. 1997. Aproximación de los requerimientos hídricos de portainjertos de palto (*Persea americana* Mill.) cv. Mexícola Taller de Licenciatura. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 41 p.
- DU PLESSIS, S. 1991. Factors importants for optimal irrigation scheduling of avocado orchads. South África Avocado Growers' Association. Yearbook14: 156-163.
- FERNANDEZ, M. 1997. Aproximación de los requerimientos hídricos en vivero de portainjertos de cítricos (*Citrus macrophylla* Wester). Taller de Licenciatura. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 41 p.
- FUTURA, T.; COLEMAN, R.; MOCK, T.; MARSH, A.; BRANSON, R. y STROHMAN . 1976. Drip irrigation for plants grown containers. California Agriculture 30 (3): 16-17.

- GARDIAZABAL, F. 1990. Requerimientos de clima, agua y suelo para la implantación de paltos. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. Curso Internacional, Producción, Postcosecha y Comercialización de Paltos. Viña del Mar. 2-5 octubre 1990. pp b1-b4.
- HEISKANEN, J. 1995. Water status of sphagnum peat and a peat- perlite mixture in containers subjected to irrigation regimes. Hort Science 30(2) : 281-284.
- KRAMER, P. 1989. Relaciones hídricas de suelos y plantas . Una síntesis moderna. México, Haría. 538p.
- KU, C. y HERSHEY, D. 1991 Leachate eléctrica! conductivity and growth of potted poinsettia with leaching fractions of 0 to 0.4. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116(5):802-806.
- LABANAUSKAS, C.; STOLZY, L; ZENTMYER, G.y SZUSZKIEWICZ, T. 1968. Influence of soil oxygen and soil water on the accumulation of nutrients in avocado seedlings (*Persea americana* Mill.). Plant and Soil 29 (3): 391-405.
- PAUL, J. y LEE, C. 1976 . Relations between growth of chysantemuns and aereation of varlous container media. J. Amer. Soc. Hort. Sci.101(5): 500-503.
- POST, S.y PECK, D. 1983. Irrigatíonist break new ground in search for exact water needs of mature avocados. Avocado Grower 7 (10) : 32-34.
- PIZARRO, F. 1987. Riego localizado de alta frecuencia. Madrid, Mundí- prensa. 461 p.
- REGAN, R. 1991. Crop water requirements of container- grow plants. The International Plant Propagators' Society. Combined proceedings. 41 : 229-231.
- TOLEDO, J. 1996. Aproximación a los requerimientos hídricos en vivero portainjertos de paltos (*Persea americana* Mill.) cv. Mexícola. Taller de liceciatura. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 23p.

WEATHERSPOON, D. 1977. An initial evaluation of drip irrigation on woody ornamentals in containers. Proc. Fla. State Hort. Soc. 90

ZUCCONI, F. 1988. Interazione tra apparato radicale e suolo. Rivista di Frutticoltura 60(1): 105-109.

ANEXOS

ANEXO 1. Efecto de la interaccion entre la frecuencia diaria y la tasa de riego en la altura de las plantas de palto injertadas con cv. Hass que crecen en contenedor, al término del ensayo.



ANEXO 2. Efecto de la interaccion de la frecuencia cada 4 días y la tasa de riego en la altura de las plantas de palto injertadas con cv. Hass que crecen en contenedor, al término del ensayo.



ANEXO 3. Efecto de la interacción de la frecuencia cada 7 días y la tasa de riego en la altura de las plantas de palto injertadas con cv. Hass que crecen en contenedor, al término del ensayo



ANEXO 4. Efecto de la tasa de riego 1.5 Eb sobre el crecimiento en altura de las plantas de palto injertadas con el cv. Hass, que crecen en contenedor.



ANEXO 5. Efecto de la tasa de riego 2.5 Eb sobre el crecimiento en altura de las plantas de palto injertadas con el cv. Hass, que crecen en contenedor.



ANEXO 6. Efecto de la tasa de riego 3.5 Eb sobre el crecimiento en altura de las plantas de palto injertadas con el cv. Hass, que crecen en contenedor.



