

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA DE FRUTICULTURA



TALLER DE LICENCIATURA

AVANCES EN LA EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DOS SISTEMAS DE RIEGO PRESURIZADO, GOTEO Y MICROCHORRO SOBRE EL LAVADO DE SALES, CRECIMIENTO VEGETATIVO Y REPRODUCTIVO DEL PALTO (*Persea americana* Mill.) cv. HASS, EN LA ZONA DE MALLARAUCO.

NICOLÁS IGNACIO GEORGE-NASCIMENTO ESCOBAR

QUILLOTA CHILE

2002

ÍNDICE DE MATERIAS

1. INTRODUCCIÓN

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

- 2.1. Fisiología del palto
 - 2.1.1. Distribución de las raíces del palto
 - 2.1.1.1. Absorción de agua por el palto
 - 2.1.2. Crecimiento vegetativo
- 2.2. Salinidad
 - 2.2.1. Salinidad y riego
 - 2.2.2. Salinidad y lluvias
 - 2.2.3. Salinidad y suelos
 - 2.2.4. Salinidad y cultivos
 - 2.2.4.1. Efectos nocivos de las sales
 - 2.2.5. Salinidad y nutrición mineral
 - 2.2.6. Acumulación de cloruro en paltos
 - 2.2.7. Respuesta de palto bajo condiciones salinas

3. MATERIALES Y MÉTODO

- 3.1. Ubicación del ensayo
- 3.2. Definición del área del proyecto
 - 3.2.1. Parámetros agroclimáticos
 - 3.2.2. Recurso agua
 - 3.2.3. Recurso suelo
- 3.3. Material vegetal
- 3.4. Descripción del ensayo
 - 3.4.1. Tratamientos efectuados
 - 3.4.2. Manejo del riego en el ensayo
- 3.5. Variables analizadas
 - 3.5.1. Salinidad de la solución del suelo
 - 3.5.1.1. Conductividad eléctrica (C.E.)
 - 3.5.1.2. Cloruro
 - 3.5.2. Crecimiento vegetativo
 - 3.5.2.1. Intensidad del daño por sales en hojas
 - 3.5.2.2. Contenido de sales en las hojas
 - 3.5.3. Crecimiento reproductivo
 - 3.5.3.1. Retención de frutos
 - 3.5.3.2. Peso promedio de los finitos
- 3.6. Análisis estadístico

4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- 4.1. Efecto del sistema de riego sobre la conductividad eléctrica de la solución del suelo
- 4.2. Efecto del sistema de riego sobre el contenido de cloruros de la solución del suelo
- 4.3. Evaluación del daño foliar causado por sales
- 4.4. Evaluación del contenido de cloruro en hojas del brote de verano-otoño del 2001
- 4.5. Efecto del sistema de riego sobre la retención de frutos
- 4.6. Efecto del sistema de riego sobre el peso promedio de los frutos

5. CONCLUSIONES

6. RESUMEN

7. LITERATURA CITADA

ANEXOS

1. INTRODUCCIÓN.

Uno de los factores más importantes en la producción de paltos es el clima, y dentro de éste el primer punto a considerar es la temperatura, destacándose la sensibilidad del cultivo a las temperaturas bajas como la necesidad de rangos específicos de temperatura diurna y nocturna durante la floración, razón por la cual existe una alta concentración geográfica de las plantaciones, en que prácticamente el 60% de los huertos se ubican en la V región y un 24% en el Área Metropolitana (ODEPA, 1998). Sin embargo, en zonas como Mallarauco, que climáticamente se adaptan a los requerimientos del cultivo, el factor de calidad de agua para el riego es de gran importancia, puesto que ésta aporta una cantidad considerable de sales que afectan la producción, ya que el palto es considerado una especie sensible a la salinidad, tanto a nivel de suelo como de agua, teniendo al cloruro como el ion de mayor importancia.

Estudios efectuados en distintas especies frutales y hortícolas, han demostrado que el sistema de riego por goteo es aquel que presenta mejores resultados en el lavado de sales. Por otra parte, el sistema radicular del palto es superficial, encontrándose el 50% de sus raíces absorbentes en los primeros 30 cm del perfil de suelo, por lo tanto, el sistema más adecuado para el riego de este frutal es aquel que moje de manera superficial al menos el 70% de la superficie proyectada por la canopia, es así como tradicionalmente se ha usado la microaspersión para entregar el aporte hídrico, sin embargo, bajo las condiciones de salinidad de agua de riego en la zona de Mallarauco, sería necesario en forma prioritaria contar con un sistema eficiente de lavado de sales tal que el árbol se desarrolle y produzca de manera óptima.

Dados estos antecedentes preliminares, el objetivo general de este ensayo es evaluar el efecto de dos sistemas de riego presurizado, microchorro y doble línea de goteros sobre el lavado de sales en profundidad, y sobre el desarrollo vegetativo y

reproductivo del cultivo del palto cv. Hass, en la zona de Mallarauco, debido a la alta carga de sales, en especial, cloruro, presente en el agua de riego, y el daño que éstas causan a este frutal.

Como objetivos específicos se persiguen:

- Evaluar el efecto del riego por microchorro y doble línea de goteros en el perfil del suelo, sobre la evolución de la conductividad eléctrica y concentración de cloruros en la solución del suelo a los 30 y 60 cm de profundidad.
- Evaluar el efecto del riego por microchorro y doble línea de goteros sobre la intensidad del daño y contenido de cloruros foliar en el cultivo del palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass.
- Evaluar el efecto del riego por microchorro y doble línea de goteros sobre la retención de frutos y peso promedio de éstos a la cosecha en el palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1. Fisiología del palto: 2.1.1.

Distribución de las raíces.

La distribución de las raíces del palto está influenciada por el volumen de suelo mojado (OSIADACZ, 1994), como también la frecuencia de riego y la cantidad de agua aplicada (LEVINSON y ADATO, 1991), además, esta distribución está altamente correlacionada con el método de riego empleado (VILLABLANCA, 1994).

SALAZAR y CORTEZ (1986) observaron que para suelos de texturas arenosas y arcillosas, la mayor concentración de raíces se ubica entre los 0 y 60 cm de profundidad. Por otra parte, GARDIAZABAL (1998) indica que para suelos de textura media a pesada, aproximadamente el 50% de las raíces absorbentes se ubican en los primeros 30 cm del perfil y alrededor de un 30 y 40% de ellas se localizan entre los 30 y 60 cm de profundidad, y a mayor profundidad se encuentra sólo entre un 10 a 20% de las raíces.

En paltos bajo riego por goteo, la mayor cantidad de raíces se encuentra entre los 25 y 50 cm de profundidad (SALGADO y TORO, 1995; TORO, 1995; MICHELAKIS, VOUGIOUCALOU y CLAPAKI, 1993); por otra parte, en riego por microaspersión, el 80% de las raíces se concentra en los primeros 25 cm del perfil del suelo (SALGADO y TORO, 1995; TORO, 1995; HERNÁNDEZ, 1991).

VILLABLANCA (1994); MICHELAKIS, VOUGIOUCALOU y CLAPAKI (1993) indican que en paltos regados por goteo, la mayor densidad de raíces se ubica dentro

de 1 m de diámetro desde el tronco y que, además de que el mayor número de raíces absorbentes se encuentra bajo el emisor.

2.1.1.1 .Absorción de agua por el palto.

SHALHEVET (1999) señala que el 80% de la absorción del agua se produce dentro de los primeros 60 cm de profundidad, y que la mayor proporción de esta absorción se registra dentro de los primeros 30 cm de profundidad.

2.1.2. Crecimiento vegetativo.

El palto se caracteriza por presentar varios *flushes* de crecimiento vegetativo cada año. La producción total de biomasa anual se traduce en el resultado de la sumatoria de crecimientos ocurridos en determinado número de *flushes* (BERNSTEIN, IOFFE y ZILBERSTAIN, 2001; BAR *et al.*, 1997).

La acumulación de biomasa en nuevas ramificaciones se puede repartir entre tejido fotosintético (hojas), y tejido de estructura (tallos) (BERNSTEIN, IOFFE y ZILBERSTAIN, 2001; BAR *et al.*, 1997).

2.2. Salinidad: 2.2.1.

Salinidad y riego.

Las aguas de riego se consideran como el principal factor de transporte de sales, lo cual favorece la salinización de los suelos (RONCAGLILO, 2001). Normalmente, el agua que es utilizada para el riego de los diferentes cultivos contiene sales disueltas, por lo tanto, cada vez que se realiza un riego éstas sales se incorporan al

suelo de manera variable dependiendo de la concentración de éstas en el agua como de la cantidad de agua aplicada, lo cual da como resultado un progresivo aumento de la salinidad en el suelo debido a que el agua aportada se evapora o bien es utilizada por las plantas produciéndose un aumento en la concentración de sales en el suelo (RAZETO, 1999; CARRASCO, 1991; ALLISON, BROWN y HAYWARD, 1954).

Un riego efectuado de manera óptima será capaz de satisfacer los requerimientos hídricos del cultivo, además de evitar niveles salinos y de cloruros que pudiesen resultar dañinos para el palto (MEIRI *et al.*, 1999).

Las fluctuaciones anuales observadas por MEIRI *et al.* (1999) en la salinidad del suelo dependen del aporte de sales y el nivel de lavado que se logre por medio del riego.

Estudios realizados por SHALHEVET (1999) indican que un 20% de aumento en la cantidad de agua aportada vía riego no muestra resultados en cuanto al lavado de sales durante la temporada de riego; por el contrario, sí se observa un aumento en la salinidad hasta mediados de temporada debido al aporte de agua que contiene una alta cantidad de sales disueltas.

2.2.2. Salinidad y lluvias.

Según lo planteado por HEREDIA (1999), la lluvia, considerando su intensidad y época de ocurrencia, en un factor ambiental que participa en la expresión de los daños ocasionados por la salinidad en los cultivos.

RONCAGLIOLO (2001) plantea que la lluvia actúa de manera efectiva en la lixiviación de las sales desde la zona radicular, dada su uniformidad de aplicación y la casi nula presencia de sales (C.E.<0,05 dS/m), por lo tanto, al atravesar la zona

radicular e infiltrar hacia mayores profundidades, ésta es capaz de satisfacer en parte o en su totalidad los requerimientos de lavado.

SHALHEVET (1999) señala que a continuación de las precipitaciones que se registran durante cada invierno, se produce un significativo lavado de las sales acumuladas durante la temporada de riego. Sumado a esto, MEIRI *et al.* (1999) indican que en zonas donde las precipitaciones anuales son mayores a 500 mm, se produce un completo lavado de las sales solubles en la zona de las raíces, sin embargo, la incidencia de lluvias en zonas afectadas por la salinidad puede acarrear problemas debido a la desorganización del bulbo salino y por lo tanto movilizar las sales que se encuentran en la periferia del bulbo, repartiéndolas de manera homogénea, aumentando de manera considerable la concentración de sales en zonas del bulbo donde la salinidad es menor, y por lo tanto existe un mayor desarrollo de raíces absorbentes; por esto no es aconsejable suspender los riegos durante el invierno, para así impedir la desorganización del bulbo de riego y mantener las sales fuera de la zona de absorción de agua y nutrientes (MENDOZA, 2000).

2.2.3. Salinidad y suelos.

En los suelos, las sales solubles son transportadas por el agua. La concentración de sales del suelo aumenta a medida que se va eliminando el agua de éste por evaporación, por lo tanto, la desecación del suelo superficial por transpiración y evaporación crea un gradiente de succión que produce un notable movimiento ascendente de agua y sales solubles (ALLISON, BROWN y HAYWARD, 1954).

2.2.4. Salinidad y cultivos.

Elevadas concentraciones de sales en el suelo son capaces de perjudicar el crecimiento y la producción de las plantas de manera directa e indirecta. Árboles

cultivados en condiciones de salinidad, habitualmente presentan problemas adicionales al descenso en el rendimiento, como por ejemplo, un aumento de la susceptibilidad al daño por heladas y una disminución en el tamaño de la fruta, problemas debidos probablemente a una disminución en la actividad fotosintética de la planta (RAZETO, 1999).

2.2.4.1. Efectos nocivos de las sales.

Estos efectos se pueden clasificar como efecto osmótico, nutricional y tóxico (BERNSTEIN, 1964, citado por MENDOZA, 2000).

- *Efecto osmótico:* La presencia de sales en la solución del suelo produce una disminución en el potencial osmótico de éste, por lo que a su vez se reduce el contenido de agua disponible para la planta (BERNSTEIN y HAYWARD, 1957, citados por MENDOZA, 2000).
- *Efecto nutricional.* Bajo condiciones de salinidad se producen interferencias en la normal absorción y utilización de algunos nutrientes minerales (MENDOZA, 2000).
- *Efecto tóxico directo:* Este efecto generalmente es el más fácil de apreciar debido a las características quemaduras marginales producidas por el exceso de cloruro en las hojas (MENDOZA, 2000).

Altos niveles de cloruro en el agua de riego provocan un incremento de los niveles de putrescina y una disminución en los niveles de espermina en las hojas; la putrescina podría estar involucrada en el desarrollo de los síntomas de toxicidad por cloruro y la espermina; podría de alguna manera "proteger" o no tener efecto alguno sobre el daño producido por el cloruro en las plantas (BAR *et al.*, 1996).

Estudios realizados por BAR *et al.* (1998) indican que, ante concentraciones crecientes de cloruro en la solución del suelo, se produce un aumento de este ion en las hojas, lo que provoca un incremento en la producción de etileno, lo cual influye en una disminución de la tasa de crecimiento y también en la caída de fruta.

2.2.5. Salinidad y nutrición mineral.

Aumentos en la concentración de cloruro, producen un aumento de los niveles de este nutriente en las hojas, raíces, madera y otras estructuras, produciendo además, quemadura de hojas (BAR *et al.*, 1997).

Estos mismos autores demuestran que un aumento en la concentración de nitrato en la solución nutritiva provoca una disminución en la concentración de cloruro en las hojas, raíces, madera y otras estructuras, por lo tanto aminora los daños y la inhibición del crecimiento causadas por este ion, pero no se produce un aumento en la concentración de nitrógeno en las hojas (LAHAV, STEINHARDT y KALMAR, 1992).

SHALHEVET (1999) señala que durante los primeros seis años de crecimiento, existe un efecto positivo de la adición de nitrógeno sobre la reducción de la cosecha causada por la salinidad, pero después del sexto año, esta respuesta es revertida en alrededor de un 20% en paltos cv. Hass.

KAFKAFI y BERNSTEIN (1997) señalan que la mantención de una adecuada concentración de K^+ , además de una adecuada relación K^+ / Na^+ al interior de las células es necesaria para la correcta función celular bajo condiciones salinas. Estudios realizados por NAKAMURA *et al.* (1990) en fréjol mung demostraron que la adición de Ca^{+2} produce una reversión en la inhibición de la elongación de la raíz causada por NaCl, además de la mantención de los niveles de K^+ en las raíces. Por lo tanto, el

mantener las concentraciones de Ca^{+2} y K^{+} en la rizósfera podría ayudar a compensar los efectos de la salinidad (CROWLEY, SMITH y ARPAIA, 1999).

