

## EFFECTOS DE LAS COBERTURAS VEGETALES SOBRE LAS PROPIEDADES HIDROFÍSICAS DEL SUELO DE UN VIÑEDO REGADÍO

**Méndez Casariego, A.<sup>(1)</sup>; Vallone, R.<sup>(1,2)</sup>; Morábito, J.<sup>(1,3)</sup>;**

<sup>(1)</sup> Facultad de Ciencias Agrarias - UNCuyo, <sup>(2)</sup> E.E.A. INTA Mendoza

<sup>(3)</sup> Instituto Nacional del Agua (INA)

San Martín 3853 (M5507EYV) – Mendoza – Argentina; e-mail: [rovall@mendoza.inta.gov.ar](mailto:rovall@mendoza.inta.gov.ar)

### RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos de las coberturas vegetales sobre la infiltración acumulada, velocidad de infiltración y conductividad hidráulica del suelo y la disponibilidad de agua para la vid durante el ciclo. Asimismo se evaluó el uso del tensioinfiltrómetro como herramienta para cuantificar a campo la conductividad hidráulica y el flujo por macroporosidad. Se trabajó sobre un viñedo implantado con la variedad Merlot, en Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina. Se establecieron dos tratamientos: flora nativa (FN) desbrozada periódicamente y con aplicación de herbicida en la línea de plantación y labranza media (LM) con rastra de discos en el interfilar y aplicación de herbicida en la línea de plantación. Durante el ciclo se midieron las siguientes variables: contenido hídrico del suelo, estado hídrico de las plantas, velocidad de infiltración del agua, conductividad hidráulica saturada e insaturada. Se evaluó además la distribución de la salinidad en el perfil, rendimiento y sus componentes y calidad del mosto. Los resultados obtenidos indican que en el tratamiento con FN el contenido hídrico en el suelo fue menor a partir de los 20 cm de profundidad por mayor extracción por parte del cultivo y la flora. La capacidad de infiltración puntual medida en los surcos de riego fue mayor en FN, por aumento de la macroporosidad producida por las raíces de la cobertura. La profundidad efectiva alcanzada por el agua en el perfil, fue también mayor en FN. Los volúmenes de agua infiltrada por metro de surco medido por el método de balance de volúmenes, resultó mayor en LM, presumiblemente por aumento del perímetro mojado, mayor rugosidad y mayor tiempo de contacto suelo : agua. La conductividad hidráulica saturada medida con el tensioinfiltrómetro resultó en valores medios de 1,41 cm h<sup>-1</sup> y 2,32 cm h<sup>-1</sup> para FN y LM respectivamente. La infiltración del agua en el suelo, en condiciones de casi saturación se produce mayoritariamente por macro (> a 0,6 mm) y mesoporos (entre 0,2 y 0,6 mm), aportando esta franja de porosidades el 89,3 % para LM y el 97,2% para FN del flujo total. Los potenciales hídricos de la hoja, tanto en preamanecer como al mediodía, muestran valores más negativos, y en consecuencia un mayor grado de estrés, de las plantas bajo el tratamiento con labranza, quien presentó menor disponibilidad de agua para el cultivo. No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos en rendimiento, componentes del rendimiento, vigor y calidad del mosto. Respecto a la fertilidad edáfica, la diferencia se presentó para el contenido de N Total en la capa superficial en ambos tratamientos. El suelo con LM presentó un perfil con mayor salinidad y acumulación de sodio en profundidad, por menor lixiviación del perfil. La diferencia ha sido fundamentalmente debida a diferencias en la disponibilidad de agua, patrón de distribución en el perfil y velocidad de infiltración. El uso de la técnica del infiltrómetro de disco a tensión es muy interesante para estudiar las propiedades hidráulicas diferenciales producto de distintos manejos del suelo

**Palabras clave:** coberturas, viñedos, tensioinfiltrómetro, porosidad, flujo preferencial.

## INTRODUCCIÓN

La infiltración del agua en el suelo está directamente relacionada a la estabilidad estructural, densidad aparente y estructura porosa. Los sistemas de labranza de viñedos tradicionales o los manejos del suelo con coberturas, pueden alterar esas propiedades físicas y varios otros factores que afectan la capacidad de almacenaje y las propiedades de transmisión del agua en el suelo repercutiendo en la disponibilidad hídrica para la planta.