ANEXO 7
MEDICIONES DE ALTURA
TRATAMIENTO DIARIO

mediciones cada 2semanas

Trat. 0.5 Eb		3-feb	11-feb	18-feb	25-feb	4-mar	11-mar	18-mar	25-mar	8-abr	22-abr	6-may	20-may	17-jun	1-jul	29-jul	12-ago	26-ago	9-sep	23-sep	7-oct	21-oct	
planta 1		1,30	1,50	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,70	1,50													
planta 2		1,50	3,10	4,20	4,60	4,60	4,60	4,60	4,70	4,50													
planta 3		1,20	2,20	2,00	2,10	2,30	2,30	2,20	2,20	2,20													
planta 4		1,30	2,20	2,30	2,40	2,40	2,50	2,50	2,60	2,40													
planta 5		1,40	2,80	2,80	3,20	3,20	2,80	3,00	3,10	2,90													
planta 6		1,40	2,10	2,00	2,00	2,00	1,80	1,80	1,90	1,80													
planta 7		1,60	2,20	2,20	2,20	2,20	2,30	2,30	2,20	2,00													
Promedio		1,39	2,30	2,50	2,64	2,67	2,61	2,64	2,63	2,47													
coef.unifor		0,90	0,78	0,88	0,64	0,65	0,64	0,64	0,61	0,60													
Trat. 1.5		3-feb	11-feb	18-feb	25-feb	4-mar	11-mar	18-mar	25-mar	8-abr	22-abr	6-may	20-may	17-jun	1-jul	29-jul	12-ago	26-ago	9-sep	23-sep	7-oct	21-oct	
planta 1		2,50	4,80	6,00	8,00	8,30	9,00	9,20	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,50	9,50	10,00	10,50	11,70	11,70	
planta 2		2,70	4,10	5,60	6,40	6,80	7,30	7,30	7,40	7,60	7,60	7,70	7,70	7,70	7,50	7,50	7,60	7,60	9,20	10,20	10,20	11,00	
planta 3		1,80	2,80	3,00	3,30	3,30	3,50	3,50	3,60	3,70	3,70	3,70	3,70	3,70	3,70	3,60	3,70	4,70	4,70	4,70	6,00	7,50	
planta 4		1,80	2,50	3,00	4,00	4,20	4,60	4,60	4,90	5,10	5,30	5,30	5,30	5,30	5,30	5,20	5,30	5,70	7,00	7,20	7,60	7,60	
planta 5		2,30	3,00	3,30	4,00	4,40	4,70	5,30	5,60	7,40	7,60	7,80	7,80	7,80	7,90	7,90	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,40	
planta 6		1,80	2,60	3,10	3,90	3,90	4,20	5,20	5,50	5,70	5,70	6,00	6,00	6,10	6,10	6,10	6,20	6,20	6,70	7,20	7,50	8,00	
planta 7		1,90	2,80	2,70	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,50	3,50	3,60	3,60	4,10	4,20	5,50	8,20	9,80	9,80	10,00	
Promedio		2,11	3,23	3,81	4,69	4,87	5,21	5,47	5,64	6,00	6,06	6,19	6,19	6,21	6,20	6,24	6,36	6,97	7,74	8,23	8,69	9,17	
coef.unifor		0,82	0,73	0,64	0,61	0,60	0,59	0,61	0,62	0,63	0,63	0,65	0,65	0,65	0,65	0,66	0,67	0,73	0,77	0,75	0,78	0,81	
Trat. 2.5 Eb		3-feb	11-feb	18-feb	25-feb	4-mar	11-mar	18-mar	25-mar	8-abr	22-abr	6-may	20-may	17-jun	1-jul	29-jul	12-ago	26-ago	9-sep	23-sep	7-oct	21-oct	
