

OFICINA DE PARTES - FIA	
REGIÓN III	
RECEPCIONADO	
Fecha	09 NOV 2007
Hora	12:10
Nº Ingreso	5386

I. ANTECEDENTES GENERALES

- Código: **PI-C-2003-1-A-037**
- Nombre del Proyecto: **"DESARROLLO DE UN MODELO DEL CRECIMIENTO Y UNA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE LAS RAÍCES DE LA VID, A NIVEL DE CAMPO, COMO BASE PARA EL INCREMENTO SUSTENTABLE DE LA PRODUCTIVIDAD DE LOS PARRONALES DE UVA DE MESA"**
- Región o Regiones de Ejecución: **III Región, Copiapó y Huasco**
- Agente Ejecutor: **Fernando Prohens Espinosa.**
- Agente(s) Asociado(s): **Rafael Prohens Espinosa (Agrícola Doña Berta), Manuel Gandarillas (Fundo Altar de la Virgen), Mario Hoelvet (Agrícola El Fuerte Sociedad Ltda.), Exportadora Aconcagua Ltda. (Fundo los Maitenes), Agrícola U.A.C Ltda. Del Monte Fresh Produce Chile S.A (Fundo Amolanas), Omar Campillay (Fundo el Tabaco), Sociedad Agrícola Industrial y Comercial El Rosario Ltda.(Fundo el Rosario), Agrícola El Daín.(Fundo el Dain)**
- Coordinador del Proyecto: **Fernando Prohens Espinosa**
- Costo Total: **Programado \$128.503.927- Real \$127.280.991**
- Aporte del FIA: **\$59.930.807**; porcentaje total programado **46,63%**, porcentaje total real **46,12%**.
- Período de Ejecución: Programado y real **"Diciembre 2003 a Octubre 2006"**.

II. RESUMEN EJECUTIVO

Este proyecto de innovación agraria en uva de mesa, fue desarrollado en la III Región del país, con el apoyo de productores de los valles de Copiapó y Huasco. La responsabilidad técnica y coordinación de las actividades estuvo a cargo de un grupo de académicos de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

Se planteo la hipótesis que es posible aumentar la productividad y calidad de los parrones de uva de mesa y con ello la rentabilidad del sistema productivo, con la generación de conocimiento en torno al desarrollo de las raíces, así como de la metodología de seguimientos de algunos parámetros directamente relacionados con su accionar. El objetivo general del proyecto fue desarrollar un modelo del crecimiento y una metodología de evaluación de las raíces de la vid, a nivel de campo, como base para el incremento sustentable de la productividad de los parronales de uva de mesa. Para esto se diseñaron actividades tales como: 1) determinación de las curvas de crecimiento de la raíz de 5 variedades de uva de mesa, para generar modelos del crecimiento en función de la temperatura ambiental y del suelo, 2) determinación y validación de una metodología de evaluación del tamaño, calidad y tipo de raíces de los parronales, 3) determinación de la biología de los nemátodos y su relación con el crecimiento de las raíces y 4) generar un protocolo práctico y objetivo, basado en la utilización de instrumentos, a ser utilizado el proceso de observación de calicatas.

Los resultados principales de este trabajo fueron: A) se determinó el patrón de crecimiento de las variedades bajo estudio, asociando su crecimiento a la temperatura del suelo. Sin embargo, a diferencia de otros estudios internacionales, se determinó que bajo las condiciones de la zona norte del país (temperaturas adecuadas durante casi todo el año), hay otros factores y labores de manejo que son críticos al momento de definir la tasa de crecimiento del sistema radical y que requieren ser estudiadas. Adicionalmente y algo inédito en el tema, se determinó que las raíces crecen en el invierno y no solamente en la primavera y verano como sale publicado en todas partes. Lo anterior obliga a replantear el control de nematodos ya que las raíces permaneces descubierta al ataque de estos individuos por largo tiempo (7 meses).

B) Se determinaron los métodos más adecuados a ser utilizados, de acuerdo a tipo de suelo y detalle de la evaluación, para evaluar el tamaño, calidad y tipo de raíces de los parronales. Complementariamente, y con la tarea de mejorar el sistema radical, se generó las bases para la utilización de la poda de raíces. C) No se pudo concluir certeramente sobre la presencia de nematodos y el crecimiento de las raíces. Se estima que los inexactos métodos de evaluación de las

poblaciones de nemátodos y estados de desarrollo, no permitieron realizar una adecuada evaluación de esta interrelación, a nivel de campo. D) El estudio permitió generar un protocolo de seguimiento y evaluación de la calicata, a través del uso del WET Sensor, instrumento que mide temperatura, humedad y conductividad eléctrica de suelo. En la actualidad, este equipo esta siendo utilizado rutinariamente por varios productores de la zona.

Se realizaron Actividades de Difusión internas y abiertas, las que se sustentaron principalmente en 8 memorias de pre-grado en curso, 3 tesis de postgrado (magíster), un sin números de presentaciones en Congreso y artículos de difusión, publicados en la WEB del Centro de Estudio de la Vid (www.cevid.cl).

Finalmente, los resultados finales se encuentran en etapa de complementación y discusión, de manera de generar una publicación procesada y de práctico entendimiento para los productores.

III. INFORME TÉCNICO

1. Objetivos del Proyecto:

- **Objetivo General:**

Desarrollar estrategias de manejo para incrementar en forma sustentable la productividad de los parronales de uva de mesa, a través del estudio, evaluación y promoción del crecimiento del sistema radical de la vid. Este objetivo se cumplió en su gran mayoría, entregando una serie de herramientas (protocolos y conocimiento) que permiten una cuantificación y evaluación de la calidad del sistema radical, lo que ha permitido enfrentar las malas condiciones de parrones desvigorizados y ser más eficiente en las labores de riego, fertilización y control de nematodos.

- **Objetivos específicos:**

A. Desarrollo de una estrategia de fertilización (momento) y control de nemátodos, en función de los "peak" de crecimiento de las raíces.

La obtención del patrón de crecimiento de las vides, ha permitido entregar a los productores el conocimiento necesario para que los programas de nutrición se ajusten a los momentos de mayor generación de raíces absorbentes. De la misma forma, muchos de ellos pueden identificar malas condiciones del sistema radical, teniendo las herramientas para implementar manejos destinados a su mejoría,

como por ejemplo: poda de raíces, uso de bioestimulantes, cambio en el criterio de riego, etc.

Respecto a los nematodos, si bien no se pudo asociar la biología de estos individuos al desarrollo de las raíces durante el año, si se ha puesto en evidencia un amplio período de crecimiento de las raíces (parte de otoño, invierno y parte de la primavera), donde ellas permanecen desprotegida del accionar de los nematicidas.

Se generaron curvas que relacionan el crecimiento de las raíces con la temperatura de suelo, sin embargo, la incidencia de otros factores, como el agua de riego, condiciones físicas del suelo, nutrición, etc., requiere profundizar esta temática para acceder a la generación de un modelo definitivo.

B) Desarrollo de una metodología de evaluación del sistema radical, como herramienta para la determinación y mejora del potencial productivo de los parrones.

Este objetivo se cumplió a cabalidad, lográndose probar y determinar las mejores metodología para la evaluación de raíces, en diferentes tipos de suelo y grado de detalle de ella. Además se determino la relación entre el crecimiento y contenido de raíces con el potencial productivo de la planta, lográndose un 100% de cumplimiento de este objetivo.

C) Desarrollo de un protocolo práctico y objetivo de observación de la humedad, conductividad eléctrica y temperatura de suelo en calicatas, utilizando el instrumento "WET sensor", como apoyo a los programas de manejo del agua de riego.

Este objetivo logro resultados muy satisfactorio y de gran utilidad para los productores, ya que se logró realizar un seguimiento constante de la humedad y la conductividad eléctrica del suelo en distintos predios. Se determinó la capacidad de distintos sistemas de riego para lograr el lavado de sales del suelo, problema muy importante en la zona y se desarrollo una metodología de evaluación eficiente y representativa para el uso de este equipo. Se logro un 100 % de cumplimiento para este objetivo.

D) Validar el protocolo de evaluación del tipo y calidad del sistema radical (objetivo 2) en ensayos dirigidos a mejorar el potencial productivo de los parrones.

Los ensayos realizados en este se desarrollaron de manera optima, logrando los resultados esperados y propuestos en el proyecto. Se cuantificó el efecto del uso de la poda de raíces, el uso de bioestimulantes, guano y nutrientes sobre el

crecimiento de raíces. Adicionalmente, se evaluó el efecto del sistema de riego y su relación con la distribución de las raíces en el perfil.

E) Capacitar, difundir y hacer extensivo los resultados obtenidos en el proyecto.

Se realizaron varias reuniones en donde se mostraron los avances y resultados obtenidos en el proyecto, en donde se invitaron tanto a los productores participantes en el proyecto, como a otros productores de la zona, representantes de exportadoras y empresas de agroquímicos. Estas reuniones se realizaron tanto en Copiapó como en Vallenar. Se logró un 100 % de cumplimiento para este objetivo.

Adicionalmente, los resultados del proyecto se han difundido en el medio nacional a través de presentaciones en Congreso, Curso de raíces en el marco de programas de Diplomado (Santiago, 2004, 2005; Copiapó, 2006; La Serena, 2007) y Charlas técnicas solicitadas a la Universidad. En el extranjero, gracias a la pasantía de un alumno en la Universidad de Bologna (Beca de Magister, 2007) y visita del Profesor Adamo Rombolà a Chile. Adicionalmente, presentación de resultados en el CSIC, Murcia, España, de donde acaban de solicitar la pasantía de una alumna de doctorado por 92 días, para el año 2008, en la temática de las raíces.

2. Metodología del Proyecto:

Durante el desarrollo del proyecto se realizaron varias actividades, divididas en dos formas: a) Trabajo detallado en el predio del Sr. Fernando Prohens y b) Extensión de algunas actividades al resto de los predios, de acuerdo a la situación de cada uno de ellos.

En forma general, cada vez que se realizó la instalación de un rhizotrons o hizo una calicata para evaluar el sistema radical, se procedió a describir detalladamente las características físicas del suelo, de manera de dejar registrado aquellos parámetros que podrían estar afectando el normal crecimiento de las raíces. Esta además mencionar, que toda conclusión debe considerar la utilización práctica de los resultados por parte de los productores.

ACTIVIDAD 1. DESARROLLO DE UNA ESTRATEGIA DE FERTILIZACIÓN (MOMENTO) Y CONTROL DE NEMÁTODOS, EN FUNCIÓN DE LOS "PEAK" DE CRECIMIENTO DE LAS RAÍCES. (A1. NUTRICION Y NEMATODOS).

1.1. Determinar las curvas de crecimiento de la raíz durante el año, en 5 variedades de uva de mesa, en dos condiciones de suelo: i) suelo liviano, con alto porcentaje de piedras y gravas y bajo contenido de matriz de suelo; ii) suelo franco, profundo, bajo contenido de piedras o grava o sin ellas. (A11.Crecimiento Raíz)

Durante 2 temporadas se realizó el seguimiento del crecimiento de las raíces en diferentes variedades, priorizando como eje de evaluación la variedad "Sultanina", en 2 condiciones de suelo (los más representativos entre los productores). Ellos serán: i) suelo liviano, con alto porcentaje de piedras y gravas y bajo contenido de matriz de suelo; ii) suelo franco, bajo contenido de piedras o grava o sin ellas.

Es importante mencionar que las plantas donde se instalarán los rhizotrons deben ser representativas del parronal, sanas, en plena producción y crecimiento vegetativo normal para el sector. Se procedió adicionalmente, a realizar una descripción detallada de ellas, tomando en cuenta el perímetro del tronco (a 1 m de altura), perímetro de los brazos, peso de la poda y estimación del material de poda en la planta. Número y largo de los cargadores y/o pitones, fertilidad efectiva y estimación de la cosecha por planta.

En el predio del Sr. Prohens se instalará 1 rhizotrons por variedad en cada condición de suelo, considerando: "Sultanina", "Flame", "Superior" y "Red Globe". En el resto de los predios se tendrá 2 rhizotrons: uno en "Sultanina" y otro en una segunda variedad, considerando la disponibilidad varietal de cada productor. Se ha tomado esta modalidad debido a que no es posible encontrar en otros campos todas las variedades en producción.

Materiales

Rhizotrons: se instalaron en la sobrehilera a 90 cm de la planta, las dimensiones de la ventana son de 1,2 m x 1,0 m. El vidrio de la ventana del rhizotrón se cuadrículó a 2,5 cm x 2,5 cm. Para evitar la entrada de luz y pérdida de humedad el vidrio se cubrió permanentemente con un paño negro, excepto al momento de las evaluaciones. En la parte superior se instaló una puerta de acceso.

Medidores establecidos de temperatura ambiental y suelo: se evaluó a través de un captador automático marca HOBO, la temperatura ambiental y de suelo a 4 profundidades.

Evaluaciones

- 1) Se utilizaron las intersecciones entre las raíces nuevas y el cuadrículado para estimar el crecimiento de las raíces. Cada 15 días en los meses de invierno y una vez a la semana durante la temporada.
- 2) En cada planta donde se instaló un rizotron se realizó hacer una descripción detallada de ella (diámetro de tronco, peso de poda, número de cargadores y pitones, diámetro de los cargadores en la base y punto de corte, fertilidad efectiva de la parra, número total de racimos por planta, producción por planta)
- 3) En las plantas con rizotrons del predio del Sr. Prohens, se determinó el desarrollo del dosel en forma indirecta, a través de la evaluación de la radiación utilizando un Sensor Sunscan Probe (SS1, Delta-T devices, UK). Adicionalmente, se llevará el registro del crecimiento de los brotes (20 brotes marcados por planta).

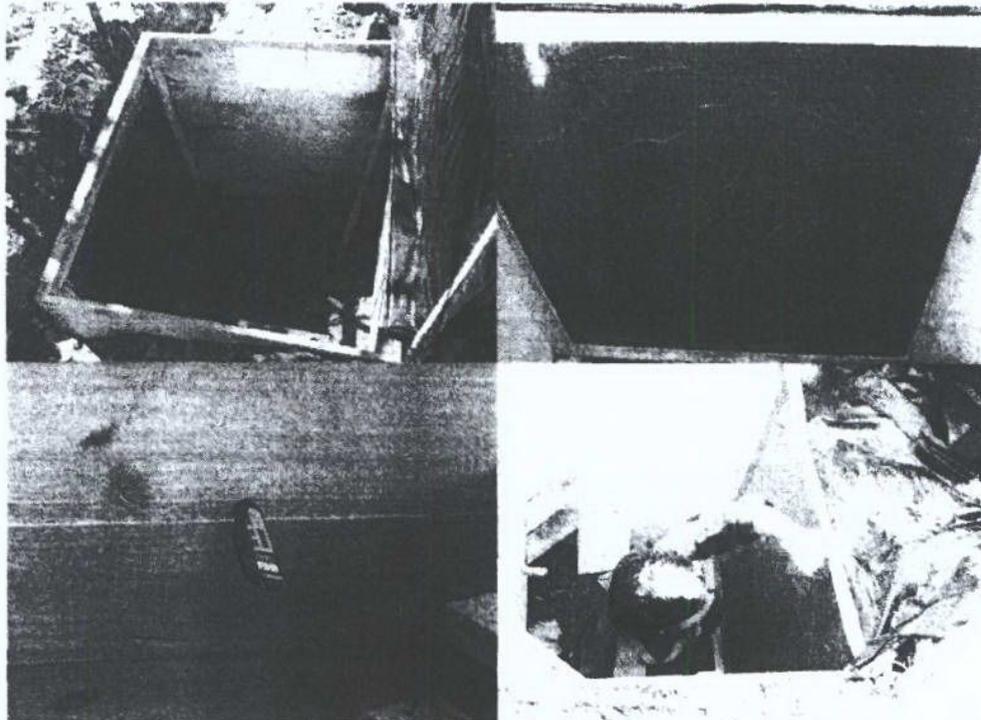


Figura 1. Estructura de un rizotron instalado en terreno, medición de temperatura y conteo de raíces.

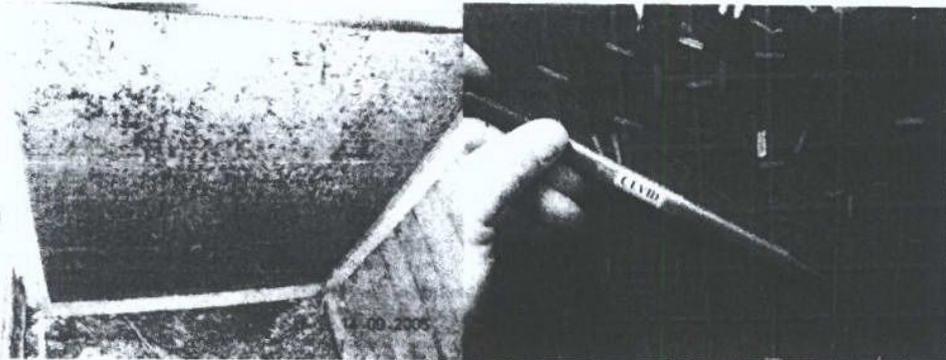


Figura 2. Vista de un rizotron con varias mediciones de raíces eralizadas.

Los datos serán ordenados y analizados de acuerdo a estadística descriptiva, basándose principalmente en estadígrafos de posición, dispersión y gráficos.

1.2. Desarrollar un modelo del crecimiento de las raíces en función de la temperatura en 2 tipos de suelo. (A12. Modelo de Crecimiento)

El estudio se realizó durante la temporada 2004-2005 en parronales ubicados en los valles de Copiapó y Huasco, III Región. La ubicación de los parronales y los sensores de temperatura de suelo se presenta en la Figura 3.

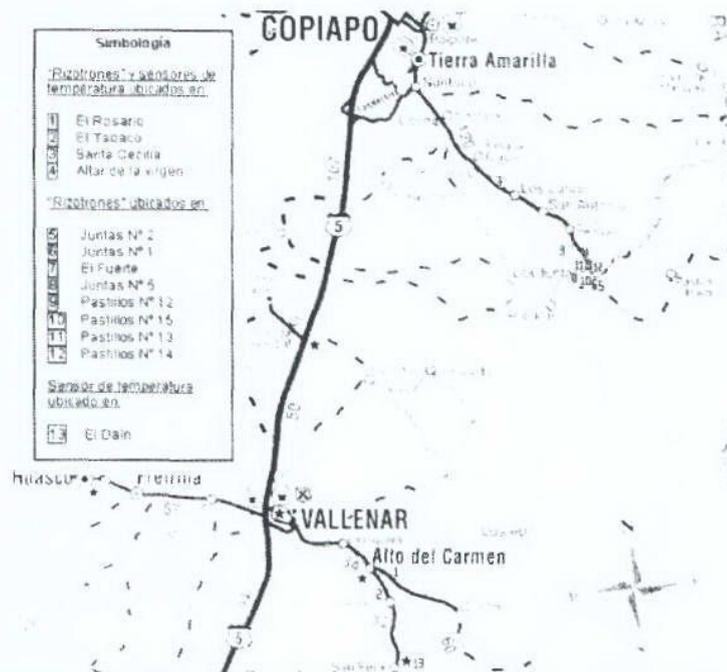


Figura 3. Ubicación de parronales var. Thompson Seedless y sensores de temperatura de suelo ubicados en los valles de Copiapó y Huasco.

Periodicidad del crecimiento de raíces

Para la caracterización del crecimiento de raíces se utilizaron 12 cámaras de observación o "rizotrones". Cada uno situado sobre la hilera a 90 cm de la planta y con una ventana de observación de 1,2 x 1,0 m. El vidrio de la ventana del "rizotrón" fue cuadrículado a 2,5 x 2,5 cm. La medición de las intersecciones entre las raíces nuevas y el cuadrículado se realizó una vez a la semana durante un año a partir de septiembre de 2004.

Para determinar los cambios en la tasa de crecimiento radical, se graficó la curva que representa el número de intersecciones semanales acumuladas durante el año. Luego, los valores de intensidad de crecimiento se estimaron con la pendiente de la ecuación sigmoidea ajustada a la gráfica del número de intersecciones acumuladas durante el año. Las mediciones del número de intersecciones se realizaron en los rangos de 0 – 40, 40 – 80 y 80 – 120 cm de profundidad de suelo.

La variable analizada del crecimiento de raíces fue la intensidad del crecimiento del sistema radical entre 0 – 40, 40 – 80 y 80 - 120 cm de profundidad de suelo.

Temperatura, amplitud y difusividad térmica del suelo

La temperatura del suelo a 25, 50, 75 y 100 cm de profundidad se registró en 5 parronales utilizando sensores digitales HOBO, los registros de efectuaron cada una hora desde septiembre de 2004 hasta completar un año y se utilizó el promedio diario de la temperatura para efectuar estimaciones. Solo 4 parronales se utilizaron para relacionar la intensidad de crecimiento anual del sistema radical con los registros de temperatura de suelo.

Cada serie de temperatura se utilizó para establecer, mediante correlación y en función del ajuste logrado, la ecuación sinusoidal que describe el valor de la temperatura del suelo en el ciclo de un año (1).

$$T(z,t) = T_m + A(z) \cdot \text{seno}(w \cdot t) \quad (1)$$

Donde:

$T(z,t)$: Valor de la temperatura a la profundidad z en un momento t .

T_m : Temperatura media del ciclo a profundidad cualquiera.

$A(z)$: Amplitud térmica del ciclo.

w : Frecuencia angular de la oscilación. Para ciclos diarios, $w = (2\pi / 24) \text{ h}^{-1}$ y para ciclos anuales $w = (2\pi / 365) \text{ d}^{-1}$.

t : Tiempo en horas del día o en días del año.

De este modo, se obtuvo el valor de la temperatura media y de las amplitudes térmicas anuales de cada profundidad y en cada suelo. Además, se corroboró un supuesto básico de la ecuación (1), el cual considera que el valor de la temperatura media (T_m) del suelo debe ser igual para cualquier profundidad del suelo.

Por otro lado, la ecuación (2) entrega la temperatura del suelo en profundidad para un determinado momento del día o del año, esta ecuación ha sido expuesta por Monteith y Unsworth (1990).

$$T(z,t) = T^* + A(0) \cdot \exp(-z/D) \cdot \text{seno}(wt - z/D) \quad (2)$$

Donde:

$T(z,t)$: Temperatura a la profundidad z y en el tiempo t .

T^* : Temperatura media de la superficie.

$A(0)$: Amplitud térmica en la superficie.

D : $(2k'/w)^{0,5}$ Profundidad de atenuación, donde k' es la difusividad térmica del suelo.

w : Frecuencia angular de la oscilación. Para ciclos diarios, $w = (2\pi / 24) \text{ h}^{-1}$ y para ciclos anuales $w = (2\pi / 365) \text{ d}^{-1}$.

t : Tiempo en horas del día o en días del año.

De la ecuación (2), se desprende que la amplitud de la senoide que representa el cambio de temperatura en el suelo a una profundidad z , puede ser expresada como:

$$A(z) = A(0) \cdot \exp(-z/D) \quad (3)$$

Donde:

$A(z)$: Amplitud térmica a la profundidad z .

$A(0)$: Amplitud térmica en la superficie.

D : $(2k'/w)^{0,5}$ Profundidad de atenuación, donde k' es la difusividad térmica del suelo.

De las cuatro amplitudes térmicas obtenidas de la ecuación (1) en cada suelo, solamente se utilizó el par que presentó los más altos coeficientes de correlación en el ajuste sinusoidal. Luego se planteó un sistema de ecuaciones utilizando la ecuación (3), donde la incógnita es el término D ó profundidad de atenuación, que corresponde a la profundidad donde el valor de la amplitud térmica se reduce a un 37% respecto de la superficie (4).

$$A(z_1) = A(z_2) / \exp(-z_2 / D) \cdot \exp(-z_1 / D) \quad (4)$$

$$A(z_2) = A(z_1) / \exp(-z_1 / D) \cdot \exp(-z_2 / D)$$

Donde:

$A(z_1)$ y $A(z_2)$: Las dos amplitudes térmicas obtenidas de las ecuaciones sinusoidales ajustadas con los coeficientes de correlación más elevados en cada suelo.

El valor de la difusividad térmica en cada suelo se obtuvo mediante despeje (5) del término k' o difusividad térmica definido en la ecuación (2).

$$k' = D^2 \cdot w / 2 \quad (5)$$

Donde:

k' : Difusividad térmica del suelo.

D : Profundidad de atenuación.

w : Frecuencia angular de la oscilación. Para ciclos diarios, $w = (2\pi / 24) \text{ h}^{-1}$ y para ciclos anuales $w = (2\pi / 365) \text{ d}^{-1}$.

Las variables térmicas de suelo analizadas fueron: temperatura media anual, amplitud térmica anual a 25, 50, 75 y 100 cm de profundidad de suelo y difusividad térmica del suelo.

Las variables térmicas del suelo y la variable del crecimiento de raíz, fueron analizadas mediante análisis de regresión, y en función del ajuste logrado, se expresó el modelo que determina la relación entre las variables

Análisis estadístico

Las variables térmicas de suelo se ajustaron mediante regresión a la ecuación (1), y la variable del crecimiento de raíces fue ajustada, en función del tiempo, a una sigmoidea mediante análisis de regresión. Los análisis estadísticos se realizaron con el programa estadístico computacional SigmaPlot 10.0 (Systat Software, Inc. California, USA).

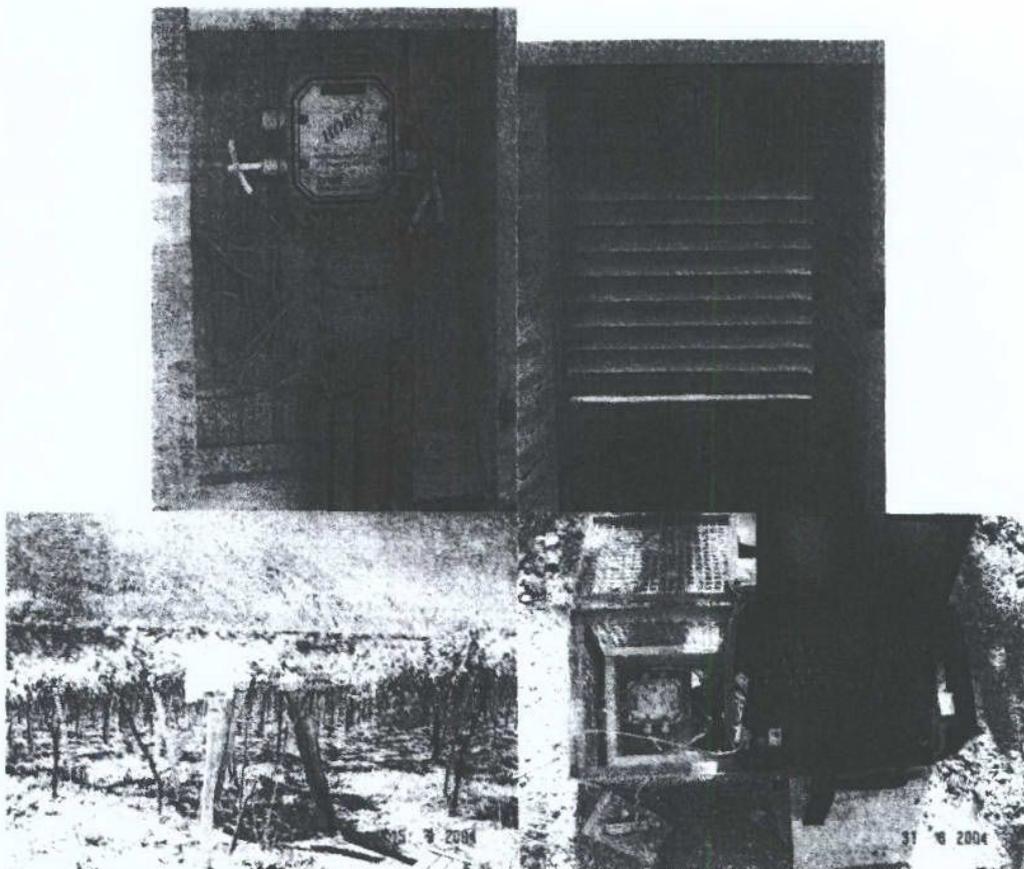


Figura 4. Sistema HOBO para realizar el seguimiento de la temperatura de suelo y ambiental.

1.3. Determinar la biología de los nemátodos en la temporada en función de la temperatura de suelo. (A13. Biología de Nematodos)

En forma periódica durante y de acuerdo a la experiencia del Prof. Dr. Juan Carlos Magunacelaya en la Región, se procedió a tomar muestras para el análisis

nematológico, de manera de asociar la biología de los nemátodos a nivel campo y la temperatura de suelo. El sitio donde se realizó esta actividades selecciono de acuerdo a 3 condiciones: presentar niveles importantes de nemátodos, no realizar tratamientos de control durante el período de trabajo y mantener una adecuada condición de humedad de suelo, que será controlada con calicatas durante el desarrollo del estudio, lo que permitirá realizar una descripción detallada de la condición física del suelo del lugar del estudio.

Técnicas de Laboratorio de Nematología. Para los análisis nematológicos de suelo se utilizó la Técnica modificada de Cobb más el Embudo de Baermann. El recuento de las poblaciones de nemátodos se realizó al microscopio estereoscópico a 50X y la identificación definitiva a microscopio óptico a 1250X con aceite de inmersión.

Técnica de Toma de Muestras. Las muestras de suelo (5 repeticiones provenientes de muestras compuestas por fecha de evaluación) se recogieron desde la zona radical. El análisis requiere suelo adyacente a las raíces de las plantas. La muestra de suelo debe estar húmeda pero no mojada o encharcada. La humedad justa corresponde a aquella equivalente a poco menos de la capacidad de campo.

Aproximadamente 500 ml de suelo deben ser colocados en una doble bolsa plástica, con la etiqueta entre las bolsas plásticas de modo que la humedad no afecte directamente a la etiqueta. Ojalá la etiqueta sea escrita con lápiz grafito para evitar que la humedad borre o diluya la escritura, y el papel sea grueso para evitar que se destruya con facilidad.

La muestra debe ser tomada en la mañana y en cada punto de donde se extrae el suelo se medirá la temperatura.

Las muestras deben ser rotuladas con al menos los siguientes datos: Nombre del predio, sector y características de donde se obtuvo la muestra. N° hilera y planta, profundidad, fecha de muestreo, responsable de la toma de la muestra

Las muestras deben ser agrupadas en cajas de cartón para que queden aisladas de la temperatura ambiental, siendo ideal recipientes de aislapol. Debe evitarse que las cajas de muestras queden expuestas al sol directo o en el interior de vehículos en que la temperatura pueda subir excesivamente, ya sea por exposición al sol o por sistemas de calefacción.

Traslado de muestras desde los campos de estudio al laboratorio de nematología. Debe considerarse traslados de muestras entre los diferentes sectores en estudio y el Laboratorio de Nematología de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

Se analizará de acuerdo a estadística descriptiva, basándose principalmente en estadígrafos de posición, dispersión y gráficos. Posteriormente los datos serán utilizados para realizar los modelos según lo planteado en la actividad 1.2.

ACTIVIDAD 2. DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DEL SISTEMA RADICAL, COMO HERRAMIENTA PARA LA DETERMINACIÓN Y MEJORA DEL POTENCIAL PRODUCTIVO DE LOS PARRONES. (A2. EVALUACIÓN DEL SISTEMA RADICAL)

Existen 3 criterios para determinar la metodología más adecuada:

- 1) Se estima según la bibliografía, que el sistema más exacto es el de los monolitos ya que se extrae el número de raíces por volumen de suelo real y se puede hacer una evaluación detallada. Por lo tanto los otros sistemas se compararán respecto de esta metodología.
- 2) Hay que considerar el tipo de suelo con que se trabaja y es factible que en los suelos livianos o con piedra se complique la evaluación con algunos métodos, pero esto tendremos que probarlos en terreno en el proyecto.
- 3) Finalmente, es factible determinar un método extremadamente exacto desde el punto de vista científico, pero inútil del punto de vista práctico, por lo que se tendrá que evaluar y determinar en terreno cuál metodología se acomoda a los productores y determinar su exactitud o desviación respecto del método más exacto. Es por esa razón que se probaron desde sistemas muy simples a sistemas más complejos, pero de gran exactitud.

2.1. Probar la eficiencia de diferentes sistemas de evaluación del sistema radical (tamaño y tipo) en dos condiciones de suelo: i) suelo liviano, con alto porcentaje de piedras y gravas y bajo contenido de matriz de suelo; ii) suelo franco, profundo, bajo contenido de piedras o grava o sin ellas. (A21. Sistemas de evaluación).

Utilizando 4 diferentes metodologías citadas en la literatura, se procedió a evaluar el sistema radical de la variedad "Sultanina" creciendo libre de nemátodos en 2 tipos de suelos, de manera de determinar la eficiencia y correlaciones que existen entre los métodos. Esta actividad se abordó en la tesis e pregrado del señor Juan Pablo Pizarro, la cual se incluye en los anexos de este informe.

Lugar de trabajo

El estudio se llevó a cabo entre agosto y octubre de 2004, en el Fundo Juntas, propiedad de Fernando Prohens Espinosa, ubicado a 96 km al interior del Valle de Copiapó en la comuna de Tierra Amarilla, III Región. Este trabajo formó parte del proyecto de investigación FIA "Desarrollo de un modelo del crecimiento y una metodología de evaluación de las raíces de la vid, a nivel de campo, como base

para el incremento sustentable de la productividad de los parronales de uva de mesa", que llevó a cavo la Facultad en la Región hasta finales de 2006.

Método

Se trabajó en dos suelos: uno de textura gruesa con bajo contenido de matriz (suelo liviano); y otro de textura media (suelo pesado). En cada uno se seleccionaron tres plantas de óptimas condiciones y homogéneas de *Vitis vinifera* L. var. Sultanina las que se caracterizaron detalladamente considerando: perímetro de tronco (a 1 m de altura), perímetro de los brazos, número y largo de los cargadores y/o pitones y fertilidad efectiva.

Posteriormente se realizó, sobre las mismas plantas, la evaluación sistemática del sistema radical a través de cuatro métodos de medición en la medida que el suelo lo permitió.

Para facilitar la ubicación de las raíces en el perfil, y de esa forma hacer más eficiente el mapeo de ellas, se utilizó una malla reticulada a 20x20 cm.

En todos los métodos las raíces se midieron tomado en cuenta su diámetro, clasificándolas según los siguientes rangos:

- . Menores que 0,5 mm, raíces finas.
- . Entre 0,5 y 2,0 mm, raíces delgadas.
- . Entre 2,0 y 5,0 mm, raíces medias.
- . Mayores que 5,0 mm, raíces gruesas.

Cuando fue posible se calculó el índice de enraizamiento que Van Zyl (1988) adaptó para la vid a partir de la metodología propuesta por Du pont y Morlat:

$$IE = \frac{R(< 0,5mm) + R(0,5 - 2,0mm)}{R(2,0 - 5,0mm) + R(> 5,0mm)}$$

Donde: IE = Índice de enraizamiento

R = Número de raíces en las diferentes categorías señaladas

Método del Barreno

Basándose en el método del barreno (Weller, 1967) se tomaron muestras cada 20 cm de profundidad, hasta completar el metro, en cinco puntos en la sobrehilera y cinco puntos en la entrehilera. Estos tenían 25 cm de separación y se ubicaron, en el caso de la sobrehilera, sobre una línea recta imaginaria perpendicular a la hilera de plantación que se proyectó a 70 cm del tronco, en el caso de la entrehilera la línea imaginaria corrió de forma paralela a la hilera, a igual distancia del tronco que la anterior. Como referencia se usó la planta, el punto central de muestreo fue el que estaba frente a esta y el resto se distribuyó dos a la derecha y dos a la izquierda. (Figura 5)

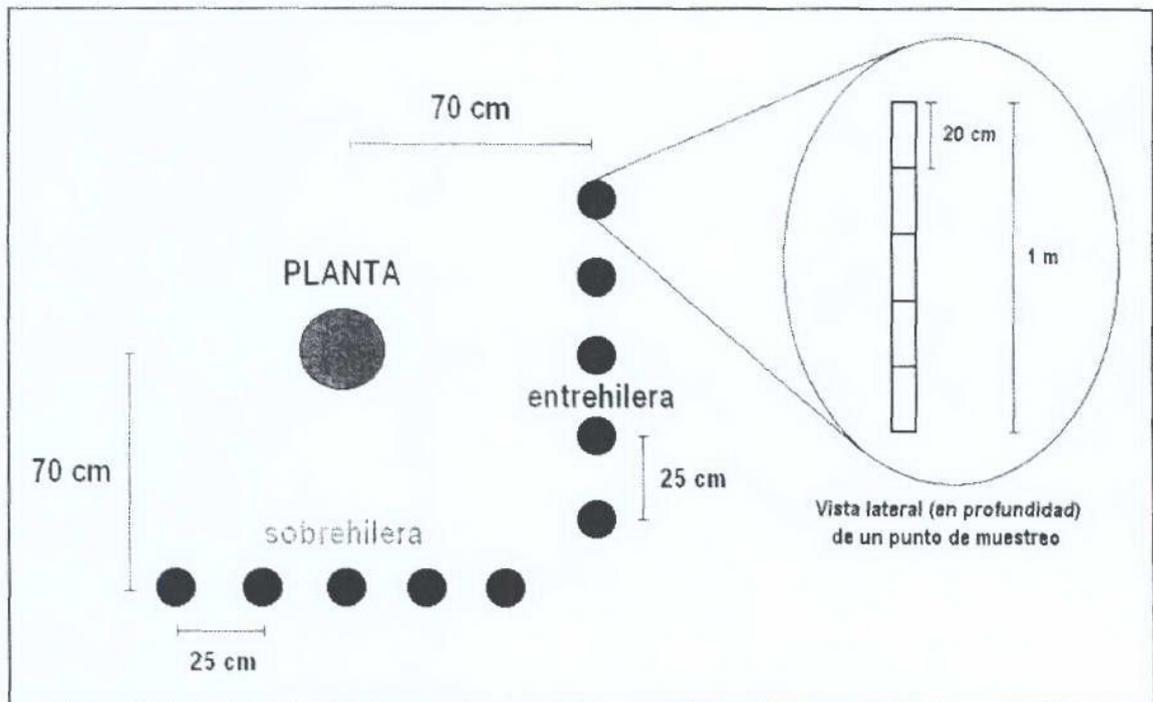


Figura 5. Esquema del método del barreno.

Para llevar a cabo esta metodología se usó un barreno de tarro, el que poseía un volumen aproximado de 770 cm^3 . De cada una de las muestras tomadas se separó suelo y raíces, evaluando el peso fresco y seco de estas últimas. También se calculó el largo aproximado de raíces obtenido en cada muestra mediante el método de las intersecciones (Newman, 1966). Con este análisis se hará una extrapolación del sistema radical presente en el volumen de suelo correspondiente a cada profundidad.

Terminada la anterior evaluación se procedió a abrir calicatas (figura 6). Se hicieron dos por planta, cuyas posiciones con respecto a esta fueron: frontal (perpendicular a la hilera de plantación), a 60 cm desde el tronco y desde la mitad de una entre hilera a la mitad de la otra; y lateral (paralela a la hilera de plantación), a 60 cm desde el tronco y con un largo de 3,0 m. Tuvieron en promedio 1,25 m de profundidad. Posteriormente se continuó con los tres métodos de evaluación restantes.

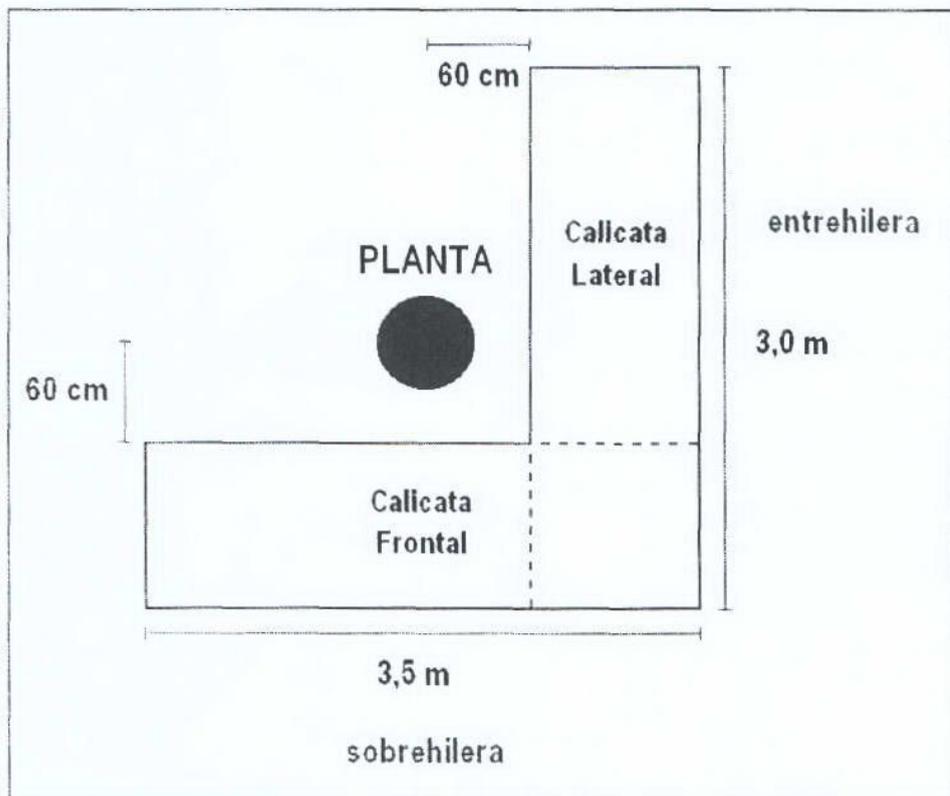


Figura 6. Posición de calicatas.

Mapeo rápido

Se hizo un mapeo rápido y práctico del sistema radical, realizando un croquis en el que se registraron las raíces considerando ubicación en el perfil, zonas de concentración, tamaño y problemas eventuales que pudiesen presentar.

Mapeo detallado

Posteriormente se realizó el mapeo de las raíces utilizando el método del perfil (Van Zyl, 1988) registrando en detalle la distribución y tamaño de las raíces que

quedaban expuestas en la pared estudiada. Se identificó con un símbolo a cada raíz, de acuerdo al rango de diámetro al que perteneciese.

Haciendo un análisis cuantitativo de los datos registrados a través de este método fue posible calcular el índice de enraizamiento y, además, generar gráficos con esta información.

Método de los monolitos

Por último se aplicó el método de los monolitos (Böhm, 1979). De acuerdo a esta metodología se retiraron cubos de suelo de $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$, usando una malla de $20 \times 20 \text{ cm}^2$ como referencia para la ubicación del molde. La idea original contempló extraer el perfil completo, sin embargo fue necesaria introducir una modificación por lo que se muestreó sólo una porción del perfil, distribuida en columnas, distanciadas a 40 cm entre si y cuyas dimensiones eran de 20 cm de ancho y 1 m de profundidad, de cada columna se obtuvieron 5 muestras (figura 7).

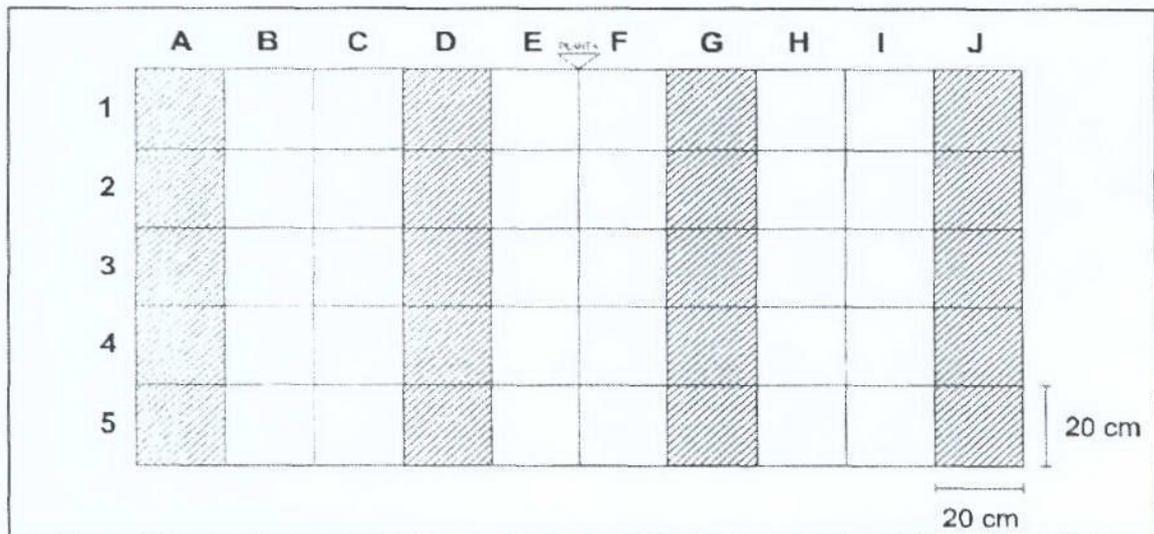


Figura 7. Esquema del muestreo usado para el método del monolito. Las zonas achuradas corresponden a las columnas extraídas.

Para cada muestra se realizó el análisis descrito en el método del barreno.

Diseño Experimental

La unidad experimental fue la planta, considerando 3 repeticiones por tipo de suelo. Se realizaron estadígrafos de posición para ordenar y mostrar los datos recopilados

2.2. Validación de la metodología en plantas con marcada diferencia en el potencial productivo (A22. Metodología v/s Potencial Productivo).

Una vez obtenidos los resultados anteriores y seleccionados los métodos que permiten caracterizar en forma práctica y con mayor exactitud el sistema radical, para ambos tipos de suelo, se procedió a validar la metodología, esta actividad fue parte de la tesis de pregrado del señor Eduardo Rojo, la cual se incluye en los anexos de este informe.

El estudio se realizó en la localidad de La Junta, en el Fundo del mismo nombre, ubicado a 100 km al interior del Valle de Copiapó, Región de Atacama, durante los meses de marzo, abril, mayo y diciembre del año 2005. La agrupación climática para la zona estudiada corresponde a la de Desértico de Altura y sus precipitaciones anuales promedio alcanzan los 27 mm (Novoa *et al.*, 1989).

Diseño del estudio

Material vegetal y definición de sitio

Se utilizaron plantas de la variedad Thompson Seedless de 20 años de edad, de igual manejo productivo, conducidas en sistema de parrón español, con una distancia de plantación de 3,5 x 3,5 m y regadas con una línea de goteros de 4 L · h⁻¹ puesta a un costado de la hilera de plantación, sobre camellones. El estudio se realizó en dos sitios según dos tipos de suelo característicos de esta desértica región, seleccionados mediante la observación de calicatas realizadas como parte del manejo habitual del predio:

- a) Sitio 1: Suelo franco profundo. En este suelo se seleccionaron 8 plantas según apreciación visual de su vigor vegetativo y diámetro de tronco, separadas en 4 plantas de alto potencial productivo y 4 plantas de bajo potencial productivo.
- b) Sitio 2: Suelo franco delgado con sustrato arenoso subyacente. En este suelo se seleccionaron 8 plantas según apreciación visual de su vigor vegetativo y diámetro de tronco, separadas en 4 plantas de alto potencial productivo y 4 plantas de bajo potencial productivo.

Diseño experimental

El ensayo se realizó bajo un diseño completamente al azar con 4 repeticiones por tratamiento. La unidad experimental correspondió a la planta y se seleccionaron 8 por tipo de suelo, subdivididas en 4 plantas de alto potencial y 4 plantas de bajo potencial productivo.

Descripción del sitio de trabajo

Descripción de suelo

Se efectuó una descripción general de los suelos con la finalidad de caracterizar los sitios del estudio. Dicha descripción fue realizada en paralelo al desarrollo de la metodología del mapeo detallado de raíces, descrita más adelante, utilizando las calicatas realizadas para tal efecto.

Muestras nematológicas

En cada unidad experimental y utilizando un barreno edafológico, se tomó una muestra de suelo adyacente a la planta, sobre la hilera de plantación, al lado opuesto de la línea de goteros y a una profundidad de 30 cm. El procedimiento fue realizado en el mes de junio y las muestras colectadas fueron llevadas de inmediato al Laboratorio de Nematología de la Universidad de Chile, para su evaluación.

Condición vegetativa y productiva de las plantas

Caracterización de las plantas

Con el fin de caracterizar las unidades experimentales de cada tratamiento, posterior a la poda, se contabilizó el número de cargadores por planta, su largo, medido con una cinta plástica graduada en cm y su diámetro central, medido con un pie de metro manual, así como el número de yemas por cargador. Las mediciones se realizaron el día 31 de mayo de 2005. Además, se midió el perímetro de tronco a una altura de 40 cm, medido con una cinta plástica graduada en cm, con la finalidad de determinar el área de sección transversal de tronco (ASTT). Para su cálculo se utilizó la fórmula del área de la circunferencia ($\pi \cdot r^2$).

Peso de poda

Los días 16 y 17 de mayo de 2005 (época de poda para la zona), se evaluó el peso de poda de todas las plantas utilizadas en el estudio, siguiendo el criterio de poda del predio (30 cargadores con 8 yemas por planta). Para esto se utilizó una balanza digital de colgar (Extech, modelo 160394, USA).

Determinación de la producción

Para efectos de cuantificar la producción, se pesó el total de kg acumulados en cada floreo, de todos los racimos cosechados desde el mes de diciembre, incluido el descarte de exportación, en cada una de las 8 plantas seleccionadas en cada sitio. Para esta evaluación se utilizó una balanza digital de sobremesa (Vento, HJ-1200H-N).

Evaluaciones del sistema radical

Entre los días 14 de marzo y 31 de mayo del año 2005 (época de postcosecha), se realizaron las evaluaciones del sistema radical de cada planta, para lo cual se probaron tres metodologías en el orden y forma que a continuación se señala:

Método del barreno

En base a la metodología descrita por Weller (1967), se realizó un muestreo frontal que consistió en la toma de cinco muestras (Mx..n) cada 20 cm de profundidad, en cinco puntos (Px..n) situados horizontalmente cada 45 cm sobre una línea perpendicular a la hilera de plantación, centrada frente al tronco y a una distancia de 90 cm del mismo (Figura 8) y un muestreo lateral consistente en la toma de cinco muestras (Mx..n) cada 20 cm de profundidad, en cinco puntos (Px..n) situados horizontalmente cada 45 cm sobre una línea paralela a la hilera de plantación, centrada frente al tronco y a 90 cm de este (Figura 8). Para la toma de muestras de suelo se utilizó un barreno de 9,5 cm de diámetro.

Cada una de las muestras de suelo tomadas fueron puestas en bolsas plásticas y llevadas a laboratorio para realizar una separación manual de las raíces. Después de la separación fueron lavadas con agua y divididas en cuatro categorías de diámetro según lo propuesto por Van Zyl (1988), luego de lo cual se llevó a cabo la medición del peso fresco de cada categoría para realizar una estimación del

sistema radical presente en el volumen de suelo correspondiente a cada profundidad.

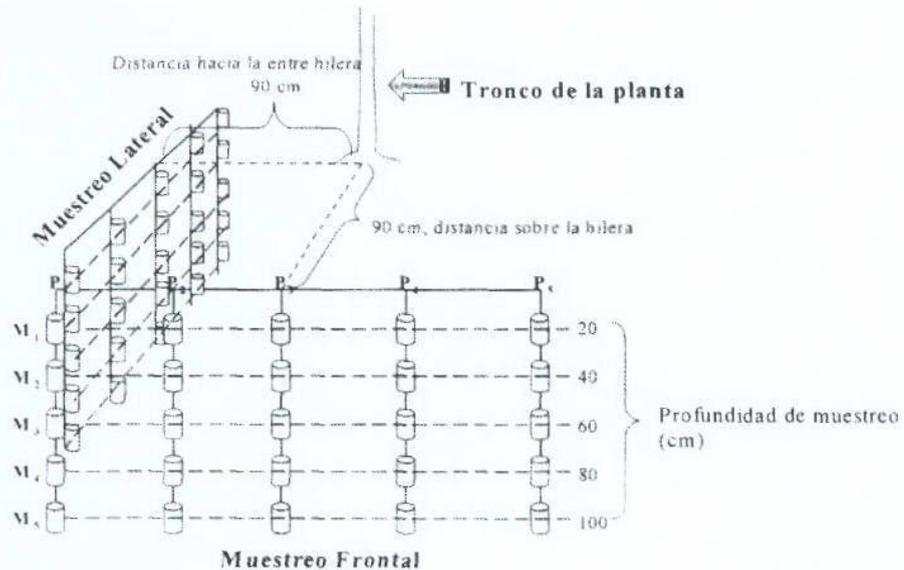


Figura 8. Esquema tridimensional de muestreo del sistema radical mediante el método del barreno.

Mapeo detallado del perfil

Para cada unidad experimental se realizaron dos calicatas en dos posiciones respecto a la planta, la primera, denominada calicata frontal, situada a una distancia de 60 cm desde el tronco, perpendicular a la hilera de plantación, con una dimensión de excavación de 200 cm de largo (centrada frente al tronco de la planta) por 80 cm de ancho y una profundidad mínima de 180 cm, considerando el camellón de 20 cm de alto (Figura 9). La segunda calicata, denominada calicata lateral, situada a una distancia de 60 cm desde el tronco, paralela a la hilera de plantación y del lado de la línea de goteros, con una dimensión de 160 cm de largo por 80 cm de ancho y una profundidad mínima de 180 cm (Figura 9).

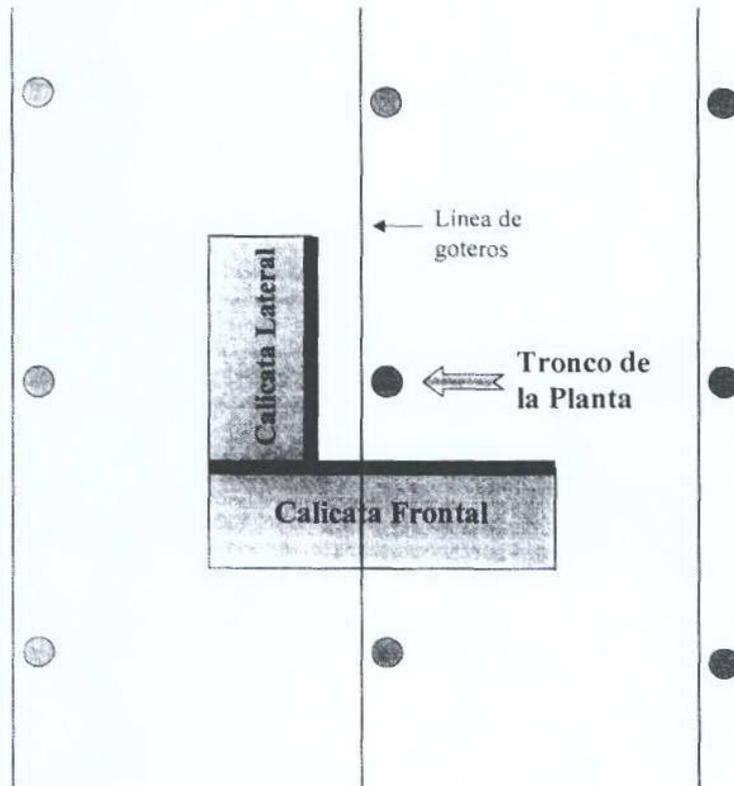


Figura 9. Ubicación de la calicata frontal y lateral en torno a la planta. La línea de color rojo indica el perfil estudiado.

Las evaluaciones en cada calicata se realizaron de acuerdo al método del perfil (Böhm, 1979), utilizando una malla de cordel de 200 x 200 cm compuesta de cuadrículas de 20 x 20 cm, puesta sobre el perfil orientado hacia la planta (figuras 10 y 11 y línea roja de Figura 9), a este perfil se le removió una delgada capa de suelo adicional para exponer las raíces y se procedió a detallar en una planilla de campo y para cada cuadrícula, la ubicación y número de raíces según su tamaño, de acuerdo a una de las cuatro siguientes categorías de diámetro propuestas por Van Zyl (1988).

- Menores que 0,5 mm, raíces finas.
- Entre 0,5 y 2 mm, raíces delgadas.
- Entre 2 y 5 mm, raíces medias.
- Mayores que 5 mm, raíces gruesas.

Se calculó para diferentes secciones de área el índice de enraizamiento adaptado para la vid por Van Zyl (1988), de acuerdo a la fórmula:

$$\text{Índice de enraizamiento} = \frac{R(< 0,5\text{mm}) + R(0,5 - 2\text{mm})}{R(2 - 5\text{mm}) + R(> 5\text{mm})}$$

Donde: R = Número de raíces en las diferentes categorías.

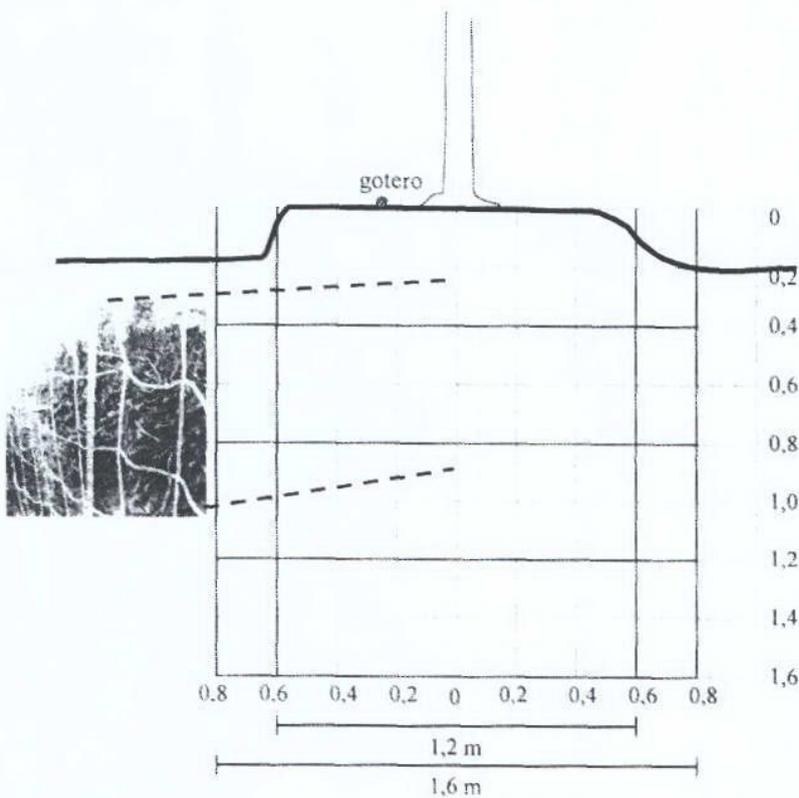


Figura 10. Esquema de disposición de las cuadrículas de la malla cordel para el mapeo detallado de raíces y las secciones de área del perfil en calicatas frontales.

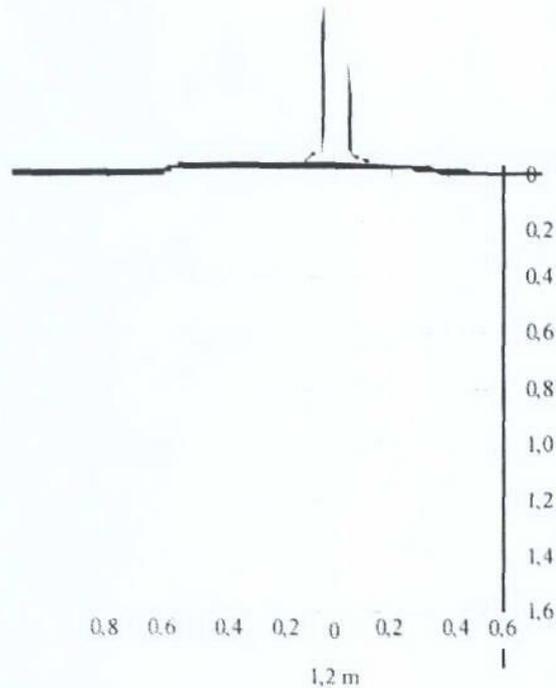


Figura 11. Esquema de disposición de las cuadrículas de la malla cordel para el mapeo detallado de raíces y las secciones de área del perfil en calicatas laterales.

De esta forma, para cada tipo de calicata se obtuvo la información detallada por cuadrícula del número de raíces de cada categoría de diámetro. Esta información fue agrupada en secciones de área de diferentes dimensiones dentro de cada perfil considerando dos anchos de calicata y cuatro niveles de profundidad para calicatas frontales (Figura 10) y un ancho de calicata y cuatro profundidades para calicatas laterales (Figura 11), para dilucidar que indicador de desarrollo del sistema radical (3 indicadores basados en el número de raíces de diferentes categorías de diámetro y uno basado en el índice de enraizamiento) presentaba la mejor asociación con el potencial productivo.

Adicionalmente se realizaron mapas de densidad de raíces en el perfil con el programa Sigmaplot 9.0 demo (Systat, Software Inc. California, USA).

Método de los monolitos

De acuerdo a esta metodología descrita por Böhm (1979), se extrajeron volúmenes de suelo ("monolitos") de 15 x 15 x 15 cm utilizando un cubo de metal de cinco caras, el cual fue introducido por medio de golpes en cada cuadrícula de la malla ubicada en el perfil de suelo utilizada en la metodología precedente (Figura 12), de cada cubo extraído se separó el suelo de las raíces clasificándolas según su diámetro de acuerdo a lo explicado en la metodología anterior para cuantificar el peso fresco de cada categoría presente en cada volumen de suelo.

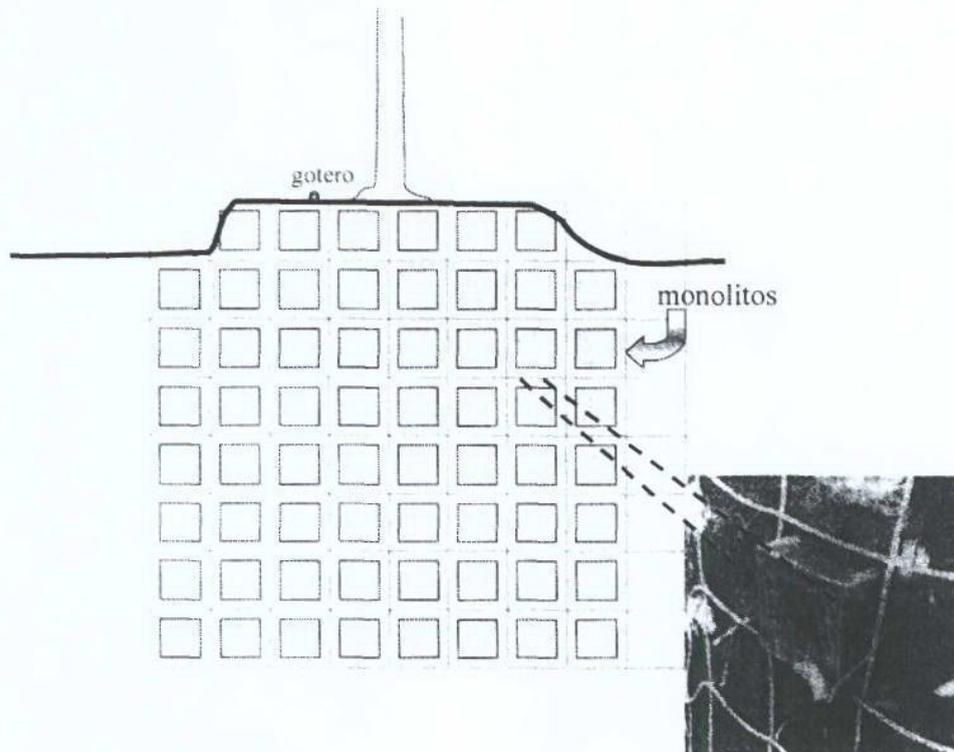


Figura 12. Esquema de muestreo del sistema radical, en una calicata frontal, según el método de los monolitos y detalle de la extracción *in situ* de los monolitos utilizando un cubo de metal de cinco caras.

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos se sometieron a análisis de varianza (ANDEVA) y en los casos que se presentaron diferencias significativas, se empleó la prueba de comparación múltiple de Duncan. Para comparar medias de dos muestras se utilizó el test "t" de Student ($p < 0,05$).

Se realizó análisis de correlación, con el objetivo de determinar las asociaciones entre los indicadores de desarrollo del sistema radical y los parámetros de potencial productivo. Se compararon diferentes modelos, en términos del grado de ajuste obtenido, mediante regresiones, para explicar la variable potencial productivo en función de la variable indicador de desarrollo del sistema radical.

El registro de los datos y el análisis estadístico fue realizado con EXCEL[®] (Microsoft Corporation 1985-1999) y el programa estadístico computacional STATGRAPHICS[®] Centurion XV Demo (StatPoint, Inc. 2006).

2.3. Caracterización del sistema radical de plantas normales "Sultanina" en predios de productores asociados. (A23. Sistema Radical Asociados)

El potencial productivo y las condiciones edafoclimáticas son diferentes para cada productor. Por lo tanto en los otros predios se tomarán al azar 4 plantas representativas del promedio del predio, las que serán marcadas antes de cosecha. Se les medirán parámetros vegetativos y productivos como en otros ensayos, que servirán de base para ser correlacionados con la cantidad y calidad del sistema radical que presenten.

El análisis se realizará basado en el uso de correlaciones y regresiones. El potencial productivo se relacionará mediante regresiones, graficando la curva que los asocia a los índices de enraizamiento y calidad de las raíces.

2.4. Caracterizar la calidad del sistema radical de acuerdo a la presión de nemátodos en el suelo (A24. Daño v/s Población de Nematodos).

Instalación rizotrons y evaluación de raíces.

La instalación de los mini-rizotrones se realizó durante el mes de julio del 2005. Se instalaron 8 mini-rizotrones en el corte 11, sector alto del fundo Pastillo, que cumple con la condición de presentar un ataque importante de nemátodos, cuyo daño se ve a simple vista en las raíces y también en la expresión vegetativa. Se

seleccionaron tres grupos de plantas; con baja cobertura vegetal, con cobertura vegetal media y con buena cobertura, lo que se complementó con una muestra de nematodos para determinar la relación entre la población de nematodos y la expresión vegetativa (Cuadro 1 y Figura 13). Posteriormente se procedió a aplicar nematicida a las plantas de buena calidad con el fin de eliminar por completo la población de nematodos del suelo. El seguimiento al crecimiento de las raíces se realizó a través de mini-rizotrones. Estos, constan de un cajón de madera de 50 cm de ancho x 50 cm de alto x 70 cm de profundidad, luego se instaló un vidrio de 50 cm x 50 cm x 4 mm de espesor cuadrículado a 2,5 x 2,5 cm. Estos están instalados en la sobre hilera, a 40 cm de la planta.

Cuadro 1. Numero de nematodos en 250ml de suelo, en plantas con distinta cobertura vegetal.

Nemátodos	Xiphinema index	Meloidogyne spp.	Criconemella sp.
Planta 4(baja cobertura)	244	700	500
Planta 5(cobertura media)	78	19	325
Planta 10(alta cobertura)	20	25	261



Figura 13. Planta baja cobertura (A), planta cobertura media (B), planta alta cobertura(C).

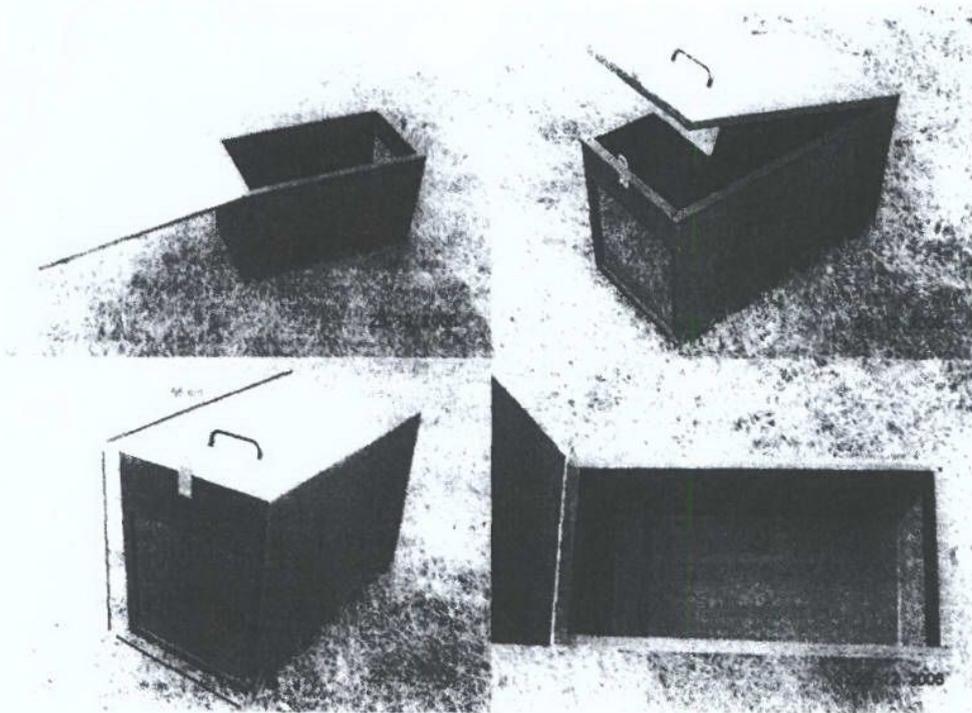


Figura 14. Vista general minirizotrones.

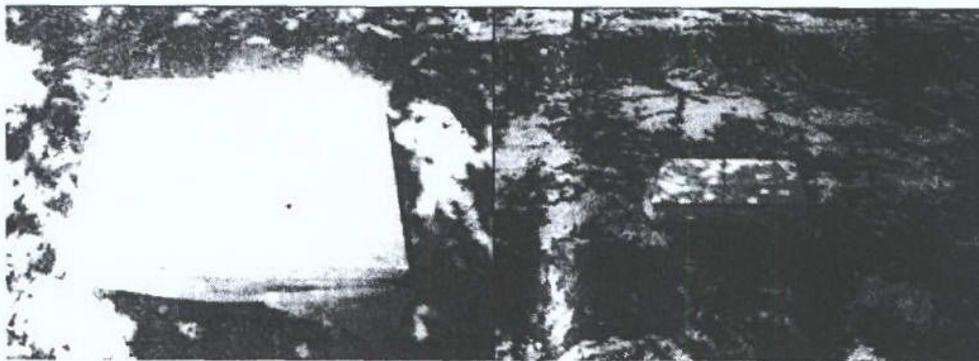


Figura 15. Vista minirizotrones en terreno.

Tratamientos nematicidas.

Se realizó un tratamiento con nematicida a las plantas con buena cobertura vegetal del ensayo de los mini-rizotrones, con el fin de eliminar completamente la población de nematodos. Los tratamientos se explican en el cuadro 2.

Cuadro 2. Tratamientos nematicidas.

Tratamientos	Tratamiento Nematicida
T0	Sin aplicación de nematicida
T1	5 aplicaciones de Nematicida Mocap [®] *

* Las aplicaciones de nematicida se realizaron cada 20 días a partir del estado fenológico de balla 8 mm, en dosis de 16cc/planta en 8 l de agua, equivalente a 3000 ppm de Mocap[®] por hectárea.

Ensayos anexos

En base a los resultados obtenidos, y buscando nuevas alternativas de desarrollo para esta actividad, se efectuaron dos ensayos anexos, ambos dirigidos a probar distintas formas de aplicación del nematicida en el suelo, buscando así una mayor eficiencia. El objetivo general del primer ensayo, realizado en el fundo el Daín, ubicado en el pueblo de San Félix, y propiedad de don Eduardo Mulet, fue disminuir la población de nematodos en dos variedades de uva de mesa "Sultanina" y "Flame Seedless". El segundo ensayo consistió en realizar una comparación entre dos métodos de aplicación del nematicida, la aplicación tradicional a través del sistema de riego, y una aplicación dirigida al suelo realizada con un inyector en 4 puntos alrededor de la planta.

Metodología

Ensayo 1. Se aplicó el nematicida "Mocap[®] Bayer Crop Science", a una concentración de 2000 ppm, para esto se aplicaron 5 litros de solución nematicida con el pitón de una pulverizadora en 5 plantas de cada variedad. Previo a la aplicación se realizó un riego de 4 horas para que el suelo estuviera más húmedo y así obtener una mejor penetración del nematicida, luego de terminada la aplicación se realizó un riego de dos horas para ayudar al nematicida a penetrar a una mayor profundidad.

Ensayo 2. Se aplicó el nematicida "Mocap[®] Bayer Crop Science", a una concentración de 2000 ppm, utilizando dos metodologías, en la primera, fue la realizada en el campo aplicando el nematicida a través del sistema de riego, y en la segunda, fue la aplicación de la misma concentración de producto pero en cuatro puntos en torno a la planta aplicado con el inyector, para lo cual se aplicaron 5 litros de solución. (Figuras 16 y 17)

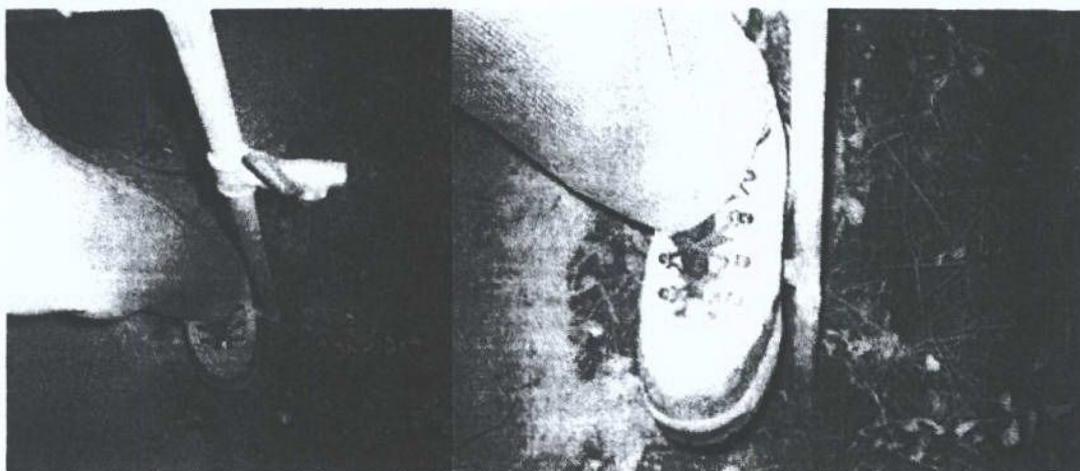


Figura 16

Figura 17

Monitoreo del crecimiento de las raíces

El seguimiento al crecimiento radical, se realizó mediante fotografías digitales tomadas al vidrio una vez a la semana, en donde posteriormente se contaron el número de intersecciones de las raíces con el cuadrículado, utilizando la misma metodología utilizada para el resto de los rizotrones del proyecto.

ACTIVIDAD 3. DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PRÁCTICO Y OBJETIVO DE OBSERVACIÓN DE LA HUMEDAD, CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA Y TEMPERATURA DE SUELO EN CALICATAS, UTILIZANDO EL INSTRUMENTO "WET SENSOR", COMO APOYO A LOS PROGRAMAS DE MANEJO DEL AGUA DE RIEGO. (A3. WET SENSOR)

Basado en la observación tradicional realizada por el productor, que consiste en el "calicateo" periódico durante la temporada (ver figuras 18 y 19), se realizó en forma paralela, aprovechando las mismas calicatas, un seguimiento de la humedad, conductividad eléctrica y temperatura de suelo. Es importante mencionar que el objetivo de este trabajo es cuantificar lo que el productor, fruto de su experiencia de años, señala como una buena, media o mala condición de humedad para cada sector del predio. Dado que es factible acceder a la curva característica de cada uno de los suelos del predio, se podrá realizar una mejor aproximación y calibración del equipo en la interpretación de la humedad manejada hasta la actualidad en forma subjetiva.

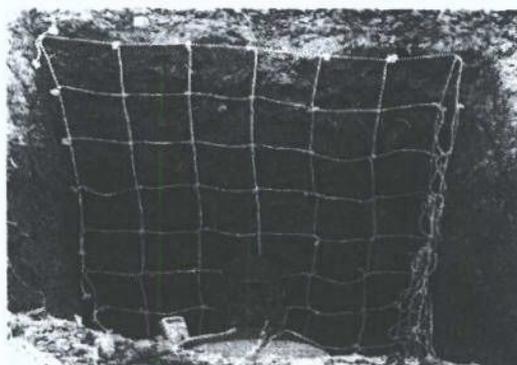
El trabajo se puso en práctica con evaluaciones periódicas cuyos resultados serán graficados de inmediato de manera de poder tomar decisiones de manejo dirigidas a solucionar problemas con la humedad y conductividad de suelo.

El trabajo será llevado a cabo en todo el predio, realizando, bajo diversas condiciones de suelo, topografía, variedades y salinidad, el registro de la información. Los datos serán ordenados y analizados de acuerdo a estadística descriptiva, basándose principalmente en estadígrafos de posición, dispersión y gráficos.

Como complemento, se realizó un seguimiento del contenido de sales en el suelo, en el predio del señor Mario Hoelvet, en donde el objetivo principal era determinar la eficiencia del lavado de sales con dos sistemas de riego; goteo y tendido. Para esto se realizaron dos tratamientos, el primero realizando riegos de lavado con el sistema de goteo, y el segundo realizando riegos con sistema de goteo más riego por tendido. Se realizó un riego por semana de 15 hrs, durante 4 meses.

Evaluaciones

Se realizaron evaluaciones periódicas en una calicata por tratamiento en donde se midió el contenido de agua y sales en el suelo, utilizando el sensor W.E.T y un conductímetro.



Figuras 18 y 19. Forma y ubicación de las calicatas para realizar las evaluaciones con el WET SENSOR. El objetivo es obtener una radiografía de todo el perfil, principalmente de la zona de la entre hilera que tiende a secarse. En este sector hay raíces activas que provocan una señal hormonal por el estrés hídrico, provocando la detención del crecimiento de los brotes y fruta de menor calibre.



Figura 20. Sistema tradicional subjetivo implementado por el Dr. Eduardo Alonso de observación de calicatas.

ACTIVIDAD 4. VALIDAR EL PROTOCOLO DE EVALUACIÓN DEL TIPO Y CALIDAD DEL SISTEMA RADICAL (OBJETIVO 2) EN ENSAYOS DIRIGIDOS A MEJORAR EL POTENCIAL PRODUCTIVO DE LOS PARRONES. (A4. ENSAYOS DIRIGIDOS)

4.1. Evaluar sectores con poda de raíces y tratamientos complementarios (guano, nematicida y bioestimulantes radicales) realizada en la temporada 2003. (A41. Poda de Raíces 2003)

Este trabajo ha sido establecido como parte de la memoria de título del señor Carlos Pérez.

El estudio se realizó en la localidad de Los Loros, comuna de Tierra Amarilla, en el Valle de Copiapó entre los años 2002 al 2004. Se utilizaron plantas de uva de mesa variedad Sultanina plantadas a una distancia de 3m x 3m, con riego por goteo y regímenes de riego largos, es decir, tiempo de riegos entre 10 y 18 horas seguidas (de 133 a 239 metros cúbicos por hectárea). Se eligieron dos tipos de suelo, textura gruesa y textura franca, en antecedente de presencia de nemátodos.

Tratamiento y diseño de los ensayos

Con el objetivo de caracterizar el sistema radical de los sitios estudio se realizó una descripción general de los suelos de cada sector previo los ensayos, se evaluaron tres calicatas cavadas transversalmente a la línea de goteros en un sector con suelo de textura franca y tres en otro sector con suelo de texturas gruesas.

Poda de raíces y tratamientos complementarios en el punto de corte

El estudio está conformado por dos ensayos tal como se explica más adelante. Se eligieron al azar tres plantas por tratamiento, ocupando la planta del medio como unidad experimental y con tres repeticiones en cada sector de estudio.

Ensayo 1. Tratamiento en suelo de textura gruesa (Sector Indio Uno)

Este ensayo se realizó sobre un suelo, de texturas gruesas; en el que se efectuaron cinco tratamientos (Cuadro 3): testigo (T0); poda de raíz (T1); poda de raíz complementada con Namacur® a una dosis de 5000 ppm en 10 litros de agua en el punto de corte (T2); poda de raíz con Bioradicante® a una dosis de 13cc por planta en 10 litros de agua en el punto de corte (T3); y un último tratamiento de poda de raíz complementado con 15 kg de guano 300g de Urea, 500g de Sulfato de Potasio y 500g de Superfosfato Triple por planta en el punto de corte (T4) repartido en cada lado de la planta. La poda de raíz se efectuó con pala a 50 cm del pie de la planta y a una profundidad de 40 cm. Esta labor se llevó a cabo en enero del 2003.

Ensayo 2. Tratamiento en suelo de textura franca (Sector Parrón Viejo)

El ensayo 2 se realizó en un suelo de textura franca y profundo, en el que además de los tratamientos indicados para el Ensayo 1 (Cuadro 3), se agregó un tratamiento de poda de raíz complementada con guano solo (T5). En este caso la poda de raíces se realizó con un subsolador a una distancia de 110 cm de la planta (a ambos costados) y a 50 cm de profundidad. Esta labor se llevó a cabo en el mes de enero del 2003.

Cuadro 3. Tratamientos del estudio en sector de textura gruesa (Indio Uno) y sector de textura franca (Parrón Viejo).

Tratamiento		Detalle	Textura gruesa	Textura franca
T0	Testigo		X	X
T1	Poda de raíces		X	X
T2	Poda de raíces + Namacur®		X	X
T3	Poda de raíces + Bioradicante®		X	X
T4	Poda de raíces + guano + fertilizante ^{1/2}		X	X
T5	Poda de raíces + guano			X

^{1/2} Fertilizantes repartidos en ambos lados de la planta en la dosis de: Urea 300g/planta, Sulfato de Potasio 500g/planta, y Superfosfato Triple 500g/planta.

Evaluaciones

Las evaluaciones de los tratamientos fueron los siguientes:

Caracterización del sitio de estudio

En las calicatas cavadas transversalmente a la línea de goteros se procedió a determinar la distribución de las raíces utilizando un reticulado de 25 x 25 cm. Luego se contó el número de raíces en cada cuadrante, evaluando el tamaño de las raíces según su diámetro de acuerdo a la metodología propuesta por Du Pont y Morlat, adaptado para vid por Van Zyl (1988) y que se indica más adelante. Con la información se generaron mapas de la distribución de las raíces y gráficos de ésta, tanto en profundidad como lateralmente.

Seguimiento del crecimiento de raíces mediante rizotrón

Con el objetivo de probar el uso de este sistema de estudio, se instaló un rizotrón con un vidrio de 5mm de grosor en cada sector de manera de conocer el ritmo anual de crecimiento del sistema radical y evaluar el comportamiento práctico de estas estructuras en cada tipo de suelo. Estos se instalaron en un marco de madera en una pequeña base de cemento en el fondo de la excavación realizada para este fin. Se utilizó madera y greda para sellar el borde del vidrio con el perfil

de suelo y entre la pared del suelo y el vidrio se incorporó un sustrato a base de arena de río y suelo colado del sitio. En el vidrio se dibujó un cuadrículado de 2,5 x 2,5 cm de lado, luego el crecimiento se estimó contando las intersecciones entre las raíces y el cuadrículado.

Crecimiento de raíces en jaulas de enraizamiento

Esta evaluación solamente se llevó a cabo en el cuartel de suelo de textura franca ("Parrón Viejo"). Estas jaulas fueron instaladas en el punto de corte de la poda de raíces a una profundidad aproximada de 25 cm, 4 jaulas por cada tratamiento. Las jaulas fueron fabricadas a partir de una malla metálica en forma de cubo cuya arista fue de 11 cm (Figura 21). Luego de extraer las jaulas, en el otoño del 2004, las muestras fueron lavadas con agua para separarlas del sustrato y se determinó su peso fresco. Posteriormente, las raíces fueron dispersadas al azar sobre un cuadrículado de 1 x 1 cm de lado, de 18 cm por 30 cm de superficie; y se procedió a estimar el largo de raíz de acuerdo a la fórmula propuesta por Böhm, citado por Van Zyl (1988):

$$\text{Largo Raíz (cm)} = 0,786 \times \text{número de intersecciones} \times \text{unidad cuadrículado (cm)}$$



Figura 21. Fotografías de jaulas de enraizamiento extraídas en terreno en el ensayo 2, sector "Parrón Viejo".

Índices de enraizamiento

Para determinar los índices de enraizamiento se realizó una calicata por cada tratamiento en la entre hilera, paralela a la línea de goteo, a una distancia aproximada de 90 cm desde la planta, cuyas dimensiones fueron 1,2 metros de ancho y de 1,5 metros de profundidad en el suelo de textura franca "Parrón Viejo" y de 70 cm de profundidad en suelo de textura gruesa "Indio Uno" por condiciones de suelo. Se realizó un cuadrículado de 25 x 25 cm, y se procedió a contar el número de las raíces en cada cuadrante (Figura 22). Se evaluó el tamaño de las raíces de acuerdo al diámetro y se procedió a calcular el índice de enraizamiento

(IE), según la siguiente clasificación y metodología propuesta por Du Pont y Morlat, adaptado para vid por Van Zyl (1988):

- Menores que 0,5 mm, raíces finas.
- Entre 0,5 y 2 mm, raíces delgadas.
- Entre 2 y 5 mm, raíces medias.
- Mayores que 5 mm, raíces gruesas.

$$IE = \frac{(\text{raíces menores de 0,5 mm}) + (\text{raíces entre 0,5 y 2 mm})}{(\text{raíces entre 2 y 5 mm}) + (\text{raíces mayores de 5 mm})}$$

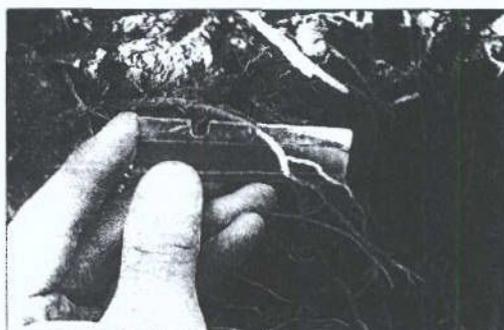


Figura 22. Implemento para contar las raíces en las calicatas.