2.2.6. Acumulación de cloruro en paltos.

BENAVIDES (1996), BEN-YA'ACOV y MICHELSON (1995), DÍAZ *et al.* (1984) y DOWNTON (1978) plantean que la acumulación de cloruro en paltos se produce en tallos y mayormente en las hojas maduras, y que los niveles foliares están en función de la concertación salina del medio y el tiempo de exposición al medio salinizado.

La gran movilidad presentada por el ion cloruro, tanto en el suelo como en la planta, se traduce en una fácil migración de éste hacia donde se concentra la actividad fisiológica de la planta, produciendo los síntomas visuales característicos de esta toxicidad, que inicialmente son quemaduras o necrosis en el ápice de las hojas, para luego, si las concentraciones foliares de cloruro son mayores ésta se extiende pudiendo incluso llegar a la defoliación (MENDOZA, 2000).

Estudios han demostrado que de dos a tres meses con altas concentraciones de cloruro son suficientes para que los niveles foliares de este ion sean capaces de provocar los síntomas visuales definidos como necrosis en el ápice y los bordes de las hojas (BENAVIDES, 1996).

Los patrones de acumulación foliar de cloruro presentan ciertas particularidades. En relación a éstas, BINGHAM, FENN y OERTLI (1968) observaron que la tasa de acumulación foliar de cloruro es en un principio rápida, pero prontamente decrece hasta que la concentración en las hojas alcanza un valor particular (*plateau*), proporcional a la concentración de cloruro en el medio; si circunstancialmente aumentan nuevamente los niveles de cloruro en el medio, se inicia un nuevo periodo de acumulación en las hojas con un valor *plateau* mas alto que el anterior.

Por otra parte, KADMAN (1963) señala que existe un alto paralelismo entre los niveles de cloruro en las hojas y el grado de daño que éstas presentan, además, mediante análisis foliares demostró que el contenido de cloruro en las hojas es representativamente mayor en el otoño de cada año, razón por la cual, la aparición e intensidad del daño foliar es mayor en esta época, cuando la planta se encuentra en menor actividad.

2.2.7. Respuesta del palto bajo condiciones salinas.

La sensibilidad del palto al *stress* salino normalmente se ha cuantificado como el efecto en la producción agrícola o al quemado de hojas debido al cloruro (BERNSTEIN, IOFFE y ZILBERSTAIN, 2001).

El síntoma característico del daño causado por cloruro es la quemadura de las hojas lo cual acarrea una disminución en el contenido de clorofila de las hojas, por lo tanto, una disminución en la fotosíntesis lo cual implica una disminución en la producción potencial de carbohidratos que se traduce en una disminución en la productividad y el crecimiento vegetativo, además de producir un pobre crecimiento radicular (BERNSTEIN, IOFFE y ZILBERSTAIN, 2001; CROWLEY, SMITH y ARPAIA 1999).

Según lo plantea ALARGÓN (1999), la raza mexicana presenta niveles de tolerancia de hasta 140 ppm (4 meq/l) de cloruro en el extracto de saturación del suelo; por otra parte, GARDIAZABAL (1998) y AYERS y WESTCOT (1987) indican que el límite de tolerancia de esta raza está en 177 ppm (5 meq/l) de cloruro y GALÁN (1990) señala como límite un valor de 213 ppm (6 meq/l).

El nivel foliar crítico de cloruro para el palto es de un 0,25% con respecto al peso seco de la hoja, según JONES y EMBLETON (1978), citados por MENDOZA

(2000). Por otra parte, AYERS, ALDRICH y CONY (1951) señalan que con niveles de entre 0,5 a 0,9% del peso seco se observan los síntomas de quemaduras en las hojas del palto.

STEINHARDT, KALMAR y LAHAV (1995) señalan que además de la quemadura de hojas ocasionada por el cloruro, se produce un aumento en la caída de hojas en la primavera y que un aumento en la aplicación de agua no minimiza estos efectos. BAR *et al.* (1997) reportan una inhibición del desarrollo del brote cuando los árboles son regados con agua que presenta niveles altos de NaCl.

OSTER y ÁRPALA (1992) indican que la producción de biomasa decrece con el aumento de la salinidad en el medio, y que se presentan diferencias entre portainjertos de distintas razas.

En cuanto a fructificación, los excesos de cloruro no presentan anormalidades en cuanto a calibre, forma ni textura de piel. La producción de fruta, que es extremadamente variable para paltos en general, se ve disminuida a niveles altos de cloruro (BINGHAM, FENN y OERTLI, 1968), la cual tiende a cero a medida que la concentración salina aumenta a niveles que no pueden ser tolerados (HAMAN, CAPECE y SMAJSTRLA, 1997).

3. MATERIALES Y MÉTODO.

3.1. Ubicación del ensayo:

Este ensayo corresponde al segundo año de evaluación de dos sistemas de riego presurizado, goteo y microchorro, sobre el lavado de sales, crecimiento vegetativo y reproductivo del palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass, en la zona de Mallarauco, en el Fundo Patria Vieja Mallarauco S.A., ubicado en la localidad de Mallarauco, comuna de María Pinto, provincia de Melipilla, Región Metropolitana.

La localidad de Mallarauco limita al norte con la comuna Curacaví, al sur con El Monte, al este con Peñaflores y al oeste con el poblado de El Bollenar. Se caracteriza por ser una cuenca cerrada, producto de la bifurcación de la Cordillera de la Costa, lo cual le da una característica de valle protegido con una cierta influencia marina, veranos cálidos e inviernos suaves.

3.2. Definición del área del proyecto:

3.2.1. Parámetros agroclimáticos.

Los parámetros agroclimáticos corresponden a una estadística indicada para la estación Melipilla, siendo ésta, la estación más próxima a la localidad de Mallarauco, la cual presenta inviernos suaves con un largo período libre de heladas, con temperaturas medias a altas durante la estación cálida y con un corto período de receso invernal. La presentación de estos parámetros se detalla en el Anexo 3.

3.2.2. Recurso agua.

El agua utilizada para el riego proviene desde el río Mapocho a través del canal Pelvín Norte. Según la clasificación del laboratorio de salinidad de U.C.R., se trata de aguas de clasificación C3S1 (aguas altamente salinas bajas en sodio) (Anexo 2).

Los rangos de los parámetros químicos del agua de riego se muestran en el Anexo 4.

3.2.3. Recurso suelo.

El suelo correspondiente al ensayo es de origen aluvial, presentando textura franco arcillosa con aproximadamente 60 cm de profundidad, en camellones de 80 cm de altura y 3 m de ancho.

El Anexo 5 muestra el análisis químico del suelo, realizado a 40 cm de profundidad, clasificándose como un suelo no salino y no sódico.

3.3. Material vegetal:

El ensayo se realizó sobre paltos (*Persea americana* Mill.) cv. Hass, con portainjerto Mexícola, plantados el año 1995, a una distancia de 6 X 5 m, en camellones de 80 cm de altura, y 3 m de ancho, con una densidad total de 333 plantas/ha.

Para la elección de los árboles a estudiar, RONCAGLIOLO (2001) procedió a escoger 10 grupos de árboles contiguos, homogéneos en términos de vigor, tamaño y sanidad, eliminándose tres árboles del inicio y del final de la hilera, de forma de descartar el efecto borde y dejando cinco árboles por repetición para cada tratamiento en evaluación.

3.4. Descripción del ensayo:

El ensayo consistió en dos tratamientos dados por dos sistemas de riego presurizado, goteo y microhorro, con cinco repeticiones cada uno de los tratamientos, y cada repetición consta de grupos de cinco árboles.

Para ambos sistemas de riego, se mantuvo las condiciones de riego determinadas por RONCAGLIOLO (2001), las cuales consistían en mantener la precipitación del sistema de riego original del huerto (microaspersión).

3.4.1. Tratamientos efectuados.

T₁: Sistema de riego con doble línea de goteo. Goteros de 4 l/hr, distribuidos a 83 cm entre ellos, dando un total de seis goteros por línea y por tanto, doce goteros por planta, con un gasto total de 48 l/hr. Separación entre las líneas: 1,2 m aprox.

T₂: Sistema de riego por microhorro. Emisores de 24 l/hr, de 2,5 m de diámetro de mojamiento, en 360°, distribuidos a cada lado del tronco, teniendo un total de dos emisores por planta, con un gasto total de 48 l/hr.

3.4.2. Manejo del riego en el ensayo

Para el cálculo del tiempo de riego se utilizó la siguiente ecuación:

$$TR = \frac{E_b \times K_c \times K_b \times S}{E_t \times P_p}$$

donde:

TR = Tiempo de riego (horas).

E_b = Evaporación de bandeja Clase A (mm).

K_c = Coeficiente del cultivo.

K_b = Coeficiente de bandeja.

S - Factor de salinidad.

E_T = Eficiencia del sistema.

P_p = Precipitación del sistema.

Los valores de la variable E_b se presentan en el Anexo 9; de las variables K_c , K_b , S y E_r , en el Anexo 10 y la variable P_p , se observa en el Anexo 13.

3.5. Variables analizadas:

Las variables analizadas en el ensayo corresponden a parámetros con respecto al contenido salino de la solución del suelo, y parámetros del crecimiento vegetativo y reproductivo del palto.

3.5.1. Salinidad de la solución del suelo.

Para la obtención de las muestras de la solución del suelo, se instaló un total de 10 baterías de extractómetros IRROMETER, las cuales constan de dos sondas instaladas a 30 y a 60 cm de profundidad, respectivamente, en cada batería. Cada batería está ubicada entre los árboles centrales de cada repetición de ambos tratamientos. Los extractómetros fueron instalados por RONCAGLIOLO (2001) a 10 cm de distancia del emisor para el sistema de riego por microchorro y bajo el punto de descarga en el sistema de riego por goteo, a 30 y 60 cm de profundidad. El protocolo a seguir para la

obtención de la muestra consistió en conectar una jeringa de 60 ml con el objeto de generar vacío al interior del extractómetro, paso que se repitió dos a tres veces de manera de lograr el vacío necesario. Una vez logrado se cerró la entrada de la sonda con un clip de manera de evitar la entrada de aire al interior de ésta. Al momento de la extracción de la muestra se procedió a conectar la jeringa, abrir el clip y succionar, extrayendo un volumen aproximado de 100 a 120 ml, cantidad suficiente para efectuar el análisis en el laboratorio de las sales evaluadas en el ensayo.

El análisis de muestras se realizó el mismo día de la extracción de manera de evitar interferencias en la medición y a modo de confirmación de la correcta ubicación de las sondas, se procedió a realizar en el mes de mayo, un corte en el camellón para comprobar la existencia de raíces absorbentes al interior del bulbo de mojamiento en el sistema de riego por goteo.

Las variables, medidas a partir de muestras obtenidas de la solución del suelo extraídas a distintas profundidades por los extractómetros, son las siguientes:

3.5.1.1. Conductividad eléctrica (C.E.).

Se midió la conductividad eléctrica de la solución de suelo obtenida de las baterías de extractómetros con un conductivímetro multirango Hi 9033 HANNA INSTRUMENTS, cuya unidad de medida es dS/m. La medición se realizó cada 15 días a partir del 6 de marzo del 2001 hasta el 28 de enero del 2002, y se comparó de manera porcentual los contenidos iniciales y finales.

3.5.1.2. Cloruro.

Se midió solamente el contenido de cloruros de cada muestra de solución de suelo obtenida por las baterías de extractómetros con el Test Cloruro Aquamerck® 1.11106.0001, del laboratorio MERCK, cuyo rango de medición es de 2 a 200 mg/l de Cl. El test consiste en un método volumétrico que permite la determinación del contenido de iones cloruro por medio de la valoración mercurimétrica con nitrato de mercurio. Las mediciones se llevaron a cabo cada 15 días a partir desde el 6 de marzo del 2001 hasta el 28 de enero del 2002, incluyendo las mediciones efectuadas el año 2000 y se comparó de manera porcentual los contenidos iniciales y finales.

Solamente se determinó el contenido de cloruro en la solución del suelo, ya que según estudios llevados a cabo por RONCAGLILOLO (2001), la salinidad del agua del canal Pelvín norte utilizada para el riego del ensayo está dada casi en su totalidad por este ion y no por otros iones.

3.5.2. Crecimiento vegetativo.

3.5.2.1. Intensidad del daño por sales en hojas.

Se caracterizó la intensidad del daño foliar causado por sales en hojas del crecimiento de verano - otoño 2001. Para ello, en el mes de noviembre se tomó 10 hojas del tercio medio de ramillas del crecimiento de verano - otoño del 2001 por árbol de cada repetición y se sometieron a la escala descriptiva de sintomatologías (Figura 1) causadas por estrés salino que se muestra en el Cuadro 1.

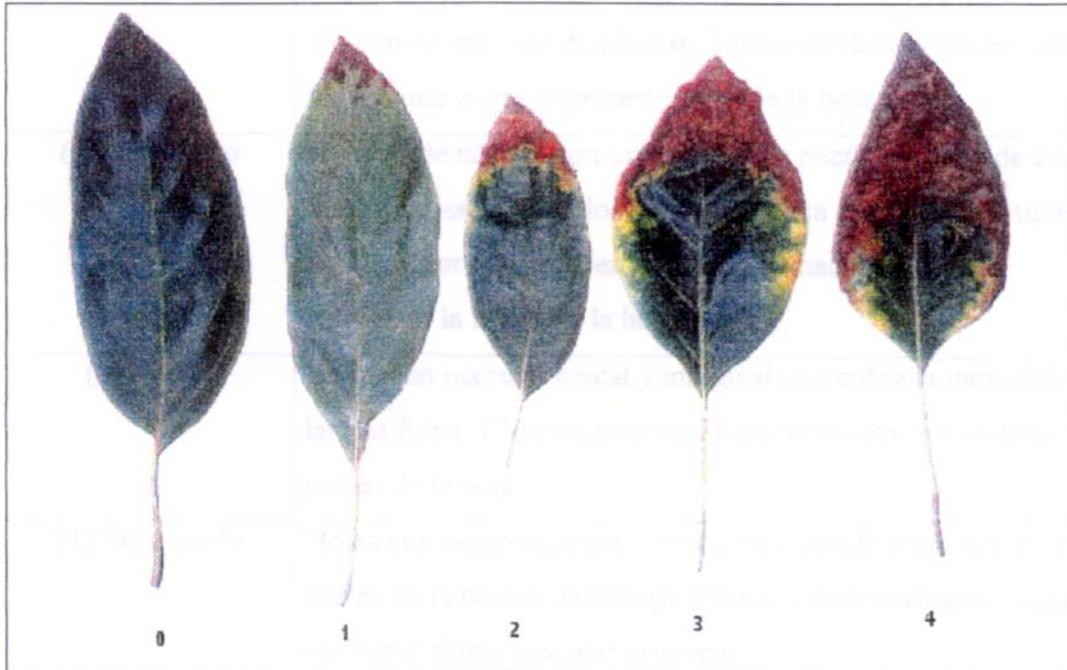


FIGURA 1. Escala visual de sintomatología de daño foliar causado por stress salino en hojas de verano - otoño 2001, en paltos cv. Hass, maestreadas en noviembre. Mallarauco, 2001 (RONCAGLIOLO, 2001).