planta 1		1,30	2,20	2,50	2,80	2,60	3,30	3,50	4,50	6,40	6,70	7,20	7,30	7,30	7,30	7,30	7,30	8,00	10,50	14,30	17,20	18,50	
planta 2		1,70	3,20	2,70	4,60	4,60	5,70	6,50	7,00	7,80	8,50	9,10	9,10	9,10	9,10	9,10	9,10	9,50	11,00	13,20	15,30	16,00	
planta 3		1,60	2,30	4,30	5,20	5,80	6,20	7,30	7,40	7,40	7,60	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,20	8,40	10,10	10,60	11,70	12,00	
planta 4		1,20	2,00	2,30	2,70	2,70	2,70	3,30	3,40	4,10	4,10	4,50	4,50	4,50	4,50	4,60	4,60	5,20	7,50	8,20	10,00	13,00	
planta 5		1,30	4,20	3,40	4,20	4,20	4,90	5,70	5,80	5,80	5,80	6,20	6,20	6,20	6,20	6,30	6,30	9,60	19,30	24,80	26,50	28,00	
planta 6		1,60	2,30	2,70	3,20	3,50	3,50	4,40	5,00	7,40	7,90	8,30	8,30	8,40	8,40	8,50	8,50	9,50	11,50	13,80	15,70	26,50	
planta 7		2,00	4,40	5,30	7,20	7,30	8,20	8,70	8,70	9,30	9,80	10,10	10,20	10,30	10,30	10,30	10,30	11,30	12,80	14,10	15,10	15,20	
Promedio		1,5	2,9	3,3	4,2	4,4	4,9	5,6	6,0	6,9	7,2	7,6	7,7	7,7	7,7	7,7	7,8	8,8	11,8	14,1	15,9	18,5	
coef.unifor		0,82	0,66	0,67	0,62	0,61	0,61	0,64	0,69	0,76	0,74	0,76	0,75	0,75	0,75	0,76	0,76	0,78	0,89	0,63	0,67	0,65	
Trat. 3.5 Eb		3-feb	11-feb	18-feb	25-feb	4-mar	11-mar	18-mar	25-mar	8-abr	22-abr	6-may	20-may	17-jun	1-jul	29-jul	12-ago	26-ago	9-sep	23-sep	7-oct	21-oct	
planta 1		1,50	2,70	3,00	3,90	4,70	4,70	4,70	5,60	6,30	6,40	6,40	6,40	6,40	6,50	6,50	6,60	6,70	6,90	9,50	11,00	13,20	14,50
planta 2		1,30	2,60	2,70	3,30	3,40	3,70	4,80	5,70	8,60	8,70	8,70	8,80	8,90	8,90	9,00	9,00	9,00	9,80	11,50	12,70	14,60	15,50
planta 3		1,40	2,50	3,20	3,80	4,40	4,40	5,30	5,60	5,60	5,60	5,60	5,80	5,80	5,80	5,80	5,80	5,80	7,00	12,00	17,10	20,20	20,50
planta 4		1,20	2,70	3,00	3,10	3,50	3,50	4,70	4,70	5,20	5,60	5,60	5,60	5,70	5,80	5,80	5,80	6,60	10,20	13,20	17,80	20,00	
planta 5		1,20	4,00	4,80	6,10	6,40	6,50	7,20	7,20	7,20	7,30	7,50	7,50	7,40	7,10	7,40	7,40	8,50	14,20	19,80	25,40	27,00	
planta 6		1,50	3,40	4,70	5,50	6,20	6,20	6,60	6,90	7,90	8,00	8,10	8,10	7,80	7,90	7,90	7,90	7,90	10,00	11,00	12,90	13,50	
planta 7		1,40	3,30	4,90	6,20	7,20	7,50	8,00	8,00	8,10	8,10	8,10	8,20	8,30	8,30	8,30	8,30	8,50	10,20	11,20	12,60	13,50	
Promedio		1,36	3,03	3,76	4,56	5,11	5,21	5,90	6,24	6,99	7,10	7,14	7,20	7,19	7,19	7,26	7,27	7,89	11,09	13,71	16,67	17,79	
coef.unifor		0,91	0,82	0,74	0,71	0,71	0,71	0,77	0,82	0,81	0,82	0,82	0,82	0,83	0,83	0,83	0,83	0,86	0,85	0,75	0,71	0,72	