Diagnóstico de la población de nematodos

Se realizó un diagnóstico de la población inicial de nemátodos de cada sitio en estudio antes del inicio de los tratamientos en enero del 2003, mediante una muestra compuesta. Posteriormente, al inicio del otoño del 2004, se evaluó nuevamente la población de nemátodos en cada tratamiento, tomando una muestra de cada ensayo en el sector del corte a 25 cm y 40 cm de profundidad, para luego agruparlas en una sola muestra compuesta por tratamiento.

Crecimiento de brotes

Se seleccionaron seis brotes por planta a los que se les midió su crecimiento total en la post cuaja. Se compararon los crecimientos totales finales por tratamientos.

Análisis estadístico

Para ambos ensayos el diseño experimental fue completamente al azar. La unidad experimental correspondió a una planta y se usaron 3 repeticiones por tratamiento. Los resultados se compararon mediante el cálculo de la desviación estándar de los tratamientos y se expresaron gráficamente.

4.2. Evaluar sectores con poda de raíces y/o promoción del crecimiento radical con tratamientos complementarios (compost, bioestimulantes, nutrientes) a realizar a partir de la temporada 2004. (A42.Poda de Raíces 2004)

La investigación se realizó durante la temporada 2004 - 2005 en el fundo Pastillo, ubicado en la III Región, Copiapó, Comuna Los Loros, Propiedad del señor Fernando Prohens Espinosa. Esta actividad formo parte de las tesis de titulo de los señores Sebastián Gajardo (para la evaluación del primer año) y Rodrigo Caquisani (para la evaluación del segundo año), ambas tesis se incluyen en los anexos de este informe.

Tratamientos

Se realizaron 5 tratamientos, con 4 repeticiones cada uno, dando un total de 20 plantas estudiadas. Los tratamientos se implementaron en febrero del año 2004 y se evaluaron uno y dos años después, en otoño del año 2005 y 2006.

Los tratamientos fueron los siguientes:

- T1 (testigo): sin poda de raíces, sin aplicación de tratamiento complementario.
- T2 (PR): poda de raíces, sin aplicación de tratamiento complementario.
- T3 (PR+B): poda de raíces, con aplicación de Biorradicante® en el punto de corte de raíces (30 ml por ambos lados de la planta), 15 días después de realizada la poda de raíces. Se realizó una segunda aplicación en el "peak" de crecimiento radical de primavera del año 2004.
- T4 (PR+G+P): poda de raíces, con aplicación de 16 kg de guano de cabra por planta, sobre la hilera de plantación en una trinchera de 20 cm de profundidad y 40 cm de ancho, tapado con restos de poda, más 82 g de H₃PO₄ por planta en el punto de corte de raíces a ambos lados de la planta, distribuido en 3 ocasiones (20, 40 y 60 días posterior a la poda de raíces).
- T5 (PR+C+P): poda de raíces, con aplicación de 8 kg de compost por planta, sobre la hilera de plantación en una trinchera de 20 cm de profundidad y 40 cm de ancho, tapado con restos de poda, más 82 g de H₃PO₄ por planta en el punto de corte de raíces a ambos lados de la planta, distribuido en 3 ocasiones (20, 40 y 60 días posterior a la poda de raíces).

Guano y compost fueron utilizados como sustrato con el fin de mejorar las condiciones físicas del suelo y permitir la exploración del sistema radical en forma superficial en la sobre hilera.

Evaluaciones

Descripción de suelo.

Se realizó una caracterización general del suelo en que se realizó el estudio, mediante la construcción de calicatas.

Distribución y crecimiento de raíces.

La evaluación de las raíces en calicata se realizó utilizando las metodologías que se describen a continuación.

Mapeo detallado del sistema radical: utilizando una malla de reticulado de 10 x 10 cm se procedió a evaluar la distribución y el tamaño de las raíces en el suelo, de acuerdo a la siguiente clasificación:

- Menores que 0,5 mm, raíces finas.
- Entre 0,5 y 2 mm, raíces delgadas.
- Entre 2 y 5 mm, raíces medias.
- Mayores que 5 mm, raíces gruesas.

Luego se procedió a calcular el índice de enraizamiento (IE) de acuerdo a la metodología propuesta por Du Pont y Morlat (1980), adaptado para vid por Van Zyl (1988).

$$IE = \frac{(\text{raíces menores de 0,5 mm}) + (\text{raíces entre 0,5 y 2 mm})}{(\text{raíces entre 2 y 5 mm}) + (\text{raíces mayores de 5 mm})}$$

El IE fue calculado para la calicata completa y para cada cuadrícula de 10 x 10 cm. Los datos obtenidos del IE por calicata fueron utilizados para realizar pruebas estadísticas y determinar diferencias entre tratamientos. Se realizó un mapeo de densidad de raíces finas y delgadas para evaluar su concentración en el perfil de suelo. Se evaluó, además, el número total de raíces del perfil.

Los datos obtenidos del (IE) por cuadrícula de 10 x 10 cm, número de raíces finas y delgadas y número total de raíces fueron traspasados a gráficos de densidad para determinar zonas de mayor crecimiento radical.

Para llevar a cabo el estudio de las condiciones de las raíces se realizaron calicatas. Para esto y por planta se construyeron dos tipos:

Frontales. Se ubicaron, perpendiculares a la línea de goteo, a una distancia de 50 cm desde el tronco de la planta. Se localizaron en dos sectores, la primera frente a la planta denominada calicata frontal sobre hilera (Figura 23 A) con dimensiones de 40 cm de profundidad y 40 cm de ancho. La segunda, denominada calicata frontal entre hilera (Figura 23 B) sobre el punto de corte de las raíces y con dimensiones de 50 cm de profundidad y 40 cm de ancho.

Lateral. Se ubicó en la entre hilera, paralela a la línea de goteo y al punto de corte de las raíces, a una distancia de 90 cm desde el tronco, sus dimensiones fueron de 50 cm de profundidad y 40 cm de ancho (Figura 23 C).

Para realizar el mapeo detallado de raíces, se utilizó una malla con reticulado de 10 x 10 cm, de 1 m² de área. Los gráficos se realizaron con el programa computacional Sigmaplot 9.0 demo (Systat, software Inc. California, USA).

Peso de poda.

Se evaluó el peso del material podado en mayo de 2005. Para determinar peso de poda del material vegetativo, se utilizó una balanza digital (Extech, modelo 160394, USA).

Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental fue totalmente al azar, con 5 tratamientos y 4 repeticiones cada uno. La unidad experimental correspondió a la planta.

Para comparar el efecto de los diferentes tratamientos sobre el comportamiento de las raíces se utilizó el análisis de varianza. Cuando se encontraron diferencias significativas, las medias de los tratamientos se separaron mediante la prueba de comparación múltiple de LSD ($\alpha = 0,05$).

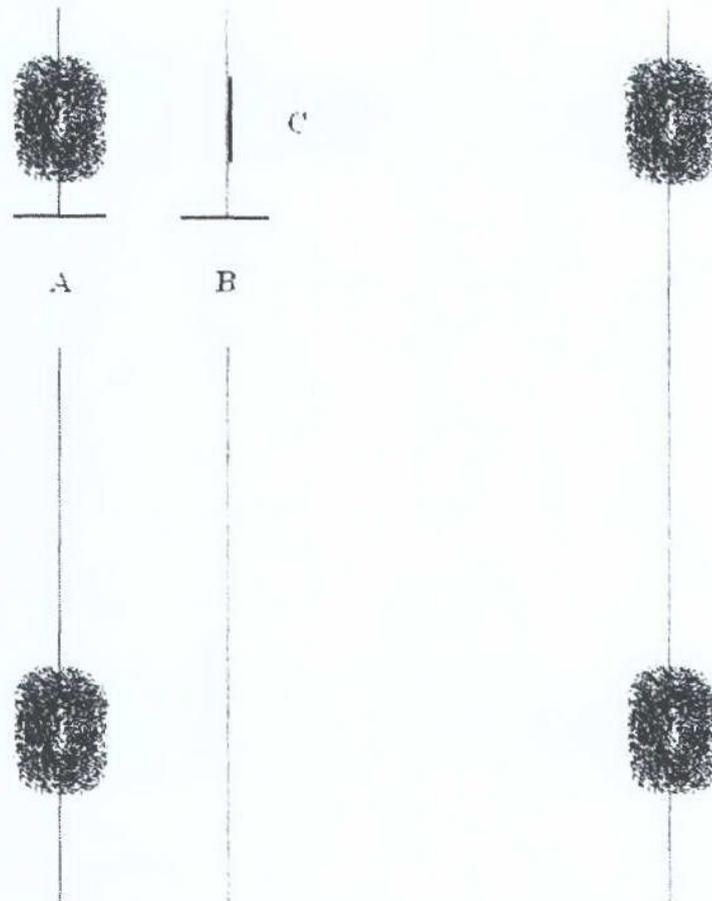


Figura 23. Ubicación de calicatas (la línea roja indica el perfil estudiado). Calicata frontal, sobre hilera A, calicata frontal entre hilera B y calicata lateral C.

4.3. Evaluar el efecto de diferentes sistemas de riego sobre el crecimiento de las raíces y potencial productivo de las plantas (A43. Riego v/s Crecimiento Radical).

Los tratamientos fueron implementados desde el primer año y se dejaron funcionando durante 2 temporadas para verificar si el cambio del patrón de mojamamiento del suelo tiene un efecto sobre el crecimiento vegetativo y esto se encuentra correlacionado con un cambio en el desarrollo del sistema radical. Esta actividad formo parte de la tesis de titulo del señor Pedro Araya, la cual se incluye en la sección anexos de este informe.

La evaluación se realizó entre junio y agosto del año 2006 en uva de mesa variedad "*Flame Seedless*", con un marco de plantación de 3 x 3,5 metros, que se riega habitualmente mediante goteo de una sola línea, con goteros separados a

1m, y un caudal de 4L h^{-1} , situado en el fundo El Tabaco, de propiedad de Don Omar Campillay, ubicado a 6 Km de Alto del Carmen por el camino El Tránsito, III Región.

Tratamientos

El ensayo consistió en 4 tratamientos que se distribuyeron en bloques de seis plantas para cada tratamiento (Cuadro 4), con cuatro repeticiones, siendo la unidad experimental la planta. Se utilizó un diseño totalmente al azar.

- T1: una línea de goteros ubicada a 20 cm de la planta, con gotero a nivel de piso, con emisores separados a 1 metro y un gasto de $4\text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$.
- T2: doble línea de goteros a nivel del suelo, ubicadas a 20 cm del tronco de la planta una a cada lado de esta, con emisores separados a 1 metro y con un gasto de $2,3\text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$
- T3: un línea de goteros levantada a 160 cm del suelo (colgadas mediante alambres) y ubicada a 20 cm de la planta, con emisores separados a 1 metro y un gasto de $4\text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$.
- T4: doble línea de goteros levantadas a 160 cm del suelo (colgadas mediante alambres), ubicadas a 20 cm del tronco de la planta una a cada lado de esta, con emisores separados a 1 metro y con un gasto de $2,3\text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$

Métodos

Se realizó una calicata por planta a 20 cm desde el tronco perpendicular a la hilera de plantación, con dimensiones de $50 \times 50 \times 300\text{ cm}$, como se muestra en la Figura 24.

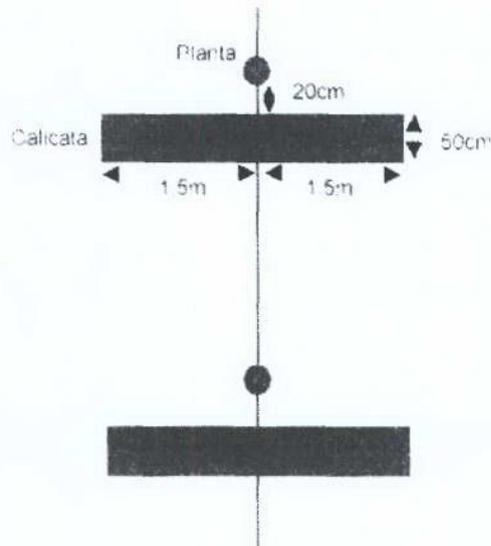


Figura 24. Esquema de distribución de la calicata sobre la hilera de plantación.

Se realizó la evaluación de los siguientes parámetros:

- 1) Distribución y crecimiento de raíces. En cada calicata construida se realizó esta evaluación utilizando metodologías que se describen a continuación.
 - a) Mapeo rápido del sistema radical: sistema práctico en el que se considera la ubicación de las raíces en el suelo, tamaño de las mismas por evaluación visual.
 - b) Mapeo detallado del sistema radical: utilizando una malla de reticulado de 10 x 10 cm se procederá a evaluar la distribución y el tamaño de las raíces en el suelo de acuerdo a la siguiente clasificación:
 - Raíces finas: con diámetro menor a 0,5 mm.
 - Raíces delgadas: con diámetro entre 0,5 y 2 mm.
 - Raíces medias: con diámetro entre 2 y 5 mm.
 - Raíces gruesas: con diámetro mayor que 5 mm.

Posteriormente con estos datos se calculó el índice de enraizamiento (IE) de acuerdo a la metodología adaptada para vid por Van Zyl (1988).

$$IE = \frac{R(< 0,5mm) + R(0,5 - 2,0mm)}{R(2,0 - 5,0mm) + R(> 5,0mm)}$$

- 2) Se realizó una caracterización de cada una de las calicatas, con el objetivo de determinar posibles limitantes al crecimiento de las raíces. Esta se realizó evaluando color, clase textural, estructura, consistencia, presencia de carbonatos y límites entre horizontes, según las normas establecidas en Soil Survey Manual (SSDS, 1993).
- 3) Se evaluó el peso de la madera eliminada en la poda en la temporada 2005-2006 de todas las plantas utilizadas en el estudio, siguiendo el criterio de poda del predio. Esto se realizó al momento de la poda colectando toda la madera eliminada y pesándola en una balanza digital. Se procedió a realizar un muestreo representativo del material eliminado, los cuales fueron llevados a laboratorio para pesarlos individualmente y medir su largo y diámetro de la base y la punta.
- 4) Se estimó la calidad de la madera dejada en la poda en el periodo de receso invernal. En cada uno de los cargadores dejados en la poda, se midió el diámetro del sarmiento en los entrenudos 2 y 6, y el largo de éstos hasta la yema 7, usando los entrenudos visibles. Con estas evaluaciones se calculó el volumen del cono truncado que representa al sarmiento en estudio. Se calcula el volumen desde el entrenudo 2, dada la irregularidad del diámetro en el primer entrenudo (Figura 25). Se realizó una regresión, con la información obtenida con el material colectado en la poda, entre el peso del cargador y volumen del cargador, a partir de esto se calcula el peso de la madera dejada en la planta hasta la yema número 7 (Catalán, 2004).

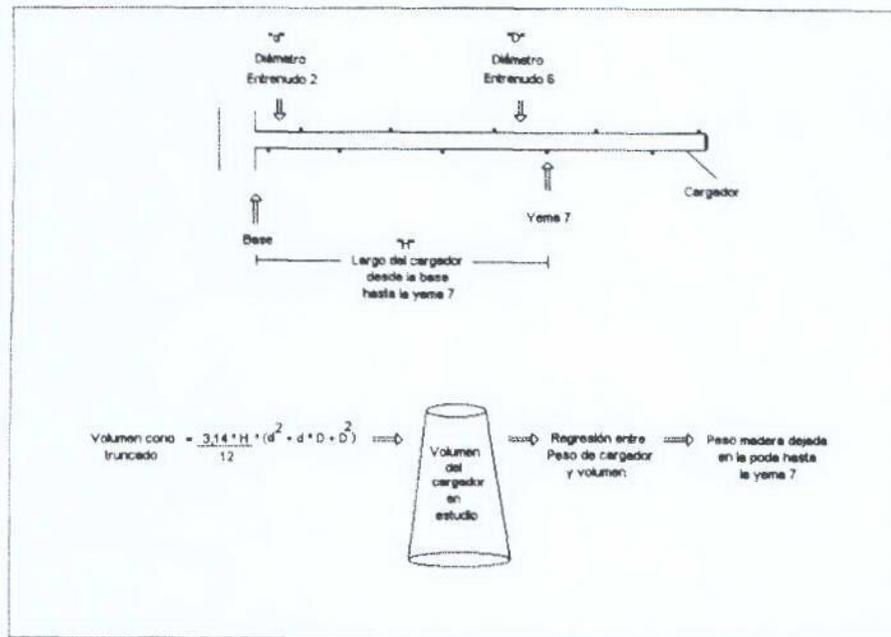


Figura 25. Procedimiento para estimar el peso de la madera dejada en la poda hasta la yema 7 (Catalán, 2004).

- 5) Además se complementaron los datos con evaluaciones de humedad (distribución y contenido), realizadas con el Sensor PR1 (Delta-T Devices, PR1-UM-01-2. RU) en cada uno de los tratamientos.

Se utilizó también la información de las siguientes evaluaciones ya realizadas:

- 1) Peso de la madera eliminada en la poda en la temporada 2004-2005 de todas las plantas utilizadas en el estudio, siguiendo el criterio de poda del predio. Donde se utilizó la misma metodología que en la realizada en la temporada 2005-2006.
- 2) El seguimiento al desarrollo del follaje de la planta realizado con el sensor Digital Plant Canopy Imager (CID, Inc., CI-110. EEUU) (ojo de pez) con el cual se fotografía el follaje de la planta y posteriormente se calcula el índice de área foliar.
- 3) Contenido de clorofila de las hojas que se evaluó en el estado de envero, por medios no destructivos, utilizando un determinador portátil de clorofila (OPTI-

SCIENCES, CCM-220. EEUU). Se consideró una planta por repetición y 4 brotes por planta (uno por cada brazo), en todas las hojas del brote desde la base hasta el extremo distal. Además se midió el largo de brote y el largo y ancho de cada hoja.

Diseño experimental y análisis estadístico

El ensayo consistió en 4 tratamientos que se distribuyeron en bloques de seis plantas para cada tratamiento con cuatro repeticiones, siendo la unidad experimental la planta.

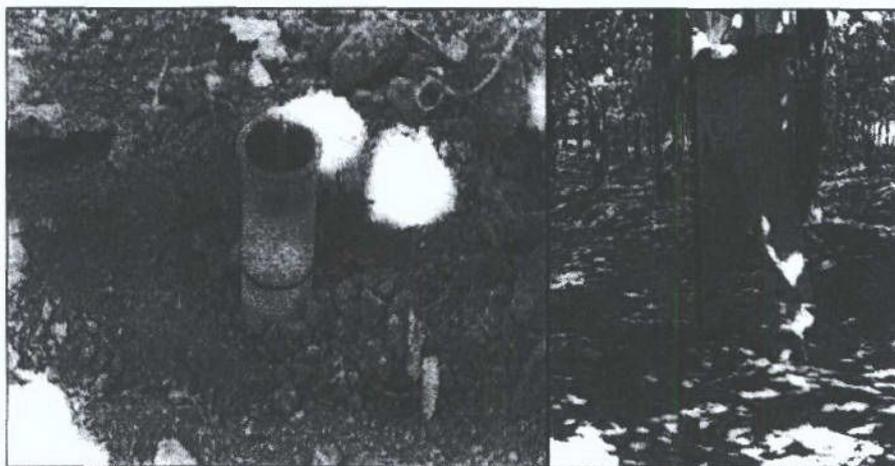


Figura 26. Tubo de acceso y utilización del PR1 en la evaluación de la humedad de suelo.

Actividad 5. Capacitación y difusión de los resultados obtenidos en el proyecto (A5.Capacitación y Difusión).

Esta actividad será desarrollada de la siguiente manera:

- a) Capacitación permanente de los productores y personal del predio durante todo el desarrollo de las actividades del proyecto.
Momento: todo el año.
- b) Días de campo: capacitación dirigida a difundir los trabajos y resultados entre los productores miembros del proyecto.
- c) Seminarios abiertos a otros productores de la zona.
- d) Difusión permanente de resultados y actividades en página WEB.
Momento: todo el año.

MATERIALES Y METODOLOGÍA DE USO GENERAL

Materiales

- 1) Medidor de conductividad eléctrica, humedad y temperatura en calicata. La temperatura, humedad y conductividad del suelo se midió en el campo utilizando un sensor Wet acoplado a un recolector de datos HH2 Moisture Meter versión 2 (Delta – T Devices Ltda. – Ivens® Chile), de acuerdo a la metodología de Callejas *et al.* (2002).
- 2) Medidores establecidos de temperatura ambiental y suelo. Se evaluó a través de un captador automático marca HOB0, tanto de temperatura ambiental como de suelo a 4 profundidades.
- 3) Instrumentos menores: pie de metro, huincha de medir, balanza, GPS.
- 4) Medidor de área foliar y escaneo de raíces, existente en el laboratorio.
- 5) Sensor Sunscan Probe (SS1, Delta-T devices, UK), el cual consiste en una barra de 1 metro que dispone de 64 sensores y permite registrar la intensidad de radiación medida en cada uno de los sensores (PAR).

Evaluaciones:

En los casos en que se requiera realizar evaluaciones sobre las plantas, tanto en la parte aérea como a las raíces, se realizarán de la siguiente manera:

- 1) Diámetro de tronco. En cada planta a una misma altura.
- 2) Peso de poda. En cada planta, se efectuará en invierno de cada año.
- 3) Fertilidad efectiva. Se evaluará la fertilidad efectiva en cada planta, enunciando el número total de racimos por cada planta.
- 4) Cuantificación del material de poda. Adicionalmente al conteo de cargadores y pitones, y peso de la poda, se procedió a desarrollar, para cada situación, una ecuación que permita asociar el largo y diámetro de cada elemento a un peso conocido. Esta regresión permitió cuantificar en forma no destructiva el peso aproximado del material dejado en la poda.
- 5) Caracterización del manejo del follaje. Con el objetivo de asociar las evaluaciones del punto 3, se procedió a describir la evolución del follaje en directa relación con las labores efectuadas en cada predio. Esta evaluación requiere considerar la medición del crecimiento de brote, para lo cual se tomaron al azar 4 cargadores por planta a los cuales se les evaluará su largo y tamaño de las hojas (largo y ancho) para generar la curva de regresión correspondiente respecto del área foliar. esta evaluación se realizó la primera temporada.
- 6) Número total de racimos por planta: Se realizó previo al ajuste de carga
- 8) Producción por planta: Número de racimos a la cosecha y peso de ellos.
- 9) Diámetro de las bayas. En una muestra al azar de 100 bayas proveniente de los racimos de una parra se procederá a evaluar el diámetro de las bayas.

Análisis estadístico

Dependiendo del diseño de cada ensayo, los resultados se someterán a análisis de varianza y en caso de presentarse diferencias significativas a la prueba de rangos múltiples de Duncan. Para aquellas comparaciones en que se desee integrar la información proveniente de diferentes localidades, respecto a variables como temperatura, crecimiento, etc., ésta se analizará mediante correlaciones y regresiones.

3. Actividades del Proyecto:

ACTIVIDADES DEL PROYECTO			AÑO	2003		
Objetivo especif. Nº	Actividad Nº	Descripción	Fecha Inicio (prog)	Fecha Término (prog)	Fecha Inicio (real)	Fecha Término (real)
1	1	A1. NUTRICION Y NEMATODOS				
1	1.1	A11.Crecimiento Raíz				
1	1.1.1	Instalación Rhizotrons Copiapó	DIC	DIC	FEB	MAR
1	1.1.2	Instalación Rhizotrons Huasco				
1	1.1.3	Capacitación Monitoreo				
1	1.1.4	Instalación medidores tº Copiapó				
1	1.1.5	Instalación medidores tº Huasco				
1	1.1.6	Monitoreo del crecimiento de las raíces				
1	1.1.7	Evaluación desarrollo planta				
1	1.2	A12. Modelo de Crecimiento				
1	1.2.1	Interpretación de datos y generación modelo				
1	1.3	A13. Biología de Nematodos				
1	1.3.1	Definición de sitio				
1	1.3.2	Toma de muestra				
1	1.3.3	Análisis e interpretación de resultados				
2	2	A2. EVALUACIÓN DEL SISTEMA RADICAL				
2	2.1	A21. Sistemas de Evaluación				
2	2.1.1	Definición de sitio				
2	2.1.2	Caracterización de las plantas				
2	2.1.3	Evaluaciones				
2	2.2	A22. Metodología v/s Potencial Productivo				
2	2.2.1	Definición de sitio				
2	2.2.2	Caracterización de las plantas				
2	2.2.3	Evaluaciones				
2	2.3	A23. Sistema Radical de Asociados				
2	2.3.1	Definición de sitio				
2	2.3.2	Caracterización de las plantas				
2	2.3.3	Evaluaciones				
2	2.4	A24. Daño v/s Población de Nematodos				
2	2.4.1	Definición de sitio y muestra de nematodos				
2	2.4.2	Instalación Rhizotrons y evaluación raíz				
2	2.4.3	Tratamientos nematocida				
2	2.4.4	Monitoreo del crecimiento de las raíces				
2	2.4.5	Evaluación planta				
2	2.4.6	Evaluación nemátodos y raíces				
2	2.5	A25. Protocolo de Evaluación				
3	3	A3. WET SENSOR				
3	3.1	Evaluación periódica de calicatas con WET				
3	3.2	Interpretación de resultados				
3	3.3	Conclusiones generales				
4	4	A4. ENSAYOS DIRIGIDOS				
4	4.1	A41. Poda de Raíces 2003				
4	4.1.1	Evaluaciones				
4	4.1.2	Interpretación y conclusiones				
4	4.2	A42.Poda de Raíces 2004				
4	4.2.1	Establecimiento del ensayo				
4	4.2.2	Evaluación producción				
4	4.2.3	Evaluación desarrollo plata				
4	4.2.4	Evaluación del sistema radical				
4	4.2.5	Conclusiones primer año				
4	4.2.6	Conclusiones segundo año y final				

4	4.3	A43. Riego v/s Crecimiento Radical				
4	4.3.1	Establecimiento del ensayo				
4	4.3.2	Evaluación humedad suelo				
4	4.3.3	Evaluación producción				
4	4.3.3	Evaluación desarrollo plata				
4	4.3.5	Evaluación del sistema radical				
4	4.3.6	Conclusiones primer año				
4	4.3.7	Conclusiones segundo año y final				
5	5	A5.CAPACITACIÓN Y DIFUSIÓN				
5	5.1	Capacitación personal				
5	5.2	Días de campo				
5	5.3	Seminarios				
5	5.4	Difusión WEB				
6	6	INFORMES				

ACTIVIDADES DEL PROYECTO			AÑO		2004	
Objetivo especif. Nº	Actividad Nº	Descripción	Fecha Inicio (prog)	Fecha Término (prog)	Fecha Inicio (real)	Fecha Término (real)
1	1	A1. NUTRICION Y NEMATODOS				
1	1.1	A11. Crecimiento Raíz				
1	1.1.1	Instalación Rhizotrons Copiapó	ENE	ENE	FEB	MAR
1	1.1.2	Instalación Rhizotrons Huasco	ENE	FEB	MAR	MAR
1	1.1.3	Capacitación Monitoreo	FEB	ABR	JUL	SEP
1	1.1.4	Instalación medidores tº Copiapó	ENE	FEB	JUN	JUL
1	1.1.5	Instalación medidores tº Huasco	ENE	FEB	JUN	JUL
1	1.1.6	Monitoreo del crecimiento de las raíces	ABR	DIC	ABR	DIC
1	1.1.7	Evaluación desarrollo planta	AGO	DIC	AGO	DIC
1	1.2	A12. Modelo de Crecimiento				
1	1.2.1	Interpretación de datos y generación modelo				
1	1.3	A13. Biología de Nematodos				
1	1.3.1	Definición de sitio	JUN	JUN	JUN	JUN
1	1.3.2	Toma de muestra	JUL	DIC	JUL	DIC
1	1.3.3	Análisis e interpretación de resultados	AGO	DIC	AGO	DIC
2	2	A2. EVALUACIÓN DEL SISTEMA RADICAL				
2	2.1	A21. Sistemas de Evaluación				
2	2.1.1	Definición de sitio	MAY	MAY	MAY	JUN
2	2.1.2	Caracterización de las plantas	MAY	SEP	MAY	SEP
2	2.1.3	Evaluaciones	AGO	SEP	AGO	SEP
2	2.2	A22. Metodología v/s Potencial Productivo				
2	2.2.1	Definición de sitio	DIC	DIC	DIC	DIC
2	2.2.2	Caracterización de las plantas	DIC	DIC	DIC	DIC
2	2.2.3	Evaluaciones				
2	2.3	A23. Sistema Radical de Asociados				
2	2.3.1	Definición de sitio	DIC	DIC	DIC	DIC
2	2.3.2	Caracterización de las plantas	DIC	DIC	DIC	DIC
2	2.3.3	Evaluaciones				
2	2.4	A24. Daño v/s Población de Nematodos				
2	2.4.1	Definición de sitio y muestra de nematodos	MAY	MAY	MAY	MAY
2	2.4.2	Instalación Rhizotrons y evaluación raíz	JUN	OCT	JUN	OCT
2	2.4.3	Tratamientos nematocida	JUN	OCT	JUN	OCT
2	2.4.4	Monitoreo del crecimiento de las raíces	JUL	DIC	JUL	DIC
2	2.4.5	Evaluación planta	MAY	DIC	MAY	DIC
2	2.4.6	Evaluación nemátodos y raíces				
2	2.5	A25. Protocolo de Evaluación				
3	3	A3. WET SENSOR				
3	3.1	Evaluación periódica de calicatas con WET	MAR	DIC	MAR	DIC
3	3.2	Interpretación de resultados	ABR	DIC	ABR	DIC
3	3.3	Conclusiones generales				
4	4	A4. ENSAYOS DIRIGIDOS				
4	4.1	A41. Poda de Raíces 2003				
4	4.1.1	Evaluaciones	JUN	AGO		
4	4.1.2	Interpretación y conclusiones	SEP	SEP		
4	4.2	A42. Poda de Raíces 2004				
4	4.2.1	Establecimiento del ensayo	FEB	MAR	FEB	MAR
4	4.2.2	Evaluación producción	NOV	DIC		
4	4.2.3	Evaluación desarrollo plata	AGO	AGO		
4	4.2.4	Evaluación del sistema radical				
4	4.2.5	Conclusiones primer año				
4	4.2.6	Conclusiones segundo año y final				
4	4.3	A43. Riego v/s Crecimiento Radical				

4	4.3.1	Establecimiento del ensayo	FEB	MAR	FEB	MAR
4	4.3.2	Evaluación humedad suelo	ABR	DIC	ABR	DIC
4	4.3.3	Evaluación producción	NOV	DIC	NOV	DIC
4	4.3.3	Evaluación desarrollo plata	AGO	AGO	AGO	AGO
4	4.3.5	Evaluación del sistema radical				
4	4.3.6	Conclusiones primer año				
4	4.3.7	Conclusiones segundo año y final				
5	5	A5.CAPACITACIÓN Y DIFUSIÓN				
5	5.1	Capacitación personal	ENE	DIC	ENE	DIC
5	5.2	Días de campo	ABR	NOV	JUL	DIC
5	5.3	Seminarios				
5	5.4	Difusión WEB	ABR	DIC	ABR	DIC
6	6	INFORMES	MAY	NOV	MAY	NOV

ACTIVIDADES DEL PROYECTO			AÑO		2005	
Objetivo especif. Nº	Actividad Nº	Descripción	Fecha Inicio (prog)	Fecha Término (prog)	Fecha Inicio (real)	Fecha Término (real)
1	1	A1. NUTRICION Y NEMATODOS				
1	1.1	A11.Crecimiento Raíz				
1	1.1.1	Instalación Rhizotrons Copiapó				
1	1.1.2	Instalación Rhizotrons Huasco				
1	1.1.3	Capacitación Monitoreo				
1	1.1.4	Instalación medidores tº Copiapó				
1	1.1.5	Instalación medidores tº Huasco				
1	1.1.6	Monitoreo del crecimiento de las raíces	ENE	DIC	ENE	DIC
1	1.1.7	Evaluación desarrollo planta	AGO	DIC	AGO	DIC
1	1.2	A12. Modelo de Crecimiento				
1	1.2.1	Interpretación de datos y generación modelo	ABR	JUN	ABR	JUN
1	1.3	A13. Biología de Nematodos				
1	1.3.1	Definición de sitio				
1	1.3.2	Toma de muestra	ENE	JUN	ENE	JUN
1	1.3.3	Análisis e interpretación de resultados	ENE	JUN	ENE	JUN
2	2	A2. EVALUACIÓN DEL SISTEMA RADICAL				
2	2.1	A21. Sistemas de Evaluación				
2	2.1.1	Definición de sitio				
2	2.1.2	Caracterización de las plantas				
2	2.1.3	Evaluaciones				
2	2.2	A22. Metodología v/s Potencial Productivo				
2	2.2.1	Definición de sitio				
2	2.2.2	Caracterización de las plantas	MAY	MAY	MAY	MAY
2	2.2.3	Evaluaciones	MAY	JUN	MAY	JUN
2	2.3	A23. Sistema Radical de Asociados				
2	2.3.1	Definición de sitio				
2	2.3.2	Caracterización de las plantas	MAY	MAY	MAY	MAY
2	2.3.3	Evaluaciones	MAY	JUL	MAY	JUL
2	2.4	A24. Daño v/s Población de Nematodos				
2	2.4.1	Definición de sitio y muestra de nematodos				
2	2.4.2	Instalación Rhizotrons y evaluación raíz				
2	2.4.3	Tratamientos nematocida	ENE	ENE	ENE	ENE
2	2.4.4	Monitoreo del crecimiento de las raíces	ENE	DIC	ENE	DIC
2	2.4.5	Evaluación planta	MAY	DIC	MAY	DIC
2	2.4.6	Evaluación nemátodos y raíces				
2	2.5	A25. Protocolo de Evaluación				
3	3	A3. WET SENSOR				
3	3.1	Evaluación periódica de calicatas con WET	ENE	DIC	ENE	DIC
3	3.2	Interpretación de resultados	ENE	DIC	ENE	DIC
3	3.3	Conclusiones generales	JUL	JUL	JUL	JUL
4	4	A4. ENSAYOS DIRIGIDOS				
4	4.1	A41. Poda de Raíces 2003				
4	4.1.1	Evaluaciones				
4	4.1.2	Interpretación y conclusiones				
4	4.2	A42.Poda de Raíces 2004				
4	4.2.1	Establecimiento del ensayo				
4	4.2.2	Evaluación producción	NOV	DIC	NOV	DIC
4	4.2.3	Evaluación desarrollo plata	MAY	AGO	MAY	AGO
4	4.2.4	Evaluación del sistema radical	MAY	MAY	MAY	MAY
4	4.2.5	Conclusiones primer año	JUL	JUL	JUL	JUL
4	4.2.6	Conclusiones segundo año y final				
4	4.3	A43. Riego v/s Crecimiento Radical				

4	4.3.1	Establecimiento del ensayo				
4	4.3.2	Evaluación humedad suelo	ENE	DIC	ENE	DIC
4	4.3.3	Evaluación producción	NOV	DIC	NOV	DIC
4	4.3.3	Evaluación desarrollo plata	MAY	AGO	MAY	AGO
4	4.3.5	Evaluación del sistema radical				
4	4.3.6	Conclusiones primer año				
4	4.3.7	Conclusiones segundo año y final				
5	5	A5.CAPACITACIÓN Y DIFUSIÓN				
5	5.1	Capacitación personal	ENE	DIC	ENE	DIC
5	5.2	Días de campo	MAR	NOV	MAR	NOV
5	5.3	Seminarios				
5	5.4	Difusión WEB	ENE	DIC	ENE	DIC
6	6	INFORMES	MAY	NOV	MAY	NOV

ACTIVIDADES DEL PROYECTO			AÑO		2006	
Objetivo especif. Nº	Actividad Nº	Descripción	Fecha Inicio (prog)	Fecha Término (prog)	Fecha Inicio (real)	Fecha Término (real)
1	1	A1. NUTRICION Y NEMATODOS				
1	1.1	A11. Crecimiento Raíz				
1	1.1.1	Instalación Rhizotrons Copiapó				
1	1.1.2	Instalación Rhizotrons Huasco				
1	1.1.3	Capacitación Monitoreo				
1	1.1.4	Instalación medidores tº Copiapó				
1	1.1.5	Instalación medidores tº Huasco				
1	1.1.6	Monitoreo del crecimiento de las raíces	ENE	JUN	ENE	JUN
1	1.1.7	Evaluación desarrollo planta				
1	1.2	A12. Modelo de Crecimiento				
1	1.2.1	Interpretación de datos y generación modelo	MAY	JUL	MAY	DIC
1	1.3	A13. Biología de Nematodos				
1	1.3.1	Definición de sitio				
1	1.3.2	Toma de muestra				
1	1.3.3	Análisis e interpretación de resultados				
2	2	A2. EVALUACIÓN DEL SISTEMA RADICAL				
2	2.1	A21. Sistemas de Evaluación				
2	2.1.1	Definición de sitio				
2	2.1.2	Caracterización de las plantas				
2	2.1.3	Evaluaciones				
2	2.2	A22. Metodología v/s Potencial Productivo				
2	2.2.1	Definición de sitio				
2	2.2.2	Caracterización de las plantas				
2	2.2.3	Evaluaciones				
2	2.3	A23. Sistema Radical de Asociados				
2	2.3.1	Definición de sitio				
2	2.3.2	Caracterización de las plantas				
2	2.3.3	Evaluaciones				
2	2.4	A24. Daño v/s Población de Nematodos				
2	2.4.1	Definición de sitio y muestra de nematodos				
2	2.4.2	Instalación Rhizotrons y evaluación raíz				
2	2.4.3	Tratamientos nematocida				
2	2.4.4	Monitoreo del crecimiento de las raíces	ENE	JUN	ENE	JUN
2	2.4.5	Evaluación planta	MAY	MAY	MAY	MAY
2	2.4.6	Evaluación nematodos y raíces	JUN	JUL	JUN	JUL
2	2.5	A25. Protocolo de Evaluación	JUN	SEP	JUN	DIC
3	3	A3. WET SENSOR				
3	3.1	Evaluación periódica de calicatas con WET	ENE	JUN	ENE	JUN
3	3.2	Interpretación de resultados	ENE	JUL	ENE	JUL
3	3.3	Conclusiones generales	AGO	AGO	AGO	DIC
4	4	A4. ENSAYOS DIRIGIDOS				
4	4.1	A41. Poda de Raíces 2003				
4	4.1.1	Evaluaciones				
4	4.1.2	Interpretación y conclusiones				
4	4.2	A42. Poda de Raíces 2004				
4	4.2.1	Establecimiento del ensayo				
4	4.2.2	Evaluación producción				
4	4.2.3	Evaluación desarrollo planta	MAY	MAY	MAY	MAY
4	4.2.4	Evaluación del sistema radical	MAY	MAY	MAY	MAY
4	4.2.5	Conclusiones primer año				
4	4.2.6	Conclusiones segundo año y final	JUL	JUL		
4	4.3	A43. Riego v/s Crecimiento Radical				
4	4.3.1	Establecimiento del ensayo				

4	4.3.2	Evaluación humedad suelo	ENE	JUN		
4	4.3.3	Evaluación producción				
4	4.3.3	Evaluación desarrollo plata	MAY	MAY		
4	4.3.5	Evaluación del sistema radical	MAY	MAY	MAY	MAY
4	4.3.6	Conclusiones primer año	JUL	JUL	JUL	DIC
4	4.3.7	Conclusiones segundo año y final	JUL	JUL	JUL	DIC
5	5	A5.CAPACITACIÓN Y DIFUSIÓN				
5	5.1	Capacitación personal	ENE	AGO	ENE	AGO
5	5.2	Días de campo	MAR	AGO	MAR	AGO
5	5.3	Seminarios	MAR	SEP	MAR	SEP
5	5.4	Difusión WEB	ENE	SEP	ENE	SEP
6	6	INFORMES	MAY	SEP	MAY	SEP

4. Resultados del Proyecto:

ACTIVIDAD 1. NUTRICIÓN Y NEMATODOS

Crecimiento Raíz

Capacitación de Monitoreo

La capacitación se realizó constantemente en los campo participantes en el proyecto, en la cual se les enseñó a los encargados de realizar el monitoreo la metodología del conteo de las intersecciones de las raíces nuevas (blancas) con el cuadrículado de los rizotrones, donde además se calculo el largo de la raíz utilizando la metodología propuesta por, Böhm, 1979, en donde "Largo= $0,786 * N^{\circ}$ intersecciones * cuadrículado (cm)". Las mediciones se realizaron una vez a la semana en el periodo de plena actividad, y cada 15 días en periodo invernal.

Monitoreo del crecimiento de las raíces

En la Figura 27 se aprecia la evolución del crecimiento de las raíces en Thompson Seedless, observándose una tendencia a la presencia de 2 "peak" de crecimiento, similar a lo señalado en la literatura (Ibacache y Lobato, 1995).

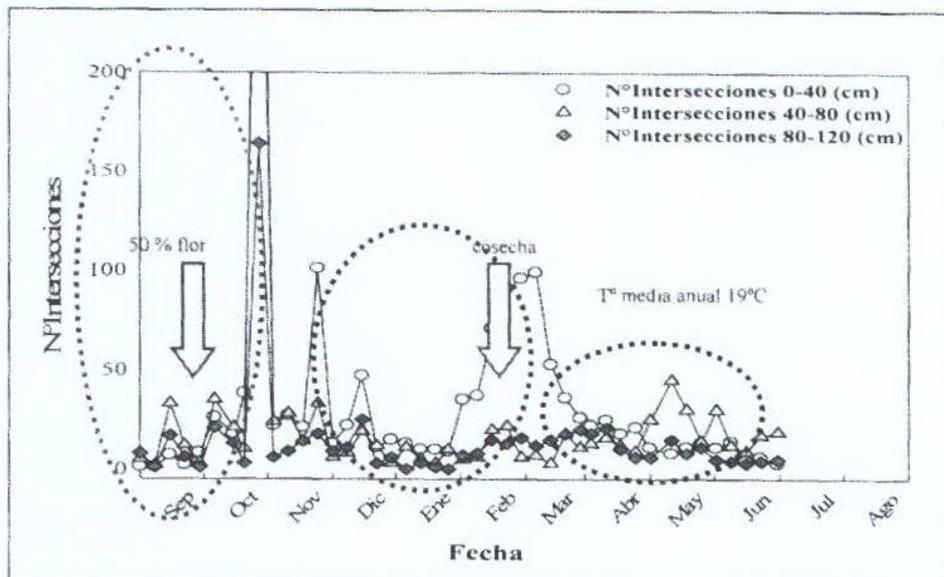


Figura 27. Distribución del crecimiento de raíces durante la temporada.

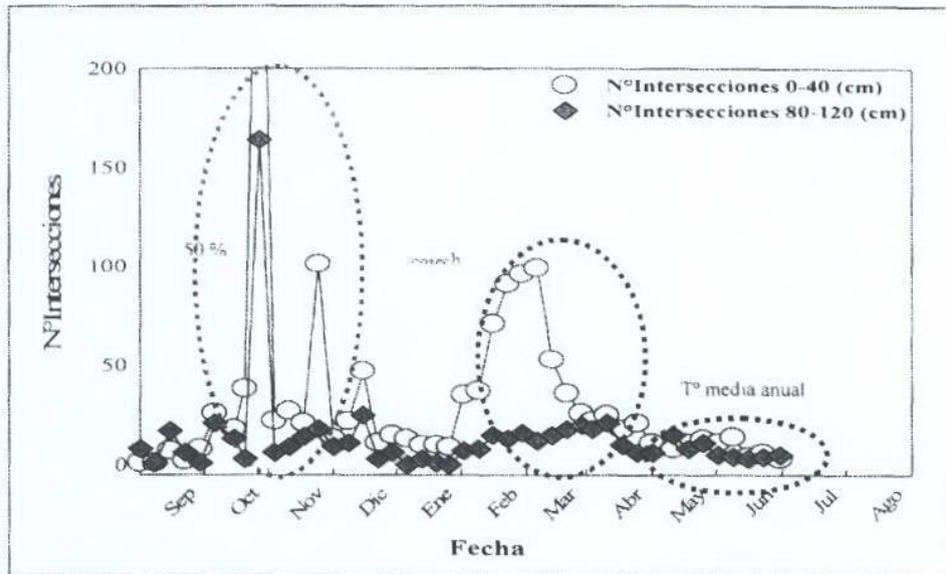


Figura 28. Comparación del crecimiento superficial (0-40cm) y profundo (80-120cm).

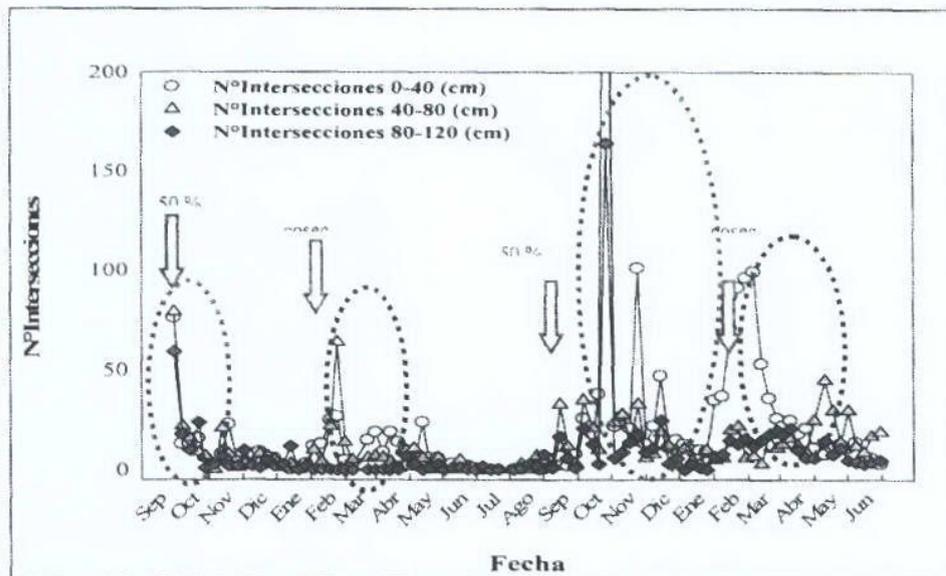


Figura 29. Evolución del crecimiento de raíces durante dos años, Thompson Seedless, Copiapó.

Sin embargo, para una misma variedad, en un mismo sector edafoclimático se pueden encontrar diferencias en cuanto a la magnitud de estos crecimientos radicales. En el sector 1 (Figura 30 A) se observa un crecimiento primaveral predominantemente superficial (0-40 cm), tendencia que no se observa en el sector 2 (Figura 30 B). Además, se observó crecimiento durante el invierno,

principalmente bajo los 50 cm de profundidad, no descritos previamente en la literatura.

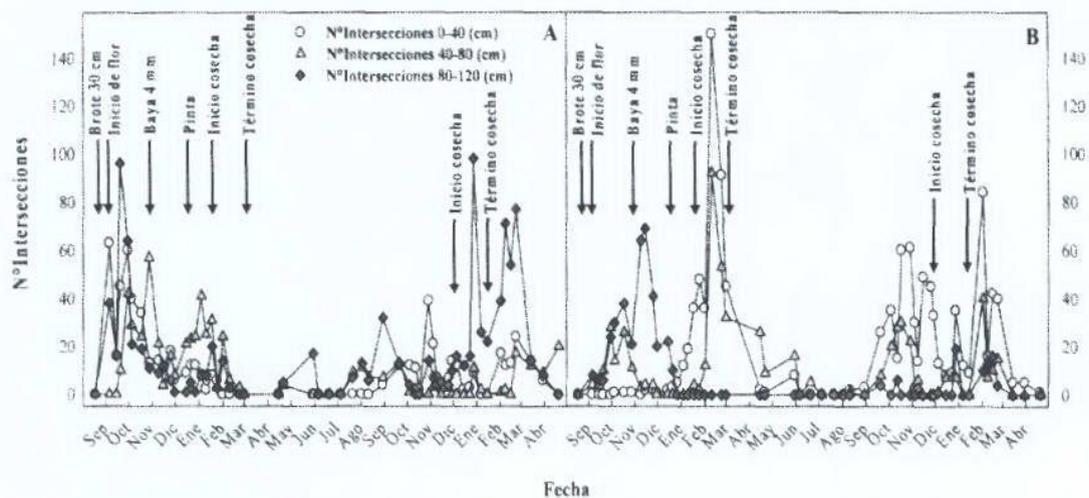


Figura 30. Comparación del crecimiento de raíces anual, Thompson Seedless sector 1 (A) y sector 2 (B), ambos con las mismas condiciones edafoclimáticas.

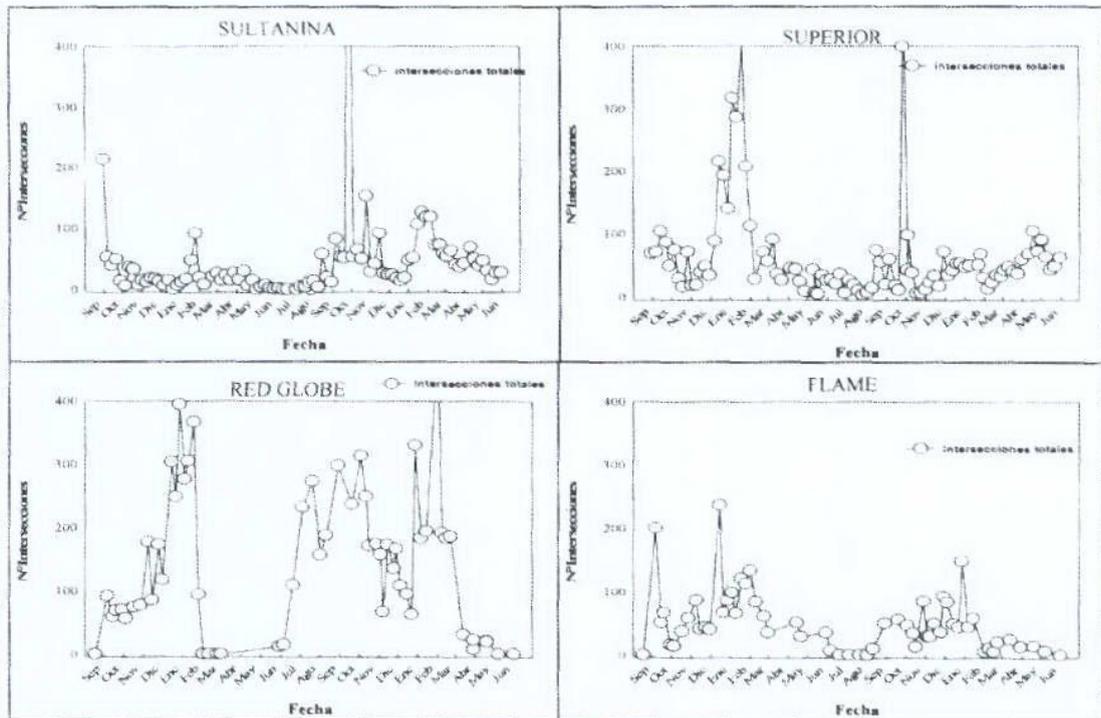


Figura 31. Comparación del crecimiento de raíces entre 4 variedades.

INTERPRETACIÓN DE DATOS Y GENERACIÓN MODELO

Temperaturas

Se está desarrollando un modelo de temperaturas incluyendo, días grado, horas frío, unidades de calor y de frío. Para esto se complementara la información obtenida de los sensores de temperatura, con la ubicación georeferenciada de estos obtenida con un GPS.

Con estos datos se pretende lograr tener información hasta ahora inexistente en la Región, y aportar datos que pueden ayudar a optimizar los manejos de los parrones por parte de los productores, asesores, e instituciones presentes en la Región. Sin embargo, la cantidad de datos obtenidos y la complejidad del desarrollo del modelo, nos han dado solo resultados ambiguos hasta el momento, se está trabajando en los datos de raíces de los dos años de mediciones y en todas las variedades medidas, para poder lograr si no u alcance,

por lo menos los requisitos necesarios para poder lograr este modelo. En la sección anexos, se presenta la tesis de grado en la cual se analizan estos datos.

Características térmicas de los suelos

La dinámica térmica de los suelos presentó un patrón sinusoidal característico de calentamiento y enfriamiento del suelo para un ciclo anual. En la Figura 32 se presenta el promedio de la temperatura media mensual de 4 profundidades de suelo registrada en 5 parronales.

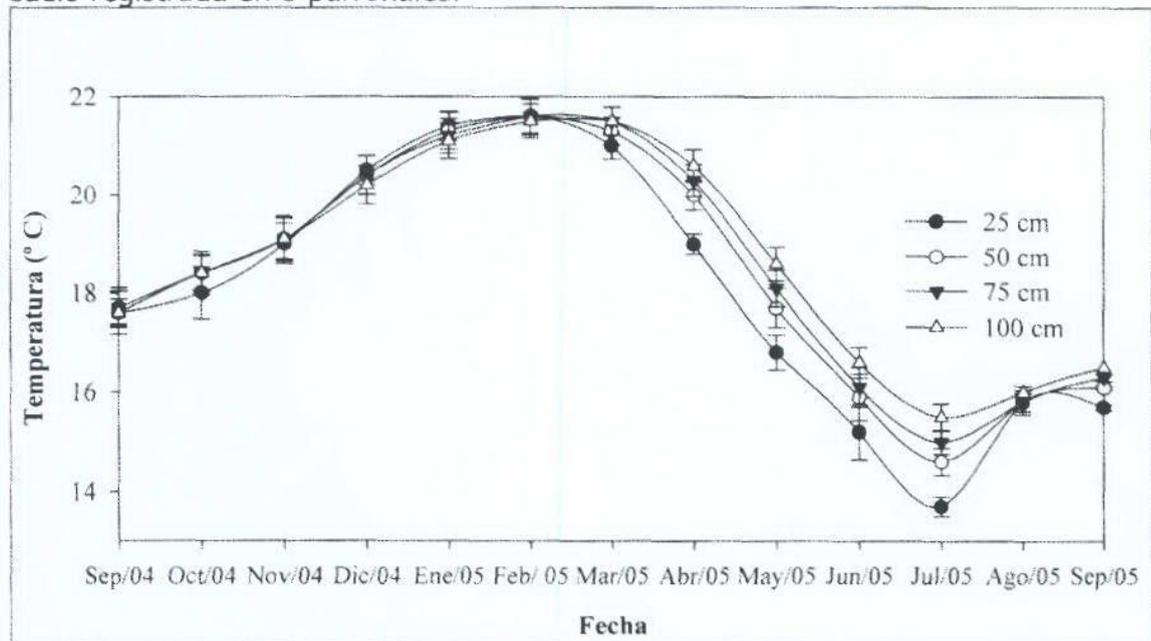


Figura 32. Temperatura media mensual del suelo. Promedio de 5 suelos desde septiembre de 2004 a septiembre de 2005. Símbolo representa el error estándar.

Se determinó un incremento general de la temperatura de suelo a partir del mes de julio, hasta alcanzar máximos en el mes de febrero (Figura 32). Los suelos presentaron una rápida homogenización de las temperaturas hasta los 120 cm durante verano de 2004. Una vez que se inició el enfriamiento a inicio de marzo, se observó una inversión en el perfil térmico de los suelos.

Los valores de la temperatura media anual y la amplitud térmica anual registrados por los sensores en cada profundidad y en cada suelo se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Temperatura media anual y amplitud térmica anual de los suelos. Valores medidos desde septiembre de 2004 a septiembre de 2005.

Sensor ubicado en:	Temperatura media anual					Amplitud térmica anual				
	Profundidad (cm)					Profundidad (cm)				
	25	50	75	100	Promedio	25	50	75	100	
	(° C)									
El Rosario	20,1	20,4	20,5	20,4	20,3	3,2	3,4	3,1	3,1	
Santa Cecilia	19,3	19,6	19,6	19,6	19,5	5,2	4,0	3,6	3,2	
El Daín	18,2	18,6	18,7	19,0	18,6	8,7	7,1	6,1	5,0	
El Tabaco	18,1	18,3	18,3	18,4	18,3	5,4	4,2	4,0	3,8	
Altar de la Virgen	17,6	17,8	18,0	18,1	17,9	5,6	4,6	4,2	3,6	

La escasa variación presentada por la temperatura media anual entre los sitios representa la condición de temperaturas a la que están expuestos los suelos de los valles de Copiapó y Huasco. Además, se corroboró en cada suelo que la temperatura media fue similar en las 4 profundidades (Cuadro 5). Respecto a la amplitud térmica del suelo, un resultado esperado y descrito por la teoría de transferencia de calor en el suelo, fue su disminución al aumentar la profundidad.

Mediante el ajuste de modelos sinusoidales, se estimó el cambio de la temperatura en profundidad para un ciclo anual, obteniéndose el valor de la temperatura media anual y de la amplitud térmica anual. En la Figura 33, se expone la senoide y el grado de ajuste obtenido para el caso de El Daín a 25 cm de profundidad de suelo.

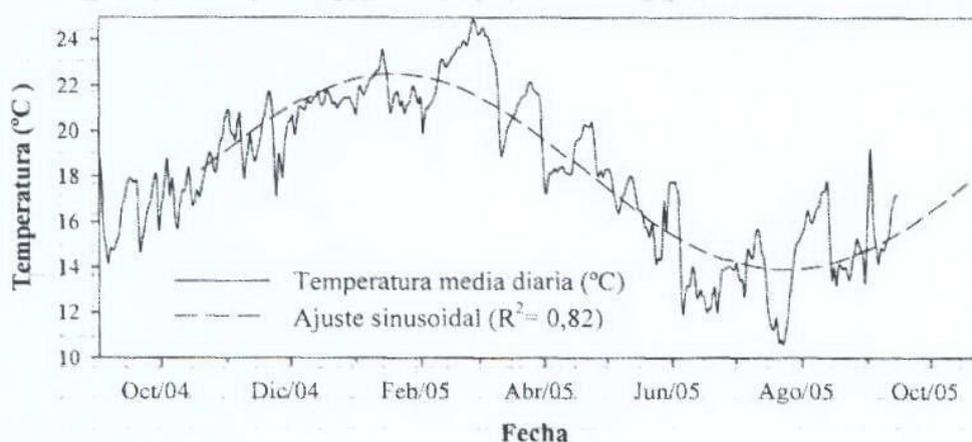


Figura 33. Temperaturas medias diarias a 25 cm de profundidad de suelo y modelo sinusoidal ajustado. Datos obtenidos del sensor térmico de El Daín.

El grado de ajuste logrado por los modelos y el período de tiempo utilizado en cada suelo se presentan en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Coeficientes de determinación de los ajustes sinusoidales para 4 profundidades de suelo y rango de tiempo utilizado.

Sensor ubicado en:	Coeficiente de determinación de los ajustes sinusoidales de 4 profundidades de suelo				Rango de tiempo utilizado para el ajuste sinusoidal
	25	50	75	100	
El Rosario	0,87	0,92	0,94	0,83	1/11/2004 al 19/10/2005
Santa Cecilia	0,89	0,92	0,93	0,96	2/10/2004 al 28/8/2005
El Daín	0,82	0,87	0,90	0,92	26/10/2004 al 15/9/2005
El Tabaco	0,87	0,93	0,92	0,90	15/11/2004 al 31/8/2005
Altar de la Virgen	0,85	0,90	0,90	0,90	30/10/2004 al 19/10/2005

En el Cuadro 7 se presentan los valores de temperatura media anual y amplitud térmica anual obtenidos de las ecuaciones sinusoidales que, en función del ajuste logrado, describen el cambio de la temperatura de los suelos en un ciclo anual.

Cuadro 7 Temperatura media anual y amplitud térmica anual de los suelos. Valores estimados mediante ajuste sinusoidal de las temperaturas registradas por los sensores.

Sensor ubicado en:	Temperatura media anual					Amplitud térmica anual			
	Profundidad (cm)					Profundidad (cm)			
	25	50	75	100	Promedio	25	50	75	100
(° C)									
El Rosario	19,0	19,4	19,5	19,4	19,3	3,1	3,0	2,9	2,8
Santa Cecilia	18,9	18,6	19,5	19,2	19,1	3,3	2,9	2,8	2,7
El Daín	18,2	18,7	18,7	19,0	18,7	4,3	4,0	3,9	3,6
El Tabaco	18,1	18,3	18,1	18,2	18,2	3,1	2,9	2,8	2,6
Altar de la Virgen	17,6	17,9	18,1	18,2	17,9	3,3	3,0	2,8	2,6

Como se aprecia en los cuadros 5 y 7, los valores estimados para la temperatura media anual, resultaron menores que los valores obtenidos por los sensores. Mientras que debido al uso de la temperatura media diaria en la deducción de las ecuaciones sinusoidales, los valores estimados para la amplitud térmica anual resultaron en promedio menores respecto a los valores registrados por los sensores de temperatura en el suelo. Respecto a los niveles de ajuste obtenidos

por los modelos sinusoidales (Cuadro 6), se prevé una alternativa para la estimación de la temperatura de suelo en profundidad durante el ciclo anual.

La difusividad térmica está definida por el cociente entre la conductividad térmica del suelo sobre la capacidad térmica volumétrica. Mientras que, la relación entre la difusividad térmica y el contenido de agua determinan en gran medida la cinética térmica de los suelos irrigados.

Se ha determinado que los suelos muy secos aumentan rápidamente su conductividad térmica cuando se agrega una cantidad pequeña de agua, implicando un mayor aumento en la conductividad térmica por sobre el aumento del calor específico volumétrico. A medida que el contenido de agua aumenta en el suelo, el cambio en la conductividad térmica es menor porque la difusión de vapor comienza a disminuir a medida que los poros son saturados de agua. Asimismo, el cambio en el calor específico volumétrico comienza a ser mayor al cambio en la conductividad del suelo, resultando en una disminución de la difusividad térmica. Entre estos dos regímenes, la difusividad térmica del suelo presenta su máximo valor, en el punto en que el incremento del contenido de agua es responsable de iguales fracciones de incremento para la conductividad térmica y para el calor específico volumétrico (Monteith y Unsworth, 1990).

Los valores de difusividad térmica, el rango de profundidad utilizado para cada productor y el valor del "damping depth" ó profundidad de atenuación, se presentan en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Valores de difusividad térmica del suelo, rango de profundidad de suelo utilizado y profundidad de atenuación o "damping depth".

Sensor ubicado en:	Difusividad térmica del suelo ($10^{-6} \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$)	Rango de profundidad	"Profundidad de atenuación" (cm)
El Rosario	8,9	50 a 75	947
Santa Cecilia	2,5	75 a 100	505
El Daín	1,1	75 a 100	339
El Tabaco	5,5	50 a 75	335
Altar de la Virgen	1,7	75 a 100	345

La difusividad térmica del suelo es del orden de $10^{-6} \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ para constituyentes minerales del suelo, y de $3 \text{ a } 8 \times 10^{-7} \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ para suelos típicos (Inzunza, 2006). Los valores presentados en el Cuadro 4 corresponderían a suelos con una alta difusividad térmica, presentando un valor promedio para la profundidad de atenuación cercana a los 5 metros.

Periodos de crecimiento de raíces

Para representar el crecimiento del sistema radical de "Thompson Seedless", se dividió el número acumulado de intersecciones semanales por el mayor valor observado en cada "rizotrón", obteniendo en términos relativos, la distribución del crecimiento anual de los sistemas radicales.

En la Figura 34 se observa que las raíces presentaron crecimiento durante todo el año, disminuyendo a niveles mínimos en mayo de 2005. Además, se determinaron alzas en el crecimiento de raíces en septiembre de 2004, cerca de la floración, mientras que un segundo incremento se presentó a inicio de febrero, en época de cosecha (Figura 34). Sin embargo, los lugares de estudio presentaron diversos patrones de crecimiento, observándose diferencias tanto en la profundidad, como en la continuidad del crecimiento de raíces.

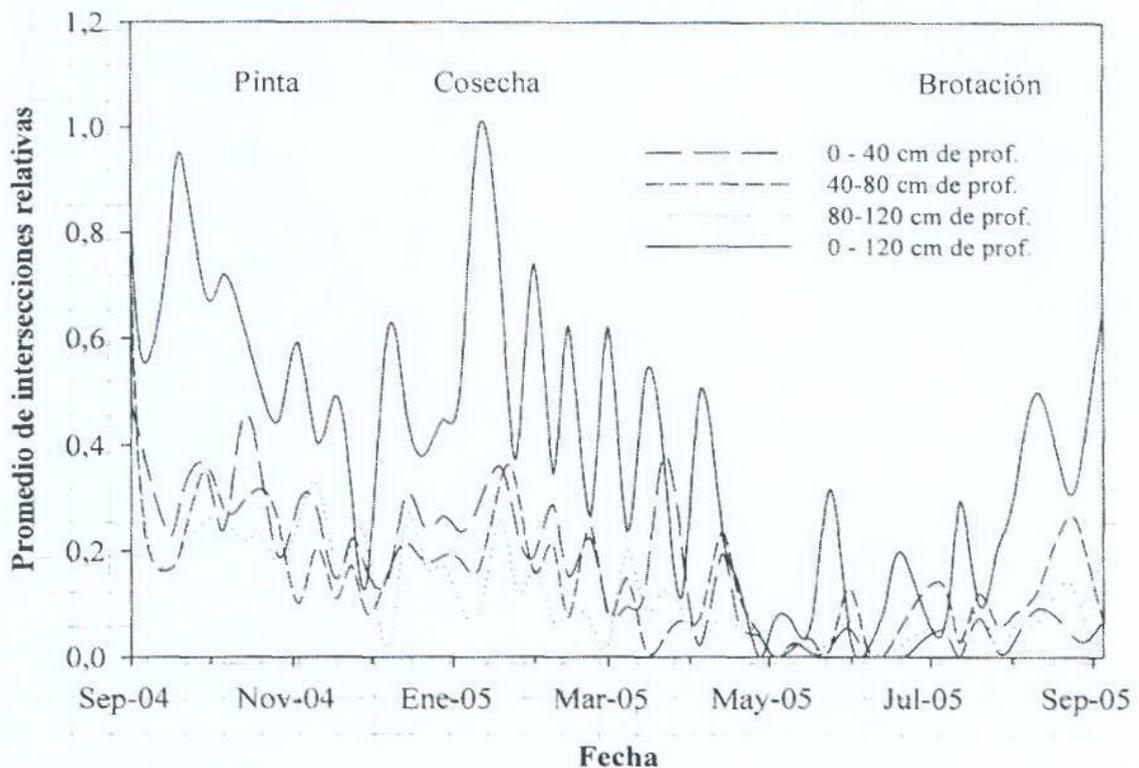


Figura 34. Distribución anual relativa de las intersecciones de raíces de "Thompson Seedless" en tres rangos de profundidad de suelo y sumatoria de los tres rangos, en los valles de Copiapó y Huasco. Promedio de 12 "rizotrones".

Se ha descrito que el aumento de raíces durante la floración es mayor al acontecido después de cosecha (Freeman y Smart, 1976; McKenry, 1984 y Ibacache y Lobato, 1995). En la Figura, 34 se observa que todos los rangos de profundidad presentaron frecuentes aumentos de crecimiento durante el año. Mientras que el rango de 40 – 80 cm de profundidad, presentó una mayor actividad en los meses de julio y septiembre de 2005.

Respecto a los "peak" de crecimiento de raíces, estos aumentos tendieron a un patrón de tipo sigmoideo en la grafica del número de intersecciones acumuladas (Figura 35). Se observa que entre los meses de septiembre y noviembre de 2004 y asociado al fin del "peak" de floración, la intensidad de crecimiento en los tres rangos de profundidad fue similar. Mientras que entre los meses de enero y febrero de 2005, el crecimiento radical presentó una mayor intensidad en el rango de 0 – 40 cm de profundidad. Este patrón de crecimiento no coincide con el descrito para otras variedades de vid, donde se ha determinado que el "peak" cercano a la cosecha ocurre mayormente en profundidad, en comparación al "peak" de primavera (Eissenstat et al., 2001).

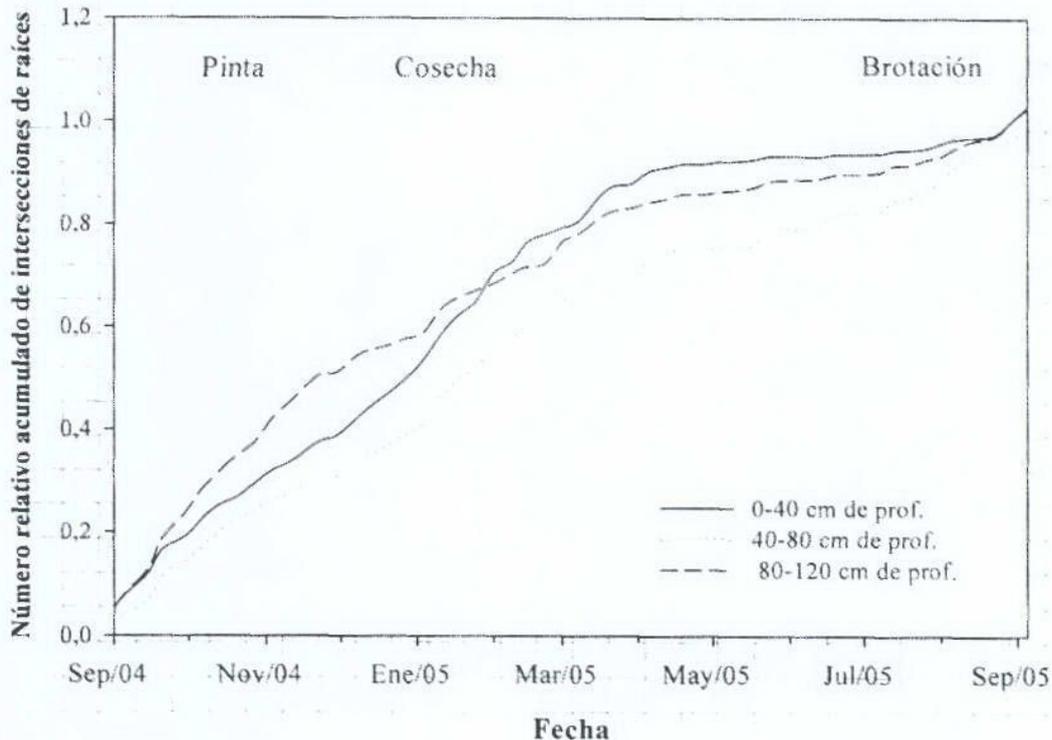


Figura 35. Número relativo acumulado de intersecciones de raíces en tres rangos de profundidad de suelo. Promedio de valores relativos de 12 "rizotrones".

Para estimar la intensidad de crecimiento de los sistemas radicales se graficó el número de intersecciones acumuladas semanalmente, luego mediante ajuste de un modelo sigmoideo y en función del ajuste obtenido, se obtuvo la ecuación que representa el número de intersecciones acumuladas en función del tiempo. La intensidad de crecimiento anual correspondió al valor de la pendiente de la ecuación obtenida y se expresó como el número de intersecciones / semana.

En la Figura 36 se presenta la gráfica del número de intersecciones acumuladas, el modelo sigmoideo y el grado de ajuste obtenido para dos "rizotrones". El valor de la pendiente (m) representa la máxima intensidad de crecimiento anual del sistema radical.

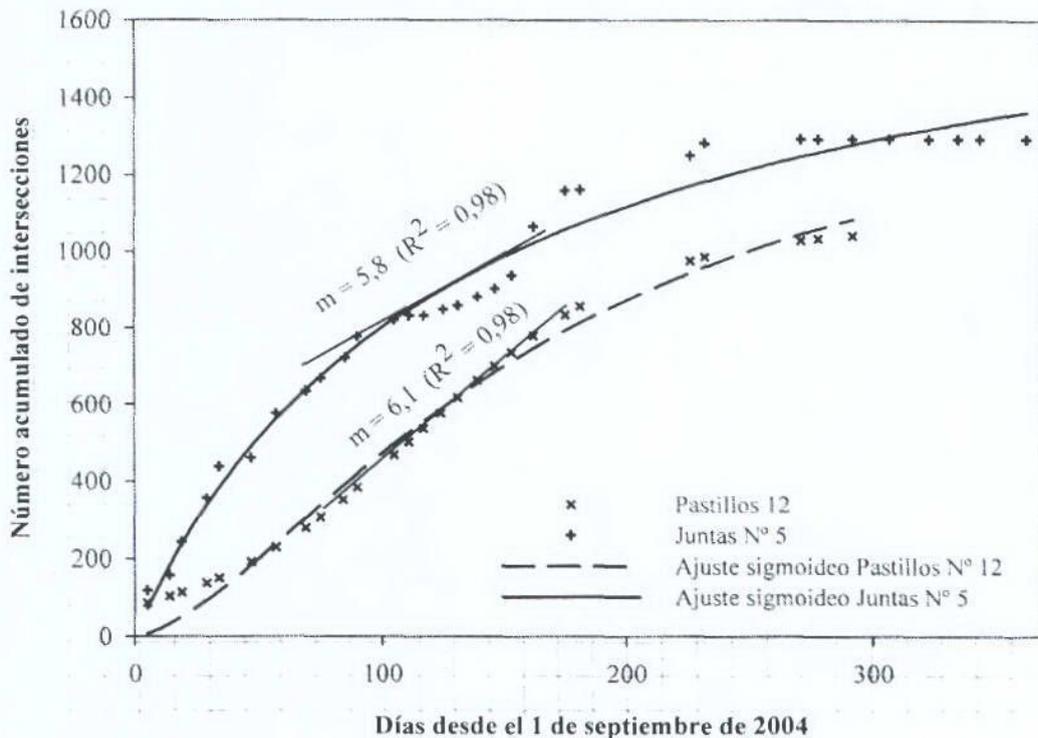


Figura 36. Número de intersecciones acumuladas entre 0 – 120 cm de profundidad de suelo, ajuste sigmoideo, coeficiente de determinación y valor de la pendiente máxima (m) de 2 "rizotrones" durante la temporada 2004-2005.

La intensidad de crecimiento presentada por los sistemas radicales y su distribución anual en tres rangos de profundidad se presentan en el Cuadro 9. El

grado de ajuste logrado por los modelos sigmoideos y el periodo de tiempo utilizado se presenta en el Cuadro 6.

Cuadro 9. Máxima intensidad de crecimiento anual del sistema radical de 12 vides y su distribución en tres rangos de profundidad de suelo.

"Rizotrón" ubicado en:	Intensidad de crecimiento del sistema radical en tres rangos de profundidad			
	(Número de intersecciones / semana)			
	0 - 40	40 - 80	80 - 120	0 - 120
El Rosario	3,0	4,6	3,7	10,7
El Tabaco	3,7	3,3	4,6	9,7
Juntas Nº 2	3,5	3,4	2,3	7,8
Juntas Nº 1	3,0	4,1	1,0	7,1
El Fuerte	2,7	2,4	1,7	6,8
Juntas Nº 5	1,7	1,3	5,8	6,1
Pastillos Nº 12	5,3	2,6	0,0	5,8
Pastillos Nº 15	2,0	0,9	2,9	4,5
Pastillos Nº 13	1,5	2,3	1,6	3,7
Santa Cecilia	1,5	1,3	1,0	3,1
Altar de la Virgen	1,3	0,8	0,2	2,1
Pastillos Nº 14	0,2	0,6	0,4	0,9
Promedio	2,5	2,3	2,1	5,7

Cuadro 10. Coeficientes de determinación de los ajustes sigmoideos para 4 profundidades de suelo y rango de tiempo utilizado.

"Rizotrón" ubicado en:	Coeficiente de determinación de los ajustes sigmoideos de 4 rangos de profundidades de suelo				Rango de tiempo utilizado para el ajuste sigmoideo
	0 - 40	40 - 80	80 - 120	0 - 120	
El Rosario	0,97	0,95	0,95	0,97	2/9/2004 al 28/3/2005
El Tabaco	0,99	0,98	0,96	0,99	2/9/2004 al 24/11/2004
Juntas Nº 2	0,97	0,98	0,87	0,96	6/9/2004 al 31/8/2005
Juntas Nº 1	0,99	0,99	0,97	0,99	6/9/2004 al 31/8/2005
El Fuerte	0,95	0,97	0,96	0,95	6/9/2004 al 11/4/2005
Juntas Nº 5	0,86	0,92	0,99	0,97	6/9/2004 al 30/8/2005
Pastillos Nº 12	0,98	0,97	0,98	0,99	6/9/2004 al 20/6/2005
Pastillos Nº 15	0,92	0,90	0,90	0,94	6/9/2004 al 6/6/2005
Pastillos Nº 13	0,96	0,96	0,97	0,93	6/9/2004 al 30/8/2005
Santa Cecilia	0,98	0,96	0,96	0,98	7/9/2004 al 12/7/2005
Altar de la Virgen	0,98	0,98	0,99	0,98	1/9/2004 al 28/3/2005
Pastillos Nº 14	0,95	0,93	0,99	0,96	6/9/2004 al 30/8/2005
Promedio	0,96	0,96	0,96	0,97	

Se ha estimado que la mayoría de las raíces de "Thompson Seedless" se encuentra en los 40 a 60 cm de profundidad (Silva et al., 1991), mientras que se ha reportado que las raíces de vid poseen potencial para crecer hasta 600 cm de profundidad de suelo (Seguin, 1972).

En los valores expuestos en el Cuadro 9 destacan las diferencias de intensidad de crecimiento de los sistemas radicales, las cuales fueron del orden de 12 veces considerando el rango de 0 a 120 cm de profundidad. Además, se observó patrones de distribución del crecimiento radical particulares en cada parronal.

El sistema radical de la vid se caracteriza por su gran volumen explorado y una baja densidad de raíces (Nagarajah, 1987 y Morano y Kliewer, 1994). En el Cuadro 9, se observa que la intensidad de crecimiento anual se distribuyó en promedio, de forma similar en los primeros 120 cm de profundidad, lo cual podría estar asociado a la marcada profundización que exhiben las raíces de vid desarrolladas en suelos de textura gruesa (Nagarajah, 1987).

La ocurrencia del "peak" de primavera se ha relacionado con crecimientos superficiales, abundantes en raicillas finas y de intensidad dependiente del nivel de

reservas de la raíz (Terence et al., 2002). De manera similar, McKenrey (1984) determinó que la ocurrencia del "peak" cercano a la cosecha implicó la necrosis de raicillas del primer "peak", mientras que Eissenstat et al., (2001) observaron que las raíces producidas cerca de floración y en superficie perduraron menos que las producidas tarde en la temporada y en profundidad, además de asociar una mayor supervivencia para las raíces más gruesas. De este modo, resulta interesante determinar en estudios posteriores los niveles de recambio del sistema radical durante la temporada y las características morfológicas de las raíces producidas durante el año.

Relaciones entre las características térmicas del suelo y el crecimiento radical

Se determinó que el "peak" de primavera del año 2005 comenzó en el mes de junio, observándose aumentos sostenidos en el número de intersecciones del rango 40 – 80 cm de profundidad (Figura 34), en momentos que la temperatura media de los suelos fue de 15° C (Figura 32), coincidiendo con lo reportado por Ibacache y Lobato (1995). Sin embargo, en el mes de julio se registró la menor temperatura mensual (Figura 32) y fue acompañada de crecimientos más sostenidos que los observados en junio para el mismo rango de profundidad.

Si bien se ha descrito que la temperatura de suelo óptima para el crecimiento radical de la vid es de 25 a 30° C (Kliewer, 1975), los resultados obtenidos indicarían que los suelos presentaron temperaturas aptas para el desarrollo del sistema radical durante todo el año. No obstante, otros factores del suelo influenciados por la temperatura, como la actividad patogénica, podrían afectar la morfología y la tasa de recambio del sistema radical (McMichael y Burke, 1998) y (Psarras et al., 2000).

En el Cuadro 10 se presentan los valores de difusividad térmica, intensidad de crecimiento anual de los sistemas radicales, la temperatura media anual y la amplitud térmica anual de los suelos.

Cuadro 10. Difusividad térmica del suelo e intensidad anual de crecimiento de raíces. Los valores de temperatura media anual y de la amplitud térmica anual corresponden a los promedios registrados por los sensores en el suelo.

Sensor ubicado en:	Difusividad térmica ($10^{-6}m^2 \cdot s^{-1}$)	Intensidad de crecimiento (intersecciones / semana)	Temperatura media ($^{\circ}C$)	Amplitud media
El Rosario	8,9	10,7	20,3	3,2
El Tabaco	5,5	9,7	18,3	4,3
Santa Cecilia	2,5	3,1	19,5	4,0
Altar de la Virgen	1,7	2,1	17,9	4,5
El Daín	1,1	-	18,6	6,7

Respecto a las relaciones entre el crecimiento radical y las características térmicas del suelo, se determinó una relación inversa ($r = -0,72$) entre la amplitud térmica anual y la difusividad térmica del suelo (Cuadro 10).

Mientras que la difusividad térmica del suelo se correlacionó ($r = 0,94$) con la intensidad de crecimiento del sistema radical entre los 0 y 120 cm de profundidad mediante un modelo lineal, pero solo se contó con cuatro "rizotrones" para ésta correlación (Figura 35). Esto podría indicar que los suelos que exhiben una mayor estabilidad de la temperatura en profundidad, presentan condiciones favorables para el crecimiento radical de la vid.

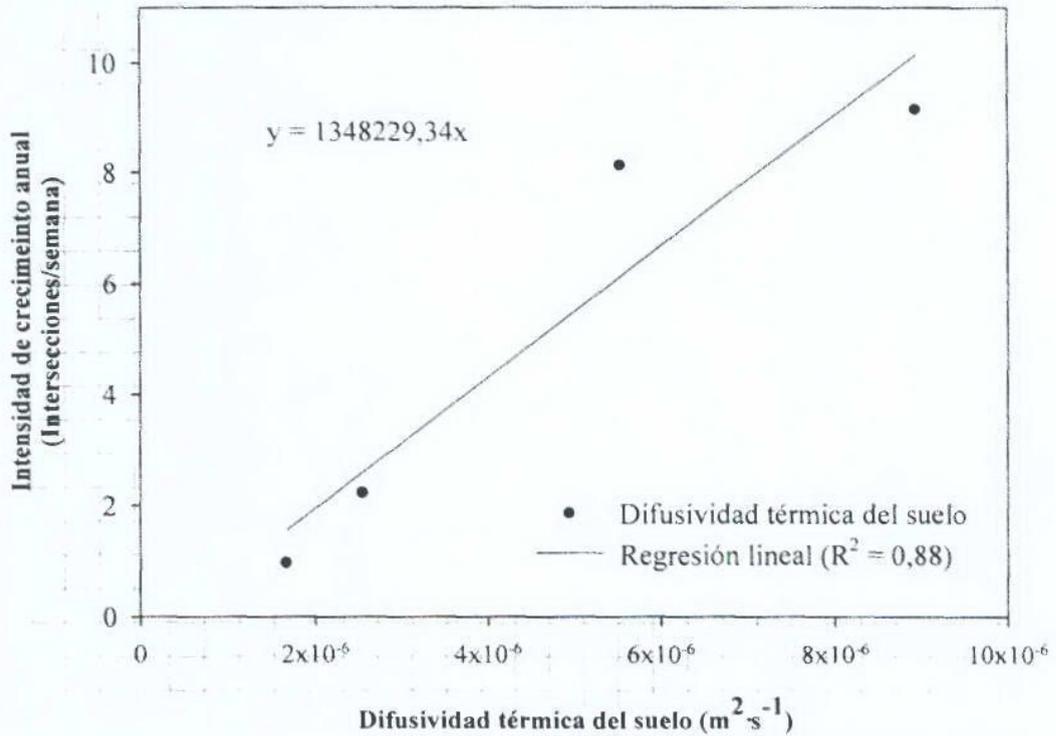


Figura 35. Relación entre la intensidad de crecimiento de raíces y la difusividad térmica de cuatro suelos.

La temperatura media anual y la amplitud térmica anual no se relacionaron con la intensidad de crecimiento de las raíces. Este resultado se explicaría por la uniformidad presentada por las variables térmicas del suelo (cuadros 1 y 7), y por las diferencias de intensidad de crecimiento anual observadas en los sitios de estudio (Cuadro 9).

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, se puede concluir que:

La temperatura media anual y la amplitud térmica anual de los suelos de los valles de Copiapó y Huasco no presentan diferencias significativas en los rangos de 0 – 40, 40 – 80 y 80 – 120 cm de profundidad.

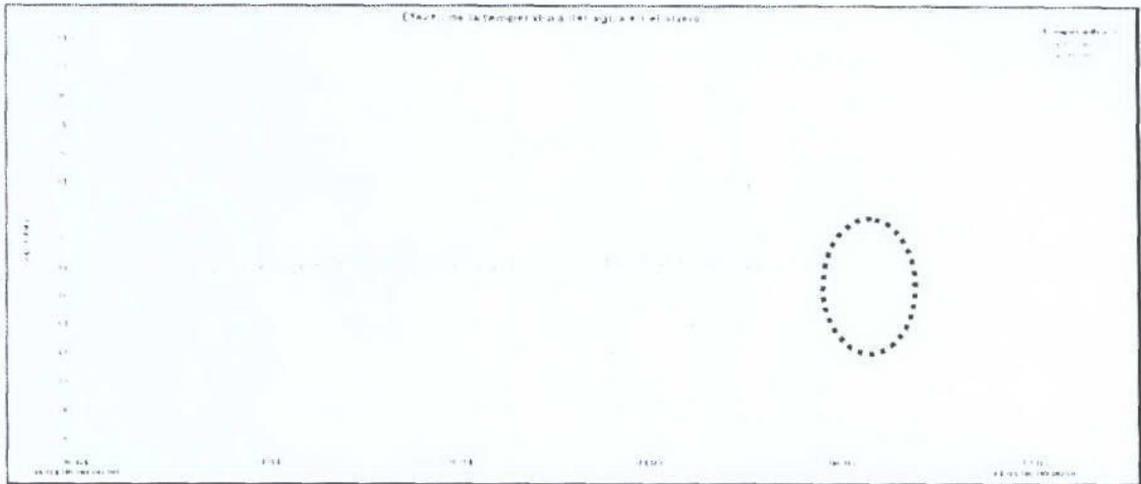
En los valles de Copiapó y Huasco "Thompson Seedless" presenta crecimiento radical permanente y en diferentes profundidades del suelo, acentuándose en la floración y la cosecha y presentando niveles mínimos en el mes mayo.