CUADRO 1. Escala descriptiva de la sintomatología visual causada por estrés salino en palto.

Grado de daño	Descripción
(0) Ausente	Hojas verde normal.
(1) Leve	Hojas verde normal con un máximo de necrosis apical de 1 cm y/o con un máximo de clorosis intervenal distribuida hacia los bordes que cubre el primer cuarto de la hoja.
(2) Moderado	Hoja verde normal con un máximo de necrosis apical de 2 cm que se extiende hacia los márgenes hasta el primer cuarto de la lámina. Clorosis intervenal distribuida hacia los bordes cubriendo la mitad de la lámina foliar.
(3) Fuerte	Hojas con necrosis apical y marginal que cubre la mitad de la lámina foliar. Clorosis intervenal cubriendo las tres cuartas partes de la hoja.
(4) Muy fuerte	Hojas con necrosis apical y marginal que cubre las tres cuartas partes de la lámina de la hoja. Clorosis intervenal generalizada sin llegar al haz vascular principal.

Fuente: RONCAGLIOLO, 2001.

3.5.2.2. Contenido de sales en las hojas.

Se midió el contenido foliar de cloruros de hojas del crecimiento de verano - otoño 2001, para lo cual se realizaron en el mes abril del 2001 y en el mes de noviembre del 2001, análisis foliares de hojas de este crecimiento. Para cada análisis foliar, se tomó una muestra de 50 hojas por repetición, compuesta por 10 hojas por árbol de cada repetición tomadas desde el tercio medio de ramillas sin fruta ubicadas a 1,5 m de altura sobre el camellón y en las distintas orientaciones. La variable se midió en porcentaje de materia seca, y se analizó como tal.

3.5.3. Crecimiento reproductivo.

3.5.3.1. Retención de frutos.

Se midió la retención de frutos dentro de un cuadrante de 1 m² por cada orientación, para lo que se eligió dos árboles de baja producción 00/01 por repetición. El conteo de frutos cuajados se realizó con una frecuencia de 15 días a partir del mes de noviembre del 2001 hasta el mes de enero del 2002. La variable se midió como número de frutos retenidos, y se analizó como porcentaje final de fruta retenida con respecto al 100% inicial medido en el mes de noviembre.

3.5.3.2. Peso promedio de los frutos.

Se midió el peso promedio de los frutos a la cosecha en árboles de alta producción en la cosecha de la temporada 2000/2001, tomando una muestra de 100 frutos por árbol para cada tratamiento. Esta medición se llevó a cabo el día 14 de noviembre del 2001. La variable se midió como gramos / fruto y se analizó como tal.

3.6. Análisis estadístico:

Para el análisis estadístico de las variables crecimiento de ramillas, contenido de cloruros foliar, retención de frutos, peso de los frutos, concentración de cloruros y conductividad eléctrica de la solución de suelo se utilizó un Modelo Completo al Azar (DCA), considerando un error del 5%.

Para la variable daño foliar se aplicó el Test No Paramétrico de Mann Whitney.

4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

4.1. Efecto del sistema de riego sobre la conductividad eléctrica de la solución de suelo:

Al comparar el porcentaje de variación de la conductividad eléctrica a los 30 y 60 cm de profundidad para los diferentes tratamientos, entre la medición final efectuada el 28 de enero del 2002 y la inicial del ensayo realizada el 6 de marzo del 2001, no se observó diferencias significativas para ambos tratamientos a una misma profundidad, pero sí se obtuvo diferencias en la conductividad eléctrica de la solución del suelo para un mismo tratamiento a profundidades distintas (Cuadro 2). En la Figura 2 se presenta la evolución de la conductividad eléctrica de la solución del suelo medida en las distintas fechas de muestreo.

CUADRO 2. Efecto del uso de doble línea de goteros y microchorro sobre el porcentaje de variación de la conductividad eléctrica de la solución del suelo, a 30 y 60 cm de profundidad, en paltos cv. Hass. Mallarauco 2001.

TRATAMIENTO		C.E. (%)
Riego doble línea de goteros	30 cm	21,5a
	60 cm	79,9 b
Riego microchorro	30 cm	24,3a
	60 cm	76,4 b

Letras iguales indican que no existen diferencias significativas, según Tukey 5%.

El hecho de que no existan diferencias significativas en la conductividad eléctrica de la solución del suelo a 30 cm de profundidad entre ambos tratamientos se podría atribuir a la construcción de camellones, lo que generaría en profundidad un continuo de suelo que traería como consecuencia una mejora en el drenaje interno de éste,

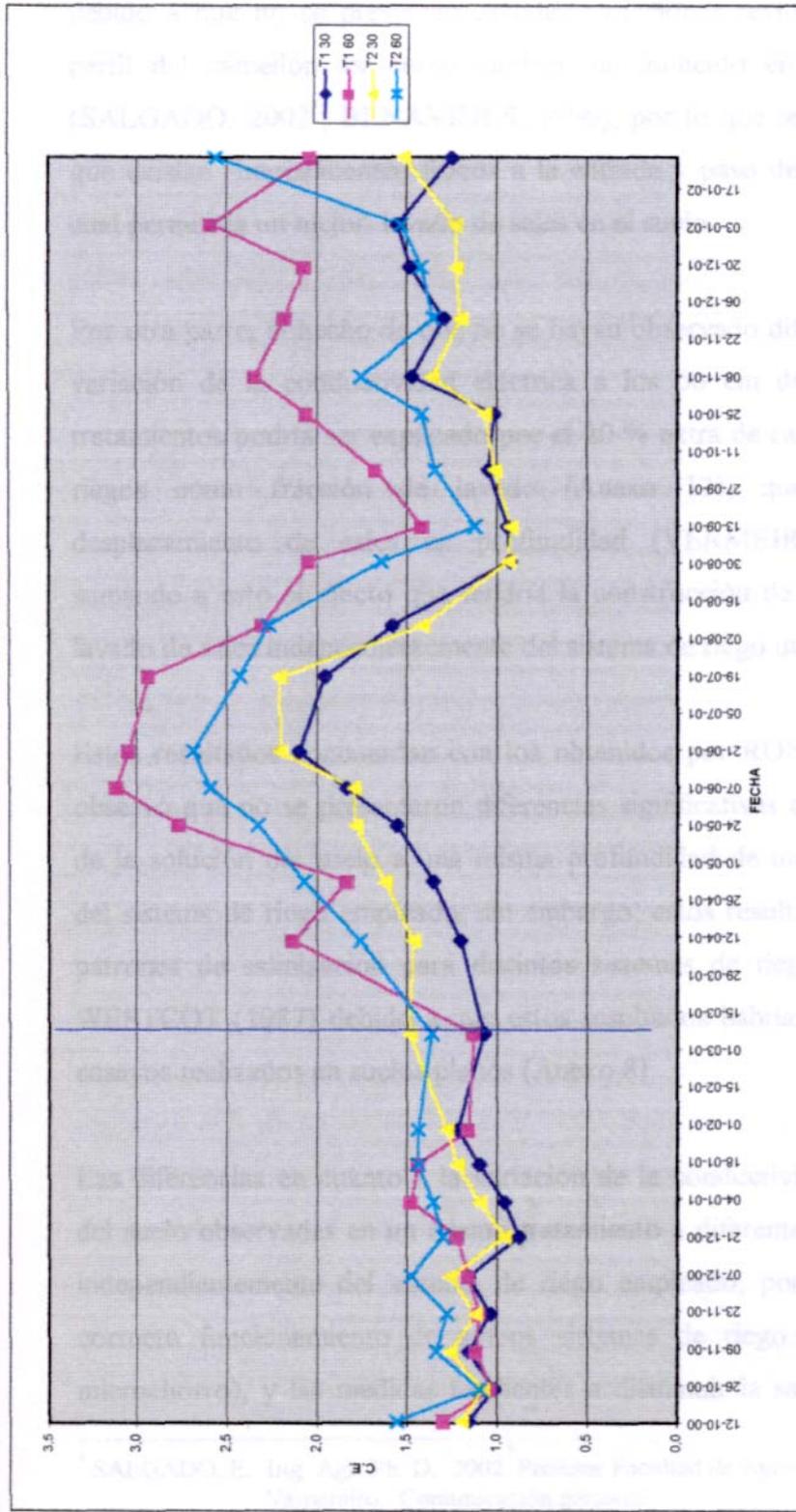


FIGURA 2. Evolución de la conductividad eléctrica (CE) de la solución del suelo expresada en dS/m a través del tiempo medida a los 30 y 60 cm de profundidad bajo dos sistemas de riego doble línea de goteros (T1) y microchorro (T2), en patos cv. Hass. Mallarauco 2000-2001.

debido a que no se presentan grandes variaciones texturales y de estructura en el perfil del camellón así como también un aumento en la porosidad del sustrato (SALGADO, 2002*; BENAVIDES, 1996), por lo que se minimiza la posibilidad de que existan impedimentos físicos a la entrada y paso de agua a través del perfil, lo cual permitiría un mejor lavado de sales en el suelo.

Por otra parte, el hecho de que no se hayan observado diferencias significativas en la variación de la conductividad eléctrica a los 60 cm de profundidad entre ambos tratamientos podría ser explicado por el 20 % extra de carga de agua aportado en los riegos como fracción de lavado (Anexo 13), que produciría un correcto desplazamiento de sales en profundidad (VERMEIREN y JOBLING, 1986), sumando a esto el efecto que tendría la construcción de camellones que favorece el lavado de sales independientemente del sistema de riego utilizado.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por RONCAGLIOLO (2001), quien observó que no se presentaron diferencias significativas en la conductividad eléctrica de la solución del suelo a una misma profundidad de medición, independientemente del sistema de riego empleado; sin embargo, estos resultados no concuerdan con los patrones de salinización para distintos sistemas de riego descritos por AYERS y WESTCOT (1987) debido a que estos resultados habrían sido obtenidos a partir de ensayos realizados en suelos planos (Anexo 8).

Las diferencias en cuanto a la variación de la conductividad eléctrica de la solución del suelo observadas en un mismo tratamiento a diferente profundidad (30 y 60 cm), independientemente del sistema de riego empleado, podrían ser explicadas por un correcto funcionamiento de ambos sistemas de riego (doble línea de goteros y microchorro), y las medidas tendientes a disminuir la salinidad como la fracción de

SALGADO, E. Ing. Agr. Ph. D. 2002. Profesor Facultad de Agronomía Universidad Católica de Valparaíso. Comunicación personal.

lavado (Anexo 13) e indirectamente la construcción de camellones, lo cual incidiría en que la concentración de sales expresada como conductividad eléctrica aumente a mayor profundidad de medición (Anexo 8), desplazando de esta manera las sales a profundidades donde provocarían menos daño, ya que el 80% de las raíces absorbentes se encuentran dentro de los primeros 60 cm del perfil (SHALHEVET 1999; GARDIAZABAL, 1998), y el 99% del agua y sales se absorben a esta misma profundidad según lo plantea SHALHEVET *et al.* (1981) citado por BOZZOLO (1993).

Al analizar la evolución de la conductividad eléctrica (Figura 2), se aprecia un brusco aumento entre el 6 de marzo al 21 de junio, el cual podría deberse al aumento de la conductividad eléctrica del agua de riego de 1,1 dS/m medidos en el mes de marzo a 1,7 dS/m registrados en el mes de mayo (Anexos 6 y 7), con el consiguiente aporte de sales a la solución del suelo y al probable ascenso de sales producido por la desecación del suelo superficial durante el mes de junio ocasionada por una suspensión de los riegos debido a trabajos de mantención en el canal Pelvín norte (Anexos 13 y 14), sumado a una casi nula ocurrencia de lluvias durante este mes (Anexos 12 y 15), lo que formaría un gradiente de succión, generando un movimiento ascendente de agua y sales solubles por capilaridad (ALLISON, BROWN y HAYWARD, 1954). El hecho de observar que los valores de conductividad eléctrica aumentan de manera ostensible durante este período, en ambas profundidades de medición (Figura 2), se explicaría debido al posible ascenso de sales por capilaridad, por lo tanto, las sales que se encuentran en profundidad producto del lavado habrían ascendido a capas mas superficiales, lo cual causaría el aumento en las concentraciones salinas en el perfil con el consecuente aumento en la conductividad eléctrica. La caída en la conductividad eléctrica, observada en el mes de julio, estaría estrechamente relacionada con las precipitaciones invernales concentradas en este mes (Anexo 12), que sumaron el 57% del total de la precipitación anual y que habrían provocado un gran lavado de sales en el perfil. El posterior incremento en la

conductividad eléctrica, observado a partir de mediados de septiembre, se podría atribuir al reinicio de los riegos (Anexos 13 y 14), los cuales producirían una nueva entrada de sales en el suelo, con el consiguiente aumento de la conductividad eléctrica en la solución de éste (SHAT.HRVRT^ 1999).

4.2. Efecto del sistema de riego sobre el contenido de cloruros de la solución del suelo:

El Cuadro 3 muestra el efecto del sistema de riego sobre el porcentaje de variación de la concentración de cloruro en la solución del suelo, donde no se observó diferencias significativas entre los diferentes tratamientos a una misma profundidad, al comparar el porcentaje de variación entre la fecha final (28 de enero del 2002) e inicial (6 de marzo del 2001) de las mediciones, pero sí se obtuvo diferencias significativas para un mismo tratamiento a distintas profundidades.

CUADRO 3. Efecto del uso de doble línea de goteros y microchorro, sobre el porcentaje de variación del contenido de cloruro de la solución del suelo a 30 y 60 cm de profundidad, en paltos cv. Hass. Mallarauco 2001.

TRATAMIENTO		Cl (%)
Riego doble línea de goteros	30 cm	20,8 a
	60 cm	60,6 b
Riego microchorro	30 cm	17,3 a
	60 cm	53,2 b

Letras iguales indican que no existen diferencias significativas, según Tukey 5%.

Conociendo que la concentración de cloruro es la principal fuente de salinización de las aguas de riego en la zona, estos resultados se podrían atribuir a las mismas causas que a la variación de la conductividad eléctrica a 30 cm de profundidad, es decir, el

camellón tendría un efecto en la mejora de drenaje en el perfil del suelo (SALGADO, 2002*; BENAVIDES, 1996), lo cual permitiría a la vez un correcto lavado de sales en un mismo grado para ambos sistemas de riego presurizado a esta profundidad; en cuanto a la variación que presenta la concentración de cloruro a los 60 cm, entre la medición final e inicial del ensayo, se podría explicar debido a que el aporte extra de agua por medio de la fracción de lavado (Anexo 13) o riegos extra, produciría un adecuado lavado de sales en profundidad (VERMEIREN y JOBLING, 1986), independiente de cual sea el sistema de riego empleado, sumándole a esto las modificaciones en las características estructurales del suelo ocasionadas por la construcción de camellones. Estos resultados no concuerdan con los patrones de salinización descritos por AYERS y WESTCOT (1987) (Anexo 8) debido posiblemente a que estos patrones están descritos para suelos planos.