ANEXO 7
MEDICIONES DE ALTURA
TRAT.CADA 4 DIAS

AT.CADA 4 DIAS		mediciones cada 2semanas																				
		3-feb	11-feb	18-feb	25-feb	4-mar	11-mar	18-mar	25-mar	8-abr	22-abr	6-may	20-may	17-jun	1-jul	29-jul	12-ago	26-ago	9-sep	23-sep	7-oct	21-oct
Trat. 0,5	planta 1	1,50	2,60	3,00	3,60	3,70	3,70	3,70	3,60	3,50	3,60	3,60	3,60	3,50								
	planta 2	1,40	2,70	2,90	3,10	3,40	3,40	3,50	3,50	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40								
	planta 3	1,30	2,30	2,50	2,70	2,80	2,80	2,80	2,60	2,40	2,60	2,60	2,60	2,60								
	planta 4	1,40	1,80	1,80	1,90	2,00	2,20	2,20	2,10	2,00	2,00	2,00	2,00									
	planta 5	1,30	2,50	3,20	3,40	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,70	3,70	3,50								
	planta 6	1,20	2,70	2,80	3,20	3,20	3,20	3,20	3,30	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50								
	planta 7	1,40	2,70	3,00	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20								
	Promedio	1,36	2,47	2,74	3,01	3,13	3,16	3,17	3,13	3,09	3,13	3,14	3,14	3,30								
coef.uniflor		0,93	0,87	0,83	0,81	0,81	0,84	0,83	0,82	0,80	0,81	0,80	0,80	0,88								
Trat. 1,5	planta 1	2,40	3,50	4,50	5,50	5,70	6,10	6,40	6,40	6,40	6,70	6,70	6,70	6,70								
	planta 2	1,50	2,30	3,00	3,40	3,40	3,80	3,80	3,70	3,70	3,80	3,80	4,20	4,20								
	planta 3	1,80	2,60	2,90	3,40	3,40	3,40	3,70	3,70	3,80	3,80	4,00	4,00	4,00								
	planta 4	1,90	2,80	4,20	5,30	5,70	5,70	6,20	6,20	6,20	6,20	6,30	6,10	6,30								
	planta 5	1,20	2,30	2,90	3,50	3,70	3,70	3,80	4,20	5,00	5,00	5,30	5,50	5,40								
	planta 6	1,80	2,80	3,20	3,60	3,60	3,80	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	4,00								
	planta 7	1,60	2,50	2,70	3,10	3,10	3,70	3,80	3,80	3,90	4,10	4,10	3,90	3,90								
	Promedio	1,74	2,69	3,34	3,97	4,08	4,31	4,50	4,56	4,69	4,76	4,86	4,96	4,90								
coef.uniflor		0,79	0,85	0,79	0,75	0,73	0,75	0,73	0,74	0,75	0,74	0,75	0,76	0,76	0,75	0,76	0,77	0,80	0,88	0,83	0,75	0,73
Trat. 2,5	planta 1	1,50	2,10	2,30	3,00	3,10	3,50	4,80	4,80	5,30	5,50	5,50	5,70	5,70								
	planta 2	2,40	3,50	4,00	4,60	5,20	5,20	5,20	5,40	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50								
	planta 3	1,30	2,10	2,40	2,90	2,90	3,00	3,30	4,20	7,30	8,20	8,30	8,70	8,70								
	planta 4	1,70	2,60	3,20	4,60	4,60	5,20	5,20	5,20	5,30	5,30	5,50	5,50	5,50								
	planta 5	2,80	5,20	7,00	8,20	8,70	8,70	8,70	8,90	9,00	9,20	9,20	9,30	9,30								
	planta 6	1,70	2,50	3,30	4,10	4,60	5,50	5,70	5,90	6,00	6,00	6,10	6,10	6,10								
	planta 7	2,4	3,5	4,3	5,1	5,1	5,1	5,5	5,5	5,8	6,1	6,1	6,1	6,1								
	Promedio	1,97	3,07	3,79	4,64	4,89	5,17	5,49	5,70	6,31	6,54	6,60	6,70	6,70								
coef.uniflor		0,72	0,64	0,58	0,62	0,61	0,65	0,70	0,73	0,78	0,77	0,77	0,76	0,76	0,76	0,76	0,78	0,78	0,87	0,73	0,65	
Trat. 3,5	planta 1	2,50	3,50	5,10	6,20	7,50	8,50	9,80	10,60	10,60	11,00	11,20	11,50	11,50								
	planta 2	2,70	5,60	7,80	9,20	10,00	10,20	10,50	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00								
	planta 3	2,10	3,30	4,20	5,60	5,80	6,50	7,50	7,60	10,00	10,30	10,80	10,80	10,80								
	planta 4	1,70	2,80	3,40	4,60	5,20	5,20	5,20	5,50	5,70	5,70	5,70	5,70	5,70								
	planta 5	1,80	2,90	4,00	6,20	6,20	6,20	7,00	7,30	7,40	7,40	7,50	7,60	7,60								
	planta 6	1,40	2,00	2,70	3,20	3,80	3,80	3,80	4,20	5,20	5,20	5,20	5,30	5,30								
	planta 7	2,10	3,20	4,00	4,90	5,30	5,50	5,60	5,80	5,80	5,80	5,80	6,00	6,00								
	Promedio	2,04	3,33	4,46	5,70	6,26	6,56	7,06	7,43	7,94	8,06	8,16	8,23	8,27								
coef.uniflor		0,78	0,67	0,63	0,67	0,68	0,67	0,65	0,65	0,68	0,67	0,66	0,66	0,67	0,67	0,67	0,67	0,66	0,65	0,59	0,57	0,56