La temperatura media anual de los suelos no se relaciona con la intensidad de crecimiento anual de los sistemas radicales de "Thompson Seedless", sin embargo, se observó que la difusividad térmica del suelo determina la intensidad de crecimiento del sistema radical de esta variedad en los valles de Copiapó y Huasco.

La intensidad de crecimiento anual de las raíces de "Thompson Seedless" presenta variaciones de hasta 12 veces y su distribución en profundidad no se asocia a la magnitud anual del sistema radical.

Temperatura del agua

En base a observaciones hechas en terreno, y al análisis de las curvas de variación de la temperatura del suelo durante el año, se determinó que la temperatura del agua de riego afecta directamente la temperatura del suelo durante el riego. Por este motivo se decidió instalar un sensor de temperatura en la línea de riego a fin de tener un dato más preciso de la temperatura a la cual entra el agua en el suelo, y así poder realizar un constante monitoreo de la variación en el suelo durante la temporada. En la Figura 36, se puede observar la gran variación de la temperatura del agua en la manguera de riego durante el día y la noche, la que se ve directamente afectada por el efecto del sol. Esta temperatura se estabiliza durante el riego. Este efecto se puede ver en la curva de color verde en la Figura 36, en donde durante el riego la variación de la temperatura es mucho menor llegando a igualarse con la temperatura del suelo. Además se puede observar que durante el riego la temperatura del suelo se ajusta a la temperatura del agua, y una vez terminado el riego esta temperatura vuelve a estabilizarse.



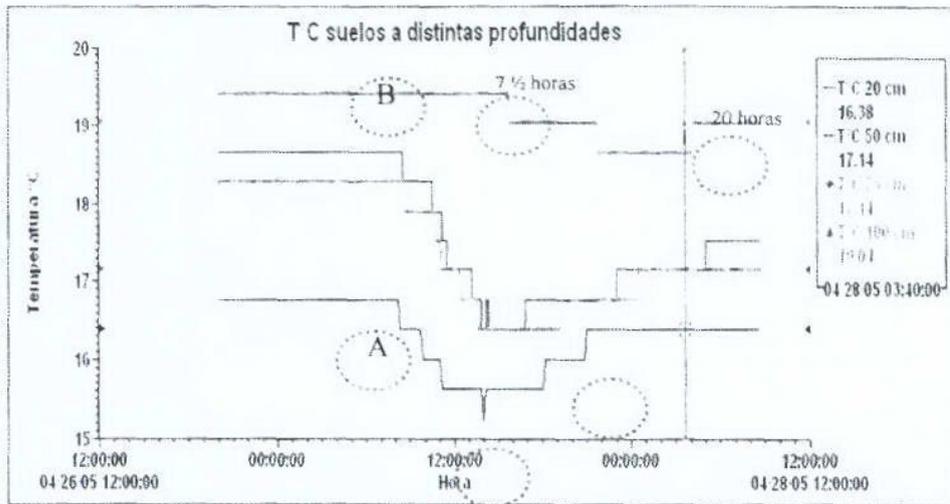


Figura 37. Efecto de la temperatura del agua en la temperatura del suelo a diferentes profundidades y tiempos.

Como se puede apreciar en la Figura 37, una vez iniciado el riego (A), la temperatura superficial del suelo comienza a disminuir de inmediato, a diferencia de en profundidad (B)(100cm), luego de 7 ½ horas recién comienza a disminuir la temperatura a los 100 cm de profundidad, al mismo tiempo la temperatura en superficie ya comienza a estabilizarse. Luego a las 20 horas recién comienza la estabilización de la temperatura en profundidad. En esta figura se puede apreciar además el avance del frente de mojado (avance del agua en el suelo) el cual se deduce de la baja de temperatura en el suelo por efecto de la temperatura del agua de riego.

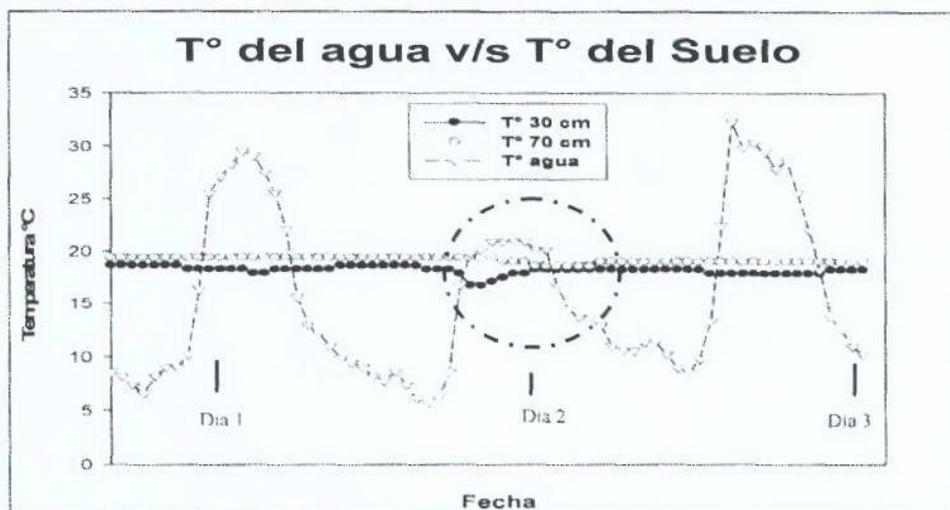


Figura 38. Estabilización de la temperatura en la manguera de riego, por efecto de la temperatura del agua.

A 1.3 Biología de nematodos

Los resultados de este ensayo, no nos permitieron definir claramente un comportamiento tipo en la biología de los nematodos. Esto principalmente debido a la gran variedad de metodologías propuestas para el muestreo, seguimiento interpretación y desarrollo de los ensayos, además, los resultados han sido poco concluyentes y principalmente ambiguos. A continuación se muestra el trabajo realizado y los resultados que se pudieron apreciar. Como complemento a las evaluaciones, se instaló un rizotron en la zona de muestreo, para poder tener una comparación más precisa del crecimiento de las raíces y la evolución de los nematodos.

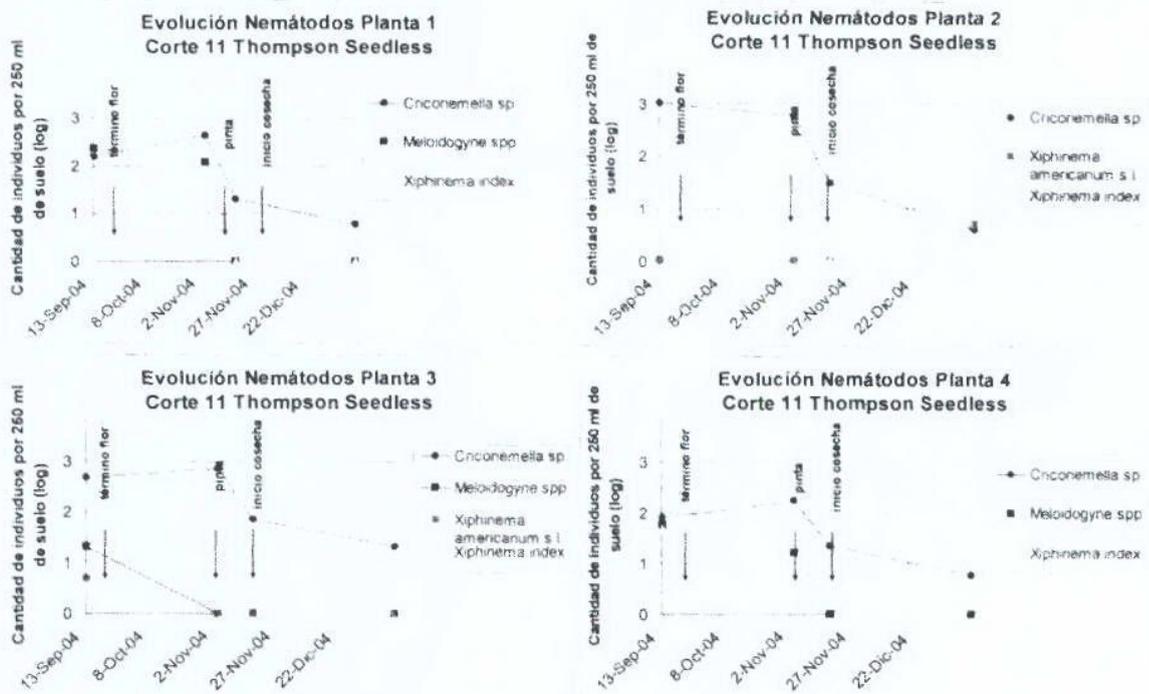


Figura 39 A. Evolución de los nematodos en el tiempo en las plantas 1, 2, 3 y 4, corte 11, variedad Thompson Seedless.

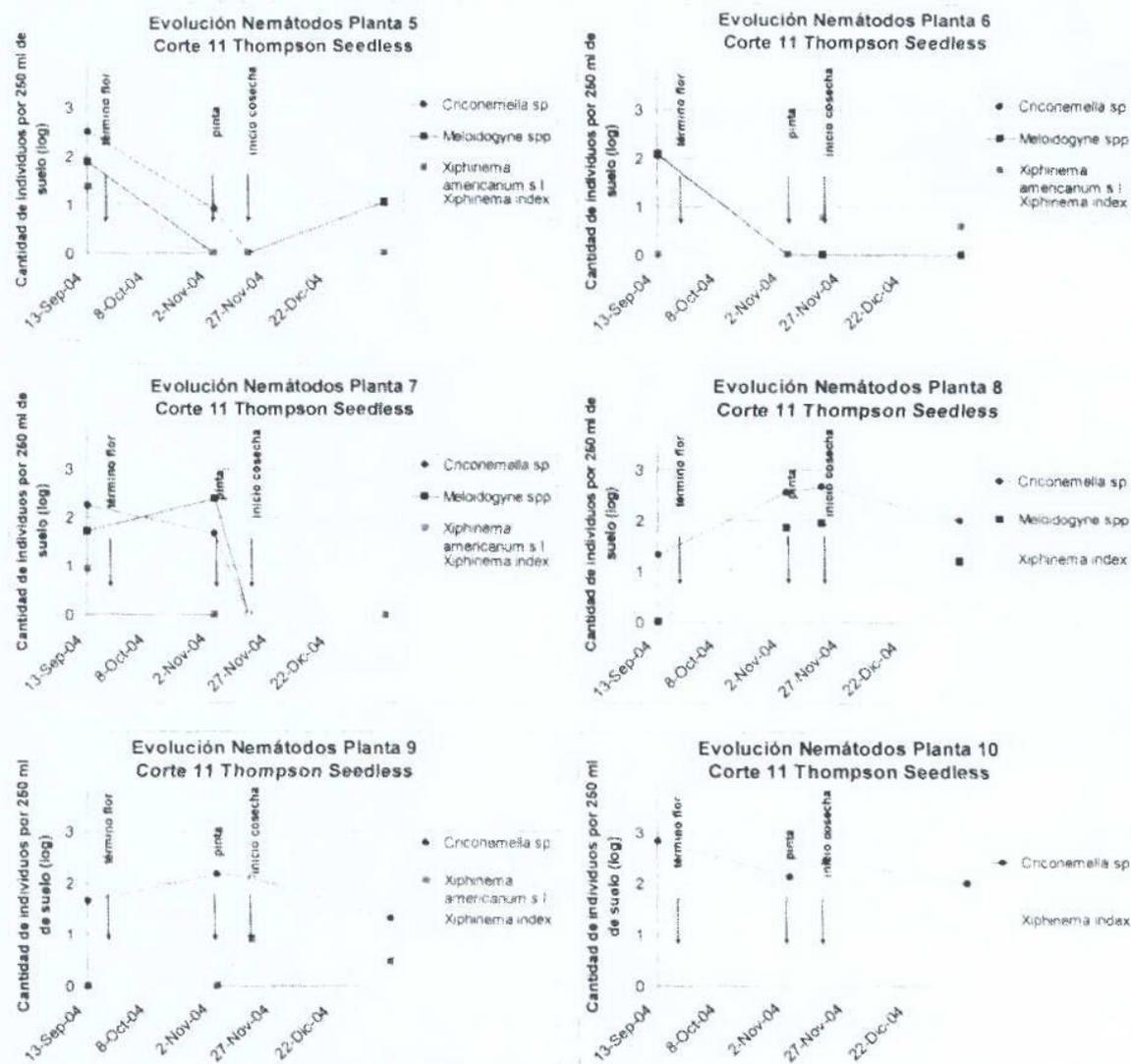


Figura 39 B. Evolución de los nematodos en el tiempo en las plantas 5, 6, 7, 8, 9 y 10, corte 11, variedad Thompson Seedless.

Como se puede apreciar en los gráficos, existe una leve tendencia a disminuir las poblaciones de nematodos durante el periodo de pinta de la fruta, para luego aumentar hacia la cosecha. Esta tendencia coincide con el comportamiento de las raíces, ya que el aumento en las poblaciones de nematodos, responde al aumento en la cantidad de alimento (raíces) en el suelo el cual se produce entre flor y baya 8 mm.

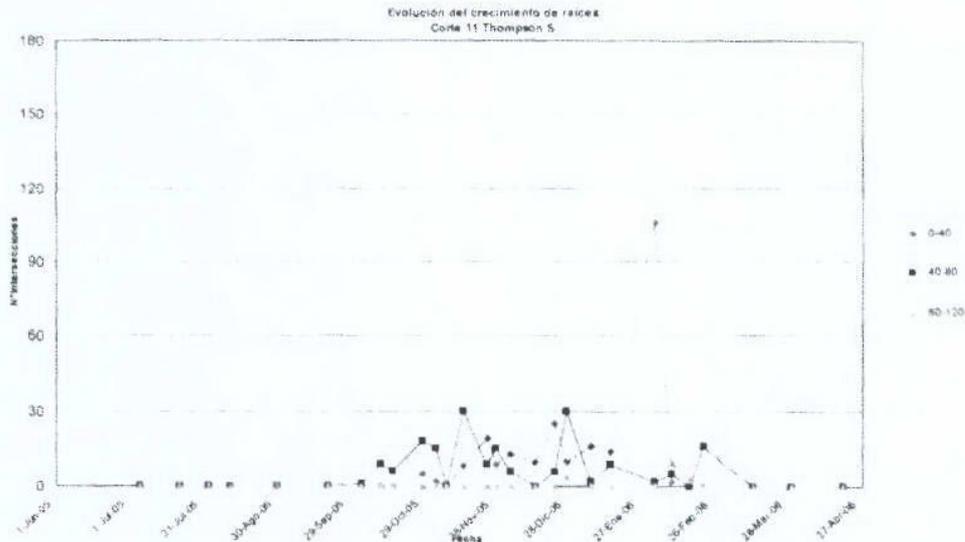


Figura 40. Evolución del crecimiento de las raíces a lo largo de la temporada 2005-2006, fundo Pastillo, cuartel 11, "Sultanina".

ACTIVIDAD 2. EVALUACIÓN DEL SISTEMA RADICAL

Sistemas de evaluación

Objetivo: "Probar la eficiencia de diferentes sistemas de evaluación del sistema radical (tamaño y tipo) en dos condiciones de suelos".

Es posible identificar claramente dos grupos de metodologías de acuerdo a los tipos de datos que estas entregan. Por ejemplo, con los resultados de ambos tipos de mapeos se puede obtener información relativa a distribución y concentración radical, además de lograr una idea de la predominancia de alguno de los rangos de raíces con los que se trabajó. Por otro lado, tanto con el barreno como con el monolito se logró extraer raíces, medir su peso fresco y seco, y aplicar la metodología de Newman (1966) para tener una idea del largo total que representaban.

De esta forma es posible contrastar los resultados de los mapeos, y hacer lo mismo para los datos del barreno y el monolito.

Suelo liviano

Método del barreno y método del monolito

Para el caso particular del suelo liviano el desarrollo de estos métodos estuvo severamente condicionado a la existencia de material duro en el suelo.

En este sentido la presencia de piedras fue una seria limitante a la hora de tratar de obtener las muestras, haciendo inviable la aplicación de los métodos.

Sin duda esto marca un referente para la evaluación de estas metodologías en cuanto a su aplicabilidad, ya que resulta evidente que, al ser necesaria la intervención física del área de estudio, cualquier condición que signifique un impedimento a esto va a significar que no se podrá usar dicha técnica.

Mapeo detallado y mapeo rápido

Estos fueron los únicos métodos posibles de usar en este suelo, esto debido a que su aplicación es meramente visual, por lo que no requiere una intervención física de la zona estudiada.

Con el mapeo detallado fue posible obtener una referencia muy clara de la distribución de las raíces en el perfil, diferenciando claramente las zonas de concentración y los rangos de raíces dominantes. Además es posible contabilizar y con esto generar gráficos para cada rango de diámetro de raíces, así como para los índice de enraizamiento que se pueden calcular a partir de los datos recogidos (figuras 41 y 42).

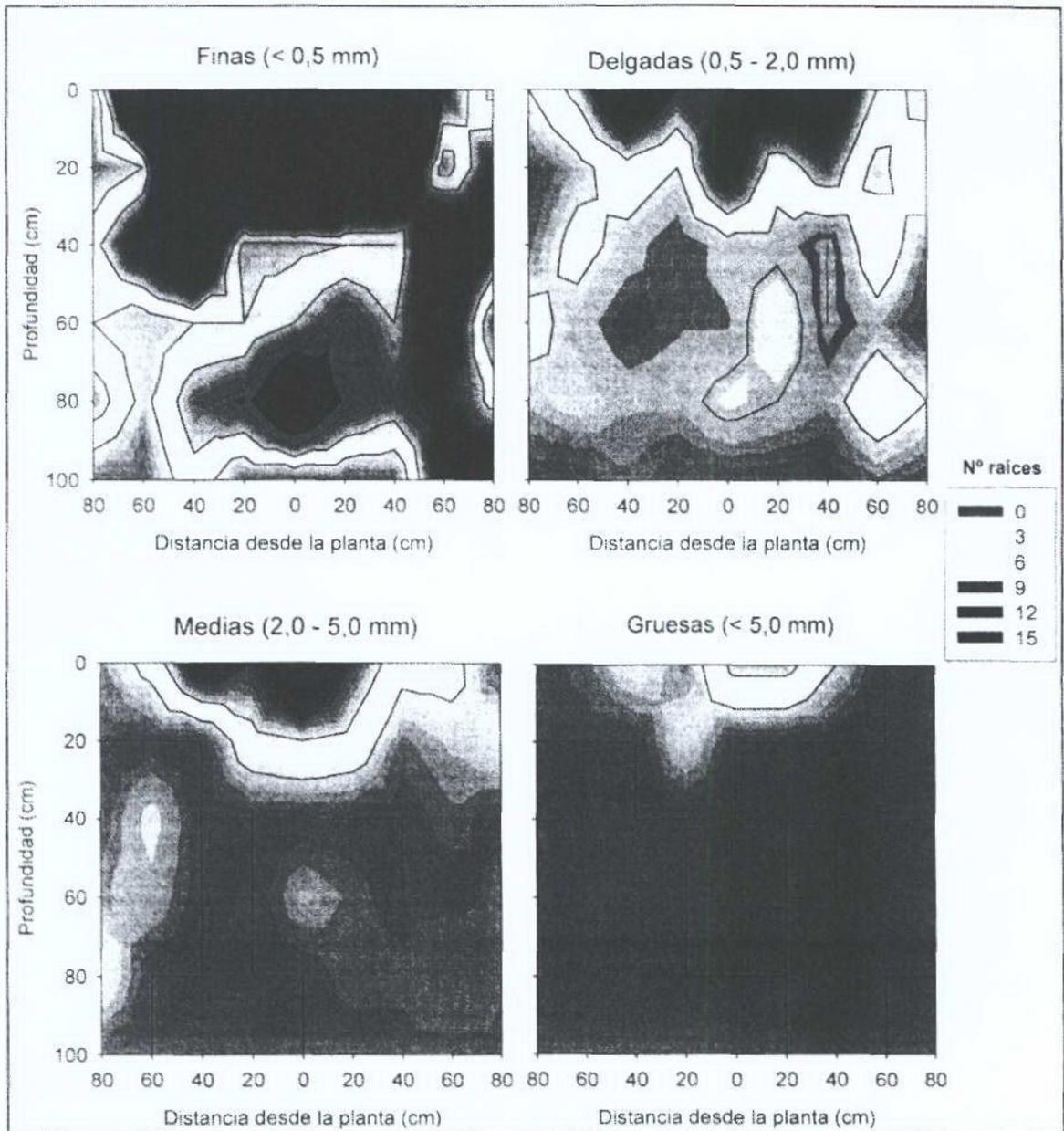


Figura 41. Gráficos de distribución de raíces para distintos rangos (suelo liviano, planta nº 2, calicata sobre hilera).

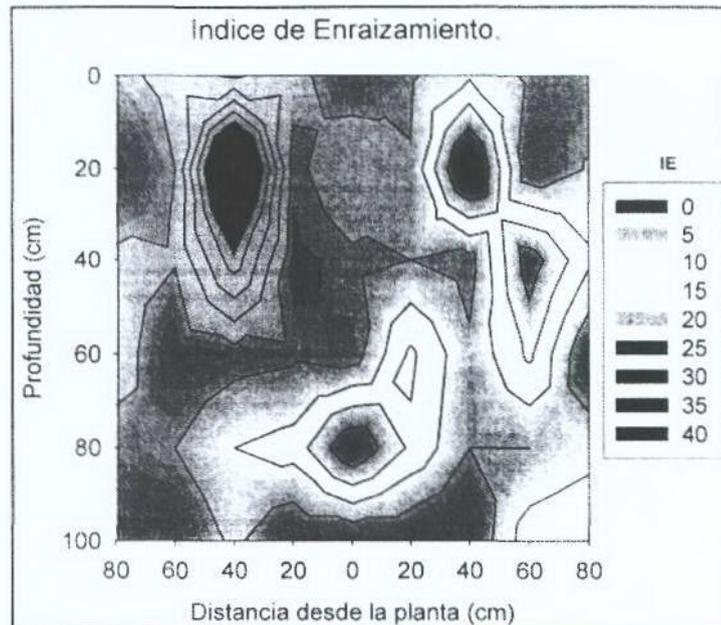


Figura 42. Gráfico de distribución del IE en el perfil (suelo liviano, planta nº 2, calicata sobre hilera).

El mapeo rápido resultó ser, por así decirlo, una fotografía con baja resolución del sistema radical. En este sentido, no es posible obtener información tan exacta como la obtenida con el mapeo detallado. Se puede lograr una idea más o menos clara de la distribución de las raíces en el perfil estudiado, además de alguna información referente a los tipos de raíces predominantes, pero los datos no son tan concretos como para realizar un análisis cuantitativo de las observaciones. El resultado se limita sólo a mapas ilustrativos del sistema radical como el que se muestra en la figura 43.

Al ser el mapeo detallado (figura 44) una copia mucho más fidedigna de la distribución radical en el perfil estudiado, es que nos sirve como referencia para contrastar el diagrama generado con el mapeo rápido (figura 43), permitiéndonos ver claramente que existe una coincidencia entre los dos mapas para las zonas registradas por este último método, en el que, además, se puede verificar que falta mucha información por recopilar. Sin duda esto último es un resultado esperable dada la subjetividad de este método. Claramente en una observación rápida se registrarán menos detalles que en una observación más detenida y específica, a lo que podríamos sumar la capacidad de observar que tenga quien sea el encargado de aplicar el método y registrar los datos; sin duda el grado de experiencia que tenga dicha persona va a influir en la calidad de la información recogida. A raíz de todos estos antecedentes se hace necesario tener muy claro las características que nos interesa recoger, y mejor aún sería, contar con algún

protocolo en el que se explique claramente la forma de aplicar el mapeo rápido para obtener, en el menor tiempo posible, la información más importante y útil.

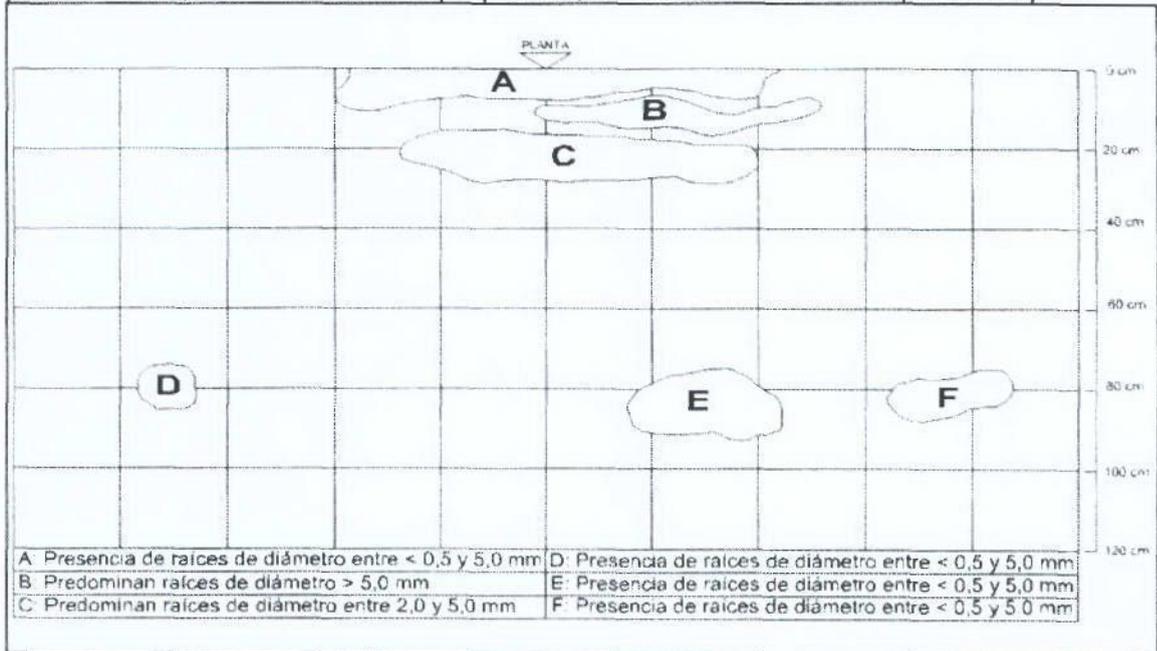


Figura 43. Mapeo Rápido (suelo liviano, planta nº 2, calicata sobre hilera)

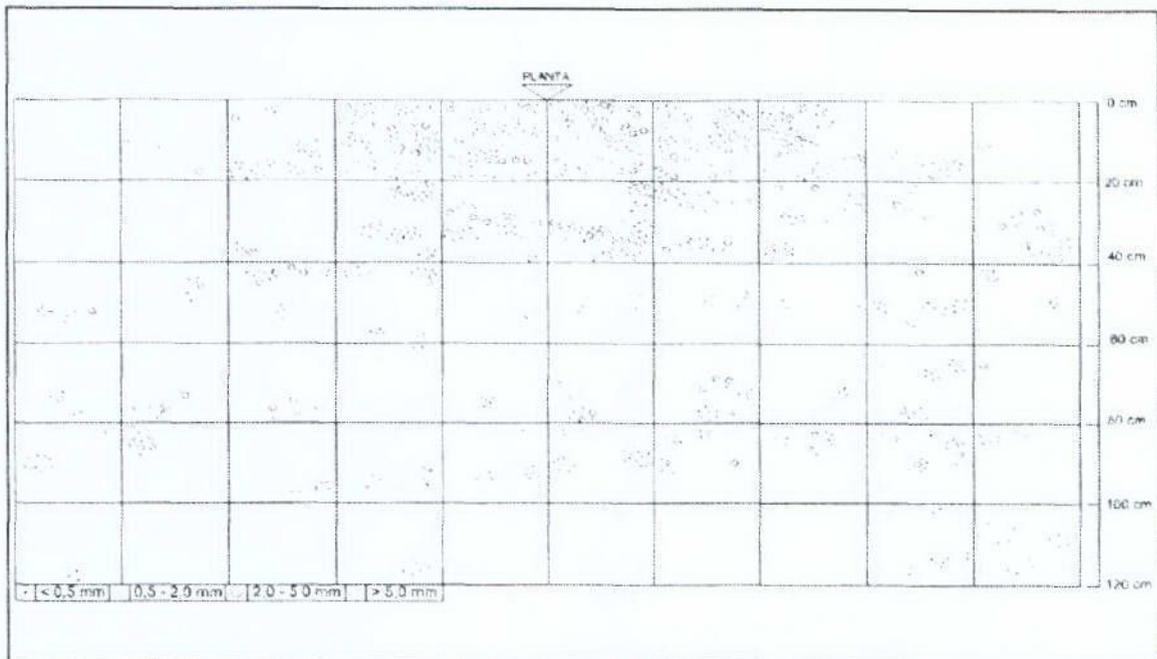


Figura 44. Mapeo detallado (suelo liviano, planta nº 2, calicata sobre hilera)

Suelo pesado

Método del barreno y método del monolito

En el suelo pesado la aplicación de estos métodos fue relativamente exitosa, por lo que fue posible tomar muestras, no sin presentarse algunas dificultades, y separar de ellas las raíces para su posterior análisis.

El método del barreno fue el que menos complicaciones tuvo. Se logró muestrear en todos los puntos establecidos para ello (figura 43), y sólo en contadas ocasiones no se obtuvieron raíces, lo que sucedió porque el barreno no las interceptó, y sólo en un intento se debió a la presencia de piedras.

La aplicación del método del monolito tuvo un poco más de problemas. Si bien en un principio la idea era extraer el perfil completo mediante esta metodología, la inestabilidad del perfil, derivada del trabajo mecánico que es necesario hacer para poder introducir el molde en el suelo, imposibilitó esto, obligando a incorporar una modificación y extraer sólo parte del perfil. Esto se hizo en columnas de 20 cm de ancho y 1 m de profundidad, cada columna estaba distanciada a 40 cm de la otra, y de cada una se obtuvieron 5 muestras (figura 44).

Las raíces obtenidas con ambos métodos fueron evaluadas siguiendo la metodología propuesta por Newman (1966) a través de la cual es posible calcular el largo aproximado que representa dicha muestra. (Figuras 45 y 46).

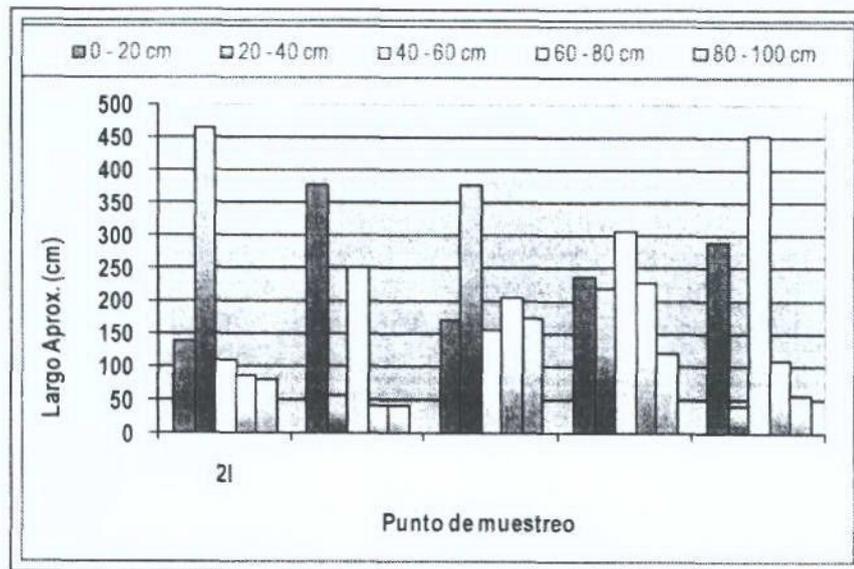


Figura 45. Método del barreno. Largo aproximado de raíces calculado en cada profundidad muestreada. (suelo pesado, planta nº 3, calicata sobre hilera).

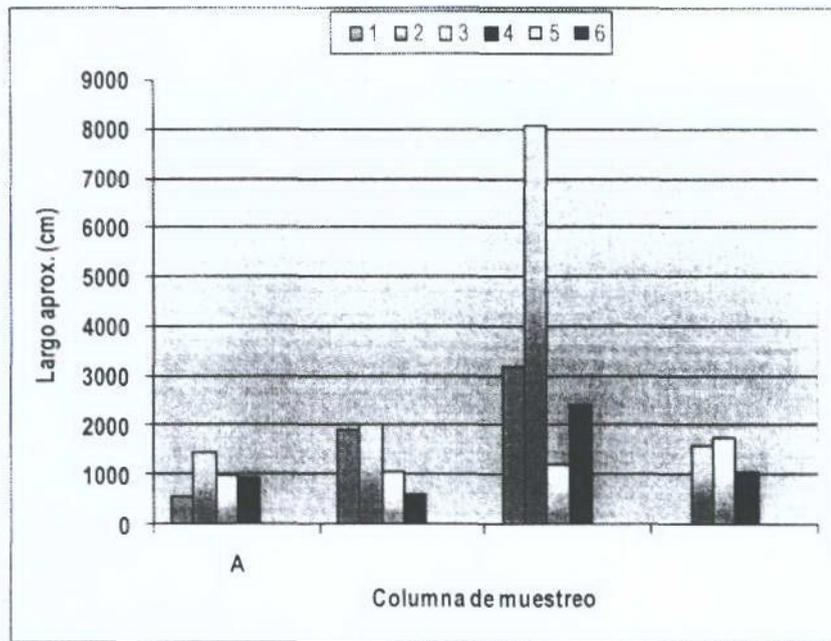


Figura 46. Método del monolito. Largo aproximado de raíces obtenido en cada profundidad. En las profundidades 5 y 6 no fue posible obtener muestras. (Suelo pesado, planta nº 3, calicata sobre hilera).

Si bien los datos ilustrados en las imágenes 45 y 46 nos entregan nuevos antecedentes acerca de las raíces muestreadas, falta por buscarles un uso concreto como herramienta interpretativa de la calidad del sistema radical que estamos estudiando.

Mapeo detallado y mapeo rápido

Al igual que en el suelo liviano estos métodos no tuvieron problema en su aplicación ya que esta es meramente visual.

De igual forma, con el mapeo detallado, fue posible obtener una referencia clara de la distribución de las raíces en el perfil, diferenciando claramente las zonas de concentración y los rangos de raíces dominantes. Además es posible contabilizar y con esto generar gráficos para cada rango de diámetro de raíces, así como para los índice de enraizamiento que se pueden calcular a partir de los datos recogidos (figuras 47 y 48).

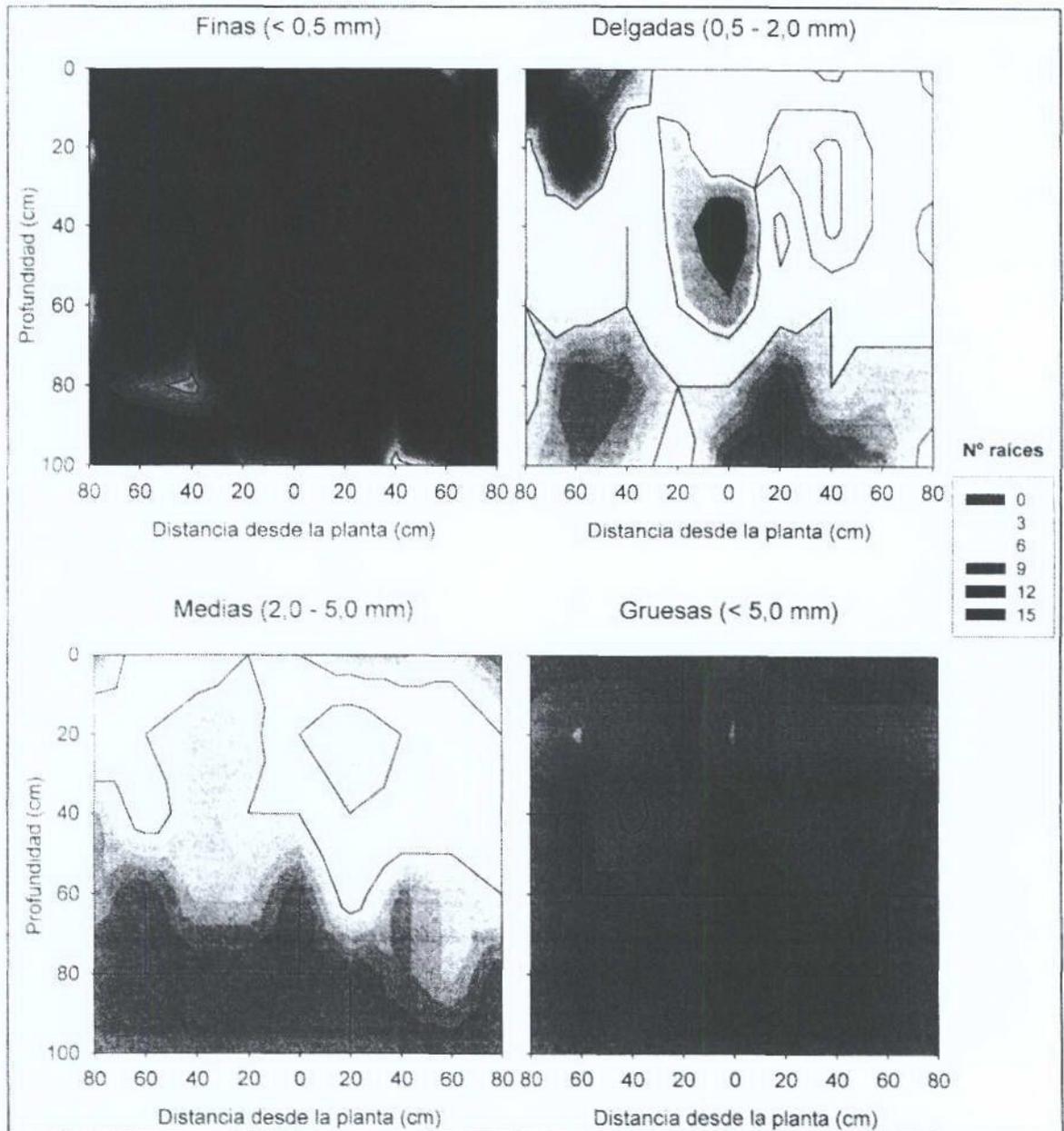


Figura 47. Gráficos de distribución de raíces para distintos rangos (suelo pesado, planta nº 3, calcata sobre hilera).

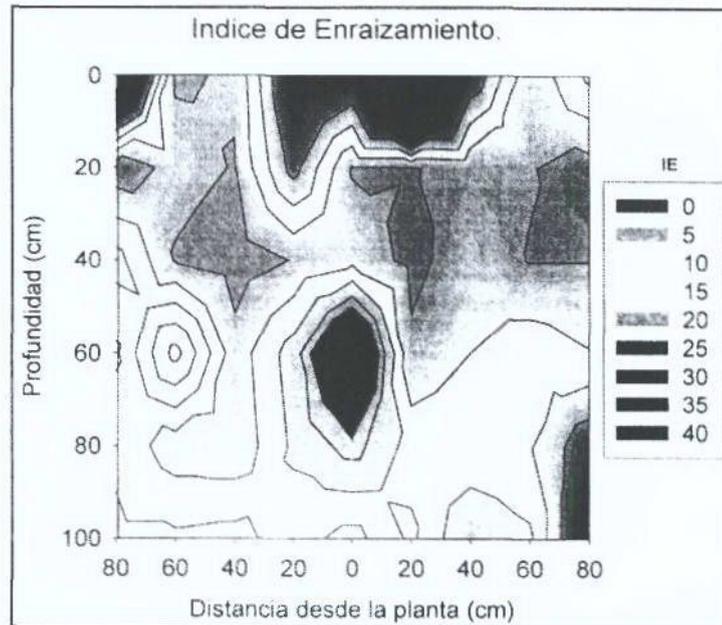


Figura 48. Gráfico de distribución del IE en el perfil (suelo pesado, planta nº 3, calicata sobre hilera).

Tal y como se dijo anteriormente con el mapeo rápido no es posible recolectar información tan exacta como la que se logra obtener con el mapeo detallado. Se puede lograr una idea más o menos clara de la distribución de las raíces en el perfil estudiado, además de alguna información referente a los tipos de raíces predominantes, pero los datos no son tan concretos como para realizar un análisis cuantitativo de las observaciones. El resultado se limita sólo a mapas ilustrativos del sistema radical como el que se muestra en la figura 49.

Como sucedió en el suelo liviano, el mapeo detallado (figura 49) resultó ser una copia mucho más fidedigna de la distribución radical en el perfil estudiado, por lo que sirve como una referencia y permite contrastarlo con el mapeo rápido (figura 50), dejándonos ver claramente que existe una coincidencia entre los dos mapas para las zonas registradas por este último método, en el que, además, se puede verificar que falta mucha información por recopilar. Es así que se evidencia, nuevamente, la subjetividad del método rápido, quedando de manifiesto la necesidad de trabajar más en un protocolo que estandarice su metodología de aplicación.

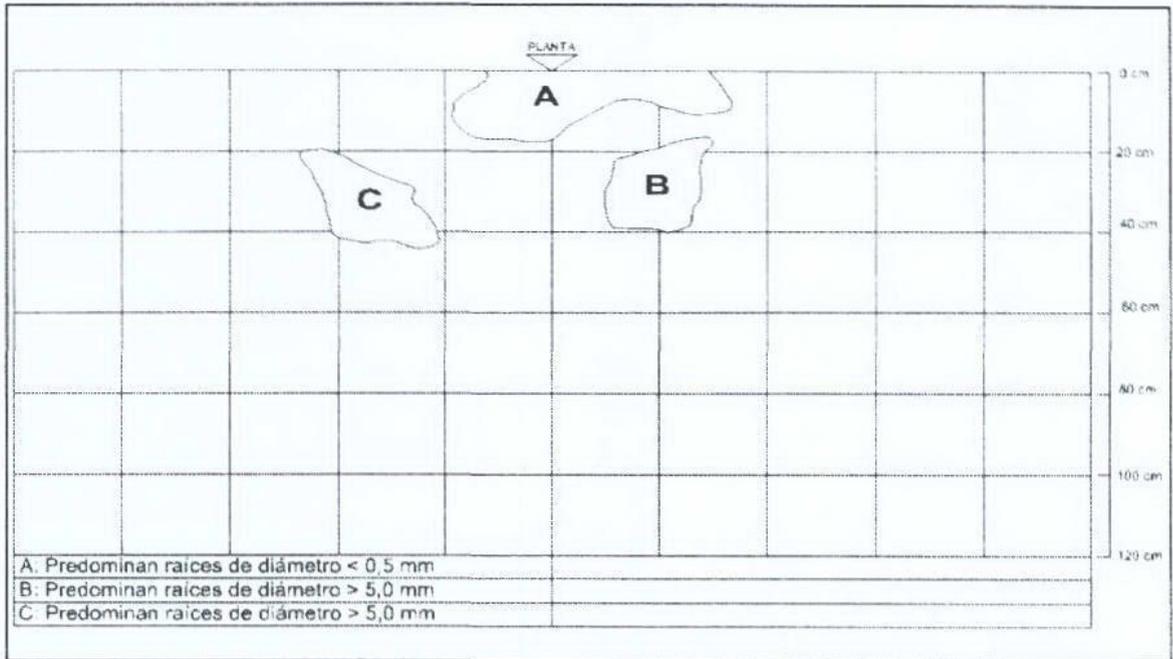


Figura 49. Mapeo Rápido (suelo pesado, plantan^o 3, calicata sobre hilera)

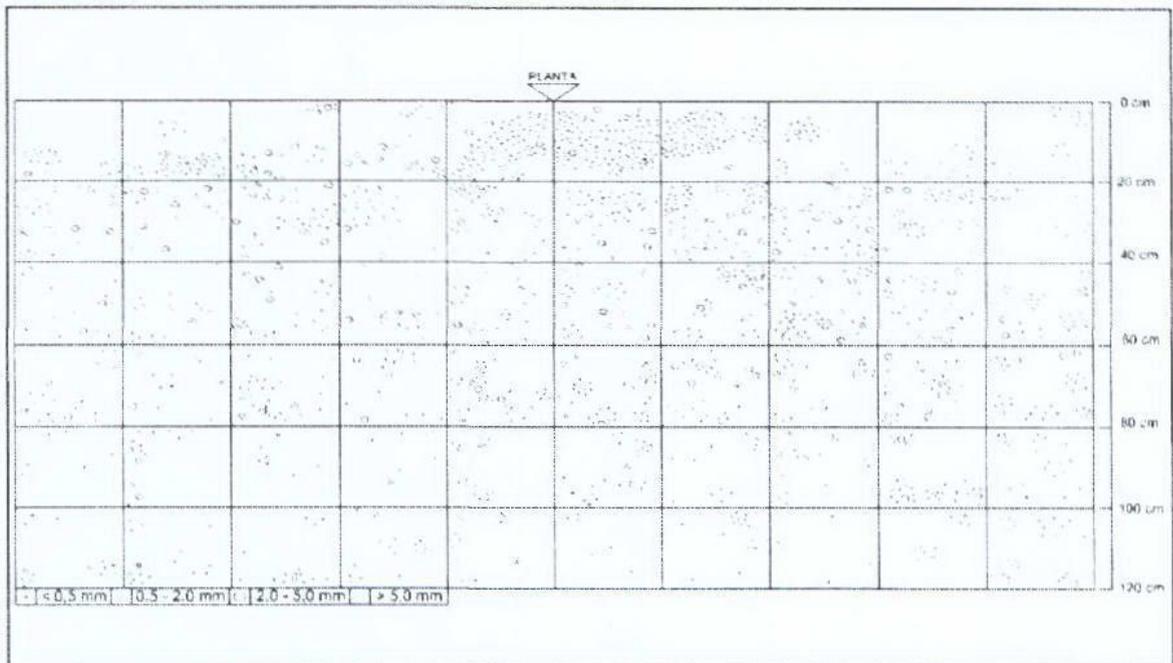


Figura 50. Mapeo detallado (suelo pesado, planta n^o 3, calicata sobre hilera)

CONCLUSIONES

Es posible la evaluación del sistema radical usando cualquiera de los cuatro métodos propuestos.

En general el mayor o menor grado de éxito en la aplicación de los métodos del barreno y monolito depende exclusivamente de las características inherentes al suelo, tales como pedregosidad, humedad y estabilidad del perfil.

El mapeo detallado es el método con el que se logra recolectar la mayor cantidad de información del sistema radical estudiado.

A2.2 METODOLOGÍA V/S POTENCIAL PRODUCTIVO

Descripción de los suelos

Caracterización general de suelo franco profundo

Suelo de origen aluvial, profundo, de textura franca hasta los 95 cm con incorporación de materia orgánica en los primeros 20 cm y contenidos variables de gravas (2-3 mm). Separado por un límite lineal abrupto, descansa sobre un sustrato suelto, de matriz arenosa media de grano simple con gravas y guijarros abundantes, presencia de piedras redondeadas (25-40 cm) en un 20 % del volumen de suelo, topografía suavemente inclinada con 2 % de pendiente, bien drenado.

Caracterización general de suelo franco delgado

Suelo de origen aluvial, con una estrata superficial de textura franca hasta los 30 cm con incorporación de materia orgánica en los primeros 20 cm. Separado por un límite lineal abrupto, descansa sobre de sustrato de textura gruesa y pedregoso, conformado por una matriz arenosa de grano simple, suelto, con contenido variable de gravas (2-5 mm), guijarros (10-20 cm) en un 35 % del volumen de suelo, piedras redondeadas (25-40 cm) en profundidad, topografía plana, bien drenado y permeable.

Análisis nematológico

En el Cuadro 11, se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las poblaciones de individuos de *Xiphinema index* presentes en plantas de distinto potencial productivo, en ambos tipos de suelo. De igual forma ocurre para las demás especies de nematodos fitoparásitos presentes en las muestras de suelo.

Cuadro 11. Evaluación de la población de nemátodos fitoparásitos presentes en plantas de distinto potencial productivo, en dos tipos de suelo.

Potencial Productivo	Tipo de suelo	<i>Xiphinema Index</i>	<i>Xiphinema americanum</i>	<i>Paratylenchus</i>	<i>Criconemella</i>
-----Individuos por 250 ml de suelo-----					
Alto	Profundo	156	108	526	1
Alto	Delgado	378	417	73	--
Bajo	Profundo	177	93	389	17
Bajo	Delgado	111	127	--	11
		NS	NS	NS	NS

NS, no existen diferencias estadísticamente significativas en cada columna, según análisis de varianza (ANDEVA). Los valores indican el promedio de las mediciones en cuatro plantas para cada potencial productivo, según tipo de suelo.

Condición productiva y vegetativa de las plantas

Como se aprecia en el Cuadro 12, los valores de peso de poda y área de sección transversal de tronco (ASTT) se diferencian estadísticamente entre plantas de distinto potencial productivo, coincidiendo con lo estimado en la apreciación visual de selección previa. Además, el número de racimos y la producción total por planta, medido a final de temporada, presentan diferencias estadísticamente significativas entre plantas de distinto potencial productivo.

Cuadro 12. Evaluación de parámetros asociados a plantas de distinto potencial productivo, en dos tipos de suelo.

Potencial productivo	Tipo de suelo	Producción planta kg / planta	Peso poda kg / planta	Número racimos nº / planta	Número yemas	Diámetro cargador mm	Largo cargador cm	ASTT cm ²
Alto	Profundo	22,7a	13,6a	41,5a	198a	7,4a	47,8a	90,9a
Alto	Delgado	25,5a	18,3a	45,0a	216a	7,7a	44,2ab	90,9a
Bajo	Profundo	8,6 b	2,6 b	17,0 b	165 b	6,7 b	41,5 b	22,5c
Bajo	Delgado	4,1 b	3,8 b	6,8 b	117 c	6,4 b	24,0c	46,9 b

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$), según la prueba de comparación múltiple de Duncan. Los valores indican el promedio de las mediciones en cuatro plantas para cada potencial productivo, según tipo de suelo.

Evaluaciones del sistema radical

Dadas las condiciones edáficas de la zona en estudio, dos de los métodos de evaluación del sistema radical (métodos del barreno y de los monolitos) debieron ser descartados por los motivos que a continuación se describen:

Método del barreno

El muestreo del sistema radical mediante el uso de barreno se tornó en extremo dificultoso en las condiciones edáficas donde se realizó el estudio debido a la presencia de guijarros y piedras que impiden la penetración del mismo en los puntos definidos a diferentes profundidades. Esta condición se presentó en ambos tipos de suelo e implicó que no se pudo realizar completa y satisfactoriamente la metodología de muestreo del sistema radical.

Método de los monolitos

Dadas las condiciones en que se realizó este estudio la aplicación de la metodología de los monolitos resultó inapropiada para evaluar el sistema radical. Esto debido a que los guijarros y piedras existentes (Figura 51A) impiden en ciertas ocasiones la penetración del cubo de metal al perfil de suelo, además, la vibración generada por los golpes necesarios para introducir el cubo de metal al perfil de suelo, produce el fenómeno de desmoronamiento del sustrato de textura gruesa subyacente de ambos tipos de suelo (Figura 51B).

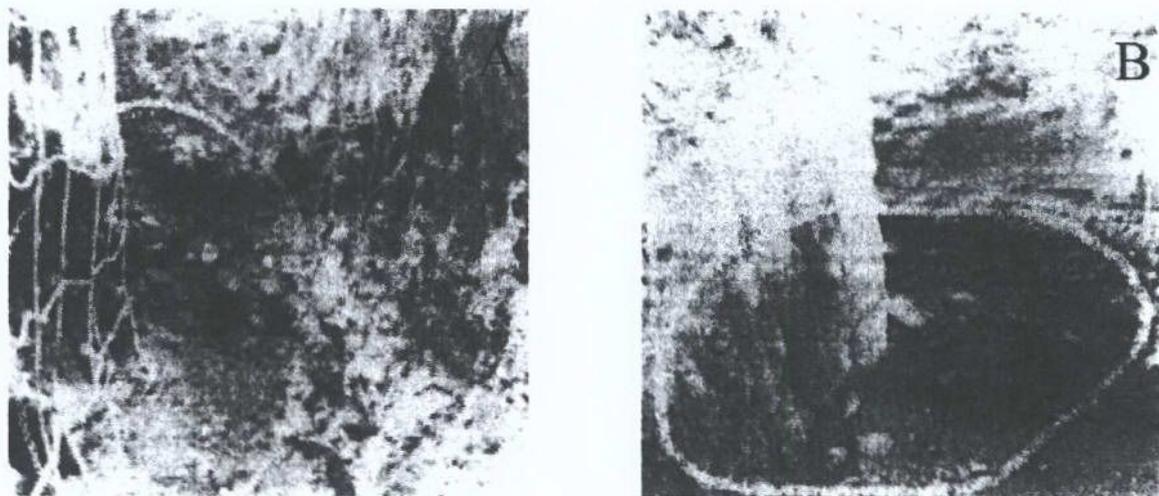


Figura 51. Pedregosidad del perfil (A) e inestabilidad de la sustrato arenoso subyacente (B).

Mapeo detallado del perfil

Considerando que en el mapeo detallado del perfil de calicatas frontales y laterales las raíces más abundantes fueron las de diámetro menor a 0,5 mm, éstas se tomaron como referencia para establecer los siguientes indicadores de desarrollo del sistema radical:

- a) Número de raíces de diámetro menor a 0,5 mm
- b) Número de raíces de diámetro menor a 2 mm (raíces < 0,5 mm + raíces 0,5-2 mm)
- c) Número de raíces totales (raíces < 0,5 mm + raíces 0,5-2 mm + raíces 2-5 mm + raíces > 5 mm)

Estos tres parámetros, además del índice de enraizamiento de Van Zyl (1988), fueron evaluados como indicadores de desarrollo del sistema radical en relación al potencial productivo, en dos tipos de suelo.

Número de raíces de diámetro menor a 0,5 mm, en calicata frontal. En el Cuadro 3 se presenta el valor de los coeficientes de correlación lineal entre el número de raíces de diámetro menor a 0,5 mm ($R < 0,5$), calculado en diferentes secciones de área en calicatas frontales, versus peso fresco de poda y producción por planta a cosecha. En el se observa que el número de raíces menores a 0,5 mm se correlaciona significativamente con las variables peso de poda y producción cuando las secciones de área del perfil alcanzan y/o superan los 1,2 m de profundidad, alcanzando un mayor nivel de confianza estadística cuando las

secciones de área son de 1,2 x 1,2 m en suelo franco profundo ($r = 0,85$ y $r = 0,88$) y cuando las secciones de área son de 1,2 x 1,6 m en suelo delgado de sustrato arenoso subyacente ($r = 0,87$ y $r = 0,91$). Lo anterior también se ve reflejado en los valores de los coeficientes de determinación R^2 de la figuras 52P y 52D, donde la producción por planta y peso de poda tuvieron un alto grado de asociación estadística con respecto al número de raíces menores a 0,5 mm.

Cuadro 13. Coeficientes de correlación lineal entre el número de raíces de diámetro menor a 0,5 mm ($R < 0,5$) para diferentes secciones de área, en calicatas frontales, v/s peso fresco de poda y producción por planta, en 2 tipos de suelo.

Calicata frontal Sección de área del perfil (ancho x profundidad) (m)	Coeficiente de correlación lineal ^{1/}			
	Suelo profundo (franco)		Suelo delgado (arenoso)	
	R < 0,5 v/s peso poda	R < 0,5 v/s producción	R < 0,5 v/s peso poda	R < 0,5 v/s producción
	(raíces/pl) ^{2/} (kg/pl) ^{2/}	(raíces/pl) (kg/pl) ^{2/}	(raíces/pl) (kg/pl)	(raíces/pl) (kg/pl)
1,2 x 0,4	NS	NS	NS	0,71*
1,2 x 0,8	NS	NS	NS	NS
1,2 x 1,2	0,85**	0,88**	0,76*	0,86**
1,2 x 1,6	0,81*	0,75*	0,87**	0,91**
1,6 x 0,4	NS	NS	0,71*	0,75*
1,6 x 0,8	NS	NS	0,72*	0,80*
1,6 x 1,2	0,84**	0,89**	NS	0,83*
1,6 x 1,6	0,76*	0,71*	0,83*	0,89**

* Señala p-valor < 0,05. Indica correlaciones significativamente diferentes de cero, con un nivel de confianza del 95 %

** Señala p-valor < 0,01. Indica correlaciones significativamente diferentes de cero, con un nivel de confianza del 99 %

NS, no significativo.

^{1/} El cálculo de cada coeficiente se realizó con 8 pares de datos.

^{2/} pl = planta

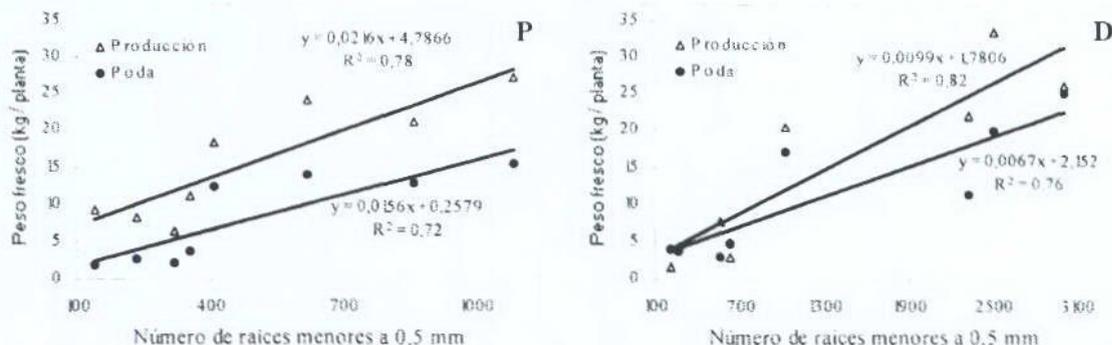


Figura 52. Producción y peso de poda en función del número de raíces de diámetro menor a 0,5 mm, para calicatas frontales de 1,2 x 1,2 m en suelo profundo (P) y calicatas frontales de 1,2 x 1,6 m suelo delgado (D).

Número de raíces de diámetro menor a 0,5 mm, en calicata lateral. En el Cuadro 14 se presenta el valor de los coeficientes de correlación lineal entre el número de raíces de diámetro menor a 0,5 mm, calculado en diferentes secciones de área en calicatas laterales y peso fresco de poda y producción por planta a cosecha. Se observa que en suelo delgado de sustrato arenoso subyacente, se dan correlaciones significativamente diferentes de cero en todo el perfil, exceptuando los primeros 0,4 m, y al hacer las mismas comparaciones para el suelo profundo, las correlaciones son significativas solamente en los primeros 0,8 m del perfil.

Cuadro 14. Coeficientes de correlación lineal entre número de raíces de diámetro menor a 0,5 mm ($R < 0,5$) para diferentes secciones de área, en calicatas laterales, v/s peso fresco de poda y producción por planta, en 2 tipos de suelo.

Calicata lateral	Coeficiente de correlación lineal ^{1/}			
	Suelo profundo (franco)		Suelo delgado (arenoso)	
	R < 0,5 v/s poda	R < 0,5 v/s producción	R < 0,5 v/s poda	R < 0,5 v/s producción
Sección de área del perfil (ancho x profundidad) (m)	(raíces/pl) ^{2/} (kg/pl) ^{2/}	(raíces/pl) (kg/pl) ^{2/}	(raíces/pl) (kg/pl)	(raíces/pl) (kg/pl)
1,2 x 0,4	0,80*	0,80*	0,80*	NS
1,2 x 0,8	0,77*	0,81*	0,85**	0,71*
1,2 x 1,2	NS	NS	0,82*	0,77*
1,2 x 1,6	NS	NS	0,79*	0,76*

* Señala p-valor < 0,05. Indica correlaciones significativamente diferentes de cero, con un nivel de confianza del 95 %

** Señala p-valor < 0,01. Indica correlaciones significativamente diferentes de cero, con un nivel de confianza del 99 %
NS, no significativo.

^{1/} El cálculo de cada coeficiente se realizó con 8 pares de datos.

^{2/} pl = planta

Número de raíces de diámetro menor a 2 mm, en calicata frontal. En el Cuadro 15 se presenta el valor de los coeficientes de correlación lineal entre el número de raíces de diámetro menor a 2 mm ($R < 2$), calculado en diferentes secciones de área en calicatas frontales, versus peso fresco de poda y producción por planta a cosecha. En el, se observa que en el suelo delgado de sustrato arenoso subyacente, existen correlaciones significativamente diferentes de cero entre las variables cuando las secciones de área muestreadas alcanzan y/o superan 0,8 m de profundidad, alcanzando valores de mayor confianza estadística para la sección de área 1,2 x 1,6 m ($r = 0,89$ y $r = 0,91$) y en el caso de las correlaciones en suelo profundo, estas son significativamente diferentes de cero, cuando las secciones de área son de 1,2 m de ancho y alcanzan y/o superan 1,2 m de profundidad. Lo anterior también se ve reflejado en los valores R^2 de las figuras 53P y 53D, donde la producción por planta y peso de poda tuvieron un alto grado de asociación estadística con respecto al número de raíces menores a 2 mm.

Cuadro 15. Coeficientes de correlación lineal entre número de raíces de diámetro menor a 2 mm ($R < 2$) para diferentes secciones de área, en calicatas frontales, v/s peso fresco de poda y producción por planta, en 2 tipos de suelo.

Calicata frontal	Coeficiente de correlación lineal ^{1/}			
	Suelo profundo (franco)		Suelo delgado (arenoso)	
	R < 2 v/s peso poda (raíces/pl) ^{2/} (kg/pl) ^{2/}	R < 2 v/s producción (raíces/pl) (kg/pl) ^{2/}	R < 2 v/s peso poda (raíces/pl) (kg/pl)	R < 2 v/s producción (raíces/pl) (kg/pl)
1,2 x 0,4	NS	NS	NS	NS
1,2 x 0,8	NS	NS	0,78*	0,82*
1,2 x 1,2	0,86**	0,87**	0,79*	0,88*
1,2 x 1,6	0,81*	0,74*	0,89**	0,91**
1,6 x 0,4	NS	NS	NS	NS
1,6 x 0,8	NS	NS	0,76*	0,82*
1,6 x 1,2	0,85**	0,88**	0,74*	0,86**
1,6 x 1,6	0,76*	NS	0,85**	0,90**

* Señala p-valor < 0,05. Indica correlaciones significativamente diferentes de cero, con un nivel de confianza del 95 %

** Señala p-valor < 0,01. Indica correlaciones significativamente diferentes de cero, con un nivel de confianza del 99 %
NS, no significativo.

^{1/} El cálculo de cada coeficiente se realizó con 8 pares de datos.

^{2/} pl = planta

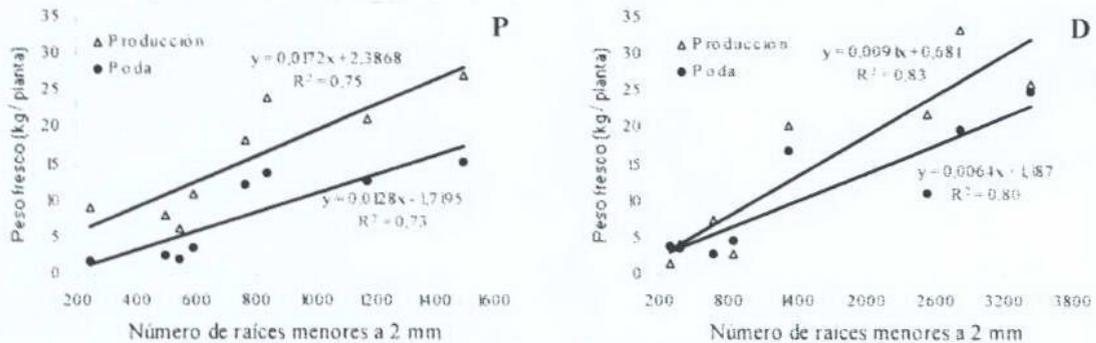


Figura 53. Producción y peso de poda en función del número de raíces de diámetro menor a 2 mm, para calicatas frontales de 1,2 x 1,2 m en suelo profundo (P) y calicatas frontales de 1,2 x 1,6 m suelo delgado (D).

Número de raíces de diámetro menor a 2 mm, en calicata lateral. En el Cuadro 16 se presenta el valor de los coeficientes de correlación lineal entre el número de raíces de diámetro menor a 2 mm, calculado en diferentes secciones de área del perfil de calicatas laterales y peso fresco de poda y producción por planta a cosecha. Se aprecia que en el suelo delgado de sustrato arenoso subyacente, las mediciones del sistema radical que alcanzan y/o superan 1,2 m de profundidad presentan coeficientes de correlación significativamente diferentes de cero, en su asociación con los parámetros de potencial productivo. Por otra parte, no existe una relación estadísticamente significativa entre las variables de potencial productivo y el número de raíces menores a 2 mm, en el suelo profundo.

Cuadro 16. Coeficientes de correlación lineal entre número de raíces de diámetro menor a 2 mm ($R < 2$) para diferentes secciones de área, en calicatas laterales, v/s peso fresco de poda y producción por planta, en 2 tipos de suelo.

Calicata lateral	Coeficiente de correlación lineal ^{1/}			
	Suelo profundo (franco)		Suelo delgado (arenoso)	
	R < 2 v/s peso poda (raíces/pl) ^{2/} (kg/pl) ^{2/}	R < 2 v/s producción (raíces/pl) (kg/pl) ^{2/}	R < 2 v/s peso poda (raíces/pl) (kg/pl)	R < 2 v/s producción (raíces/pl) (kg/pl)
Sección de área del perfil (ancho x profundidad) (m)				
1,2 x 0,4	NS	NS	0,77*	NS
1,2 x 0,8	NS	0,71*	0,83*	NS
1,2 x 1,2	NS	NS	0,82*	0,75*
1,2 x 1,6	NS	NS	0,79*	0,73*

* Señala p-valor < 0,05. Indica correlaciones significativamente diferentes de cero, con un nivel de confianza del 95 %

NS, no significativo.

^{1/} El cálculo de cada coeficiente se realizó con 8 pares de datos.

^{2/} pl = planta

Número de raíces totales, en calicata frontal. En el Cuadro 17 se presenta el valor de los coeficientes de correlación lineal entre el número de raíces totales (RT), calculado en diferentes secciones de área en calicatas frontales y el peso fresco de poda y producción por planta a cosecha. En el se puede observar que en el caso del suelo delgado de sustrato arenoso subyacente, existen correlaciones significativamente diferentes de cero cuando las secciones de área muestreadas alcanzan y/o superan 0,8 m de profundidad, alcanzando un mayor nivel de confianza estadística para la sección de área 1,2 x 1,6 m ($r = 0,90$ y $r = 0,92$) y en el caso de las correlaciones en suelo profundo, estas son significativamente diferentes de cero, cuando las secciones de área muestreadas alcanzan y/o superan 1,2 m de profundidad. Lo anterior también se ve reflejado en los valores R^2 de las figuras 54P y 54D, donde la producción por planta y peso de poda tuvieron un alto grado de asociación estadística con respecto al número de raíces totales.

Cuadro 17. Coeficientes de correlación lineal entre número de raíces totales (RT) para diferentes secciones de área, en calicatas frontales, v/s peso fresco de poda y producción por planta, en 2 tipos de suelo.

Calicata frontal	Coeficiente de correlación lineal ^{1/}			
	Suelo profundo (franco)		Suelo delgado (arenoso)	
	RT v/s peso poda (raíces/pl) ^{2/} (kg/pl) ^{2/}	RT v/s producción (raíces/pl) (kg/pl) ^{2/}	RT v/s peso poda (raíces/pl) (kg/pl)	RT v/s producción (raíces/pl) (kg/pl)
1,2 x 0,4	NS	NS	NS	NS
1,2 x 0,8	NS	NS	0,79*	0,83*
1,2 x 1,2	0,87**	0,87**	0,80*	0,89**
1,2 x 1,6	0,79*	0,71*	0,90**	0,92**
1,6 x 0,4	NS	NS	NS	0,71*
1,6 x 0,8	NS	NS	0,77*	0,84**
1,6 x 1,2	0,86**	0,88**	0,75*	0,87**
1,6 x 1,6	0,71*	NS	0,86**	0,91**

* Señala p-valor < 0,05. Indica correlaciones significativamente diferentes de cero, con un nivel de confianza del 95 %

** Señala p-valor < 0,01. Indica correlaciones significativamente diferentes de cero, con un nivel de confianza del 99 %

NS, no significativo.

^{1/} El cálculo de cada coeficiente se realizó con 8 pares de datos.

^{2/} pl = planta

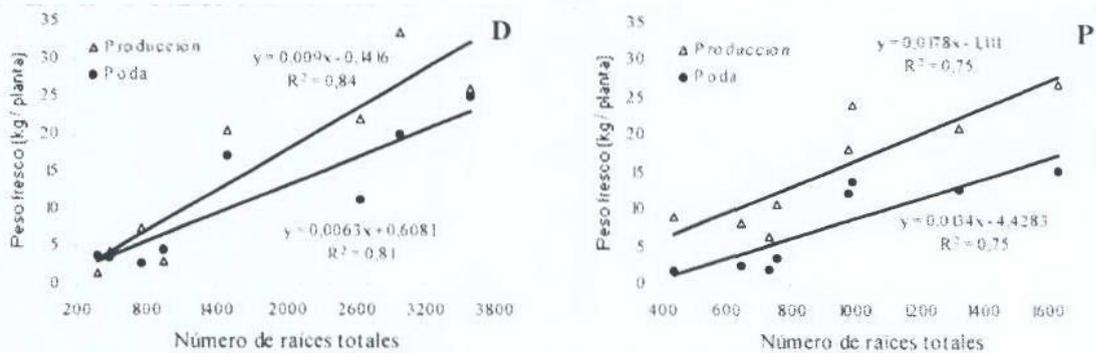


Figura 54. Producción y peso de poda en función del número de raíces totales, para calicatas frontales de 1,2 x 1,2 m en suelo profundo (P) y calicatas frontales de 1,2 x 1,6 m en suelo delgado (D).

Número de raíces totales, en calicata lateral. En el Cuadro 18 se presenta el valor de los coeficientes de correlación lineal entre el número de raíces totales (RT), calculado en diferentes secciones de área del perfil de calicatas laterales y peso fresco de poda y producción por planta a cosecha. Se aprecia que en el suelo delgado de sustrato arenoso subyacente, las mediciones del sistema radical que alcanzan y/o superan 1,2 m de profundidad presentan coeficientes de correlación significativamente diferentes de cero en su asociación con los parámetros de potencial productivo. Por otra parte, en el suelo profundo, no existe una relación

estadísticamente significativa entre las variables de potencial productivo y el número de raíces totales, exceptuando la sección superficial hasta los 0,4 m.

Cuadro 18. Coeficientes de correlación lineal entre número de raíces totales (RT) para diferentes secciones de área, en calicatas laterales, v/s peso fresco de poda y producción por planta, en 2 tipos de suelo.

Calicata lateral	Coeficiente de correlación lineal ^{1/}			
	Suelo profundo (franco)		Suelo delgado (arenoso)	
	RT v/s peso poda (raíces/pl) ^{2/} (kg/pl) ^{2/}	RT v/s producción (raíces/pl) (kg/pl) ^{2/}	RT v/s peso poda (raíces/pl) (kg/pl)	RT v/s producción (raíces/pl) (kg/pl)
Sección de área del perfil (ancho x profundidad) (m)				
1,2 x 0,4	0,72*	0,72*	0,72*	NS
1,2 x 0,8	NS	NS	0,79*	NS
1,2 x 1,2	NS	NS	0,81*	0,74*
1,2 x 1,6	NS	NS	0,78*	0,71*

^{1/} Señala p-valor < 0,05. Indica correlaciones significativamente diferentes de cero, con un nivel de confianza del 95 %
NS, no significativo.

Índice de enraizamiento, en calicata frontal. En el Cuadro 19 se presenta el valor de los coeficientes de correlación lineal entre el índice de enraizamiento (IE), calculado en diferentes secciones de área de calicatas frontales y el peso fresco de poda y producción por planta a cosecha. En el se observa que el índice de enraizamiento se relaciona estadísticamente con las variables peso de poda y producción cuando las secciones de área alcanzan y/o superan los 1,2 m de profundidad en las evaluaciones realizadas en suelo franco profundo. Por otra parte, en el suelo delgado de matriz arenosa subyacente, la sección de área de 1,2 x 1,6 m es la única que entrega una relación estadísticamente significativa entre el índice de enraizamiento y los parámetros de potencial productivo. Estas relaciones se ven reflejadas en los valores R² de las figuras 55P y 55D, donde la producción por planta y peso de poda tuvieron un moderado grado de asociación estadística con respecto al índice de enraizamiento.

Cuadro 19. Coeficientes de correlación lineal entre índice de enraizamiento (IE) para diferentes secciones de área, en calicatas frontales, v/s peso fresco de poda y producción por planta, en 2 tipos de suelo.

Calicata frontal	Coeficiente de correlación lineal ^{1/}			
	Suelo profundo (franco)		Suelo delgado (arenoso)	
	IE v/s peso poda (IE/pl) ^{2/} (kg/pl) ^{2/}	IE v/s producción (IE/pl) (kg/pl) ^{2/}	IE v/s peso poda (IE/pl) (kg/pl)	IE v/s producción (IE/pl) (kg/pl)
1,2 x 0,4	NS	NS	NS	NS
1,2 x 0,8	NS	NS	NS	NS
1,2 x 1,2	0,80*	0,84**	NS	0,71*
1,2 x 1,6	0,87**	0,87**	0,73*	0,79*
1,6 x 0,4	NS	NS	NS	NS
1,6 x 0,8	NS	NS	NS	NS
1,6 x 1,2	0,81*	0,86**	NS	NS
1,6 x 1,6	0,87**	0,87**	NS	0,79*

* Señala p-valor < 0,05. Indica correlaciones significativamente diferentes de cero, con un nivel de confianza del 95 %
 ** Señala p-valor < 0,01. Indica correlaciones significativamente diferentes de cero, con un nivel de confianza del 99 %
 NS, no significativo.

^{1/} El cálculo de cada coeficiente se realizó con 8 pares de datos.

^{2/} pi = planta

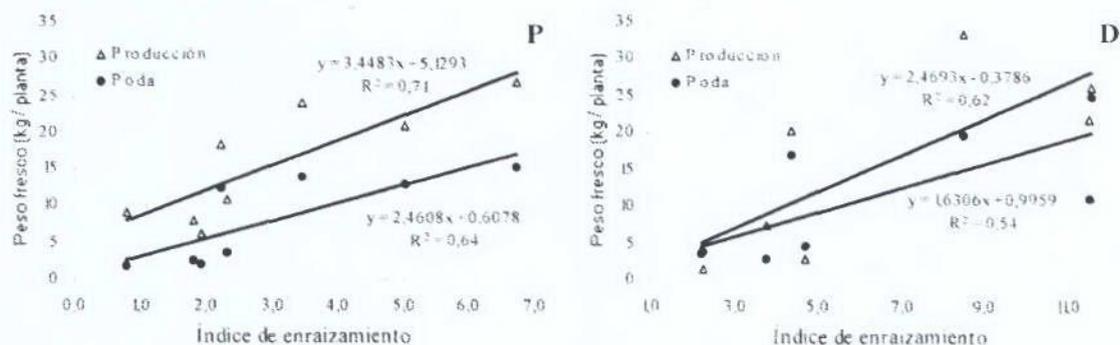


Figura 55. Producción y peso de poda en función de índice de enraizamiento, para calicatas frontales de 1,2 x 1,2 m en suelo profundo (P) y calicatas frontales de 1,2 x 1,6 m en suelo delgado (D).

Índice de enraizamiento, en calicata lateral. En el Cuadro 20 se presentan los coeficientes de correlación lineal entre el índice de enraizamiento (IE), calculado en diferentes secciones de área del perfil de calicatas laterales y peso fresco de poda y producción por planta a cosecha. Se aprecia que en el suelo delgado de sustrato arenoso subyacente, las mediciones en la sección de área 1,2 x 0,8 m presentan, excepcionalmente, coeficientes de correlación significativos, en su asociación con los parámetros de potencial productivo. Por otra parte, en el suelo profundo, no existen correlaciones significativamente diferentes de cero

entre las variables de potencial productivo y el índice de enraizamiento, en todo el perfil.

Cuadro 20. Coeficientes de correlación lineal entre índice de enraizamiento (IE) para diferentes secciones de área, en calicatas laterales, v/s peso fresco de poda y producción por planta, en 2 tipos de suelo.

Calicata lateral	Coeficiente de correlación lineal ^{1/}			
	Suelo profundo (franco)		Suelo delgado (arenoso)	
	IE v/s peso poda (IE/pl) ^{2/} (kg/pl) ^{2/}	IE v/s producción (IE/pl) (kg/pl) ^{2/}	IE v/s peso poda (IE/pl) (kg/pl)	IE v/s producción (IE/pl) (kg/pl)
Sección de área del perfil (ancho x profundidad) (m)				
1,2 x 0,4	NS	NS	NS	NS
1,2 x 0,8	NS	NS	0,81*	0,71*
1,2 x 1,2	NS	NS	NS	NS
1,2 x 1,6	NS	NS	NS	0,74*

* Señala p-valor < 0,05. Indica correlaciones significativamente diferentes de cero, con un nivel de confianza del 95 %
NS, no significativo.

^{1/} El cálculo de cada coeficiente se realizó con 8 pares de datos.

^{2/} pl = planta

Cantidad y distribución de raíces

Como se aprecia en el Cuadro 21, el número total de raíces en plantas de alto potencial productivo, presentó diferencias significativas con el número total de raíces en plantas de bajo potencial productivo, en ambos tipos de suelo, para el muestreo realizado en calicatas frontales. Al realizar las comparaciones en calicatas laterales, se observan diferencias significativas entre grupos de potencial productivo, en el suelo delgado de sustrato arenoso subyacente, no así en el suelo profundo, pudiendo influir la alta desviación de los datos respecto de su media, medido a través del coeficiente de variación, que presentó el muestreo del número total de raíces de plantas de alto potencial productivo, en ese tipo de calicatas. Al comparar el número de raíces de la suma de ambos tipos de calicata, lo que corresponde al total absoluto de muestreo por planta, se observan diferencias estadísticamente significativas entre plantas de alto potencial productivo y plantas de bajo potencial productivo, en ambos tipos de suelo.

Cuadro 21. Número total de raíces según potencial productivo y tipo de suelo, en calicatas frontales, laterales y la suma de ambas.

Potencial productivo	Tipo de suelo	Tipo de calicata					
		Calicata frontal		Calicata lateral		Suma	
		-- n° raíces --	CV ^{1/} %	-- n° raíces --	CV %	-- n° raíces --	CV %
Alto	Profundo	2009 b	26,9	1177ab	54,5	3186 b	36,2
Alto	Delgado	3445a	21,3	1591a	16,6	5036a	15,7
Bajo	Profundo	1225 c	12,7	685 b	16,9	1910 c	11,4
Bajo	Delgado	788 c	40,3	548 b	89,8	1336 c	53,7

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$), según la prueba de comparación múltiple de Duncan.

^{1/} C.V. Coeficiente de variación.

La composición del sistema radical, basada en el diámetro de raíces, se muestra en el Cuadro 22. Para los dos potenciales productivos seleccionados y en ambos tipos de suelo, la mayor cantidad de raíces está representada por la categoría menor a 0,5 mm. Esta categoría de raíces constituye más del 80% del total de raíces muestreadas en plantas de alto potencial productivo en suelo delgado de sustrato arenoso subyacente, en ambos tipos de calicatas y más del 66% del total de raíces muestreadas en plantas de alto potencial productivo en suelo profundo. Por otra parte, se puede apreciar que el número total de raíces cuantificadas en calicatas frontales es superior al número total de raíces muestreadas en calicatas laterales, existiendo diferencias estadísticamente significativas entre ambos tipos de calicatas en las plantas de alto potencial productivo en suelo delgado de sustrato arenoso subyacente y en plantas de bajo potencial productivo en suelo profundo.

Cuadro 22. Composición porcentual de raíces en base a su diámetro, en calicatas frontales y laterales, para plantas de distinto potencial productivo, en dos tipos de suelo.

Potencial productivo	Tipo de suelo	Tipo de calicata	Composición de raíces (%)				Nº total de raíces
			Raíces < 0,5 mm	Raíces 0,5 - 2 mm	Raíces 2 -5 mm	Raíces > 5 mm	
Alto	Profundo	Frontal	66	23	9	2	2009a (100%)
		Lateral	71	21	6	2	1177a (100%)
Alto	Delgado	Frontal	80	14	4	2	3445a (100%)
		Lateral	84	13	2	1	1591 b(100%)
Bajo	Profundo	Frontal	56	28	10	6	1225a (100%)
		Lateral	60	29	8	3	685 b(100%)
Bajo	Delgado	Frontal	64	22	8	6	788a (100%)
		Lateral	63	26	9	2	548a (100%)

Letras diferentes indican diferencia estadística entre tipos de calicata, según el test "t" de Student ($p < 0,05$). La significancia estadística se aplicó a cada potencial productivo por separado, según tipo de suelo.

En la Figura 56 se compara gráficamente y para cada categoría de diámetro, la distribución de raíces en profundidad, para los dos grupos de potencial productivo, en el perfil de calicatas frontales en ambos tipos de suelo. En ella se observa que las raíces gruesas, de diámetro mayor a 5 mm se concentran marcadamente entre los 0,2 y 0,4 m (Figura 56D). En las raíces medianas, de diámetro entre 2-5 mm existe una tendencia de distribución similar con más extensión de crecimiento en profundidad (Figura 56C). Por su parte, en las raíces delgadas, de diámetro entre 0,5-2 mm se observa que en suelo profundo, las plantas de alto y bajo potencial productivo siguen la tendencia de la categoría anterior y las plantas de alto potencial productivo en suelo delgado con sustrato arenoso subyacente, exhiben una tendencia de distribución distinta, con un particular foco de crecimiento entre 1,2 y 1,4 m de profundidad (Figura 56B). En la Figura 56A se observa que las raíces finas, de diámetro menor a 0,5 mm se presentan en escasa cantidad en plantas de bajo potencial productivo, con focos de crecimiento en los primeros 0,2 m y a las profundidades 1,0-1,2 m en el caso del suelo delgado de sustrato arenoso subyacente y 1,0-1,4 m en suelo franco profundo. Por otra parte, las plantas de alto potencial productivo en suelo delgado de sustrato arenoso subyacente, presentan una elevada cantidad de raíces finas menores a 0,5 mm en el perfil, contrastando con las plantas de alto potencial en suelo franco profundo, que si bien presentan igualmente elevadas cantidades de raíces menores a 0,5 mm, estas disminuyen a un mínimo entre los 0,4 y 0,8 m de profundidad, observándose en este caso, diferencias estadísticamente significativas entre ambos tipos de suelo (Figura 57).

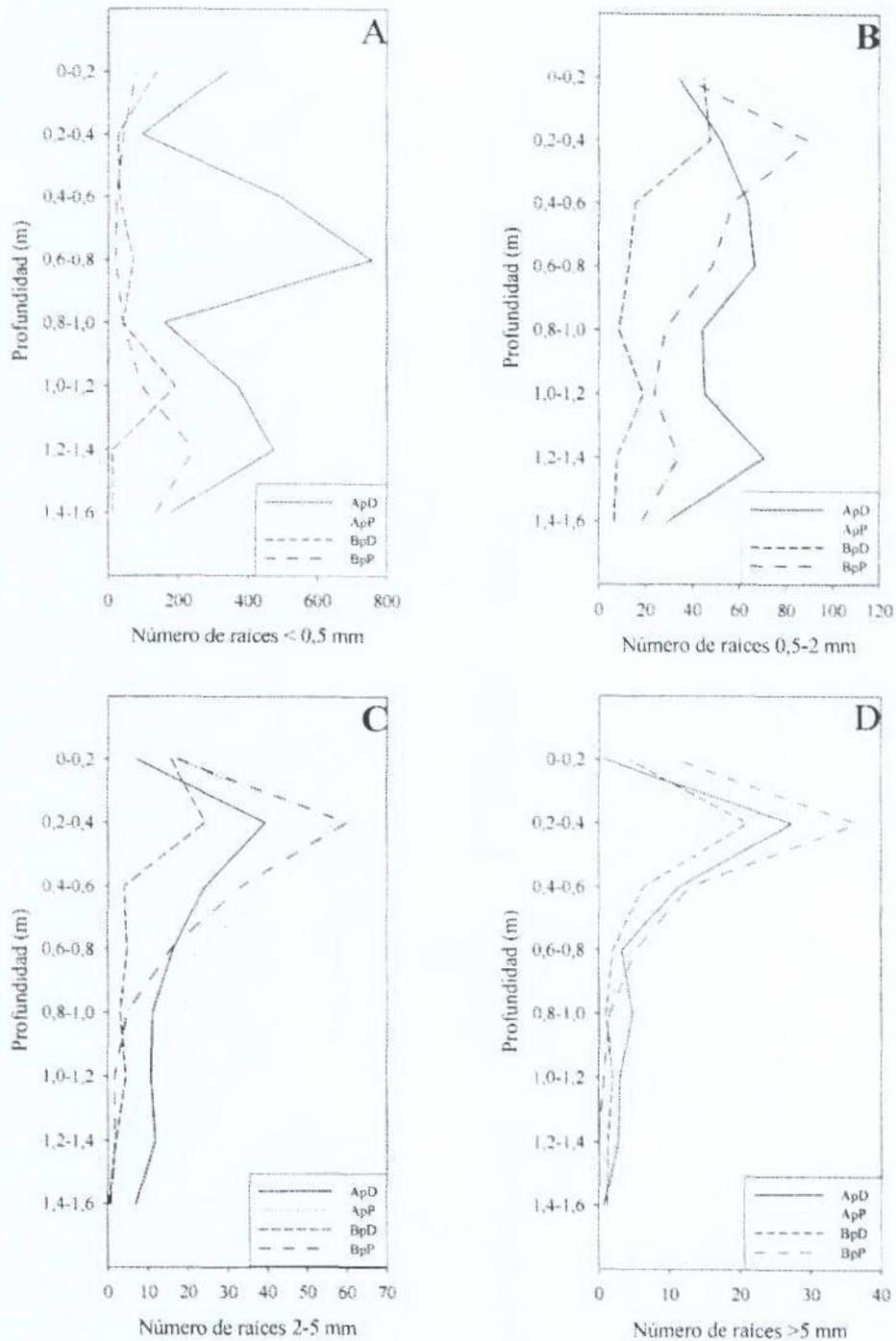


Figura 56. Distribución en profundidad de raíces de diferentes categorías de diámetro, en calcatas frontales de 1,6 x 1,6 m, en plantas de alto potencial en suelo delgado (ApD); alto potencial en suelo profundo (ApP); bajo potencial en suelo delgado (BpD) y bajo potencial en suelo profundo (BpP).