Diversos de trabajos a nivel mundial (Van Zyl, 1984, Williams & Grimes, 1987, Matthews and Anderson, 1988, 1989, Goodwin and Jerie, 1992, Poni et al, 1992, McCarthy, 1997, por mencionar algunos) y unos pocos a nivel local (Vallone et al, 1997 a y b, Vallone, 1998; Ojeda et al, 1999 y 2002; Pérez Peña, 1998 y 2000; Kaiser, 2003) han demostrado el efecto de las restricciones hídricas edáficas sobre aspectos cuantitativos y cualitativos en vid. El manejo del suelo influye sobre la dinámica del agua y en consecuencia sobre la oferta de ésta para el cultivo, siendo entonces importante evaluar la incidencia indirecta de las labranzas, abonos verdes, mulching o coberturas sobre las propiedades hidrofísicas del suelo.

Caspari et al (1997) comparó en un viñedo de Sauvignon Blanc el manejo de suelo con cobertura (ray grass, Chicory) y otro desnudo, y demostró que hay un notable control del vigor de las plantas como así también una disminución en los contenidos de humedad del suelo en los suelos manejados con coberturas permanentes.

Hüster (1993) cita a Bettner (1991) quien demuestra que el área foliar de los viñedos manejados con coberturas verdes son menores a las de los viñedos manejados mediante labranzas tradicionales. De esta manera la superficie de evaporación es menor en estos viñedos y por lo tanto es menor la demanda de agua del suelo por parte de la planta.

Morlat y Jacquet (2003), después de 17 años de tratamiento con cobertura concluyeron que una cobertura permanente al 50% de cubrimiento del suelo produjo: i) una disminución del número de raíces del viñedo entre las hileras, especialmente en las capas superiores del suelo, pero un aumento en la zona próxima a la hilera; ii) un mejoramiento del contenido de materia orgánica, N, K intercambiable, pH e incremento de la capacidad de campo; iii) Una disminución de la densidad aparente y la resistencia mecánica.

Prideaux (2001) advierte que algunas coberturas vegetales pueden tener efectos adversos tales como: atraer y albergar insectos dañinos que pueden introducirse luego en las vides; requerir alto nivel de agua y nutrientes, por lo que puede exigir la provisión de estos elementos a las vides jóvenes durante la primavera y el verano; incrementar el riesgo de ocurrencia de heladas, si no se realiza una regular siega, mulching y rasado de la misma.

Los trabajos sobre labranzas y sus efectos sobre el suelo en zonas de secano argentinas son profusos. En contraste, en zonas áridas de regadío como Mendoza, y específicamente en Viticultura, los aportes publicados son escasos. Estos últimos sin embargo, y respecto de los efectos sobre el suelo, se han referido a aspectos de fertilidad, características físico químicas y dinámica poblacional de las malezas. Del Monte (1994) y Del Monte et al (1999), tras cinco años de distintos manejos de un suelo Torrifluente típico concluyeron que: i) la rotocultivación determinó una dinámica poblacional de malezas de alta tasa de infestación; ii) la vibrocultivación mantuvo un importante nivel de infestación de malezas, aunque menor que el anterior; la conducción con flora natural y