ANEXO 7

MEDICIONES DE ALTURA

TRAT. CADA 7 DIAS

mediciones cada 2semanas

Trat. 0.5	3-feb	11-feb	18-feb	25-feb	4-mar	11-mar	18-mar	25-mar	8-abr	22-abr	6-may	20-may	17-jun	1-jul	29-jul	12-ago	26-ago	9-sep	23-sep	7-oct	21-oct
planta 1	1,90	2,50	2,80	3,70	3,70	3,70	3,70	3,50	4,10	4,10	4,10	4,10	3,80	3,70							
planta 2	2,40	3,20	3,30	3,90	4,40	4,40	4,40	4,20	4,80	4,00	4,00	4,00	3,70	3,80	4,00	3,80					
planta 3	1,90	2,80	3,90	4,60	4,70	4,70	4,90	4,80	5,00	5,20	5,20	5,20	5,10	5,00	5,10	5,10					
planta 4	1,80	2,60	3,00	3,20	3,20	3,40	3,40	3,20	3,60	3,60	3,60	3,60	3,00								
planta 5	1,50	1,90	2,20	2,30	2,50	2,50	2,50	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20								
planta 6	2,10	3,00	3,10	4,00	4,00	4,00	4,40	4,60	4,70	4,70	4,70	4,70	4,20	4,40	4,50	4,80					
planta 7	2,30	3,20	3,70	4,20	4,20	4,20	4,20	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	4,20	4,20	4,20					
Promedio	1,99	2,74	3,14	3,70	3,79	3,84	3,93	3,83	3,94	3,99	4,01	4,01	3,76	4,22	4,45	4,48					
coef.uniflor	0,84	0,83	0,82	0,80	0,78	0,81	0,80	0,76	0,78	0,77	0,76	0,76	0,75	0,88	0,89	0,87					
Trat. 1.5	3-feb	11-feb	18-feb	25-feb	4-mar	11-mar	18-mar	25-mar	8-abr	22-abr	6-may	20-may	17-jun	1-jul	29-jul	12-ago	26-ago	9-sep	23-sep	7-oct	21-oct
planta 1	1,50	2,00	2,40	3,10	3,10	3,10	3,50	3,30	3,40	3,40	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	4,20	6,60	8,60	9,50	10,50
planta 2	2,30	3,00	4,60	5,60	6,00	6,30	7,00	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,50
planta 3	2,20	3,40	4,60	5,60	6,40	6,70	7,60	7,70	8,00	8,20	8,20	8,30	8,30	8,30	8,30	8,40	8,40	9,50	9,80	10,00	11,00
planta 4	1,50	1,70	2,50	2,70	3,00	3,00	3,20	3,40	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	4,80	8,00	11,20	15,00	17,00
planta 5	1,90	2,50	2,90	3,90	4,00	4,00	5,10	5,20	5,30	5,70	5,80	5,80	5,80	6,10	6,50	10,00	12,30	10,00	12,30	13,00	13,00
planta 6	1,50	2,10	2,20	2,80	3,00	3,00	3,10	3,10	3,10	3,20	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	4,20	4,60	5,00	5,80
planta 7	1,70	2,30	2,70	3,20	3,80	3,80	4,10	4,20	4,30	4,30	4,50	4,50	4,50	4,80	5,00	5,20	6,00	6,70	7,20	8,00	10,00
Promedio	1,80	2,43	3,13	3,81	4,19	4,27	4,80	4,87	4,97	5,07	5,16	5,17	5,17	5,26	5,34	5,39	5,83	7,46	8,70	9,67	10,69
coef.uniflor	0,81	0,78	0,67	0,68	0,66	0,63	0,62	0,61	0,61	0,61	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,69	0,74	0,70	0,65	0,66
Trat. 2.5	3-feb	11-feb	18-feb	25-feb	4-mar	11-mar	18-mar	25-mar	8-abr	22-abr	6-may	20-may	17-jun	1-jul	29-jul	12-ago	26-ago	9-sep	23-sep	7-oct	21-oct