El incremento en las concentraciones de ion cloruro en la solución del suelo a mayor profundidad bajo un mismo tratamiento podrían ser explicadas debido al correcto manejo de las medidas conducentes a disminuir la salinidad en el perfil como la fracción de lavado (Anexo 13) y la construcción de camellones, por lo tanto, concentraciones nocivas de este ion para el palto se encontrarían bajo los 60 cm de profundidad, quedando por debajo de la zona donde se encuentra el 80% de las raíces absorbentes (SHALHEVET, 1999; GARDIAZABAL, 1998), y además donde se produce el 99% de la absorción de agua y sales (SHALHEVET *et al*, 1981 citados por BOZZOLO, 1993).

La Figura 3 muestra la evolución de la concentración del ion cloruro en la solución del suelo, la cual presenta un patrón similar a la variación de la conductividad eléctrica en la solución del suelo, es decir, entre los meses de marzo y mayo la concentración del ion cloruro aumentaría debido a los riegos con agua que presenta

* SALGADO, E. Ing. Agr. Ph. D. 2002. Profesor Facultad de Agronomía Universidad Católica de Valparaíso. Comunicación personal.

una conductividad eléctrica que aumentan de 1,1 dS/m en el mes de marzo a 1,7 dS/m en el mes de mayo (Anexos 6 y 7), sumado a que en el mes de junio, debido a la suspensión de los riegos (Anexos 13 y 14) causada por trabajos de mantención en el canal Pelvín norte además de la casi nula ocurrencia de precipitaciones durante este mes (Anexos 12 y 15), se produzca el ascenso de sales por capilaridad, como señalan ALLISON, BROWN y HAYWARD (1954). Este ascenso de sales por capilaridad desde estratas mas profundas del suelo, donde el ion cloruro se encuentra en mayor concentración, explicaría el aumento de las concentraciones de éste en la solución para ambas profundidades de medición durante el mes de junio, donde se observa el notable aumento en la concentración de cloruro en las mediciones de esta época. La caída posterior en la concentración del ion cloruro en la solución del suelo registrada en el mes de julio estaría íntimamente relacionada con las precipitaciones registradas durante este mes (Anexo 12), las cuales permiten un adecuado lavado de las sales disueltas en el suelo. La posterior alza de la concentración de cloruros en la solución del suelo se podría deber al reinicio de los riegos (Anexos 13 y 15), con el consecuente aporte del ion al suelo (SHALHEVET, 1999).

4.3. Evaluación del daño foliar causado por sales:

En los Cuadros 4 y 5 se muestra el efecto del sistema de riego sobre la distribución porcentual del daño foliar y sobre la intensidad del daño foliar causado por sales respectivamente, donde no se observan diferencias significativas entre ambos tratamientos en cada caso.

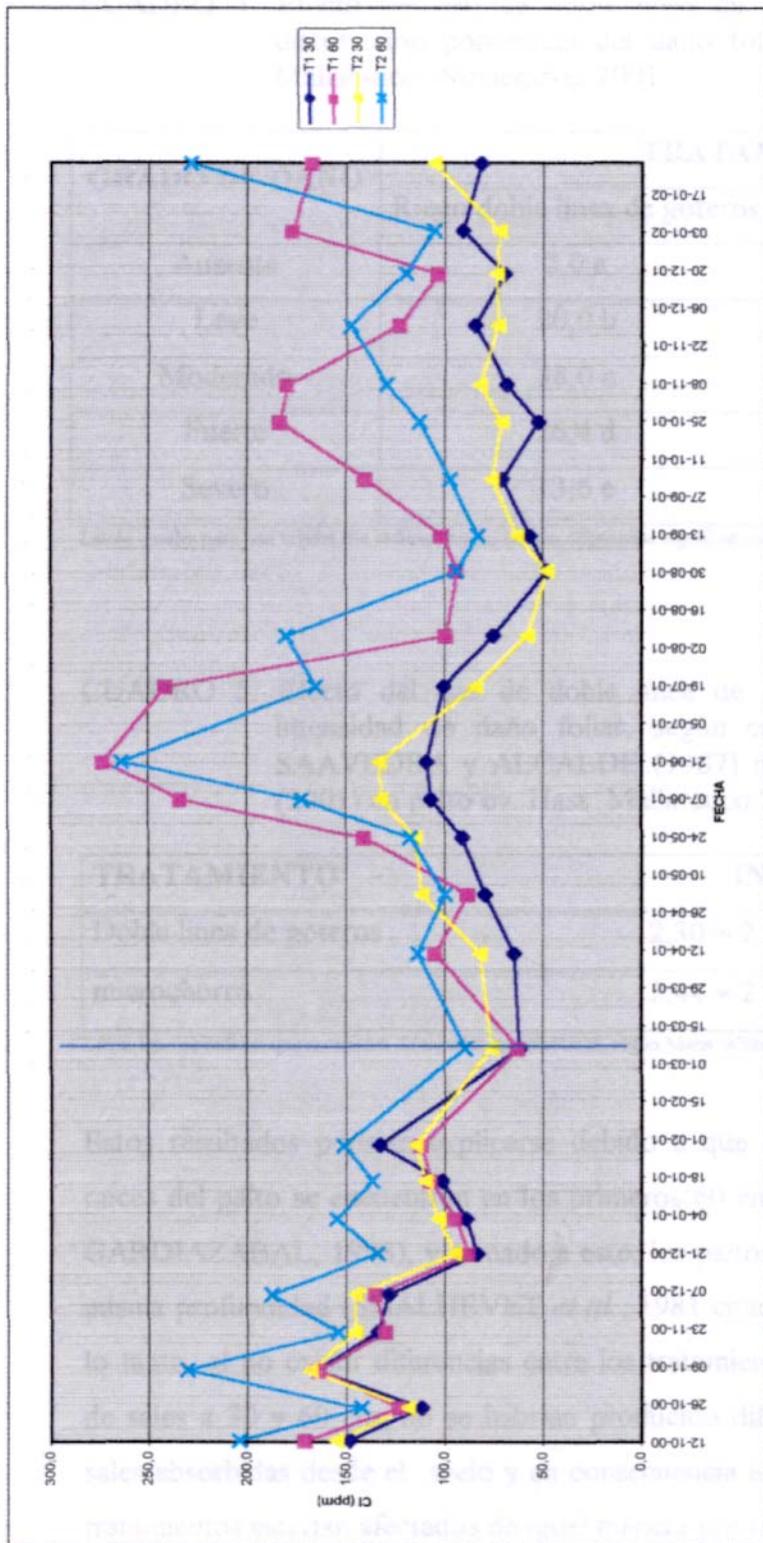


FIGURA 3. Evolución de la concentración de cloruros en la solución del suelo expresada en ppm a través del tiempo medida a los 30 y 60 cm de profundidad bajo dos sistemas de riego doble línea de goteros (T1) y microchorro (T2), en patos cv. Hass. Mallarauco 2000-2002.

CUADRO 4. Efecto del uso de doble línea de goteros y microchorro sobre la distribución porcentual del daño foliar en hojas de palto cv. Hass. Mallarauco, Noviembre, 2001.

GRADO DE DAÑO	TRATAMIENTO	
	Riego doble línea de goteros	Riego microchorro
Ausente	2,0 a	2,4 a
Leve	20,0 b	19,2 b
Moderado	38,0 c	31,2 c
Fuerte	26,4 d	26,4 d
Severo	13,6 e	20,8 e

Letras iguales para una misma fila indican que no existen diferencias significativas, según Tukey al 5%.

CUADRO 5. Efecto del uso de doble línea de goteros y microchorro sobre la intensidad de daño foliar, según escala de daño determinada por SAAVEDRA y ALCALDE (1987) modificada por RONCAGLIOLO (2001) en palto cv. Hass. Mallarauco 2001.

TRATAMIENTO	INTENSIDAD DEL DAÑO
Doble línea de goteros	2,30 * 2 (moderado) a
microchorro	2,44 < 2 (moderado) a

Letras iguales indican que no existen diferencias significativas, según Mann Whitney al 5%.

Estos resultados podrían explicarse debido a que aproximadamente el 80% de las raíces del palto se encuentran en los primeros 60 cm del suelo (SHALHEVET 1999; GARDIAZABAL, 1998), y sumado a esto, los paltos absorben el 99% del agua a esta misma profundidad (SHALHEVET *et al*, 1981 citados por BOZZOLO, 1993), y por lo tanto, al no existir diferencias entre los tratamientos en cuanto a la concentración de sales a 30 y 60 cm, no se habrían producido diferencias en cuanto a cantidad de sales absorbidas desde el suelo y en consecuencia los árboles pertenecientes a ambos tratamientos estarían afectados de igual manera por las sales.

El hecho que la intensidad del daño foliar se concentre en el nivel moderado, podría ser explicado debido a que los árboles están sujetos a un mismo nivel salino, el cual no alcanza los niveles nocivos para paltos de raza mexicana descritos por ALARCÓN (1999); AYERS y WESTCOT (1987) y GARDIAZABAL (1998) y GALÁN (1990), durante la mayor parte de la temporada, como se muestra *en* el Anexo 16.

4.4. Evaluación del contenido de cloruro en hojas del brote de verano-otoño del 2001:

El Cuadro 6 muestra el efecto del sistema de riego sobre contenido de cloruro foliar medido en hojas del brote de verano-otoño del 2001 en dos fechas, donde no se observó diferencias significativas entre los tratamientos, pero sí entre las fechas de medición para aun mismo tratamiento.

CUADRO 6. Efecto del uso de doble línea de goteros y microchorro en la concentración de cloruro en hojas del brote verano-otoño 2001 en paltos cv. Hass expresado en porcentaje de materia seca. Mallarauco 2001.

TRATAMIENTO	% Cloruro	
	10/04/2001	29/11/2001
Riego doble línea de goteros	0,80a	0,69 b
Riego microchorro	0,88a	0,68 b

Letras iguales para una misma columna indican que no existen diferencias significativas según Tukey al 5%.

Estos resultados podrían ser explicados debido a que al no existir diferencias significativas para la concentración de cloruro en la solución del suelo entre ambos tratamientos, no se habría producido diferencias en la cantidad de sales absorbidas por las raíces y por lo tanto el nivel de cloruro en las hojas entre ambos tratamientos no presentó diferencias significativas para cada fecha de medición.

La mayor concentración foliar de cloruro que se observó en la medición del 10 de abril del 2001 con respecto a la segunda medición, concuerda con KADMAN (1963), quien plantea que el contenido de cloruro en las hojas es significativamente mayor en el otoño de cada año comparado con la primavera, debido al lavado causado por las lluvias invernales a que está sujeto el suelo, razón por la cual la aparición y la intensidad del daño foliar es mayor durante ésta época, sumado al hecho que los árboles presentan una menor actividad metabólica, lo que hace que éstos estén más propensos a la intoxicación por cloruro. Esta situación podría explicarse porque las hojas muestreadas en el mes de abril estuvieron sujetas a un periodo más largo de acumulación de sales (mediados de octubre del 2000 hasta mediados de abril del 2001), y a que en este periodo la concentración de sales en el agua de riego aumentó de 0,9 dS/m en el mes de septiembre del año 2000 (RONCAGLIOLO, 2001) a 1,4 dS/m a fines de marzo del año 2001 (Anexos 6 y 7). Por el contrario, las hojas muestreadas en el mes de noviembre estuvieron sujetas a un periodo considerablemente más corto de acumulación de sales (mediados de septiembre del 2001 hasta fines de noviembre del mismo año), (Figura 3), donde se observa que el agua de riego presenta conductividades eléctricas que disminuyen de 1,3 dS/m a mediados del mes de septiembre del 2001 a 1,1 dS/m registrados a fines del mes de noviembre del 2001 (Anexos 6 y 7), a lo que se sumaría a una probable expulsión masiva de sales durante el periodo primaveral, provocada por la abscisión de las hojas adultas necrosadas (STEINHARDT, KATMAEL y LAHAV, 1995; LEVUT, 1980 citado por SAAVEDRA y ALCALDE, 1987) además de una dilución de la concentración de sales por un mayor crecimiento vegetativo correspondiente al *flush* de primavera del 2001 (CAUTÍN, 2002)*.

CAUTÍN, R. Ing.Agr. 2002. Profesor Facultad de Agronomía Universidad Católica de Valparaíso.
Comunicación personal

4.5. Efecto del sistema de riego sobre la retención de frutos:

El Cuadro 7 muestra el efecto del sistema de riego sobre el porcentaje de retención de frutos sobre árboles de alta floración en la temporada 2001/2002, donde no se observó diferencias significativas en cuanto al porcentaje de frutos retenidos hasta el 28 de enero del año 2002, entre los tratamientos. La Figura 4 muestra la curva de caída de frutos en el tiempo, que para ambos tratamientos fue igual.

CUADRO 7. Efecto del uso de doble línea de goteros y microchorro sobre el porcentaje de retención de frutos en paltos cv. Hass. Mallarauco 2001.

TRATAMIENTO	Retención de frutos/m ² de copa (%)
Riego doble línea de goteros	4,01 a
Riego microchorro	3,67a

Letras iguales indican que no existen diferencias significativas según Tukey al 5%.

Esto podría explicarse debido a que, al no existir diferencias significativas en cuanto a lavado y concentración de sales en la solución del suelo entre ambos sistemas de riego y que los niveles foliares de cloruro tampoco presentan diferencias, el probable estímulo en la producción de etileno (BAR *et al*, 1998), que sería responsable de la caída de fruta habría sido el mismo, no presentándose diferencias en cuanto al porcentaje de frutos retenidos por metro cuadrado de copa entre ambos tratamientos.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por RONCAGLILOLO (2001) quien tampoco observó diferencias significativas en cuanto al porcentaje de retención de frutos entre los tratamientos evaluados.

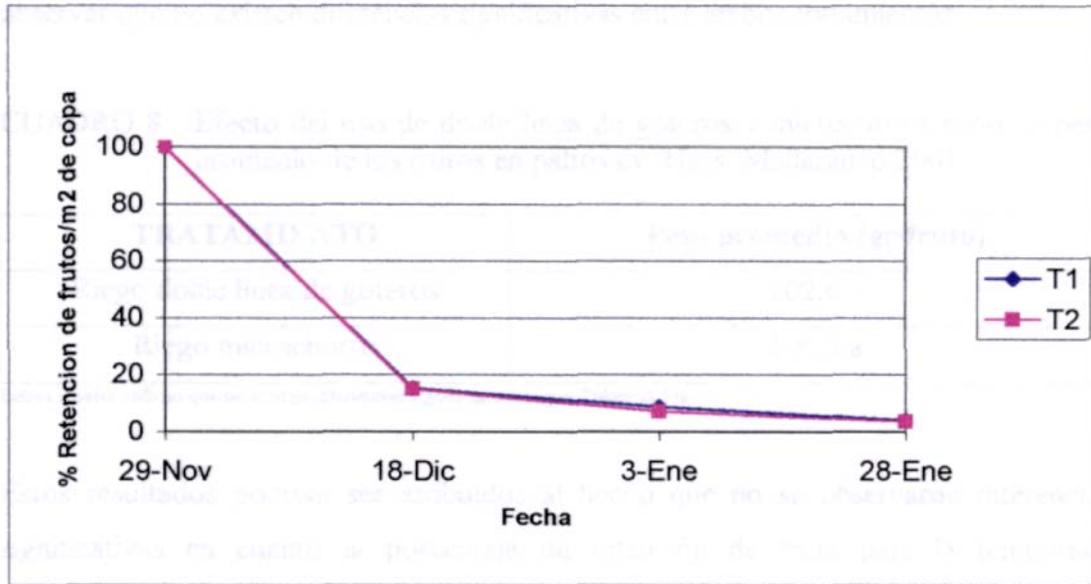


FIGURA 4. Curva de retención de frutos bajo dos sistemas de riego, doble línea de goteros (T1) y microchorro (T2) en paltos cv Hass. Mallarauco 2001

4.6. Efecto del sistema de riego sobre el peso promedio de los frutos:

El Cuadro 8 muestra el efecto del sistema de riego sobre el peso promedio de los frutos en árboles de alta producción en la cosecha llevada a cabo el día 14 de noviembre del 2001, correspondiente a la temporada 2000/2001, donde se puede observar que no existen diferencias significativas entre ambos tratamientos.