desbrozados periódicos estabilizó una cobertura natural de regular densidad de infestación, siempre inferior a la labranza; iii) No se manifestaron diferencias significativas en contenido de materia orgánica, compactación edáfica y rendimiento. A partir de 1994 Del Monte y col. iniciaron otra serie de estudios sobre 4 modalidades de manejo: A) flora natural y desbrozado periódico; B) flora natural con selección de especies; C) intersembra con trébol blanco y D) rastreado a discos en doble efecto . Los principales resultados presentados tras cuatro años de ensayo indicaron: i) mayor contenido de materia orgánica de 0 a 30 cm del tratamiento de intersembra con trébol blanco (1,982 %, que representa un 58% de aumento respecto al contenido inicial); ii) no se detectaron diferencias en los contenidos de N, P y K disponibles entre tratamientos; iii) El tratamiento de intersembra con trébol blanco se mantuvo en un régimen de humedad mayor, requiriendo de riegos suplementarios para la supervivencia de la cobertura pero, según los autores, optimizando las condiciones de estrés para una mayor calidad de las uvas. Sin embargo, sin diferencia estadística, este manejo indujo a una mayor expresión vegetativa (6,46 kg de poda planta<sup>-1</sup>) que fue sensorialmente captada al desgustar los vinos en 1998 que se diferenciaron por su mayor carácter herbáceo como asimismo por presentar menos color; iv) No se manifestaron diferencias entre rendimientos y sus componentes entre tratamientos, si bien el tratamiento C rindió más (148 qq/ha).

No se han podido encontrar trabajos localmente publicados que concluyan sobre los efectos de las coberturas de suelo sobre la infiltración, conductividad hidráulica o disponibilidad de agua para viñedos, como tampoco trabajos que hayan utilizado el tensioinfiltrómetro para cuantificar a campo la conductividad hidráulica y el flujo por macroporosidad en un suelo vitícola.

En estos momentos donde la búsqueda del equilibrio entre rendimiento y calidad es prioritaria para el sector vitivinícola, en pos de la obtención de vinos que satisfagan los exigentes y difíciles mercados externos y al cada vez más conocedor mercado interno, por un lado, y a la imperiosa necesidad de manejar en forma eficiente el recurso hídrico provincial escaso por competir con los usos industriales y poblaciones en aumento, por el otro, es fundamental encarar estudios que puedan brindar un sustento para la toma de decisiones en cuanto al tipo de manejo del suelo y su correspondencia con la economía del agua. Este trabajo pretende dar una contribución al respecto.

Los infiltrómetros de disco a tensión dan la posibilidad de evaluar la conductividad hidráulica a campo, la que nos da una idea de la composición de la estructura porosa del suelo en condiciones naturales. Esto lo hace muy apropiado para la evaluación de las diferencias estructurales y de infiltración de distintos tipos de suelo y de distintos tipos de sistemas de labranza y en general para la evaluación de las propiedades hidráulicas del suelo (Ghiberto 1999 y 2000; da Silva, 2002 & Libardi, 2000) particularmente todas aquellas tendientes a provocar cambios en la infiltración, erosión, y el tiempo de escurrimiento (Perroux, & White 1988).

Este infiltrómetro tiene las ventajas, en comparación al infiltrómetro de doble anillo, de dar medidas más rápidas, menores requerimientos de agua para realizar el ensayo, mínima perturbación de la superficie del suelo. (Lemos da Silva y Vasconcelos Godinho, 2002)

El reconocimiento de la importancia de la generación biológica de macroporos, de las vías de flujo de infiltración en el campo y la absorción de agua por parte de la planta, ha generado el renovado interés de varios autores, en nuevas técnicas para controlar el flujo de agua a través de los macroporos y de las grietas del suelo. Desde que las prácticas de manejo y los factores ambientales cambiaron la macroporosidad, tales técnicas son valiosas para cuantificar las variaciones en las propiedades del suelo (Perroux, & White 1988).

El infiltrómetro de tensión tiene la ventaja de estimar la actividad de los macroporos activos para el flujo más que la cantidad total de los macroporos presentes (Weinzelteel & Usonoff; 2000).

Luxmoore (1981) propuso una clasificación de macroporosidad distinguiendo macroporos, mesoporos y microporos de acuerdo a que los poros drenen a más de -3 cm, entre -3 y -300 cm, y a menos de -300 cm de tensión respectivamente. Dicha clasificación fue muy cuestionada, no obstante tiene practicidad para el tipo de análisis que se persigue en el presente trabajo.