planta 1	1,60	1,70	2,10	2,20	2,20	2,50	2,70	3,00	3,30	4,00	4,20	4,40	4,40	4,50	4,50	4,50	4,70	5,60	6,70	8,00	9,20
planta 2	1,80	2,00	2,30	2,60	3,00	3,00	3,00	3,60	4,50	4,50	4,90	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,80	8,50	11,30	13,50	17,00
planta 3	2,00	2,20	2,80	3,10	4,10	4,20	5,30	5,50	8,30	9,10	9,40	9,50	9,50	9,60	9,70	9,70	9,70	9,70	10,00	10,00	10,20
planta 4	2,50	4,00	5,90	7,20	7,80	8,50	8,70	9,00	9,00	9,20	9,20	9,20	9,30	9,30	9,30	9,30	10,30	13,00	15,20	18,50	21,50
planta 5	2,50	4,50	6,50	8,20	9,40	10,00	10,60	10,80	10,80	11,00	11,00	11,20	11,20	11,20	11,70	13,00	13,30	15,60	15,60	16,60	18,00
planta 6	1,70	2,00	2,10	2,80	3,00	3,10	3,60	3,60	3,60	3,60	3,80	4,00	4,80	4,80	6,40	9,10	10,40	12,80	12,80	13,00	13,30
planta 7	1,70	2,20	2,70	3,20	3,80	3,80	4,20	4,80	6,10	6,50	6,50	6,70	6,70	6,80	6,80	6,80	6,80	6,80	6,80	6,80	6,80
Promedio	1,97	2,66	3,49	4,19	4,76	5,01	5,44	5,76	6,51	6,84	7,00	7,16	7,29	7,33	7,63	8,21	8,71	10,29	11,20	12,34	13,71
coef.uniflor	0,81	0,58	0,46	0,42	0,43	0,41	0,44	0,48	0,55	0,57	0,59	0,60	0,63	0,63	0,65	0,64	0,65	0,65	0,68	0,65	0,61
Trat. 3.5	3-feb	11-feb	18-feb	25-feb	4-mar	11-mar	18-mar	25-mar	8-abr	22-abr	6-may	20-may	17-jun	1-jul	29-jul	12-ago	26-ago	9-sep	23-sep	7-oct	21-oct
planta 1	1,80	2,50	2,70	3,70	4,20	4,20	5,40	5,50	6,00	6,20	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,10	7,20	10,00	11,10	13,00	14,00
planta 2	1,40	2,00	2,60	2,90	3,20	3,30	3,90	4,10	4,10	4,40	4,50	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60	5,80	8,00	9,70	10,00	10,50
planta 3	1,20	1,50	1,90	2,00	2,20	2,20	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,40	2,40	2,50	3,80	4,50	5,00	6,00
planta 4	1,50	2,00	2,20	2,70	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	4,00	4,50	5,00
planta 5	1,80	2,20	2,30	2,00	2,60	3,00	3,10	3,40	4,30	4,60	4,70	4,70	4,80	4,80	4,80	4,80	5,90	8,00	10,50	11,50	12,60
planta 6	1,70	2,30	3,20	4,00	4,00	4,20	4,70	5,10	5,50	5,50	5,50	5,60	5,60	5,70	5,70	5,70	6,30	8,50	11,20	12,00	13,00
planta 7	1,80	2,20	2,60	3,40	3,60	3,60	4,20	4,80	6,00	6,40	6,60	6,70	6,70	6,70	6,70	7,00	6,80	8,20	8,60	10,00	12,00
Promedio	1,60	2,10	2,50	2,96	3,26	3,36	3,80	4,03	4,46	4,63	4,83	4,87	4,89	4,90	4,91	4,97	5,39	7,10	8,51	9,43	10,44
coef.uniflor	0,85	0,85	0,83	0,73	0,78	0,79	0,72	0,71	0,67	0,66	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,64	0,66	0,64	0,64	0,64	0,66