CUADRO 8. Efecto del uso de doble línea de goteros y microchorro sobre el peso promedio de los frutos en paltos cv. Hass. Mallarauco 2001.

TRATAMIENTO	Peso promedio (gr/fruto)
Riego doble línea de goteros	202,6 a
Riego microchorro	196,2 a

Letras iguales indican que no existen diferencias significativas según Tukey al 5%.

Estos resultados podrían ser atribuidos al hecho que no se observaron diferencias significativas en cuanto al porcentaje de retención de fruta para la temporada 1999/2000 (RONCAGLIÓLO, 2001), además que tampoco se observaron diferencias en cuanto a los kilogramos cosechados en cada tratamiento, en la cosecha del año 2001 (Anexo 17), y por consiguiente, la carga de fruta sobre los árboles entre los tratamientos evaluados sería la misma y por lo tanto el peso promedio de los frutos o calibre de estos tampoco presente diferencias significativas entre tratamientos a un mismo nivel de carga frutal, lo cual concuerda con BINGHAM, FENN y OERTLI (1968) quienes señalan que no se observan anomalías en cuanto a calibre de fruta debidas al daño por cloruro, ya que la producción se ve disminuida sólo a niveles altos de éste ion.

5. CONCLUSIONES.

Los diferentes sistemas de riego no tuvieron efecto sobre la conductividad eléctrica y la concentración de cloruro de la solución del suelo a una misma profundidad de medición.

La concentración foliar de cloruro, el grado de daño foliar y la intensidad del daño observado en los árboles no presentó diferencias entre ambos sistemas de riego.

No hubo efecto del sistema de riego sobre el porcentaje de retención de fruta como tampoco en el calibre de los frutos.

La suspensión de los riegos durante el invierno sumada a la ausencia de lluvias, provocan un aumento notable en la concentración salina del bulbo en las plantas de palto en la zona de Malla-rauco.

La concentración salina del bulbo de riego aumenta a partir del mes de septiembre de cada año, para hacerse crítica a partir de los meses de mayo y junio, producto del empeoramiento de la calidad del agua de riego.

6. RESUMEN.

La producción de paltos ha demostrado un fuerte desarrollo en los últimos años como consecuencia de su elevada rentabilidad, lo cual ha llevado a buscar zonas climáticamente aptas con el objeto de incrementar la superficie cultivada, encontrándose con otros problemas como es la salinidad de los suelos o del agua de riego. Dada esta situación, es necesario apelar a manejos que permitan solucionar o minimizar las condiciones desfavorables para el desarrollo del cultivo, razón por la cual se realizó la continuación del ensayo "Efecto de dos sistemas de riego presurizado, doble línea de goteros y microchorro, sobre el lavado de sales en profundidad y sobre el desarrollo vegetativo y reproductivo del palto cv. Hass".

La continuación del ensayo se realizó entre los meses de marzo del 2001 y enero del 2002, en la localidad de Mallarauco, provincia de Melipilla, Región Metropolitana, Chile. Se utilizaron paltos (*Persea americana* Mill.) cv. Hass sobre patrón Mexícola, plantados el año 1995, a una distancia de 6 x 5 m, en camellones de 0,80 m de altura y 3 m de ancho, regados, para el tratamiento 1, con un sistema de doble línea de goteros, con 12 goteros de 4 l/hr por planta, separados a 83 cm, y para el tratamiento 2, con un sistema de microchorro, con dos emisores de 24 l/hr, de 2,5 m de diámetro de mojamiento en 360°, distribuidos a 1,2 m de cada tronco. Durante los meses de ensayo, se midió periódicamente la conductividad eléctrica y la concentración de cloruros en la solución del suelo a los 30 y 60 cm de profundidad utilizando sondas de succión instaladas bajo el punto de mayor descarga. Además, se evaluó a nivel de la parte aérea, el grado de daño foliar en hojas del brote de verano del 2001, el contenido de cloruro en las hojas de primavera, el crecimiento del brote de primavera, la retención de frutos cuajados y el peso promedio de la fruta a la cosecha.

Para el segundo año de evaluación, la variación de la conductividad eléctrica y la concentración de cloruro en la solución del suelo no presentaron diferencias significativas entre ambos tratamientos para una misma profundidad, pero sí para diferentes profundidades, lo cual se reflejó a su vez a nivel aéreo, donde no se encontraron diferencias significativas en el grado de daño foliar, en el nivel de daño medio de los árboles, la retención de frutos cuajados y el peso promedio de la fruta cosechada. Para la concentración de cloruro foliar, se observaron diferencias entre las fechas de medición, pero no entre los tratamientos.

7. LITERATURA CITADA.

- ALLISON, L., BROWN, J. y HAYWARD, H. 1954. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. México, A.I.D. 172p.
- AYERS, A., ALDRICH, D. and COONY, J. 1951. Sodium and chloride injury of Fuerte avocado leaves. California Avocado Society Yearbook, 56:174-178.
- AYERS, R. y WESTCOT, D. 1987. La calidad del agua en la agricultura. Roma, FAO. 174 p. (N°29)
- BAR, Y., APELBAUM, A., KAFKAFI, U. and GOREN, R. 1998. Ethylene association with chloride stress in citrus plants. Scientia Horticulturae 73: 99-109.
- _____, _____, _____, and _____. 1997. Relationship between chloride and nitrate and its effect on growth and mineral composition of avocado and citrus plants. Journal of Plant Nutrition 20(6): 715-731.
- _____, _____, _____, and _____. 1996. Polyamines in chloride-stressed *Citrus* plants: Alleviation of stress by nitrate supplementation via irrigation water. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121(3):507-513.
- BENAVIDES, C. 1996. Requisitos del suelo y susceptibilidad a cloruros. In: Razeto, B. y Fichet, T. eds. Cultivo del Palto y perspectivas de mercado. Santiago, Universidad de Chile, pp. 61-75. (Publicaciones Misceláneas Agrícolas. N° 45)
- BEN-YA'ACOV, E. and MICHELSON, E. 1995. Avocado Rootstocks. Horticultural Reviews 17:381-429.
- BERNSTEIN, N., IOFFE, M. and ZILBERSTAIN, M.. 2001. Salt-stress effects on avocado growth. I. Establishing criteria for determination of shoot growth sensitivity to the stress. Plant and Soil 233(1): 1-11.
- BINGHAM, F., FENN, L. and OERTLI, J. 1968. A sandculture study of chloride toxicity to mature avocado trees. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 32: 249-59.

- BOZZOLO, E. 1993. Aproximación a la determinación de los coeficientes de cultivo (Kc) en palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass para la zona de Quillota, V región. Taller de titulación. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 78 p.
- CARRASCO, A. 1991. Salinidad y calidad de aguas. In: Universidad de Chile. Manejo de suelos en huertos frutales. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. pp. 219-245. (Publicaciones Misceláneas Agrícolas N° 35).
- CROWLEY, D., SMITH, W. and ARPAIA, M. 1999. Rootstock selections for improved salinity tolerance of avocado, (online). Arpaia, M. and Hofshi, R. eds. Proceedings of Avocado Brainstorming 99. October 27-28, 1999, University of California, Riverside. <http://avocado.org>
- DÍAZ, A., ALTARES, M., ALVAREZ, C.E. y FERNÁNDEZ, M. 1984. Criterios para determinar la tolerancia a la salinidad de portainjertos de aguacates. Anales de Edafología y Agrobiología 43(5-6): 855-869.
- GALÁN, V. 1990. Los frutales tropicales en los subtrópicos. Madrid, Ediciones Mundi-Prensa. 133 p.
- GARDIAZABAL, F. 1998. Factores agronómicos a considerar en la implantación de un huerto de paltos. Soc. Gardiazábal y Magdahl. Seminario Internacional de Paltos. Viña del Mar, 4, 5 y 6 de Noviembre, pp. 17-38.
- HAMAN, D. CAPECE, J. and SMAJSTRLA, A. 1997. Irrigating with high salinity water. University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences. 7p. (Bull. 322).
- HEREDIA, E. 1999. La salinidad en los árboles frutales, nueva propuesta de clasificación de suelos y aguas en función de su salinidad. Fruticultura Profesional N° 107: 19-30.
- HERNÁNDEZ, F. 1991 Aproximación del ciclo fonológico del palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass, para la zona de Quillota, V Región. Taller de titulación. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 112 p.
- KADMAN, A. 1963. The uptake and accumulation of chloride in avocado leaves and tolerance of avocado seedling under saline conditions. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 83: 280-286.

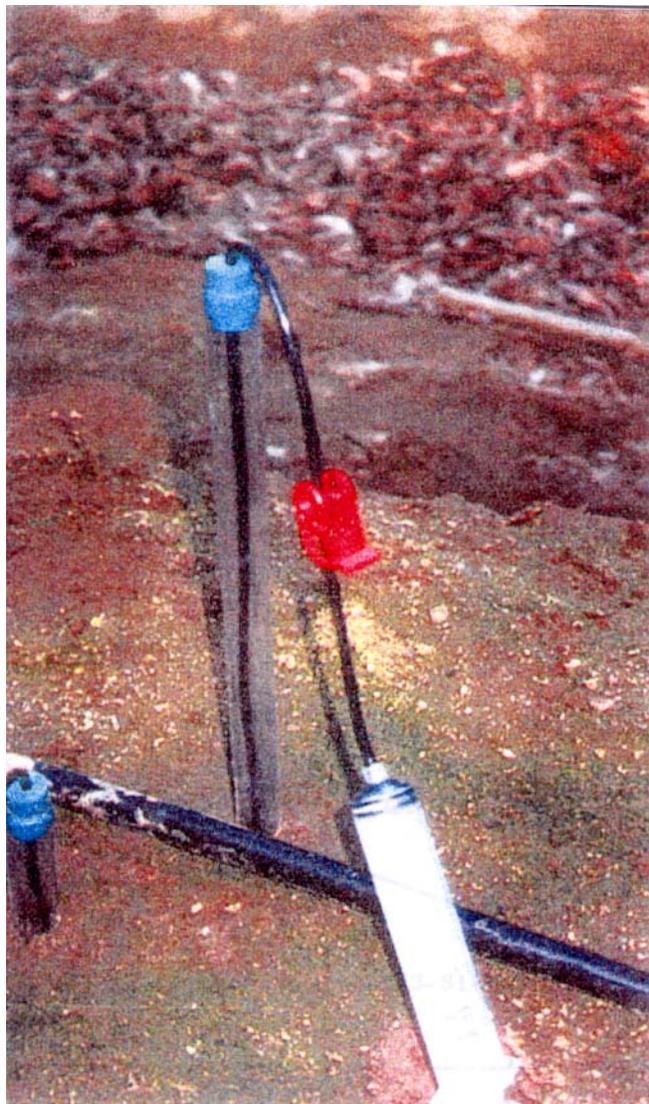
- KAFKAFI, U. and BERNSTEIN, N. 1997. Root growth under ionic composition and salinity stress. In: Waisel, Y., Eshel, A. y Kafkafi, U. eds. Plant roots: The Hidden Half. 2nd Edition.
- LAHAV, E., STEINHARDT, R. and KALMAR, D. 1992. EfiFect of salinity on the nutritional level of avocado. Fragoso, M. y Busichem, M. eds. Eight International Colloquium for the Optimization of Plant Nutrition. Lisbon, 31 August-8 September, pp. 593-596 (solo abstract).
- LEVINSON, B. and ADATO, I. 1991. Influence of reduced rates of water and fertilizer application using daily intermittent drip irrigation on the water requirements, root development and responses of avocado trees (cv. Fuerte). Journal of Horticultural Science 66(4): 449-463.
- MEIRI, A., YANAI, U., BERNSTEIN, N., STRUL, R. and ZILBERSTAIN, M. 1999. Irrigation frequency affects soil salinity of drip irrigated avocado, (online). Arpaia, M. and Hofshi, R. eds. Proceedings of Avocado Brainstorming 99. October 27-28, 1999, University of California, Riverside, <http://avocado.org>
- MENDOZA, H. 2000. Alcalinidad y salinidad: diagnostico, efecto sobre la production y soluciones. 1° Simposium International Fertirrigacion y control en frutales y vinas. Santiago, Bioamerica, agosto 2000. s.p.
- MICHELAKIS, N., VOUGIOCALOU, E. and CLAPAKI, G. 1993. Water use, wetted soil volume., root distribution and yield of avocado under drip irrigation. Agricultural Water Management 24:119-131.
- NAKAMURA, Y., TANAKA, K., OHTA, E. and SAKATA, M. 1990. Protective effect of external Ca on elongation and the intracellular concentration of K in intact mung bean root under high NaCl stress. Plant Cell Physiol. 31:815-821.
- OFICINA DE ESTUDIOS y POLITICAS AGRARIAS. 1998. El Mercado de las Paltas. Mercados Agropecuarios N° 71. 64 p.
- OSIADACZ, M. 1994. Caracterizacion del sistema radical del chirimoyo (*Anona cherimola* Mill.) y aproximacion al patron de distribution y consumo de agua, bajo los sistemas de riego por microaspersion y goteo. Taller de Licenciatura. Quillota, Universidad Católica de Valparaiso. 100 p.

- OSTER, J. and ARPAIA, M. 1992. 'Hass' Avocado response to salinity as influenced by clonal rootstocks. Proceedings of 2nd World Avocado Congress. pp. 209-214.
- RAZETO, B. 1999. Para entender la fruticultura. Santiago, Vértigo. 373 p.
- RONCAGLIOLO, M. 2001. Efecto de dos sistemas de riego presurizada, goteo y microchorro, sobre el lavado de sales, crecimiento vegetativo y reproductivo del palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass, en la zona de Mallarauco. Taller de Licenciatura. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 104 p.
- SALAZAR, S. and CORTEZ, J. 1986. Root distribution of mature avocado trees growing in soil of different texture. California Avocado Society Yearbook 70: 165-174.
- SAAVEDRA, J. y ALCALDE, S. 1987. Influencia de la salinidad en el crecimiento y la sintomatología foliar en aguacate (*Persea americana* Mill.) variedad Hass. Agríc. Tec. Mex. 13(2): 171-188.
- SALGADO, E. and TORO, M. 1995. Spatial distribution of avocado (*Persea americana* Mill.) roots under drip and microsprinkler irrigation. III World Avocado Congress Proceedings. Israel, October 1995. pp 205-208.
- SHALHEVET, J. 1999. Salinity and water management in avocado, (online). Arpaia, M. and Hofshi, R. eds. Proceedings of Avocado Brainstorming 99. October 27-28, 1999, University of California, Riverside. <http://avocado.org>
- STEINHARDT, R., KALMAR, D. and LAHAV, E. 1995. Salinity damage to avocado trees en Mexican rootstock: A. Existing knowledge, methods of research and salinity effects on soil, growth and nutrient uptake. Alan Honotea 49(8): 329-338.(solo abstract).
- TORO, M. 1995. Efecto del método de riego en la distribución espacial del sistema radical de paltos (*Persea americana* Mill) cv. Hass en 2 tipos de suelo. Taller de Licenciatura. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 27 p.
- VERMEIREN, L. y JOBLING, G. 1986. Riego localizado. Roma, FAO. 203 p. (Estudio FAO Riego y Drenaje N° 36).