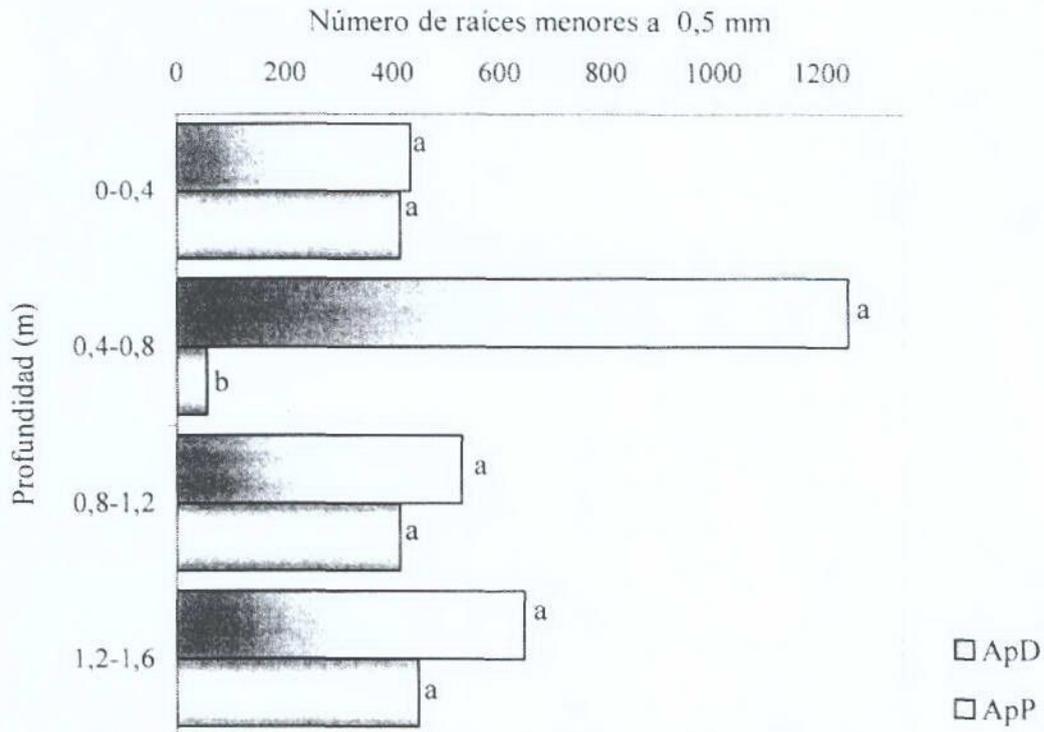


Figura 57. Comparación de la distribución en profundidad de raíces menores 0,5 mm, en calicatas frontales de 1,6 x 1,6 m., entre plantas de alto potencial productivo en suelo delgado (ApD) y plantas de alto potencial productivo en suelo profundo (ApP). Letras distintas en sentido vertical indican diferencia significativa entre tipos de suelo según la prueba "t" de Student ($P < 0,05$). La significancia estadística se aplicó a cada estrata por separado y se señala con las letras a y b.

En los mapas de densidad de raíces de diámetro menor a 0,5 mm de las figuras 58, 59, 60 y 61 se puede apreciar la distribución de las mismas tanto en sentido vertical (profundidad), como en sentido horizontal, con notorias diferencias entre plantas de alto potencial productivo (figuras 58 y 59) y plantas de bajo potencial productivo (figuras 60 y 61). Además, en los mapas de densidad de raíces menores a 0,5 mm de plantas de alto potencial productivo, puede observarse que en el suelo franco profundo existe específicamente una zona bajo la posición de los goteros con una baja densidad de raíces (Figura 58F), en contraste con el crecimiento bien distribuido hasta 1,6 m de profundidad que se observa en el suelo delgado de sustrato arenoso subyacente (Figura 59F).

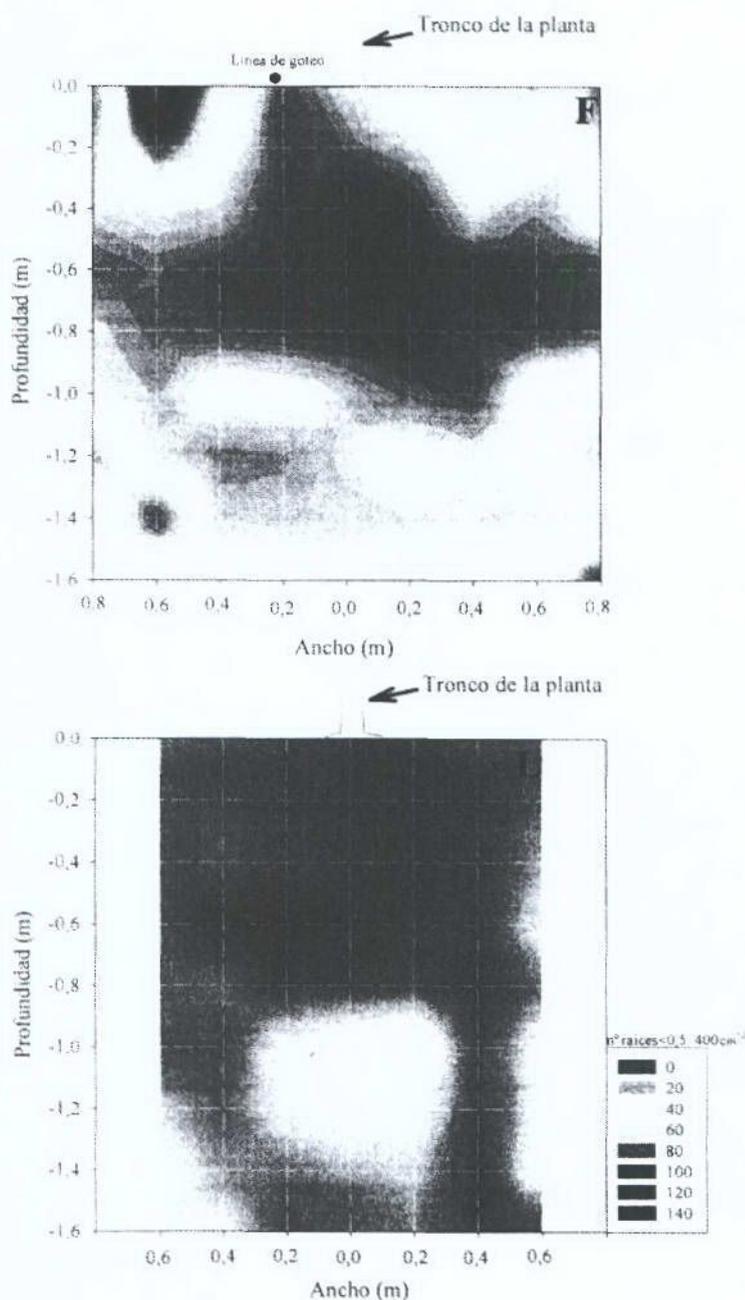


Figura 58. Mapas de densidad de raíces de diámetro menor a 0,5 mm en calicatas frontales^{1/} (F) y laterales^{2/} (L), en plantas de alto potencial productivo en suelo profundo de textura franca. Los distintos valores en los gráficos de densidad representen el número de raíces menores a 0,5 mm por cuadrícula de 20 x 20 cm.

^{1/} La calicata frontal tiene valores máx., min. y media de 109, 0 y 21 raíces por cuadrícula de 20 x 20 cm (400 cm²), respectivamente.

^{2/} La calicata lateral tiene valores máx., min. y media de 60, 0 y 15 raíces por cuadrícula de 20 x 20 cm (400 cm²), respectivamente.

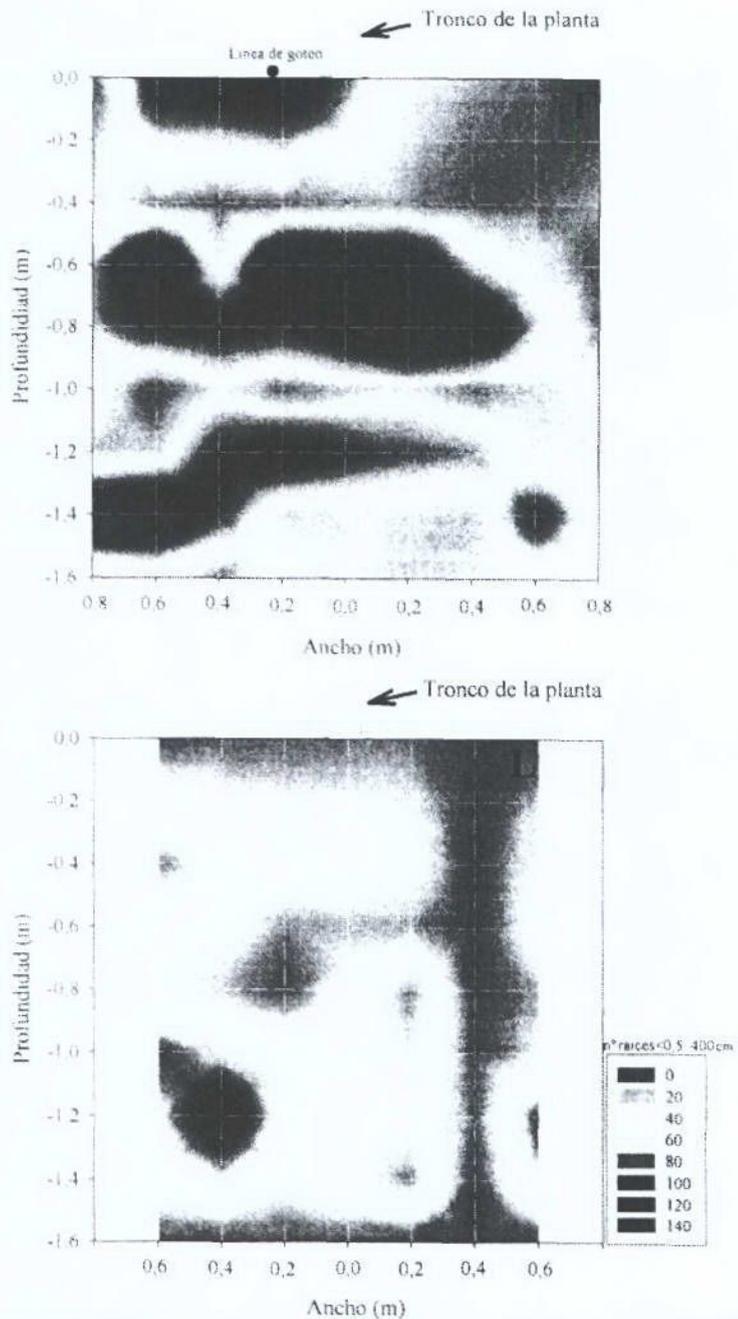


Figura 59. Mapas de densidad de raíces de diámetro menor a 0,5 mm en calicatas frontales^{1/} (F) y laterales^{2/} (L), en plantas de alto potencial productivo en suelo delgado de sustrato arenoso subyacente. Los distintos valores en los gráficos de densidad representan el número de raíces menores a 0,5 mm por cuadrícula de 20 x 20 cm.

^{1/} La calicata frontal tiene valores máx., min. y media de 117, 0 y 42 raíces por cuadrícula de 20 x 20 cm (400 cm²), respectivamente.

^{2/} La calicata lateral tiene valores máx., min. y media de 131, 0 y 33 raíces por cuadrícula de 20 x 20 cm (400 cm²), respectivamente.

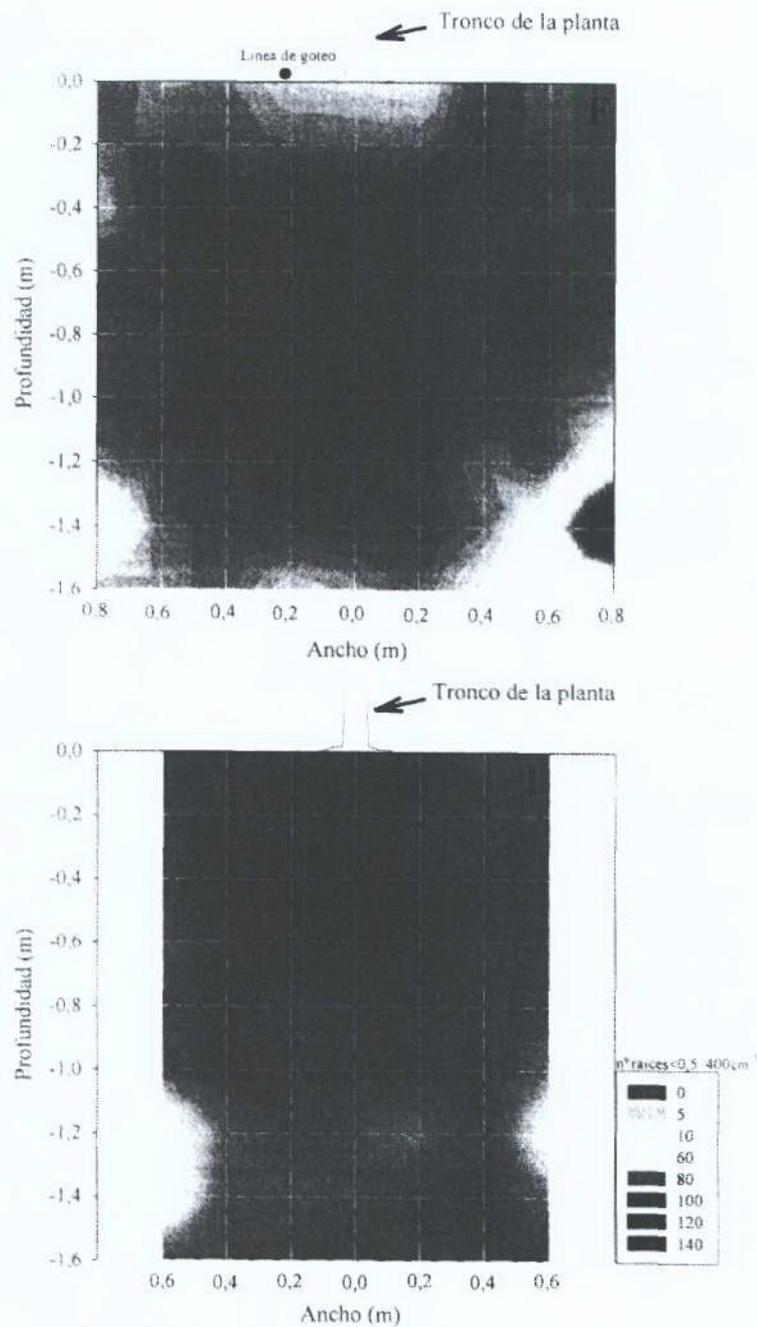


Figura 60. Mapas de densidad de raíces de diámetro menor a 0,5 mm en calicatas frontales^{1/} (F) y laterales^{2/} (L), en plantas de bajo potencial productivo en suelo profundo de textura franca. Los distintos valores en los gráficos de densidad representan el número de raíces menores a 0,5 mm por cuadrícula de 20 x 20 cm.

^{1/} La calicata frontal tiene valores máx., min. y media de 129, 0 y 11 raíces por cuadrícula de 20 x 20 cm (400 cm²), respectivamente.

^{2/} La calicata lateral tiene valores máx., min. y media de 42, 0 y 7 raíces por cuadrícula de 20 x 20 cm (400 cm²), respectivamente.

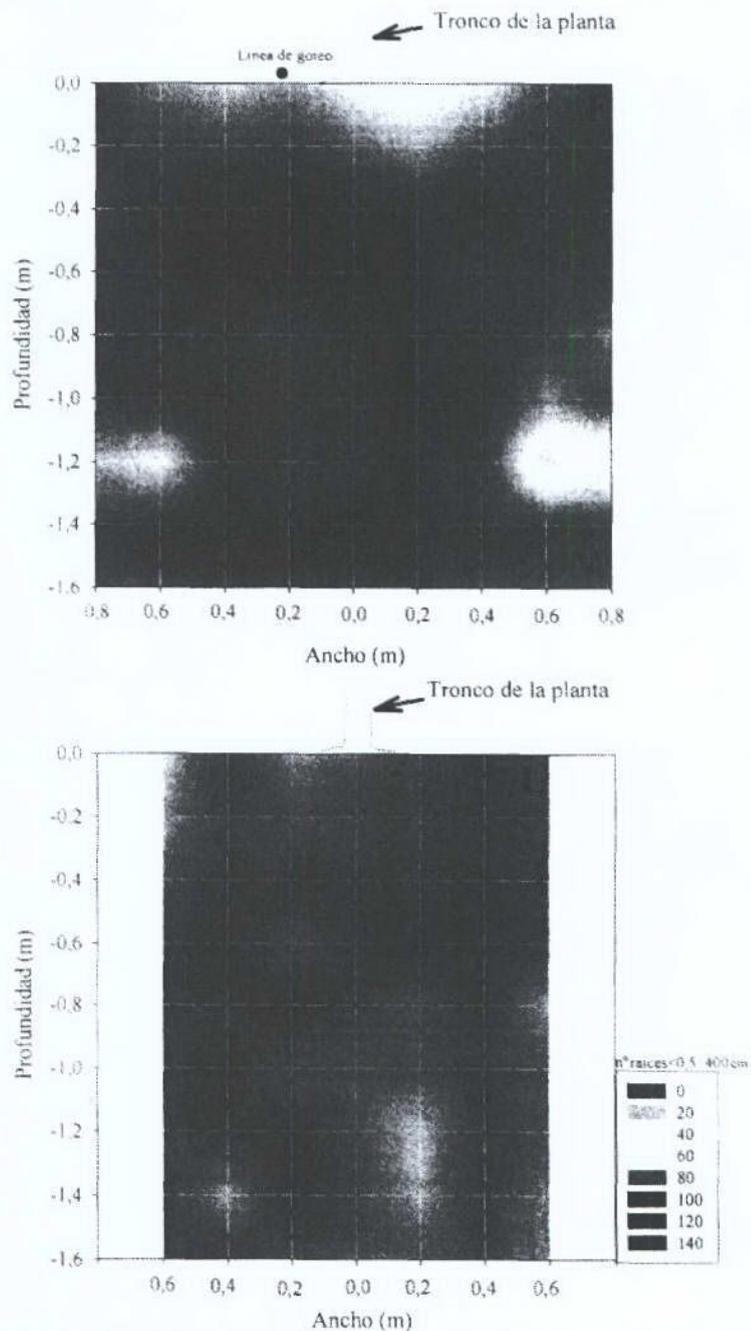


Figura 61. Mapas de densidad de raíces de diámetro menor a 0,5 mm en calicatas frontales^{1/} (F) y laterales^{2/} (L), en plantas de bajo potencial productivo en suelo delgado de sustrato arenoso subyacente. Los distintos valores en los gráficos de densidad representen el número de raíces menores a 0,5 mm por cuadrícula de 20 x 20 cm.

^{1/} La calicata frontal tiene valores máx., min. y media de 62, 0 y 8 raíces por cuadrícula de 20 x 20 cm (400 cm²), respectivamente.

^{2/} La calicata lateral tiene valores máx., min. y media de 26, 0 y 7 raíces por cuadrícula de 20 x 20 cm (400 cm²), respectivamente.

DISCUSIÓN

Método del barreno

Respecto a la forma de evaluar las raíces en el suelo, cabe señalar que la pedregosidad en el perfil determinó en gran medida el fracaso en la aplicación de la metodología del barreno. Perry *et al.* (1983), en un experimento de laboratorio, probaron con éxito la metodología utilizando un barreno de 5 cm de diámetro para evaluar el sistema radical de diferentes cultivares de vid de 1 año de edad, en un sustrato uniforme de arena fina. En explotaciones comerciales, Nagarajah (1987) no señala inconvenientes al utilizar la metodología con un barreno de 17,5 cm de diámetro a profundidades de hasta 220 cm para evaluar el sistema radical de vid Thompson Seedless, de 7-10 años de edad, en diferentes texturas de suelo. Cabe recordar que el barreno utilizado en este estudio tuvo un diámetro de 9,5 cm, poco si se considera al utilizado con éxito por Nagarajah (1987) y debe ser un factor a considerar en la posible utilización de esta metodología.

Método de los monolitos

El análisis de distribución de raíces mediante el método de los monolitos es dificultoso, laborioso y consumidor de tiempo, tal como lo señala Böhm (1979). En efecto, dadas las particulares condiciones de suelo en que se realizó este estudio, se produce el fenómeno de desmoronamiento del sustrato de textura gruesa subyacente de ambos tipos de suelo, con la vibración generada producto de los golpes necesarios para introducir el cubo de metal al perfil de suelo, además, los guijarros y piedras existentes impiden en ciertas ocasiones la penetración del cubo de metal en el perfil. Al respecto Bassoi *et al.* (2003), investigando la distribución de raíces en vides de la variedad Itália injertada sobre IAC 313, en un suelo de textura media, no señala inconvenientes al evaluar los parámetros peso seco de raíces y largo de raíces por volumen de suelo estimados por el método de los monolitos. En otro contexto de suelo, Nappi *et al.* (1985) utilizaron con éxito la metodología extrayendo cubos de 20 cm hasta una profundidad de 1,2 m al evaluar el sistema radical de vides en un suelo franco limoso.

Mapeo detallado del perfil

Smart *et al.* (2006) señalan que existen varios métodos de estudio de la distribución de raíces, pero el más comúnmente aceptado en viticultura es el método del perfil (Böhm, 1979). Dentro de esta metodología, el primer paso para determinar indicadores de desarrollo del sistema radical relacionados con el potencial productivo, es hacer un muestreo de perfiles representativos del sistema radical tridimensional de la planta.

Según Van Zyl (1988), puede esperarse en mayor medida que el modelo de distribución de las raíces esté más influenciado por el sistema de riego y menos por la lluvia, en zonas de baja precipitación. A esto debe sumarse el efecto detrimental de la compactación de suelo sobre el crecimiento de las raíces, producto del constante paso de maquinaria (Richards, 1983; Van Huyssteen, 1988; Van Zyl, 1988), lo cual estaría confinando su crecimiento en la zona de la sobrehilera. En este estudio, los antecedentes recién expuestos se ven corroborados por la menor cantidad de raíces totales que se observa en las calicatas laterales de la zona de la entrehilera, respecto de las calicatas frontales evaluadas en la zona de la sobrehilera (Cuadro 22), además, de la baja densidad de raíces que se observa en la parte superior del perfil (compactación por el paso de maquinaria) de calicatas laterales (figuras 58L, 59L, 60L y 61L). El menor desarrollo de raíces hacia la entrehilera se manifiesta en la escasa significación estadística de los indicadores de desarrollo del sistema radical en calicatas laterales (cuadros 14, 16, 18 y 20).

Otro aspecto de importancia al momento de aplicar la metodología del mapeo detallado, es determinar que tipo de raíces se deben considerar en relación al potencial productivo. De acuerdo a la literatura, existen diferencias entre distintos autores para designar categorías de diámetro a las raíces muestreadas, señalándose, entre otras categorías: Raíces <1; 1-2; 2-5; 5-10; 10-20; 20-30 mm, Perry *et al.* (1983); raíces <0,5; 0,5-2; 2-5; >5 mm, Van Zyl (1988); raíces <2; 2-5; 5-12; >12 mm, Williams *et al.* (1991); raíces <1; 1-2; >2 mm, Morlat y Jacquet (1993); raíces <2; 2-5; 5-12; >12 mm, Morano y Kliewer (1994) y raíces <1,6; 1,6-3,2; >3,2 mm, Araujo *et al.* (1995). Por otra parte, es sabido que desde el punto de vista de la funcionalidad o actividad, las raíces de vid más importantes son aquellas de menor diámetro y de color blanco (Honorato *et al.*, 1990; Silva *et al.*, 1991; Mullins *et al.*, 1992; Sellés *et al.*, 2003; Ruiz *et al.*, 2005), comúnmente denominadas "activas". Con respecto a los indicadores de desarrollo radical utilizados en este estudio, se determinó que el número de raíces de diámetro menor a 0,5 mm (Cuadro 13), el número de raíces de diámetro menor a 2 mm (Cuadro 15) y el número de raíces totales (Cuadro 7) siempre presentan

coeficientes de correlación significativamente diferentes de cero con los parámetros producción y peso de poda, para las secciones de área 1,2 x 1,2 m y 1,2 x 1,6 m de calcatas frontales, en ambos tipos de suelo, no destacándose un indicador sobre otro.

Considerando la información anterior y a partir del análisis de la composición porcentual de raíces según las diferentes categorías de diámetro usadas en este estudio (Cuadro 22), se considera que el número de raíces de diámetro menor a 0,5 mm es el que entrega la información necesaria y suficiente para ser considerado un buen indicador de desarrollo del sistema radical en ambos tipos de suelo. Lo anterior se sustenta en el hecho que no se refleja en un coeficiente de correlación con un mayor nivel de confianza estadística, el efecto aditivo de agregar a esta categoría las demás categorías de diámetro, con la ventaja práctica adicional del menor requerimiento de tiempo que esto implica.

Como se mencionó anteriormente, otro punto a favor para considerar a las raíces menores a 0,5 mm como un buen indicador de desarrollo del sistema radical es su característica de raíz funcional. Al respecto, Comas *et al.* (2000), analizando raíces en vides *cv.* Concord señalan que son muy sensibles a condiciones adversas y su actividad metabólica decrece a medida que aumenta su pigmentación en el tiempo. Los autores mencionan que la duración de raíces de diámetro menor 0,6 mm, desde que nacen blancas hasta que desaparecen, varía entre 149 y 248 días dependiendo del tipo de poda de canopia. De esta forma, este lapso de tiempo podría ser considerado como un periodo en que las raíces menores a 0,5 mm pueden ser registradas.

Van Zyl (1988) considera que un alto índice de enraizamiento (I.E.) es un reflejo de favorables condiciones de suelo, que resultarían en una alta proporción de raíces finas en relación a raíces gruesas. En este estudio el I.E. (Cuadro 19) no presenta una mejor asociación con el potencial productivo si se compara con los otros indicadores de desarrollo del sistema radical propuestos (cuadros 13, 15 y 17). Por otra parte, el hecho de tener que cuantificar todas las raíces presentes en el perfil representa una desventaja práctica, por el mayor requerimiento de tiempo que esto implica. Por último cabe señalar que por su condición de índice, su valor no queda definido si en la sección de área muestreada no se cuantifican raíces de las categorías medias (2-5 mm) y/o gruesas (>5 mm) y un mismo valor de índice de enraizamiento puede representar una cantidad de raíces muy distinta, por lo cual su utilización como un valor comparativo es restringida.

Cantidad y distribución de raíces

En relación al análisis nematológico, González (1993) define un nivel severo de infestación sobre 100 individuos por 250 ml de suelo para *Xiphinema americanum* y sobre 20 individuos por 250 ml de suelo para *Xiphinema index*. Según esto, todas las plantas de este estudio tendrían un nivel severo de infestación, particularmente, las plantas de alto potencial productivo en suelo delgado de sustrato arenoso subyacente (Cuadro 11). Estas plantas presentan, además, la mayor cantidad de raíces (Cuadro 21), lo cual podría explicar su mayor nivel de infestación ya que de acuerdo a la literatura, el crecimiento de raíces puede contribuir al aumento en el número de estos parásitos, debido al aumento del recurso alimenticio (Feil *et al.*, 1997). Por otra parte, la fecha de muestreo (mes de junio) pudo haber influido en el alto número de individuos recolectados ya que según Callejas *et al.* (2006b), corresponde a un periodo en que las raíces se encuentran sin la protección de los nematicidas en la zona norte de Chile.

Considerando la edad de la planta y analizando la Figura 56, se puede inferir que ésta desarrolla sus raíces estructurales principalmente entre los 0,2 y 0,4 m de suelo (Figura 56D) y a partir de ellas va desarrollando su crecimiento de extensión y ramificación (figuras 56B y 56C), coincidiendo con lo señalado por Richards (1983). Desde éstas últimas se estarían desarrollando las raíces de diámetro menor a 0,5 mm, con una tendencia de crecimiento en los primeros 20 cm del camellón y especialmente en profundidad (Figura 56A).

En los mapas de densidad de raíces menores a 0,5 mm, puede observarse que en el suelo franco profundo existe específicamente una zona bajo la posición de los goteros con una baja densidad de raíces menores a 0,5 mm (Figura 58F), en contraste con el crecimiento bien distribuido hasta 1,6 m de profundidad que se observa en el suelo delgado de sustrato arenoso subyacente (Figura 59F), existiendo diferencia estadística en el número de raíces de diámetro menor a 0,5 mm ubicadas entre 0,4 y 0,8 m de profundidad (Figura 57). Lo anterior se da en el contexto de una frecuente saturación de una parte del perfil debido al manejo de riego para evitar el peligro de salinización secundaria en la zona estudiada y podría explicarse por la menor oxigenación en suelo franco dada su mayor capacidad de retención de humedad y menor cantidad de macroporos (Sellés y Ferreyra, 2005), lo que podría estar generando problemas de aireación. De manera similar y para la misma zona, Callejas *et al.* (2004) indican que en un suelo de texturas finas se observa una zona bajo el gotero con una menor densidad de raíces, señalando una situación diferente en suelo de texturas gruesas. De la misma forma, la situación del sector de texturas finas se explicaría por las inadecuadas condiciones de aireación de suelo.

Del análisis de la Figura 59F puede inferirse que la planta está dirigiendo su crecimiento hacia sectores de suelo donde encuentra un mejor equilibrio agua-aire. La alta densidad de raíces en los primeros 20 cm del perfil podría estar relacionada al mayor contenido de materia orgánica (Morlat y Jacquet, 1993) y a su vez, el crecimiento en profundidad estaría asociado a las texturas gruesas de baja capacidad de retención de humedad y buenas condiciones de aireación (Sellés *et al.*, 2003).

Independientemente de la distribución que pueda tener el sistema radical, es importante señalar que en este estudio, las plantas más productivas están asociadas a una mayor cantidad de raíces (Cuadro 21), especialmente de menor diámetro (Cuadro 22), lo cual es coincidente con lo señalado por (Richards, 1983; Honorato *et al.*, 1988; Honorato *et al.*, 1990; Davies y Zhang, 1991; Silva *et al.*, 1991; Ruiz, 2000; Sellés *et al.*, 2003; Ruiz *et al.*, 2005).

CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones experimentales en que se realizó esta investigación, se puede concluir que:

La producción y el peso de poda, presentan correlaciones estadísticamente significativas con todos los indicadores de desarrollo del sistema radical de plantas de vid propuestos, cuando estos se obtienen a partir de calicatas frontales y con una profundidad de muestreo mínima de 1,2 m, en ambos tipos de suelo.

El número de raíces de diámetro menor a 0,5 mm es el mejor de los indicadores de desarrollo del sistema radical de plantas de vid propuestos en ambos tipos de suelo, en términos de su menor requerimiento de tiempo y su alto coeficiente de correlación con el potencial productivo.

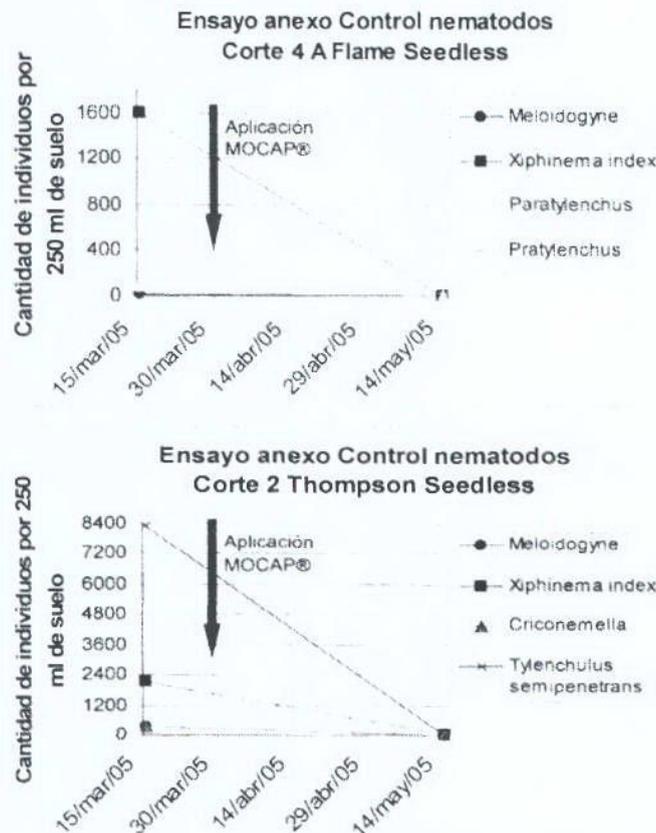
Las plantas de vid de mayor potencial productivo, en términos de producción por planta, están asociadas a una mayor cantidad de raíces, especialmente de menor diámetro, en ambos tipos de suelo.

A 2.4 Daño v/s Población de nematodos

A 2.4.3 Tratamientos nematicidas

Ensayo 1. Aplicación El Daín, San Félix.

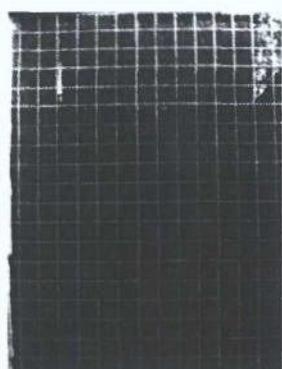
Como se puede apreciar en las Figuras 62 y 63, la aplicación fue un éxito, ya que los niveles de nematodos disminuyeron considerablemente luego de la aplicación realizada. Esta metodología de aplicación puede ser utilizada en sectores muy pequeños, ya que a pesar de su eficiencia, involucra una gran cantidad de tiempo y mano de obra.



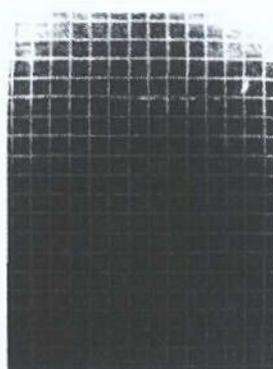
Figuras 62 y 63. Número de nematodos en 250 ml de suelo.

A 2.4.4 Seguimiento del crecimiento de las raíces

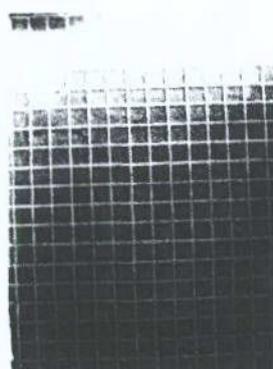
El seguimiento al crecimiento radical, se realizó mediante fotografías digitales tomadas al vidrio de los mini rizotrones, una vez a la semana, donde posteriormente se contó el número de intersecciones de las raíces con el cuadrículado, utilizando la misma metodología utilizada para el resto de los rizotrones del proyecto (fotos 1 a 6). Además se esta incluyen una nueva metodología que contempla la utilización de un software. A continuación se muestran un ejemplo del análisis realizado con el software.



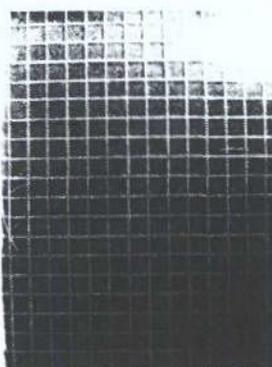
16 octubre baya 8 mm



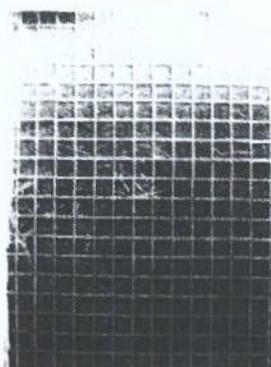
29 octubre baya 16 mm



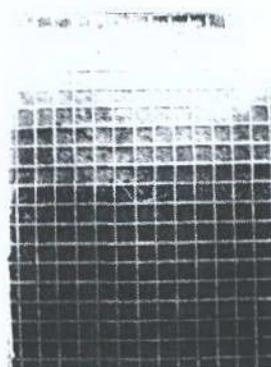
25 noviembre baya 18 mm



7 diciembre inicio cosecha



23 diciembre fin cosecha



5 enero, 2 semanas después de cosecha

Fotos 1 a 6. Seguimiento durante la temporada del crecimiento de raíces mediante minirizotrones y fotografías digitales.

Actividad 3. WET Sensor

Se realizó un seguimiento de la humedad y conductividad eléctrica en la Parcela N°4, ubicada en Nantoco, propiedad de don Mario Hoelvet, utilizando el sensor WET, con el fin de complementar y validar las evaluaciones realizadas en los periodos anteriores. Esta evaluación se complemento con algunas mediciones realizadas con un conductímetro de laboratorio. Se han realizado 7 evaluaciones, las cuales se complementaron con un manejo del riego destinado a disminuir los altos contenidos de sales presentes en este predio.

En cuanto a los manejos de riego, se realizaron dos tipos de riego de lavado de sales, uno utilizando el sistema de riego presente en el predio, riego por goteo con programación de tiempos de riego de 18 a 24 horas cada 1 semana, y el segundo, un riego mixto utilizando una semana un riego de lavado realizado con el riego por goteo y el siguiente riego utilizando un riego por tendido, el cual moja todo el perfil de suelo.

A continuación se presentan los resultados del seguimiento realizado en el corte 1, variedad *Thompson Seedless*, en la Parcela N° 4, sector Nantoco, propiedad de don Mario Hoelvet.

Para facilitar la comprensión de los gráficos a continuación se detalla la metodología usada para realizar las mediciones y las interpretaciones de los colores de los gráficos de los contenidos de humedad (Cuadro 23) y conductividad eléctrica (Cuadro 24). Una vez hecha la calicata, se coloca una malla de cordel cuadrada a 20 x 20 cm, en una de las caras de la calicata, luego, se procede a medir con el instrumento WET sensor en cada uno de los vértices de la malla. Además, se tomó en dos oportunidades muestras de suelo para ser evaluadas con un conductímetro de laboratorio Posteriormente los datos son procesados, obteniendo los gráficos que se presenta a continuación.

Cuadro 23. Interpretación de colores en los gráficos de humedad de suelo.

	5	<p>Los valores entre 0 y 15%, representados por los colores rojo, naranja y amarillo, denotan contenidos de humedad bajo capacidad de campo, suelo seco que requiere de humedad.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los valores entre 20 y 35%, representados por los distintos tonos de verde y azul, denotan los contenidos de humedad de capacidad de campo, suelo húmedo que no provocará problemas a las plantas. • Contenido de humedad sobre 40% puede provocar problemas de asfixia radicular.
	10	
	15	
	20	
	25	
	30	
	35	
	40	

Cuadro 24. Interpretación de colores en los gráficos de conductividad eléctrica.

	0,0	<ul style="list-style-type: none"> • Los valores entre 0,5 y 1,5 dS m⁻¹, representados por los colores azules, denotan contenidos de sales bajo el rango de tolerancia para la vid. • Los valores entre 2 y 2,5 dS m⁻¹, representados por los distintos tonos de verde, denotan los contenidos de sales que producen bajas en la producción entre un 10 y 25%. • Los valores sobre 3,0 dS m⁻¹ denotados por los colores naranja y rojo, producen bajas en la producción de hasta un 50%.
	0,5	
	1,0	
	1,5	
	2,0	
	2,5	
	3,0	
	3,5	
	4,0	

Resultados

Análisis de las fuentes de agua

En los resultados se observa que tanto el agua de canal como la de pozo presentan características similares, alcanzando los 0,7 y 1 dS·m⁻¹ respectivamente, se determino adicionalmente, altos contenidos de sulfatos, pH neutros a ligeramente alcalinos.

Basados en estos resultados, se procederá a realizar el trabajo planificado.

Evaluación 30 enero 2006

En esta evaluación, se pudo observar que los contenidos de humedad del suelo estaban entre los rangos de capacidad de campo y saturación (25 a 30%) en gran parte del perfil, sin embargo, se detectó que hacia la entre hilera en dirección contraria a la disposición de la línea de goteros, la humedad estaba por debajo los rangos de capacidad de campo (5 a 15%).

La conductividad eléctrica presento valores sumamente altos en todo el perfil, llegando a valores por sobre los 3 dS·m⁻¹, estos valores fueron ratificados al realizar la medición con el conductímetro de laboratorio.

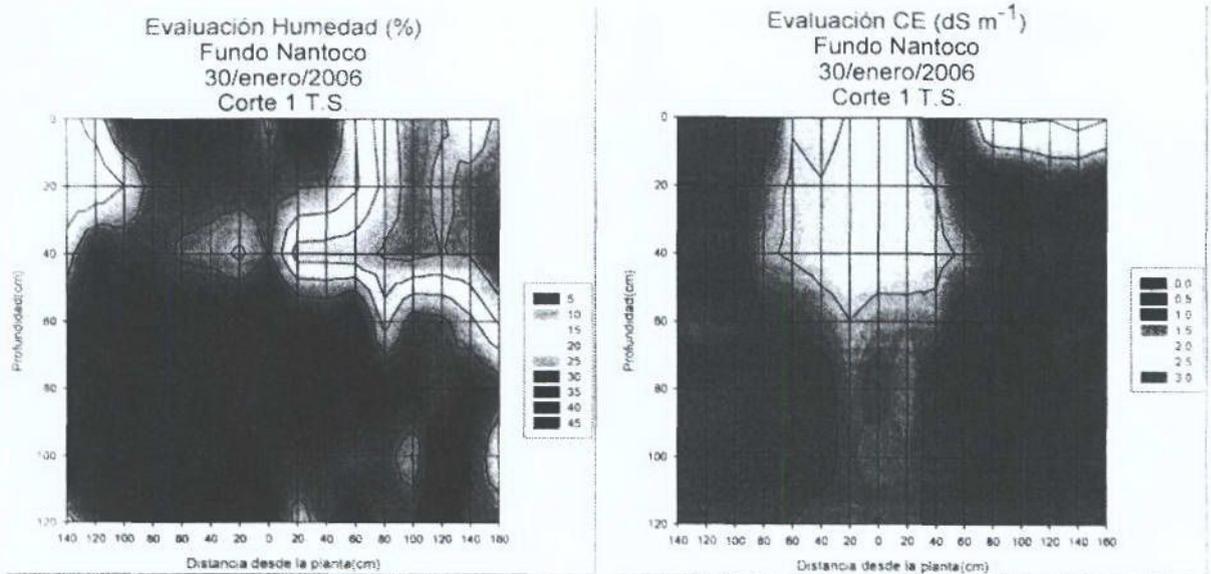


Figura 64. Evaluación humedad y conductividad eléctrica 30 enero 2006.

Evaluación 12 febrero 2006

En esta evaluación, se observaron condiciones de humedad similares a la primera evaluación, con contenidos de humedad sobre el 30 %, incluso mejorando los contenidos de humedad hacia la entre hilera en donde los valores alcanzaron el 20 %, mejorando con respecto a la evaluación anterior. La conductividad eléctrica presento valores sumamente altos en todo el perfil, al igual que en la evaluación anterior, llegando a valores por sobre los 3 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, estos valores fueron ratificados al realizar la medición con el conductímetro de laboratorio.

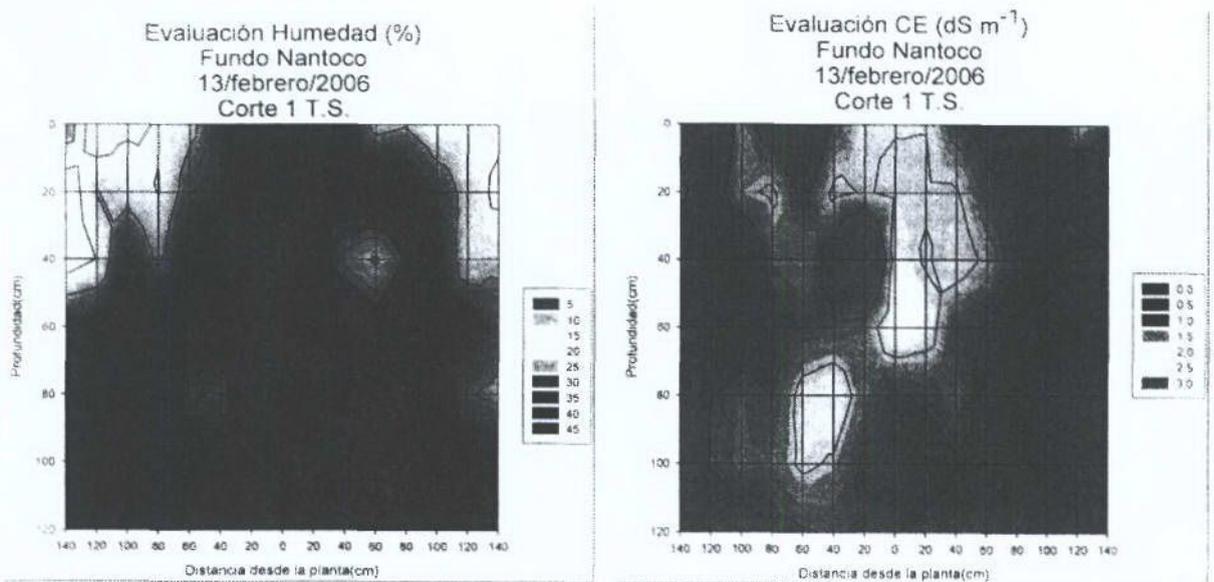


Figura 65. Evaluación humedad y conductividad eléctrica 13 febrero 2006.

Evaluación 14 marzo 2006

En esta evaluación, no se pudo evaluar con el sensor W.E.T. ya que el equipo presento problemas de calibración y fue imposible arreglarlo, sin embargo se realizó la evaluación de humedad al tacto, y además se tomaron muestras de suelo para evaluar la conductividad eléctrica en ambas calicatas. En la calicata regada solo a través del goteo, se pudo apreciar un buen contenido de humedad en la zona bajo el gotero, sin embargo a medida que nos acercábamos a la entre hilera, la humedad disminuía notablemente, sobre todo en los 40 cm superficiales. En la calicata del sector regada con tendido, se puede apreciar un contenido de humedad mayor y más pareja en todo el perfil, logrando el objetivo esperado con esta metodología de riego.

La conductividad eléctrica presento valores más bajos, con respecto a las dos primeras evaluaciones, en la zona bajo el gotero (2 a $3 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) en ambos sectores (con y sin riego por tendido), sin embargo, hacia la entre hilera y en profundidad, los valores se mantenían por sobre los 3 o $4 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$. Según estos resultados, la programación de riego establecida, esta teniendo los resultados esperados, ya que los contenidos de sales en el suelo está disminuyendo.

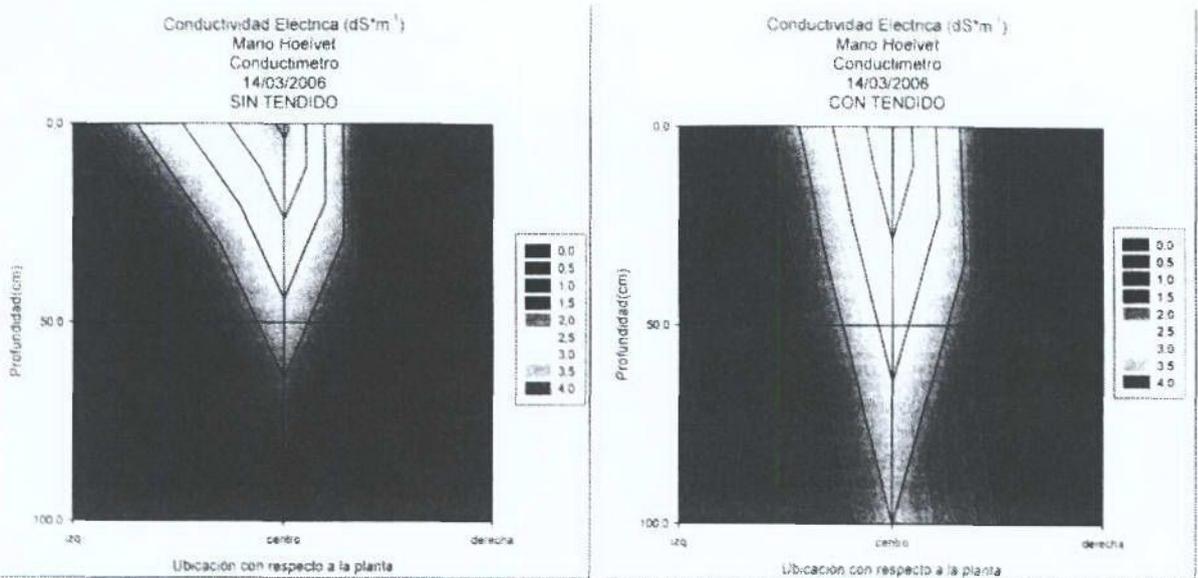


Figura 66. Conductividad eléctrica medida con conductímetro.

Evaluación 30 marzo 2006

En esta evaluación, se observaron contenidos de humedad mayores a los de las evaluaciones anteriores, sobre todo en la calicata con riego por tendido, en donde la humedad estaba por sobre el 30% en todo el perfil. En la calicata con riego por goteo, se puede observar que la humedad se concentra en la zona bajo el gotero (sobre el 30%), desplazando el bulbo de mojamamiento hacia un costado de la planta, efecto claro de la influencia del lado en donde se encuentra la línea de gotero sobre la distribución de la humedad en el suelo, además, se puede observar una zona bastante seca en superficie y hacia la entre hilera (5 a 20 %), llegando hasta los 100 cm de profundidad (ver figura 67).

La conductividad eléctrica presentó una baja considerable en sus valores en ambos sectores. En el sector de riego con goteo, toda la zona del bulbo de mojamamiento presenta valores entre 1,5 y 2,5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, valores que aumentan en la zona más seca (hacia la entre hilera), llegando a 6 y 7 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$. En la calicata con riego con tendido (Figura 68), se aprecian condiciones similares a las del sector con gotero, sin embargo, ocurre lo contrario a lo que se esperaría respecto al lavado de sales. En la zona influenciada directamente por el goteo se aprecian valores de conductividad eléctrica más bajos que en el sector sin tendido (1,5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$), sin embargo hacia la entre hilera los valores son más altos que en el sector sin riego con tendido, situación que debería ser inversa.

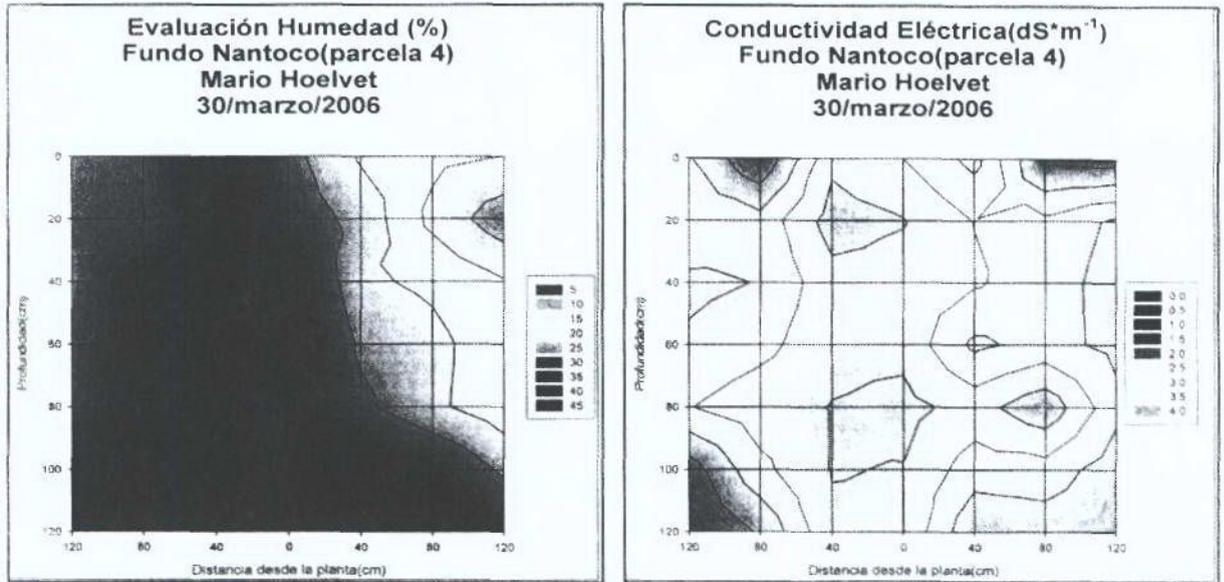


Figura 67. Humedad y conductividad eléctrica calicata sin riego por tendido.

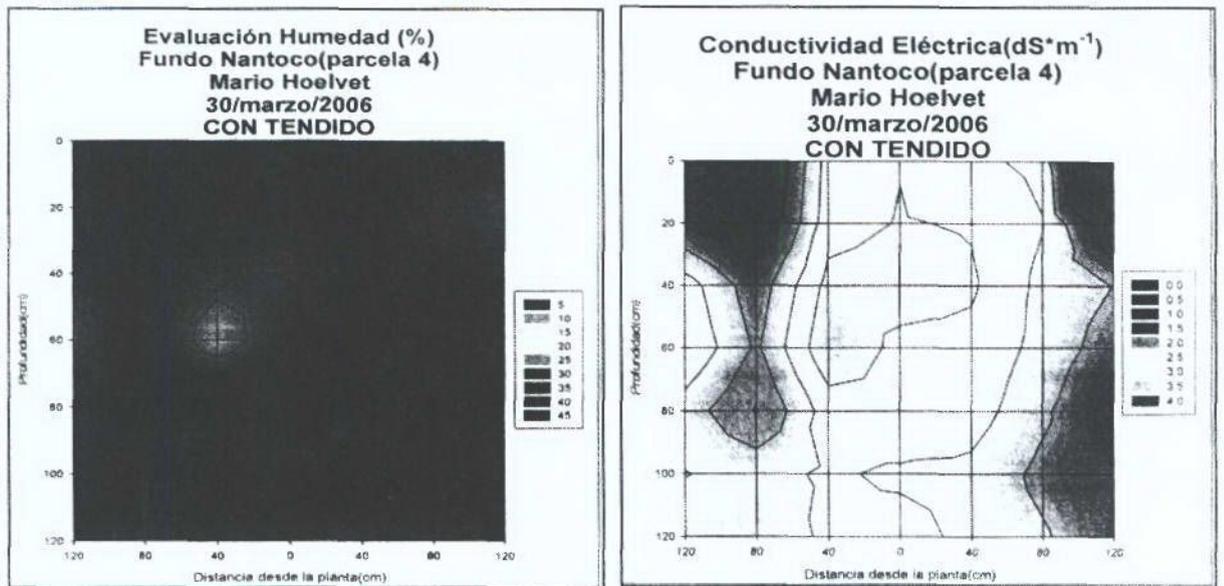


Figura 68. Humedad y conductividad eléctrica calicata con riego por tendido.

Evaluación 19 abril 2006

En esta evaluación, se observaron contenidos de humedad altos, manteniendo la tendencia observada en las evaluaciones previas, en donde la calicata con riego con tendido muestra contenidos de humedad por sobre el 35 % en todo el perfil evaluado. En la calicata con riego por goteo, se puede observar que la humedad se ha desplazado hacia la entre hilera, logrando un bulbo de mojamiento mas ancho y homogéneo en casi todo el perfil y los valores de humedad están por sobre el 30%, además, se puede observar que la zona seca en superficie y hacia la entre hilera ya no se presenta, lo que confirma la eficiencia de la programación de riego establecida.

La conductividad eléctrica sigue presentando la misma tendencia de las evaluaciones anteriores, en donde el contenido de sales ha bajado en ambos sectores. En el sector de riego con goteo, toda la zona del bulbo de mojamiento presenta valores entre 1,5 y 2,5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, además se puede observar que esta zona ha aumentado en superficie, efecto que va de la mano con el ensanchamiento del bulbo de mojamiento. Sin embargo se mantiene la tendencia a que estos valores aumenten hacia la entre hilera llegando a 3 y 4 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, pero se debe tomar en cuenta que estos valores son mas bajos que en la evaluación anterior. En la calicata con riego con tendido (Figura 69), se aprecian condiciones similares a las del sector con goteo, sin embargo, ocurre lo contrario a lo que se esperaría respecto al lavado de sales. En la zona influenciada directamente por el goteo se aprecian valores de conductividad eléctrica más bajos que en el sector sin tendido (1,5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$), sin embargo hacia la entre hilera los valores son más altos que en el sector sin riego con tendido (4 a 5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$), situación que debería ser inversa.

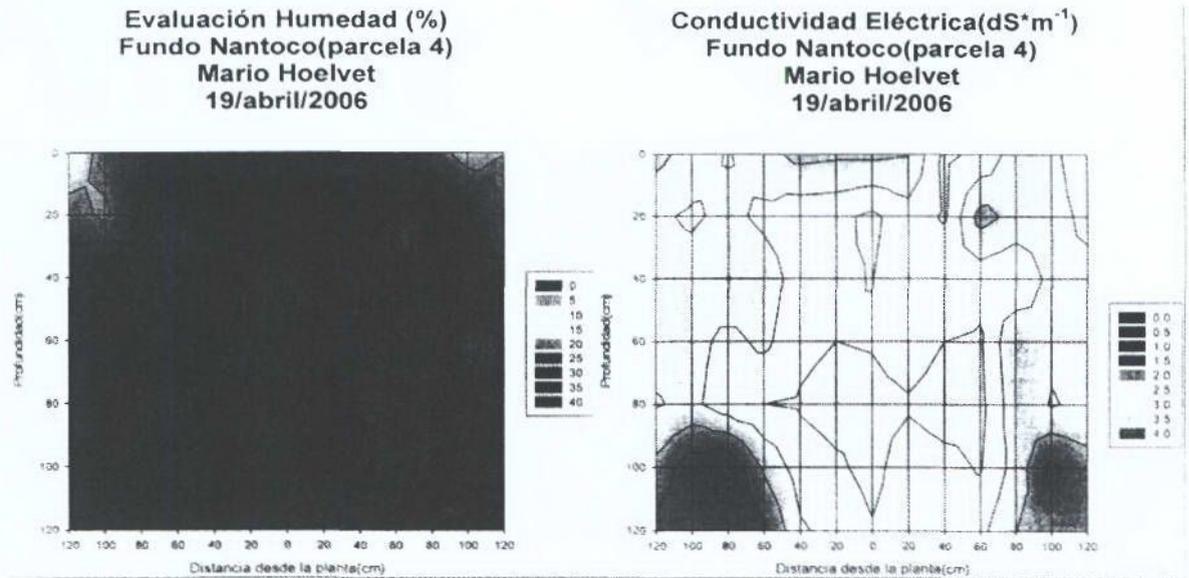


Figura 69. Humedad y conductividad eléctrica calicata sin riego por tendido.

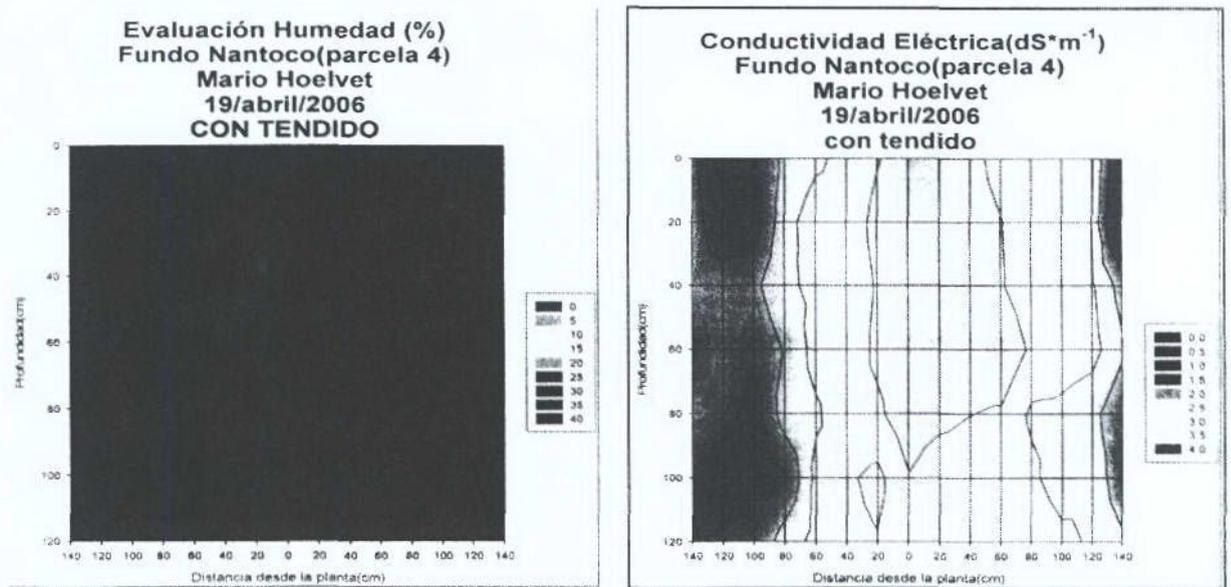


Figura 70. Humedad y conductividad eléctrica calicata con riego por tendido.

Evaluación 21 julio 2006

Como se puede apreciar en la Figura 71, los contenidos de humedad y conductividad eléctrica no han variado con respecto a la evaluación realizada el 19

de abril, lo que nos indica que se ha producido una estabilización del sistema, tanto en el movimiento y contenido de agua como de las sales del suelo.

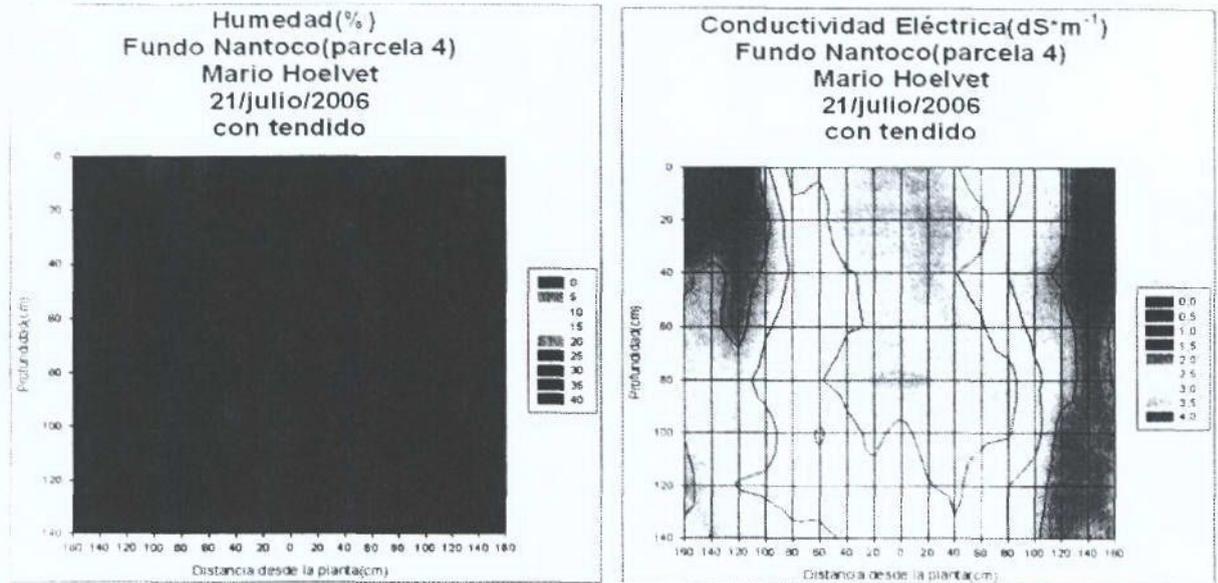


Figura 71. Humedad y conductividad eléctrica evaluada el 21 de julio.

Como complemento en el procesamiento de los datos de este ensayo, se realizó un análisis más profundo, en donde se dividió la calicata en 4 zonas (Figura 72), tomando en cuenta las zonas críticas desde el punto de vista de las sales en el suelo, la distribución del agua, y la distribución de raíces, en donde; X1, X3 y X4, se considera la zona de influencia directa del sistema de riego, X1 y X3 la zona de lavado de sales, y X2 la zona de acumulación de sales por efecto del lavado.

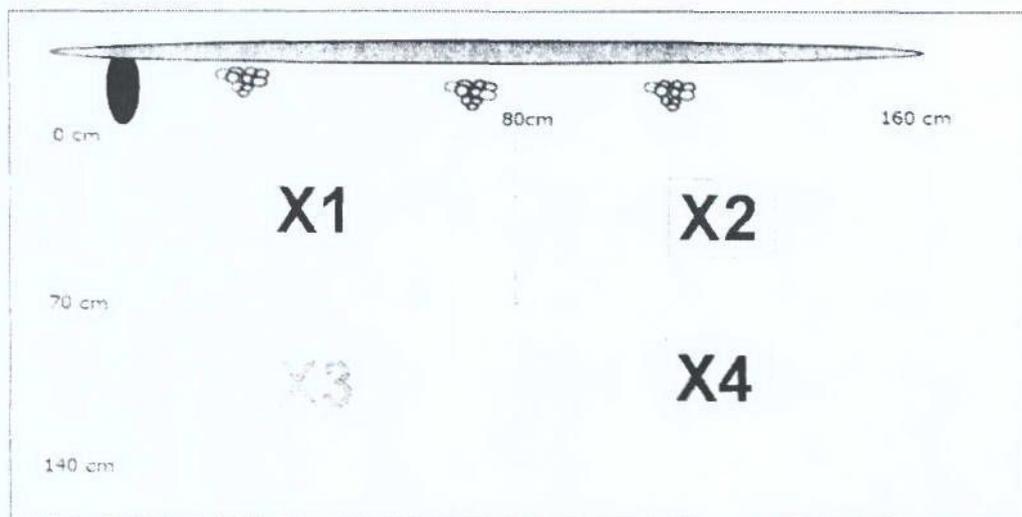


Figura 72. Esquema de división de calicata para análisis de contenido y distribución de sales en el perfil.

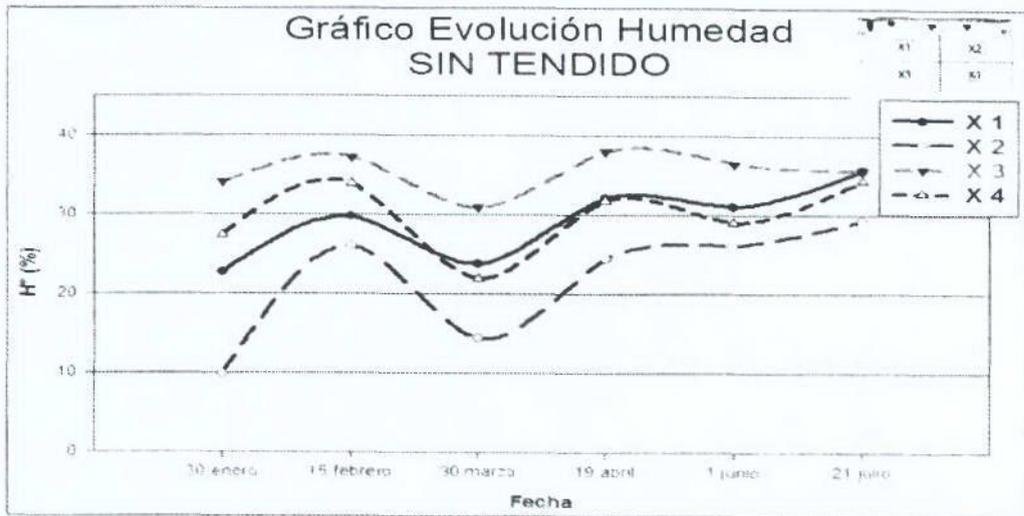


Figura 73. Evolución del contenido de agua en el suelo, tratamiento de riego sin tendido.

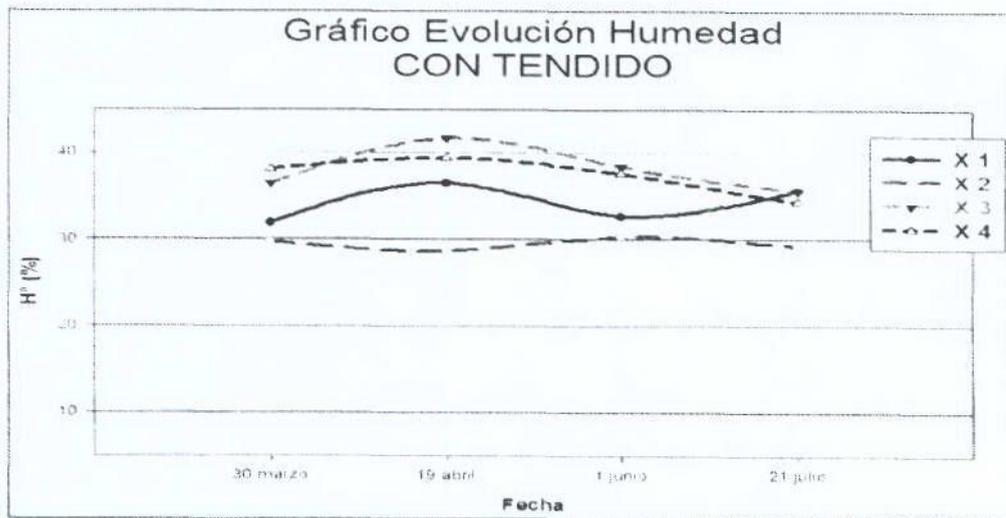


Figura 74. Evolución del contenido de agua en el suelo, tratamiento de riego con tendido.

Como se puede apreciar en la Figura 73, los contenidos de agua en el tratamiento con goteo son más oscilantes, respondiendo a la programación de riego del campo, además de tener un aumento progresivo en los contenidos de agua en las primeras evaluaciones. En el tratamiento con tendido se puede apreciar un aumento prácticamente instantáneo en el contenido de agua además de mantenerse estable durante todo el periodo de evaluación. (Figura 74)

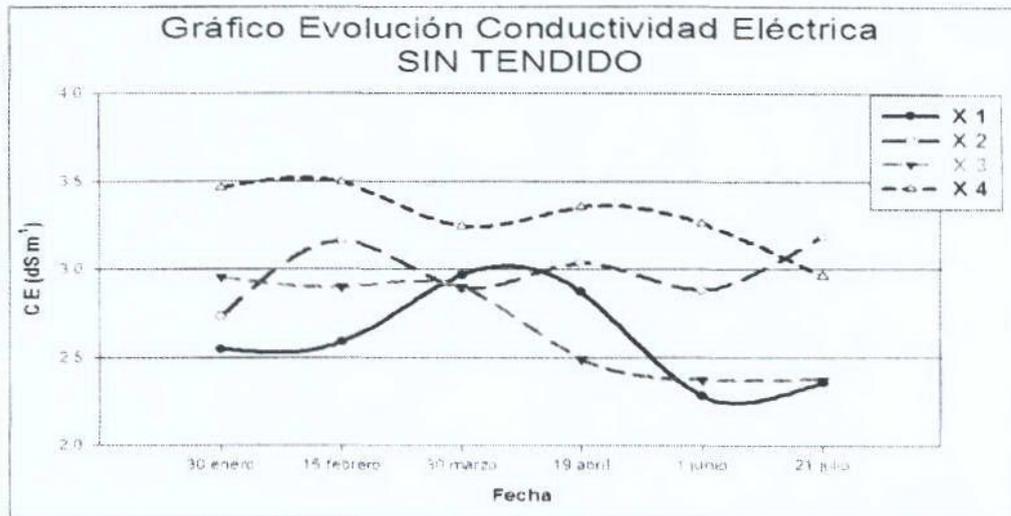


Figura 75. Evolución del contenido de CE en el suelo, tratamiento de riego sin tendido.

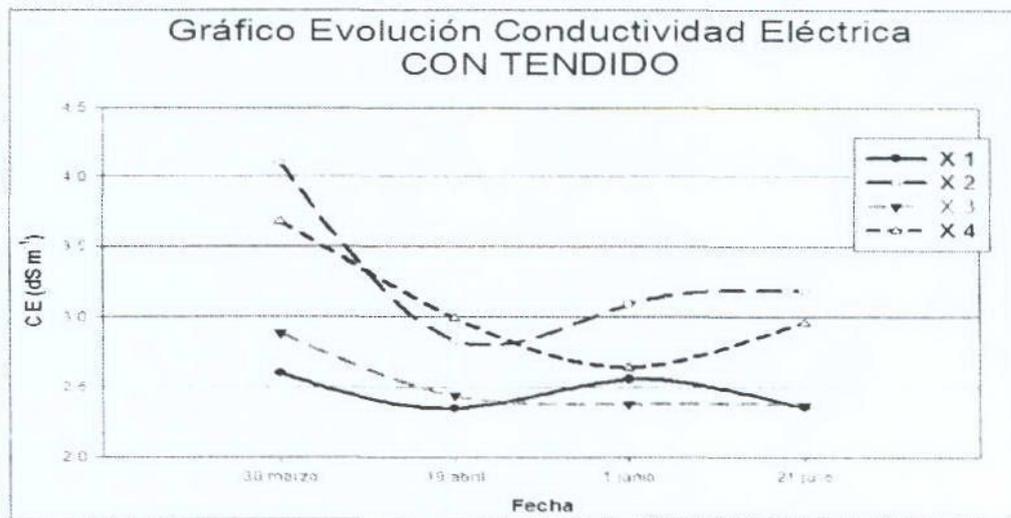


Figura 76. Evolución del contenido de CE en el suelo, tratamiento de riego con tendido.

Como se puede apreciar en la Figura 75, el tratamiento sin tendido las sales se desplazan hacia el sector X2 siguiendo el comportamiento del agua, a medida que aumenta el contenido de agua, disminuyen los contenidos de sales en los sectores X1, X3 y X4, y aumentan en el sector X2. En el tratamiento con tendido (Figura 76), se puede apreciar una disminución brusca de los contenidos de sales del suelo en todo el perfil, logrando un efecto más instantáneo que en el tratamiento con goteo.

Conclusiones luego de 7 evaluaciones

Luego de varias semanas realizando riegos de lavado, y además de riegos por tendido en un sector, se puede apreciar que el contenido de sales ha bajado considerablemente en la zona de raíces, de 5 a 7 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ en las primeras evaluaciones a 1,5 a 5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ en la última evaluación realizada. Los riegos de 24 horas, han tenido un efecto positivo sobre el contenido de sales, además, se ha logrado aumentar el diámetro del bulbo de mojamiento permitiendo aumentar la zona libre de sales, esto último, se ha visto intensificado en el sector con riego por goteo, en donde se puede apreciar que el bulbo de mojamiento ha alcanzado a traslaparse casi en superficie, eliminando la zona seca vista en las primeras evaluaciones.

Es recomendable continuar realizando los riegos de lavado, eso si distanciándolos paulatinamente. El periodo de espera en adelante debería ser de a lo menos 12 días para llegar a 15 rápidamente, para ayudar a la planta a entrar en receso previo a la poda. Además, es conveniente continuar con los riegos por tendido en el sector de prueba a fin de despejar todas las dudas respecto a este tratamiento y su efecto sobre las sales y la planta.

En base a los resultados obtenidos, se pudo observar claramente que el riego por tendido no ha mostrado diferencias claras con respecto a los contenidos de sales, ya que en ambas calicatas los valores son bastante similares, sin embargo el tratamiento con tendido logra disminuir los contenidos de sales de manera mucho más rápida que en el tratamiento con goteo. La gran diferencia se puede apreciar en los contenidos de humedad, en donde el riego por tendido rápidamente logra humedecer toda la superficie de suelo, situación lógica por el tipo de riego, sin embargo al cabo de 2 meses, y realizando riegos largos, el riego por goteo logra el mismo efecto en la distribución del agua, lo que demuestra que para este tipo de suelo, y con la programación de riegos establecida, el riego por goteo es suficiente para lograr disminuir los contenidos de sales en el suelo.

Esta metodología, permite realizar un seguimiento del comportamiento de la humedad y conductividad eléctrica, teniendo la oportunidad de visualizar los sectores más críticos de los perfiles de suelo. Con esto se puede obtener un mapa o radiografía del movimiento del agua en el suelo, la profundidad alcanzada por los riegos, las zonas secas o compactadas, teniendo la posibilidad de corregir las programaciones de riego para solucionar estos problemas. Además se puede observar cuáles son las zonas de mayor concentración de sales, y tratar de corregir o modificar los riegos con el fin de mantener las sales alejadas de la zona de raíces.

En la sección anexos de este informe se incluyen todas las evaluaciones realizadas, y los informes periódicos entregados al productor, cuya principal función fue mantener informado al productor y además permitir modificar los manejos realizados para lograr un lavado de sales más eficiente en el campo.

A4. SISTEMA RADICAL EN ENSAYOS DIRIGIDOS

A41. Poda de Raíces 2003

Ensayo 1. Tratamiento en suelo de textura gruesa (sector Indio Uno)

Caracterización del sitio de estudio

Descripción de suelos. El suelo de este sector es de textura arenosa con gravilla y alta pedregosidad. Las características de la textura van variando en profundidad con distinto tipo de gravilla y tamaño de la arena. En la zona de la sobre hilera se han efectuado aplicaciones anuales de sustratos provenientes de otros lugares. Las texturas de este suelo son principalmente francas, ligeramente adhesivo y plástico, con muchos restos orgánicos y gran variabilidad. El suelo presenta algunos bolsones de piedras y rocas. Las raíces se concentran en los primeros 50 centímetros de suelo.

Diagnóstico de población de nematodos. En el cuartel de "Indio Uno" de suelo de textura gruesa, y con evidente daño radical por nemátodos, se encontraron los nemátodos *Xiphinema* spp, y *Tylenchulus semipenetrans*, además de nemátodos no fitoparásitos. El daño provocado por éstos nemátodos se ratificó al momento de efectuar la caracterización del sistema radical.

Consideraciones generales del uso de rizotrón. La medición del crecimiento radical en el cuartel "Indio Uno", fue interrumpida en dos ocasiones, debiendo instalarse en tres oportunidades el vidrio de este implemento. Se pudo establecer que el vidrio elegido al inicio, de un grosor de 5 mm, no soporta la presión del sustrato y las raíces y es altamente vulnerable a quebrarse. Al ser reemplazado por un vidrio de un grosor de 8 mm se cumplió satisfactoriamente el objetivo. Sin embargo, es importante señalar que las evaluaciones del crecimiento durante la temporada están afectadas por estas circunstancias.

Crecimiento de raíces. En general se constató mayor actividad radical en superficie (20 cm a 60 cm de profundidad). Se determinó como una primera aproximación, un importante crecimiento posterior a la cosecha, en la entrada al invierno, y algo menor en primavera (Figura 77). Esta primera información obtenida bajo las

condiciones de Copiapó debe ser corroborada en un estudio más acabado, sobre todo lo que respecta al crecimiento invernal.

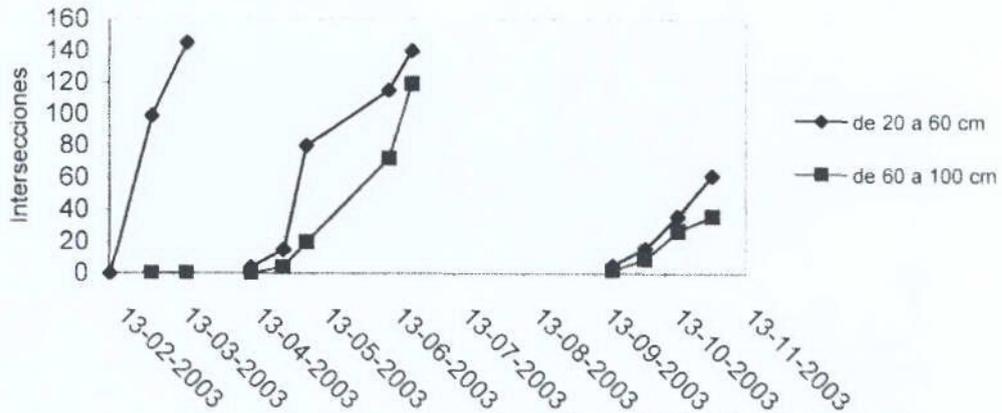


Figura 77. Observaciones del crecimiento de raíces, medido en número de intersecciones acumuladas en rizotrón del cuartel de suelo de textura gruesa "Indio Uno" en dos profundidades.

Distribución de raíces. De acuerdo a la Figura 78, se puede observar que bajo el gotero aparentemente existe una zona de menor densidad de raíces. La diferencia de colores ayuda a observar una menor cantidad de raíces por decímetro cuadrado en los cuadrantes que están justo bajo la zona del gotero.

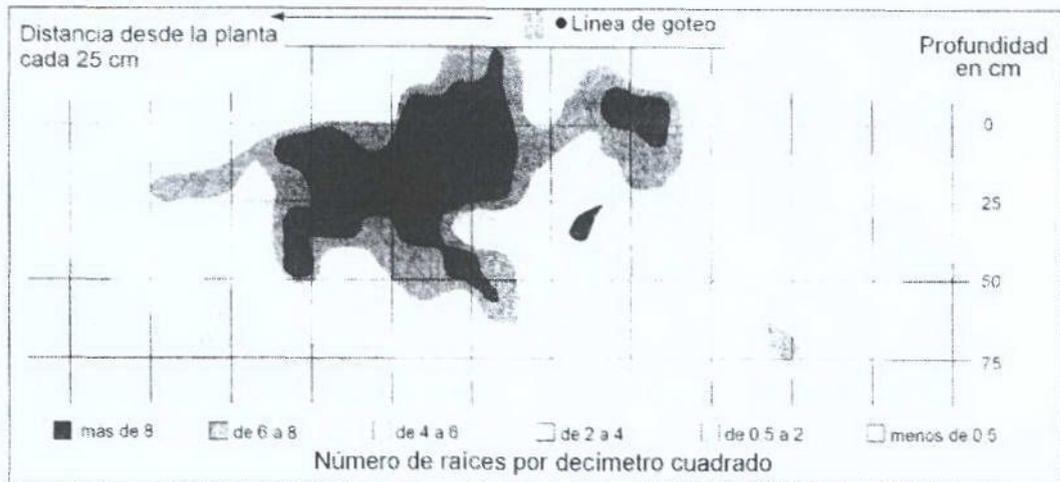


Figura 78. Distribución de raíces, en el cuartel "Indio Uno" (suelo de textura gruesa).

Se observo, además, la tendencia a que la distribución de raíces se concentra principalmente en los primeros 50 cm de suelo, donde está presente más del 86% de las raíces finas menores de 2 mm (Figura 79). En tanto la distribución lateral

tiende a ser levemente mayor hacia el lado opuesto al gotero, observándose un 53% de las raíces este sector (Figura 80).

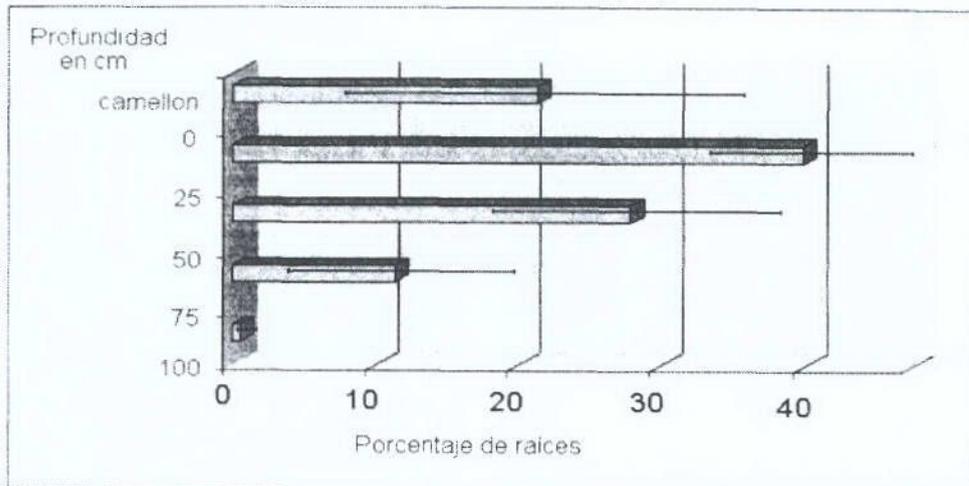


Figura 79. Distribución porcentual de raíces menores de 2mm a distintas profundidades en suelo de textura gruesa. Incluye desviación estándar.