ANEXO 8

Temp.	MES	T. máx °C	T. mín °C	MES	T. máx °C	T. mín °C	MES	T. máx °C	T. mín °C	MES	T. máx °C	T. mín °C	MES	T. máx °C	T. mín °C	MES	T. máx °C	T. mín °C
1-mar	1-abr	26	12	1-abr	35	10	1-may	41	10	1-jun	27	10	1-jul	32	1	1-aug	32	1
2-mar	2-abr	39	14	2-abr	40	10	2-may	41	13	2-jun	35	13	2-jul	34	1	2-aug	34	1
3-mar	3-abr	42	14	3-abr	39	17	3-may	42	9	3-jun	35	13	3-jul	25	6	3-aug	25	6
4-mar	4-abr	39	14	4-abr	43	16	4-may	35	8	4-jun	34	10	4-jul	32	5	4-aug	32	5
5-mar	5-abr	42	16	5-abr	35	7	5-may	35	8	5-jun	28	7	5-jul	30	6	5-aug	30	6
6-mar	6-abr	36	15	6-abr	34	9	6-may	34	7	6-jun	32	8	6-jul	35	6	6-aug	35	6
7-mar	7-abr	29,5	17	7-abr	34	9	7-may	35	8	7-jun	29	7	7-jul	21	9	7-aug	21	9
8-mar	8-abr	39	13	8-abr	27,5	14	8-may	28	9	8-jun	32	6	8-jul	27	7	8-aug	27	7
9-mar	9-abr	41	13	9-abr	27	12	9-may	34	9	9-jun	32	6	9-jul	22	9	9-aug	22	9
10-mar	10-abr	40	13	10-abr	28	13	10-may	24	13	10-jun	32	12	10-jul	20	6	10-aug	20	6
11-mar	11-abr	40	17	11-abr	33	9	11-may	28	10	11-jun	32	8	11-jul	23	7	11-aug	23	7
12-mar	12-abr	35	14	12-abr	35	14	12-may	30	8,5	12-jun	32	9	12-jul	35	6	12-aug	35	6
13-mar	13-abr	35	13	13-abr	39	14	13-may	28	13	13-jun	33	9	13-jul	23	6	13-aug	23	6
14-mar	14-abr	35	13	14-abr	21	15	14-may	33	9	14-jun	33	14	14-jul	28	8	14-aug	28	8
15-mar	15-abr	35	13	15-abr	35	13	15-may	25	7	15-jun	17	12	15-jul	22	7	15-aug	22	7
16-mar	16-abr	35	13	16-abr	40	10	16-may	33,5	6	16-jun	25	13	16-jul	34	6	16-aug	34	6
17-mar	17-abr	28	14	17-abr	35	13	17-may	35	11	17-jun	25	10	17-jul	28	6	17-aug	28	6
18-mar	18-abr	35	10	18-abr	35	13	18-may	34	7	18-jun	28	13	18-jul	29	10	18-aug	29	10
19-mar	19-abr	35	10	19-abr	40	10	19-may	35	9	19-jun	28	6	19-jul	29	8	19-aug	29	8
20-mar	20-abr	35	13	20-abr	35	15	20-may	31	9	20-jun	28	2	20-jul	27	13	20-aug	27	13
21-mar	21-abr	39	15	21-abr	35	13	21-may	26	13,5	21-jun	32	1	21-jul	25	13	21-aug	25	13
22-mar	22-abr	35	8	22-abr	35	15	22-may	34	12	22-jun	32	1	22-jul	24	12	22-aug	24	12
23-mar	23-abr	40	7	23-abr	38	14	23-may	31	9	23-jun	28	1	23-jul	27	8	23-aug	27	8
24-mar	24-abr	39	9	24-abr	35	10	24-may	26	9	24-jun	28	1	24-jul	27	13	24-aug	27	13
25-mar	25-abr	40	9	25-abr	35	10	25-may	34	13	25-jun	32	1	25-jul	25	13	25-aug	25	13
26-mar	26-abr	39	10	26-abr	45	10	26-may	21	12	26-jun	32	1	26-jul	24	12	26-aug	24	12
27-mar	27-abr	39	14	27-abr	40	14	27-may	25	12	27-jun	32	1	27-jul	24	12	27-aug	24	12
28-mar	28-abr	30	14	28-abr	40	14	28-may	25	12	28-jun	32	1	28-jul	24	12	28-aug	24	12
29-mar	29-abr	35	14	29-abr	40	14	29-may	25	12	29-jun	32	1	29-jul	24	12	29-aug	24	12
30-mar	30-abr	35	14	30-abr	40	14	30-may	25	12	30-jun	32	1	30-jul	24	12	30-aug	24	12
31-mar				31-may			31-may			31-jun			31-jul			31-aug		