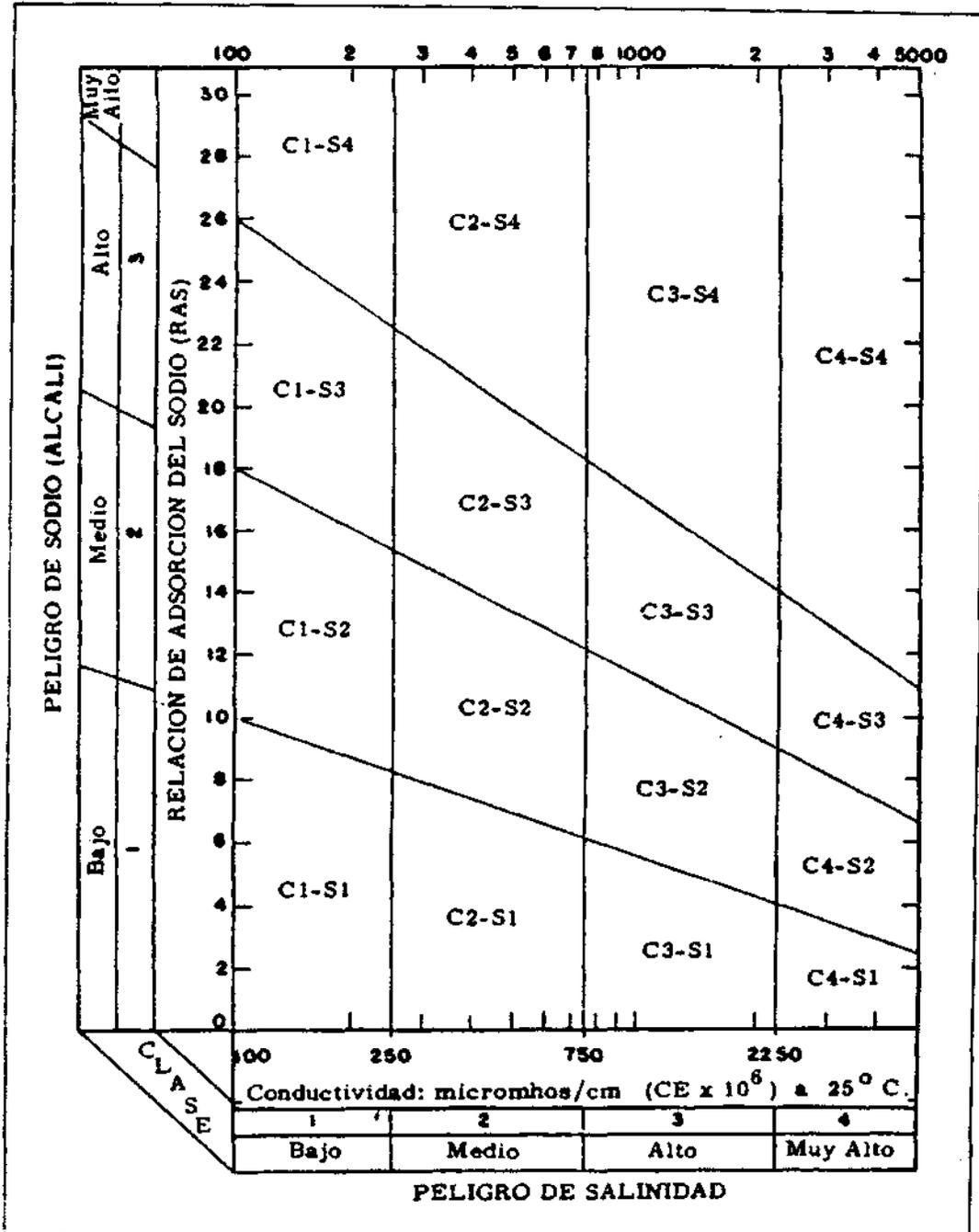
VILLABLANCA, I. 1994. Estudio comparativo de la distribución y densidad de raíces absorbentes en palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass en función a los patrones de distribución uso-consumo del agua en el suelo evaluados bajo dos sistemas de riego presurizado (goteo y microaspersión). Taller de Licenciatura. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 108p.

ANEXOS

ANEXO 1. Sonda de succión.



ANEXO 2. Diagrama Riverside para la clasificación de las aguas de riego.



Fuente : ALLISON, BROWN y HAYWARD (1954).

ANEXO 3. Parámetros agroclimáticos para la estación de Melipilla.

Periodo libre de heladas, tiempo medio entre la ultima helada del año y la primera del invierno siguiente (días).	280 ⁽¹⁾
Suma térmica septiembre-febrero, acumulación térmica sobre los 10°C expresado en grados días.	1.194 ⁽¹⁾
Temperatura máxima media del mes más caluroso (enero), expresado en grados Celsius.	28 ⁽¹⁾
Temperatura media de octubre a marzo, en grados Celsius.	17.5 ⁽¹⁾
Humedad relativa media del aire de octubre á marzo, en porcentaje.	65 ⁽¹⁾
Radiación solar de enero Cal/cm ² /día	592 Ω >
Fecha primera helada, estimada con un 20% de probabilidad.	15-05 ^
Fecha primera helada, estimada con un 50% de probabilidad.	01-06 ^»
Fecha última helada, estimada con un 20% de probabilidad.	01-09 ⁽¹⁾
Fecha última helada, estimada con un 50% de probabilidad.	15-08 ^
Duración del periodo de receso vegetativo, n° de meses en que la temperatura es inferior a 10° C.	1 ⁽¹⁾ >
Horas de frío anuales, n° total de horas acumuladas durante el año en que la temperatura es menor a 7° C.	781 <»»
Temperatura mínima media del mes mas frío Qulio), en grados Celsius.	5 (i)
Temperatura media entre junio-agosto, en grados Celsius.	10.3 ⁽¹⁾
Humedad relativa media del aire entre junio-agosto, en porcentaje.	75 U)
Duración del periodo seco, n° de meses en que las precipitaciones no alcanzan a equiparar el 50% de la perdida de agua por evapotranspiración potencial.	8 ⁽¹⁾
Duración del periodo húmedo, n° de meses en que la precipitación es igual o superior a la evapotranspiración potencial.	3 ⁽¹⁾
Precipitación promedio anual, en mm.	447 w

Fuente:⁽¹⁾ NOVOA *et. al.* (1989);⁽²⁾ SANTIBAÑEZ y URTOE (1993)

ANEXO 4. Análisis químico de agua del canal Pelvín Norte.

NUTRIENTE	CONTENIDO	EXPRESIÓN
PH	6.89 - 8.01	
Conductividad eléctrica	1.28-1.61	mmhos/cm
Calcio soluble	6.74 - 8.68	meq/l
Sodio soluble	3.85-6.16	meq/l
Magnesio soluble	1.82-3.57	meq/l
Potasio soluble	0.12-0.41	meq/l
Cloruro soluble	4.24 - 6.85	meq/l
Sulfato soluble	1.94-6.68	meq/l
Bicarbonato soluble	3.84-4.16	meq/l
Carbonato soluble	No detectable	

Fuente: Laboquim Terra; Agrolab; Pontificia Universidad Católica de Chile, laboratorio de suelos.

ANEXO 5. Análisis de suelo a los 40 cm de profundidad, realizado en el sector del ensayo, Fundo Patria Vieja, Mallarauco, 2000.

NUTRIENTE	CONTENIDO	EXPRESIÓN
PH	6.53	
Conductividad eléctrica	2.05	mmhos/cm
Calcio	10.65	meq/l
Sodio	7.57	meq/l
Magnesio	2.99	meq/l
Potasio	0.74	meq/l
Cloruro	6.77	meq/l
Sulfato	16.0	meq/l
Bicarbonato soluble	0.30	meq/l
Carbonato soluble	No detectable	
S.A.R.	2.91	
PSI	3.02	%

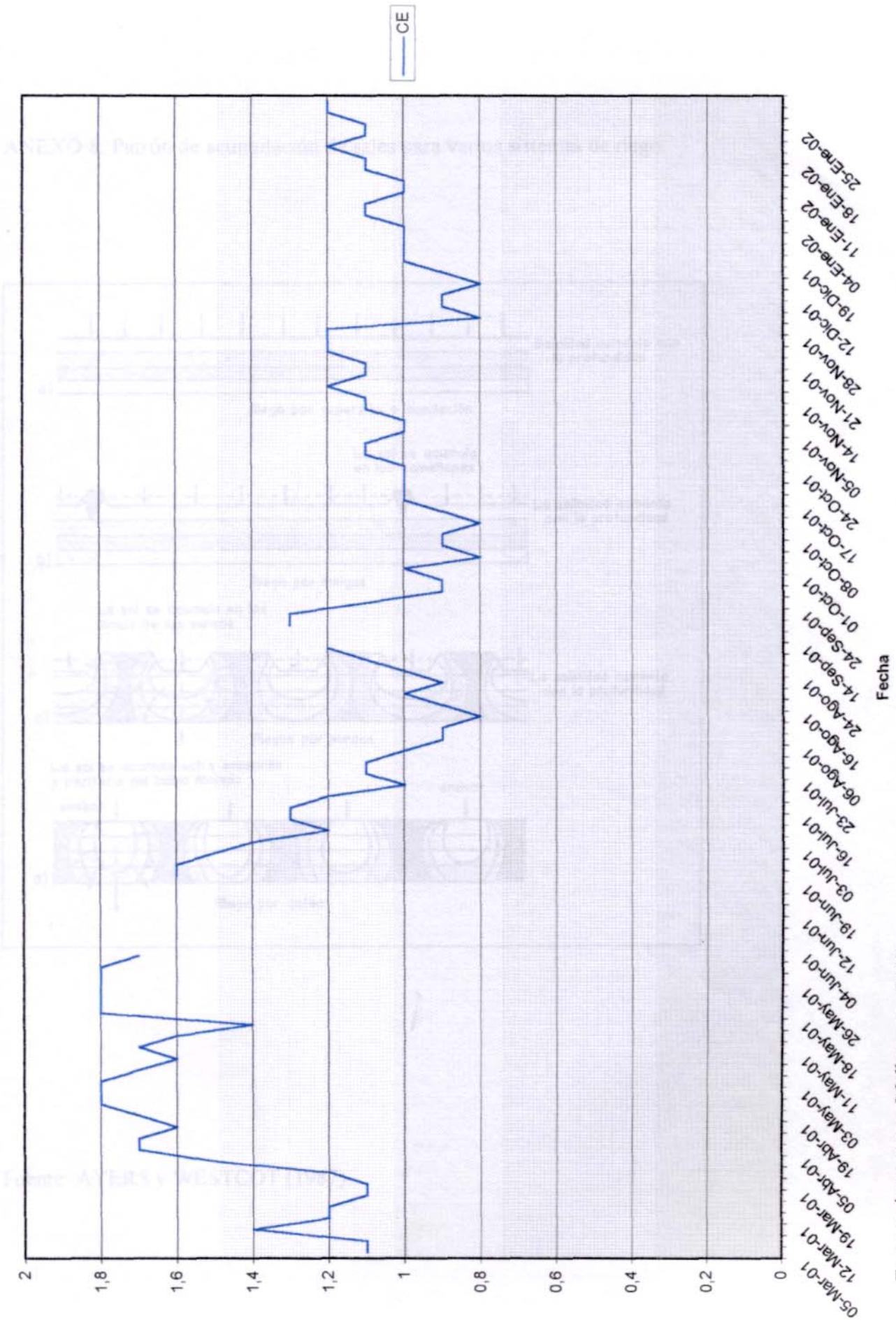
Fuente: Laboquim Terra

ANEXO 6. Conductividad eléctrica (dS/m) en el agua del canal Pelvín Norte. Mallarauco, 2001/2002.

05-Mar-01	1,1
07-Mar-01	1,1
09-Mar-01	1,4
12-Mar-01	1,2
14-Mar-01	1,2
16-Mar-01	1,1
19-Mar-01	1,1
21-Mar-01	1,2
03-Abr-01	1,5
05-Abr-01	1,7
10-Abr-01	1,7
16-Abr-01	1,6
19-Abr-01	1,7
25-Abr-01	1,8
27-Abr-01	1,8
03-May-01	1,8
07-May-01	1,7
09-May-01	1,6
11-May-01	1,7
14-May-01	1,6
16-May-01	1,4
18-May-01	1,8
22-May-01	1,8
24-May-01	1,8
26-May-01	1,8
30-May-01	1,8
02-Jun-01	1,7
04-Jun-01	
06-Jun-01	
08-Jun-01	
12-Jun-01	1,4
14-Jun-01	
16-Jun-01	
19-Jun-01	1,6
21-Jun-01	1,6
27-Jun-01	1,5
03-Jul-01	1,4
05-Jul-01	1,2
09-Jul-01	1,3
16-Jul-01	1,3
18-Jul-01	1,2
20-Jul-01	1,0
23-Jul-01	1,1
31-Jul-01	1,1
02-Ago-01	1,0
06-Ago-01	0,9
10-Ago-01	0,9
14-Ago-01	0,8
16-Ago-01	0,9
18-Ago-01	1,0
22-Ago-01	0,9
24-Ago-01	1,0
04-Sep-01	1,1
06-Sep-01	1,2
14-Sep-01	
20-Sep-01	1,3
22-Sep-01	1,3
24-Sep-01	1,1