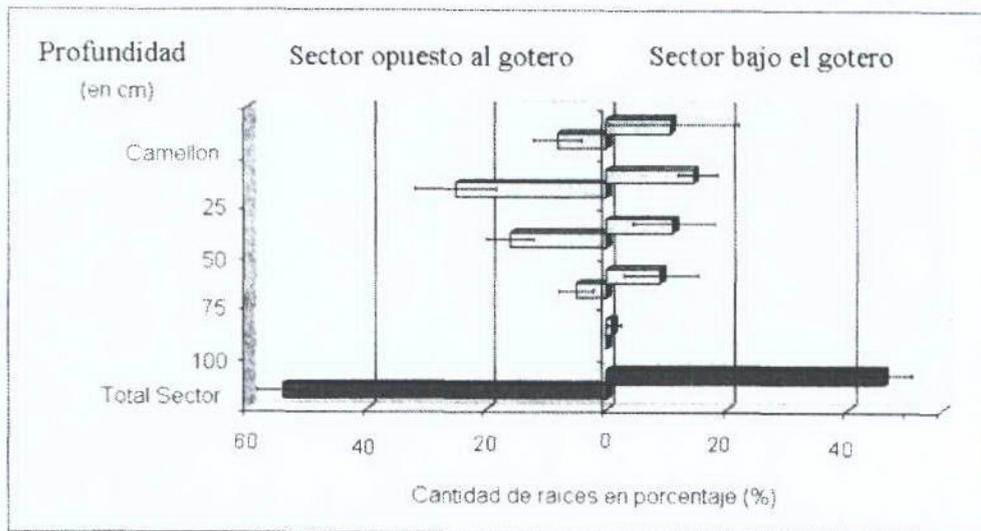


Figura 80. Distribución porcentual de raíces en profundidad a ambos lados del gotero en el cuartel de suelo de textura gruesa, "Indio Uno". Incluye desviación estándar.

Índice de enraizamiento

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. Sin embargo, se advierte una tendencia a un mayor índice de enraizamiento en todos los tratamientos respecto al testigo, siendo el de mejor resultado el tratamiento de

tiende a ser levemente mayor hacia el lado opuesto al gotero, observándose un 53% de las raíces este sector (Figura 80).

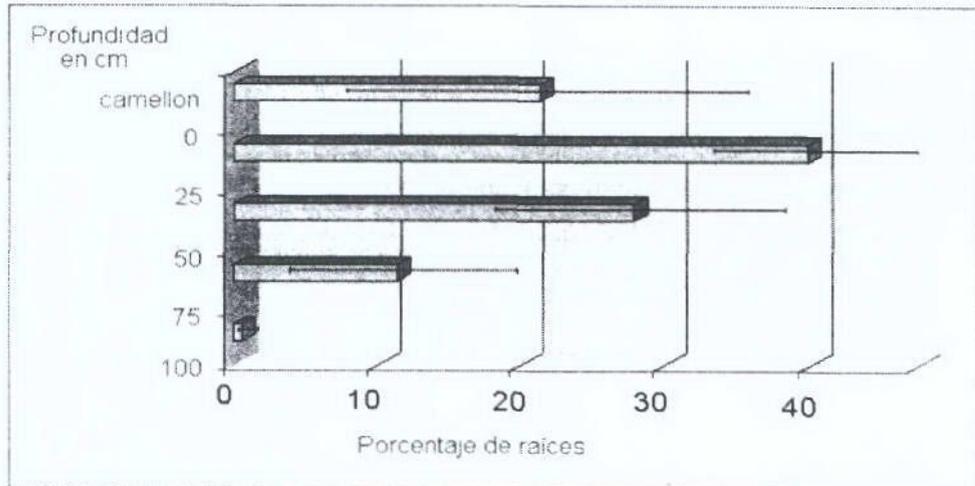


Figura 79. Distribución porcentual de raíces menores de 2mm a distintas profundidades en suelo de textura gruesa. Incluye desviación estándar.

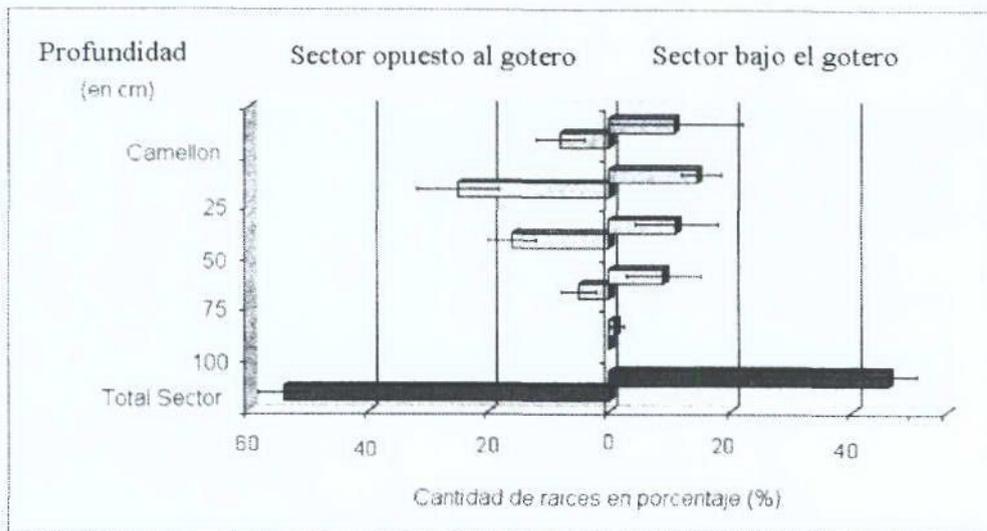


Figura 80. Distribución porcentual de raíces en profundidad a ambos lados del gotero en el cuartel de suelo de textura gruesa, "Indio Uno". Incluye desviación estándar.

Índice de enraizamiento

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. Sin embargo, se advierte una tendencia a un mayor índice de enraizamiento en todos los tratamientos respecto al testigo, siendo el de mejor resultado el tratamiento de

poda de raíz con Nema-cur[®] que logró un índice de 39,1 (Figura 81). Los tratamientos de poda de raíz con Biorradicante[®] y poda sola lograron una densidad de raíces con más de 13 raíces/decímetro.

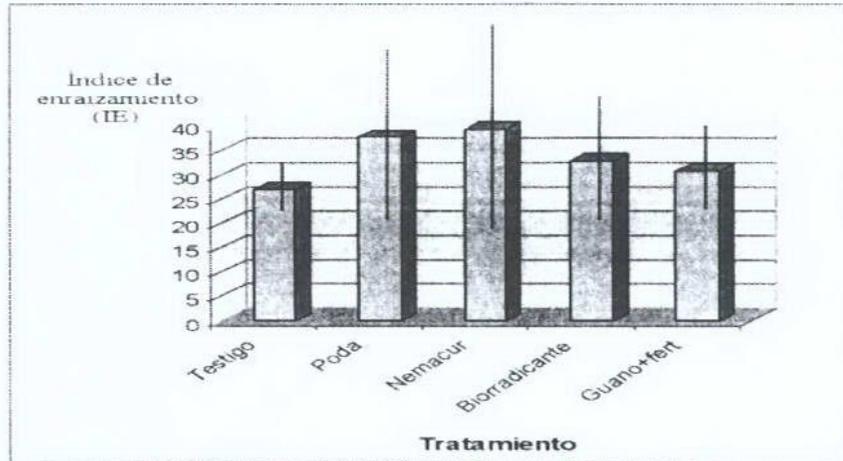


Figura 81. Cantidad de raíces en Ensayo 1 en calicatas laterales, paralela a la línea de goteros calculado como índice de enraizamiento. Incluye desviación estándar, no se presentaron diferencias significativas.

Población de nemátodos

Se determinó una tendencia a una menor población de nemátodos del género Xiphinema con el tratamiento de poda de raíces con guano y fertilizantes, por el contrario, la poda de raíces sola muestra una tendencia a una mayor población de este género. Respecto a *T. semipenetrans* el tratamiento en que se registró la más alta población fue el testigo, y el menor valor registrado fue en el tratamiento con Nema-cur[®] (Cuadro 25).

Cuadro 25. Población de nematodos al inicio por cuartel y al final del ensayo por tratamiento en el suelo de textura gruesa "Indio Uno" en 250 g de suelo

Especie	Inicio ensayo	Evaluación al final del ensayo				
		Testigo	Poda sola	Nema-cur	Biorradicante	Guano más Fert.
<i>Criconemella</i>	1	10	12	0	0	0
<i>Meloidogyne</i>		7	0	0	0	0
<i>Tylenchulus semipenetrans</i>	15350	6283	3100	2827	4050	3133
<i>Xiphinema americanum</i>		28	7	0	10	4
<i>Xiphinema index</i>	540	285	682	508	392	233
Nemátodos no fitoparásitos	430	757	377	323	577	413
Total fitoparasitos		6614	3800	3335	4452	3371

Crecimiento de brote

De acuerdo a la Figura 82, se puede observar que no hubo diferencias significativas al comparar los valores del crecimiento total de brotes, no afectando el crecimiento final de los brotes los distintos tratamientos de poda de raíz.

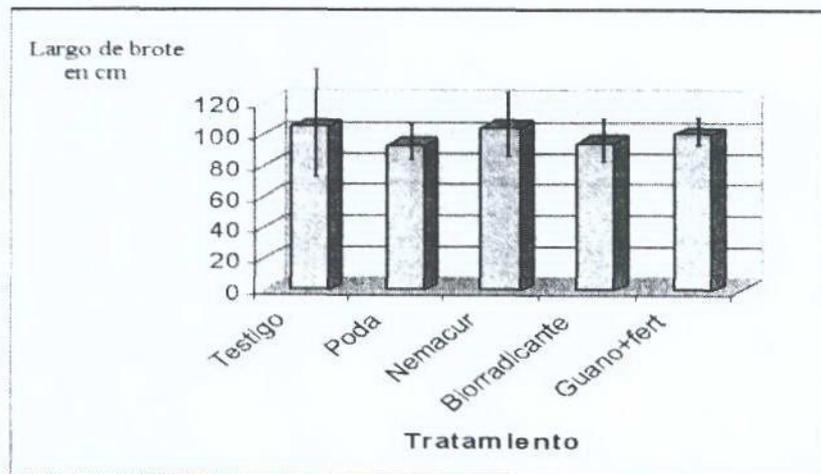


Figura 82. Crecimiento total de brotes desde inicio de brotación hasta postcuaaja en el ensayo 1 de suelo de textura gruesa, Indio Uno. No se presentaron diferencias significativas.

ENSAYO 2. TRATAMIENTO EN SUELO DE TEXTURA FRANCA (SECTOR PARRÓN VIEJO)

Caracterización del sitio de estudio

Descripción de suelos.

El suelo de este cuartel es de textura franca y varía hacia texturas más finas (franco-arcillosa) hacia los 60 centímetros, se presenta un pequeño horizonte franco limoso aproximadamente a los 50 cm de profundidad. Luego las texturas cambian a una textura franco arenosa que varía a arenosa, a los 120 centímetros, de distinto color y con una menor cantidad de raíces; este cambio de tipo de suelo varía en todo el cuartel y en algunas zonas se presenta antes de los 75 cm. En general el suelo es de consistencia friable y de límite gradual entre horizontes. El suelo se presenta con muy buena humedad en todo el perfil y las raíces se distribuyen ampliamente en todos los horizontes hasta el cambio a texturas franco arenosas, donde las raíces empiezan a escasear.

Diagnóstico de población de nematodos.

En el cuartel "Parrón Viejo", de textura franca, se encontró los nemátodos *Paratylenchus* spp, *Xiphinema index* y *X. americanum*, además de nemátodos no fitoparásitos.

Consideraciones generales del uso de rizotrón. El rizotrón del cuartel "Parrón Viejo" se instaló sujetando sus bordes al perfil de suelo mediante unos clavos largos. El borde entre el marco del vidrio y el perfil de suelo se logró sellar satisfactoriamente con arcilla y se puso sobre una base de cemento y madera. Los bordes de la calicata donde estaba ubicado el rizotrón fueron protegidos con una pared de madera, que al cabo de algunos meses cedió a la presión del suelo debido a la circulación del tractor, sacando al vidrio de su lugar. Debido a esto se considera que es más seguro instalar un cajón en la calicata a fin de que las murallas puedan soportar mayor presión. Se debió reinstalar el vidrio del rizotrón, pero no se pudo utilizar el mismo tipo sustrato que tenía antes del evento, utilizando arena proveniente de otro lugar. En este rizotrón el vidrio de 5 mm soportó bien las exigencias del suelo.

Crecimiento de raíces.

Se encontró un claro "peak" de crecimiento de raíces en la post cosecha y otro menor durante la primavera (Figura 83). Cabe señalar que el vidrio del rizotrón se reinstaló en agosto del 2003.

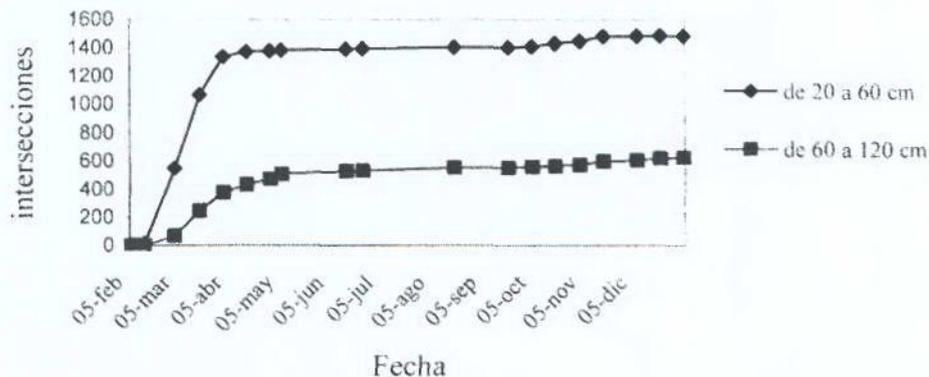


Figura 83. Observaciones del crecimiento de raíces, medido en número de intersecciones totales en rizotrón del cuartel de suelo de textura franca "Parrón Viejo".

Distribución de raíces.

Al igual que en el ensayo 1 se observa que bajo la línea de goteo aparentemente existe una zona de menor densidad de raíces, encontrándose mayor densidad de raíces entre los 25cm y 50cm. En el mapa de densidad de la distribución de raíces, que se diseñó con la información registrada, se puede ver esta menor cantidad por decímetro cuadrado en los cuadrantes que están justo bajo la zona del gotero (Figura 84).

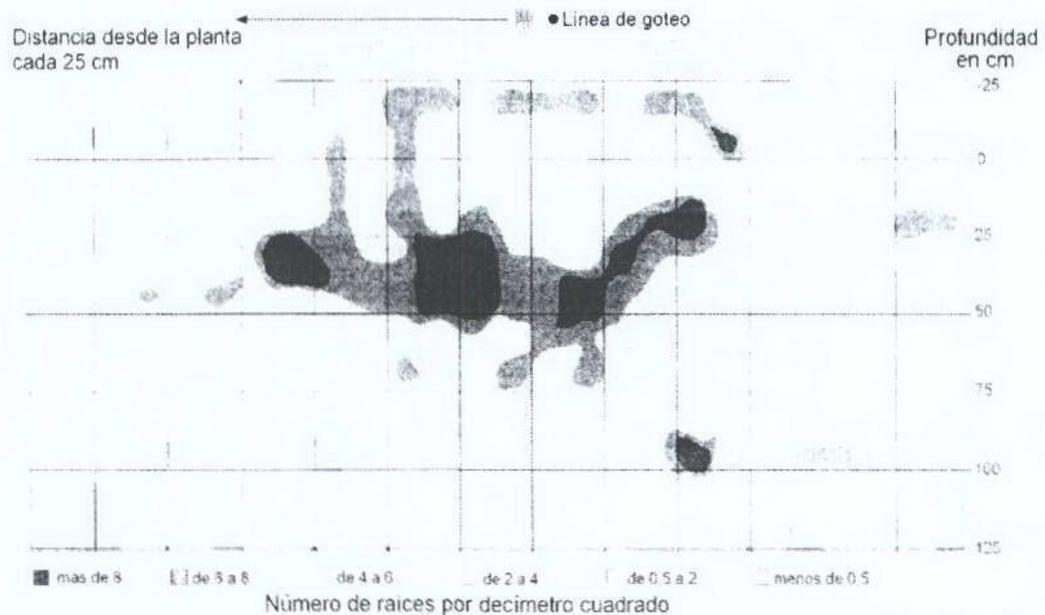


Figura 84. Mapa de la distribución de raíces, en el suelo de textura franca "Parrón Viejo", según densidad.

En el suelo de textura franca el 64% de raíces finas menores de 2 mm se concentra hasta los 50 cm de suelo (Figura 85). La distribución lateral de raíces finas en el suelo de textura franca es más pareja. En profundidad se concentra entre los 25cm y 50cm, tal como se puede observar en la Figura 86. Además, se constató que bajo los 75 cm la cantidad de raíces es muy escasa.

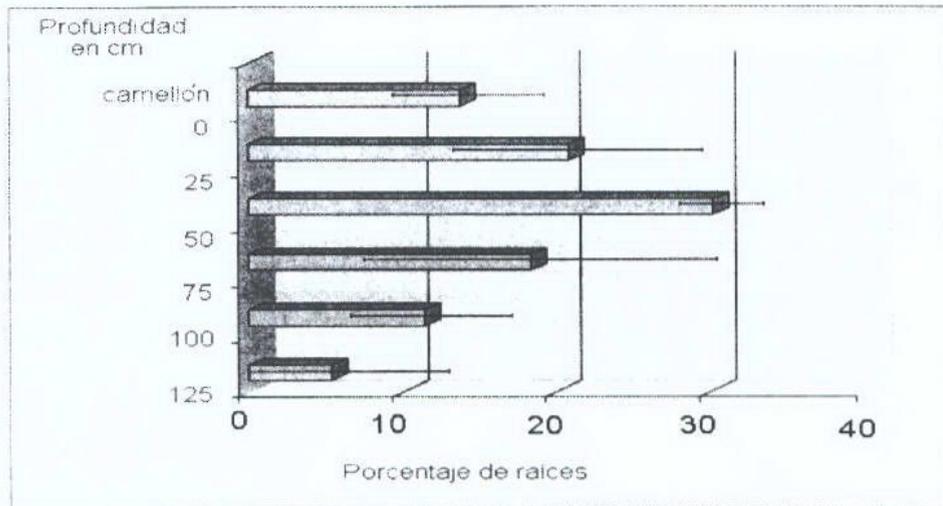


Figura 85. Distribución porcentual de raíces menores de 2 mm en distintas profundidades en ambos tipos de suelo de textura franca. Incluye desviación estándar.

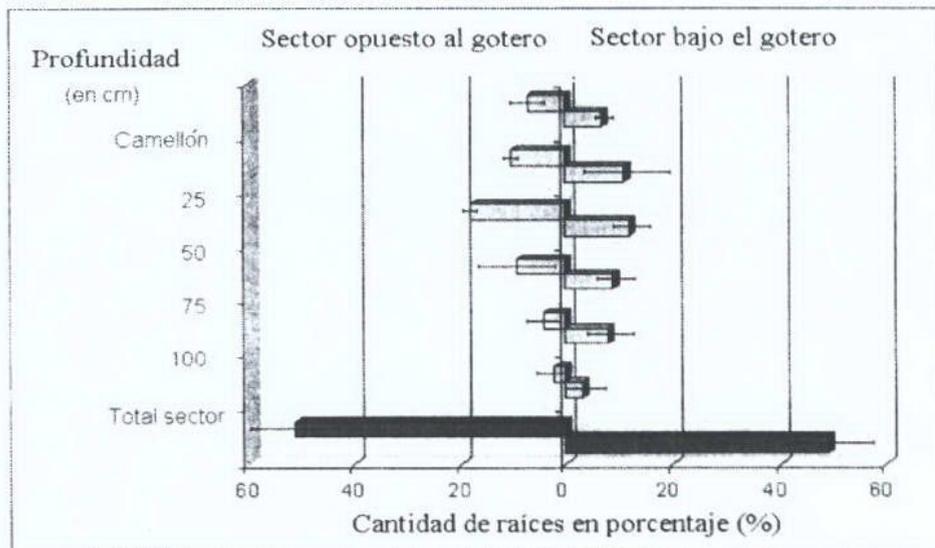


Figura 86. Distribución porcentual de raíces en profundidad a ambos lados del gotero en el cuartel de suelo de textura franca, "Parrón Viejo". Incluye desviación estándar.

Jaulas de enraizamiento

Aún cuando no se encontraron diferencias significativas, se aprecia una tendencia a mayores niveles de pesos de raíces en los tratamientos de poda de raíz con Bioradicante® (10,2 g) y de poda de raíces con guano solo (9,3 g); en tanto que guano más fertilizante fue el de menor peso con 2,2 g (Figura 87).

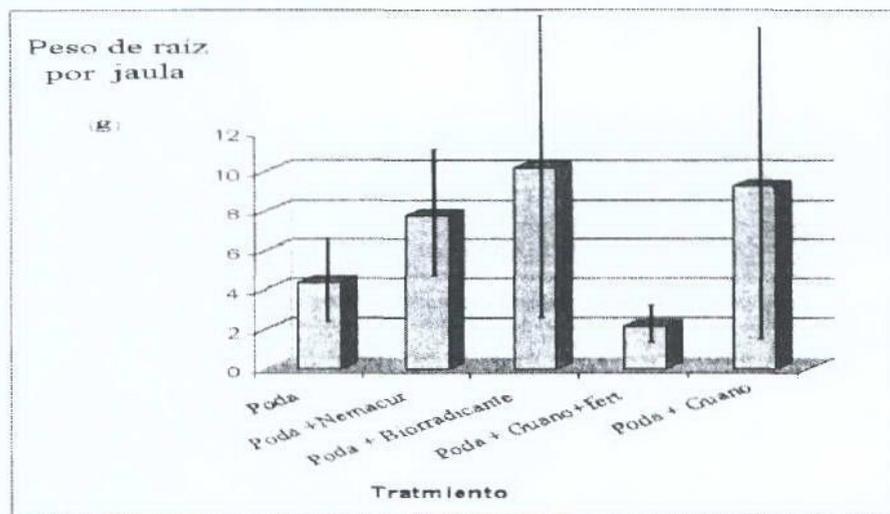


Figura 87. Peso fresco promedio de raíces extraídas de las jaulas de enraizamiento en el sector "Parrón Viejo". No se detectaron diferencias significativas. Incluye desviación estándar.

Al comparar el largo promedio de raíces, en el que tampoco se encontraron diferencias significativas, se observa que el tratamiento de poda con guano solo tuvo el mayor promedio con 925 cm (Figura 88), seguido del tratamiento de poda de raíces con Nematicur® (509 cm) y poda de raíces con Bioradicante® (456 cm). Debido a la gran variabilidad que se presenta, sería necesario aumentar el número de repeticiones.

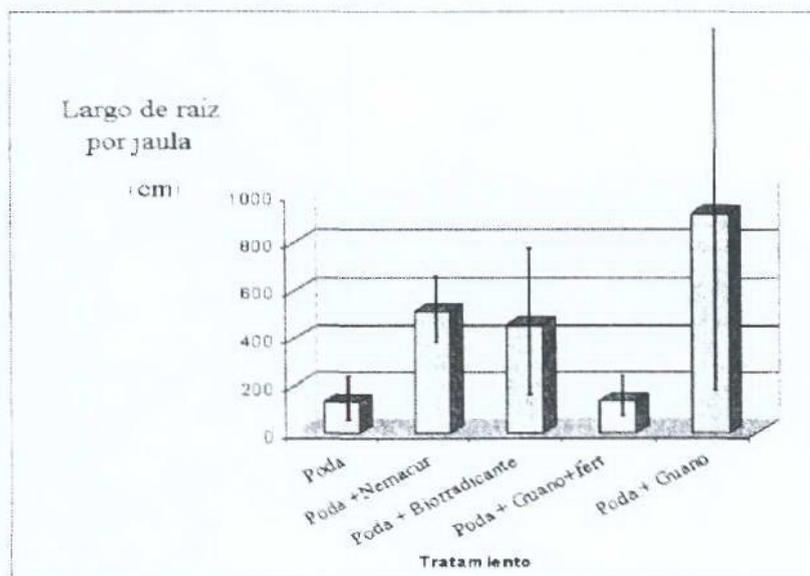


Figura 88. Largo promedio calculado de raíces extraídas de las jaulas de enraizamiento en el sector "Parrón Viejo". No se detectaron diferencias significativas. Incluye desviación estándar.

Índice de enraizamiento

En la Figura 89, aún cuando tampoco se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, se aprecia una tendencia general a un mayor nivel respecto del testigo en el índice de enraizamiento.

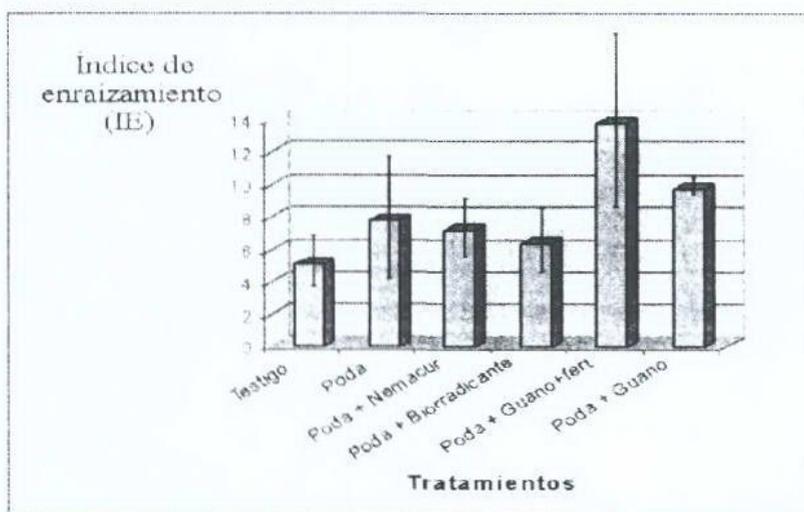


Figura 89. Cantidad de raíces en Ensayo 2, medido como índice de enraizamiento. No se detectaron diferencias significativas.

Nuevo crecimiento de raíces.

Se pudo registrar mediante fotografías (Figura 90) la forma que presentan las raíces luego de ser podadas con subsolador. De una de ellas, se puede observar que desde el crecimiento secundario y envejecido, se produce el crecimiento de varias raicillas nuevas.

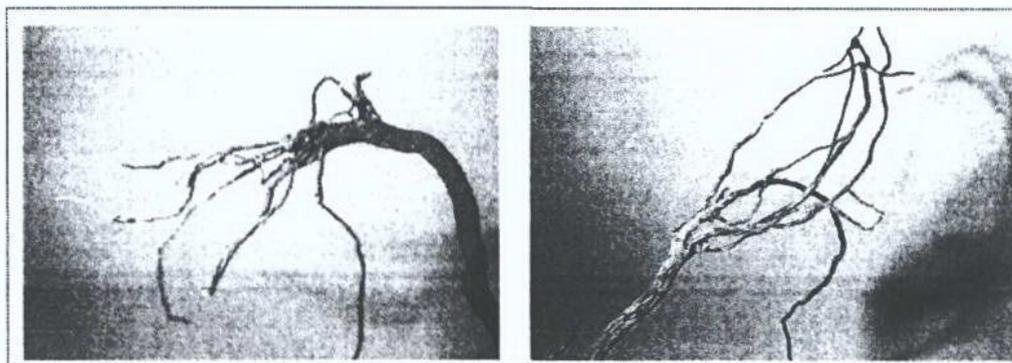


Figura 90. Fotografías de raíces encontradas en las excavaciones del estudio donde se observa como salen del extremo de una raíz podada varias raicillas.

Población de nemátodos

Los ensayo de poda de raíces con Nemaicur® y de poda de raíces con guano mostraron los promedios más bajos en población del género Xiphinema; la población más alta fue la del testigo. Respecto a nemátodos no fitoparásitos, la mayor población se encuentra en el testigo, seguido por el tratamiento con guano solo.

Cuadro 26. Población de nematodos al final del ensayo por tratamiento en el "Parrón Viejo".

Especie	Evaluación		Evaluación al final del ensayo				
	Inicio ensayo	Testigo	Poda	Poda + Nemaicur	Poda + Bioradicante	Poda + Guano con Fert.	Poda + Guano solo
Criconemella	70	2	2	0	0	0	0
Paratylenchus	225	240	63	145	113	538	0
Tylenchulus semipenetrans		0	100	1700	177	0	0
Xiphinema americanum	22,5	24	3	1	0	0	0
Xiphinema index	187,5	98	38	9	12	62	8,7
Nemátodos no fitoparásitos	540	245	74	156	94	71,7	222
Total fitoparasitos	505	362	204	1855	302	600	8,7

Crecimiento de brote

Aún cuando en una misma temporada no se puede observar respuesta sobre el crecimiento de los brotes, en este ensayo tampoco se detectaron diferencias significativas en el crecimiento de los brotes (Figura 91).

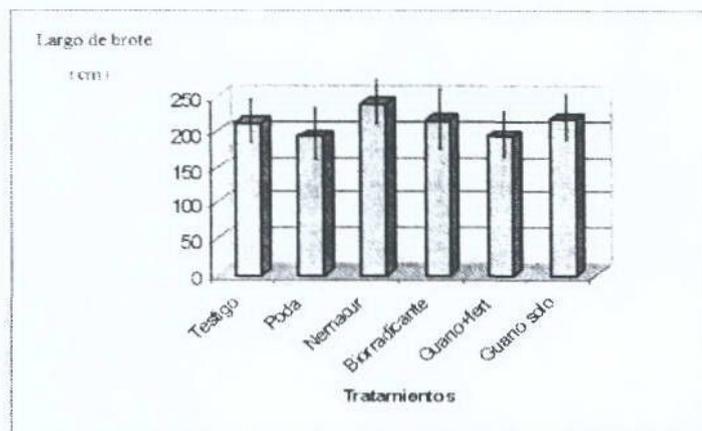


Figura 91. Crecimiento total postcujaja en ensayo 2 sector "Parrón Viejo". No se detectaron diferencias significativas.

Discusión

Este trabajo es el primer estudio de raíces y anejo asociado a ellas realizado bajo las condiciones de Copiapó. Este esfuerzo ha permitido realizar una primera aproximación al funcionamiento y desarrollo de las raíces, así como también adquirir conocimiento sobre la utilización de ciertas herramientas y metodologías de evaluación del sistema radical.

Crecimiento y distribución de raíces

Crecimiento de raíces

Se observan dos momentos de crecimientos, tal como Ibacache y Lobato (1995) encontraron dos máximos de crecimiento, medidos como número de intersecciones por semana en un estudio realizado en un centro experimental en la localidad de Vicuña sobre plantas de vid variedad Gold, donde el mayor fue al inicio de la actividad radical seguido de un período de crecimiento irregular hasta el segundo máximo que fue en post cosecha. Van Zyl (1988) tras estudiar el crecimiento radical en dos temporadas encontró también dos máximos de crecimiento, el primero cercano a la floración y el segundo después de la cosecha; siendo el segundo un poco mayor que el primero. Además, el mismo autor, señala que el inicio del "peak" de crecimiento de post cosecha comienza antes de que la planta sea cosechada, indicando que a ese momento la fruta deja de ser el principal demandante de productos fotosintéticos. En las condiciones locales sólo se pudo observar un claro "peak" de crecimiento después de terminada la cosecha, y un pequeño aumento de crecimiento algunas semanas después de la brotación. Para poder estudiar con detenimiento el crecimiento de las raíces, el rizotrón sería una práctica herramienta de medición de crecimiento radical que se debe continuar desarrollando.

De la experiencia del uso del rizotrón es importante destacar que es complicado instalar el vidrio en un marco frente al perfil de suelo, ya que las paredes de la calicata pueden ceder. Es más seguro instalarlo en un cajón en una de sus paredes y éste ponerlo al interior de la calicata a fin de que las murallas puedan soportar mayor presión y no se salga sustrato por los bordes del marco del vidrio. Al momento de humedecerse el sustrato, éste logra asentarse bien siempre que todos los espacios entre el vidrio y el perfil de suelo estén cubiertos, si el humedecimiento no es parejo o el sustrato no está bien apisonado se pueden

producir bolsones de aire en el perfil del vidrio, en esta zona las raíces no crecen y se perturba la medición.

Distribución de raíces

En suelo de textura franca y con riego por goteo se puede presentar una zona de menor densidad de raíces justo bajo el gotero, probablemente por una menor aireación debido al régimen de riego (132 a 237 metros cúbicos por riego). Letey y Benavides, ambos citados por Bustamante (2003), afirman que en un suelo donde aumenta la humedad disminuyen la temperatura y el contenido de aire, lo cual puede afectar negativamente a la planta, ya que se retarda el metabolismo y se perjudica la respiración. Una situación similar se pudo observar en ambas evaluaciones, la que podría ser causada por la exposición a elevados contenidos de agua en el suelo en forma permanente que dicha zona se encuentra por el sistema de riego y régimen empleado; sometiendo a las raíces del sector a un ambiente escaso de oxígeno y por lo tanto a un menor crecimiento. Sellés et al(2003), también encontró una relación entre la adecuada condición de aireación del suelo y el crecimiento radical. Se propone realizar nuevos ensayos, pero con un seguimiento en un mayor tiempo para evaluar con profundidad los efectos sobre el potencial productivo (producción y crecimiento vegetativo).

Al igual que en el suelo de textura franca, donde el 64% de raíces finas menores de 2 mm se concentra hasta los 50 cm de suelo y el 86% en el suelo de texturas gruesas, Bustamante (2003) señala que en la variedad Crimson Seedless, se pudo constatar que entre un 70% a un 91% de raíces finas menores de 1 mm se concentran hasta los 60 cm en un suelo franco arcillo-arenoso. Para el caso de Flame Seedless, desde 63,6% a un 86,3% de raíces finas menores de 1 mm hasta los 60 cm en un suelo franco. En chirimoyo, Salgado y Lazo (1997) encontraron que con riego por goteo el 80% de las raíces menores a 3 mm se localizan entre los 25 y 70 cm del perfil.

Poda de raíces y tratamientos complementarios

No se pudo obtener diferencias significativas al evaluar la utilización de la poda de raíces y los respectivos tratamientos complementarios. Sin embargo, se observa en ambos suelos una tendencia a un incremento del número de raíces, situación que deberá ser estudiada nuevamente para ratificar estos resultados, pero con mayor número de repeticiones.

Es importante considerar que cuando la relación raíz / brote se rompe por el efecto de la poda de raíz, la planta disminuye el aporte de fotosintatos al brote en favor

de la raíz para favorecer su crecimiento y así restablecer la relación (Geisler y Ferree, 1984). Esta puede ser la razón por la que el tratamiento testigo presenta un valor levemente mayor de crecimiento total del brote respecto al resto, sin presentar diferencias significativas. Es importante señalar que la poda de raíces no tuvo efectos negativos sobre el crecimiento de los brotes, sin embargo, en una temporada no se ven los efectos de la poda de raíces sobre el crecimiento vegetativo por lo que se deberá estudiar su efecto a lo largo de varias temporadas.

Si bien no existieron diferencias significativas entre los tratamientos al evaluar los índices de enraizamiento, se puede observar una tendencia a mayores valores para los tratamientos con poda de raíz. Hernández (1992), en sus estudios sobre distintos tipos de suelos Palehumults concluyó que las raíces disminuyen en la medida que aumenta el grado de compactación, esto debido a la resistencia mecánica que opone el suelo.

La poda de raíz además de cortarlas y favorecer el crecimiento radical, mejora las condiciones mecánicas del suelo para éstas, por lo que esta práctica es recomendable. Hay algunos investigadores, tal como lo Van Huyssteen (1988), que también recomiendan el uso de esta práctica en Vid para fomentar el crecimiento de raíces. En este mismo sentido Magunacelaya (2005) señala que la poda de raíces provocada por la aplicación de guano favorece el crecimiento de las raíces en un medio libre de hongos o agentes dañino.

La poda de raíz provoca nuevo crecimiento en los extremos de las raíces cortadas, tal como se pudo registrar fotográficamente en la Figura 91, y que coincide con lo señalado por Van Huyssteen (1988) en sus estudios.

La poda de raíces provocada por la aplicación del guano no es un problema ya que si las heridas de las raíces quedan en contacto con el guano, éste las sellará impidiendo que por éstas ingresen a la planta hongos o agentes dañinos. Este tratamiento es indicado cuando existe tal daño en las raíces, que da lo mismo cortarlas.

Respecto a nemátodos se puede inferir que malas técnicas de aplicación de nematicidas pueden afectar la distribución de raíces en el perfil de suelo, ya que éstas crecerán en mayor grado donde se concentró el nematicida. De las evaluaciones de nemátodos se evidencia el mayor atractivo para los nemátodos de suelos de texturas gruesas. Torti (1995) concluye en su trabajo que la aplicación de productos nematicidas, ya sean de origen orgánico o inorgánico, permiten un control sobre las poblaciones de nemátodos fitoparásitos. El mismo autor encontró un control total de Nematicur® en menos de 24 horas, con una dosis de 100 ppm, bajo condiciones in vitro sobre el género *Xiphinema* entre otros evaluados. Cabe

señalar que la aplicación de productos nematicidas afectan también a nemátodos benéficos, y que en ocasiones un suelo tratado puede no presentar variación respecto de uno no tratado, e incluso presentar mayor proporción de estados reproductivos de nemátodos fitoparásitos luego de una aplicación no bien estudiada; tal como lo señala Santelices (1977) en su investigación.

Raski y Linder, y Ponchillia, citados por Santelices (1977) señala que la sobrevivencia y distribución de *X. americanum* se ve favorecida en los suelos livianos y de textura porosa. Según Ponchillia, citado por Santelices (1977), los suelos de elevado contenido de materia orgánica perjudican la sobrevivencia y el desarrollo de las poblaciones de *X. americanum*, condiciones que se darían en el caso de la aplicación de guano. En el estudio de Contreras (1989), aún cuando las diferencias tampoco fueron significativas, el tratamiento con Nematicur® presentó mayor crecimiento que el testigo, similar a lo que ocurre en este ensayo entre el tratamiento de poda de raíz sola y el de poda de raíz más Nematicur®.

Variabilidad y metodología de evaluación

Dado los resultados obtenidos en este estudio se hace necesaria la realización de nuevos estudios más específicos, con mayor número de repeticiones a fin de establecer estadísticamente si existe o no diferencia significativa. Los resultados reflejan una gran variabilidad en la expresión del crecimiento del sistema radical afectado por diversos factores, tales como criterio de riego, diferencias de suelo, eficiencia del sistema de riego, fertilización, etc.

Conclusiones

Que bajo el gotero y en los primeros centímetros de profundidad puede existir una zona que presente una menor densidad de raíces bajo el régimen de riegos largos.

Se observan dos momentos de mayor crecimiento de las raíces, uno de ellos muy marcado y que se presenta en post cosecha.

Se determinó que en los primeros 80 cm del suelo, tanto en texturas gruesa como franca, se concentran la mayor parte de las raíces finas.

La poda no se presenta como una medida depresiva para las plantas, evaluada como crecimiento vegetativo, en la misma temporada.

La poda de raíces con guano solo y poda de raíces complementada con guano y fertilizantes obtienen altos índices de enraizamiento en las condiciones del estudio.

La poda de raíces induce crecimiento de varias raíces nuevas desde los extremos de raíces cortadas producto de la poda de raíces.

Dada la alta variabilidad de las evaluaciones se recomiendan futuras investigaciones, incrementando el número de repeticiones.

A 4.2 Poda de Raíces 2004(AÑO 1)

Descripción de suelo

Suelo de origen aluvial, profundo, de textura franco arcillosa en superficie variando a franco arenosa en profundidad, desde los 96 cm se presentan guijarros alcanzando éstos un 40% del volumen del suelo, topografía suavemente inclinada con 3% de pendiente, bien drenado, sin rasgos de oxidación en todo el perfil.

Distribución y crecimiento de raíces

Evaluación paralela al punto de corte (calicata lateral)

Los siguientes resultados corresponden a la información obtenida en las calicatas laterales, de acuerdo a lo señalado en la Figura 92 (C). En esta zona correspondiente a la entrehilera, se observó un mayor desarrollo del sistema radical de las plantas que recibieron poda de raíces (PR) y PR más un tratamiento complementario respecto de las plantas testigo. Al evaluar mediante mapas de densidad de raíces (Figura 93), se observa que existe un mayor crecimiento de raíces nuevas, finas y delgadas, en las plantas que recibieron PR (Figura 93 B, C, D y E) respecto del testigo (Figura 93 A). En la Figura 93 D y E se puede observar una mayor densidad de raíces nuevas en los tratamientos que recibieron fósforo respecto de los otros tratamientos.

En el Cuadro 1 se observa el índice de enraizamiento que da cuenta de la inexistencia de diferencias significativas entre las plantas testigo (T1) respecto de las plantas que solo recibieron poda (T2) y las plantas que recibieron poda + Biorradicante® (T3). Se observó un efecto sinérgico posiblemente dado por la aplicación de fósforo en el punto de corte, teniendo estos tratamientos (T4–T5) diferencias significativas en la variable índice de enraizamiento IE por sobre las plantas testigo (Cuadro 27).

Analizando los datos gráficamente, se puede observar la diferencia existente entre las plantas testigo (Figura 93 A) que presentan una mas baja relación entre raíces nuevas; finas y delgadas, versus raíces viejas; medias y gruesas, respecto del resto de los tratamientos (Figura 93 B–E) en los que, se observa una mayor concentración de crecimiento activo reflejada en una relación raíces nuevas / raíces viejas, mas alta.

En este ensayo, al analizar el número total de raíces (Cuadro 28) se observa que (T5) presenta los valores más altos y significativamente diferentes respecto del resto de los tratamientos (T1–T4). También se observa que las plantas que recibieron Biorradicante® (T3) como tratamiento complementario a la poda presentan los valores mas bajos y significativamente diferentes a las plantas que solo recibieron poda (T2).

Cuadro 27. Índice de enraizamiento, punto de corte evaluado mediante calicata lateral.

	Tratamiento	Índice de enraizamiento (IE)
T1	Testigo	5,26 (1,95) b
T2	PR	10,51 (2,13) ab
T3	PR+B	8,02 (0,52) ab
T4	PR+G+P	10,80 (4,89) a
T5	PR+C+P	10,84 (0,84) a

Los valores indican el promedio de las mediciones en las cuatro plantas de cada tratamiento. Valores entre paréntesis indican el error estándar correspondiente, Letras diferentes indican diferencias significativas entre los tratamientos de acuerdo con la prueba de comparación múltiple de LSD ($\alpha \leq 0,05$).

Cuadro 28. Número total de raíces, punto de corte evaluado mediante calicata lateral.

Tratamiento		número total de raíces
T1	Testigo	57,00 (3,90) bc
T2	PR	70,75 (1,75) b
T3	PR+B	49,75 (1,55) c
T4	PR+G+P	66,25 (7,40) bc
T5	PR+C+P	112,50 (2,06) a

Los valores indican el promedio de las mediciones en las cuatro plantas de cada tratamiento. Valores entre paréntesis indican el error estándar correspondiente, Letras diferentes indican diferencias significativas entre los tratamientos de acuerdo con la prueba de comparación múltiple de LSD ($\alpha \leq 0,05$).

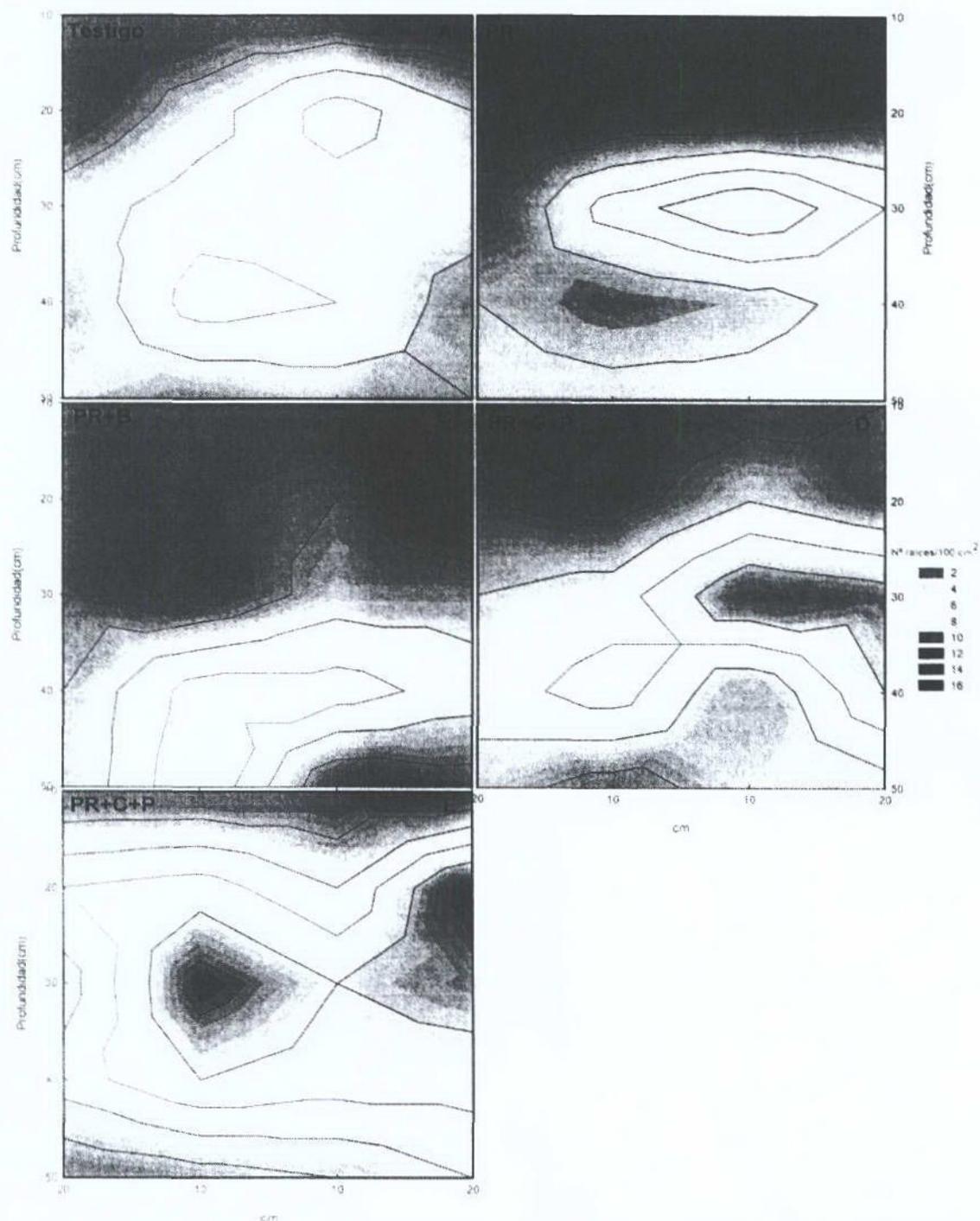


Figura 92. Densidad de raíces finas y delgadas, Testigo; PR (poda de raíces); PR+B (poda de raíces + Bioradicante); PR+G+P (poda de raíces + guano + fósforo); PR+C+P (poda de raíces + compost + fósforo).

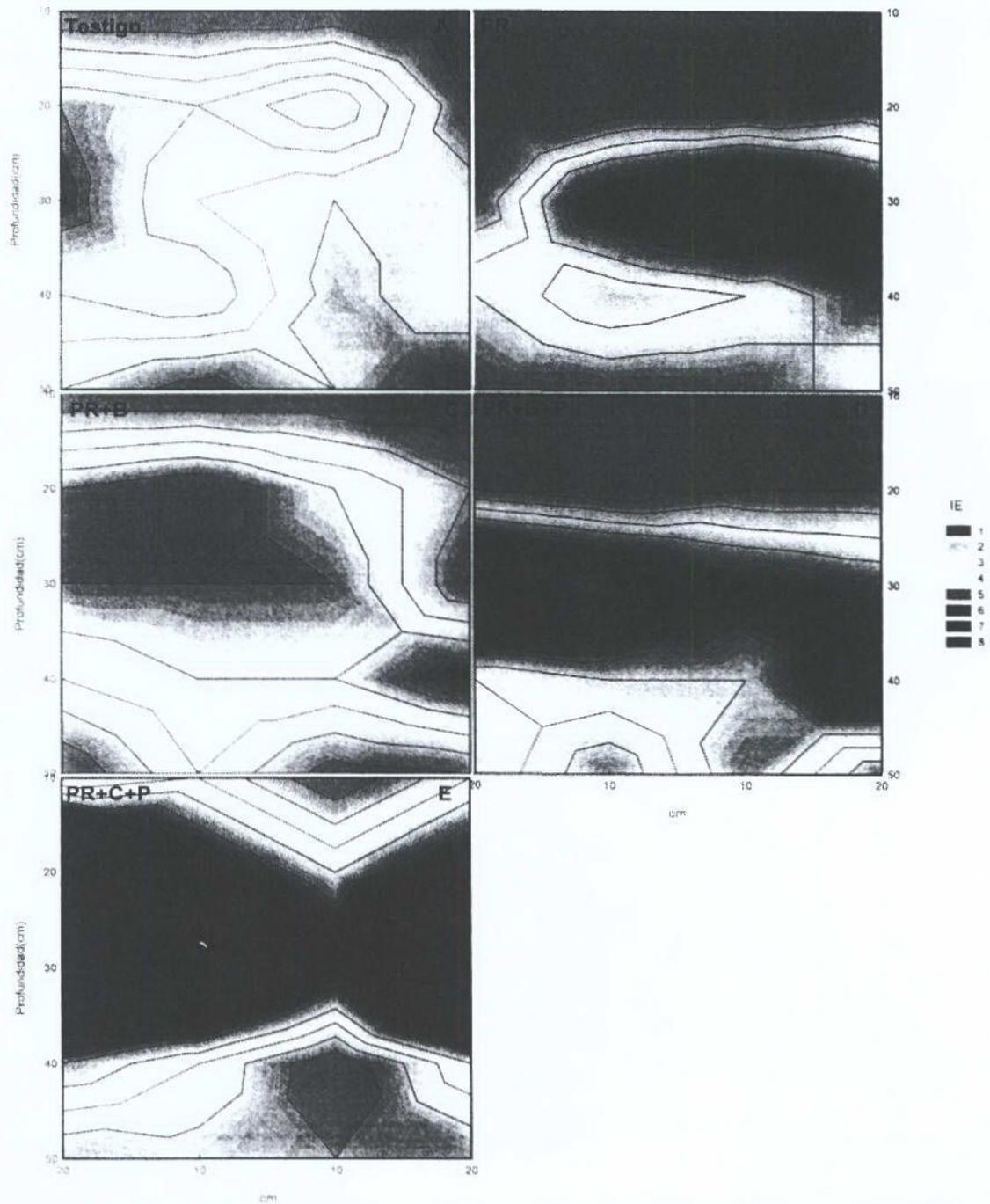


Figura 93. Índice de enraizamiento por sección de 10 x 10 cm, Testigo; PR (poda de raíces); PR+B (poda de raíces+Bioradicante); PR+G+P (poda de raíces + guano + fósforo); PR+C+P (poda de raíces + compost + fósforo).

Evaluación perpendicular al punto de corte (calicata frontal entrehilera)

Los siguientes resultados corresponden a la información obtenida en las calicatas frontales entrehilera, de acuerdo a lo señalado en la Figura 91 (B). En esta zona de estudio que tuvo como eje central el punto de poda raíces, se observó que éstas se desarrollan cercanas al punto de corte. La concentración del crecimiento en esta zona se traduce en un mayor número de raíces finas y delgadas en las plantas que recibieron poda de raíces (Figura 94 B-E) respecto de las plantas que no recibieron poda de raíces (Figura 94 A). Se observa que el crecimiento activo de raíces nuevas se concentra en la parte central de los mapas de raíces nuevas (Figura 94 B-E), correspondiendo esta zona al paso del arado subsolador.

En la Figura 95 B – E se puede observar claramente el efecto de la poda de raíces, determinado, en este caso, por un aumento en la relación entre raíces nuevas; finas y delgadas, y raíces viejas; medias y gruesas, respecto de las plantas testigo (Figura 95 A).

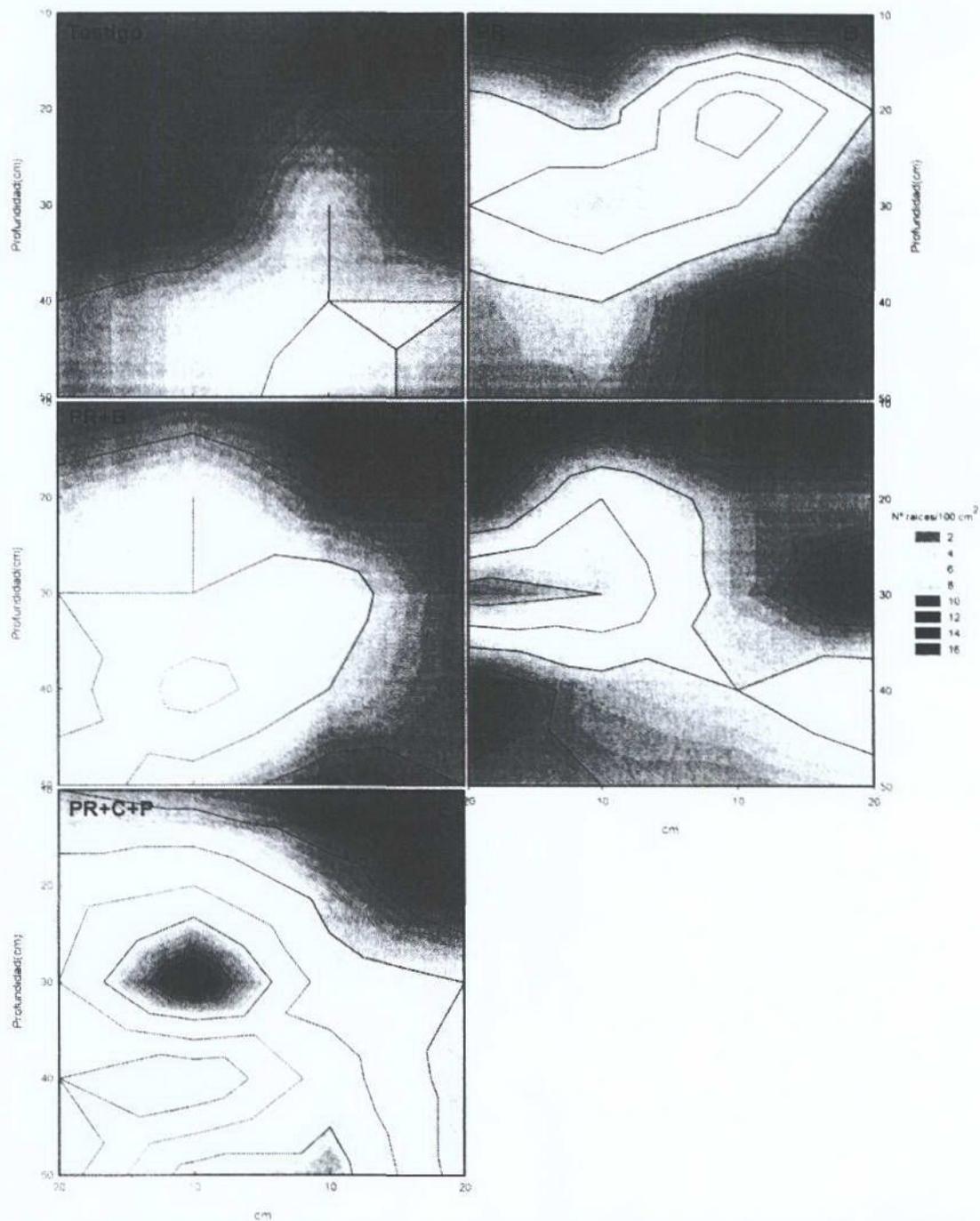


Figura 94. Densidad de raíces finas y delgadas, Testigo; PR (poda de raíces); PR+B (poda de raíces + Bioradicante); PR+G+P (poda de raíces + guano + fósforo); PR+C+P (poda de raíces + compost + fósforo).

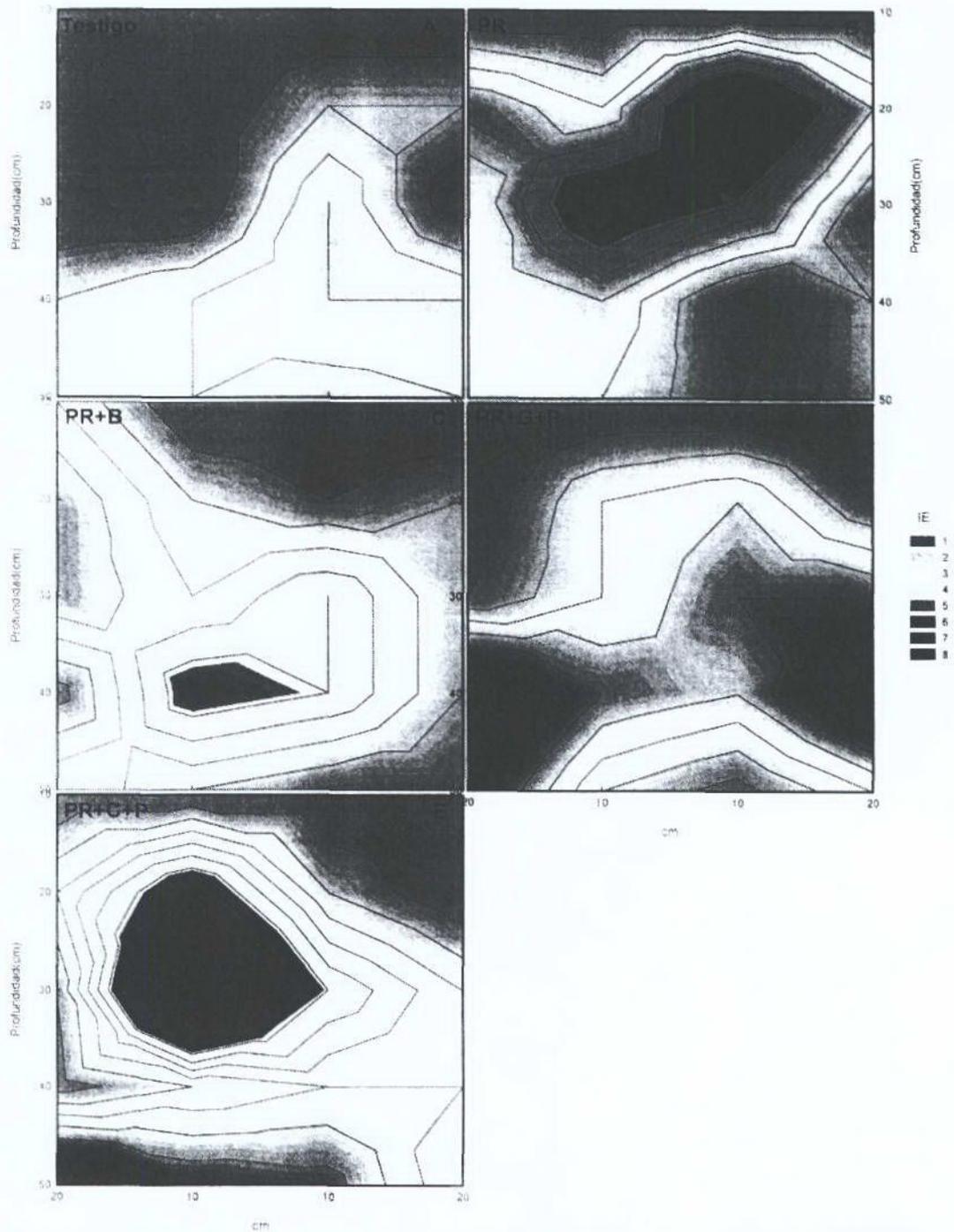


Figura 95. Índice de enraizamiento por sección de 10 x 10 cm, Testigo; PR (poda de raíces); PR+B (poda de raíces + Bioradicante); PR+G+P (poda de raíces + guano + fósforo); PR+C+P (poda de raíces + compost + fósforo).

Evaluación sobre la hilera de plantación (calicata frontal sobrehilera)

Los siguientes resultados corresponden a la información obtenida en las calicatas frontales sobrehilera, de acuerdo a lo señalado en la Figura 91 (A). En esta zona, las plantas testigo mostraron una mayor concentración del crecimiento radical. Esta mayor concentración se muestra claramente en el mapeo de densidad de raíces finas y delgadas, en el que se aprecia un mayor número de raíces por 100 cm² en las plantas testigo (Figura 96 A) respecto del resto de los tratamientos (Figura 96 B–E).

En el Cuadro 29 se observan diferencias significativas para el parámetro IE, siendo las plantas testigo (T1) las que se diferencian claramente del resto de los tratamientos (T2–T5) con los valores más altos. En la Figura 97 A se observan los valores más altos para el IE medido por sección de 10 x 10 cm respecto del resto de los tratamientos (Figura 7 B–E).

En cuanto al número de raíces totales, no se observó diferencias significativas, pero cabe mencionar que fueron las plantas testigo las que tuvieron el mayor número de raíces en comparación con el resto de los tratamientos (Cuadro 30).

La posición de los goteros, como se muestra en la Figura 96, no afectó negativamente el crecimiento de raíces sobre la hilera, esto se ve reflejado en un mayor número de raíces nuevas en la zona bajo los goteros.

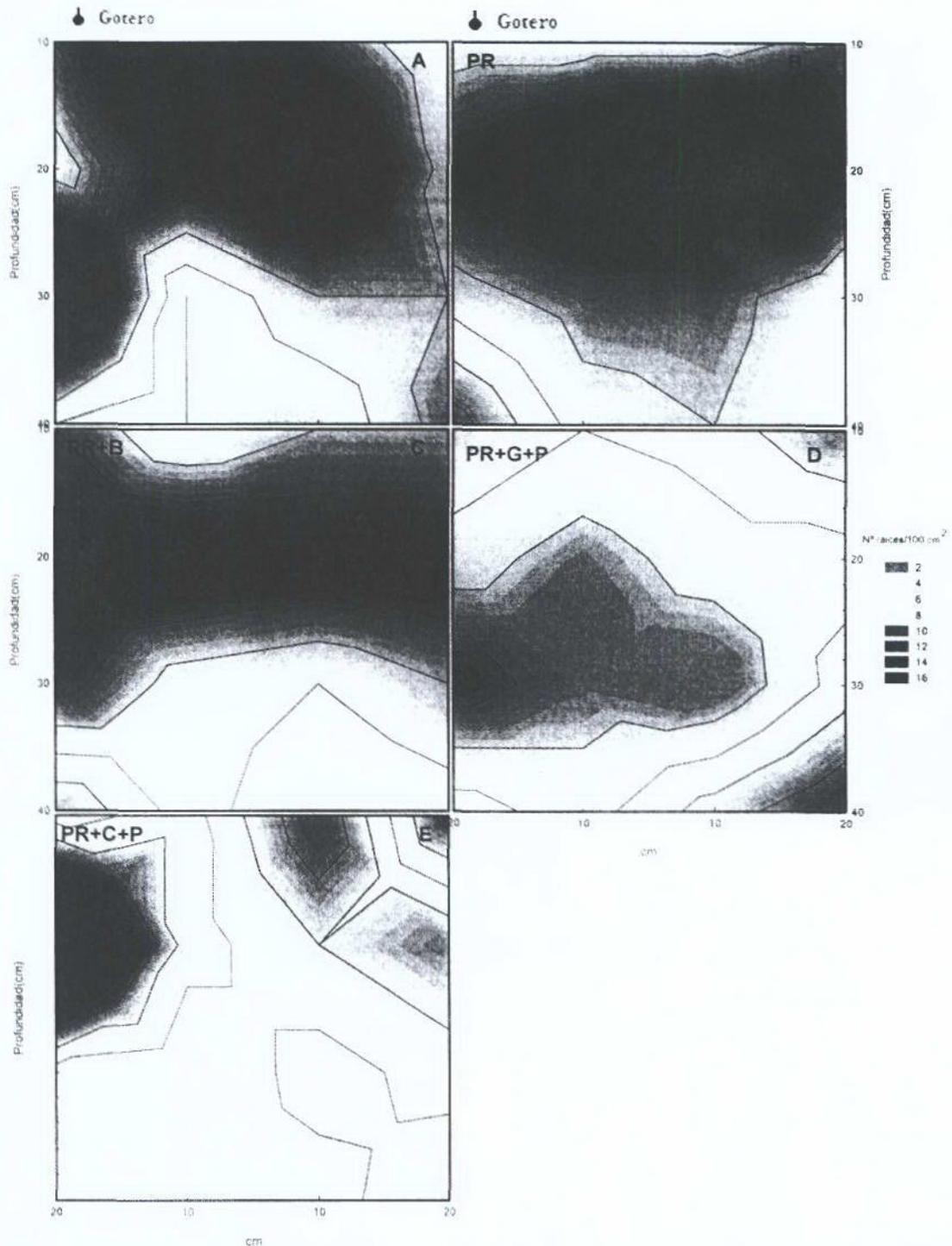


Figura 96. Densidad de raíces finas y delgadas, Testigo; PR (poda de raíces); PR+B (poda de raíces + Bioradicante); PR+G+P (poda de raíces + guano + fósforo); PR+C+P (poda de raíces + compost + fósforo).

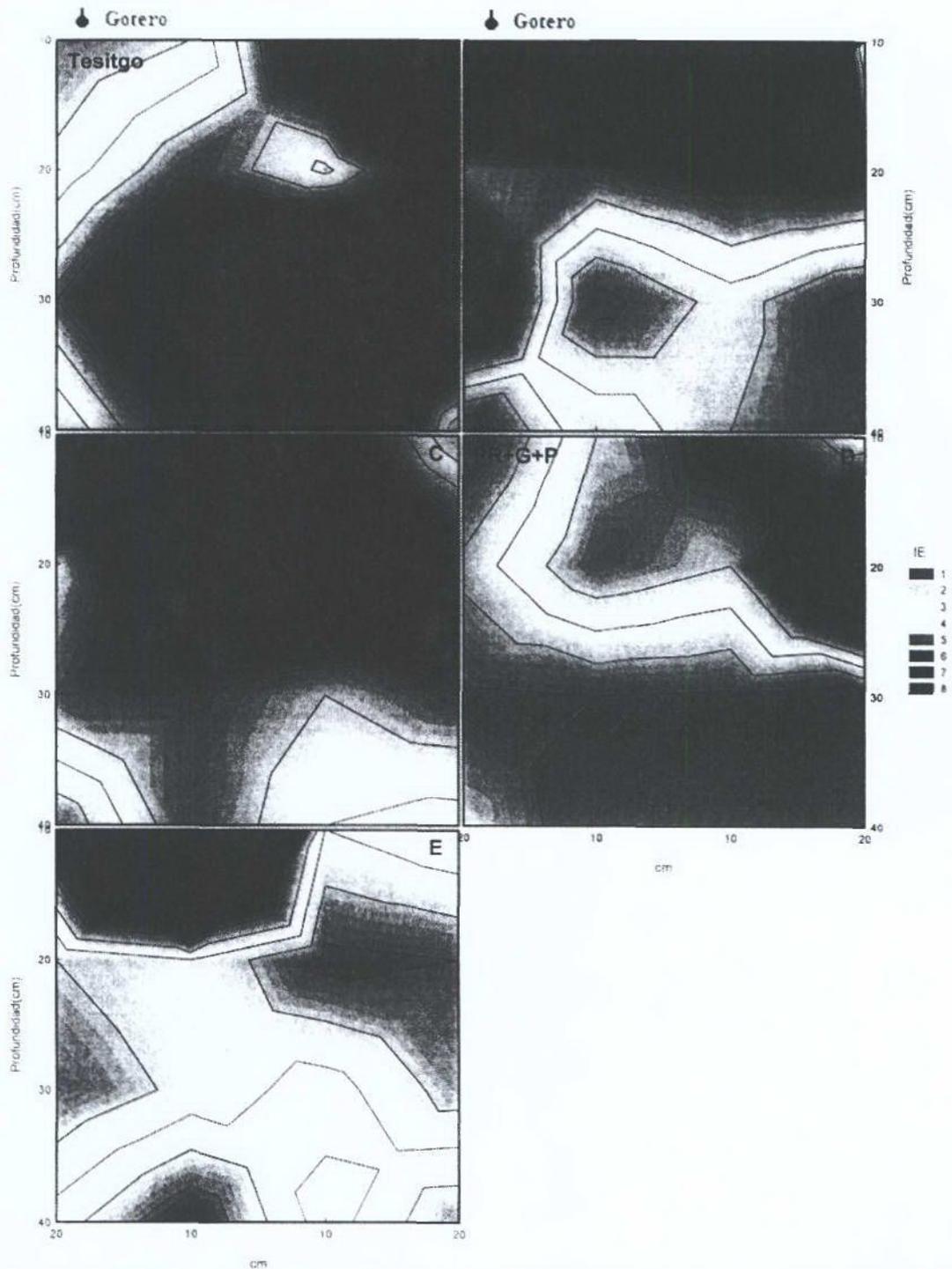


Figura 97. Índice de enraizamiento por sección de 10 x 10 cm, Testigo; PR (poda de raíces); PR+B (poda de raíces + Bioradicante); PR+G+P (poda de raíces + guano + fósforo); PR+C+P (poda de raíces + compost + fósforo).

Cuadro 29. Índice de enraizamiento, calicata frontal sobrehilera.

Tratamiento		índice de enraizamiento (IE)
T1	Testigo	17,12 (5,46) a
T2	PR	5,51 (0,78) b
T3	PR+B	7,48 (0,74) b
T4	PR+G+P	3,45 (0,92) b
T5	PR+C+P	3,75 (0,60) b

Los valores indican el promedio de las mediciones en las cuatro plantas de cada tratamiento. Valores entre paréntesis indican el error estándar correspondiente, Letras diferentes indican diferencias significativas entre los tratamientos de acuerdo con la prueba de comparación múltiple de LSD ($\alpha \leq 0,05$).

Cuadro 30. Número total de raíces en la calicata frontal sobrehilera.

Tratamiento		número total de raíces
T1	Testigo	140,50 (19,97)
T2	PR	131,50 (19,25)
T3	PR+B	127,25 (14,56)
T4	PR+G+P	112,75 (19,62)
T5	PR+C+P	127,50 (11,25)
		N.S.

NS, no existen diferencias significativas para la comparación múltiple de LSD. ($\alpha \leq 0,05$). Los valores indican el promedio de las mediciones en las cuatro plantas de cada tratamiento. Valores entre paréntesis indican el error estándar correspondiente.

El análisis realizado en la zona de aplicación del guano y el compost (Figura 98), muestra que bajo las condiciones en que se realizó el ensayo, en las plantas en que se aplicó guano (T4) y compost (T5) no hubo un mayor desarrollo del sistema radical en esa zona. Esto mostró la inexistencia de diferencias significativas para ambos parámetros medidos entre las plantas tratadas con guano y las plantas tratadas con compost, respecto de aquellas que no recibieron esta aplicación (Cuadro 31) y (Cuadro 32).

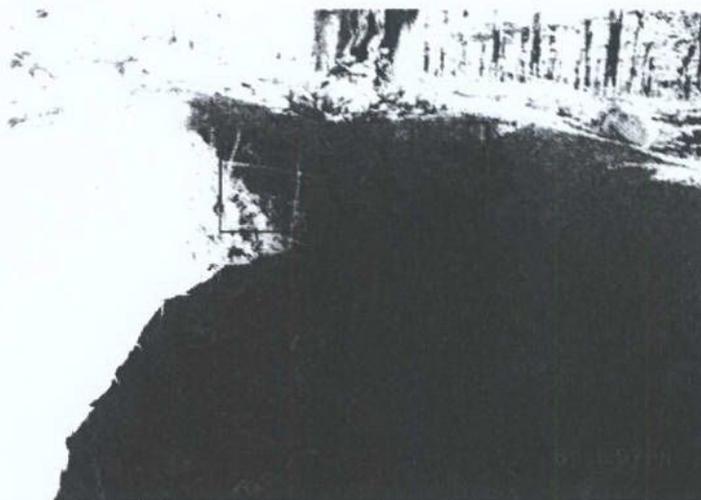


Figura 98. Zona de aplicación de guano y compost sobre la hilera, batea de 20 cm de profundidad y 40 cm de ancho.

Cuadro 31. Índice de enraizamiento, calicata frontal sobrehilera en los primeros 20 cm (zona de aplicación de guano y compost).

Tratamiento		índice de enraizamiento (IE)
T1	Testigo	22,95 (10,46)
T2	PR	27,25 (10,00)
T3	PR+B	17,73 (8,43)
T4	PR+G+P	8,561 (2,84)
T5	PR+C+P	7,91 (2,78)
		N.S.

NS, no existen diferencias significativas para la comparación múltiple de LSD. ($\alpha \leq 0,05$). Los valores indican el promedio de las mediciones en las cuatro plantas de cada tratamiento. Valores entre paréntesis indican el error estándar correspondiente.

Cuadro 32. Número total de raíces en la calicata frontal sobrehilera en los primeros 20 cm (zona de aplicación de guano y compost).

Tratamiento		número total de raíces
T1	Testigo	69,50 (12,61)
T2	PR	75,00 (9,72)
T3	PR+B	68,50 (8,73)
T4	PR+G+P	56,50 (9,82)
T5	PR+C+P	57,25 (3,71)
		N.S.

NS, no existen diferencias significativas para la comparación múltiple de LSD. ($\alpha \leq 0,05$). Los valores indican el promedio de las mediciones en las cuatro plantas de cada tratamiento. Valores entre paréntesis indican el error estándar correspondiente.

Peso de poda

En el Cuadro 33 se observan los pesos de poda de las plantas de todos los tratamientos, obtenidos tras un año de haberse realizado la poda de raíces, se observó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos.

Cuadro 33. Peso de poda evaluado al final de la temporada.

Tratamiento		Peso poda (Kg·planta ⁻¹)
T1	Testigo	13,43 (3,42)
T2	PR	11,67 (1,23)
T3	PR+B	18,53 (4,57)
T4	PR+G+P	12,37 (2,10)
T5	PR+C+P	13,71 (3,39)
		NS

NS, no existen diferencias significativas para la comparación múltiple de LSD. ($\alpha \leq 0,05$). Los valores indican el promedio de las mediciones en las cuatro plantas de cada tratamiento. Valores entre paréntesis indican el error estándar correspondiente.

DISCUSIÓN

Van Huyssteen (1988a) y Gilman (2003) señalan que la formación de raíces está estimulada por la poda, manifestándose el crecimiento cerca del punto de corte y no en otras áreas no disturbadas del sistema radical. Esto coincide con lo observado en los mapas de densidad de raíces nuevas (Figura 92), encontrándose un mayor número de estas en plantas que recibieron poda de raíces. En la Figura 4, que tuvo como eje central el punto de poda de raíces, se observa que ellas crecen sólo cerca del punto de corte y este crecimiento activo de raíces se traduce en un aumento en el índice de enraizamiento (IE) (Cuadro 27, Figura 93). Sin embargo, también documenta la literatura (Khan, 1998a) que al evaluar plantas tratadas con poda de raíces se encontró que estas presentaron un menor crecimiento que las raíces de las plantas testigo que no recibieron poda.

Al estímulo dado por la poda de raíces, es necesario agregar el efecto causado por el paso del arado subsolador al momento de podar, ya que este, al provocar fracturas y cambiar las condiciones físicas del suelo en su entorno de acción, mejora las condiciones para la exploración de las raíces (Varsa *et al.*, 1997; Ortiz, 2003). Se ha determinado que estas sólo penetran en el suelo, si la fuerza que ejercen supera a la resistencia que opone el suelo (Richards, 1983). Van Huyssteen (1988) y Lanyon *et al.* (2004) afirman que en zonas compactadas, especialmente las líneas de tráfico, existe una importante disminución en el

crecimiento radical. Este efecto se puede observar en la Figura 95, donde existe menor crecimiento de raíces en el testigo, reflejado en un índice de enraizamiento IE menor.

Aplicaciones de abono y compost, mejoran las condiciones del suelo por algunos años y generan condiciones favorables para el crecimiento de las plantas (Eghball *et al.*, 2004). En suelos donde se aplicó compost se encontró un mayor número de raíces finas y delgadas, no así en suelos que no recibieron este tratamiento (Ouédraogo *et al.* 2001). En el presente estudio, por el contrario, las plantas que recibieron compost y guano no tuvieron un mayor desarrollo del sistema radical, esto se reflejó en una baja cantidad de raíces nuevas en la zona de aplicación de estos tratamientos (Cuadro 31, Figura 96).

Van Zyl (1988) señala que la dificultad que las raíces encuentran para crecer en la entrehilera está dada principalmente por las malas condiciones físicas provocadas por el constante paso de maquinarias que compacta el suelo, disminuyendo notablemente la capacidad de las raíces para penetrar en él. Tomando en cuenta lo antes mencionado, se deduce que posiblemente las malas condiciones que encuentran las raíces de las plantas testigo para crecer en la entrehilera, obligan a la planta a concentrar su crecimiento radical en la sobrehilera (Cuadro 29, Figura 97).

El crecimiento y la densidad del sistema radical puede ser modificado por la disponibilidad de nutrientes (Tworkoski *et al.*, 2003). Brouder y Cassman (1994) y Havlin *et al.* (1999) trabajando con macetas y en condiciones controladas, dan cuenta del efecto positivo de la aplicación de fósforo localizado sobre el desarrollo del sistema radical (Figura 92). López *et al.*, (2003) y Zhang *et al.*, (2003), en cambio, obtuvieron resultados diferentes al encontrar mayor concentración de raíces nuevas en plantas que recibieron una aplicación baja de fósforo respecto de plantas que recibieron una dosis alta del elemento, cabe destacar que ambas investigaciones fueron realizadas en laboratorio.

Álvarez (2004) trabajando en macetas y bajo condiciones controladas, obtuvo un mayor crecimiento de raíces en plantas tratadas con Biorradicante®. En este estudio, por el contrario, las plantas tratadas con Biorradicante® no se diferenciaron del testigo (Cuadro 28).

Tras un año de haberse realizado la poda de raíces, la producción de material vegetativo no se vio afectada, al no observarse diferencias en el peso de poda de las plantas en relación a este parámetro (Khan *et al.*, 1998b; Dry, 1999; Geisler y Ferree 1984 y Poni *et al.*, 1992) (Cuadro 33).

Álvarez (2004) encontró que aquellas plantas que recibieron Biorradicante[®] obtuvieron los valores más altos de peso de poda (Cuadro 33).

CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones experimentales en las que se realizó este estudio, tras un año de haberse implementado, se puede concluir que:

La poda de raíces estimula el crecimiento de nuevas raíces cerca del punto de corte.

El estímulo dado por la poda de raíces es acrecentado con la aplicación de fósforo en el punto de corte y lo torna significativo.

El Biorradicante[®] aplicado en la zona de corte, no genera un estímulo extra al generado por la poda de raíces.

La aplicación localizada de guano y compost sobre la hilera no genera condiciones que aumenten la exploración del sistema radical en esa zona.

La poda de raíces no incide en el peso de poda de la planta.

A 4.2 Poda de Raíces 2004(AÑO 2)

Distribución y crecimiento de raíces

Caracterización de general del suelo

Suelo de origen aluvial, profundo, de textura franca variando a franca arenosa a partir de los 25 cm. Estructura de bloques subangulares, medios, moderados. Pedregosidad variable entre 5 y 20% para la profundidad evaluada. Primeros 15 cm compactados en la entrehilera. Actividad biológica abundante en los primeros 20 cm de la sobrehilera. Bien drenado. Topografía levemente inclinada con una pendiente de 3%.

Calicata frontal sobrehilera

Esta calicata tiene por objetivo observar el crecimiento de raíces en la sobrehilera. La línea de goteros está ubicada al lado izquierdo del frente de evaluación de esta calicata, a aproximadamente 5 cm del tronco de la planta.

Los valores de IE de la calicata frontal sobrehilera están resumidos en el Cuadro 34. No hubo diferencias significativas entre los IE de cada tratamiento ($F_{(4,15)}=0,44$; $p>0,05$).

En la Figura 99 se puede observar que los mayores IE para todos los tratamientos se encuentran distribuidos en los primeros 20 cm de profundidad. La relación entre las raíces menores a 2 mm y las raíces mayores a 2 mm disminuye notablemente en profundidad.

En el Cuadro 35 se muestran los valores de número de raíces finas y delgadas (<0,5 mm + 0,5-2 mm) de la calicata frontal sobrehilera. El análisis de esta variable tampoco arrojó diferencias significativas entre los valores de cada tratamiento ($F_{(4,15)}=0,68$; $p>0,05$).

La cantidad de raíces finas y delgadas por unidad de superficie es mayor principalmente dentro de los primeros 20 cm de profundidad (Figura 100). La distribución de raíces finas y delgadas resultó más homogénea para el tratamiento 4 en el área evaluada. Si bien la cantidad total de raíces finas y delgadas del tratamiento 4 fue mayor, no hay pruebas estadísticas que puedan sostener que este hecho se debió a la acción del compost aplicado en dicho tratamiento.

La cantidad total de raíces finas y delgadas en la superficie de la sobrehilera es notablemente mayor que en las calicatas de la entrehilera (Cuadro 35), y dado que las raíces medias y gruesas son escasas en superficie, también son mayores los valores de IE.

Las condiciones edáficas de la batea son muy diferentes a las de la entrehilera. Los restos de poda aplicados a la batea mejoran las propiedades físicas y químicas del suelo, permitiendo de este modo generar condiciones edáficas apropiadas para un buen crecimiento radical (Richards, 1983; Ouédraogo *et al.*, 2001; Eghball *et al.*, 2004).

Cuadro 34. Análisis estadístico de la variable índice de enraizamiento (IE) para la calicata frontal.

Tratamiento	Promedio	Desviación estándar
T0	23,11	10,53
T1	31,89	11,31
T2	27,07	7,89
T3	23,82	13,75
T4	28,87	10,72
	NS	

1/ NS: No hay diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$).

2/ Valores corresponden al promedio de 4 repeticiones por tratamiento.

Cuadro 35. Número total de raíces finas y delgadas (<0,5 mm + 0,5-2 mm) para el frente de evaluación de la calicata frontal sobrehilera.

Tratamiento	Promedio	Desviación estándar
T0	357,0	143,35
T1	472,0	121,33
T2	420,7	99,88
T3	363,5	232,56
T4	511,7	185,61
	NS	

1/ NS: No hay diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$).

2/ Valores corresponden al promedio de 4 repeticiones por tratamiento.

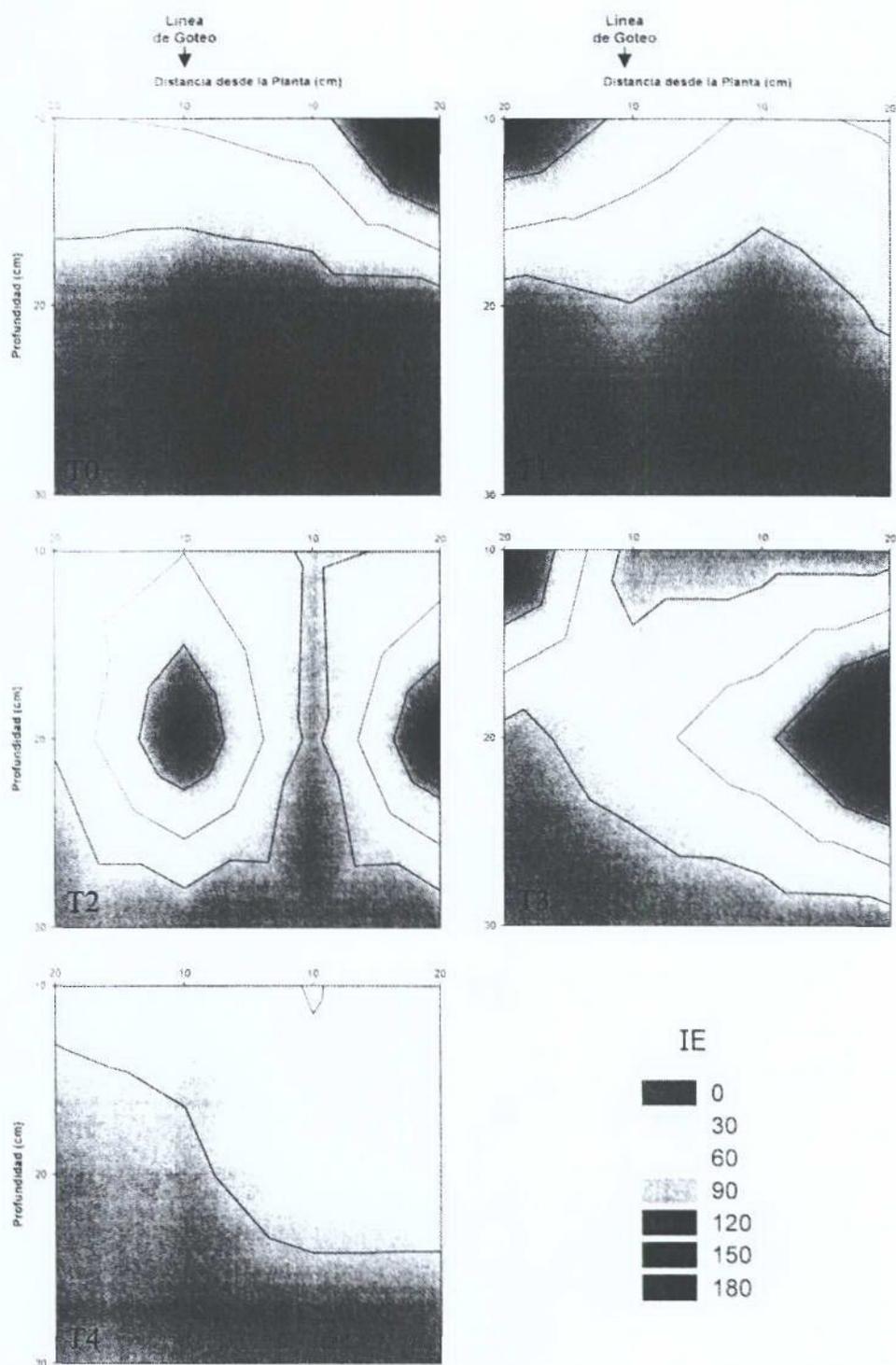


Figura 99. Distribución de IE en el frente de evaluación de la calicata frontal sobrehilera. T0: testigo; T1: poda de raíces; T2: poda de raíces+biorradicante; T3: poda de raíces+guano+fósforo; T4: poda de raíces+compost+fósforo.