ANEXO 8

MES	T. máx °C	T. mín °C	MES	T. máx °C	T. mín °C	MES	T. máx °C	T. mín °C	MES	T. máx °C	T. mín °C	MES	T. máx °C	T. mín °C
1-ago	28	6	1-sep	35	14	1-oct	42	13	1-nov	28	10	1-nov	28	10
2-ago	27	6	2-sep	35	14	2-oct	34	14	2-nov	27	11	2-nov	27	11
3-ago			3-sep	21	13	3-oct	36	13	3-nov	33,5	14	3-nov	33,5	14
4-ago	28	2	4-sep	20	13	4-oct	35	12	4-nov	26	12,5	4-nov	26	12,5
5-ago	28	6	5-sep	21	14	5-oct	33	11	5-nov	30	13	5-nov	30	13
6-ago	35	6	6-sep	20	12	6-oct	27	7						
7-ago	34	7	7-sep	22	12	7-oct	32	10						
8-ago	38	6	8-sep	33	12	8-oct	32	12						
9-ago	35	8	9-sep	28	11	9-oct	35	11						
10-ago			10-sep	27	12	10-oct	34	12						
11-ago	35	7	11-sep			11-oct	33	13						
12-ago	34	13	12-sep	32	13	12-oct								
13-ago	35	15	13-sep	28	12	13-oct	32	12						
14-ago	35	14	14-sep			14-oct	33	11						
15-ago			15-sep	40	7	15-oct	30	9						
16-ago	22	12	16-sep	38	10	16-oct	28	9						
17-ago			17-sep	38	11	17-oct	29	10						
18-ago	25	12	18-sep			18-oct								
19-ago	25	7	19-sep			19-oct								
20-ago	29	6	20-sep			20-oct	32	14						
21-ago	35	7	21-sep			21-oct	33	14						
22-ago	34	11	22-sep	42	10	22-oct	32	11						
23-ago	37	12	23-sep	42	16	23-oct	32	12						
24-ago			24-sep	41	14	24-oct	34	15						
25-ago	40	14	25-sep	40,5	15	25-oct	34	14						
26-ago	39	14	26-sep	35	11	26-oct	33	10						
27-ago	40	16	27-sep	34	12	27-oct	34	9						
28-ago	36	14	28-sep	35	10	28-oct	32	12						
29-ago	39	15	29-sep	41	9	29-oct	32	12						
30-ago	33	13	30-sep	35	10	30-oct	32	8						
31-ago						31-oct	27	7						

ANEXO 9

PESOS SECOS

TRATAMIENTOS	MUESTRA 1			MUESTRA 2			MUESTRA 3			promedio	coef unifor
	aérea	raíz	planta	aérea	raíz	planta	aérea	raíz	planta		
DIARIO											
0,5	10,34	9,83	20,17	11,04	5,56	16,60	9,71	14,24	23,95	20,24	0,56
1,5	20,88	28,90	49,78	24,29	15,75	40,04	19,03	19,26	38,29	42,70	0,56
2,5	39,09	23,85	62,94	27,56	25,55	53,11	25,84	29,88	55,72	57,26	0,59
3,5	31,78	26,77	58,55	31,19	38,86	70,05	31,89	26,92	58,81	62,47	0,62
CADA 4 DIAS											
0,5	8,31	15,97	24,28	8,57	9,87	18,44	9,72	16,01	25,73	22,82	0,56
1,5	17,55	19,79	37,34	20,51	21,75	42,26	18,62	17,00	35,62	38,41	0,62
2,5	23,31	16,89	40,20	26,27	22,32	48,59	26,60	17,61	44,21	44,33	0,63
3,5	24,35	20,94	45,29	31,21	27,83	59,04	39,76	38,80	78,56	60,96	0,61
CADA 7 DIAS											
0,5	10,34	12,13	22,47	14,36	11,15	25,51	12,43	13,04	25,47	24,48	0,64
1,5	13,80	17,01	30,81	14,52	20,28	34,80	14,20	19,30	33,50	33,04	0,63
2,5	28,46	33,72	62,18	20,20	21,41	41,61	24,44	32,31	56,75	53,51	0,64
3,5	22,09	26,35	48,44	25,40	20,26	45,66	28,31	33,11	61,42	51,84	0,61

ANEXO 10

PH -CE (Término del ensayo)

TRATAMIENTOS	MUESTRA1		MUESTRA 2		MUESTRA 3	
	pH	CE	pH	CE	pH	CE
DIARIO						
0,5	8,670	5,04	8,420	1,91	8,275	1,75
1,5	8,570	1,20	8,560	1,94	8,550	1,59
2,5	8,475	2,98	8,550	2,15	8,560	1,78
3,5	8,240	2,47	8,220	2,22	8,310	2,98

CADA 4 DIAS

0,5	8,495	3,52	8,560	2,31	8,425	3,10
1,5	8,520	5,42	8,120	2,12	8,410	3,95
2,5	8,340	2,08	8,510	3,15	8,550	1,95
3,5	8,400	1,88	8,320	1,05	8,320	1,34

CADA 7 DIAS

0,5	8,320	2,60	8,270	1,75	8,440	2,69
1,5	8,210	2,65	8,445	2,52	8,300	3,49
2,5	8,420	1,58	8,560	1,42	8,370	1,59
3,5	8,595	1,26	8,450	0,97	8,350	0,92