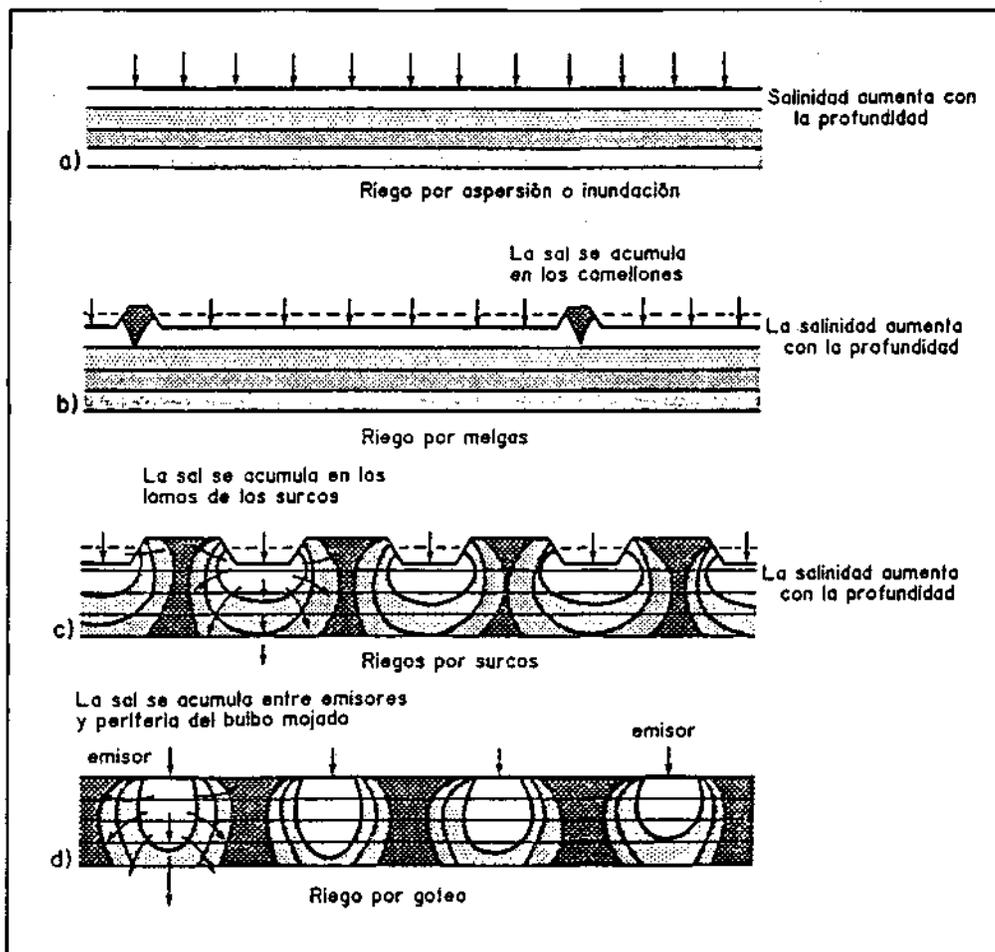
26-Sep-01	0,9
28-Sep-01	0,9
01-Oct-01	1,0
03-Oct-01	0,8
05-Oct-01	0,9
08-Oct-01	0,9
10-Oct-01	0,8
12-Oct-01	0,9
17-Oct-01	1,0
19-Oct-01	1,0
22-Oct-01	1,0
24-Oct-01	1,0
26-Oct-01	1,1
29-Oct-01	1,1
05-Nov-01	1,0
10-Nov-01	1,0
12-Nov-01	1,1
14-Nov-01	1,1
16-Nov-01	1,2
19-Nov-01	1,1
21-Nov-01	1,1
23-Nov-01	1,2
26-Nov-01	1,2
28-Nov-01	1,2
30-Nov-01	0,8
10-Dic-01	0,9
12-Dic-01	0,9
14-Dic-01	0,8
17-Dic-01	0,9
19-Dic-01	1,0
21-Dic-01	1,0
02-Ene-02	1,0
04-Ene-02	1,0
07-Ene-02	1,1
09-Ene-02	1,1
11-Ene-02	1,0
14-Ene-02	1,0
16-Ene-02	1,1
18-Ene-02	1,1
21-Ene-02	1,2
23-Ene-02	1,1
25-Ene-02	1,1
28-Ene-02	1,2
30-Ene-02	1,2

ANEXO 7. Gráfico de la medición de la conductividad eléctrica (dS/m) en el agua del canal Pelvín Norte. Mallarauco 2001/2002.



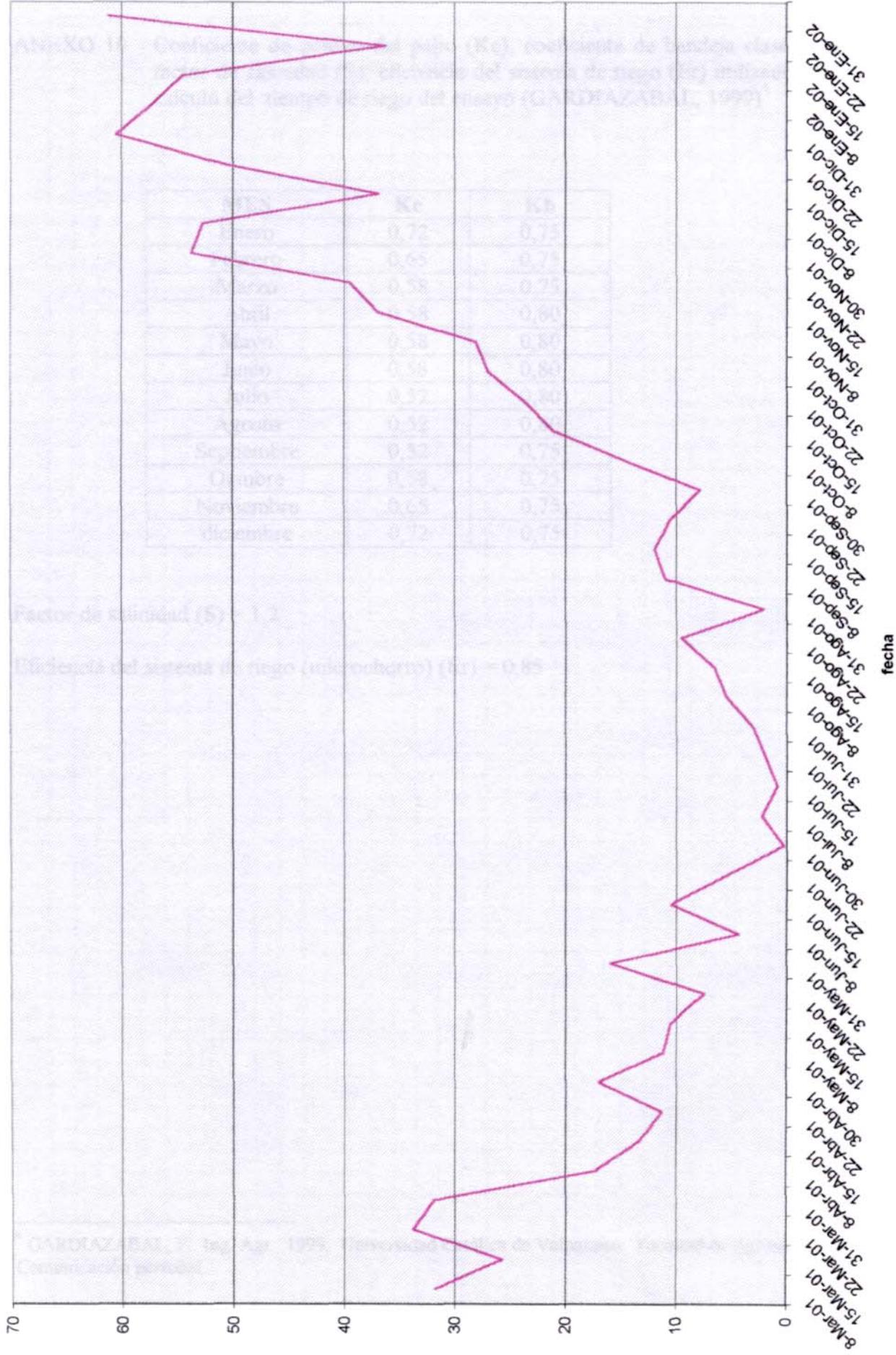
Fuente: Agrosuper. Mallarauco, 2002.

ANEXO 8. Patrón de acumulación de sales para varios sistemas de riego.



Fuente: AYERS y WESTCOT (1987).

ANEXO 9. Evaporación de bandeja clase A. Fundo Patria Vieja, Mallarauco, 2001/2002.



Fuente: Fundo Patria Vieja. Mallarauco, 2002.

ANEXO 10. Coeficiente de cultivo del palto (K_c), coeficiente de bandeja clase A (K_b), factor de salinidad (S), eficiencia del sistema de riego (E_r) utilizados para el cálculo del tiempo de riego del ensayo (GARDIAZABAL, 1999)*

MES	K_c	K_b
Enero	0,72	0,75
Febrero	0,65	0,75
Marzo	0,58	0,75
Abril	0,58	0,80
Mayo	0,58	0,80
Junio	0,58	0,80
Julio	0,52	0,80
Agosto	0,52	0,80
Septiembre	0,52	0,75
Octubre	0,58	0,75
Noviembre	0,65	0,75
diciembre	0,72	0,75

Factor de salinidad (S) = 1,2

Eficiencia del sistema de riego (microchorro) (E_r) = 0,85

* GARDIAZABAL, F. Ing. Agr. 1999. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. Comunicación personal.

ANEXO 11. Evapotranspiración potencial (Et0), Fundo Patria Vieja. Mallarauco, 2001/2002.

	MES											
	Mar-01	Abr-01	May-01	Jun-01	Jul-01	Ago-01	Sep-01	Oct-01	Nov-01	Dic-01	Ene-02	
1	3,6	3,1	1,0	1,0	0,0	0,5	0,7	2,3	2,5	4,2	5,2	
2	3,8	2,2	1,0	0,3	0,6	0,8	1,1	0,5	2,5	4,4	5,3	
3	2,9	2,2	1,2	1,3	0,1	0,7	0,7	0,5	2,3	3,9	6,6	
4	3,8	2,2	1,0	0,7	0,4	0,0	1,3	1,8	2,0	4,6	5,2	
5	4,4	2,2	1,9	0,3	0,4	0,0	0,9	1,3	2,0	6,0	5,8	
6	3,8	1,4	1,9	0,2	0,3	1,0	1,3	0,7	4,0	5,7	5,5	
7	3,0	1,8	1,6	6,4	0,0	0,7	1,1	1,3	4,5	5,3	4,7	
8	2,2	2,0	0,3	0,4	0,0	0,6	1,3	2,7	1,3	5,3	4,6	
semana 1	23,9	13,9	9,0	3,5	1,8	4,4	8,2	11,0	21,1	39,5	42,9	
9	2,3	1,4	0,4	4,6	0,1	1,1	1,4	2,7	2,9	3,3	5,6	
10	2,7	2,6	0,7	3,2	0,1	0,6	1,5	2,7	4,5	3,0	6,0	
11	2,1	2,4	0,7	0,0	0,0	0,9	0,0	1,3	4,0	4,6	6,2	
12	2,5	2,2	0,6	0,0	0,0	0,8	0,0	3,3	4,6	5,1	6,0	
13	3,1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	1,6	0,5	3,8	3,1	6,2	
14	3,2	1,0	0,0	0,2	0,1	0,7	2,5	2,7	3,3	5,2	6,6	
15	3,5	1,1	5,7	0,3	0,3	0,3	2,0	2,7	4,6	3,3	4,3	
semana 2	19,4	10,7	8,4	8,4	0,7	5,3	9,0	15,8	27,7	27,7	40,9	
16	3,3	1,0	1,8	0,3	0,0	0,6	0,5	0,7	5,0	7,8	4,2	
17	3,8	0,9	1,4	0,3	0,0	0,4	1,0	1,0	5,3	6,0	3,8	
18	5,8	1,0	0,7	0,0	0,0	0,6	1,3	2,7	4,5	4,6	2,6	
19	3,0	0,2	0,3	3,2	0,0	1,5	0,9	2,2	2,5	3,3	3,3	
20	2,6	2,8	0,0	0,5	0,8	2,8	2,7	3,3	2,9	5,2	5,6	
21	3,2	1,4	5,7	0,0	0,4	0,8	1,2	4,0	4,4	4,6	4,2	
22	3,8	1,7	0,8	0,0	0,5	0,8	0,3	4,0	5,0	6,5	3,3	
semana 3	25,4	9,0	6,0	4,3	1,6	7,6	8,0	17,9	29,6	38,1	27,2	
23	3,1	1,5	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	2,6	3,3	6,0	4,2	
24	2,6	5,7	0,0	0,0	0,6	0,5	1,3	1,7	5,2	4,6	5,0	
25	2,9	1,0	0,7	0,0	0,2	0,0	1,3	1,3	4,6	4,6	5,5	
26	2,7	0,9	6,4	0,0	0,8	0,0	0,0	1,3	4,6	5,0	4,5	
27	3,0	1,0	5,0	0,0	0,9	0,0	0,5	1,3	5,6	6,0	5,7	
28	2,8	1,6	0,7	0,0	0,0	0,0	1,0	0,6	5,3	5,8	5,6	
29	2,9	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	5,8	5,0	5,1	
30	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,7	4,6	5,7	4,4	5,3	
31	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	3,3	0,0	4,0	4,9	
semana 4	23,9	13,7	12,8	0,2	2,5	1,7	5,9	20,2	40,3	45,4	45,9	
MENSUAL	92,5	47,4	36,2	16,5	6,7	19,0	31,1	64,9	118,7	150,7	156,9	

Fuente: Fundo Patria Vieja. Mallarauco, 2002.

ANEXO 12. Registro de precipitaciones. Mallarauco 2001.

FECHA	mm	MENSUAL (mm)	ACUMULADO (mm)
13-Abr	7		
22-Abr	4	11	11
05-May	2		13
06-May	6		19
14-May	29		48
15-May	6		54
17-May	11		65
26-May	0,5		65,5
30-May	14	68,5	79,5
14-Jun	11	11	90,5
08-Jul	45,5		136
12-Jul	2		138
13-Jul	14		152
17-Jul	11		163
18-Jul	24		187
19-Jul	70		257
29-Jul	59		316
30-Jul	18		334
31-Jul	3	246,5	337
05-Ago	1		338
16-Ago	1		339
25-Ago	38		377
26-Ago	12		389
29-Ago	19		408
30-Ago	5	76	413
11-Sep	5		418
26-Sep	5		423
27-Sep	4		427
28-Sep	5	19	432

TOTAL AÑO	432
------------------	------------

Fuente: Asociación de canalistas. Mallarauco, 2001.

ANEXO 13. Calendario de riego correspondiente al sector del ensayo, Fundo Patria Vieja, Mallarauco, 2001/2002.