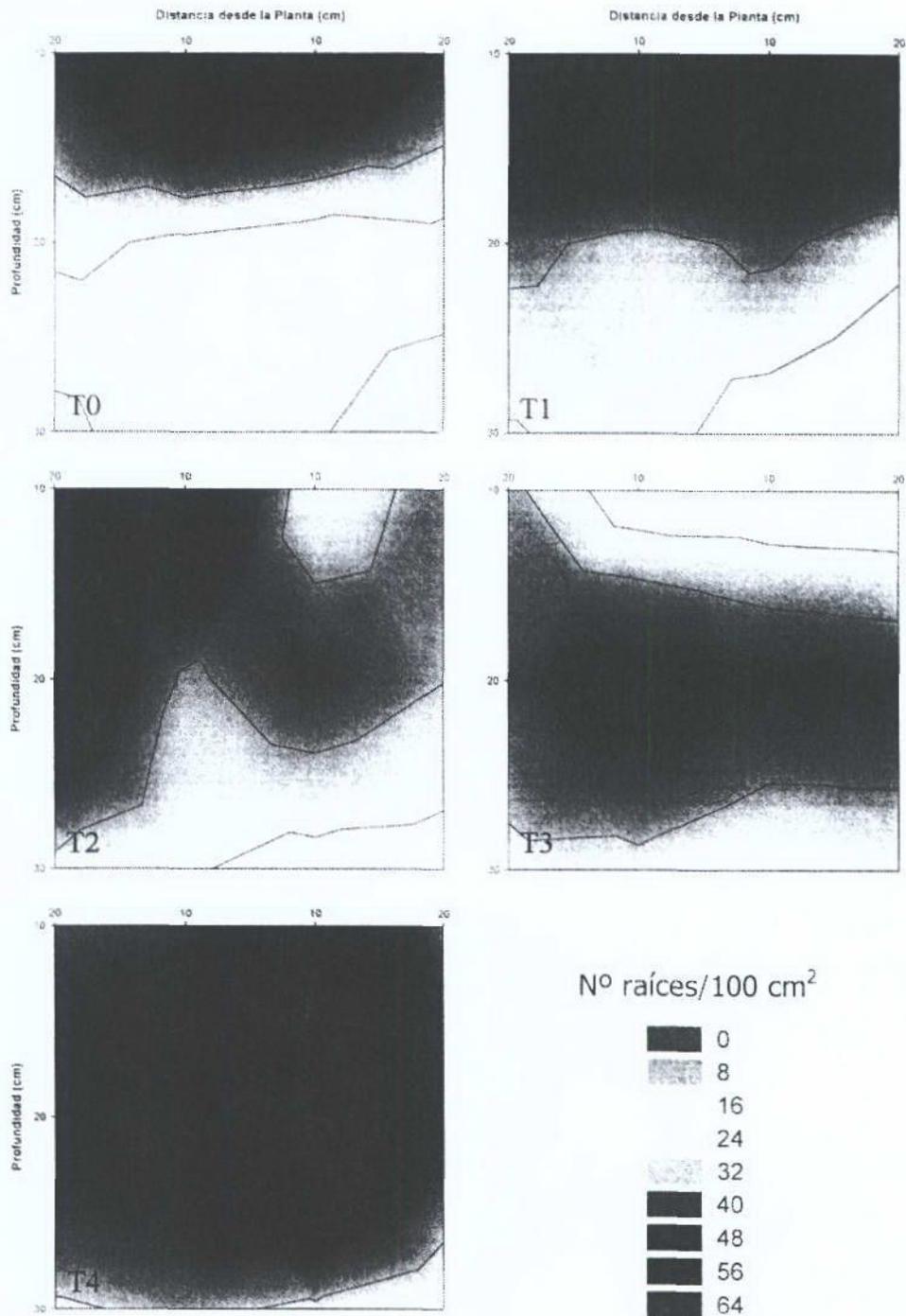


Figura 100. Número total de raíces finas y delgadas en el frente de evaluación de la calicata frontal sobrehilera. T0: testigo; T1: poda de raíces; T2: poda de raíces+biorradicante; T3: poda de raíces+guano+fósforo; T4: poda de raíces+compost+fósforo.

Calicata frontal entrehilera

Los valores de IE de la calicata frontal entrehilera están resumidos en el Cuadro 36. Mediante el análisis de varianza se hallaron diferencias significativas entre los IE promedio de cada tratamiento ($F_{(4,15)}=14,56$; $p<0,05$).

Todos los tratamientos mostraron efectos positivos en relación al testigo. No hay diferencias entre los tratamientos con poda de raíces y aplicación de Bioradicante® (T2) y los tratamientos con poda de raíces y aplicación de fósforo (T3 y T4). Sin embargo, estos tres tratamientos generaron un efecto positivo en el IE en relación al tratamiento en que sólo se realizó poda de raíces (T1).

El número de raíces finas y delgadas (<0,5 mm + 0,5-2 mm) de la calicata frontal entrehilera están resumidos en el Cuadro 37. Mediante el análisis de varianza se hallaron diferencias significativas entre los valores promedio de número de raíces finas y delgadas de cada tratamiento ($F_{(4,15)}=16,78$; $p<0,05$).

En este caso, los tratamientos con mayor cantidad de raíces finas y delgadas fueron T2, T3 y T4, siendo T2 y T3 similares entre si y significativamente diferentes a todo el resto de los tratamientos. T1 a su vez también muestra diferencias con respecto al testigo (T0).

En esta calicata se reflejaron los resultados esperados con respecto al testigo. Las aplicaciones tanto de fósforo como de Bioradicante® demostraron ser un eficaz complemento de la poda de raíces, al aumentar significativamente el número de raíces finas y delgadas, casi duplicando los valores de IE promedio. A su vez, la poda de raíces por si sola también mostró resultados positivos para este frente de evaluación.

Los tratamientos T2, T3 y T4 muestran altos valores relativos tanto de IE como de número de raíces finas y delgadas; la diferencia entre ellos radica en la distribución. En ambos tratamientos complementados con fósforo (T3 y T4) las raíces tienden a concentrarse en el costado cercano a la planta (Figura 4 y 5). Esto se puede deber a las condiciones edáficas de la entrehilera, donde el suelo aumenta notablemente el nivel de compactación a medida que aumenta la distancia a la planta. El bulbo de mojamiento generado por el riego por goteo también puede explicar la concentración de raíces en lugares cercanos a la planta, donde la disponibilidad de agua es mayor (Van Zyl, 1988). Sin embargo, sólo la presencia de fósforo puede explicar la diferencia entre estos tratamientos y T2.

En el tratamiento 2 las raíces se distribuyeron concentrándose en el costado del frente de evaluación más alejado de la planta. No parece ser la aplicación

complementaria de Bioradicante® la que explica este patrón, sino la aplicación de fósforo, que claramente sugiere haber provocado el efecto observado.

Uno de los factores que influye en la absorción de fósforo es el contenido de agua del suelo. Mackay y Barber (1985) y Rex *et al.* (1985) han demostrado que la absorción de fósforo es optimizada con una adecuada humedad del suelo. De este modo, la distribución diferencial de las raíces en los tratamientos con fósforo puede deberse a una respuesta morfológica de la raíz, destinada a optimizar la absorción de este elemento ante la concentración localizada de fósforo en el suelo (Amijee *et al.*, 1989; Borch *et al.*, 1999; He *et al.*, 2003;), y esto asociado sinérgicamente con el patrón de disponibilidad localizada de agua dada por el riego por goteo.

En la distribución de los IE y del número de raíces finas y delgadas (Figura 101 y 102) se puede apreciar que los mayores valores se encuentran bajo los 10 cm de profundidad. Esto se debe a la compactación superficial presente en toda la entrehilera (Shierlaw y Alston, 1984; Van Huyssteen, 1988b).

Cuadro 36. Análisis estadístico de la variable índice de enraizamiento (IE) para la calicata lateral 1.

Tratamiento	Promedio	Desviación estándar
T0	1,95 a	0,89
T1	5,06 b	1,01
T2	11,10 c	3,56
T3	10,74 c	0,92
T4	8,21 c	2,33

1/ Letras diferentes indican diferencias significativas para la prueba LSD ($\alpha \leq 0,05$)

Cuadro 37. Número total de raíces finas y delgadas (<0,5 mm + 0,5-2 mm) para el frente de evaluación de la calicata frontal entrehilera.

Tratamiento	Promedio	Desviación estándar
T0	42,5 a	18,26
T1	101,2 ab	20,35
T2	266,5 c	82,14
T3	241,2 c	29,54
T4	165,5 b	45,97

1/ Letras diferentes indican diferencias significativas para la prueba LSD ($\alpha \leq 0,05$).

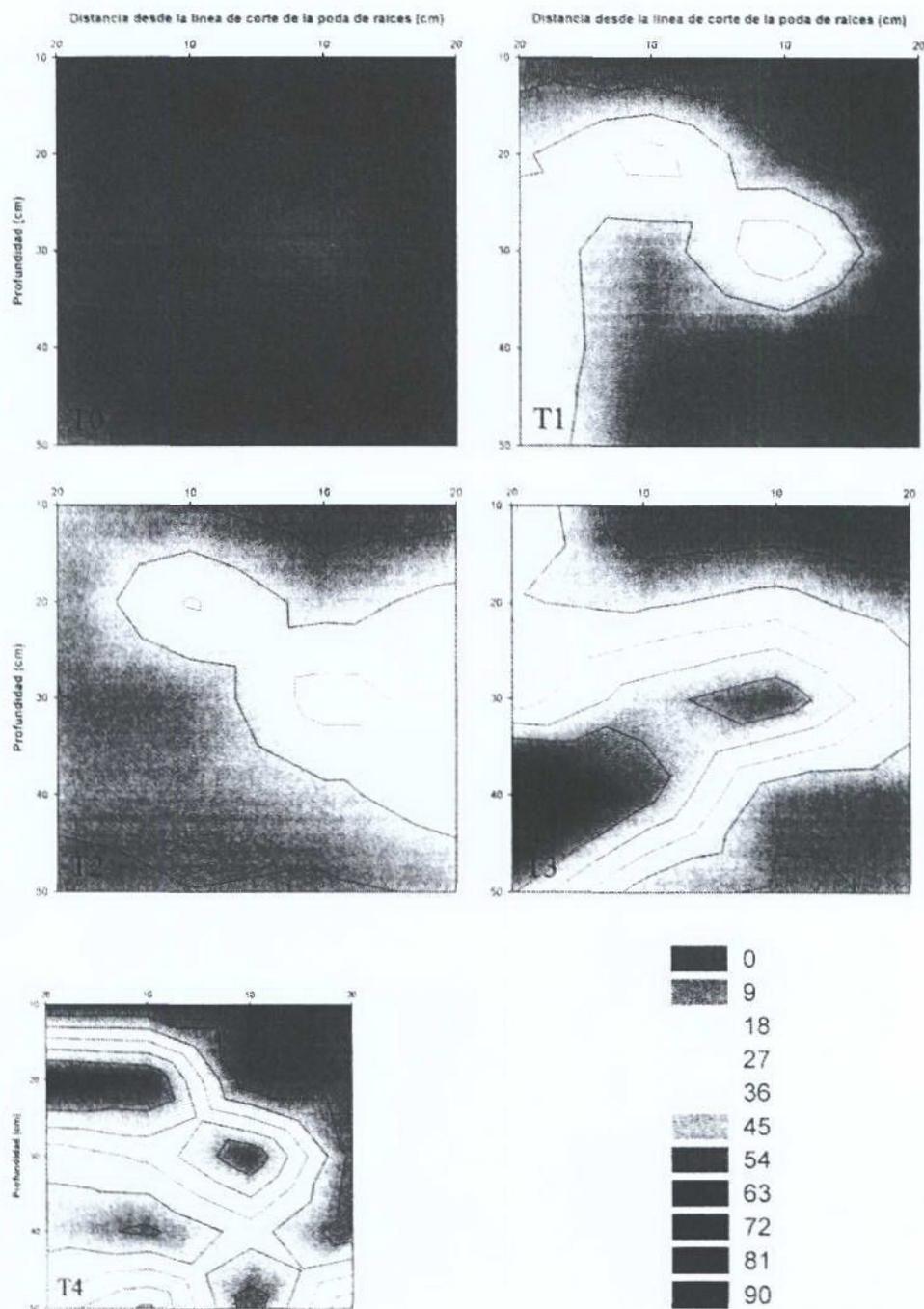


Figura 101. Distribución de IE en el frente de evaluación de la calicata frontal entrehilera. T0: testigo; T1: poda de raíces; T2: poda de raíces+biorradicante; T3: poda de raíces+guano+fósforo; T4: poda de raíces+compost+fósforo.

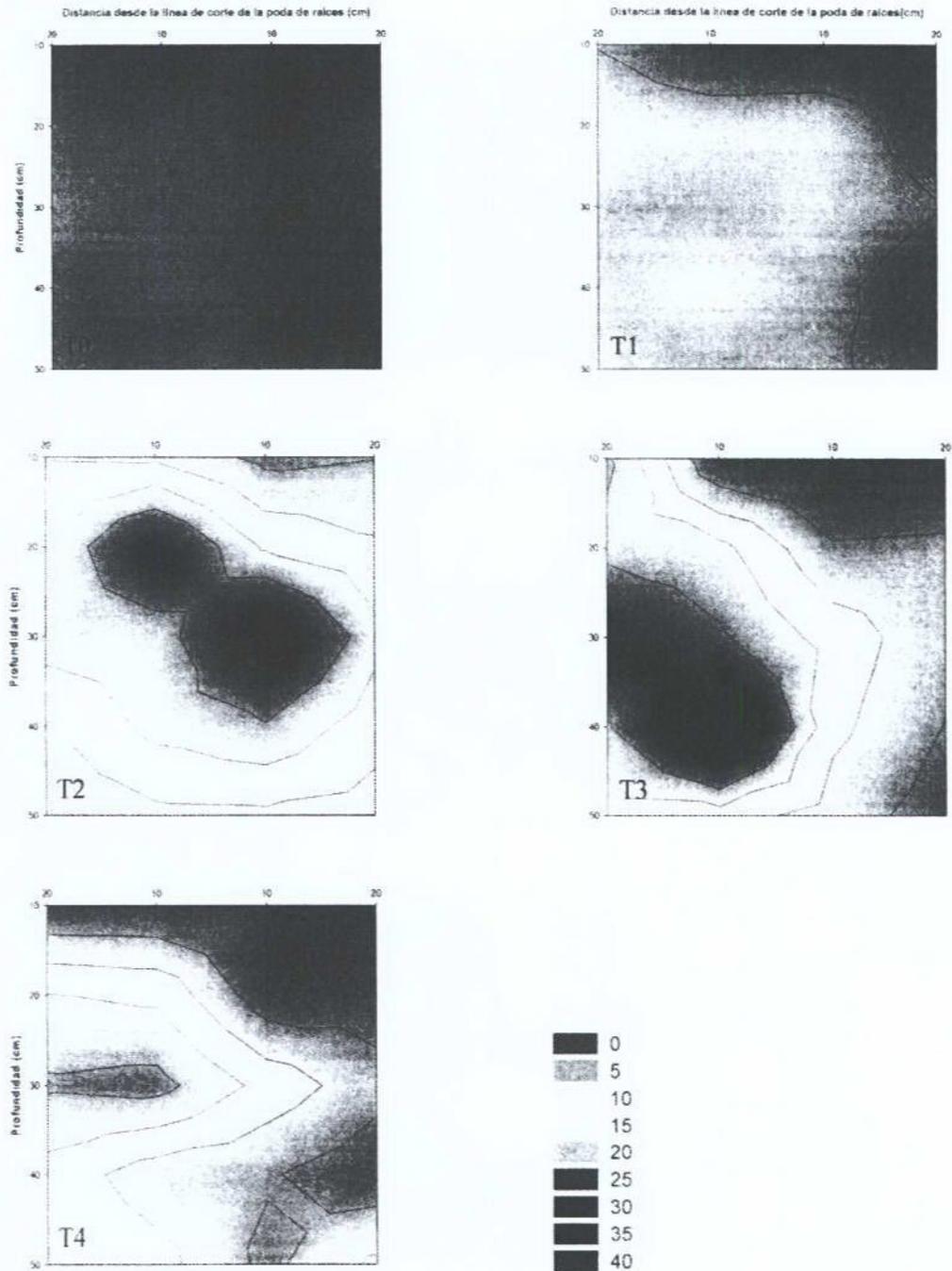


Figura 102. Número total de raíces finas y delgadas en el frente de evaluación de la calicata frontal entrehilera. T0: testigo; T1: poda de raíces; T2: poda de raíces+biorradicante; T3: poda de raíces+guano+fósforo; T4: poda de raíces+compost+fósforo.

Calicata lateral

Los valores de IE de la calicata lateral están resumidos en el Cuadro 38. Mediante el análisis de varianza se hallaron diferencias significativas entre los IE promedio de cada tratamiento ($F_{(4,15)}=8.87$; $p<0,05$).

El mayor efecto fue observado en el tratamiento con poda de raíces y aplicación de Bioradicante® (T2), donde los valores de IE resultaron significativamente diferentes con respecto a los demás tratamientos. En esta calicata, los valores de IE para la poda de raíces por si sola (T1) no muestran diferencias con respecto al testigo (T0) ni con respecto a los tratamientos con poda y aplicación de fósforo (T3 y T4). De esto se deduce que el efecto de la poda y de la poda complementada con fósforo es nulo para este caso. Los mayores valores de IE se ubican principalmente bajo los 20 de profundidad (Figura 103).

El número de raíces finas y delgadas ($<0,5$ mm + $0,5-2$ mm) de la calicata lateral 2 están resumidos en el Cuadro 39. Mediante el análisis de varianza se hallaron diferencias significativas entre los valores promedio de número de raíces finas y delgadas de cada tratamiento ($F_{(4,15)}=7,81$; $p<0,05$).

El análisis de número de raíces finas y delgadas arroja un resultado muy similar al análisis de IE. El número de raíces finas y delgadas es notoriamente mayor en el tratamiento con poda de raíces y aplicación de Bioradicante® (T2), las que se distribuyen homogéneamente en el frente de evaluación. El efecto de la poda y de la poda con aplicación fósforo es nulo en cuanto no presentan diferencias con el tratamiento testigo.

La distribución espacial de raíces bien puede explicar la escasez o abundancia relativa en los diferentes frentes de evaluación. Como ya se vio, la calicata frontal entrehilera presenta un patrón de distribución característico para los tratamientos con aplicaciones complementarias de fósforo (Figura 101 y 102), que bien puede explicar la ausencia de diferencias significativas entre estos tratamientos y el tratamiento testigo para la calicata lateral (Figura 103 y 104). De este modo, la escasez relativa de raíces en T3 y T4 para el frente de evaluación de la calicata lateral, se puede deber a que las raíces se distribuyen concentrándose cerca de la planta (Figura 101 y 102), no pudiendo ser observadas en plenitud por esta vista longitudinal a la línea de corte de la poda de raíces, dada la naturaleza bidimensional de los frentes de evaluación.

Lo mismo sucede para el tratamiento 2, donde la abundancia relativa para el frente de evaluación de la calicata lateral se explica por la distribución de raíces en

el frente de evaluación de la calicata lateral frontal entrehilera. En una evaluación realizada a un año de implementados los tratamientos, no se observaron resultados positivos en el número de raíces como efecto de la aplicación de Bioradicante® (Gajardo, 2006). Dados los resultados de la presente evaluación, los efectos de de la aplicación de Bioradicante® son probablemente apreciables sólo al segundo año desde su aplicación.

Es muy probable que los altos valores relativos de IE y número de raíces finas y delgadas obtenidos para T3 y T4 en la calicata frontal entrehilera, sean los representativos de las respuestas a los diferentes tratamientos. La calicata lateral sólo confirma la distribución diferencial de los tratamientos T3 y T4.

Una evaluación realizada a un año de establecidos lo tratamientos halló un significativo aumento en el número de raíces en los tratamientos complementados con aplicación de fósforo con respecto al tratamiento testigo en la calicata lateral (Gajardo, 2006). Es probable que la formación de raíces laterales cercanas al punto de corte de la poda de raíces haya generado una distribución que fue apreciable en este frente de evaluación sólo en la temporada siguiente a la aplicación de fósforo, acomodándose luego, al segundo año, a un equilibrio basado en las condiciones existentes. De este modo, las variaciones morfológicas del sistema radical generadas por las aplicaciones de fósforo y condiciones hídricas, no son observables sino hasta la segunda temporada desde la implementación de los tratamientos.

Cuadro 385. Análisis estadístico de la variable índice de enraizamiento (IE) para la calicata lateral.

Tratamiento	Promedio	Desviación estándar
T0	2,81 a	0,60
T1	4,51 ab	0,81
T2	10,88 c	3,44
T3	6,17 b	2,00
T4	5,12 ab	1,97

1/ Letras diferentes indican diferencias significativas para la prueba LSD ($\alpha \leq 0,05$).

Cuadro 39. Número total de raíces finas y delgadas (<0,5 mm + 0,5-2 mm) para el frente de evaluación de la calicata lateral.

Tratamiento	Promedio	Desviación estándar
T0	59,7 ab	14,29
T1	90,2 a	16,37
T2	228,2 c	55,88
T3	148,0 b	76,33
T4	102,5 ab	39,53

1/ Letras diferentes indican diferencias significativas para la prueba LSD ($\alpha \leq 0,05$).

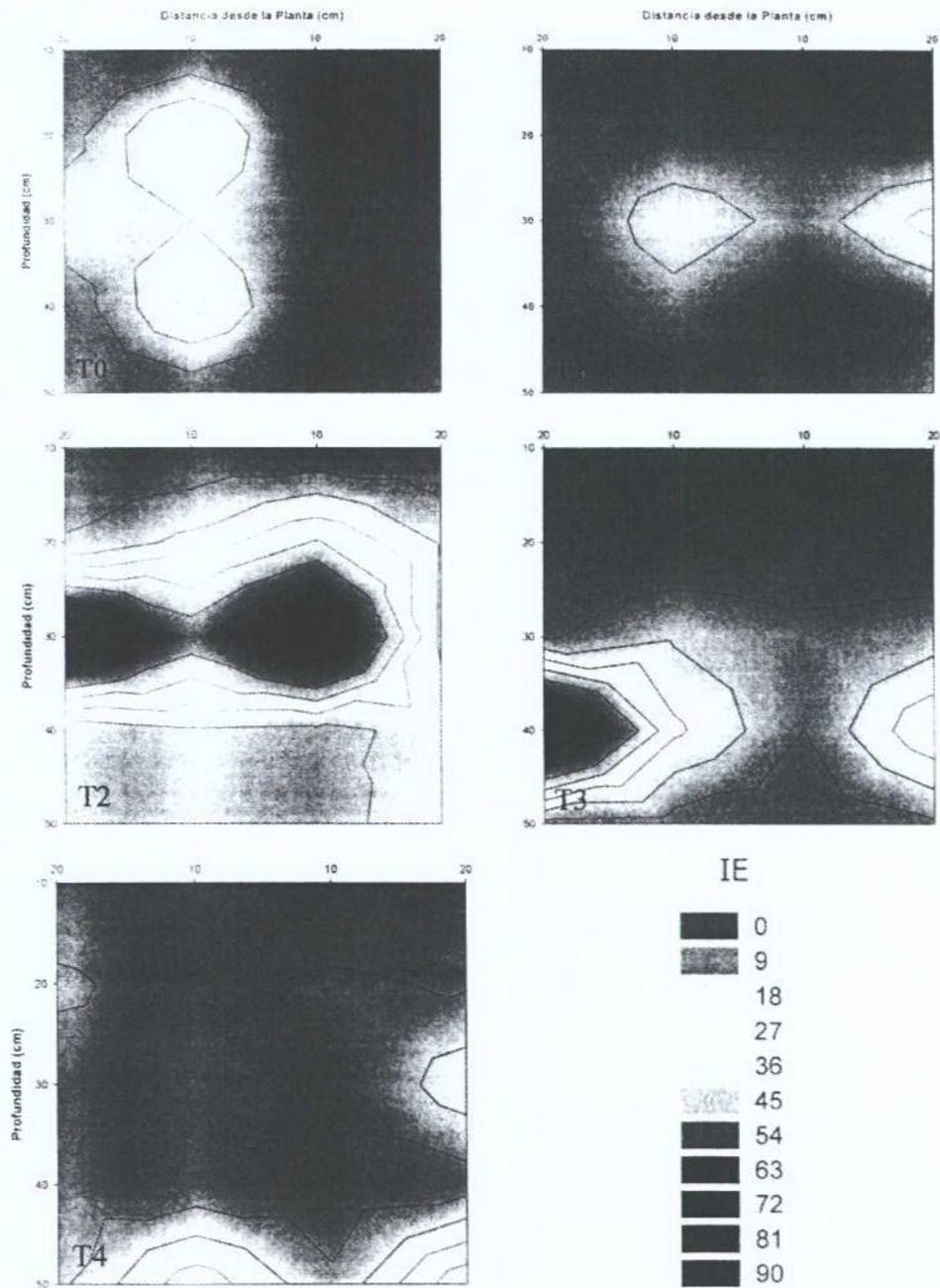


Figura 103. Distribución de IE en el frente de evaluación de la calicata lateral. T0: testigo; T1: poda de raíces; T2: poda de raíces+biorradicante; T3: poda de raíces+guano+fósforo; T4: poda de raíces+compost+fósforo.

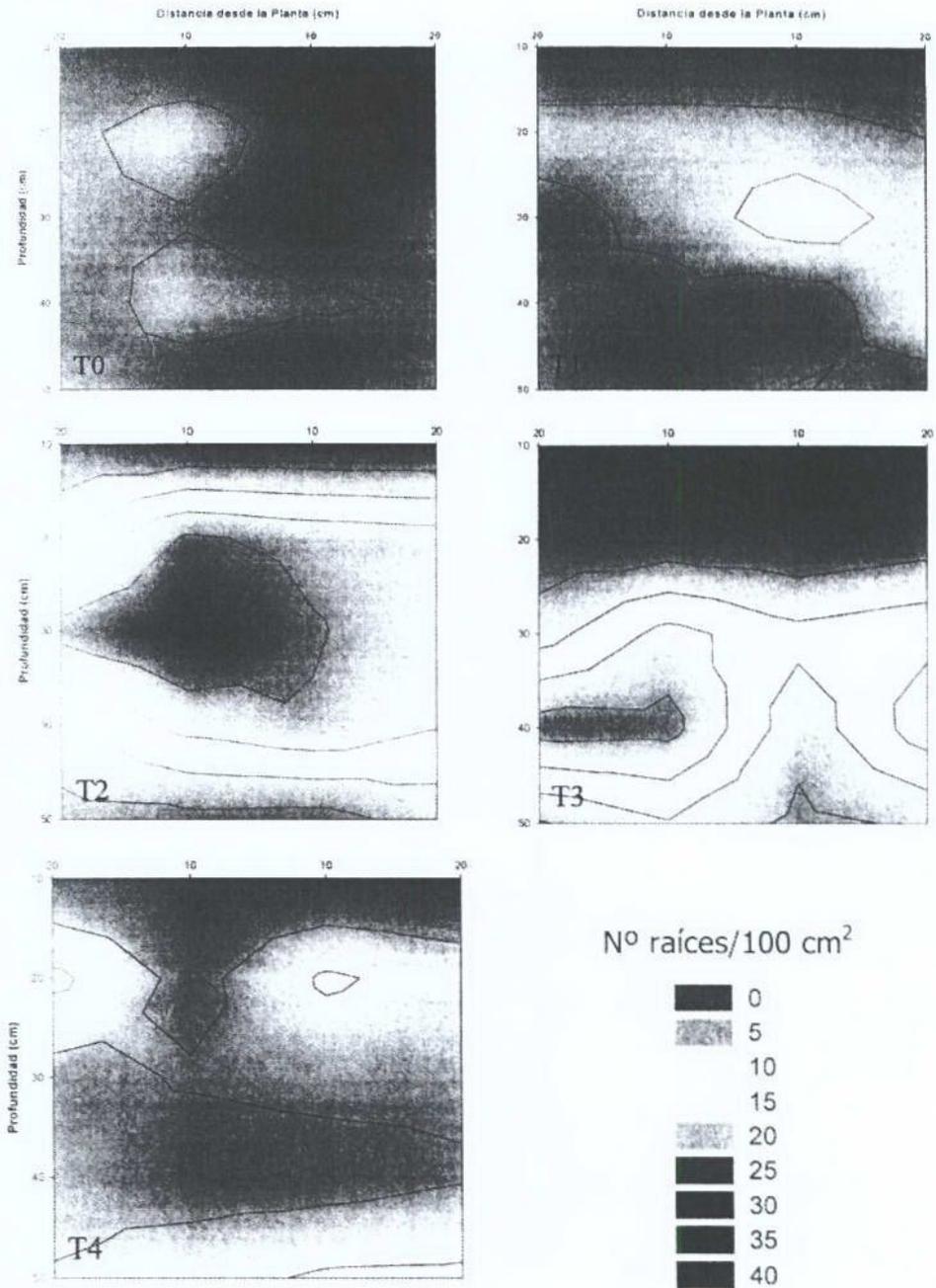


Figura 104. Número total de raíces finas y delgadas en el frente de evaluación de la calicata lateral. T0: testigo; T1: poda de raíces; T2: poda de raíces+biorradicante; T3: poda de raíces+guano+fósforo; T4: poda de raíces+compost+fósforo.

Peso de poda

El Cuadro 40 muestra el peso de poda de la parte aérea de las plantas correspondientes a cada tratamiento, evaluado en otoño del año 2006. No hubo diferencias significativas entre los tratamientos ($F_{(4,15)}=0,95$; $p>0,05$).

Si bien el valor promedio de los tratamientos con aplicación de productos complementarios es mayor que el testigo, no hay evidencia estadística que permita establecer un efecto diferencial entre tratamientos. De este modo, el aumento significativo de raíces finas y delgadas obtenido con la poda de raíces y con la poda de raíces con aplicación de productos complementarios, no se vio reflejado en el peso de poda de la parte aérea de la planta para el segundo año de evaluación.

Cuadro 40. Peso de poda.

Tratamiento	Promedio	Desviación estándar
	Kg.planta ⁻¹	
T0	10,7	20,55
T1	10,8	2,59
T2	14,6	16,67
T3	12,2	14,98
T4	15,0	0,84
	NS	

1/ NS: No hay diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$).

2/ Valores corresponden al promedio de 4 repeticiones por tratamiento.

CONCLUSIONES

La poda de raíces es una práctica de manejo que logra aumentar la cantidad de raíces finas y delgadas en las zonas cercanas al punto de corte. Para este caso, el efecto es observable luego de dos años de haberse realizado la poda.

La aplicación tanto de fósforo como de Bioradicante® en el punto de corte, complementa de manera positiva a la poda de raíces, aumentando aún más la cantidad de raíces finas y delgadas.

Las condiciones edáficas de la batea presente en la sobrehilera propician el desarrollo de raíces menores a 2 mm de diámetro.

Si bien la metodología presenta ventajas al ser poco destructiva, se sugiere un análisis tridimensional de distribución de raíces en futuras investigaciones para lograr una mayor certeza en los resultados obtenidos.

A 4.3. Riego v/s Crecimiento Radical

Mapeo simple de raíces

El mapeo simple nos permitió observar, en qué posición dentro del perfil de suelo se observan raíces y la abundancia relativa de estas, si bien no es posible observar diferencias significativas respecto a los distintos tratamientos, se vio de forma evidente, que gran parte de la distribución de las raíces es muy dependiente en este tipo de suelo de las características y estratificación de este. En general para todos los sistemas de riego observados, la mayor cantidad de raíces gruesas se encontraba bajo el eje del tronco, y muchas raíces finas y muy finas se distribuían sobre o debajo de zonas limitantes, como lentes de arena o estratas con muchas gravas y poco suelo. La presencia de rocas grandes (10 a 80cm) también limita de manera notoria el crecimiento o la distribución regular del sistema radical.

Mapeo detallado de raíces

Raíces finas y muy finas

En la primera repetición: se ve diferencias importantes en concentración y distribución de raíces finas y muy finas del tratamiento adicional de microaspersión respecto de los otros tratamientos evaluados, el cual presenta mayor cantidad y distribución más amplia en todo el perfil. La doble línea levantada presenta una distribución más amplia en los 20cm superficiales respecto a los otros 3 tratamientos restantes. En profundidad (30 a 50cm) la línea de goteros a nivel del suelo es la que presenta mayor exploración del perfil y mayor concentración de raíces.

En la segunda repetición encontramos que el tratamiento con una mayor cantidad y mejor distribución de raíces en el perfil fue el de doble línea de goteo a nivel del suelo, sin embargo los tratamientos de una línea arriba y microaspersión también tuvieron una distribución relativamente amplia en el perfil, pese a que este último presenta una discontinuidad importante principalmente en la zona superficial y coincidiendo con la posición del tronco.

Para la tercera repetición nos encontramos con el sistema de riego de una línea a nivel del suelo con una alta concentración de raíces hasta los 40cm de profundidad y a 20 y 30cm a cada lado del tronco. En el resto de los tratamientos

se observa una baja concentración de raíces y se mantiene la tendencia de las repeticiones anteriores en la distribución.

En la cuarta repetición es posible observar una disminución importante en la cantidad de raíces en todos los tratamientos, siendo más notoria en el sistema de riego de microaspersión. En esta repetición el tratamiento con una distribución más amplia es el de una línea a nivel de suelo y con mayor cantidad de raíces de este rango en los primeros 40cm de profundidad.

En general, los tratamientos que presentan una distribución más amplia en el perfil de suelo son el de doble línea de goteros a nivel del suelo y el tratamiento adicional con microaspersión. El tratamiento con una línea a nivel del suelo presenta en casi todas sus repeticiones la distribución mas pobre en el perfil centrande el crecimiento de estas raíces muy cercano al eje del tronco y con pocas raíces finas o muy finas en profundidad.

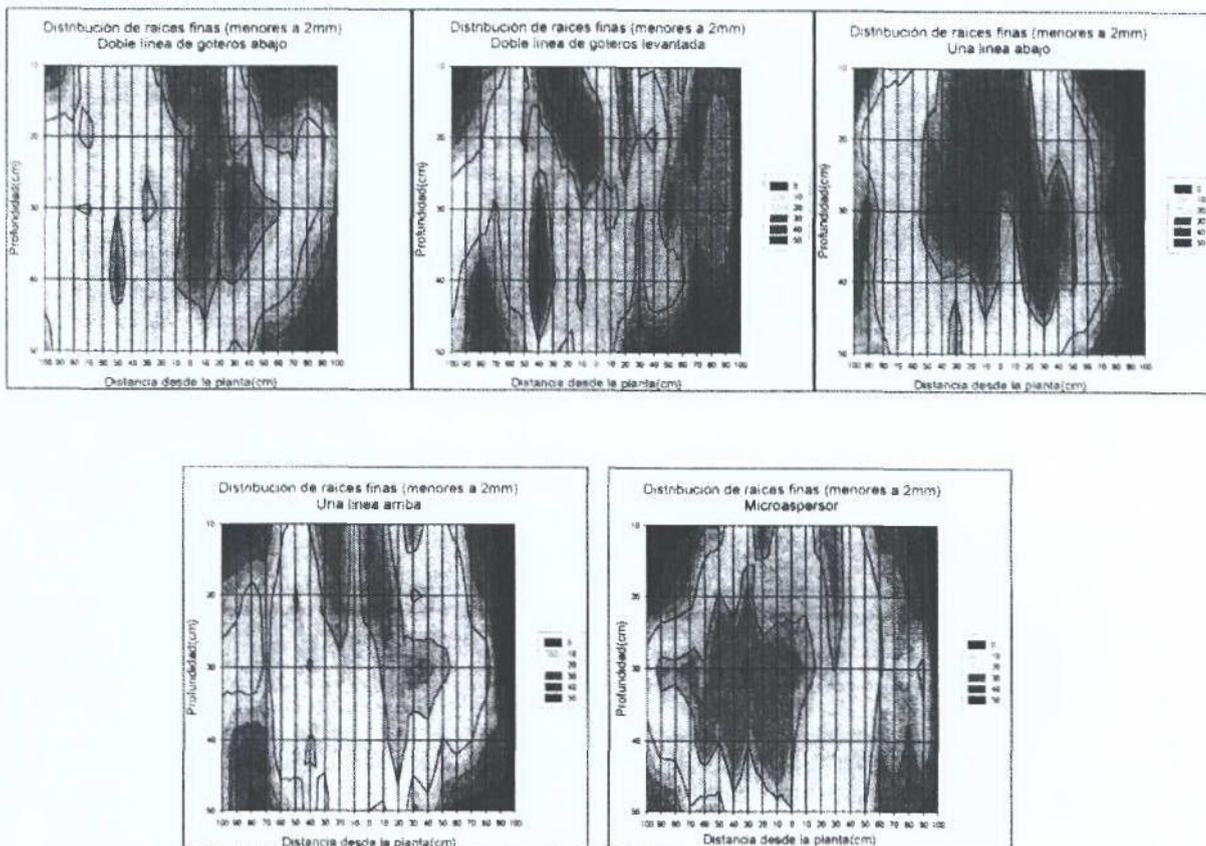


Figura 105. Distribución de raíces finas y muy finas en los 4 tratamientos evaluados y el tratamiento adicional con microaspersión.

Raíces medias y gruesas

En la primera repetición se observa que el tratamiento con mayor cantidad de raíces medias y gruesas es el de microaspersión, esto coincide con el hecho de que es el que presenta la distribución más amplia en el perfil, ubicándose la mayor cantidad de estas entre los 20 y 40cm de profundidad y a 40 y 50cm a cada lado del eje del tronco. Los tratamientos con doble y una línea de goteros a nivel del suelo siguen en concentración de raíces, diferenciándose en la distribución de estas, pues en el primero la gran mayoría se encuentra entre los 10 y 40cm de profundidad pero con algunas raíces hasta los 50cm y en el segundo solo se observan raíces hasta los 40cm. Los otros dos tratamientos tienen escasas raíces gruesas y muy gruesas distribuidas principalmente a no más de 30cm a cada lado del eje del tronco y la gran mayoría en los primeros centímetros de profundidad.

En la segunda repetición se ve alguna diferencia con la anterior, básicamente por la mayor cantidad de raíces de este rango que se encontraron en los tratamientos con doble línea abajo, una línea arriba y microaspersión. La distribución para estos tratamientos también tuvo alguna variación principalmente por la mayor profundidad de las raíces medias y gruesas. Los tratamientos con doble línea levantada y una línea abajo presentaron escasas raíces de este rango. Con una distribución mucho más angosta que los otros tratamientos.

En la tercera repetición se ve muy similar a la primera, pero con una menor cantidad de raíces en el tratamiento con microaspersión, aunque manteniendo la tendencia en la distribución de estas. El tratamiento con una línea arriba es el que presenta más baja concentración de raíces y con una distribución solo a 50cm a cada lado del eje del tronco.

En la cuarta repetición se observa, al igual que en las raíces finas y muy finas una disminución considerable en cantidad para todos los tratamientos, excepto el de una línea arriba, que incrementó de manera importante la concentración de raíces, sin embargo, la tendencia de la distribución de este tratamiento se mantuvo.

En general se observa que para las raíces de este rango los tratamientos con mayor concentración de raíces fueron los de doble línea de goteros a nivel del suelo y microaspersión, siendo este último el que presentó una distribución más amplia en el perfil de suelo estudiado.

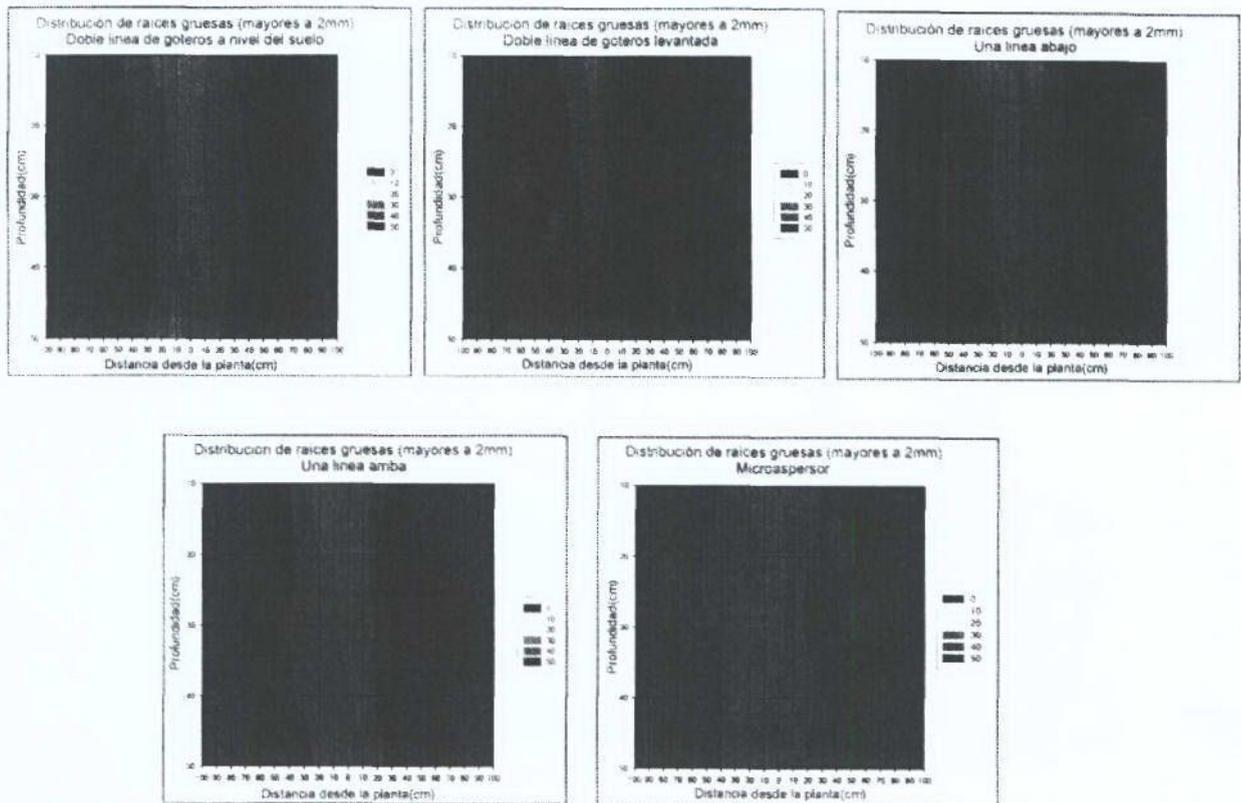


Figura 106. Distribución de raíces medias y gruesas en los 4 tratamientos evaluados y el tratamiento adicional con microaspersión.

Índice de enraizamiento

En la primera repetición se puede observar que los tratamientos con mayor IE son el adicional con microaspersión, doble línea levantada y una línea de goteros a nivel del suelo, que se diferencian por la distribución en el perfil donde el primero de estos tiene mayores índices mas superficialmente y en casi a todo el ancho del área en estudio, el sistema con doble línea levantada concentra los mayores índices a 2 profundidades, cercano a los 20cm y a los 50cm, a diferencia del con una línea de goteo a nivel del suelo en el cual los mayores índices se concentran bajo los 20cm de profundidad. Los otros dos sistemas tienen una distribución de su índice muy concentrado bajo el eje del tronco o cercano a la posición del gotero.

En la segunda repetición se ve que el sistema con doble línea de goteros a nivel del suelo es el que presenta en total mayores IE distribuido principalmente al lado norte de la hilera y bajo los 30 cm de profundidad, sin embargo, el tratamiento que presenta un peak más alto de IE es el de microaspersión, pero

mantiene la tendencia de esta misma muestra para las raíces finas, con una discontinuidad cercano al eje del tronco de la planta.

En la tercera repetición se observan índices de enraizamiento mucho más bajos que las anteriores, siendo el mayor el sistema de riego por microaspersión, siempre manteniendo una tendencia similar a la distribución de raíces finas y muy finas. Los otros 4 tratamientos presentan índices mucho menores y bastante dispersos dentro del perfil de suelo.

En la cuarta repetición y manteniendo las tendencias de las concentraciones y distribución de raíces finas y gruesas, el IE disminuye sustancialmente para 4 de los tratamientos, excepto el de una línea abajo que tiene índices mas altos principalmente al lado norte de la hilera. Otro sistema de riego que presenta índices altos es el de doble línea de goteros abajo, pero distribuido al lado sur de la hilera a diferencia de las primeras dos repeticiones.

En general el que mantiene mayores índices de enraizamiento es el tratamiento adicional de microaspersión, que es también el que tiene una distribución más amplia en el perfil de suelo. Es relevante también observar que para este tratamiento se mantiene una tendencia en la distribución muy similar a la distribución de las raíces finas y muy finas. En el resto de los sistemas de riego estudiados no es posible observar diferencias o tendencias claras en cuanto a las magnitudes de los índices o distribución.

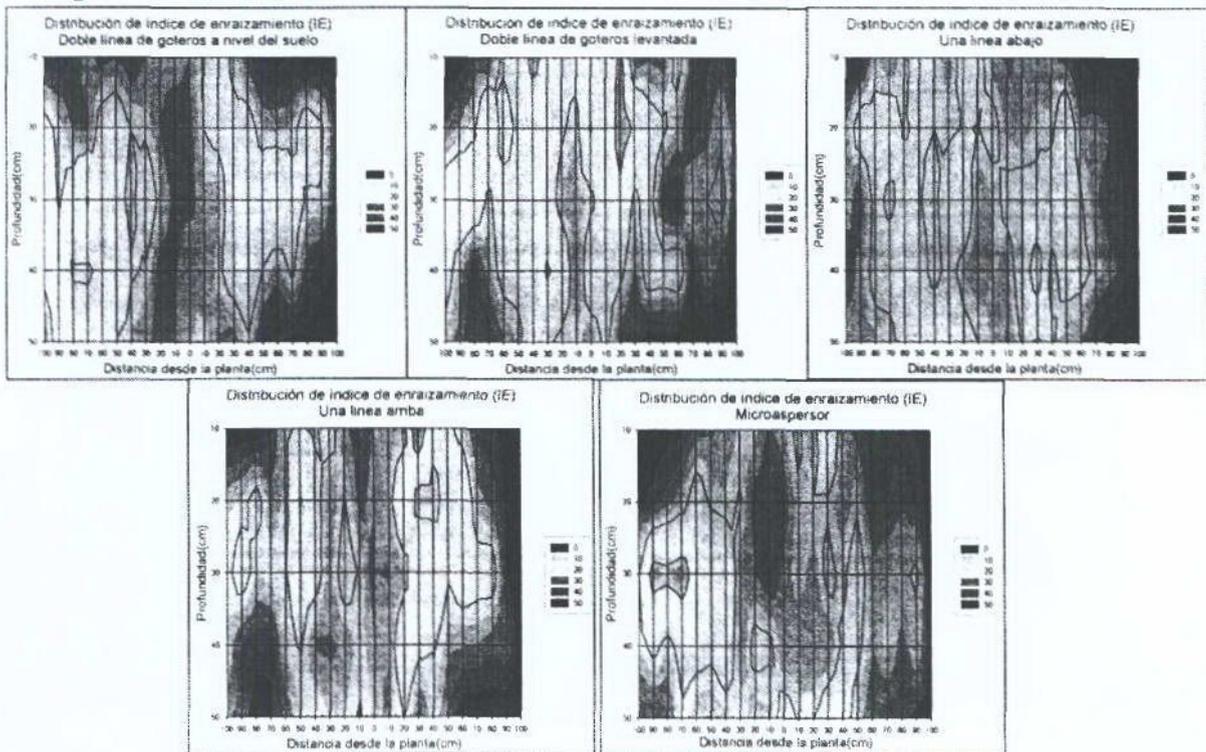


Figura 107. Distribución de raíces finas y muy finas en los 4 tratamientos evaluados y el tratamiento adicional con microaspersión.

Peso de Poda

En los estudios realizados la temporada 2004-2005 se observa que el tratamiento adicional de microaspersión presenta un mayor peso de poda que el resto y también existe diferencia entre los tratamientos con doble línea de goteros abajo y una línea de goteros arriba. Para la temporada 2005-2006 se encontró que el tratamiento con una línea abajo tuvo un mayor peso de poda que el tratamiento con una línea arriba que resultó ser el más bajo y también con el de doble línea de goteros levantada, el tratamiento con doble línea de goteros abajo resulto diferente solo del con una línea levantada.

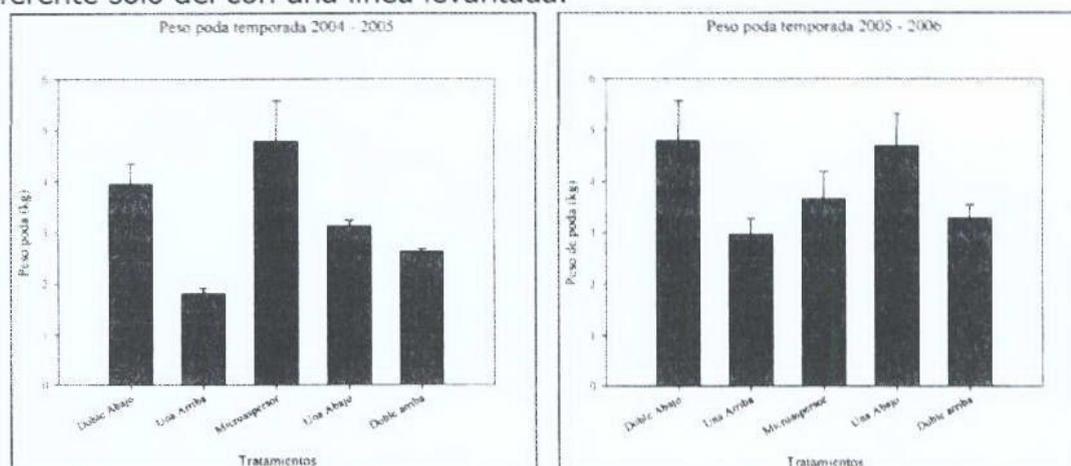


Figura 108. Gráficos de peso de poda temporada 2004-2005 y 2005-2006 para los cuatro tratamientos y el tratamiento adicional con microaspersión.

4.3.2 Evaluación humedad suelo

En el contenido de humedad del suelo, medido con PR1 es posible observar una diferencia considerable del tratamiento adicional con microaspersión, respecto a los otros 4 tratamientos, ya que la cantidad de agua y la distribución en el perfil de suelo es mucho mayor. La doble línea de goteros a nivel del suelo muestra un mayor contenido de agua en el perfil y una distribución con una tendencia a aumentar en profundidad hacia la entre hilera, además se observa una distribución más homogénea. En la doble línea de goteros levantada se ve mayor humedad en superficie cerca al tronco y solo en profundidad bajo 60cm comienza a aumentar el contenido hacia la entre hilera.

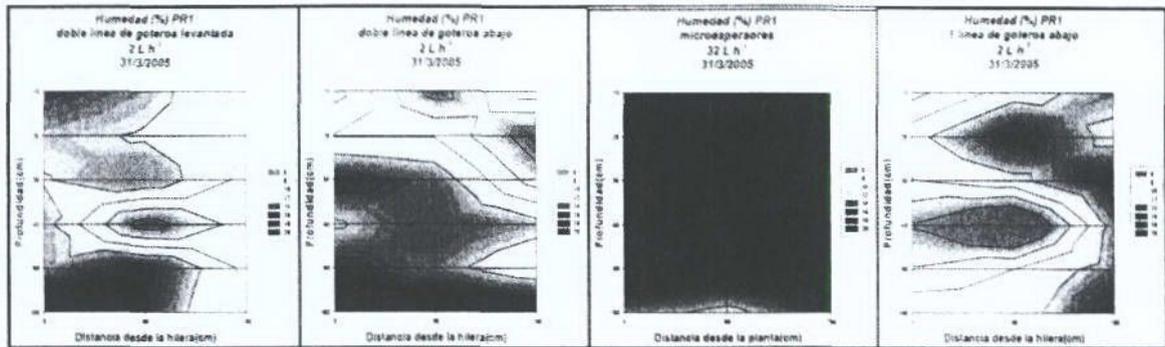


Figura 109. Distribución de la humedad en el suelo para 4 tratamientos, medida con el sensor PR1.

Dentro de las evaluaciones periódicas realizadas en este ensayo, se ha realizado un seguimiento a la distribución y contenido de la humedad en el perfil de suelo utilizando el sensor PR1.

Las evaluaciones realizadas muestran un mejor contenido y distribución de la humedad en los sectores regados con microaspersores (Figuras 110 y 111).

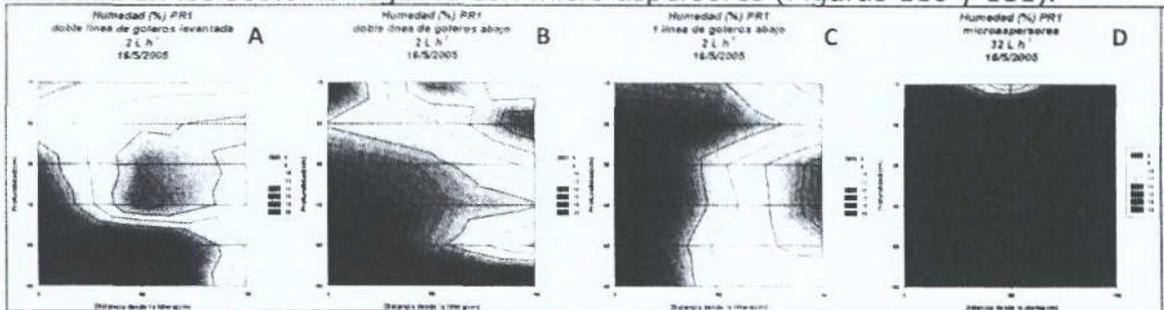


Figura 110. Contenido de humedad en los tratamientos con distintos sistemas de riego. A, Doble línea levantada; B, doble línea abajo; C, 1 línea abajo y D, microaspersores, evaluadas el día 16 mayo 2005.

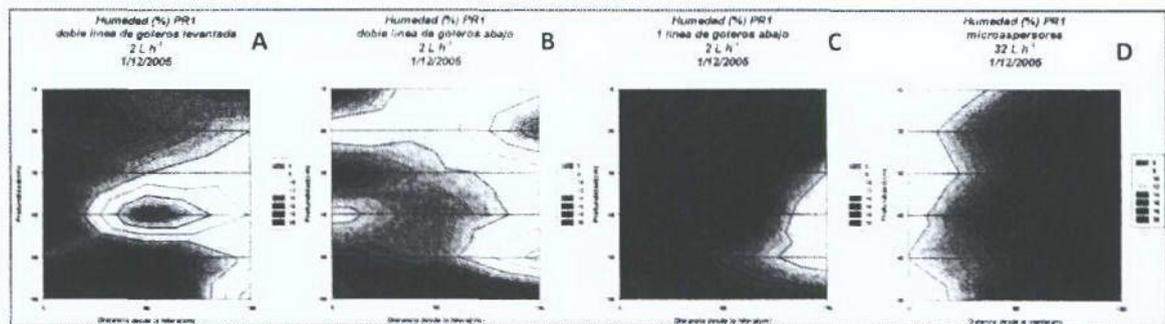
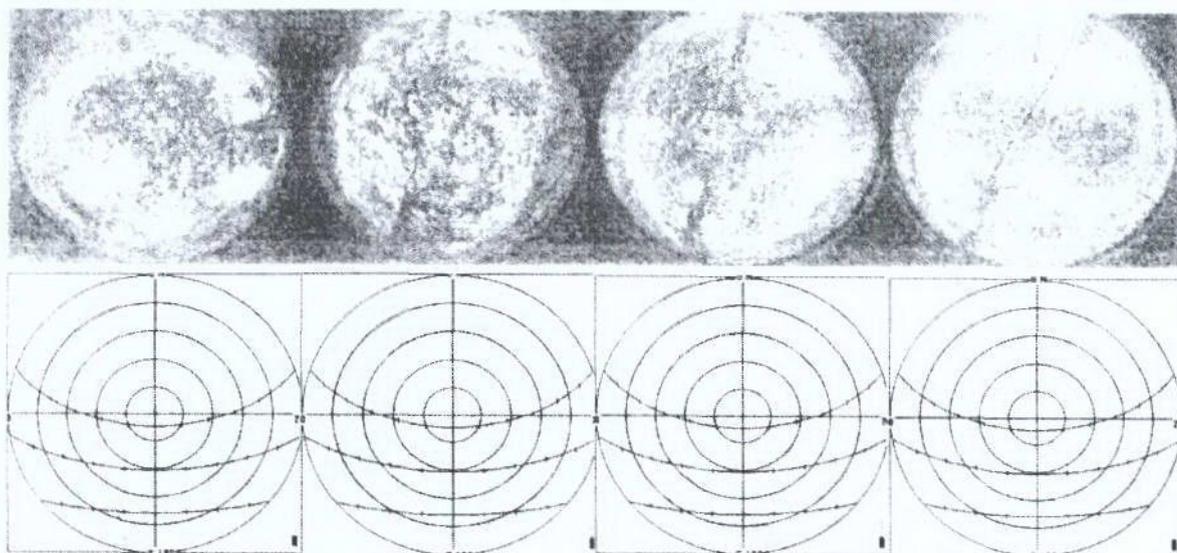


Figura 111. Contenido de humedad en los tratamientos con distintos sistemas de riego. A, Doble línea levantada; B, doble línea abajo; C, 1 línea abajo y D, microaspersores, evaluadas el día 1 de diciembre 2005.

Como se mencionó anteriormente, el sistema de riego con microaspersores (Figuras 110 y 111D) es el que ha logrado mayores contenidos y mejor distribución de humedad en el suelo, seguido por la doble línea abajo (Figuras 110 y 111 B) la línea de goteros abajo (Figuras 110 y 111 C), siendo en este caso la doble línea de goteros levantada la de peor comportamiento (Figuras 110 y 111 A).

4.3.3 Evaluación desarrollo de la planta.

En el mes de abril y previo a la poda, se realizó una evaluación del área foliar de cada ensayo utilizando el equipo Plant Canopy Digital Imager, donde se pudo observar la misma tendencia arrojada por la evaluación de humedad, logrando un mejor desarrollo foliar las plantas regadas a través del sistema de microaspersores (Figura 112 y Cuadro 41).



Doble línea levantada Doble línea abajo Una línea abajo Microaspersores
 Figura 112. Área foliar de los distintos sistemas de riego, estimada con el sensor Plant Canopy Digital Imager.

Cuadro 41. Índice de área foliar, evaluado a final de temporada.

Sistema de riego	Índice de área foliar
Línea arriba	1,087 (0,032) a
Línea abajo	1,177 (0,043) a
Doble línea abajo	1,096 (0,032) a
Microaspersores	1,437 (0,120) b

Letras distintas indican diferencias significativas, según la prueba de comparación múltiple LSD. ($p < 0,005$). Valores entre paréntesis corresponden al error estándar respectivo.

Adicionalmente, en el mes de mayo, se evaluaron los pesos de poda de los distintos ensayos, en donde las plantas regadas con microaspersores obtuvieron mayor cantidad y peso de material de poda que las plantas con los otros sistemas (Cuadro 42).

Cuadro 42. Pesos de poda evaluados a final de temporada, durante receso invernal.

Sistema de riego	Pesos de poda (kg)
Línea arriba	1,807 (0,104) a
Línea abajo	3,125 (0,115) ab
Doble línea abajo	3,947 (0,393) bc
Microaspersores	4,782 (0,798) c

Letras distintas indican diferencias significativas, según la prueba de comparación múltiple LSD. ($p < 0,005$). Valores entre paréntesis corresponden al error estándar respectivo.

Conclusiones

- Luego de dos años de instalado el ensayo, se pudo observar que cambios en la distribución del agua de riego en el suelo producen cambios en la distribución de las raíces.
- Se observaron diferencias en el número y distribución de raíces finas en los tratamientos con doble línea de goteros a ras de suelo y de microaspersores.
- Se observó un mejor desarrollo foliar y mejor material de poda en el tratamiento con microaspersores.
- Los cambios en la distribución del agua de riego modifican el patrón de crecimiento de las raíces de la vid.
- Los cambios en las cantidades de agua aplicadas muestran diferencias en la distribución y cantidad de raíces en el suelo.

CONCLUSIONES GENERALES

Se planteo la hipótesis que es posible aumentar la productividad y calidad de los parrones de uva de mesa y con ello la rentabilidad del sistema productivo, con la generación de conocimiento en torno al desarrollo de las raíces, así como de la metodología de seguimientos de algunos parámetros directamente relacionados con su accionar.

Los resultados principales de este trabajo fueron:

A) se determinó el patrón de crecimiento de las raíces de las variedades bajo estudio, asociando su crecimiento a la temperatura del suelo. Sin embargo, a diferencia de otros estudios internacionales, se determinó que bajo las condiciones de la zona norte del país (temperaturas adecuadas durante casi todo el año), hay otros factores y labores de manejo que son críticos al momento de definir la tasa de crecimiento del sistema radical y que requieren ser estudiadas. Adicionalmente y algo inédito en el tema, se determinó que las raíces crecen en el invierno y no solamente en la primavera y verano como sale publicado en todas partes. Lo anterior obliga a replantear el control de nematodos ya que las raíces permaneces descubierta al ataque de estos individuos por largo tiempo (7 meses). Existe una tendencia a la presencia de 2 "peak" de crecimiento, uno entre una y dos semanas después de floración (50% flor) y un segundo "peak" posterior a la cosecha de la fruta. Sin embargo, la intensidad de crecimiento es diferente según el sector edafoclimático. Se observó crecimiento durante el invierno, principalmente bajo los 50 cm. Este crecimiento radical observado en los rizotrones, sería reflejo de las temperaturas registradas a nivel del suelo, las cuales al estar por sobre los 16°C, hasta los 100 cm de profundidad, permiten un constante desarrollo radical.

B) Se determinaron los métodos más adecuados a ser utilizados, de acuerdo a tipo de suelo y detalle de la evaluación, para evaluar el tamaño, calidad y tipo de raíces de los parronales. Complementariamente, y con la tarea de mejorar el sistema radical, se generó las bases para la utilización de la poda de raíces.

C) No se pudo concluir certeramente sobre la presencia de nematodos y el crecimiento de las raíces. Se estima que los inexactos métodos de evaluación de las poblaciones de nemátodos y estados de desarrollo, no permitieron realizar una adecuada evaluación de esta interrelación, a nivel de campo.

D) El estudio permitió generar un protocolo de seguimiento y evaluación de la calicata, a través del uso del WET Sensor, instrumento que mide temperatura, humedad y conductividad eléctrica de suelo. En la actualidad, este equipo esta siendo utilizado rutinariamente por varios productores de la zona.

E) Se determinó que algunos estimuladores del crecimiento de raíces como poda de raíces, y cambios en la distribución del agua de riego, lograron mejorar la cantidad y calidad de raíces en el suelo.

Se realizaron Actividades de Difusión internas y abiertas, las que se sustentaron principalmente en 7 memorias de pre-grado en curso, 3 tesis de postgrado (magíster), un sin número de presentaciones en Congreso y artículos de difusión, publicados en la WEB del Centro de Estudio de la Vid (www.cevid.cl).

Finalmente, los resultados finales se encuentran en etapa de complementación y discusión, de manera de generar una publicación procesada y de práctico entendimiento para los productores.

5. Fichas Técnicas y Análisis Económico:

- Fichas técnicas y de costos del o los cultivos, rubros, especies animales o tecnologías que se desarrolló en el proyecto (*según corresponda a la naturaleza del proyecto*).
- Análisis económico actualizado, comparando con los análisis de la propuesta de proyecto.
- Análisis de las perspectivas del rubro, actividad o unidad productiva desarrollada, después de finalizado el proyecto.
- Descripción estrategias de marketing de productos, procesos o servicios (*según corresponda a la naturaleza del proyecto*).

6. Impactos y Logros del Proyecto:

- Descripción y cuantificación de los impactos obtenidos, y estimación de lograr otros en el futuro, comparación con los esperados, y razones que explican las discrepancias.
- Indicadores de impactos y logros a detallar dependiendo de los objetivos y naturaleza del proyecto:

Impactos Productivos, Económicos y Comerciales

Logro	Al inicio del Proyecto	Al final del proyecto	Diferencial
Formación de empresa o unidades de negocio De acuerdo a la experiencia en terreno, se ha incrementado la venta de bioestimulantes aplicados al sistema radical, venta de equipos de evaluación WET	No se utilizaba este tipo de tecnología, y los productores no creían en las aplicaciones de enmiendas y bioestimulantes.	Incorporación de tecnología en el manejo diario de los campos, y uso de alternativas en el desarrollo del crecimiento	

SENSOR y uso de enmiendas orgánicas adicionales al guano, como el Compost elaborado.		radical.	
Producción (<i>por producto</i>) No es reflejo directo de este estudio. Es indudable y todas las investigaciones lo señalan, que en la medida que se mejora el sistema radical, mejora el potencial productivo, sin embargo, los frutos se ven en el largo plazo.			
Costos de producción			
Ventas y/o Ingresos			
<i>Nacional</i>			
<i>Internacional</i>			
Convenios comerciales			

Impactos Sociales

Logro	Al inicio del Proyecto	Al final del proyecto	Diferencial
Nivel de empleo anual			
Nuevos empleos generados	0	4	4
Productores o unidades de negocio replicadas			

Impactos Tecnológicos

Logro	Numero			Detalle
	Nuevo en mercado	Nuevo en la empresa	Mejorado	
Producto	5	5		Introducción de instrumental de monitoreo de humedad, temperatura, CE, uso de bioestimulantes en el

				crecimiento de raíces.
Proceso	3	3	2	
Servicio	0	0		

Propiedad Intelectual	Número	Detalle
Patentes	0	
Solicitudes de patente	0	
Intención de patentar	0	
Secreto industrial	0	
Resultado no patentable	0	
Resultado interés público	26	Se incluyen tesis de pregrado y post grado, artículos en boletines trimestrales del CEVID, artículos de investigación presentados en congresos agronómicos. Todos estos de acceso a través de la pagina WEB del CEVID y Proyecto de Replantación, www.replantacion.cl , www.cevid.cl , biblioteca de la Universidad de Chile, resúmenes de los Congresos Agronómicos, 55°, 56° y 57°.

Logro	Número	Detalle
Convenio o alianza tecnológica	0	
Generación nuevos proyectos	2	<p>PROYECTO FDI-CORFO "Riego y Fertirrigación. Innovación y cambios tecnológicos en el uso racional del agua de riego y fertilización en la optimización del manejo de parronales en el Valle de Copiapó"</p> <p>PROYECTO INNOVA-CORFO "Suelo Vivo. Innovación y cambios tecnológicos en el uso de la materia orgánica en la optimización del manejo de parronales en la III Región".</p>

Impactos Científicos

Logro	Número	Detalle (<i>Citas, título, descripción</i>)
Publicaciones	15	1. Callejas,R. Kania, E., Perez, C., Magunacelaya J.C., " Poda de Raíces y tratamientos complementarios sobre el

		<p>crecimiento y distribución de las raíces en la vid "Sultanina", en el Valle de Copiapó" 55° Congreso Agronómico, 2004.</p> <ol style="list-style-type: none">2. Wieczorek, J.T., Callejas, R., Haberland, J. "Efecto de la distribución del agua de riego sobre el crecimiento y distribución de las raíces en la vid "Sultanina", 55° Congreso Agronómico, 2004.3. Rojas, R. Callejas, R. Benavides, C. "Poda de raíces y tratamientos complementarios sobre el crecimiento y distribución de las raíces en la vid "Sultanina", en la Región Metropolitana, 55° Congreso Agronómico, 2004.4. Callejas, R. Wieczorek, J.T., Kusch, C., "WET Sensor: desarrollo de una metodología de evaluación en calicata, de la humedad y al conductividad eléctrica del suelo, 55° Congreso Agronómico, 2004.5. Callejas, R. Wieczorek, J.T., Kusch, C. "LA RAÍZ DEL PROBLEMA, del bajo potencial productivo de los parrones de uva de mesa, ESTA EN LA RAÍZ, www.cevid.cl, 2004.6. Gajardo, S. Callejas, R. Benavides, C. Wieczorek, J.T., Kusch, C. "Comportamiento de raíces de vid "Sultaniana" en plantas tratadas previamente con poda de raíces y tratamientos complementarios" 56° Congreso Agronómico 2005.7. Callejas, R. Kusch, C., Wieczorek, J.T., "Evaluación del crecimiento de raíces de vid variedad "Sultanina", en la tercera Región", 56° Congreso
--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

		<p>agronómico, 2005.</p> <p>8. Callejas, R., Wieczorek, J.T., Kusch, C., "Evaluación del efecto de diferentes sistemas de riego sobre el desarrollo vegetativo de la vid "Flame Seedless", 56° Congreso Agronómico, 2005.</p> <p>9. Araya, P., Callejas, R., Wieczorek, J.T., Benavides, C., Kusch, C., "Efecto de diferentes diseños de riego sobre el crecimiento de plantas adultas de vid "Flame Seedless", a dos años del inicio del estudio", 57° Congreso Agronómico, 2006.</p> <p>10. Callejas, R., Benavides, C., Wieczorek, J.T. " Uso del sensor" soil moisture wet" (delta T), en el seguimiento del lavado de sales del suelo, mediante riego por goteo y tendido, en un parronal de uva de mesa en la tercera región", 57° Congreso Agronómico, 2006.</p> <p>11. Callejas, R., Wieczorek, J.T., Kusch, C., Benavides, C. "Evaluación del crecimiento invernal de raíces de vid, variedad "Sultanina", en la tercera Región", 57° Congreso Agronómico, 2006.</p> <p>12. Callejas, R., Caquisani, R., Benavides, C., Wieczorek, J.T., Kusch, C. "Efecto de la poda de raíces y aplicaciones complementarias en vid "Sultanina", a dos años del inicio de los tratamientos", 57° Congreso Agronómico, 2006.</p> <p>13. Callejas, R., Benavides, C. "La raíz de la vid: su estudio es garantía del incremento del potencial productivo" www.cevid.cl, 2005.</p> <p>14. Boletín técnico, centro de</p>
--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

		estudios de la vid, Volumen1; Número 1, Octubre 2005. 15.Boletín técnico, Centro de Estudios de la Vid, vid, Volumen2; Número 1, Enero 2006.
Eventos de divulgación científica	3	55° Congreso Agronómico, 2004. 56° Congreso Agronómico, 2005. 57° Congreso Agronómico, 2006.
Integración a redes de investigación	0	

Impactos en Formación

Logro	Numero	Detalle (Título, grado, lugar, institución)
Memorias pregrado	9	1"Relaciones entre el crecimiento radical de vid "sultanina" y la temperatura del suelo en los Valles de Copiapó y Huasco", Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Mención: Fruticultura, Universidad de Chile. Lic. Cs. Agronómicas. Pablo Canales Prati. 2"Effecto de la poda de raíces y tratamientos complementarios sobre el crecimiento de raíces en vides cv. "Sultanina"", Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Mención: Manejo de suelos y aguas, Copiapo, Universidad de Chile. . Lic. Cs. Agronómicas. Sebastián Gajardo. 3" Efecto de la poda de raíces y tratamientos complementarios en vid de mesa cv. Thompson seedless. Segundo año", Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Mención: Manejo de suelos y aguas, Copiapó, Universidad de Chile. . Lic. Cs. Agronómicas. Rodrigo Caquisani. 4" Evaluación del sistema radical de <i>Vitis vinifera</i> cv. Sultanina en relación con el potencial productivo de los parrones", Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Mención: Fruticultura, Copiapó, Universidad de Chile. . Lic. Cs. Agronómicas. Eduardo Rojo. 5" Crecimiento de las raíces y potencial productivo de la vid "Flame Seedless" bajo diferentes diseños de riego por goteo aplicados durante dos años." Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo,

		<p>Mención: Manejo de suelos y aguas, Copiapó, Universidad de Chile. . Lic. Cs. Agronómicas. Pedro Araya Hernández.</p> <p>6" Validación <i>In Situ</i> de métodos de caracterización de raíces en vid.", Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Mención: Manejo de suelos y aguas, Copiapó, Universidad de Chile. . Lic. Cs. Agronómicas. Juan Pablo Pizarro Jara.</p> <p>7" Poda de Raíces y tratamientos complementarios sobre el crecimiento y distribución de las raíces en la vid "Sultanina", en el Valle de Copiapó", Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Mención: Fruticultura, Copiapó, Universidad de Chile. Lic. Cs. Agronómicas. Carlos Pérez Gutiérrez</p> <p>8"Poda de raíces y tratamientos complementarios sobre el crecimiento y distribución de las raíces en la vid "Sultanina", en la región Metropolitana", Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Mención: manejo de suelos y aguas, Region Metropolitana, Universidad de Chile, Lic. Cs. Agronómicas, Rodrigo Rojas Diaz.</p> <p>9"Efecto de la distribución del agua de riego sobre el crecimiento y distribución de las raíces en la vid "Sultanina" ", Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Mención: manejo de suelos y aguas, Region Metropolitana, Universidad de Chile, Lic. Cs. Agronómicas, José Tomás Wieczorek Vergara.</p>
Tesis postgrado	3	<p>1." Relaciones entre el crecimiento radical de vid Sultanina y factores edafoclimáticos y de manejo en los valles de Copiapó y Huasco", Tesis para optar al título de Magíster en Ciencias Agropecuarias, Mención Producción Frutícola, Universidad de Chile, Lic. Cs. Agronómicas, Cristina de los Angeles Arias.</p> <p>2."Evaluación del crecimiento anual de raíces de vid, y el efecto de los nematodos en parrales de uva de mesa", Tesis para optar al título de Magíster en Ciencias Agropecuarias, Mención Producción Frutícola, Universidad de Chile, Lic. Cs. Agronómicas, Cristóbal Hemard Gonzalez.</p> <p>3."tesis sin título, Paola Sandoval. Tesis para optar</p>

		al título de Magíster en Ciencias Agropecuarias, Mención Producción Frutícola, Universidad de Chile, Lic. Cs.
Pasantías Coche	1	El estudiante de magíster y asistente del CEVID, José Ignacio Covarrubias, realizó una pasantía en la Universidad de Bologna (Prof. Adamo Rombolà) donde uno de los temas de interés en divulgar era el estudio de raíces bajo las técnicas empleadas en el proyecto FIA.
Cursos de capacitación	4	Diplomado uva de mesa, 2004, Santiago Diplomado uva de mesa, 2005, Santiago Diplomado agronegocio frutales, 2006, Copiapó Diplomado uva de mesa, 2007, La Serena

7. Problemas Enfrentados Durante el Proyecto:

- Técnicos

Uno de los principales problemas técnicos presentados fue la inconsistencia de las evaluaciones de raíces que tenían que realizar los productores, esto se debió principalmente, y expresado por los mismos productores, en la falta de personal y el aumento en las labores de la época de producción de los parronales, lo que nos llevo a buscar nuevas alternativas de medición de las raíces en los rizotrones.

- Gestión

En muchas ocasiones, los productores confunden el accionar de los académicos en el plano de la investigación con el ámbito de las asesorías, esperándose soluciones inmediatas a los problemas, sin considerar que en muchas ocasiones la investigación requiere ser madurada, discutida y analizada, antes de entregar protocolos fundamentados.

- Medidas tomadas para enfrentar cada uno de ellos.

De la problemática de la evaluación de las raíces problemática surgió la idea de los minirizotrones monitoreados a través de fotografías digitales que hacen más rápida la evaluación y posterior interpretación de los resultados, lo cual soluciono en parte este problema.

8. Otros Aspectos de Interés

IV. INFORME DE DIFUSIÓN

- Presentaciones en congresos y seminarios.
1. Callejas, R. Kania, E., Perez, C., Magunacelaya J.C., " Poda de Raíces y tratamientos complementarios sobre el crecimiento y distribución de las raíces en la vid "Sultanina", en el Valle de Copiapó" 55° Congreso Agronómico, 2004.
 2. Wieczorek, J.T., Callejas, R., Haberland, J. "Efecto de la distribución del agua de riego sobre el crecimiento y distribución de las raíces en la vid "Sultanina", 55° Congreso Agronómico, 2004.
 3. Rojas, R. Callejas, R. Benavides, C. "Poda de raíces y tratamientos complementarios sobre el crecimiento y distribución de las raíces en la vid "Sultanina", en la Región Metropolitana, 55° Congreso Agronómico, 2004.
 4. Callejas, R. Wieczorek, J.T., Kusch, C. , "WET Sensor: desarrollo de una metodología de evaluación en calicata, de la humedad y al conductividad eléctrica del suelo, 55° Congreso Agronómico, 2004.
 5. Gajardo, S. Callejas, R. Benavides, C. Wieczorek, J.T., Kusch, C. "Comportamiento de raíces de vid "Sultaniana" en plantas tratadas previamente con poda de raíces y tratamientos complementarios" 56° Congreso Agronómico 2005.
 6. Callejas, R. Kusch, C., Wieczorek, J.T., "Evaluación del crecimiento de raíces de vid variedad "Sultanina", en la tercera Región", 56° Congreso agronómico, 2005.
 7. Callejas, R., Wieczorek, J.T., Kusch, C., "Evaluación del efecto de diferentes sistemas de riego sobre el desarrollo vegetativo de la vid "Flame Seedless", 56° Congreso Agronómico, 2005.
 8. Araya, P., Callejas, R., Wieczorek, J.T., Benavides, C., Kusch, C., "Efecto de diferentes diseños de riego sobre el crecimiento de plantas adultas de vid "Flame Seedless", a dos años del inicio del estudio", 57° Congreso Agronómico, 2006.
 9. Callejas, R., Benavides, C., Wieczorek, J.T." Uso del sensor "soil moisture wet"(delta T), en el seguimiento del lavado de sales del suelo, mediante riego por goteo y tendido, en un parronal de uva de mesa en la tercera región", 57° Congreso Agronómico, 2006.

10. Callejas, R., Wieczorek, J.T., Kusch, C., Benavides, C. "Evaluación del crecimiento invernal de raíces de vid, variedad "Sultanina", en la tercera Región", 57° Congreso Agronómico, 2006.
11. Callejas, R., Caquisani, R., Benavides, C., Wieczorek, J.T., Kusch, C. "Efecto de la poda de raíces y aplicaciones complementarias en vid "Sultanina", a dos años del inicio de los tratamientos", 57° Congreso Agronómico, 2006.

- Días de campo o reuniones técnicas

Se realizaron días de campo en los Valles de Copiapó y Huasco en donde se expusieron los avances del proyecto a los productores participantes, y otros productores de la zona, además se contó con la participación de representantes de exportadores, empresas de agroquímicos y entidades del gobierno como, PTI, Codesser, Corproa, etc. A continuación se detallan las fechas y lugares de las actividades realizadas.

- 12 de octubre 2004, día de campo, inauguración y presentación del proyecto a los productores del Valle de Copiapó, se realizó en el Fundo Juntas perteneciente al señor Fernando Prohen Espinosa.
- 13 de octubre 2004, día de campo, inauguración y presentación del proyecto a los productores del Valle del Huasco, se realizó en el Tabaco Juntas perteneciente al señor Omar Campillay.
- 28 abril 2005, reunión abierta a todos los productores de los Valles de Copiapó y Huasco, en esta reunión se presentaron los resultados preliminares del proyecto, esta reunión se realizó en el fundo juntas perteneciente al señor Fernando Prohens Espinosa, y asistieron alrededor de 80 personas.
- 19 julio 2005, se realizó una reunión técnica con los jefes de campo, administradores y encargados de terreno en el fndo del señor Fernando Prohens Espinosa.
- 30 agosto 2006, presentación de los resultados del proyecto a los productores del Valle de Copiapó, se realizó en el Hotel Las Pircas.
- 31 agosto 2006, presentación de los resultados del proyecto a los productores del Valle del Huasco, se la biblioteca de la municipalidad de Alto del Carmen.

- Publicaciones divulgativas

1. Callejas, R. Wieczorek, J.T., Kusch, C. "LA RAÍZ DEL PROBLEMA, del bajo potencial productivo de los parrones de uva de mesa, ESTA EN LA RAÍZ, www.cevid.cl, 2004.

2. Callejas, R., Benavides, C. "La raíz de la vid: su estudio es garantía del incremento del potencial productivo" www.cevid.cl, 2005.
3. Boletín técnico, centro de estudios de la vid, Volumen1;Número 1, Octubre 2005. www.cevid.cl.
4. Boletín técnico, Centro de Estudios de la Vid, vid, Volumen2;Número 1, Enero 2006. www.cevid.cl.

○ Páginas web

1. www.cevid.cl.

V. ANEXOS

Como fue indicado para los informes de avance técnico, pero en este caso la información no corresponde sólo a la actualización sino a la histórica. Por ejemplo, cambios en el equipo técnico, se debe adjuntar la ficha de todos los participantes que participaron en alguna de las etapas del proyecto aunque hayan sido reemplazados.

Nombre Completo	RUT	Profesión	Especialidad
Rodrigo Callejas R.	9.798.777-7	Dr. Ing. Agr. Académicos de la Universidad de Chile	Viticultura Nutrición
Juan Carlos Magunacelaya	5.624.408-5	Dr. Biol. Académico de la Universidad de Chile	Nematología
Carlos Benavides Z.	5.081.669-9	Ing. Agr. Académico de la Universidad de Chile	Suelo y riego
Víctor García de Cortázar	6.066.192-8	Dr. Ing. Agr. Académico de la Universidad de Chile	Fisiología de Cultivos. Modelación matemática
José Tomás Wieczorek Vergara	12.628.378-4	Lic. Cs. Agr.	Encargado Proyecto

Carolina Kusch Gutierrez		Ing. Agr.	Apoyo Proyecto
Carlos Perez Gutierrez		Lic. Cs. Agr.	Tesista
Pablo Alfonso Canales Prati		Lic. Cs. Agr.	Tesista
Sebastián Gajardo Tapia		Lic. Cs. Agr.	Tesista
Rodrigo Arturo Caquisani Carvajal		Lic. Cs. Agr.	Tesista
Eduardo Enrique Rojo Torres		Lic. Cs. Agr.	Tesista
Pedro Araya Hernandez		Lic. Cs. Agr.	Tesista
Juan Pablo Pizarro Jara		Lic. Cs. Agr.	Tesista

VI. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Aballay, E. e Insunza, V. 2002. Evaluación de plantas con propiedades nematocidas en el control de *Xiphinema index* en vid de mesa cv. Thompson Seedless en la zona central de Chile. *Agricultura técnica* 62 (3): 357-365.

Álvarez, C., 2004. Efecto de productos comercializados como bioestimulantes en el crecimiento de la vid "Sultanina". Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 36 p.

Amijee, F., P. B. Tinker and D. P. Stribley. 1989. Effects of phosphorus on the morphology of VA mycorrhizal root system of leek (*Allium porrum* L.). *Plan and Soil* 119: 334-336.

Araujo, F., L. Williams, D. Grimes and M. Mathews. 1995. A comparative study of young "Thompson Seedless" grapevines under drip and furrow irrigation. I. Root and soil water distributions. *Scientia Horticulturae* 60: 235-249.

Atkinson, D. 1980. The distribution and effectiveness of the roots of tree crops. *Horticultural Reviews* 2: 424-490.

Basso, L. H., J. W. Hopmans, L. A. de C. Jorge, C. M. De Alencar and J. A. M. e Silva. 2003. Grapevine root distribution in drip and microsprinkler irrigation. *Scientia Agricola* 60(2): 377-387.

Bates, T.R., R.M. Dunst and P. Joy. 2002. Seasonal dry matter, starch and nutrient distribution in Concord grapevine roots. *HortScience* (37)2:313-316.

Benavides, C. 1994. El suelo como un sistema físico. p. 121-152. *In: Suelos, una visión actualizada del recurso*. Universidad de Chile, Fac. de Cs. Agr. y For. Publ. Misc. Agr. 38. Santiago, Chile. 345 p.

Böhm, W. 1979. *Methods of studying root systems*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg & New York.

Borch, K., T. J. Bouma, J. P. Lynch and K. M. Brown. 1999. Ethylene: a regulator of root architectural responses to soil phosphorus availability. *Plant, Cell and Environment* 22: 425-431.

Box, J., 1996. modern methods for root investigations, 10 : p. 193 – 237 *In* Eshel, A., U., Kafkafi, Y., Waisel. 1996. *Plants roots the hidden half*. 2ª ed. Marcel dekker. New York, USA. 1002 p.

- Bravdo, B., L. Levin and R. Assaf. 1992. Control of root size and root environment of fruit trees for optimal fruit production. *Journal of Plant Nutrition* 15(6-7): 699-712
- Bresler, E. 1977. Trickle-drip irrigation: principle and application to soil water management. *Adv. Agron.* 29: 343-393.
- Brouder, S., K., Cassman, 1994. Cotton root and shoot response to localized supply of nitrate, phosphate and potassium: Split-pot studies with nutrients solution and vermiculit soil. *Plant and Soil* 161 (2): 179 – 193.
- Brouwer, R. 1983. Functional equilibrium: sense or nonsense? *Neth. J. Agr. Sci.* 31: 335-348.
- Bustamante, G. 2003. Respuesta de dos cultivares de uva de mesa a diferentes formas de aplicación de riego localizado. Memoria Ingeniero Agrónomo., Santiago, Chile, Universidad de Chile, Facultad de cs. Agronómicas. 59 p.
- Callejas, R., E. Kania., C. Perez y J. C. Magunacelaya. 2004. Poda de raíces y tratamientos complementarios sobre el crecimiento y distribución de raíces en la vid "Sultanina", en el Valle de Copiapó. Disponible en: <http://www.cevid.cl/articulos/Poster%20Carlos%20Perez%20Congreso%202004%20Poda.pdf>.
- Callejas, R., J. T. Wiczorek., C. Kusch y C. Benavides. 2006a. Evaluación del crecimiento invernal de raíces de vid, variedad "Sultanina", en la III Región. 57º Congreso Agronómico de Chile. 16-20 de Octubre de 2006. Santiago, Chile. Disponible en: http://www.cevid.cl/poster_congreso%20pdf/2006/Crecimiento%20invernal%20de%20raices%20en%20Sultanina.pdf.
- Callejas, R., J. I. Covarrubias y C. Kusch. 2006b. La raíz de la vid: Su crecimiento y la eficiencia en el control de nematodos. Artículo de extensión CEVID. Fac. Cs. Agr. Universidad de Chile. Disponible en: [http://www.cevid.cl/boletin/La raiz de la vid su crecimiento y eficiencia en el control de nematodos.pdf](http://www.cevid.cl/boletin/La%20raiz%20de%20la%20vid%20su%20crecimiento%20y%20eficiencia%20en%20el%20control%20de%20nematodos.pdf).
- Chassot, A., P. Stamp and W. Richner. 2001. Root distribution and morphology of maize seedlings as affected by tillage and fertilizer placement. *Plant Soil* 231:123-135.
- Comas, L. H., D. M. Eissenstat and A. N. Lakso. 2000. Assessing root death and root system dynamics in a study of grape canopy pruning. *New Phytologist* 147: 171-178.