	8-Mar-01	15-Mar-01	22-Mar-01	31-Mar-01	8-Abr-01	15-Abr-01	22-Abr-01	30-Abr-01	8-May-01	15-May-01	22-May-01	31-May-01	8-Jun-01	15-Jun-01	22-Jun-01
Eb (Um2)(mm)	31,80	25,80	33,80	31,90	17,40	13,40	11,30	17,10	11,20	10,50	7,50	16,00	4,40	10,50	5,40
Kb	0,75	0,75	0,75	0,75	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Kc	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Ef	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Pp(Um2)(mm)	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
S	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
tasa de riego(horas)	12,22	9,91	9,91	12,99	12,26	7,13	5,49	4,63	7,01	4,59					
precipitacion(m3/ha)	195,48	158,60	196,78	207,78	196,10	114,09	87,87	74,10	112,13	73,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

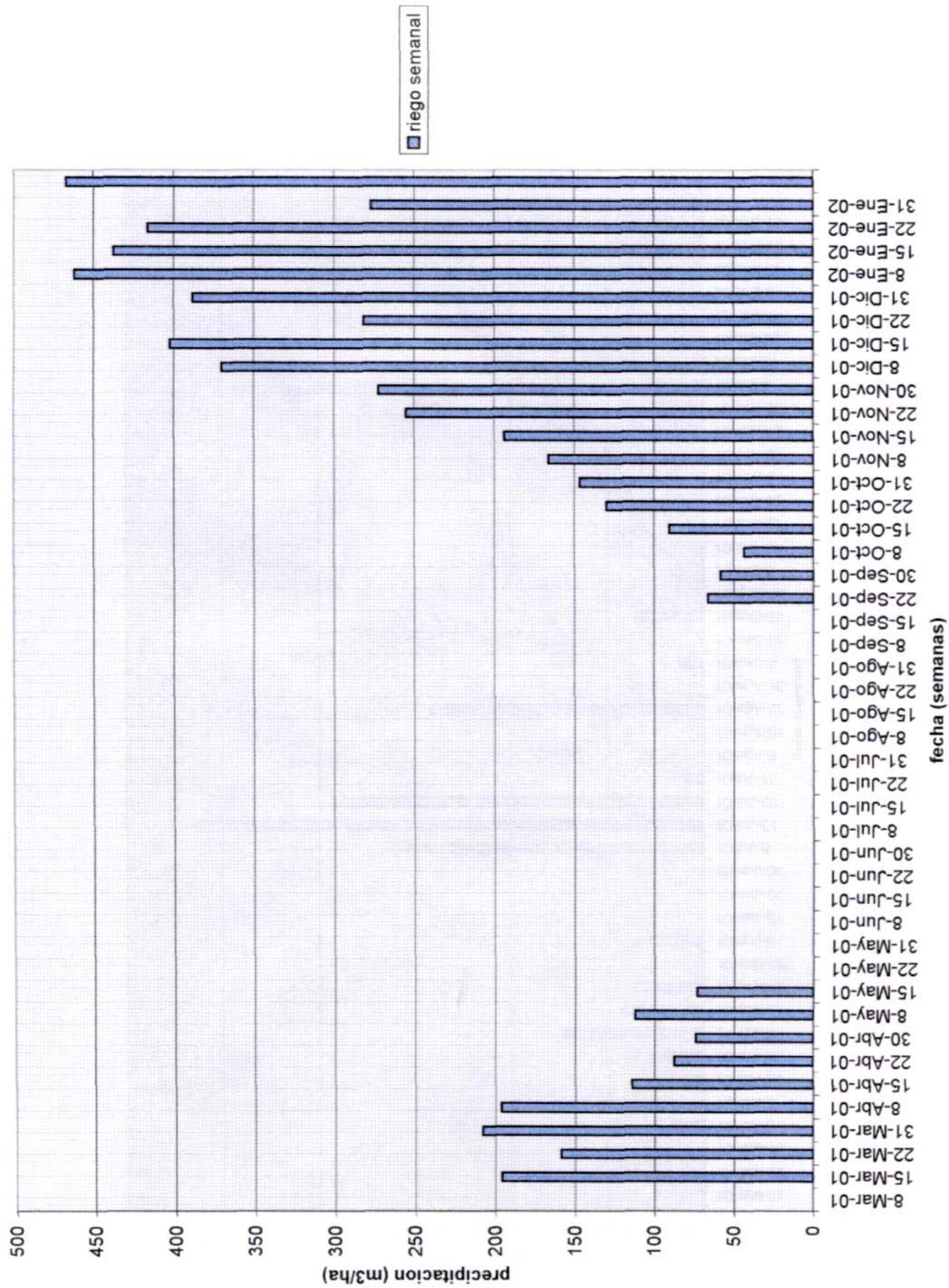
	30-Jun-01	8-Jul-01	15-Jul-01	22-Jul-01	31-Jul-01	8-Ago-01	15-Ago-01	22-Ago-01	31-Ago-01	8-Sep-01	15-Sep-01	22-Sep-01	30-Sep-01	8-Oct-01	15-Oct-01
Eb (Um2)(mm)	0,30	2,30	0,90	2,00	3,10	5,50	6,60	9,60	2,10	11,00	12,00	10,60	7,90	14,70	21,10
Kb	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Kc	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
Ef	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Pp(Um2)(mm)	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
S	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
tasa de riego(horas)															
precipitacion(m3/ha)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	66,14	58,42	43,54	5,65

	22-Oct-01	31-Oct-01	8-Nov-01	15-Nov-01	22-Nov-01	30-Nov-01	8-Dic-01	15-Dic-01	22-Dic-01	31-Dic-01	8-Ene-02	15-Ene-02	22-Ene-02	31-Ene-02
Eb (Um2)(mm)	23,80	27,00	28,10	37,00	38,50	53,70	52,70	36,90	50,80	60,50	57,30	54,50	36,30	61,20
Kb	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Kc	0,58	0,58	0,58	0,65	0,65	0,65	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Ef	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Pp(Um2)(mm)	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
S	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
tasa de riego(horas)	8,11	9,14	10,37	12,10	15,93	17,01	23,12	25,14	17,60	24,23	28,86	27,33	25,99	17,31
precipitacion(m3/ha)	129,71	146,31	165,98	193,59	254,90	272,13	369,95	402,16	281,59	387,85	461,88	437,27	415,90	277,01

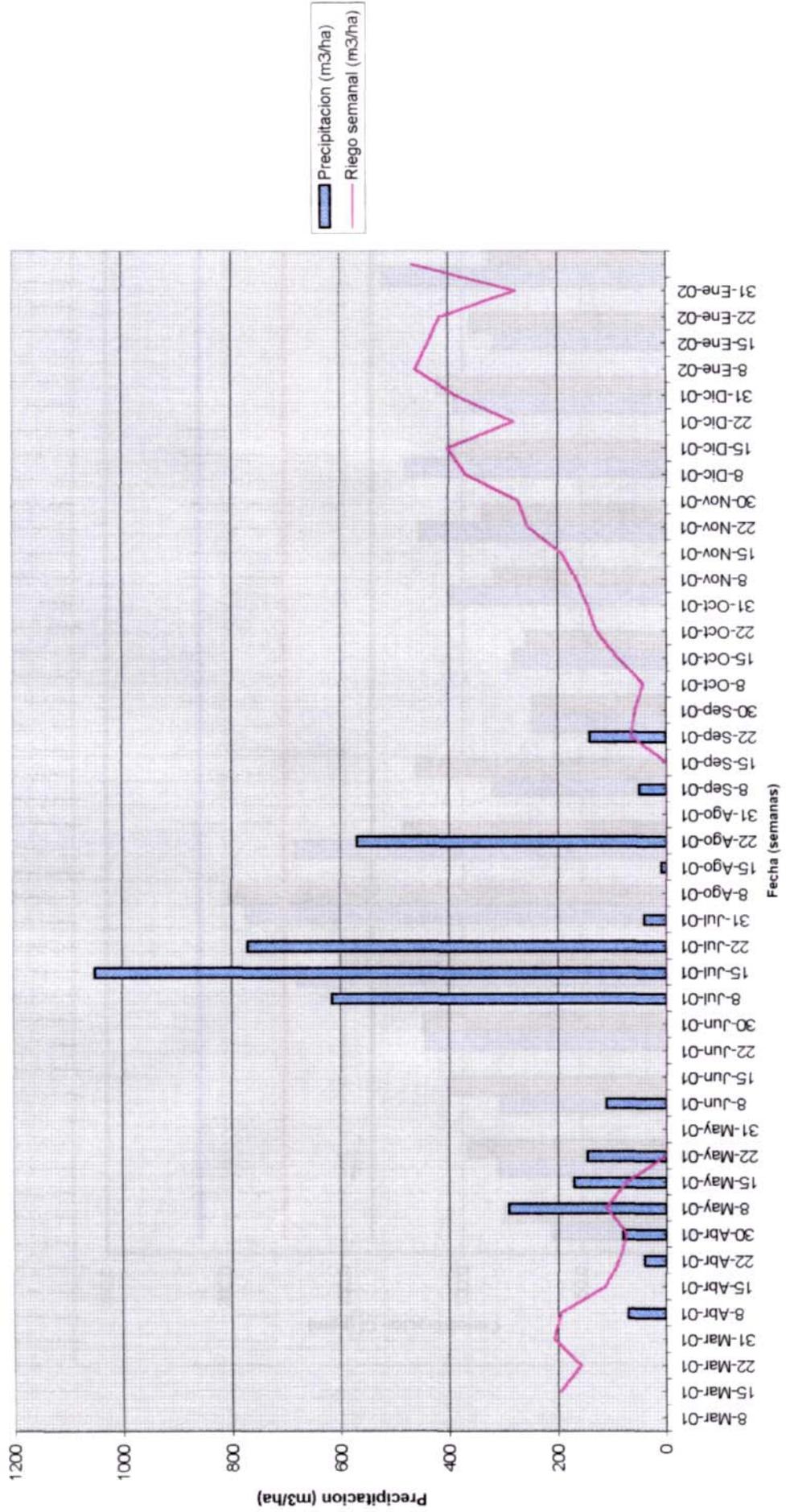
TOTAL APLICADO PERIODO 6140,91 m3

Nota:
 -Las fechas indicadas en cada columna de este calendario se refieren a las semanas correspondientes a cada fecha.
 Ejemplo: 8-mar-01, corresponde a la semana del 8 de marzo del 2001 (8 al 14 de marzo)
 -Durante periodo comprendido entre la semana del 22 de mayo del 2001 hasta la semana del 15 de septiembre no se efectuaron riegos.

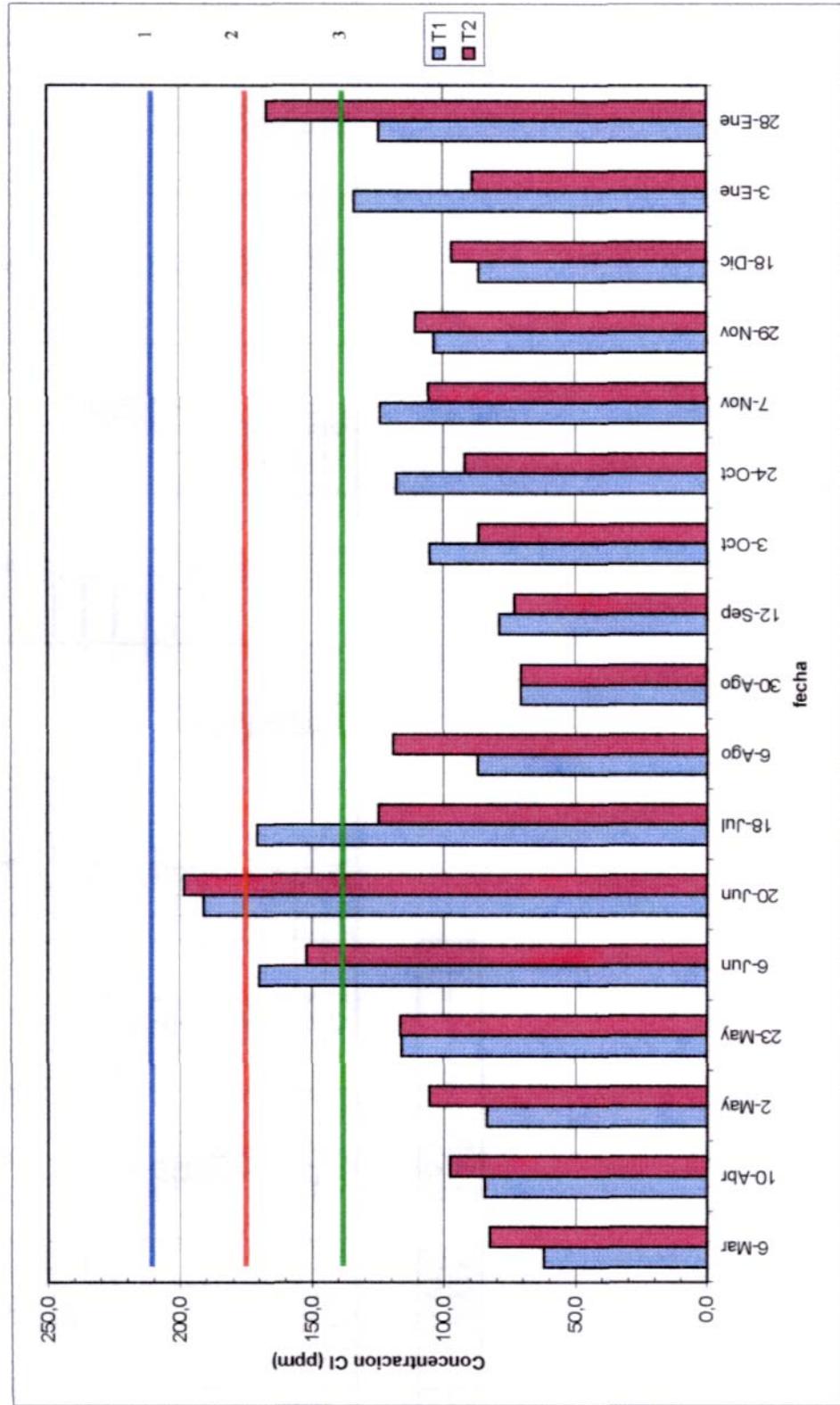
ANEXO 14. Gráfico del aporte hídrico via riego temporada 2001/2002, Fundo Patria Vieja, Mallarauco, 2002.



ANEXO 15. Grafico de la precipitacion registrada comparada con el aporte hidrico a traves del riego, Fundo Patria Vieja, Mallarauco 2001/2002.



ANEXO 16. Concentración de cloruro en la solución del suelo promedio, de los 30 y 60 cm de profundidad, bajo dos sistemas de riego, doble línea de gotero (T1) y microchorro (T2), comparada con tres niveles sugeridos de tolerancia del palto (raza mexicana) a la concentración de cloruro, que implican un 10% de reducción de cosecha (1) GALAN (1990); (2) AYERS y WESTCOT (1987); (3) ALARCÓN (1999). Mallarauco, 2001.



ANEXO 17. Produccion (Kg/árbol) en paltos cv. Hass plantados el años 1995 correspondiente al ensayo, temporada 2000/2001, Fundo Patria Vieja. Mallarauco, 2001.

Nº Árbol	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TRATAMIENTO										
T1 1	8,4	84,0	72,0	0,0	0,0	0,0	10,4	74,0	80,2	0,0
T1 2	4,0	53,2	44,2	69,6	57,6	0,0	8,0	0,0	37,6	18,4
T1 3	0,0	76,0	62,6	1,8	29,8	11,4	72,0	0,0	20,4	0,0
T1 4	51,2	70,6	2,0	26,8	0,0	30,4	72,6	0,0	0,0	55,6
T1 5	105,4	15,4	0,6	61,6	0,0	42,8	0,0	22,6	0,0	0,0
T2 1	73,4	0,0	74,0	0,9	32,8	0,0	6,8	64,2	0,0	0,0
T2 2	0,0	1,6	2,4	8,4	94,4	2,8	11,2	0,0	0,0	76,8
T2 3	0,0	66,6	33,8	16,4	49,2	0,0	62,4	41,4	76,2	0,0
T2 4	54,2	27,3	12,4	71,0	0,0	44,6	0,0	25,6	0,0	60,4
T2 5	0,0	4,4	47,2	66,0	55,6	12,6	0,0	22,4	10,4	0,0

PROMEDIO	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2
	29,1	36,2