- Davies, W. J. and J. Zhang. 1991. Root signals and the regulation of growth and development of plants in drying soil. *Plant Physiol.* 42: 55-76.
- Dry, P., 1999. Root pruning for growth control of winegrapes. Final report to grape and wine research & development corporation. University of Adelaide, Australia. 12 p.
- Eghball, B., D., Ginting, J., Gilley, 2004. Residual effects of manure and compost applications on corn production and soil properties. *Agronomy Journal* 96 (2): 442 – 447.
- Eissenstat, D.M., L.H. Comas and L.J. Andersen 2001. Root biology in grape. A case of effects of canopy pruning and irrigation on Concord root dynamics. *Pennsylvania Fruit News.* 81:74-76.
- Ellies, A., K. H., Hartge, 1992. Variación de la estructura del suelo según la intensidad y tiempo de uso. *Revista Simiente* 62 (2): 73 – 77.
- Essington, M. 2003. *Soil and Water Chemistry: An Integrative Approach.* CRC Press, Florida, EEUU. 534p.
- Feil, H., B. Westerdahl, R. Smith and P. Verdegaal. 1997. Effects of seasonal and site factors on *Xiphinema index* populations in two California vineyards. *Journal of Nematology* 29 (4): 491-500.
- Ferree, D.C., D.M. Scurlock and J.C. Schmid. 1999. Root pruning reduces photosynthesis, transpiration, growth, and fruiting of container-grown French-American hybrid grapevines. *HortScience* (34)6:1064-1067.
- Freeman, B. M. and R. E. Smart. 1976. Research note: A root laboratory for studies with grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture* 27(1): 36-39.
- Gajardo, S. 2006. Comportamiento de raíces de vid "Sultanina" en plantas tratadas previamente con poda de raíces y tratamientos complementarios. Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 28p.
- Geisler, D., D., Ferree, 1984. Response of plants to root pruning. *Horticultural reviews* 6: 155 – 188.
- Gilman, E., 2003. Dispelling misperceptions about trees. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. 1 – 5.

- Glenn, D. M. 2000. Physiological effects of incomplete rootzone wetting on plant growth and their implications for irrigations management. *HortScience* 35: 1041-1043.
- Goldberg, D., B. Gornat and Y. Bar. 1971. The distribution of roots, water and minerals as a result of trickle irrigation. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 96(5): 645-648.
- González, H. 1993. Nematodos vectores de enfermedades virosas. *IPA La Platina* 77: 18-21.
- Havlin, J., J., Beaton, S., Tisdale, W., Nelson, 1999. *Soil fertility and fertilizers. An introduction to nutrient management.* 6nd ed. Prentice hall. New jersey, EEUU. 499p.
- He Y., H. Lian and X. Yan. 2003. Localized supply of phosphorus induces root morphological and architectural changes of rice in split and stratified soil cultures. *Plant and Soil* 248: 247-256.
- Hofer, R. 1996. Root Hair, 6 : p. 111 – 126 In Eshel, A., U., Kafkafi, Y., Waisel. 1996. *Plants roots the hidden half.* 2ª ed. Marcel dekker. New York, USA. 1002 p.
- Honorato, R., H. Silva y C. Bonomelli. 1988. Efecto del suelo en el patrón de enraizamiento y productividad de la vid. *Ciencia e Investigación Agraria* 15 (3): 159-171.
- Honorato, R., H. Silva y C. Bonomelli. 1990. Productividad de parronales de la Región Metropolitana y sus relaciones edáficas. *Ciencia e Investigación Agraria* 17 (3): 133-143.
- Ibacache, A. y A. Lobato. 1995. Periodos de crecimiento de raíces en vid. *Rev. Frutícola* 16(1)23:26.
- Inzunza, J. 2006. Principios de microclimatología. Disponible en <http://www2.udec.cl/~jinzunza/biofísica/unidad6.pdf> Leído el 18 de febrero de 2005.
- Kamper, M. and A. S. Claassens. 2005. Exploitation of soil by roots as influenced by phosphorus applications. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 36: 393-402.
- Khan, Z., D., Mcneil, A., Samad, 1998 a. Root pruning of apple trees grown at ultra-high density affects carbohydrate reserves distribution I vegetative and reproductive growth. *New Zeland Journal of crop and horticultural Science* 26: 291 – 297.

Khan, Z., D., Mcneil, A., Samad, 1998 b. Root pruning reduces the vegetative and reproductive growth of apple trees growing under ultra high density planting system. *Scientia horticulturae* 77: 165 – 176.

Kliewer, W.M. and R.D. Fuller. 1973. Effect of time and severity of defoliation on growth of roots, trunk, and shoots of "Thompson Seedless" grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.* (24)2:59-64.

Kliewer, W. M. 1975. Effect of root temperature on budbreak, shoot growth, and fruit-set of 'Cabernet S121|auvignon' grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture* 26(2): 82-89.

Lanyon, D., A., Cass, D., Hansen, 2004. The effect of soil properties on vine performance. *SCIRO Land and water technical report No. 34/04. Australia.* 54 p.

López-Bucio, J., A. Cruz-Ramírez and L. Herrera-Estrella. 2003. The role of nutrient availability in regulating root architecture. *Current Opinion in Plant Biology* 6: 280-287.

Ma, Z., D. G. Bielenberg, K. M. Brown and J. P. Lynch. 2001. Regulation of root hair density by phosphorus availability in *Arabidopsis thaliana*. *Plant, Cell and Environment* 24: 459-467.

Mackay, A. D. and S. A. Barber. 1985. Effect of soil moisture and phosphate level on root hair growth of corn roots. *Plant and Soil* 86: 321-331.

McArtney, S.J. and D.C. Ferree. 1999a. Shading effects on dry matter partitioning, remobilization of stored reserves and early season vegetative development of grapevines in the year after treatment. *Journal of the American Society of Horticultural Science* 124(6): 591-597.

McArtney, S.J. and D.C. Ferree. 1999b. Root and cane pruning affect vegetative development, fruiting, and dry matter accumulation of grapevines. *HortScience* (34)4: 617-621.

McKenrey, M. 1984. Grape root phenology relative to control of parasitic nematodes. *Am. J. Enol. Vitic.* 35(4): 206-210.

McMichael, L. and J.J. Burke. 1998. Soil temperature and root growth. *HortScience* (33)6:947-950.

Monteith, J.L., and M.H. Unsworth. 1990. *Principles of environmental physics.* 291 p. Edward Arnold, London, England.

- Morano, L. y W.M. Kliewer. 1994. Root distribution of tree grapevine rootstock grafted to Cabernet Sauvignon grown on a very gravelly clay loam soil in Oakville, California. *Am. J. Enol. Vitic.* 45(3):345-348.
- Morlat, R. and A. Jacquet. 2003. Grapevines roots system and soil characteristics in a vineyard maintained long-term with or without interrow sward. *Am. J. Enol. Viticult.* (54)1:1-7.
- Mullins, M. G., A. Bouquet and L. E. Williams. 1992. *Biology of the grapevine.* Cambridge University Press. 237 p.
- Nagarajah, S. 1987. Effects of soil texture on the rooting patterns of Thompson Seedless vines on own roots and on Ramsey rootstock in irrigated. *Am. J. Enol. Viticult.* (38)1:54-59.
- Nappi, P., R. Jodice, A. Luzzati and L. Corino. 1985. Grapevine root system and VA mycorrhize in some soils of Piedmont (Italy). *Plant and Soil* 85: 205-210.
- Novoa R., S. Villaseca, P. Del Canto, J. L. Rouanet, C. Sierra y A. Del pozo. 1989. *Mapa agroclimático de Chile.* Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA. 221 p.
- Ortiz, J., 2003. *Las maquinarias agrícolas y su aplicación.* 6a ed. Mundi prensa. Barcelona, España. 526 p.
- Ouédraogo, E., A., Mando, N. P., Zombré, 2001. Use of compost to improve soil properties and crop productivity under low input agricultural system in West Africa. *Agriculture, ecosystems and environment* 84: 259 – 266.
- Peek, C. S., A. D. Robson and J. Kuo. 2003. The formation, morphology and anatomy of cluster root of *Lupinus albus* L. as dependent on soil type and phosphorus supply. *Plant and soil* 248: 237-246.
- Perry, R. L., S. D. Lyda and H. Bowen. 1983. Root distribution in four *Vitis* cultivars. *Plant and Soil* 71: 63-74.
- Poni, S., M., Tagliavini, D., Neri, D., Scudellari, M., Toselli, 1992. Influence of root pruning and water stress on growth and physiological factors of potted apple, grape, peach and pear trees. *Scientia horticultrae* 52 (3): 223 – 236.
- Psaras, G., I.A. Merwin, A.N. Lasko and J.A. Ray. 2000. Root growth phenology, root longevity, and rhizosphere respiration of field grown "Mutsu" apple trees on "Mailing 9" rootstock. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* (125)5:596-602.

Rex, M., T. Harrach and K. Nemeth. 1985. The influence of rooting density in the soil on P removal by cereals on soils with different yield potential. *Plant and Soil* 83: 127-132.

Richards, D., 1983. The grape root system. *Horticultural reviews* 5:127 – 168.

Ruiz, S. 2000. Dinámica nutricional en cinco parrones de diferente productividad del Valle Central regado de Chile. *Agric. Téc. (Chile)* 60:379-398.

Ruiz, R., G. Selles y R. Ahumada. 2005. Aspectos físicos del suelo y calidad de fruta en parronales de uva de mesa. p. 101-114. *In: Curso internacional de manejo de riego y suelo en vides para vino y mesa. Santiago, Chile. 26-27 de Octubre.* 158 p.

Salgado, E. y A. Lazo. 1997. Distribución espacial de las raíces del Chirimoyo cv. Bronceada, bajo riego por goteo y microaspersión. *Simiente* 67(3-4):113-119.

Seguin, M.G. 1972. Repartition dans l'espaces du système racinaire de la vigne. *CR Acad Sci.* 274D:2178-80.

Sellés, G., R. Ferreyra, G. Contreras, R. Ahumada, J. Valenzuela y R. Bravo. 2003. Manejo de riego por goteo en uva de mesa cv. Thompson Seedless cultivada en suelos de textura fina. *Agricultura Técnica* 63 (2): 180-192.

Selles, G. y R. Ferreyra. 2005. Criterios para controlar el riego en uva de mesa. p. 15-58. *In: Curso internacional de manejo de riego y suelo en vides para vino y mesa. Santiago, Chile. 26-27 de Octubre.* 158 p.

Shane, M. W., M. de Vos, S. de Roock, G. R. Cawthray and H. Lambers. 2003. Effects of external phosphorus supply on internal phosphorus concentration and the initiation, growth and exudation of cluster roots in *Hakea prostrata* R.Br. *Plant and Soil* 248: 209-219.

Shierlaw, J. and A. M. Alston. 1984. Effect of soil compactation on root growth and uptake of phosphorus. *Plant and Soil* 77: 15-28.

Shao, M., R. Horton and D.B. Jaynes. 1998. Analytical solution for one-dimensional heat conduction-convection equation. *Am. J.* (62)1:123-128

Schulze, E. D. 1983. Root-shoot interactions and plant life forms. *Neth. J. Agr. Sci.* 31: 291-303.

- Silva, H., R. Honorato y C. Bonomelli. 1991. Crecimiento radical y desarrollo de la vid. variedad Thompson Seedless. *Aconex* 34:14-21.
- Smart, D. R., E. Schwass, A. Lakso and L. Morano. 2006. Grapevine rooting patterns: A comprehensive analysis and a review. *Am. J. Enol. Vitic.* 57 (1): 89-104.
- Terence, R.B., R.M. Dunst and P. Joy. 2002. Seasonal dry matter, starch, and nutrient distribution in "Concord" grapevine roots. *HortScience* (37)2: 313-316.
- Tworkoski, T., T., Daw, D., Glenn, 2003. Effects of a root barrier and localized fertilizer application on root growth of young peach (*Prunus persica*) trees. *The plant growth regulation society of America* 31 (3, 4): 133 – 142.
- Van Huyssteen, I. 1988a. Grapevine root growth in response to soil tillage and root pruning practices, 4 : p. 44-56 In Van Zyl, J. L. 1988. The grapevine root and its environment. Department of agriculture and water supply, Republic of South Africa. 146 p.
- Van Huyssteen, I. 1988.b Soil preparation and grapevine root distribution-A qualitative and quantitative assessment , 1 : p. 1-15 In Van Zyl, J. L. 1988. The grapevine root and its environment. Department of agriculture and water supply, Republic of South Africa. 146 p.
- Van Noordwijk, M., J. Floris and A. Jager. 1985. Sampling schemes for estimating root density distribution in cropped fields. *Neth. J. Agric. Sci.* 33:241–262.
- Van Zyl, J. L. 1988. response of grapevine roots to soil water regimes and irrigation systems, 3: p. 30 – 43 In Van Zyl, J. L. 1988. The grapevine root and its environment. Department of agriculture and water supply, Republic of South Africa. 146p.
- Vanden, J.E., J.T. Proctor, K.H. Fisher and J.A. Sullivan. 2004. Shading affects morphology, dry-matter partitioning, and photosynthetic response of greenhouses-grown "Chardonnay" grapevine. *HortScience* 39(1):65-70.
- Varsa, E., S., Chong, J., Abolaji, D., Farquhar, F., Olsen, 1997. Effect of deep tillage on soil physical characteristics and corn (*Zea mays* L.) root growth and production. *Soil and tilage research* 43 (3 – 4): 219 – 228.
- Vercammen, J., G. Van Daele and A. Gomand. 2005. Root pruning: A valuable alternative to reduce the growth of 'Conference'. *Acta Horticulturae* 671: 533-537.

Weller, F. 1967. Vergleichende Untersuchungen über die Wurzelverteilung von Obstbäumen in verschiedenen Böden des Neckarlandes. Arb. Hochschule. Hohenheim 31. 181 p.

Werger, M.O. 1983. Functional equilibrium between shoots and roots. Introduction to the theme. Neth. J. Agr. Sci. 31: 287-289.

Williams, L. E. and R. J. Smith. 1991. The effect of rootstock on the partitioning of dry weight, nitrogen and potassium, and root distribution of Cabernet Sauvignon grapevines. Am. J. Enol. Vitic. 42 (2): 118-122.

Woodham, R.C. y D.McE. Alexander. 1966. The effect of root temperature on development of small fruiting Sultana vines. Vitis 5:345-355.

Zhang, Y., J., Lynch, K., Brown, 2003. Ethylene and phosphorus availability have interacting yet distinct effects on root hair development. Journal of experimental botany 54: N° 391: 2351 – 2361.

Zhu, J., M. K. Shawn and J. P. Lynch. 2005. Mapping of QTL controlling root hair length in maize (*Zea mays* L.) under phosphorus deficiency. Plant Soil 270: 299-310.

EFECTO DE LA DISTRIBUCIÓN DEL AGUA DE RIEGO SOBRE EL CRECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE LAS RAÍCES EN LA UVA "SULTANINA"

José Tomás Wieczorek, Rodrigo Callejas y Julio Haberland
 Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas

e-mail: twieczore@netchile.cl, rcalleja@netchile.cl, jhaberland@netchile.cl

COMUNIDAD DE CHILE
 FUNDACIÓN PAULISTA
 INSTITUTO VITIVINO ENOLÓGICO



En los últimos años la observación y evaluación de la distribución y calidad de las raíces ha tomado un papel protagónico en la búsqueda del mejoramiento de las producciones y la calidad de la uva de exportación, esto debido a la importancia de éstas en la absorción de agua y nutrientes desde el suelo. Bresler (1977), citado por Salgado y Lazo (1997), afirma que el sistema radical de árboles frutales se adapta al volumen de suelo mojado por el sistema de riego localizado, aumentando la densidad radical y la eficiencia de extracción de agua y nutrientes. Los sistemas de riego pueden afectar la distribución de las raíces, localizándose principalmente dentro del volumen húmedo bajo goteras. Puede esperarse en mayor medida que el modelo de distribución de las raíces sea más influenciado por el sistema de irrigación, y menos por la lluvia en zonas de baja precipitación (Van Zyl, 1988).

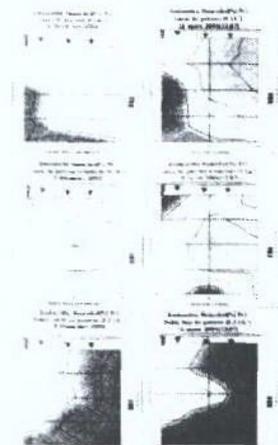
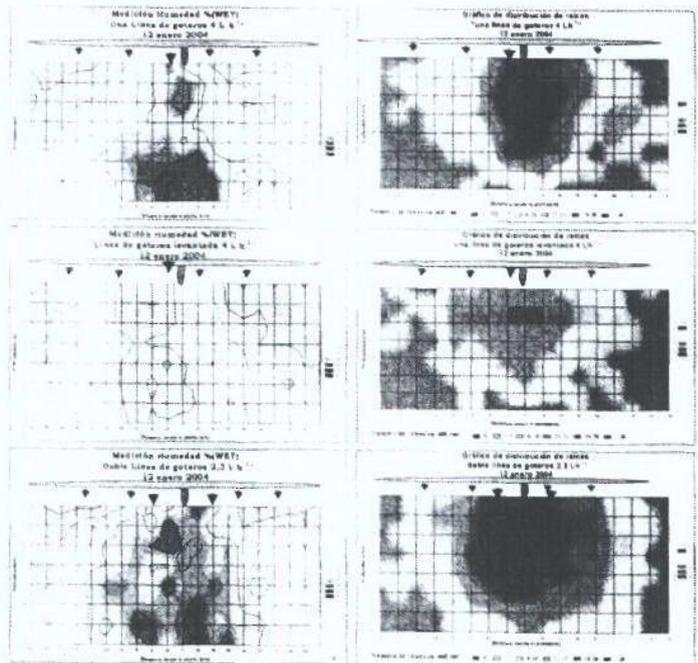


Figura 1. tubo de acceso sensor PR1
 Figuras 2 y 3. sistemas de riego: doble línea y línea levantada.

Durante la temporada 2003-2004, se llevó a cabo un estudio con el objetivo de evaluar el efecto de distintos métodos de aplicación del agua de riego sobre el crecimiento y distribución de las raíces, en un parcelar de uva "Sultantina", plantado en un suelo franco arcilloso, profundo, sin limitantes para el movimiento del agua y crecimiento de raíces. En el estudio se utilizaron tres sistemas de riego: una línea de goteros (4 l h⁻¹ a 1 metro de distancia) levantada a 160 cm, doble línea de goteros (2,3 l h⁻¹ a 1 metro de distancia) a ras de suelo, y el sistema de riego actual, una línea de gotero (4 l h⁻¹ a 1 metro de distancia) con los goteros a ras de suelo. Para realizar las mediciones de humedad se utilizaron los sensores WET 1 y PRI, los cuales miden la humedad volumétrica del suelo, y la evaluación de raíces se realizó utilizando el método de excavación (Babler, 1979).

En el sistema de doble línea de goteros se observó una distribución más homogénea del agua en el perfil de suelo, con respecto a los otros dos sistemas, siendo la línea de goteros levantada la que presentaba un bulbo de mojado más reducido y menos profundo. En cuanto a las raíces, se observó un aumento en la cantidad y calidad de raíces en el sistema de doble línea de gotera, además de una distribución más uniforme en todo el perfil de suelo, lo que concuerda con el efecto en la distribución de la humedad producido por este sistema.

Los cambios en la distribución del agua en el suelo, producidos por distintos sistemas de aplicación del agua, modulan el desarrollo de las raíces en el perfil de suelo. Este comportamiento afectaría directamente el potencial productivo de las vides.



Figuras 4. distribución de humedad (CEVD)

Figuras 5. distribución de raíces, adaptado de LERREYRA et al 2001. Boletín INTA Norte

ESCRIBANA, R., SELLES, G., SELLES, I. 2001. Riego deficitario controlado en uva de mesa. Boletín INTA Norte, pag. 36-39.
 ERMID, W. 1979. Methods of studying root systems. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, pag. 5-18.
 SALGADO, F., LAZO, A. 1997. Distribución espacial de las raíces del Chiriquayo cv. brucecoda, bajo riego por goteo y microaspersión. Sembrar 67(14): 113-119.
 VAN ZYL, J. L. 1988. The grapevine root and its environment. Department of agriculture and water supply, Republic of South Africa.



GOBIERNO DE CHILE
FUNDACIÓN PARA LA
INNOVACIÓN AGROPECUARIA

PODA DE RAÍCES Y TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS SOBRE EL CRECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE LAS RAÍCES EN LA VID "SULTANINA", EN LA REGIÓN METROPOLITANA

Rodrigo Rojas, Rodrigo Callejas y Carlos Benavides
Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas

rodrigorojas@vtr.net, rcalleja@uchile.cl, cbenavid@uchile.cl



Recibido: 2005-07-20

Los estudios en viticultura se han centrado en la parte aérea de las plantas, y la mayoría de los trabajos se han realizado en respecto a las necesidades prácticas de entrenar el manejo del riego, fertilización y aspectos sanitarios, con el fin de optimizar los recursos para lograr una mayor calidad de la fruta, aumentar la producción por planta. Sin embargo, para lograr estos resultados, se requiere tomar en cuenta una de las partes importantes de la planta, como son las raíces. Las raíces y el sistema radical no han sido estudiados profundamente, probablemente debido a las dificultades técnicas y mecánicas que los hacen difíciles de observar, ya que son frágiles y se requiere de construcción de estructuras mecánicas para estudiarlos periódicamente su crecimiento. Por tales motivos se llevó a cabo un estudio en la Región Metropolitana, con el objetivo de determinar el crecimiento y distribución de las raíces a la respuesta de la poda de raíces y a la aplicación de bioinoculante, como trabajo preliminar del proyecto FONDECYT 2006001-0077.

Palabras clave: Mapeo de raíces

El estudio se realizó en un parcelar "Sultanina" durante la temporada 2003-2004. Se realizaron 4 tratamientos y 3 repeticiones, con un 100% aplicación de bioinoculante a la poda de raíces de una poda más bioinoculante en el punto de corte. A inicios de primavera se llevó a cabo la poda de raíces con un solo corte (100%) y se evaluó la planta, ambos costados y a 30, 60 y 90 cm de profundidad. Las evaluaciones se realizaron utilizando paños de mapeo de raíces en calceos frontales, permitiendo evaluar los efectos por medio de la mapeología de los nodales recubios de suelo de columna conocido (100x100 cm).

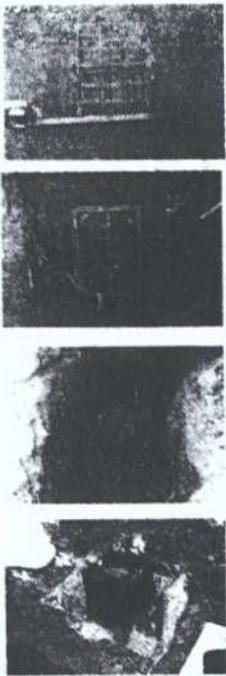


Foto 1 a 4. Secuencia de la extracción de las paños de mapeo.

Las paños de mapeo (foto 1 a 4) fueron instalados en el corte de poda de las raíces, a una profundidad de 30 cm. Dado que en el proceso de instalación de ellas se produce corte de raíces, solamente se utilizaron para evaluar el tratamiento c y d. Las paños fueron desenterradas después de la cosecha. Las raíces fueron lavadas (foto 6) y clasificadas según su diámetro en 2 mm y 2 mm, evaluando su peso fresco. Los monolitos (foto 5) fueron extraídos de la calicata frontal, a 30 y 60 cm de profundidad y a 90 cm de la planta (zona de poda), y bajo esta. Los monolitos fueron extraídos junto con el trabajo de mapeo de raíces. Se evaluó el tamaño (largo y peso) de las raíces de acuerdo al diámetro, según la siguiente clasificación: menores que 0,5 mm; raíces finas: entre 0,5 y 2 mm; raíces delgadas: entre 2 y 5 mm; raíces medias y mayores que 5 mm; raíces gruesas. Posteriormente, se procedió a calcular el índice de enraizamiento (IE) de acuerdo a la metodología propuesta por Du Pont y Morlat, adaptado para vid por Van Zyl (1988) (IE = (raíces menores de 0,5 mm) + (raíces entre 0,5 y 2 mm) + (raíces entre 2 y 5 mm) + (raíces mayores de 5 mm)). El mapeo de raíces se realizó por medio de una calicata en la sobrelletera, a una distancia aproximada de 80 cm desde la planta, y cuyas dimensiones fueron de 1,2 metros de profundidad y 74 metros de ancho. Se utilizó un reticulado de 20 x 20 cm, y se procedió a evaluar el tamaño (número) de las raíces de acuerdo a metodología anterior.

Se determinó efectos positivos del uso de bioinoculantes acompañado de una poda de raíces en primavera. No se observó un efecto negativo de los tratamientos sobre la expresión vegetativa y la calidad de la fruta.

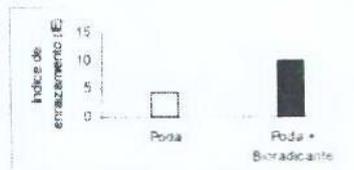


Figura 1. Índice de enraizamiento en los tratamientos con poda y con poda más bioinoculante, obtenidos con las paños de mapeo.

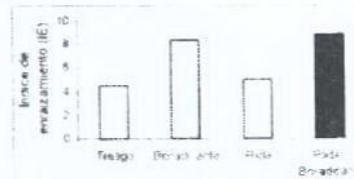


Figura 2. Índice de enraizamiento en la zona del corte de poda evaluado en el mapeo de raíces.

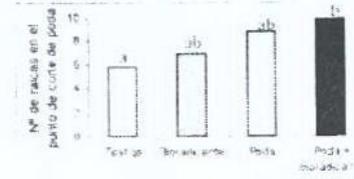


Figura 3. N.º de raíces en la zona del corte de poda evaluadas en el mapeo de raíces.

Las evaluaciones realizadas con paños permitieron un incremento del índice de enraizamiento al agregar bioinoculante en el punto de corte de poda (figura 1). De la misma manera, el índice de enraizamiento evaluado en la zona del corte de poda en el mapeo de raíces mostró un incremento de este al aplicar bioinoculante (figura 2). Al evaluar el número de raíces en la zona del corte de poda se pudo observar una diferencia significativa entre los tratamientos testigo y poda más bioinoculante (figura 3).



Foto 5. Extracción del monolito de 10x10x10 cm.



Foto 6. Jaña de enraizamiento lavada para su evaluación.



PODA DE RAÍCES Y TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS SOBRE EL CRECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE LAS RAÍCES EN LA VID "SULTANINA", EN EL VALLE DE COPIAPÓ

Rodrigo Callejas, Erika Kania, Carlos Pérez y Juan Carlos Magunacelaya

Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas
rcalleja@uchile.cl, ekania@uchile.cl, pmagunac@uchile.cl



En el marco del proyecto de investigación llevado a cabo con el apoyo de FIC (FB-0-2007-0-VE-37) en el Valle de Copiapó (Chile), se realizó el estudio de métodos de evaluación de raíces en el perfil del suelo, utilizando diferentes sistemas para evaluar el efecto de la poda de raíces y tratamientos complementarios en el crecimiento de las uvas "Sultánina". Se acordó a la literatura, la mayor parte de las raíces se encuentran en el primer metro y en la parte superior de esta zona se concentran las raíces laterales finas, comprendiendo la mayor parte del área de superficie disponible (Bouchard, 1983). La poda de raíces ofrece una alta probabilidad de aumentar el crecimiento de las raíces en perfiles con bajo potencial productivo, sin embargo, es necesario investigar en detalle esta labor antes de recomendar la poda (Van Driessen, 1988). Además del problema anterior, en muchos predios se ha realizado la poda de raíces en un sistema de raíces que está sujeto a grandes cambios de volumen durante el crecimiento de las plantas y por ende el rendimiento de las plantas. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la poda de raíces y tratamientos complementarios sobre el crecimiento de raíces utilizando diferentes sistemas de evaluación.

El estudio se realizó en dos parcelas "Sultánina" plantadas en el año de testadas previas, uno de técnicas bajas. Simultáneamente se probaron diferentes sistemas de evaluación que permitirán caracterizar las raíces en estos suelos, así como los efectos de tratamientos sobre el crecimiento de ellas. Los tratamientos realizados fueron los siguientes: a) sistema de poda de raíces (PR) en PR más un nematodo (Nematodo) en el punto de corte de PR más un bioestimulante (Bioestimulante) en el punto de corte de PR más agua en el punto de corte de PR más agua en el punto de corte. La poda de raíces se realizó en 4 meses de enero febrero terminada la cosecha con un subsolador a 90 cm de la planta (raíces cortadas) y a 30 cm de profundidad. Se realizaron trapeos de raíces en calceatas a 30 cm de la planta, transversal a la línea de raíces y se instalaron azarones para conocer el tamaño número de las raíces durante el desarrollo (raíces no presentadas). Se determinó la distribución lateral de raíces desde el punto de corte en profundidad y posteriormente se procedió a calcular el índice de enraizamiento (I.E.) de acuerdo a la metodología propuesta por Du Pont y Melard, adaptada para uva por Van Zyl (1988) (I.E. = raíces mayores de 0,5 mm raíces menores 0,5 x 2 mm raíces entre 2 y 5 mm raíces mayores de 5 mm). Se evaluó el número de raíces de acuerdo al diámetro según la siguiente clasificación: menores que 0,5 mm raíces finas entre 0,5 y 2 mm raíces delgadas entre 2 y 5 mm raíces medias y raíces que 5 mm raíces gruesas.

1.1. Metodología

En las condiciones de los parcelas estudiadas se determinó que bajo el corte existe una zona blanda que presenta riesgos de erosión de raíces.

La metodología del trapeo de raíces en calceatas es una buena herramienta de evaluación de la distribución de ellas en el perfil de suelo.



Figura 1. Mapa de distribución de raíces (cantidad de raíces por decímetro cuadrado en corte) con suelo de testadas finas.

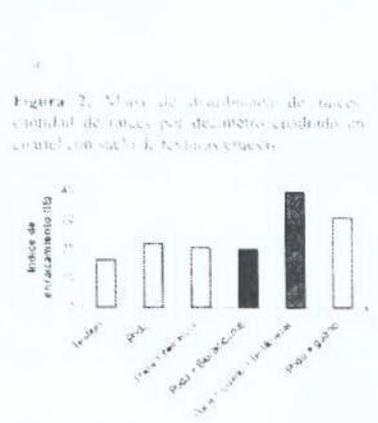


Figura 2. Mapa de distribución de raíces (cantidad de raíces por decímetro cuadrado en corte) con suelo de testadas gruesas.

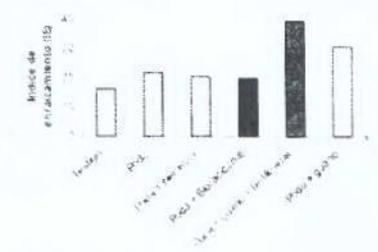
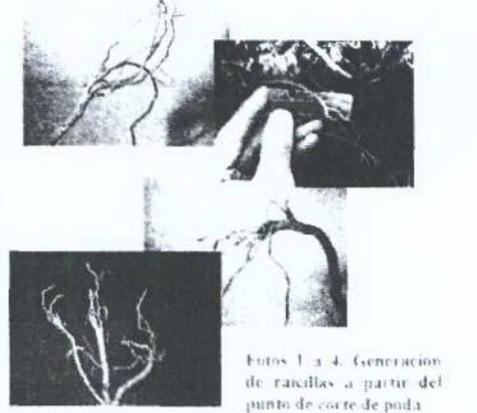


Figura 3. Índice de enraizamiento en la zona del punto de poda evaluado en el trapeo de raíces.

El tamaño de las raíces que se obtiene en el corte, fue el mayor para una misma cantidad de raíces. Sin embargo, esta cantidad se redujo en el suelo de testadas gruesas (suelo de testadas gruesas de testadas finas) se evaluó el efecto de los tratamientos de poda de raíces y podados por nematodo en las zonas bajas. A pesar que se hizo un tratamiento con bioestimulante en el sector de testadas gruesas, la diferencia lateral persistió en la zona de raíces lateral (Bouchard, 1983).

La metodología de caracterización de las raíces a través del tamaño de raíces en los perfiles de testadas es adecuada.

En las parcelas 1 y 4 se usaron el nematodo y bioestimulante en la parte del punto de corte de raíces gruesas. Diferencias importantes se observaron en la tendencia a un mayor índice de enraizamiento en las parcelas tratadas. Es importante destacar el rol del agua en la generación de raíces gruesas en el punto de corte (Van Zyl, 1988).



Fotos 1 a 4. Generación de ramillas a partir del punto de corte de poda.



ASOCIACION DEL CRECIMIENTO DE RAICES DE VIDA Y ACTIVIDAD "SULTANINA" EN LA IRRIGACION



Rodrigo Callejas, Carolina Kusch y José Tomás Wieczorek
Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas Centro de Estudio de la Vid (CEVID)
rcalleja@uchile.cl, ckusch@uchile.cl, jwieczor@uchile.cl

En el marco del proyecto de investigación "Desarrollo de un modelo del crecimiento de las raíces de la vid, a nivel de campo, como base para el incremento sustentable de la productividad de los patrones de uva de mesa" llevado a cabo con el apoyo de FIA (PI-C-2003-1-A-037), en los valles de Copiapo y del Huasco, III Región, se inició en la temporada 2004-2005 un estudio de 3 años de duración para determinar el crecimiento anual de la raíz de la vid "Sultamina". Una de las grandes diferencias que presentaría la vid respecto de los otros frutales (Rogers y Head, 1969; Cockroft y Olsson, 1972), es el desacople entre el inicio del crecimiento del brote y la raíz. En uno de los únicos trabajos realizados en Chile, IV Región, en el cv "Gold" en doble cruzeta, Ibacache y Lobato (1995) corroboran este desfase entre ambos crecimientos. Una de las razones que se esgrime para explicar este comportamiento, es la relación que existe entre el crecimiento de la raíz y la temperatura, factor que estaría controlando el inicio y término del crecimiento anual del sistema radical. Para que se inicie el crecimiento se necesita a lo menos 5°C, siendo el óptimo (evaluaciones en laboratorio) 30°C. Debido a que nuestro país presenta diversas zonas climáticas donde se ubica el cultivo de la uva de mesa, es factible pensar que no solamente se tendrá un diferencial en el crecimiento de las raíces a diferentes profundidades dentro del perfil de suelo, si no en forma importante en el transecto mar-costillera, así como también para un mismo lugar según las diferencias topográficas locales. El objetivo del estudio es evaluar el crecimiento de las raíces de vid "Sultamina".

El seguimiento del crecimiento de las raíces se realizó en 18 patrones "Sultamina" en los valles de Copiapo y Huasco, III Región, plantados en dos condiciones de suelo: suelo liviano, con alto porcentaje de piedras y gravas y bajo contenido de matriz de suelo, y un suelo franco, profundo bajo contenido de piedras o grava, o sin ellas. Las plantas escogidas eran representativas del patrón, sanas, en plena producción y con un crecimiento vegetativo normal para el sector.

Para esto se establecieron 20 cámaras de observación de raíces o rizotrones a lo largo de ambos valles. Estas cámaras consisten en una excavación en profundidad, hacia el sector de proyección de las raíces. Presentan un vidrio de 1 x 1,2 m, ubicado verticalmente en contacto con el perfil de suelo (Foto 1). El vidrio se cuadró a 2,5 x 2,5 cm. Las cámaras se instalaron en la sobre hilera a 90 cm de la planta. Para evitar la entrada de luz y pérdida de humedad, el vidrio se cubrió permanentemente con un paño negro, excepto al momento de las evaluaciones. En la parte superior se instaló una puerta de acceso.

Para estimar el crecimiento de las raíces se utilizaron las intersecciones entre las raíces nuevas (blancas) y el cuadrícula; los vidros de los rizotrones se dividieron en tres profundidades, las cuales fueron medidas por separado. Las evaluaciones se realizaron una vez a la semana a lo largo de la temporada.

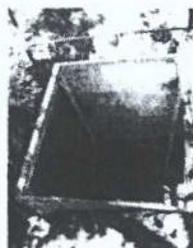


Foto 1. Cámara de observación de raíces o rizotron.

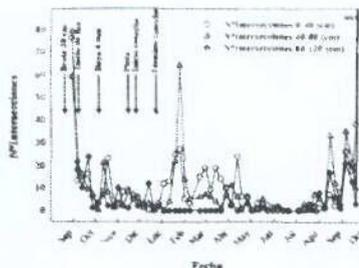


Figura 1. Evolución del crecimiento de raíces, Thompson Seedless, Copiapo.

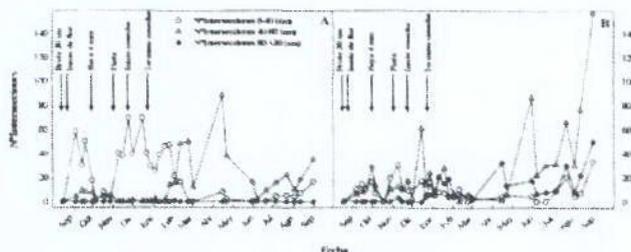


Figura 2. Comparación del crecimiento de raíces anual, Thompson Seedless sector 1 (A) y sector 2 (B), ambas con las mismas condiciones edafoclimáticas.

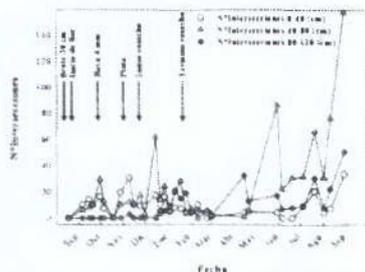


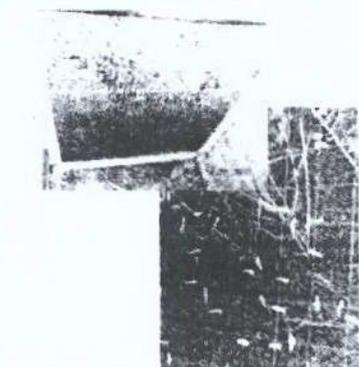
Figura 3. Crecimiento invernal de raíces, Thompson Seedless, Copiapo.

En la Figura 1 se aprecia la evolución del crecimiento de las raíces en Thompson Seedless, observándose una tendencia a la presencia de 2 "peak" de crecimiento, similar a lo señalado en la literatura (Ibacache y Lobato, 1995). Sin embargo, para una misma variedad, en un mismo sector edafoclimático se pueden encontrar diferencia en cuanto a la magnitud de estos crecimientos radicales. En el sector 1 (Figura 2 A) se observa un crecimiento primaveral predominantemente superficial (0-40 cm), tendencia que no se observa en el sector 2 (Figura 2 B).

Además, se observó crecimiento durante el invierno, principalmente bajo los 50 cm de profundidad, no descritos previamente en la literatura.

En este primer año de trabajo, basado en el seguimiento de los rizotrones y de acuerdo a las condiciones experimentales en que se realizó este estudio, se concluye que:

- Existe una tendencia a la presencia de 2 "peak" de crecimiento; sin embargo, la intensidad es diferente según la unidad de seguimiento.
- Se observó un comportamiento diferente para una misma variedad, en un mismo sector edafoclimático.
- Se observó crecimiento durante el invierno, principalmente bajo los 50 cm.
- El seguimiento del crecimiento de la raíz requiere de estudios locales, de acuerdo a las características edafoclimáticas de las zonas productoras.





EVALUACION DEL EFECTO DE DIFERENTES SISTEMAS DE RIEGO SOBRE EL DESARROLLO VEGETATIVO DE LA VID "FLAMÉE SEEDLESS"



Rodrigo Callejas, José Tomas Wiecek, Carolina Kusch
Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas Centro de Estudio de la Vid y el Vino
e-mail: rcalleja@uchile.cl, jwiecek@uchile.cl, ckusch@uchile.cl

Introducción

La vid es una especie que requiere un tipo de suelo con un alto contenido de nutrientes y agua, por lo que en las zonas con suelos áridos y semiáridos, el riego es una práctica común para asegurar el desarrollo de la planta y garantizar la producción de uva. Sin embargo, el uso excesivo de agua puede generar problemas de salinidad y reducir la eficiencia del agua. Por lo tanto, es importante evaluar diferentes sistemas de riego para determinar el que mejor se adapte a las condiciones de cada zona. En este estudio se evaluó el efecto de diferentes sistemas de riego sobre el desarrollo vegetativo de la vid "Flamée Seedless" en un suelo con un alto contenido de nutrientes y agua.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en un campo experimental ubicado en la Estación Experimental La Raza, en la zona de La Raza, Chile. Se utilizaron plantas de vid "Flamée Seedless" de 1 año de edad. Se evaluó el efecto de cuatro sistemas de riego: riego a ras de suelo, riego por goteo, riego por aspersión y riego por microaspersión. Se midió el índice de área foliar (IAF) y el contenido de clorofila en las hojas de las plantas. Los resultados se analizaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) y se compararon con el control (sin riego).

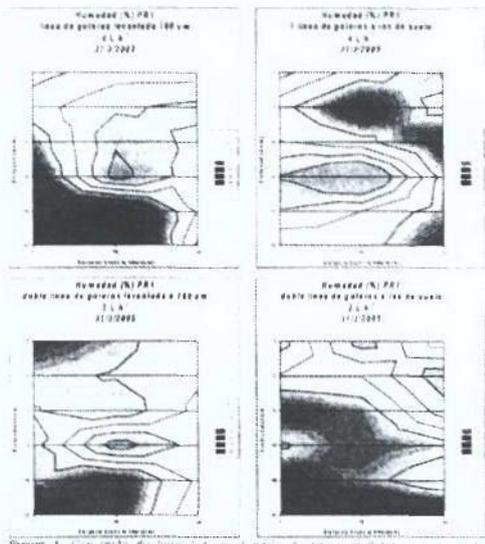


Figura 1. Distribución de humedad en el perfil de suelo en diferentes sistemas de riego.

Sistema de riego	Índice de Área foliar
doble línea levantada a 160 cm	1,222
doble línea a ras de suelo	1,095
línea levantada a 160 cm	1,086
línea a ras de suelo	1,176
microaspersores	1,437

Figura 2. Índice de área foliar en diferentes sistemas de riego.

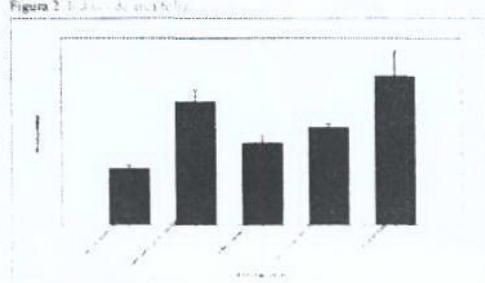


Figura 3. Índice de área foliar en diferentes sistemas de riego.

Conclusiones

Las diferencias en la distribución del agua en el suelo, producidas por distintos sistemas de aplicación del agua, afectan directamente al desarrollo vegetativo de las vides. En este tipo de suelos, la doble línea de goteo presentaba una mejor distribución de la humedad en el perfil. Se concluye que para este tipo de suelos, además del cambio de distribución del agua de riego, se debe aumentar el volumen de agua aplicado por el riego en un rango de 20% de la planta.

Palabras clave:

Flamée Seedless, riego, índice de área foliar, contenido de clorofila, desarrollo vegetativo.

Esta investigación se realizó con el financiamiento otorgado por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), proyecto FIA-PI-C-2003-1-A-037. Se agradece la colaboración de Fernando Prohens Espinosa y Omar Campillay.

Resultados y Discusión

Los resultados de este estudio muestran que el sistema de riego por microaspersión generó el mayor índice de área foliar y el mayor contenido de clorofila en las hojas de las plantas. Esto se debe a que este sistema de riego permite una mayor distribución del agua en el suelo, lo que favorece el desarrollo vegetativo de la planta. Además, el sistema de riego por microaspersión genera una mayor humedad en el suelo, lo que también favorece el desarrollo vegetativo de la planta.

En conclusión, el sistema de riego por microaspersión es el más adecuado para este tipo de suelos, ya que genera el mayor desarrollo vegetativo de la planta. Sin embargo, es importante tener en cuenta que este sistema de riego requiere un mayor volumen de agua que los otros sistemas de riego, por lo que es necesario evaluar el costo de este sistema de riego antes de implementarlo.



Foto 5. Vista aérea de las plantas de vid en un sistema de riego por goteo.

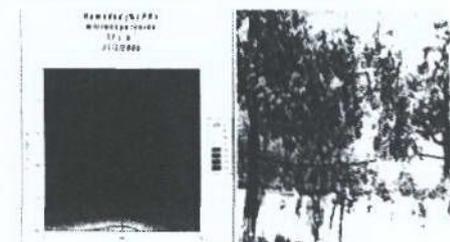


Foto 6. Desarrollo de una planta de vid en un sistema de riego por goteo. Foto 7. Desarrollo de una planta de vid en un sistema de riego por aspersión.



EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO INVERNAL DE RAÍCES DE VID, VARIEDAD "SULTANINA" EN LA III REGIÓN.



Rodrigo Callejas, José Tomás Wieczorek, Carolina Kusch y Carlos Benavides
 Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas Centro de Estudio de la Vid (CEVID)
 rcalleja@uchile.cl, jwieczor@uchile.cl, ebenavid@uchile.cl

En el marco del proyecto de investigación "Desarrollo de un modelo del crecimiento de las raíces de la vid, a nivel de campo, como base para el incremento sustentable de la productividad de los parronales de uva de mesa", llevado a cabo con el apoyo de FIA (PI-C-2003-I-A-037), en los valles de Copiapó y del Huasco, III Región, se realizó un estudio para determinar el crecimiento anual de la raíz de la vid "Sultanina". La literatura señala la presencia de dos "peak" de crecimientos durante la temporada, sin embargo, no existen referencias respecto de su actividad durante el invierno, situación que puede ser gravitante para el manejo de los parronales, principalmente con lo que respecta al agua de riego y el control de nematodos.

El seguimiento del crecimiento de las raíces se realizó en 18 parronales "Sultanina", en los valles de Copiapó y Huasco, III Región, plantados en dos condiciones de suelo: suelo liviano, con alto porcentaje de piedras y gravas y bajo contenido de matriz de suelo, y un suelo franco, profundo, bajo contenido de piedras o grava, o sin ellas. Se establecieron 20 cámaras de observación o rizotrones las que consistieron en una excavación en profundidad, hacia el sector de proyección de las raíces. Presentan un vidrio de 1 x 1,2 m, ubicado verticalmente en contacto con el perfil de suelo (Foto 1). El vidrio se cuadrícula a 2,5 x 2,5 cm. Las cámaras se instalaron en la sobre hilera a 90 cm de la planta. Para evitar la entrada de luz y pérdida de humedad, el vidrio se cubrió permanentemente con un paño negro, excepto al momento de las evaluaciones. Para estimar el crecimiento de las raíces se utilizaron las intersecciones entre las raíces nuevas (blancas) y el cuadrículado, los vidrios de los rizotrones se dividieron en tres profundidades, las cuales fueron medidas por separado. Las evaluaciones se realizaron una vez a la semana a lo largo de la temporada.

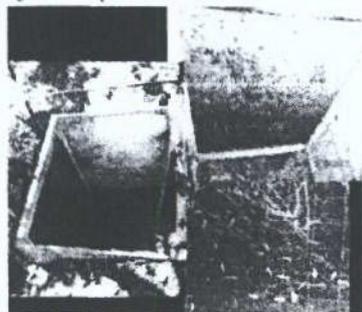


Foto 1. Cámara de observación de raíces o rizotron.

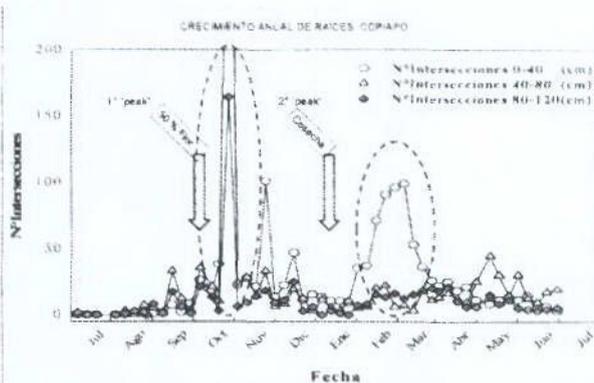


Figura 1. Evolución del crecimiento anual de raíces Thompson Seedlings Copiapó.

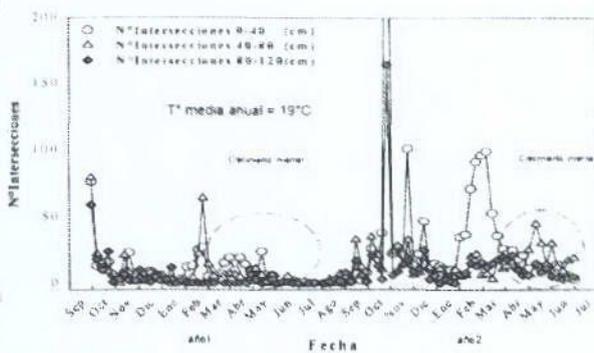


Figura 2. Crecimiento invernal de raíces de vid Sultanina detectado en dos temporadas, Copiapó.

En la Figura 1 se aprecia la evolución del crecimiento de las raíces observándose una tendencia a la presencia de 2 "peak" de crecimiento, similar a lo señalado en la literatura (Ibacache y Lobato, 1995). En la Figura 2 se puede observar el crecimiento invernal evaluado en dos temporadas en el Valle de Copiapó, determinando una actividad importante de este órgano durante este periodo.

Una de las razones que podrían explicar este crecimiento, es el comportamiento de la temperatura de suelos, cual se mantiene sobre los 12°C durante todo el año, alcanzando una temperatura media de 19°C, valor muy superior al mínimo requerido por las raíces para comenzar su crecimiento (6°C).

Luego de dos años de trabajo, basado en el seguimiento de los rizotrones y de acuerdo a las condiciones experimentales en que se realizó este estudio, se concluye que:

- Existe una tendencia a la presencia de 2 "peak" de crecimiento, sin embargo, la intensidad es diferente según la unidad de seguimiento.
- Se observó crecimiento de raíces durante el invierno, en ambas temporadas.
- La temperatura invernal del suelo se mantiene sobre los 12 °C factor que podría explicar el crecimiento de las raíces en las épocas más frías.



EFFECTO DE DIFERENTES DISEÑOS DE RIEGO SOBRE EL CRECIMIENTO DE PLANTAS ADULTAS DE VID "FLAME SEEDLESS", A DOS AÑOS DEL INICIO DEL ESTUDIO.



Rodrigo Callejas, P. Araya, José Tomás Wicczorek, Carlos Benavides y Carolina Kusch
 Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Centro de Estudio de la Vid (CEVID)
 e-mail: rodrigo@uchile.cl, pwaraya@uchile.cl

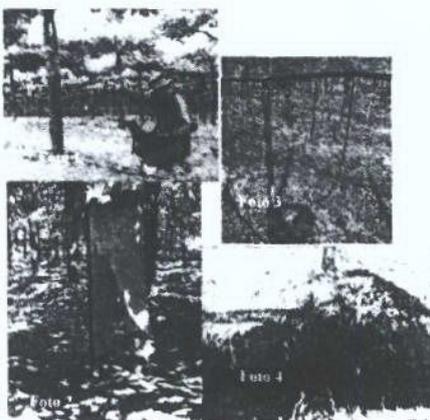


Introducción

El riego es el factor más importante que influye en el crecimiento de las plantas de vid. Desde la década de los años 1970 se han desarrollado diferentes tipos de riego, desde el riego por gravedad hasta el riego por goteo, pasando por el riego por aspersión. El riego por goteo es el más eficiente y económico, ya que permite aplicar agua directamente a la zona radicular de la planta, reduciendo las pérdidas por evaporación y escorrentía. Sin embargo, el riego por goteo requiere de un sistema de tuberías y emisores que pueden ser costosos y difíciles de instalar. Por lo tanto, es necesario evaluar diferentes diseños de riego para determinar el más adecuado para cada tipo de suelo y cultivo.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el año 2002 en un viñedo de la variedad Flame Seedless, en la zona de Maipo, Chile. El suelo es franco arenoso, con un pH de 6,5 y una capacidad de campo de 18%. Se evaluaron cuatro diseños de riego: 1 línea de goteo a una tasa de riego de 4 Lh⁻¹, 2 líneas de goteo a una tasa de riego de 2 Lh⁻¹, 1 línea de goteo levantado a una tasa de riego de 4 Lh⁻¹ y 2 líneas de goteo levantado a una tasa de riego de 2 Lh⁻¹. Se midió la distribución de agua en el suelo, el índice de área foliar y el contenido de agua en el suelo. Se utilizaron sensores de humedad de suelo y un sistema de riego por goteo con tuberías de 16 mm de diámetro y emisores de 2 Lh⁻¹. El sistema de riego levantado consistió en tuberías de 16 mm de diámetro y emisores de 4 Lh⁻¹. Se utilizaron sensores de humedad de suelo y un sistema de riego por goteo con tuberías de 16 mm de diámetro y emisores de 2 Lh⁻¹. El sistema de riego levantado consistió en tuberías de 16 mm de diámetro y emisores de 4 Lh⁻¹. Se utilizaron sensores de humedad de suelo y un sistema de riego por goteo con tuberías de 16 mm de diámetro y emisores de 2 Lh⁻¹. El sistema de riego levantado consistió en tuberías de 16 mm de diámetro y emisores de 4 Lh⁻¹.



Fotos 1 a 3. Evolución de las plantas de riego por goteo.
 Foto 4. Ubicación de los sensores de humedad de suelo.

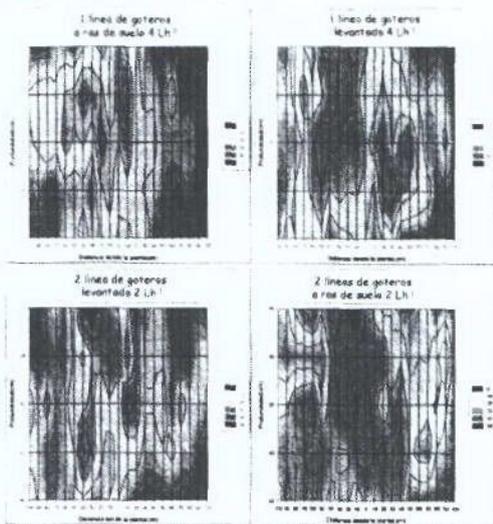


Figura 1. Distribución de índice de humedad en el perfil de suelos.

Sistema de riego	Índice de área foliar
1 línea levantada más a 160 cm de PTE	1,242
2 líneas a una de 160 cm de PTE	1,095
1 línea levantada a 160 cm de PTE	1,325
2 líneas a una de 160 cm de PTE	1,176
Microaspersores	1,417

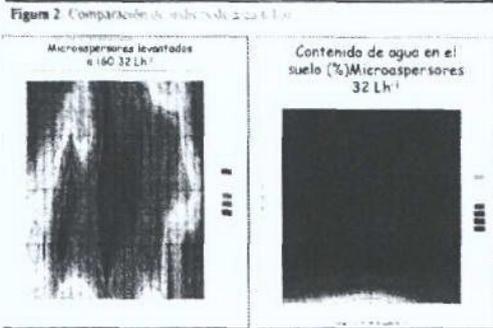


Figura 2. Comparación de índice de suelo a 160 cm.

Conclusiones

Los cambios en la distribución del agua en el suelo, producidos por distintos sistemas de aplicación del agua, afectan directamente el desarrollo vegetativo y el crecimiento de las raíces de las vides. Para este tipo de suelos, la doble línea de goteo presentó una mejor distribución del agua, mayores pesos de poda y más y mejor distribución de codos.

Resultados y Discusión

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de diferentes diseños de riego sobre el crecimiento de las plantas de vid Flame Seedless, a dos años del inicio del estudio. Se evaluaron cuatro diseños de riego: 1 línea de goteo a una tasa de riego de 4 Lh⁻¹, 2 líneas de goteo a una tasa de riego de 2 Lh⁻¹, 1 línea de goteo levantado a una tasa de riego de 4 Lh⁻¹ y 2 líneas de goteo levantado a una tasa de riego de 2 Lh⁻¹. Se midió la distribución de agua en el suelo, el índice de área foliar y el contenido de agua en el suelo. Se utilizaron sensores de humedad de suelo y un sistema de riego por goteo con tuberías de 16 mm de diámetro y emisores de 2 Lh⁻¹. El sistema de riego levantado consistió en tuberías de 16 mm de diámetro y emisores de 4 Lh⁻¹. Se utilizaron sensores de humedad de suelo y un sistema de riego por goteo con tuberías de 16 mm de diámetro y emisores de 2 Lh⁻¹. El sistema de riego levantado consistió en tuberías de 16 mm de diámetro y emisores de 4 Lh⁻¹.

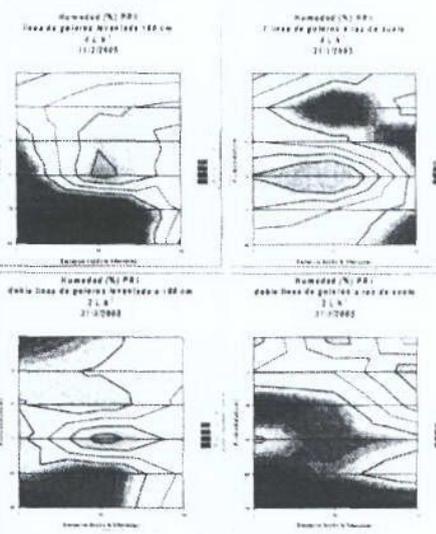


Figura 3. Índice de humedad en el perfil de suelos por PTE.

Correspondencia: Rodrigo Callejas, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Casilla 306, Santiago, Chile. E-mail: rodrigo@uchile.cl



CONTENIDOS

1. Editorial
2. **Proyecto FIA-Raíces.** Crecimiento de raíces y eficiencia de control de los nematodos en vides. Dr. Rodrigo Callejas.
3. **Sitio web:** www.cevid.cl
4. **Eventos**

Editorial

La vid es para nuestro país el principal cultivo frutal, cuya superficie plantada se encuentra en alrededor de 100 mil ha de uva vinífera, 47 mil ha de uva de mesa y cerca de 10 mil ha de uva para pisco (ODEPA; CIREN, 2004).

Dada la larga tradición que tiene la Universidad de Chile en el desarrollo tecnológico en esta área de la agricultura, la Facultad de Ciencias Agronómicas ha conformado el Centro de Estudio de la Vid (CEVID), con el objetivo de hacer más eficiente el trabajo, ya consolidado, de un sinnúmero de académicos de esta Institución.

Una de las principales prioridades de la Facultad de Ciencias Agronómicas, es la extensión y transferencia de los

conocimientos adquiridos a través del desarrollo de múltiples proyectos de investigación, tanto a sus alumnos, profesionales, productores y público en general. Por tal razón, se ha creado el **BOLETÍN TÉCNICO CEVID**, de manera de informar rápidamente de los avances técnicos y científicos sobre la vid.

Esperamos que esta iniciativa sea un verdadero aporte al medio agrícola y genere un mayor acercamiento con el sector productivo.

Proyecto FIA-Raíces.

Crecimiento de raíces y eficiencia de control de los nematodos en vides.

Uno de los principales problemas que debe enfrentar el cultivo de la vid en Chile, es el daño producido en las raíces por el ataque de nematodos. A pesar de todos los esfuerzos realizados en los últimos años y la presencia en el mercado de múltiples productos nematicidas, frecuentemente los daños persisten y no se vislumbra una solución plenamente eficiente.

Todos los expertos relacionados con la nematología y control de este problema en la vid, coinciden que no solamente se requiere mayor información respecto de la especie y cantidad de individuos que se encuentran atacando las raíces, sino que se hace necesario conocer la dinámica de desarrollo de esta plaga durante la temporada, así como la periodicidad del crecimiento de las raíces (Foto 1), de manera de poder perfeccionar o generar una nueva fórmula de control.



Foto 1. Raíces de vid, "Sultanina".

En la actualidad, un productor debe considerar varios factores al momento de determinar un programa de control, tales como:

- a) Diagnóstico de la unidad antes y después del tratamiento (grupo de plantas, cuarteles, sector de riego, etc.).
- b) Pleno conocimiento del comportamiento del sistema de riego (periodo inicial de estabilización y final de lavado).
- c) Elección del nematicida en función de su real acción sobre los nematodos y sus restricciones de uso.
- d) Cálculo del tiempo de inyección del nematicida, en función del gasto del sistema de riego y la concentración de

acción óptima que se debe mantener en la solución suelo.

e) Momentos óptimos para su aplicación en la temporada, basado principalmente en los "peak" de crecimiento de las raíces. De acuerdo a la literatura extranjera, se han determinado fundamentalmente dos momentos: primavera (en torno a la cuaja) y postcosecha.

Proteger a las plantas es fundamental, dada la necesidad de permitir que las nuevas raíces crezcan sin las limitaciones que significan los nematodos. Su acción se traduce en daño a las raíces, las cuales no pueden expresar su crecimiento al ser mutiladas por los procesos de alimentación de esta plaga.

Proyecto FIA-Raíces en la III Región

Uno de los principales objetivos del Proyecto FIA: "Desarrollo de un modelo del crecimiento y una metodología de evaluación de las raíces de la vid, a nivel de campo, como base para el incremento sustentable de la productividad de los parronales de uva de mesa", es mejorar las estrategias de control de los nematodos.

Los primeros resultados obtenidos en la temporada 2004-2005, nos señalan la necesidad de replantear los momentos de control, sobre todo aquel referido al periodo de primavera. Ello, debido a que durante el invierno se han observado notorios indicios de crecimiento de raíces, los cuales se hacen más evidentes en el mes de agosto, a inicio de brotación en la III Región (Figura 1).

Durante ese período, así como durante todo el invierno, la temperatura del suelo en esa zona se eleva por sobre los 6°C, umbral mínimo de crecimiento

determinado para las raíces de la vid (Figura 2).

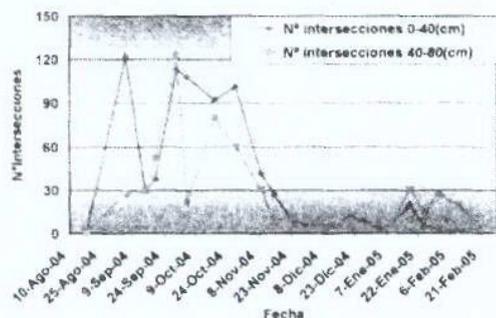


Figura 1. Crecimiento de raíces, expresadas como número de intersecciones evaluadas en "Rizotron", var. Red Globe, temporada 2004-2005, Valle de Copiapó.

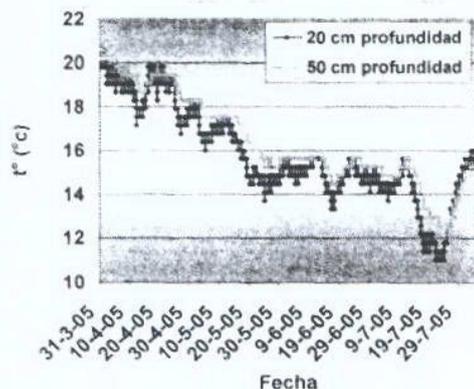


Figura 2. Comportamiento de la temperatura de suelo en invierno el 2005, Valle de Copiapó.

Es factible pensar que el adelantamiento de los tratamientos en primavera (agosto en la III Región), permitiría acceder a un control más eficiente de esta plaga, protegiendo anticipadamente el nuevo crecimiento radical y evitando el daño de muchas puntas blancas que tienden a aparecer más tempranamente de lo que se ha estimado hasta el momento.

Adicionalmente, es importante considerar que la frecuencia de riego en las primeras etapas de crecimiento del brote no es intensa, permitiendo un mayor tiempo de acción del producto en torno a las raíces,

antes de ser lavado por riegos sucesivos. De acuerdo a la Figura 3, se puede observar que las aplicaciones en torno a la cuaja y, sobre todo, en suelos de texturas gruesas, están sujetas a un mayor lavado del producto, bajando la eficiencia de control.

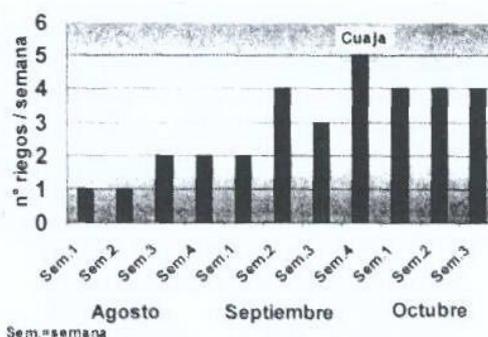


Figura 3. Frecuencia de riego durante el periodo de brotación hasta fruta recién cuajada, en un suelo de texturas gruesas, Valle de Copiapó.

Por lo tanto, se estima que la mejor combinación entre frecuencia de riego y protección de raíces a inicio de su activo crecimiento, se obtiene realizando las aplicaciones del nematocida a partir de la segunda quincena de agosto, situación que debe ser validada con ensayos adicionales. Además, se aconseja realizar observaciones del desarrollo anual del sistema radical para mejorar los criterios de control de esta plaga.

Sitio web: www.cevid.cl

En la actualidad se encuentra en funcionamiento esta nueva página WEB, dependiente del Centro de Estudio de la Vid, Universidad de Chile. En ella encontrarán información relacionada con diferentes aspectos relacionados con la vid, tales como: investigación, extensión, formación, capacitación y sitios de interés, entre otros.

Eventos

El día 03 de agosto se realizó, con la presencia del Sr. Jaime Campos Q., Ministro de Agricultura, el ciclo de encuentros regionales con productores frutícolas, organizado por FEDEFRUTA. En la ocasión, un miembro del CEVID expuso sobre nuevas tecnologías aplicadas a la producción de uva de mesa.

El día miércoles 31 de agosto, con la participación del CEVID, se realizó una reunión de trabajo coordinado por la empresa ANASAC, con un grupo de productores y exportadores de uva de mesa de la V Región y RM, con el objetivo de abordar, en conjunto, la problemática de la generación de

manchas en bayas, principalmente en las variedades Sultanina y Superior. Se determinó un plan de trabajo, para avanzar en la determinación de los posibles factores que estarían involucrados en este fenómeno.



Desarrollo de estrategias de manejo para incrementar en forma sustentable la productividad de los parronales de uva de mesa, a través del estudio, evaluación y promoción del crecimiento del sistema radical de la vid

CEVID, Boletín Técnico editado por el Centro de Estudio de la Vid
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

Director: Dr. sc. agr. Rodrigo Callejas R.

Subdirector: Ph.D. Claudio Pastenes V.

Editores: Rodrigo Callejas R.; Bruno Razeto M.; Juan Carlos Magunacelaya.
Santa Rosa 11315; Casilla 1004 Stgo. F: 02-9785727



CONTENIDOS

1. Editorial
2. Proyecto FDI-Fertirrigación en parronales. Necesidad de una visión integrada del manejo de un parronal.
3. Sitio web: www.cevid.cl
4. Novedades

Editorial

En ciertos lugares de Chile, los productores ya han comenzado a enfrentar las decisiones de manejo de postcosecha (postcosecha activa), principalmente las relacionadas con la fertilización. Sin embargo, es importante considerar 3 aspectos que son prioritarios y están interrelacionado, al momento de iniciar esta actividad:

a) Es fundamental preocuparse de la **condición de las hojas** de las vides, protegiéndolas del ataque de arañitas y oidio. En muchos casos es factible observar graves daños por ambas causas, situación no considerada por los productores, quienes igual gastan dinero en implementar los programas nutricionales durante esta etapa.

b) **Riego en postcosecha** (desde enero en adelante). Se requiere de máxima preocupación respecto de este parámetro. Normalmente las preocupaciones se concentran en los meses de activo crecimiento y con principal atención desde cuaja en adelante, sin embargo, mantener una adecuada condición hídrica de la planta durante los meses de la postcosecha activa, permite que la planta acumule reserva, se exprese un óptimo crecimiento del sistema radical y se prepare para la próxima temporada.

c) Control de los **niveles de sales** en el suelo, si se requiere. Si los valores de conductividad eléctrica a nivel de suelo son altos, es importante iniciar un programa de lavado con el objetivo de ir bajando paulatinamente estos valores a no más de 2 dS/m de CE. Lo anterior requiere de un adecuado diagnóstico en el perfil y control al final del programa implementado.

Proyecto FDI-Fertirrigación en parronales.

Con el apoyo de CORFO y la participación de un sin número de productores del Valle de Copiapó, el CEVID inició sus actividades dentro del marco del proyecto **“Riego y Fertirrigación. Innovación y cambios tecnológicos en el uso racional del agua de riego y fertilización en la optimización del manejo de parronales en el Valle de Copiapó”**.



Foto 1. Vista de un parronal en Copiapó

La experiencia práctica en el Valle, manifiesta que el manejo del agua de riego y la fertilización formarían parte de los principales factores que, si se utilizan en forma inadecuada, estarían generando las condiciones de baja productividad y menor calidad de la fruta. De esta manera se hace primordial estudiar en forma sistemática, bajo las condiciones locales y en forma integrada, el comportamiento de estas dos áreas sobre el desarrollo de las vides.



Foto 2. Equipo fertirrigador (CDTEC)

Se espera adaptar las bases teóricas de la fertirrigación a las condiciones de los parronales, dado que las condiciones de manejo de esta especie son totalmente diferentes a los cultivos (hortalizas), de donde emanó esta tecnología.



Foto 3. Sitio de estudio "Superior"

Este proyecto FDI, pretende generar y validar criterios agronómicos de acuerdo a las necesidades productivas de los parrones de Copiapó, introduciendo nuevas tecnología que inclusive, no están

siendo desarrolladas en el país bajo otro tipo de proyecto. Los productos generados sentarán un importante precedente en el sistema productivo, tanto localmente como a nivel nacional.



Foto 4. Control de la temperatura del agua de riego y su relación con los cambios de la temperatura en el perfil de suelo.

objetivo de complementar los conocimientos que se están generando en los proyectos FIA-Raíces y FDI-Fertirrigación, esta nueva iniciativa INNOVA, abordará bajo los conceptos de sustentabilidad, el estudio de la materia orgánica en parronales. Se suman al equipo de trabajo los profesores Cecilia Baginsky y Oscar Seguel.

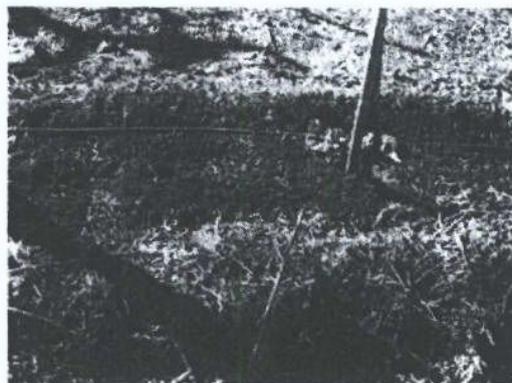


Foto 5. Generación de compost "in situ".

Sitio web: www.cevid.cl

Totalmente renovada se encuentra la página del Centro de Estudio de la Vid, de la Universidad de Chile. Recomendamos su visita, dado los nuevos artículos que han sido recientemente publicados.

Novedades

En los últimos días de diciembre del 2005, se le informó al CEVID la adjudicación de un nuevo proyecto de investigación en parronales. Con el



CONTENIDOS

1. Editorial.
2. Efectos colaterales de las heladas del año 2005.
Dr. Rodrigo Callejas
3. Altas temperaturas y ola de calor afecta racimos durante su desarrollo en la Región Metropolitana.
Dr. Rodrigo Callejas.
4. Uso del minirizotrón como metodología para observar el crecimiento de raíces en la vid.
FIA-PI-C-2003-1-A-037
Dr. Rodrigo Callejas.
5. Novedades.

Editorial

Es común observar en las presentaciones de los proyectos de memorias de título y tesis de magister, que las introducciones se inician haciendo alusión a los menores rendimientos de fruta que se logran en el país, en comparación a otros países con tradición frutícola. Esta condición no la podremos revertir si no se tiene una masa crítica de Ingenieros Agrónomos con sólidos conocimientos, gran interés por el perfeccionamiento permanente, amigos de

la lectura de artículos científicos y visitantes de bibliotecas reales o virtuales. Si no somos capaces de erradicar el *“parece que funciona”*, seguiremos con bajos rendimientos colocando en duda el éxito frutícola de Chile.

El CEVID tiene el claro objetivo de apoyar a aquellos que quieren seguir estudiando y perfeccionándose, tanto en el país como en el extranjero. En el marco de esta tarea, unos de nuestros asistentes y estudiante del magister de fruticultura, José Ignacio Covarrubias, ya se encuentra en una pasantía en Bologna, Italia, bajo la coordinación del Dr. Adamo Rombolà. Esperamos que estos casos se multipliquen y nuestros agrónomos adquieran una nueva forma de hacer fruticultura en Chile.

EFFECTOS COLATERALES DE LAS HELADAS DEL AÑO 2005.

Dr. Rodrigo Callejas

Las graves heladas y bajas temperaturas que se presentaron en la primavera del año 2005 y tal como se preveía, generaron, en muchos casos, menores

producciones por hectárea en dos cosechas consecutivas: a) primero en la temporada 2005-2006, por el daño sobre los brotes en primavera y la menor calidad de los racimos provenientes de brotes del cono secundario (segundo brote) y b) en la temporada 2006-2007, al no preverse en las podas y ajustes de carga, la presencia de un importante número de racimo con un menor desarrollo (cilíndricos, más cortos, menor número de bayas, menor elongación de los hombros, etc.). Esta última condición sería producto de las inadecuadas temperaturas en que se desarrollaron inicialmente las yemas en la primavera del 2005, que posteriormente formó parte del material de poda del invierno del 2006 y responsables de la producción del verano del 2007.



Figura 1. Evaluación de raíces en Kiwi. José Ignacio Covarrubias y André De Piere.

En algunos casos específicos esta condición se marcó aún más, al cambiarse los criterios de poda en variedades fértiles con el objetivo de ahorrarse la amarra de los cargadores, pasando de podas con cargadores de largo medio (5-6 yemas) a poda en pitones.

Estas experiencias nos obligan a insistir en la necesidad de planificar en mejor

forma la labor de poda, considerando entre muchos factores, el comportamiento del clima durante la primavera del año anterior.

El primer paso para lograr el éxito en una temporada, es asegurar la presencia de un número adecuado de racimos (fertilidad efectiva), sin embargo, aún persiste la necesidad de investigación seria de las Universidades e Institutos, para lograr mayor exactitud al momento de tomar decisiones.

ALTAS TEMPERATURAS Y OLA DE CALOR AFECTA RACIMOS DURANTE SU DESARROLLO EN LA ZONA CENTRAL.

Dr. Rodrigo Callejas.

Terminando el año 2006, se presentó un fenómeno de altas temperaturas (ola de calor) en la zona central de Chile, provocando importantes daños sobre los racimos (**Figura 2**).

Desgraciadamente en los Fundos y cuarteles afectados, no se pudo asociar, registrar y analizar esta situación respecto de la condición hídrica de las unidades afectadas. Esto se menciona, dado que el daño no fue parejo y se estima que los parrones que no se encontraban en una óptima condición hídrica, fueron los más afectados. Agradecemos las fotos enviadas por el Ing. Agr. Sergio Ibañez B. de la empresa Bayer CropScience, Chile.

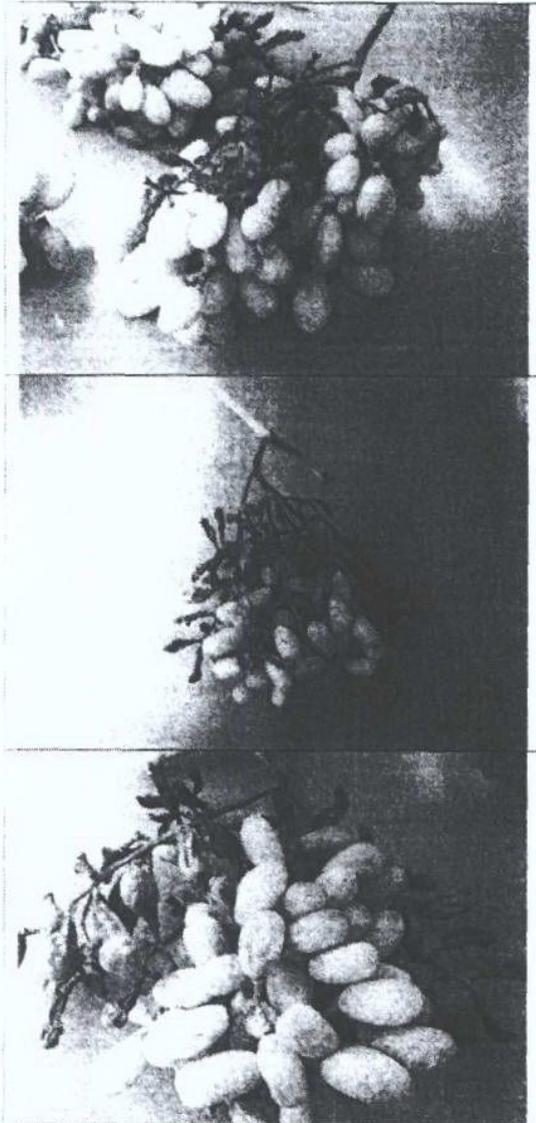


Figura 2. Daño por altas temperaturas en "Sultanina".

USO DEL MINIRIZOTRÓN COMO METODOLOGÍA PARA OBSERVAR EL CRECIMIENTO DE RAÍCES EN LA VID.

Dr. Rodrigo Callejas.

En el marco del proyecto FIA-PI-C-2003-1-A-037, se llevó a cabo el diseño de minirizotrones para la observación rápida

de raíces, fabricados en madera y vidrio. (Figura 3). El objetivo de la instalación, cercano a la zona del tronco de las vides, de estas estructura, es poder realizar un seguimiento constante del crecimiento de las raíces utilizando una metodología rápida, sencilla y práctica, lo que permitirá detectar los momentos de crecimiento del sistema radical. El registro de la información se puede realizar con una cámara digital, existiendo la posibilidad del procesamiento de la imagen con un "software" específico.

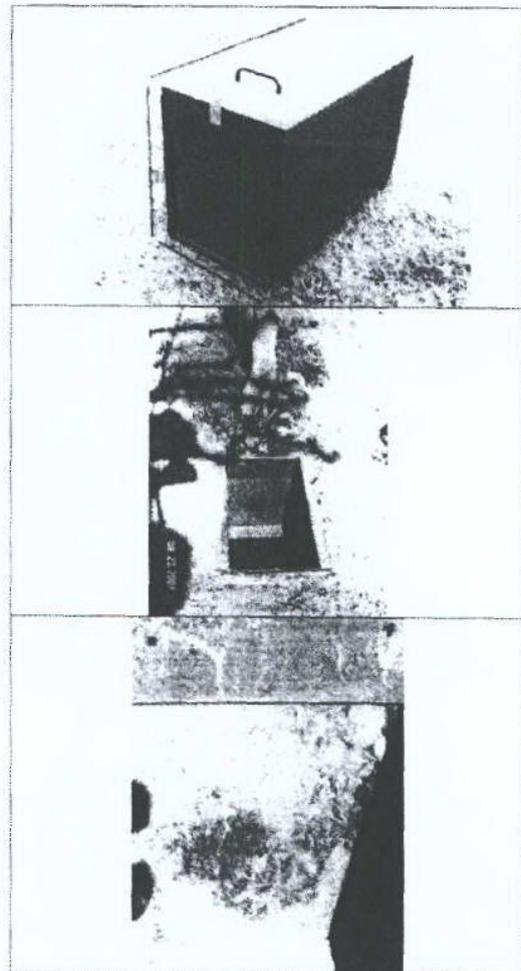


Figura 3. Minirizotron utilizado para la observación del crecimiento del sistema radical en los primeros 50 cm de profundidad.



CONTENIDOS

1. Editorial.
2. Pixie, una nueva variedad de vid.
Dra. Maria Cecilia Peppi
3. Rescatable: John Bruton, el ex Primer Ministro que sacó a Irlanda del subdesarrollo (Extracto de entrevista realizada por Delfau, A. y A. Mardones. 2007. Revista Mensaje N° 559)
4. El instrumento RQflex plus® (Merck, Darmstadt, Germany), es una buena alternativa para ser usado en terreno. INNOVA CORFO 04-CR10PAD-01
Dr. Rodrigo Callejas.
5. Diplomado Fisiología de la vid y manejo de parronales en zonas áridas y semi-áridas.
6. Metodologías empleadas en la evaluación del sistema radical. FIA-PI-C-2003-1-A-037
Dr. Rodrigo Callejas.
7. Visita del Prof. Dr. Juan Vera. CSIC, Murcia España. INNOVA CORFO 04-CR10PAD-01
8. Novedades.

Editorial

La baja del dólar y el difícil repunte en los meses venideros, las alzas en el costo de la mano de obra, combustibles, insumos y la actual legislación laboral, tienen muy preocupados a todos los actores que participan en la industria de la producción y exportación de fruta fresca, principalmente en la uva de mesa.

Algunos productores están saliendo del rubro y otros, cambiando de especie. Sin embargo, la gran mayoría permaneceremos en este negocio, lo que nos obliga a ser más eficientes en la toma de decisiones. Si bien se tienen identificados y se han hecho muchas publicaciones y declaraciones en la prensa sobre cada uno de los factores antes mencionados, se estima que no hay que olvidar algunos aspectos de fondo que esta viviendo la industria productora de uva de mesa y que debemos analizarla con altura de mira. Para ejemplificar lo señalado, plantaremos algunas preguntas al respecto: a) ¿Cuál es la razón de los bajos rendimientos promedios a nivel nacional?, b) ¿Porqué el incremento de

los rendimientos, se ha transformado en una cima difícil de escalar? y c) Si bien en muchos casos las producciones son altas, ¿porqué la calidad final de la fruta termina por transformar el año en un pésimo negocio?.

La forma de concebir la industria de la uva de mesa, bajo la visión, asistencia técnica, asesorías, investigación y extensión de los años 80, 90 y parte del 2000, está obsoleto. Los parámetros económicos actuales nos advierten que el sistema requiere de una re-ingeniería profunda, donde la estructura que sostiene el negocio no se vea violentamente afectada por los ciclos que enfrentan las economías.

Lo que está claro es que la integración de una máxima **CANTIDAD** y **CALIDAD**, se han transformado en los dos pilares fundamentales de esta re-estructuración, pero también está claro que los criterios de manejos implementados en la actualidad a nivel de campo y en la postcosecha, están lejos de permitirnos lograr la meta.

La nueva temporada 2007-2008 ha comenzado y junto a la inestabilidad que se respira en el negocio frutícola, la inestabilidad climática complica aún más el panorama. Esperamos que los criterios de poda, aplicaciones de cianamida hidrogenada y las estrategias de control de helada permitan llegar a primavera con una buena dotación de fruta, que ayude a enfrentar los malos momentos que se viven.

PIXIE, UNA NUEVA VARIEDAD DE VID.

Dra. María Cecilia Peppi

En agosto del 2006 el ARS (Agricultural Research Service) del USDA liberó Pixie, una variedad enana de uva, que con las condiciones adecuadas puede florecer y cuajar fruta durante todo el año. Los racimos de Pixie no tienen valor comercial, sin embargo, el continuo hábito de floración de la planta permite su uso en investigación y en academia (**Figura 1**).

Pixie fue desarrollada por Peter Cousins del USDA ARS-Geneva en colaboración con David Tricoli de The Ralph M. Parsons Foundation Plant Transformation Facility de la Universidad de California-Davis. El Pinot Meunier, una variedad quimérica que presenta una capa con una mutación de baja sensibilidad a giberelinas fue el material base utilizado.

Usando flores de Pinot Meunier -más específicamente anteras- se indujeron callos embriogénicos que al ser tratados con giberélico permitieron obtener plantas de entrenudos muy cortos y que producen flores durante todo el año (en invernadero), sin importar la edad de la planta. Esta vid enana puede ser de 25 cm de largo o incluso menos, y desarrollar racimos que como máximo tienen 10 cm. El ahorro en espacio es de especial interés para genetistas, pero la presencia de yemas, flores, fruta inmadura y fruta madura en una misma planta es seguramente el punto más atractivo para investigadores y estudiantes que pueden utilizar Pixie como planta modelo.

Pixie no está sujeta a patentes y está disponible de sus creadores.



Figura 1. Nueva variedad enana denominada Pixie.

RESCATABLE: JOHN BRUTON, EL EX PRIMER MINISTRO QUE SACÓ A IRLANDA DEL SUB-DESARROLLO (Extracto de entrevista realizada por Delfau, A. y A. Mardones. 2007. Revista Mensaje N° 559)

¿Y fue en su país la Educación un tema importante para lograr el "milagro irlandés"?

Fue muy importante. En Irlanda se instauró más bien tardíamente la Educación secundaria gratuita; no lo hicimos hasta 1966. En cambio, la mayoría de los países europeos lo había hecho a fines de los años cuarenta. Irlanda fue un país pobre por largo tiempo. Cuando entré a la Universidad en 1965, sólo el 11% de la gente de mi edad ingresaba a la Educación superior. Ahora el 57% está yendo a la Universidad y esto es un gran cambio. La historia de Irlanda es una historia de inversión extranjera, que en el último tiempo ha derivado también en mucha innovación doméstica. Pero el empuje inicial vino de la inversión externa. Entonces, para que vinieran los inversores de otros países, teníamos que ser atractivos para ellos, y gracias al cambio en la Educación lo logramos. Debíamos hacer posible no sólo invertir en Irlanda, sino también tener bajos impuestos y la posibilidad de sacar el dinero del país. Que tuvieran la libertad para llevárselo. Si les hubiéramos dicho que debían dejar el dinero en Irlanda, no habrían venido a realizar inversiones.

¿Es posible conciliar un alto crecimiento económico con justicia social?

Pienso que es imposible alcanzar la justicia social en el mundo moderno sin un alto crecimiento

económico. De hecho, es necesario un alto crecimiento económico para poder pagar la justicia social. Observando el mundo de hoy, basado en la economía de mercado, podemos ver que no todos serán capaces de ganar lo que quisieran o lo que la sociedad espera que ganen. Por eso, es necesario tener algo para poder ayudarlos, y la única manera de hacerlo es a través de otra gente a la que le ha ido muy bien y que tiene recursos para compartir.

Eso es cierto, pero con un alto crecimiento económico no se alcanza automáticamente la justicia social.....

No. Para eso es necesario el Estado. El gobierno tiene el rol de promover la justicia social y de decidir cuál es la mejor manera de promoverla. Algunas veces puede ser más importante darle a la gente una buena educación que darle dinero o un sistema de salud perfecto. En ocasiones se tiene que elegir, no se puede hacer todo. Y a veces hay que reconocer que en el mundo moderno, si usted trata de establecer un sistema perfecto de impuestos al trabajo, parte de la gente a la que espera aplicar el impuesto simplemente dejará el país y se irá a otro lugar. Y con ello todos perderán. Es decir, se tiene que hacer ciertas concesiones prácticas.

En Irlanda Uds. lograron un acuerdo entre sindicatos, empresarios y el gobierno. ¿Se trata de una situación única? ¿Cree que es posible que se pueda replicar en otros países?

Pienso que es muy bueno lo que logramos. Pero, por supuesto, como muchas de las cosas que hicimos, se hicieron por presión. Presionados por las circunstancias. Porque tuvimos un tiempo muy duro en los '80 debido a políticas financieras demenciales comenzadas en 1977, y todos reconocieron que si queríamos salir de esos problemas necesitábamos reunirnos y ponernos de acuerdo.

¿Y cómo lo hicieron?

El acuerdo básico entre los sindicatos, los empresarios y el gobierno consistió en lo siguiente: por una parte, los sindicatos aceptarían ejercer menos presión por el aumento de sus salarios y, a cambio, el gobierno les prometió que los beneficios que pudieran lograr económicamente serían gravados con menores impuestos. Fue posible realizar el acuerdo porque mucho antes ya existía un cuerpo llamado Consejo Nacional Económico y Social, donde agricultores, hombres de negocios, empleados y gobierno estaban representados. Ese Consejo produjo muy

buenos informes académicos sobre el problema que enfrentaba el país. Por haber estado trabajando junto a los líderes empresariales y las asociaciones sindicales, preparando estos informes con confianza, se logró que el acuerdo fuera posible. No hubiera sido factible saliendo de la nada. Si hubiéramos puesto repentinamente a todos en un lugar, mostrándoles lo que es aceptable hacer, no creo que hubiéramos podido pasar. Sucedió y fue creciendo naturalmente gracias a los estados previos de cooperación que hubo.

EL INSTRUMENTO RQFLEX PLUS® (MERCK, DARMSTADT, GERMANY), ES UNA BUENA ALTERNATIVA PARA SER USADO EN TERRENO.

Dr. Rodrigo Callejas

El instrumento RQflex plus® (Merck, Darmstadt, Germany), es un equipo manual de reflectometría compuesto por reactivos que permiten evaluar la composición química de una muestra líquida en terreno. Esta característica, permitiría mayor rapidez en la obtención de los resultados, al compararse con el servicio ofrecido por laboratorios especializados. En el marco del proyecto INNOVA CORFO 04-CR10PAD-01 y con el objetivo de determinar la precisión del método analítico del equipo, se procedió a realizar su calibración respecto a la analítica tradicional para la determinación de nitrato, potasio, calcio y magnesio en agua de riego. En forma general, se puede señalar que debido al alto coeficiente de determinación obtenido en las evaluaciones, es factible emplear este instrumento en terreno como herramienta para indicar la composición química del agua de riego.

DIPLOMADO FISIOLÓGIA DE LA VID Y MANEJO DE PARRONALES

EN ZONAS ÁRIDAS Y SEMI-ÁRIDAS.

En el mes de julio del 2007 y gracias a la ayuda del Ing. Agr. Enólogo y exAlumno del Diplomado, Sr. Sergio Toro, se dio inicio en la ciudad de La Serena a la tercera versión del conocido Diplomado en Uva de Mesa que ofrece la Universidad de Chile. Los asistentes en esta oportunidad son:

Lisardo Álvarez
Ricardo Baltra
Sr. Bastía Castillo
José Miguel Bauzá
Marcelo Castro
Manuel Contador
Sebastián Cortéz
Carolina Cruz
Rodrigo Díaz
Guillermo Flores
Andrés Fuenzalida
Eduardo Gálvez
Hernán Gándara
Christian Gisseleire
Cristián Heredia
Rodrigo Hernández
José Miguel Tapia
Constantino Kukulis
Felipe León
Yanett Maureira
Gonzalo Meza
Ricardo Miranda
Daniel Muñoz
Cristián Narea
Georg Polzenius
Marcelo Rojas
Daniel Saavedra
Jaime Toro
Cristián Venegas
Pablo Vera

METODOLOGÍAS EMPLEADAS EN LA EVALUACIÓN DEL SISTEMA RADICAL. FIA-PI-C-2003-1-A-037 **Dr. Rodrigo Callejas.**

Dado el gran interés que hemos detectado, respecto de los métodos utilizados para evaluar el sistema radical en el marco del proyecto de raíces (FIA), a continuación se nombrarán y mostrarán gráficamente cada uno de ellos.

1) Método del barreno: Es factible utilizar el barreno en la toma de muestra, solamente en suelos sin piedras (Figura 2). Se puede hacer un cálculo por volumen de suelo.



Figura 2. Método del barreno

2) Mapeo rápido en calicata. Permite registrar en forma rápida la distribución espacial de las raíces, sin mayores detalles (Figura 3). Este método es aconsejable en el proceso de control del riego, que comúnmente se realiza a nivel de campo.

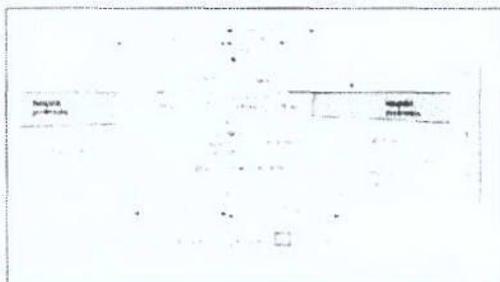


Figura 3. Mapeo rápido en calicata.

3) Mapeo detallado en calicata. Permite determinar con exactitud la cantidad y tamaño de las raíces, de acuerdo a una

escala predeterminada, ubicadas en el perfil de suelo. Esta metodología es la más exacta y recomendada, al momento de evaluar los efectos de productos bioestimulantes aplicados al sistema radical. La información obtenida permite generar gráficos fáciles de entender (Figura 4).

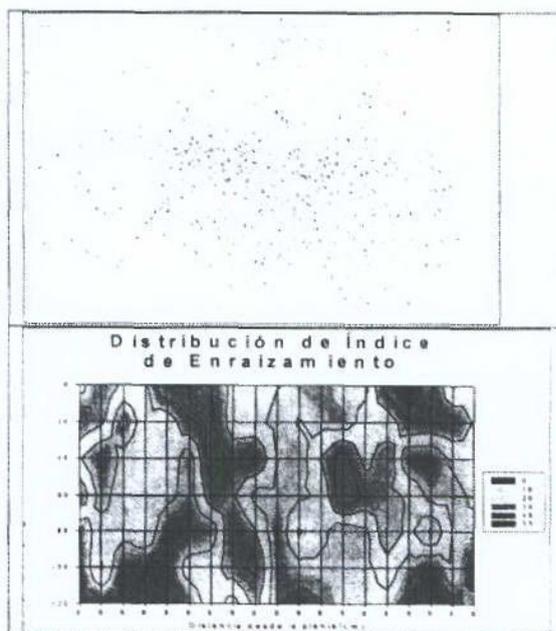


Figura 4. Mapeo detallado en calicata

4) Método de los monolitos. Factible de ser empleados en suelos de texturas medias y finas, sin la presencia de piedras. Permite estimar número de raíces o peso de ellas, respecto de un volumen determinado (Figura 5).

5) Empleo de jaulas de enraizamiento. Esta metodología involucra poda de raíces al ser instaladas las jaulas en el suelo. La experiencia nos señala que requiere de un gran número de repeticiones por plantas, dada la alta variabilidad de la información obtenida en cada una de ellas (Figura 6).

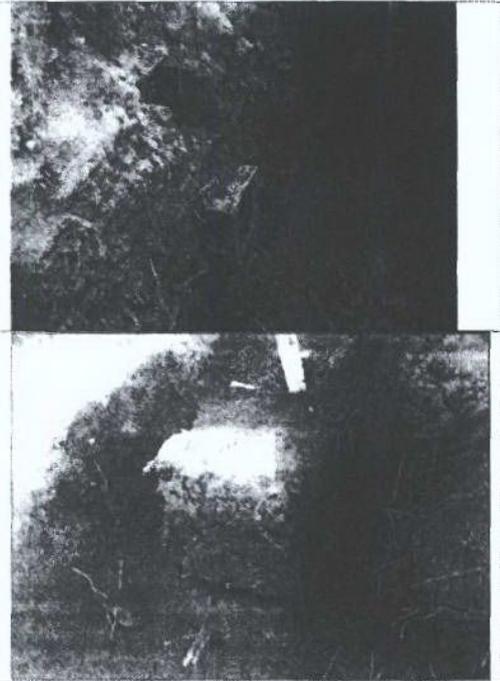


Figura 5. Métodos del monolito.

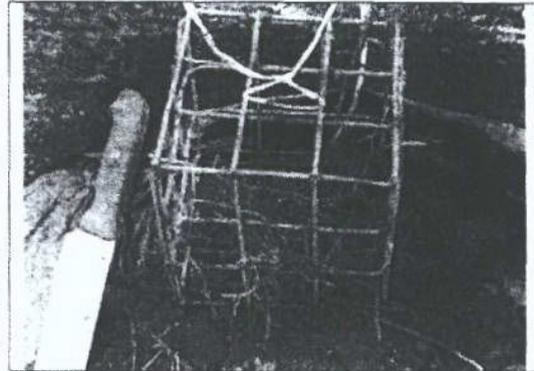
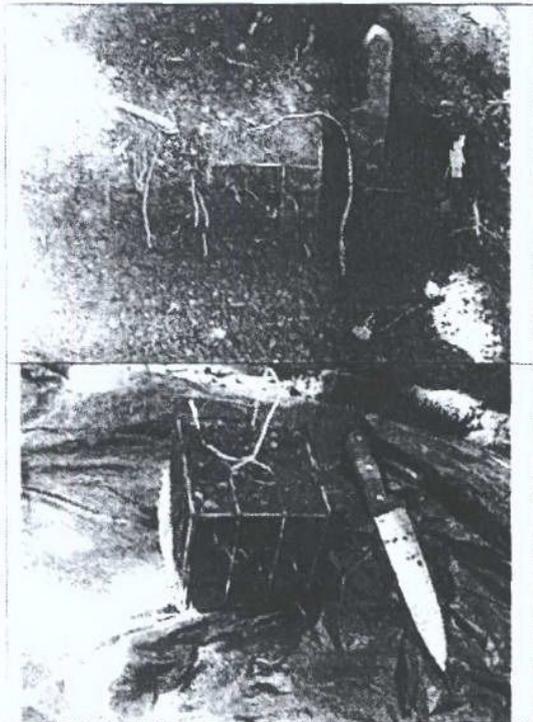


Figura 6. Jaulas de enraizamiento.

Finalmente, es importante señalar que las conclusiones que se puedan generar al estudiar las raíces en el perfil de suelo, al realizar ensayos y probar técnicas de inducción de crecimiento de raíces, deben ser sistemáticamente evaluadas bajos los principios del método científico y no solamente por la apreciación visual del que cree ver algo diferente.

Luego de 4 años de trabajo en esta área, gracias al financiamiento FIA, la experiencia nos señala que es una labor lenta, sucia y con alta variabilidad en los resultados, pero que requiere de mayores estudios científicos para valorizar su aporte en el éxito de la producción frutícola.

VISITA DEL PROF. DR. JUAN VERA. CSIC, MURCIA, ESPAÑA. INNOVA CORFO 04-CR10PAD-01

En el marco del proyecto INNOVA CORFO 04-CR10PAD-01; nos visitó en el mes de julio el Prof. Dr. Juan Vera, del CSIC, Murcia, España. Durante su estadía se visitaron los lugares de ensayo del proyecto de fertirrigación en la III Región, se reunió con productores tanto de la III como de la IV regiones y se realizaron reuniones con profesores y

alumnos de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.



Figura 7. Visita del Prof. Dr. Juan Vera. Reunión en terreno y seminario.

Novedades

En el mes de agosto se espera la visita del Prof. Dr. Adamo Rombola, Universidad de Bologna, Italia, en el marco del proyecto INNOVA CORFO 04-CR10PAD-01.

CEVID, Boletín Técnico editado por el Centro de Estudio de la Vid
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.
Director: Dr. sc. agr. Rodrigo Callejas R.
Subdirector: Ph.D. Cecilia Peppi A.
Editores: Rodrigo Callejas R.; Carlos Benavides y Erika Kania K..
Santa Rosa 11315; Casilla 1004 Stgo. F: 02-9785727



LA RAÍZ DEL PROBLEMA, del bajo potencial productivo de los parrones de uva de mesa, ESTÁ EN LA RAÍZ

Rodrigo Callejas R.⁽¹⁾; José Tomás Wieczorek V.⁽²⁾; Carolina Kusch G.⁽²⁾

(1) Dr. sc. agr. Universidad de Chile; (2) Licenciados en Ciencias Agrarias. Universidad de Chile.

Resumen

A pesar de los grandes avances que se han realizado en el conocimiento del comportamiento de la parte aérea de las vides, se ha determinado que el mejoramiento del potencial productivo de los parrones requiere del manejo integral de diferentes factores que afectan el funcionamiento de las raíces, tales como: el riego, el tipo de raíces, crecimiento anual de ellas, daño por nemátodos, condición física y química del suelo, etc.; convirtiéndose la observación permanente de calicatas ("calicateo"), en una de las herramientas claves en el éxito productivo. Sin embargo, esta actividad presenta varias desventajas para el productor, cuya aplicabilidad, basado en el conocimiento práctico, la hace muy compleja. Dado lo anteriormente planteado y con el apoyo de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), se está llevando a cabo un proyecto de investigación en torno a las raíces, y de innovación en el control de los factores que afectan su desarrollo, de manera de incrementar el potencial productivo y optimizar el manejo técnico de los parrones.

Palabras claves: Raíz, Uva de Mesa, Vid, Sales, Calicata.

Introducción

Señalar en la actualidad que Chile es uno de los principales productores de uva de mesa, parece fácil de entender dado el prestigio como exportador de fruta que ostenta el país a nivel mundial. Si bien existe conciencia de las favorables condiciones climáticas en que se desarrolla la fruticultura en Chile, es importante destacar que el éxito también ha sido posible debido al esfuerzo y las capacidades desarrolladas en los últimos 40 años, por los productores, exportadores, técnicos especialistas, asesores e investigadores. En los primeros decenios se importó tecnología y conocimiento, lo que permitió el rápido desarrollo de la producción de esta especie, sin embargo, la diversidad climática de las zonas productoras en el país, las características químicas y físicas de los suelos, la opción de diferentes sistemas y criterios de riego, presencia de plagas, enfermedades y exigencias nutricionales, etc., generó la necesidad de tomar nuestro propio rumbo, en el desarrollo de investigación aplicada para solucionar los problemas que se han presentado a nivel local. Uno de los ejemplos más claros, se refiere a las tecnologías de producción implementadas en zonas áridas, que posee características específicas cuya aplicación debe ser diseñada de acuerdo a la experiencia de cada predio en particular.

Chile sigue dando pasos importantes en sus sistemas productivos, de manera de satisfacer la demanda creciente de uva de mesa, cada vez más exigente del punto de vista de calidad. Más que nunca los productores deben integrar correctamente

todas las labores culturales y aplicar medidas de cultivo y de producción, aceptadas y controladas, de modo de garantizar que la uva sea producida en una forma no dañina al medio ambiente y la salud humana, satisfaciendo las máximas exigencias de los consumidores (Callejas y Kania, 2002).

Debido a lo anterior, podemos señalar que nos enfrentamos a una segunda etapa en el desarrollo productivo de la uva de mesa, donde el concepto "eficiencia en el uso de los recursos" está jugando un rol fundamental en el éxito del negocio, ya sea por la necesidad de controlar los costos o para cumplir con los nuevos programas de exportación bajo los conceptos de sustentabilidad e inocuidad ambiental.

Los avances en el conocimiento del comportamiento y manejo de la parte aérea de las vides, ha permitido alcanzar los rendimientos que actualmente se registran en el país. Sin embargo, la posibilidad de mantener o mejorar el potencial productivo de los parrones y la calidad de la fruta exportada, requiere necesariamente del manejo eficiente de los diferentes factores que afectan el funcionamiento de la raíz, tales como: calidad y manejo del agua de riego, control de nematodos y otras plagas, manejo de las sales del suelo, condiciones físicas y químicas del suelo, dinámica de la temperatura del suelo, contenidos de materia orgánica, uso complementario de guano, compost y cubiertas vegetales, etc.

Si bien en el país se han realizado trabajos prácticos y proyectos de investigación, que han abordado los efectos en las vides de algunos de los factores antes señalados, en la gran mayoría de los casos la atención se ha concentrado en los cambios generados en la parte aérea de la planta, siendo muy escasos los esfuerzos por entender las alteraciones provocadas a nivel del sistema radical. Esta situación es fácil de entender, dado lo complejo y la demanda de tiempo y dinero requerido al momento de implementar evaluaciones en esta parte de la planta.

La observación permanente de calicatas en los parronales

En la actualidad, situación compartida por un sin número de productores y técnicos en el país, el éxito productivo de un parronal requiere obligatoriamente de la observación permanente de calicatas ("calicateo"). Esta técnica, adaptada a sus necesidades por los fruticultores a partir de los protocolos utilizados por los especialistas en suelo, fue difundida ampliamente en Chile por el Dr. Ing. Agr. Eduardo Alonso. La experiencia práctica generada por él, a partir de la década de los 80 en la zona norte del país, ha permitido realizar cambios importantes en los sistemas productivos de los parrones, lo que ha quedado reflejado en el incremento del potencial productivo de las vides.

Se rescata adicionalmente de esta experiencia, que es fundamental buscar permanentemente nuevas metodologías que nos permitan seguir avanzando en la generación de modernos métodos de cultivo, los que permitan acceder a mayores producciones, constantes en el tiempo y de mejor calidad.

La toma de decisión respecto del manejo del riego y las sales a través de la observación permanente de calicatas (fotos 1 y 2), es una técnica compleja que requiere de mucha práctica y experiencia.



Foto 1. Calicata en parronal

Foto 2. Observaciones en calicata

A pesar de los buenos resultados de esta metodología, es importante considerar que presenta ciertas desventajas:

- a) Es lenta, lo que afecta la oportunidad de hacer otras labores y no permite realizar un número adecuado de calicatas acorde con el tamaño y los problemas de cada predio.
- b) Demanda mucho trabajo físico y dinero.
- c) Es subjetiva. Normalmente el dueño o el administrador y en muchos casos solamente el asesor, quien realiza sus visitas una vez por mes, son capaces de ir modelando el criterio que debe ser aplicado en el predio. En la mayoría de los casos, si el dueño o el asesor no pueden estar presentes en el predio, se convierte el proceso de decisión en un problema crítico de solucionar. Lo anterior se debe a que la práctica señala que las parras son muy sensibles frente a equivocaciones en el criterio de manejo, sobre todo en condiciones edáficas complejas (discontinuidades litológicas, sales, sistemas de riego subdimensionados, sistemas de riego mal diseñados, diferencias varietales, etc.).
- d) Es difícil capacitar y traspasar la responsabilidad del monitoreo y aplicación de un criterio a un subalterno.
- e) Falta de una metodología práctica para registrar la información observada. En la forma que se realiza actualmente no es factible registrar lo observado, así como la respuesta del suelo y las raíces a un cambio en el manejo o ensayos de experimentación práctica. Al pasar el tiempo, los detalles observados se olvidan, no quedan escritos y se pierde en gran medida una valiosa información generada con mucho esfuerzo físico y de dinero. Se requiere por lo tanto volver a repetir todos los años las observaciones en el predio.
- f) La información no es reproducible. Dado lo subjetivo del sistema y la falta de una cuantificación efectiva, la información no puede ser traspasada a otros productores ya que el lenguaje para expresar "lo que se vio en el suelo" responde solamente a la experiencia de la persona que lo realizó. Esta situación puede llevar a cometer grandes errores cuando un criterio se trata de aplicar en un predio "A", interpretando lo que se hizo en un predio "B".

Puntos críticos que afectan el desarrollo de las raíces en los parronales

A continuación se mencionará una serie de problemas detectados a través de la observación permanente de calicatas y que afectan directamente el desarrollo del sistema radical y por ende, forman parte de aquellos factores que limitan el potencial productivo de los parronales.

El perfil de suelo generalmente es heterogéneo y algunas de sus condiciones presentan cambios importantes durante la temporada. Para un mejor entendimiento de las observaciones que se señalarán a continuación, se ha separado el perfil en 5 sectores de acuerdo a lo señalado en la **Figura 1**.

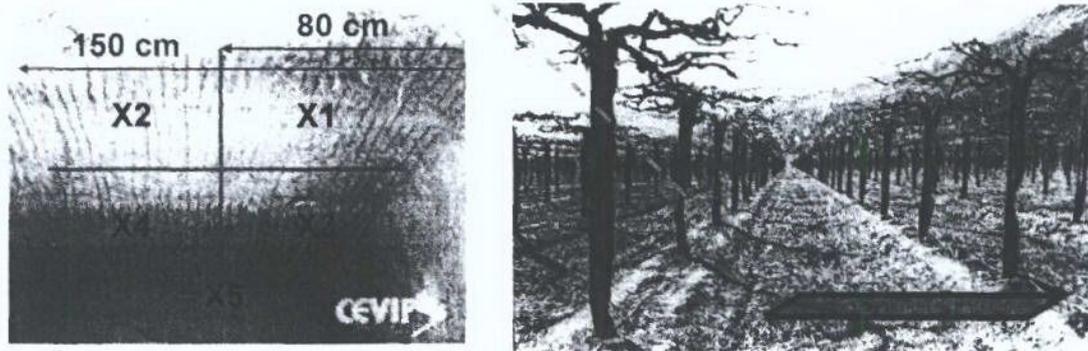


Figura 1. Esquema de un perfil de suelo, separado en 5 sectores.

Déficit hídrico y sus efectos sobre el crecimiento de las raíces

Bresler (1977), citado por Salgado y Lazo (1997), afirma que el sistema radical de árboles frutales se adapta al volumen de suelo mojado por el sistema de riego localizado, aumentando la densidad radical y la eficiencia de extracción de agua y nutrientes. Sin embargo es importante considerar, que durante el invierno las lluvias proporcionan agua al suelo, incluyendo el área de la entre-hilera (X2, **Figura 1**), lo que altera el patrón de crecimiento y distribución de las raíces en el perfil de suelo (Van Zyl, 1988), colonizando sectores de suelo menos poblados y con una mayor fertilidad natural durante la primavera. Si esta situación no es considerada en el plan de manejo de la temporada, se generarán problemas de déficit hídrico en esa zona (**Figura 2**), afectando en forma importante el desarrollo de la planta, así como la cantidad y calidad de la fruta producida.

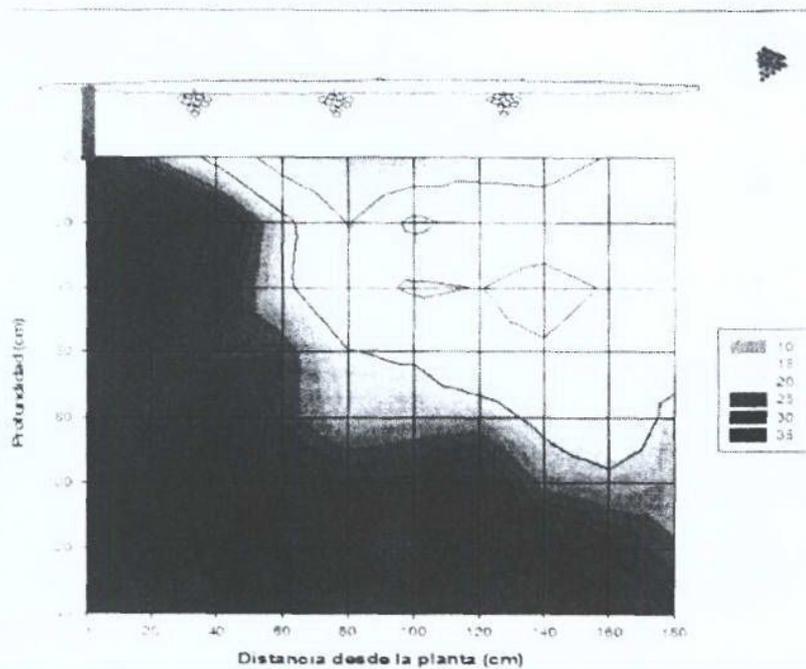


Figura 2. Perfil de suelo con sector de la entre hilera, con bajo e inadecuado contenido de agua para las raíces. Evaluación realizada con instrumento WET Sensor.

El déficit hídrico detectado por las raíces, que en muchos casos puede llevar a la muerte de ellas, induce importantes cambios en los niveles hormonales, aumentando de manera significativa los niveles de ácido abscísico (ABA) en la planta, alcanzando valores 40 veces superiores respecto de plantas bien hidratadas (Barceló, 1990). Paralelamente, esta situación de estrés promueve la disminución de la concentración de citoquininas en el xilema y por ende la dotación de ella en la parte aérea, afectando un sin número de procesos en la planta. Lo más importante de todas estas reacciones es que afectan negativamente el crecimiento de la parte aérea y reduce el crecimiento de las bayas, impactando directamente sobre el potencial productivo de los parrones.

Suelos saturados y sus efectos sobre el crecimiento de las raíces

En la vid, la mayor parte de las raíces se presentan en el primer metro, aunque algunas raíces individuales pueden penetrar a profundidades de seis metros o más (Van Huyssteen, 1988). En la parte superior de esta zona se concentran las raíces laterales finas, comprendiendo la mayor parte de la superficie absorbente (Richards, 1983).

Se ha podido detectar, a través de evaluaciones a nivel de campo, que el uso de largos tiempos de riego (empleo de importantes cargas de aguas) durante varias temporadas, con el objetivo de llegar con este elemento a sectores que presentan déficit hídrico, tales como la entre hilera (X2, Figura 1 y Figura 2) y sectores más profundos del suelo con importantes cambios texturales (X3, X4 y X5; Figura 1), generan un sector aledaño al cuello de la planta permanentemente saturado de aproximadamente 35 cm de diámetro (Figura 3), donde las raíces finas absorbente tienden a desaparecer (Figura 4). Esta situación es menos evidente en suelos de texturas gruesas.

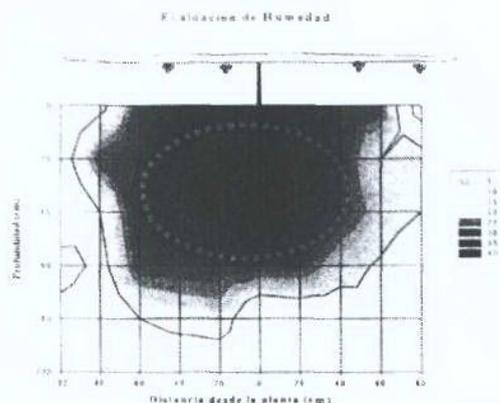


Figura 3. Sector del perfil de suelo saturado

Figura 4. Cantidad de raíces por decímetro cuadrado en un suelo franco.

Sales del suelo y sus efectos sobre el crecimiento de las raíces

Se ha determinado para la situación del Valle de Copiapó, III Región, que uno de los factores claves para lograr que las vides expresen su máximo potencial productivo en esas condiciones edafoclimáticas, es la implementación de un sistema de seguimiento de los contenidos de sales del suelo y la implementación de un sistema de control permanente (Callejas *et al.*, 2002). Si bien el inicio de la brotación puede ser catalogado como el momento más crítico, el control debe proseguir durante la temporada de crecimiento y desarrollo de la fruta, de manera de no permitir que los contenidos de sales sobrepasen en lo posible los 2 dS m⁻¹ (Figura 5).

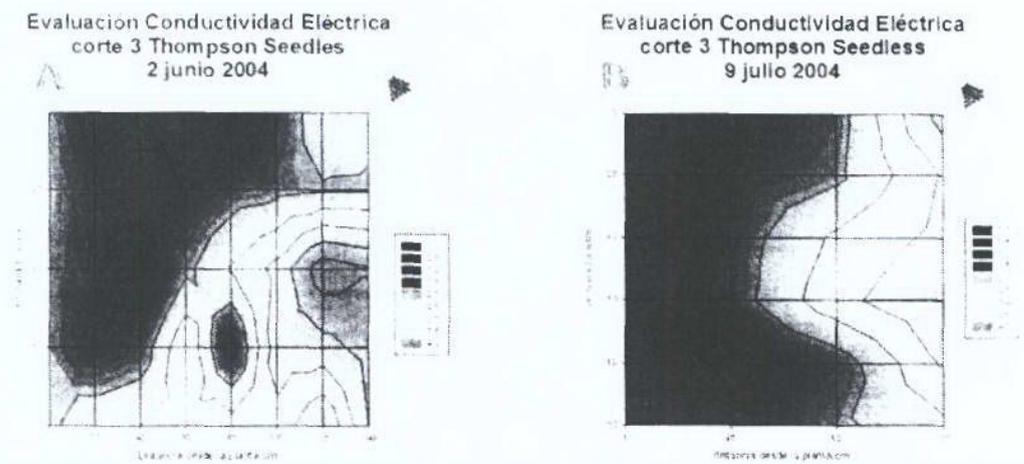


Figura 5. Evaluación del contenido de sales antes de iniciar un programa de lavado invernal (A) y posterior a la aplicación de 1500 m³ de agua (B), en un suelo franco, Copiapó, III Región.

El aumento de la concentración de las sales y el potencial osmótico de la solución suelo, disminuye la disponibilidad de agua en la zona de raíces y con ello en la planta, generando cuadros de déficit hídricos con las consecuencias antes señaladas. Adicionalmente, bajo estas condiciones, las plantas absorben iones indeseados que provocan claros síntomas de toxicidad (Ej: Na, Cl y B), alterando el normal crecimiento del sistema radical y de la planta en general.

Es importante mencionar, que no solamente hay que preocuparse de este factor bajo condiciones de alto nivel de sales en el agua de riego, ya que se ha podido detectar, por ejemplo, que en algunos casos, aplicaciones de guano fresco de vacuno en

cobertera ($40 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$), elevan en forma considerable el contenido de sales del suelo en la zona de raíces, situación que debe ser evitada (Figura 6).

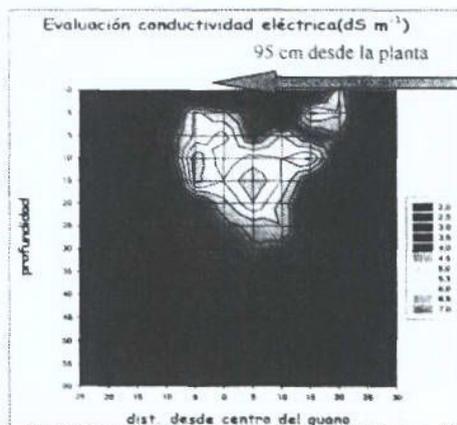


Figura 6. Efecto de la aplicación de guano fresco sobre el incremento de la conductividad eléctrica (CE) en el suelo.

Compactación del suelo y sus efectos sobre el crecimiento de las raíces

El permanente tráfico de maquinaria causa una compresión directa del suelo, provocando situaciones indeseadas de compactación (figuras 7 y 8). Sin embargo, no solamente la maquinaria es responsable de este problema, ya que se ha detectado una significativa compresión del suelo en la sobre hilera, debido al tránsito constante del personal que trabaja en los parronales durante la temporada.

La condición antes señalada genera una serie de problemas agronómicos, tales como: menor movilidad del agua de riego hacia la lateral, mayor acumulación de sales en y alrededor de la zona compactada y menor presencia de raíces en activo crecimiento.

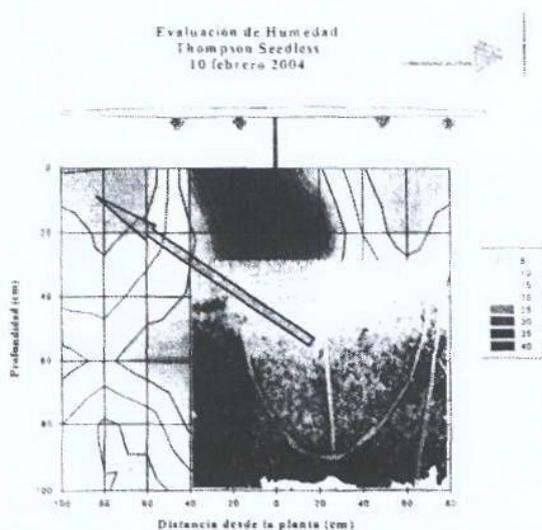


Figura 7. Zona compactada por el paso del tractor.

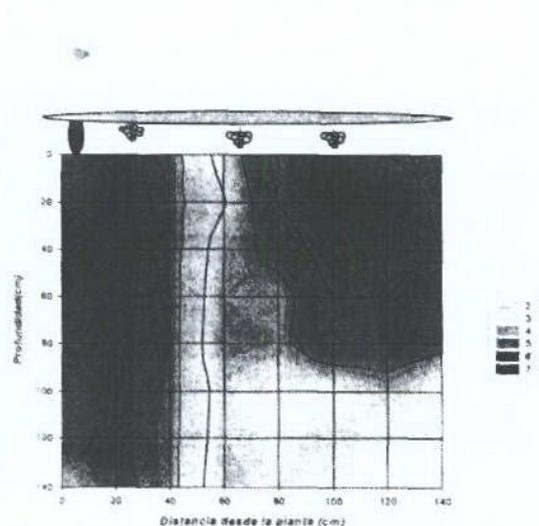


Figura 8. Evaluación de la compactación del suelo

Es importante mencionar que la falta de estabilidad estructural gatilla una serie de problemas de manejo, entre los que se pueden mencionar: sellamiento de poros, encostramiento superficial, reducción de la infiltrabilidad, aumento de la resistencia mecánica, disminución de la permeabilidad y acumulación de sales solubles.

El buen desarrollo de las raíces no solamente requiere de una adecuada dotación de agua en el suelo, sino de adecuados niveles de oxígeno, por lo cual es fundamental enfrentar eficientemente los problemas antes señalados para generar las condiciones que requieren las raíces de la vid para crecer.

Los nematodos y sus efectos sobre el crecimiento de las raíces

Todos los expertos relacionados con la nematología y control de este problema en la vid, coinciden que no solamente se requiere mayor información respecto de la especie y cantidad de individuos que se encuentran atacando las raíces de esta planta (Mckenry, 1985), sino que se hace necesario conocer la dinámica de desarrollo de esta plaga durante la temporada, así como la periodicidad del crecimiento de las raíces, de manera de poder perfeccionar o generar una nueva fórmula de control. Hay que considerar que este punto es crítico para el productor, dado el costo de las aplicaciones que suelen realizar.

La acción de los nematodos, se traduce en daño a las raíces, las que no pueden expresar su crecimiento al ser mutiladas por los procesos de alimentación de los nematodos (Figura 9), dado que con sus estiletes succionan los líquidos celulares, destruyendo las células de los extremos de la raíz, las que presentan la mayor actividad de divisiones celulares. Es este sector de la raíz donde se expresa la mayor potencialidad de crecimiento (Magunacelaya, 1995).

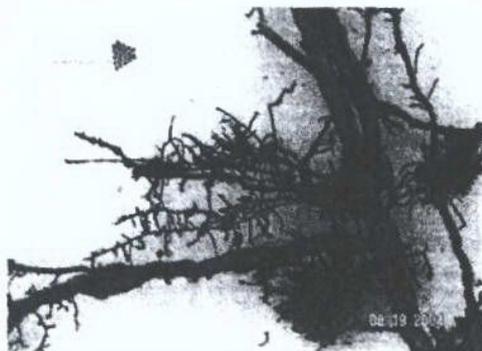


Figura 9. Raíces de vid atacadas por nematodos



Figura 10. Presencia de Margarodes en raíces de vid

Margarodes. El daño económico que podrían estar provocando los margadores en parronales de uva de mesa (Figura 10), adolece aún de un estudio sistemático y duradero en el tiempo. Evaluaciones a nivel de campo han permitido detectar predios de la Zona Central de Chile con elevada población de estos individuos. Muchas veces no se dimensiona eficientemente su presencia, dado que tienden a concentrarse en la entre hilera donde el suelo presenta menor contenido de agua (X2 y X4, Figura 1). En muchos de estos casos no se observan en la sobre hilera (bajo el gotero).

Déficit nutricional y sus efectos sobre el crecimiento de las raíces

Normalmente los estudios que abordan la disponibilidad de nutrientes en el suelo y su relación con el sistema radical, apuntan a determinar el rol de este órgano en satisfacer la demanda de nutrientes de la parte aérea de la vid, y no a considerar una posible deficiencia en forma integral debido a que ésta afecta directamente el adecuado desarrollo de las raíces.

La evaluación de la fertilidad de suelo sigue siendo una herramienta fundamental en la producción de uva de mesa y su ejecución a nivel predial e interpretación de los resultados, de acuerdo a pautas específicas deben ser considerados como un factor importante en la búsqueda del máximo potencial productivo de los parrones.

Chile es un país muy heterogéneo respecto de las características físicas y químicas del suelo, así como de la calidad de las aguas de riego, generando importantes variaciones en la disponibilidad de nutrientes a nivel local. El solo hecho que en un mismo predio se presenten cambios texturales radicales (texturas gruesas y texturas finas, **Figura 11**), involucra un cambio importante en el criterio de fertilización.



Figura 11. La textura de suelo afecta el criterio de fertilización.

En la práctica se menciona que las deficiencias de los elementos N, P y K están asociadas a menores tasas de crecimiento del sistema radical, *sin embargo*, es importante considerar que cada elemento en el suelo juega un rol importante en el correcto desarrollo de este órgano. Desgraciadamente, se han detectado frecuentemente deficiencias importantes de algunos elementos en el suelo, que en muchos casos no son tomados en cuenta por el productor, tales como P, B, Zn y Mg, que estarían afectando la nutrición del sistema radical.

Sin tomar en cuenta el rol de almacenamiento de reservas por parte de las raíces, se ha planteado que gran parte de las funciones de este órgano parecen ser más operativas cuando el sistema radical presenta un activo crecimiento (Richards, 1983), situación que se encontraría directamente relacionada con un mayor potencial productivo de los parrones. Lo anterior nos obliga a entregarle a la raíz todas aquellas condiciones que favorezcan la prolongación de su ciclo de crecimiento y ramificación en el suelo.

Si bien lo anterior parece algo obvio, en la práctica no ha sido utilizado como una herramienta para mejorar el potencial de las plantas, debido principalmente al desconocimiento que existe de esta parte de las vides. Por tales razones, el trabajo conjunto de varias empresas de la III Región, liderados por el Sr. **Fernando Prohens E.**, la **Fundación para la Innovación Agraria (FIA)** y la **Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile (CEVID)**, ha permitido el desarrollo de un proyecto (FIA PI-C-2003-1-A-037) destinado a dilucidar los efectos de muchos de los factores antes mencionados sobre el crecimiento del sistema radical, de manera de incrementar el potencial productivo y calidad de la uva de mesa destinada a la exportación.

Literatura citada

- BARCELÓ, J. 1990. Fisiología vegetal. Ediciones pirámide S.A., Madrid, España. 787p.
- CALLEJAS, R. Y KANIA, E. 2002. Desarrollo de un sistema de producción integrada de uva de mesa temprana para exportación, en el valle de Copiapó, III Región. 53 er Congreso Agronómico de Chile. 3-6 de diciembre de 2002. Santiago, Chile.
- CALLEJAS, R. BENAVIDES, C Y KANIA, E. 2002. Control y seguimiento de los niveles de sales en el suelo a través de lavado invernal, en patronales de la parte alta del valle de Copiapó, III Región. 53 er Congreso Agronómico de Chile. 3-6 de diciembre de 2002. Santiago, Chile.
- MAGUNACELAYA, J. 1995. Nemátodos fitoparásitos, hábitat, relaciones planta-parásito, concepto de muestreo, p. 8 - 17 In ABALLAY, E. y MAGUNACELAYA, J. 1995. Nematología agrícola básica. 76 P.
- MCKENRY, M. 1984. Grape root phenology relative to control of parasitic nemátodes. American journal of enology and viticulture. 35 (4): 206-210.
- RICHARDS, D. 1983. The grape root system. Horticultural Reviews 5:127-168.
- SALGADO, E. y LAZO, A. 1997. Distribución espacial de las raíces del Chirimoyo cv. Bronceada, bajo riego por goteo y microaspersión. Simiente 67(3-4):113-119.



LA RAÍZ DE LA VID: SU ESTUDIO ES GARANTÍA DEL INCREMENTO DEL POTENCIAL PRODUCTIVO

Rodrigo Callejas R.

Dr. sc. agr. Universidad de Chile.

Carlos Benavides Z.

Ing. Agr. CEVID- U. de U. de Chile.

Resumen

El desarrollo de conocimiento del sistema radical, en conjunto con algunos productores de la Región de Atacama, ha permitido ir encontrando una positiva relación con el mejoramiento de las condiciones de los parronales y la calidad de la uva producida. Estos estudios han permitido mayor eficiencia en el manejo de diferentes factores que afectan el funcionamiento de las raíces, tales como: mal criterio de riego, falta de oxígeno, daño por nematodos, alta salinidad y características físicas inadecuadas del suelo, etc. Esto ha llevado a que la observación permanente de calicatas ("calicateo"), probadamente se ha convertido en uno de los factores claves en el éxito productivo. Debido a la gran importancia que se le otorga al conocimiento de las raíces en otras partes del mundo y que, hasta la fecha no existían estudios sistemáticos sobre el crecimiento y desarrollo del sistema radical de la vid en Chile, la Fundación para la Innovación Agraria (Proyecto FIA PI-C-2003-1-A-037) ha permitido en conjunto con un grupo de productores de la III Región, dar los primeros pasos hacia la investigación de esta estructura de la planta, basado en la convicción que el futuro de muchos frutales también dependerán de la capacidad de los productores en manejar el sistema radical. Se presenta una revisión bibliográfica sobre el crecimiento de las raíces y el análisis de los factores más importantes que la afectan.

Palabras clave: raíz, sistema radical, vid, uva de mesa, parrones, propiedades del suelo.

Introducción

Normalmente se ha tratado de relacionar el potencial productivo de las vides con el desarrollo de la parte aérea de la planta. Para esto se han hecho a nivel mundial innumerables estudios respecto de los mecanismos que estarían controlando esta relación, tales como: a) el efecto del sombreadamiento (falta de un nivel óptimo de luz) entre las diferentes estructuras de la parte aérea de la planta; b) las relaciones generadas entre los órganos fuentes (hojas) y los sumideros (bayas) y, c) los

procesos de inhibición correlativa, etc. En todos éstos, la parte aérea de la planta ha sido profundamente estudiada, dejando de lado el estudio del comportamiento de las raíces. Lo anterior es bastante extraño, dado que se ha demostrado la existencia de un equilibrio funcional entre la parte aérea y la raíz (Davidson, 1969; Van Noordwijk y Willigen, 1987), situación a la que no se le ha dado la importancia que merece.

Es común encontrar en la introducción de los artículos científicos y de divulgación sobre raíces a nivel mundial: "la raíz es la estructura que no ha merecido la atención que se debe, por eso..."; culminando en las conclusiones: "es fundamental, que a pesar de lo engorroso del estudio de las raíces, se siga realizando, dada la gran relación que existe entre el potencial productivo y el sistema radical". Si nos remitimos a nuestra condición local, la información al respecto es mínima, aislada o forma un apéndice dentro de otro tipo de investigación.

Lo anterior y aquellos antecedentes que entregaremos a continuación, dejarán claramente establecido que la investigación que se lleva a cabo en la III Región del país, a través del proyecto FIA (PI-C-2003-1A-037), será una significativa innovación para el rubro uva de mesa a nivel nacional (Callejas *et al.*, 2004), debido a que se sentarán las bases para futuras investigaciones sistemáticas en este tema.

¿Cuándo crecen las raíces de la vid, bajo nuestras condiciones edafoclimáticas?

Una de las grandes diferencias que presenta la vid respecto de los otros frutales (Rogers y Head, 1969; Cockroft y Olsson, 1972), y que pueden ser el origen de algunos problemas importantes en la primera etapa del desarrollo del brote, es el desacople entre el inicio del crecimiento del brote y la raíz. Tal como lo señala Freeman y Smart (1976), el inicio del crecimiento de la raíz "Shiraz" en la primavera, se produciría aproximadamente 10 semanas más tarde que la del brote. Esta posterior actividad de la raíz se ve corroborada por las evaluaciones de producción de hormona realizadas por Lilov y Andonova (1976) y Niimi y Torikata (1978). En uno de los únicos trabajos realizados en Chile, IV Región, variedad Gold en doble cruceta, Ibacache y Lobato (1995) corroboraron este desfase entre ambos crecimientos.

Una de las razones que se esgrime para explicar este comportamiento, radica en la relación entre la raíz y la temperatura del suelo, factor que estaría controlando el inicio y término del crecimiento anual del sistema radical. Para que éste se inicie se necesita, a lo menos 6°C, siendo el óptimo (evaluaciones en laboratorio) 30°C. Entre esos valores, se ha observado una gran variabilidad en el crecimiento anual de las raíces, tal como lo menciona Erlenwein (1971, citado por Currie *et al.* 1983)), en donde a 25°C el desarrollo de la raíz fue claramente mayor que a 15°C.

Debido a que nuestro país presenta diversas zonas climáticas donde se ubica el cultivo de la uva de mesa y dada la dependencia del sistema radical de la temperatura, es factible pensar que no solamente se tendrá un diferencial en el crecimiento de este órgano debido a la profundidad dentro del perfil de suelo (Figura 1), sino también en forma importante en el transecto mar-cordillera y, para un mismo lugar, debido a las diferencias topográficas locales.

Adicionalmente, en un protocolo de evaluación habría que considerar el patrón de crecimiento de la planta en primavera y la estructura o sistema de conducción elegido. De acuerdo a observaciones llevadas a cabo en el marco del proyecto FIA, pequeñas ventanas (sectores sin follaje) o sectores con débil crecimiento permiten un incremento más rápido de las temperaturas del suelo, lo que probablemente favorece el crecimiento de las raíces. Contrario a lo presentado por Ibacache y Lobato (1995) en el sistema de doble cruceta, la temperatura de suelo en parronales, no se incrementa en forma constante a partir de septiembre en adelante, sino que existiría un aumento inicial hasta alcanzar temperaturas de 20 °C en los primeros 30 cm de suelo, decayendo toda vez que termina por cerrarse el dosel (inicio de cuaja) e incrementándose nuevamente hasta llegar a 23 o 24 grados avanzada la temporada.

Freeman y Smart (1976), dejan en claro que en la vid existen 2 "peak" de crecimiento, uno grande al inicio de la temporada y otro pequeño al término de ella. Está claro que, si bien la temperatura modula el crecimiento de las raíces, la fruta que se está desarrollando ejerce un efecto depresivo que prácticamente detiene el crecimiento de la raíz. Sobre esta dinámica, posible de observar bajo condiciones climáticas mediterráneas (zona centro sur de Chile) o frías (Europa, por ejemplo), queda la duda sobre cuál será el comportamiento en la zona norte de nuestro país en las variedades de mesa para exportación, donde la cosecha termina tempranamente (mediados de enero), manteniéndose todavía por 4 meses las temperaturas óptimas de crecimiento. Adicionalmente, se desconoce cómo es el comportamiento y cómo varía según el transecto mar-cordillera o dentro de un mismo predio al tener terrazas altas, lugares bajos o cuarteles con distinta exposición.

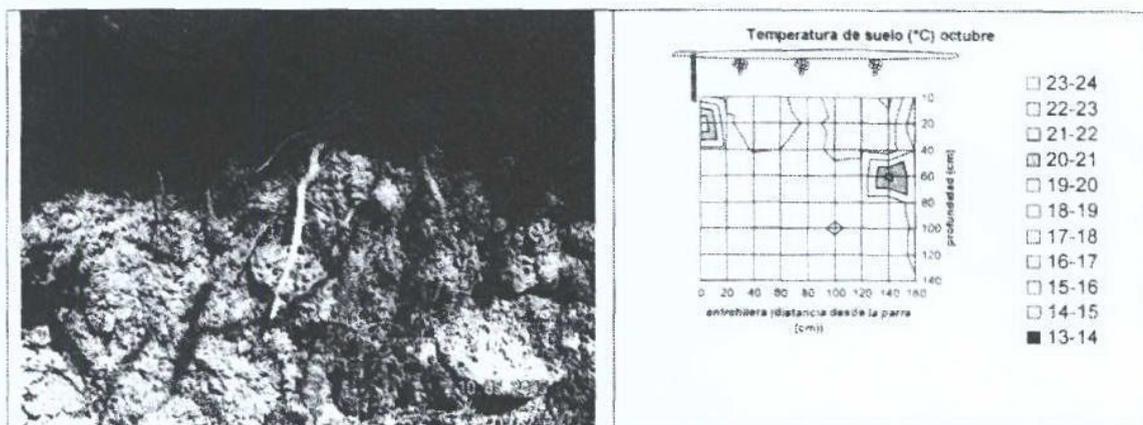


Figura 1. Crecimiento de raíces (izquierda) y variabilidad de la temperatura en el perfil de suelo (derecha). Valle de Copiapó, III Región

Algunos datos preliminares (Callejas, no publicado), permiten especular que durante los meses de invierno el crecimiento no se detiene y la raíz sigue creciendo a una tasa mínima, pero importante para la planta. Esto genera una hipótesis que se tendría que probar en terreno, pues haría factible mejorar la condición de la planta, el desarrollo de las estructuras productivas y la calidad de los racimos, si nos preocupáramos de mantener la humedad óptima en el sistema radical durante el reposo invernal. Hay que recordar que en el norte del país las lluvias invernales son esporádicas y, salvo por el riego para la aplicación de cianamida hidrogenada, en muchos casos no existe preocupación por esta condición.

El trabajo de Warner (2002), ratifica el hecho que el seguimiento del comportamiento del crecimiento de la raíz requiere de estudios locales de acuerdo a las características de las zonas productoras. Eissenstat *et al.*, (2001), trabajando con la variedad Concord, mencionan que los resultados han mostrado diferencias respecto a los resultados publicados en Sudáfrica (dos "peak" de crecimiento), ya que se observó un primer "peak" alrededor de la floración, otro cercano a pinta y finalmente uno pequeño después de la maduración. Esta información es completamente nueva respecto de los patrones conocidos tradicionalmente.

¿Por qué es importante tener un conocimiento acabado del patrón de crecimiento de las raíces?

A continuación, se mencionan algunos aspectos importantes del manejo de parronales que se ven directamente afectados por el crecimiento y desarrollo del sistema radical.

Mayor eficiencia en los programas nutricionales

La capacidad de satisfacer las necesidades de nutrientes por las vides requiere necesariamente, además de las características químicas del suelo, de una óptima fertilización en el momento adecuado, para lo cual es preciso conocer el patrón de crecimiento de las raíces. David Smart, experto en el estudio de la raíz, Universidad de California (Warner, 2002), señala categóricamente: "La utilización de los fertilizantes aplicados o las pérdidas de ellos por lavado, dependerán directamente de la actividad que presenten las raíces en la temporada". Por lo tanto, en la medida que las curvas de crecimiento de las raíces sigan siendo una incógnita, estaremos lejos de optar a un manejo eficiente de los fertilizantes, incurriendo en muchos casos, en una mayor contaminación de las napas subterráneas debido al desconocimiento en que nos desenvolvemos (Callejas y Kania, 2002).

En general existe la tendencia a pensar que la tasa de absorción de agua y nutrientes declina en la medida que nos alejamos desde el ápice de la raíz. Sin embargo, este patrón puede depender de muchos factores tales como el tipo de ión (nutriente mineral), la condición nutricional y la especie. En el ápice de la raíz, las células presentan una endodermis no suberizada y un sin número de pelos radicales que permiten incrementar el área de absorción de agua (Cailloux, 1972) y nutrientes (Barley

y Rovira, 1970). Solamente en la medida en que se genere una raíz nueva (secundaria), el sector suberizado, volverá a incrementar la tasa de absorción (Häussling *et al.*, 1988).

Algunos detalles de la absorción de nutrientes se mencionan a continuación:

Agua. La estructura de la raíz y sus cambios morfológicos que se producen en la vid, coinciden con los resultados obtenidos en *Cucurbita pepo* L. (Harrison-Murray y Clarkson, 1973; Graham *et al.*, 1974). De sus estudios se desprende que existe una mayor absorción de agua en los primeros 10 cm apicales de la raíz, donde la endodermis no está suberizada. En promedio, el ingreso de agua a través de la zona apical es, a lo menos, 5 veces mayor que en el resto de la raíz. Algunos estudios específicos en vid, señalan que la absorción de agua por la parte suberizada alcanzó solamente al 30% respecto de la zona apical (Queen, 1968). Es importante mencionar que esta correlación positiva entre el mayor número de ápices de raíces en crecimiento y la mayor absorción de agua, es un punto crucial en el éxito productivo de las vides, dado que con el agua se mueven los elementos solubles esenciales para su desarrollo.

Potasio. A pesar que la absorción de potasio a través del ápice de las raíces es importante, este catión posee la característica de no presentar una menor tasa de ingreso en la medida que la raíz se va suberizando (Marschner y Richter, 1973; Harrison-Murray y Clarkson, 1973). Sin embargo, dada la baja movilidad de este elemento en el suelo, la existencia de nuevos ápices de crecimiento favorece enormemente la absorción, debido a la mayor área de exploración de las raíces y a la dependencia entre la toma del potasio y los mecanismos que operan a corta distancia, como son la difusión y la intercepción radial.

Calcio y magnesio. La absorción de estos elementos, importantes en el desarrollo óptimo de la uva para exportación, está correlacionada directamente con el grado de suberización. Mientras más alejado del ápice de crecimiento, mucho menor es su ingreso (Häussling *et al.*, 1988). En el caso del calcio, es importante señalar que, dada la casi nula movilidad de este catión por el floema, el ápice de la raíz debe satisfacer su demanda tomando este elemento directamente de la solución suelo. Lo anterior deja de manifiesto lo importante que es, desde el punto de vista productivo, el coordinar el incremento de los niveles de calcio en el suelo, en aquellos momentos en que el desarrollo de nuevos ápices es máximo, dado que el ápice de la raíz debe absorber una gran cantidad de calcio para satisfacer su propia demanda y la generada por el brote y la fruta (Clarkson, 1984). De acuerdo a Harrison-Murray y Clarkson (1973), a 8 cm desde el ápice la absorción de calcio se reduce a la mitad, llegando a ser solamente 1/6 a partir de los 16 cm.

Fósforo. La dinámica de absorción del P por las diferentes partes de la raíz es similar a la del calcio (Ferguson y Clarkson, 1975). Estudios realizados en vides (Queen, 1968), determinaron que en la zona basal se absorbió solamente entre 1 y 4 % del P, respecto de la zona apical. Solamente en caso de deficiencias claras de P a nivel de suelo, la absorción de la zona basal sobrepasa a la zona apical (Clarkson *et al.* 1978), proponiéndose que las necesidades de la parte apical, bajo esas condiciones, es suplida por la parte basal. Este mecanismo de compensación no concuerda con el observado en otros elementos (Römheld y Marschner, 1981), donde, por ejemplo, bajo situaciones de deficiencias de hierro, la zona apical incrementa su absorción sobre 100 veces.

A igual que en el potasio, dada la poca movilidad del P en el suelo, su absorción depende en forma importante de la capacidad de exploración de las raíces, donde el mayor número de ápices de crecimiento y pelos radicales juegan un rol fundamental.

Mayor eficiencia en el control de nemátodos

Para un eficiente control de nematodos en vid, no solamente se requiere mayor información respecto de la especie y cantidad de individuos que se encuentran atacando las raíces de esta planta (Mckenry, 1984), sino que se hace necesario conocer la dinámica de desarrollo de esta plaga durante la temporada, así como la periodicidad del crecimiento de las raíces, de manera de poder perfeccionar o generar una nueva fórmula de control. Hay que considerar que este punto es crítico para el productor, dado los elevados costos de las aplicaciones que suele realizar.

Cualquier esfuerzo en el estudio de la problemática del movimiento del agua en el suelo, su relación con la variación de la concentración del nematicida en la solución suelo y el porcentaje de mortalidad de nematodos (eficiencia de control), se vería fortalecido en la práctica, si se tuviera el conocimiento de la dinámica de crecimiento de las raíces para cada zona edafoclimática.

Los tratamientos de control de nematodos tienen como objetivo último permitir que las raíces crezcan sin las limitaciones que significan los nematodos (Magunacelaya, 1995). Diferentes variedades de vides varían en sus estados fenológicos y los momentos en los cuales se producen los incrementos de tasas de crecimiento de raíces. La determinación de los momentos de crecimiento de raíces para las diferentes variedades de vides, en las diferentes localidades del país, permitirá disponer de mejor información para conocer los rangos de tiempo en que se pueden realizar los tratamientos de agroquímicos nematicidas.

La acción de los nematodos se traduce en un daño a las raíces, las cuales no pueden expresar su crecimiento al ser mutiladas por los procesos de alimentación de estos nematelmintos, dado que con sus estiletes succionan los líquidos celulares, destruyendo las células de los extremos de la raíz, las que presentan la mayor actividad de división celular. Es en este sector de la raíz donde se expresa la mayor potencialidad de crecimiento (Magunacelaya, 1995).

La planta requiere del crecimiento de raíces en postcosecha para acumular reservas que serán utilizadas a inicios de la temporada siguiente para el crecimiento de los brotes. Posteriormente en la temporada su accionar debe suplir las sustancias para el crecimiento de primavera, que utilizará esencialmente para hacer crecer la baya. Sin crecimiento de raíces, la planta no puede expresar todo su potencial.

Los productos químicos nematicidas permanecen poco tiempo en el suelo manteniendo su actividad letal, por lo que los momentos en que deben ser aplicados tienen que ser bastante precisos. Si la aplicación se hace tardíamente, se corre el riesgo de obtener un mal control. Si la aplicación se hace muy temprana, es probable que el producto tampoco cumpla su función (Magunacelaya, 1995).

Crecimiento de la raíz y posible uso de pesticidas aplicados vía suelo

Existen diversos ejemplos que muestran que la mejor forma de controlar una plaga es en forma sistémica a través de aplicaciones al suelo. En el caso de la vid, el chanchito blanco se presenta como plaga clave, siendo un insecto muy difícil de controlar, toda vez que aparece atacando un parronal. Si bien la intensidad del ataque puede disminuir mediante el control químico convencional, existen un sin número de factores que hacen que su control por vía aérea sea muy ineficiente (Callejas, 1992; Sazo y Callejas, 1992). En este último tiempo, los productores tuvieron acceso a un nuevo insecticida (Confidor®, Bayer), que es factible de ser utilizado en aplicaciones al suelo. Sin embargo, el control de los chanchitos blancos se presentó bastante errático en este tipo de aplicación, existiendo predios donde el control fue excelente y donde otros totalmente deficiente. Nuevamente cabe la pregunta: ¿En qué momento ocurren los "peak" de crecimiento en las raíces, que permitan una mayor capacidad de absorción del insecticida?. Aquí no existen recetas, solamente queda el trabajo de obtener la información sobre la periodicidad del crecimiento de las raíces, un protocolo sencillo de evaluación del tamaño del sistema radical que pueda ser llevado a cabo por el productor y, si es posible en caso de no tener un rizotrófon o cámara de seguimiento del crecimiento de las raíces, la información para correlacionar este parámetro con la temperatura de suelo. Todos estos puntos, deberían venir indicados como referencia en la etiqueta de un insecticida que debe ser utilizado vía aplicación al suelo.

Crecimiento de la raíz, producción de citoquininas y su relación con el desarrollo de las plantas

Esta hormona es sintetizada principalmente en la raíz y específicamente en la zona apical. Richards y Rowe (1977) demostraron la estrecha relación que existe entre el número de puntas de raíces en activo crecimiento y el número final de hojas generadas. Esta correlación sugiere que la continua producción de citoquininas (Ck) por parte de la raíz, juega un rol fundamental en el crecimiento del brote. Adicionalmente esta hormona es muy importante en otros estados de desarrollo de la planta, particularmente cuando comienza el crecimiento del fruto.

Es difícil descifrar la relación que podría existir entre el crecimiento de la raíz bajo nuestras condiciones edafoclimáticas y las Ck. Aún más complejo es definir el rol que tendría en algunas zonas del país, donde las raíces no pararían de crecer durante el invierno, pero sin embargo, no se toman las precauciones de mantener las condiciones de humedad del suelo. Se ha planteado que las Ck son fundamentales para el adecuado desarrollo de la yema e inclusive durante el invierno (Weaver *et al.*, 1965; Mullins, 1967), relacionando ese proceso fisiológico y morfológico al accionar de la raíz. Por lo tanto, la pregunta que se están haciendo algunos productores: "¿Bajo mis condiciones climáticas, siguen creciendo las raíces?", incógnita que cobra un importante papel en el manejo del parronal, al momento de interpretar los resultados productivos anuales.

Manejo del riego y su relación con las raíces

Bresler (1977), citado por Salgado y Lazo (1997), afirma que el sistema radical de árboles frutales se adapta al volumen de suelo mojado por el sistema de riego localizado, aumentando la densidad radical y la eficiencia de extracción de agua y nutrientes.

Los sistemas de riego pueden afectar la distribución de la raíz, localizándose principalmente dentro del volumen húmedo bajo los goteros. A pesar que se forman raíces entre los surcos durante primavera y otoño, cuando las lluvias proporcionan agua al suelo (en el área de la entre hilera), el patrón de distribución de las raíces se ve más influenciado por el sistema de irrigación, y en menor medida por la lluvia (Van Zyl, 1988), especialmente en zonas áridas.

En suelos de origen y estructura diferente, la mayor parte de las raíces en la vid se presentan en el primer metro, aunque algunas raíces individuales pueden penetrar a profundidades de seis metros o más (Van Huyssteen, 1988). En la parte superior de esta zona se concentran las raíces laterales finas, comprendiendo la mayor parte del área de superficie absorbente (Richards, 1983).

El déficit hídrico que tiene lugar en la planta bajo determinadas condiciones, es el resultado de una compleja combinación de factores edáficos, biológicos y atmosféricos. Un déficit hídrico puede afectar a un conjunto de funciones fisiológicas de la planta, pero el efecto más importante incide sobre la producción (Martín de Santa Olalla y Valero, 1993). El déficit hídrico también produce importantes cambios en los niveles hormonales, aumentando de manera significativa los niveles de ABA en la planta, alcanzando valores 40 veces superior con respecto a los niveles de plantas bien hidratadas (Barceló, 1990), alterando el crecimiento de la parte aérea. Un déficit de agua en la planta reduce el crecimiento de la baya y el impacto es mayor cuando la restricción ocurre durante la primera etapa del crecimiento de ésta, el que no es recuperable después (Gil, 2000).

Debido a los buenos resultados de las pruebas de poda de raíces, temprano en postcosecha, se está estudiando si este manejo es una buena herramienta de manejo del déficit hídrico localizado y la promoción de desarrollo de nuevas raíces en el suelo, en parrones de bajo potencial productivo. Dado que normalmente los sistemas de riego localizado no tienen la capacidad de mojar la entrehilera y la presencia en muchos casos de altos niveles de sales en el agua de riego, lo que imposibilita mover las mangueras, es que se está evaluando si el corte a ambos lados de la planta permite mejorar las condiciones de los parrones.

Considerando que no se tiene información de la tasa de crecimiento anual de las raíces, se ha propuesto hacer el corte unos 20 cm por detrás del punto de inicio de la zona que en plena temporada se seca, ya que aparentemente durante los dos años siguientes, éste es el lugar que es repoblado profusamente con raíces nuevas, lugar que debe tener una adecuada disponibilidad de agua. Sin embargo, se requiere de un trabajo sistemático para aclarar estas dudas y ratificar los buenos resultados, descartando efectos colaterales negativos.

Comentarios finales

Sin tomar en cuenta el rol de almacenamiento de reservas por parte de las raíces, se ha planteado que gran parte de las funciones de este órgano parecen ser más operativas cuando el sistema radical presenta un activo crecimiento (Richards, 1983), situación que se encontraría directamente relacionada con un mayor potencial productivo de los parrones. Lo anterior nos obliga a entregarle a la raíz todas aquellas condiciones que favorezcan la prolongación de su ciclo de crecimiento y la ramificación del sistema en el suelo.

Si bien lo anterior parece algo obvio, en la práctica no ha sido utilizado como una herramienta de mejora del potencial de las plantas, dado principalmente por el desconocimiento que existe de esta parte de las vides por la gran mayoría de aquellos que trabajan en la producción de uva de mesa.

Bajo este contexto y a modo de resumen, podríamos reiterar cuatro puntos críticos que deberán enfrentar los productores, y que hacen necesario el estudio de éste órgano:

- a) Es probable que un gran número de ellos en la zona norte y parte de la zona central del país, afecten negativamente el potencial de sus plantas dado que se olvidan del riego, una vez que se termina la cosecha (primeras semanas de enero en adelante).
- b) Persiste la duda y quizás puede ser necesario un estudio más acabado, de la forma óptima de enfrentar el probable crecimiento de las raíces durante el invierno en las zonas cálidas del norte del país.
- c) ¿Es probable que, gracias a las diferentes dinámicas de crecimiento determinadas por las zonas climáticas, se pueda hacer un manejo diferenciado de las raíces y del riego, con el objetivo de aumentar el potencial productivo de las plantas de un año para otro?
- d) ¿Cuál es el efecto del exceso de canopia (parrones vigorosos) sobre las temperaturas del suelo durante la temporada y el crecimiento de las raíces?. Frente a esto, ¿Se requiere un manejo especial no solamente pensando en la calidad de la fruta e incremento de la fertilidad de las yemas, sino que se debe pensar también en las raíces?.

En la práctica son muchas las preguntas que se pueden plantear, en la medida que los problemas de los parrones se empiecen a asociar al factor "Sistema Radical" y a la variable sitio donde se ubica la plantación.

Literatura Citada

- BARCELÓ, J. 1990. Fisiología vegetal. Ediciones pirámide S.A., Madrid, España. 787p.
- BARLEY, K. P. and ROVIRA, A. D. 1970. The influence of root hairs on the uptake of phosphate. *Communs. Soil. Sci. Plant Analysis*. 1: 287-292.
- CAILLOUX, M. 1972. Metabolism and the absorption of water by root hairs. *Can. J. Bot.* 50:557-573.
- CALLEJAS R. 1992. "Determinación de resistencia del chanchito blanco de la vid (*Pseudococcus affinis* (Maskell)), a cuatro insecticidas". Santiago, Fac. de Cs. Agrarias y Forestales, U. de Chile. 60 pág.
- CALLEJAS, R. y KANIA, E. 2002. Desarrollo de un sistema de producción integrada de uva de mesa temprana para exportación, en el valle de Copiapó, III Región. 53 er Congreso Agronómico de Chile. 3-6 de diciembre de 2002. Santiago, Chile.
- CALLEJAS, R. BENAVIDES, C y KANIA, E. 2002. Control y seguimiento de los niveles de sales en el suelo a través de lavado invernal, en patronales de la parte alta del valle de Copiapó, III Región. 53 er Congreso Agronómico de Chile. 3-6 de diciembre de 2002. Santiago, Chile.
- CALLEJAS, R. J. T. WIECZOREK y C. KUSCH. 2004. La raíz del problema, del bajo potencial productivo de parrones de uva de mesa, esta en la raíz. *Revista Electrónica CEVID, Fac. Cs. Agr. Universidad de Chile*. Disponible en: <http://cevid.cl.extension.htm>
- CLARKSON, D.T. A.W. ROBARDS, J. SANDERSON, and C.A. PETERSON. 1978. Permeability studies on epidermal-hypodermal sleeves isolated from roots of *Allium cepa* (onion). *Can. J. Bot.* 56:1526-1532.
- CLARKSON, D.T. 1984. Calcium transport between tissue and its distribution in the plant. *Plant, Cell Environ.* 7, 449-456.
- CROCKOFT, B and OLSSON, K. A. 1972. The pattern of new root production in peach trees under irrigation. *Austral. J. Exp. Agr. Animal Husband.* 6:204-208.
- DAVIDSON, R. L. 1969. Effects of edaphic factors on the soluble carbohydrate content of roots of *Lolium perenne* L. and *Trifolium repens* L. *Ann. Bot.* 33: 579-589.
- CURRLE O., BAUER O., HOFÄCKER W., SCHUMANN F., und FRISCH W. 1983. Biologie der Rebe Aufbau Entwicklung wachstum. Meininger 311 pag.
- EISSENSTAT, D., L. COMAS, L. ANDERSEN and A. LAKSON. 2001. Root biology in grape. A case study of the effects of canopy pruning and irrigation on Concord root dynamics. *Pennsylvania Fruit News*. 81:74-76.
- FERGUSON, I.B. and D.T. CLARKSON. 1975. Ion transport and endodermal suberization in the roots of *Zea mays*. *New Phytol.* 75:69-79.
- FREEMAN, B.M. and SMART, R.E. 1976. A root observation laboratory for studies with grapevines. *AMER. J. Enol. Viticult.* 27:36-39.
- GIL, G. 2000. La producción de fruta, fruto de clima templado y subtropical y uva de vino. Universidad Católica de Chile, Santiago. 583p.
- GRAHAM, J. CLARKSON, D.T and SANDERSON, J. 1974. Water uptake by roots of marrow and barley plants. *Agr. Res. Council, Letcombe Lab. Rpt.* 1973: 9-12.
- HARRISON-MURRAY, R.S. and CLARKSON, D.T. 1973. Relationships between structural development and the absorption of ions by root system of *Cucurbita pepo*. *Planta* 114:1-16.
- HÄUSSLING, M., C. A. JORNS, G. LEHMBECKER, CH. HECHT-BUCHHOLZ and H. MARSCHNER. 1988. Ion and water uptake in relation to root development in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) *J. Plant Physiol.* 133, 486-491.

- IBACACHE, A y LOBATO, A. 1995. Periodos de crecimiento de raíces en vid. *Revista frutícola* 16 (1):23-26.
- LILOV, D. AND ANDONOVA, T. 1976. Cytokinins, growth, flower and fruit formation in *Vitis vinifera*. *Vitis* 15:160-170.
- MAGUNACELAYA, J. 1995. Nematodos fitoparásitos, hábitat, relaciones planta-parásito, concepto de muestreo, p. 8 - 17 In ABALLAY, E. y MAGUNACELAYA, J. 1995. *Nematología agrícola básica*. 76 P.
- MARSCHNER, H. und RICHTER, C. 1973. Akkumulation und translokation von K⁺, Na⁺ und Ca²⁺ bei Angebot zu einzelnen wurzelzonen von Maiskeimpflanzen. *Z. pflanzenernähr. Bodenk.* 135, 1-15.
- MARTÍN DE SANTA OLALLA, F. y VALERO, J. 1993. *Agronomía del riego*. Ediciones Mundiprensa, Madrid, España, 732 p.
- MCKENRY, M. 1984. Grape root phenology relative to control of parasitic nemátodes. *American journal of enology and viticulture*. 35 (4): 206-210.
- MULLINS, M.G. 1967. Morphogenetic effects of roots and of some synthetic cytokinins un *Vitis vinifera* L. *J. Exp.. Bot.* 18: 206-214.
- NIIMI, Y. and TORIKATA, H. 1978. Changes in endogenous plant hormones in the xylem sap of grapevines during development. *J. Jap. Soc. Hort. Sci.* 47:181-187.
- QUEEN, W.H, 1968. Radial movement of water and 32P through suberized and unsuberized roots of grape. *Diss. Abstr. Sect. B.* 29:72-73.
- RICHARDS, D. and R.N. ROWE. 1977. Effects of root restriction, root pruning and 6-benzylamino purine on the growth of peach seedlings. *Ann. Bot.* 41:729-749.
- RICHARDS, D. 1983. The grape root system. *Horticultural Reviews* 5:127-168.
- ROGERS, W.S. and G.C. HEAD. 1969. Factors affecting the distribution and growth of roots of perennial woody species, pp. 280-295. In: W.J. Whittington (ed.) *Root growth*. Butterworths, London.
- RÖMHELD, V. and MARSCHNER, H. 1981. Iron deficiency stress induced morphological and physiological changes in root tips of sunflower. *Physiol. Plant.* 53, 354-360.
- ROBINSON, T. L. and LAKSO, A. N. 1991. Bases of yield and production efficiency in apple orchard system. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116(2):188-194
- SALGADO, E. y LAZO, A. 1997. Distribución espacial de las raíces del Chirimoyo cv. Bronceada, bajo riego por goteo y microaspersión. *Simiente* 67(3-4):113-119.
- SAZO, L. y CALLEJAS, R. 1992. Determinación de resistencia del chanchito blanco de la vid *Pseudococcus affinis* (Maskell) a Clorpirifos, Diazinon, Dimetoato y Parathion en vid de mesa. *Investigación Agrícola* 1-2(12) :27-31.
- VAN HUYSSTEEN, L. 1988. Grapevine root growth in response to soil tillage and root pruning practices, 4 : p. 44-56 In Van Zyl, J. L. 1988. *The grapevine root and its environment*. Departament of agriculture and water supply, Republic of South Africa.
- VAN NOORDWIJK, M. AND DE WILLINGEN, P. 1987. Agricultural concept of root: From morphogenetic to functional equilibrium between root and shoot growth. *Neth. J. Agr. Sci.* 35: 487-496.
- VAN ZYL, J. L. 1988. *The grapevine root and its environment*. Departament of agriculture and water supply, Republic of South Africa. N° 215, 146 pag.
- WARNER, G. 2002. Research sheds light on root growth. *Good fruit grower* (completar).
- WEAVER, R.J. ; J. VAN OVERBEEK, and R.M. POOL. 1965. Induction of fruti set in *Vitis vinifera* L. by a kinin. *Nature* 206:952-953.

**Artículo de Extensión del Centro de Estudio de la Vid.
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.
Director: Dr. sc. agr. Rodrigo Callejas R.
Subdirector: Ph.D. Claudio Pastenes V.
Correctores: Profesor Bruno Razeto M. y Dr. Oscar Seguel.
Santa Rosa 11315; Casilla 1004 Stgo. F: 02-9785727**

tra le tante attività didattiche-sperimentali organizzate a Tebano (Faenza), per gli studenti, nell'ambito del Corso di Laurea in Viticoltura ed Enologia è in atto anche lo studio del sistema radicale, presso il vigneto dimostrativo messo a disposizione dall'Azienda Sperimentale Terre Naldi per l'Università di Bologna. Lo studio è coordinato dal Prof. Rombolà Adamo D., docente di Viticoltura del Corso stesso.

Nel vigneto sono stati installati dei minirizotroni ed un rizotrone che consentono di osservare la distribuzione e la crescita radicale.

Sarebbe certamente interessante impiegare tali strumenti anche in altre Aziende Sperimentali.

A seguito di un Vostro interessamento per l'acquisto dei nostri rizotroni saremmo a fornirVi informazioni più dettagliate (prezzi, modalità di vendita, foto, ecc.).

Le ricordo che, se ritenete, potrete decidere anche di organizzare un sopralluogo presso il vigneto di Tebano ove è presente la prova.

Per qualsiasi chiarimento potrete contattare la Società Terre Naldi ai seguenti recapiti: Tel e Fax: 0546-47197 – E-mail: terrenaldiuniversita@libero.it.

I migliori saluti.

Il Presidente

Pausini Giovanni

CORSO DI LAUREA IN VITICOLTURA ED ENOLOGIA
UNIVERSITA' DI BOLOGNA
Via Tebano, 54
48018 Faenza (RA)
Tel e Fax 0546-47197

CORSO DI LAUREA IN VITICOLTURA ED ENOLOGIA
UNIVERSITA' DI BOLOGNA
Via Tebano, 54
48018 Faenza (RA)
Tel e Fax 0546-47197

Rodrigo Callejas R. Ing. Agr. Dr.sc.agr.

De: Juan Vera [jvera@cebas.csic.es]
Enviado el: Miércoles, 24 de Octubre de 2007 9:34
Para: 'Rodrigo Callejas R. Ing. Agr. Dr.sc.agr.'
Asunto: {Dangerous Content?} Estudio de raices


uchile.cl-Attachment-Warning.t..

Atención: Este mensaje contenía uno o más anexos que han sido eliminados
Atención: (sin nombre).
Atención: Por favor, lea el(los) anexo(s) "uchile.cl-Attachment-Warning.txt" para mas
información.

Estimado Rodrigo,

Estoy viendo la posibilidad de enviarte una becaria de este Departamento que domina
varias técnicas de estudio de raices para una estancia corta de 1 a 3 meses en el 2008 y
que trabaje en el Proyecto de la Vid . Conforme sepa mas detalles, espero hoy mismo, te
los hago llegar porque estoy saliendo para Washington.

Un abrazo,

Juan
PD:: Te agradeceré me digas tu numero de teléfono móvil por si fuera necesario aclarar
algun detalle.

Juan VERA
CEBAS-CSIC
Apartado 164
E-30100 Campus Universitario Espinardo
Murcia.- Spain

GSM +34.649.418.367
Tel. +34.968.396.332
Fax +34.968.396.213
e-mail: jvera@cebas.csic.es
Voz Skype juan_vera

_____ Información de NOD32, revisión 2615 (20071024) _____

Este mensaje ha sido analizado con NOD32 antivirus system <http://www.nod32.com>



Código de la solicitud: 2007EST13P - 713

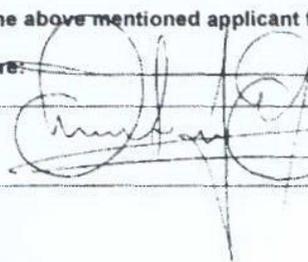
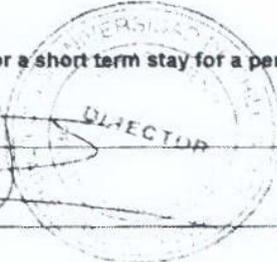
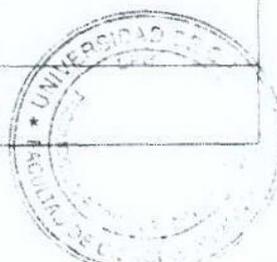
ANEXO II

Documentos para solicitar estancias breves / Application form
Estancias breves en España y en el extranjero / Short stays in Spain and foreign
Institutions

**Impreso- ACEPTACIÓN DEL CENTRO RECEPTOR/
Form- ACCEPTANCE OF THE HOST INSTITUTION**

1. DATOS DEL SOLICITANTE/ TO BE COMPLETED BY THE APPLICANT	
Nombre y apellidos / First name and Family name:	ISABEL ABRISQUETA VILLENA
D.N.I o Pasaporte / National Identity card or Passport:	48480804R
Centro o Instituto / Centre or Institute:	CTRO. EDAF. Y BIOL. APLICADA DEL SEGURA, CSIC
Dirección / Address:	APARTADO 164 - ESPINARDO (MURCIA)

2. CENTRO RECEPTOR/HOST INSTITUTION	
Nombre/ Name:	FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS. DEPARTAMENTO DE FRUTICULTURA
Dirección/Address:	AVDA. SANTA ROSA, 11315 LA PINTANA
Localidad/City:	SANTIAGO DE CHILE
País/Country:	Chile

3. DATOS A RELLENAR POR EL INVESTIGADOR RESPONSABLE DEL SOLICITANTE EN EL CENTRO RECEPTOR / TO BE COMPLETED BY THE SCIENTIST RESPONSIBLE FOR THE APPLICANT AT THE HOST CENTRE	
Nombre y apellidos /First name and Family name:	RODRIGO CALLEJAS RODRIGUEZ
Cargo/Position:	PROFESOR ASISTENTE; Dr. Ing. Agr.; Departamento Producción Agrícola
Fono:	56/2/9785727
Fax:	56/2/9785183
mail:	rcalleja@uchile.cl
Declaro Que esta Institución acepta al solicitante arriba mencionado para realizar una estancia breve en este centro durante un período de: 92 días. Lugar y fecha: Chile, Santiago, 19-10-2007 This is to state that This Institution accepts the above mentioned applicant for a short term stay for a period of: 92 days.	
Place and date of signature:	
Firma y Sello/ Signature:	 

Rodrigo Callejas R. Ing. Agr. Dr.sc.agr.

De: Adamo Domenico Rombolà [adamo.rombola@unibo.it]
Enviado el: Martes, 15 de Mayo de 2007 9:29
Para: rcalleja@uchile.cl
CC: mirste@tin.it

Estimado Rodrigo,

que tal?

Estuve muy contento de la visita de tu alumno José Covarrubias. Es un joven muy motivado, inteligente y trabajador. Como tu había planeado, tenemos que sostenerlo para que pueda hacer el doctorado en Italia.

Te escribo para comunicarte que Mirco Stefanati, agrónomo que trabaja en la empresa frutícola Spreafico y además es responsable de el área proyectos de la Fundación "Navarra", un centro experimental que se encuentra en la ciudad de Ferrara y que José visitó varias veces durante su estancia, quisiera hacer una breve visita (1-2 días) a tu Universidad y si es posible, mirar los rizotrones que ustedes tienen instalados en campo. Mirco es un agrónomo muy activo y fue mi alumno de tesis varios años atrás. Si tu estas de acuerdo, el se pondrá en contacto con tigo esta semana. Muchas gracias por tu disponibilidad.

Hasta pronto.
Adamo

--

Este mensaje ha sido analizado por MailScanner en busca de virus y otros contenidos peligrosos, y se considera que está limpio.

For all your IT requirements visit: <http://www.transtec.co.uk>

_____ Información de NOD32, revisión 2266 (20070514) _____

Este mensaje ha sido analizado con NOD32 antivirus system <http://www.nod32.com>

Solicitud de visita de agrónomo Italiano, para
visitar rizotrones e instalaciones

Rodrigo Callejas R. Ing. Agr. Dr.sc.agr.

De: "Adamo D Rombola" [adamo.rombola@unibo.it]
Enviado el: Domingo, 26 de Agosto de 2007 4:52
Para: rcalleja@uchile.cl
CC: jcovarru@uchile.cl
Asunto: Fw: offerta rizotroni

Offerta de Rizotroni

Basado en nuestra información
y visita del alumno de maestría
Jose Ignacio Corvalán, el
Prof. Rombola está ofreciendo
el servicio y venta de Rizotroni
a otros centros de investigación

From: terre naldi Università <terrenaldiuniversita@libero.it>
To: "Giovanni Pausini" <pausini.g@confcooperative.it>
Cc: "Antonio Venturi" <aventuri@mail.provincia.ra.it>, Adamo Rombola <adamo.rombola@unibo.it>
Subject: Fw: offerta rizotroni
Date: Thu, 23 Aug 2007 09:00:01 +0200
X-Mailer: Microsoft Outlook Express 6.00.2900.3138
X-OriginalArrivalTime: 23 Aug 2007 06:59:30.0748 (UTC) FILETIME=[2748D7C0.01C7E553]
X-Virus-Scanned: Cineca AppOs 1.00 at poster.unibo.it

----- Original Message -----

From: Pertoll, Guenther
To: terre naldi Università
Sent: Wednesday, August 22, 2007 4:42 PM
Subject: AW: offerta rizotroni

Gentilissimo Dott. Pausini Giovanni,

dato che mi occupo di progetti di zonazione e di irrigazione della vite sono molto interessato allo studio del sistema radicale della vite. Le sarei molto grato se mi potrebbe mandare informazioni più dettagliate sui rizotroni.

Cordiali saluti
Guenther Pertoll

Dr. Guenther Pertoll
Land- und Forstwirtschaftliches Versuchszentrum Laimburg
Centro di sperimentazione agraria e forestale Laimburg
39040 Auer/Pfatten (BZ) - 39040 Ora/Vadena (BZ)
Sektion Weinbau - Viticoltura
Tel. 0471/969610 - Fax 0471/969599
guenther.pertoll@provinz.bz.it
www.laimburg.it

-----Ursprüngliche Nachricht-----

Von: terre naldi Università [mailto:terrenaldiuniversita@libero.it]
Gesendet: Dienstag, 21. August 2007 12:22
An: Pertoll, Guenther
Betreff: offerta rizotroni

Gentilissimo Dott. Guenther Petroll,