Es importante destacar que las principales limitaciones que presenta el aparato, están asociadas a las simplificaciones de los supuestos utilizados para expresar las propiedades de los suelos. Se pueden citar algunos como la homogeneidad del suelo, la ausencia de fenómenos de expansión contracción, el tiempo para llegar al equilibrio, la interferencia del material de contacto entre el suelo y el aparato, presencia de condiciones hidrófobas y alteraciones en la viscosidad del agua en el momento de la lectura (*White et al, 1992*)

Existen varias metodologías para la estimación de la conductividad hidráulica del suelo propuesta por diversos autores. Este trabajo se basa en la propuesta por Ankeny et al. (1991), debido a que en este método,  $K_0$  se calcula a partir de los últimos valores de la infiltración acumulada, cuando esta ya llegó a su estado estacionario, independientemente de lo que ocurre en la primera etapa de la infiltración. En definitiva este método es menos susceptible de originar errores en la estimación de  $K_0$  (Aoki y Sereno, 2003) en relación a otros métodos como el de White y Sully (1987).

Con los datos de flujo estacionario,  $q_1$  y  $q_2$ , en dos tensiones diferentes,  $\tau_1$  y  $\tau_2$ , y suponiendo una relación constante entre  $K$  y  $\phi$  Ankeny et al (1991) obtuvieron las conductividades hidráulicas a partir de las siguientes expresiones:

$$\alpha = \frac{2(q_1 - q_2)}{\Delta\tau(q_1 + q_2)}$$

$\alpha = K/\phi$  según Ankeny et al (1991),  $\phi$  es el potencial de flujo mátrico

$$K(\tau_1) = \frac{q_1}{1 + \frac{4}{\pi r \alpha}}$$

$$K(\tau_2) = \frac{q_2}{1 + \frac{4}{\pi r \alpha}}$$

$r$  es el radio de la base del infiltrómetro

$\tau_1$  es la tensión en el primer punto

$\tau_2$  es la tensión en un segundo punto

Todas estas ecuaciones son el producto de varios artificios matemáticos.

Para obtener los diferentes valores de  $q$  se mide el flujo estacionario en cuatro tensiones, y se calcula  $K$  para diferentes pares de tensiones.

Alguna de las otras metodologías para llegar a obtener estos resultados son por ejemplo las propuestas por Scotter et al (1982) y White et al. (1992).

Estas metodologías se diferencian en que Scotter et al(1982) utiliza dos infiltrómetros de disco de radios diferentes y White et al. (1992) utiliza la sortividad  $S_1$  y  $S_2$  medida en dos tensiones diferentes  $\psi_{0.1}$  y  $\psi_{0.2}$

Los objetivos principales del presente ensayo fueron evaluar: i) los efectos sobre la infiltración acumulada, velocidad de infiltración instantánea y la conductividad hidráulica del suelo; ii) la disponibilidad de agua para la planta durante el ciclo. Los objetivos secundarios pretendieron evaluar: i) los efectos sobre la planta y la calidad de la materia prima en variables tales como: vigor, estado hídrico, rendimiento y sus componentes, sólidos solubles y acidez de mosto; ii) la factibilidad del uso de la técnica del infiltrómetro de disco a tensión para detectar cambios en la conductividad hidráulica del suelo y el flujo preferencial. Asimismo, ajustar esta técnica, por primera vez utilizada en la zona; iii) modificaciones de la fertilidad y/o salinidad del perfil del suelo bajo cobertura

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Descripción del sitio**

El ensayo se realizó en la parcela experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo, la propiedad se encuentra ubicada en la localidad de Chacras de Coria departamento de Luján de Cuyo, Mendoza. (32° 59' S, 68° 52' W de G., 920.82m a.s.n.m.)

La parcela, con una superficie de 1 ha, está implantada con la variedad Merlot, conducido en contraespaldero, con una distancia de plantación de 2,2 m entre hileras y 1,6 m entre plantas.

El suelo es de origen aluvial y coluvial, Torrifluente Típico Serie Las Compuertas. El perfil típico es: profundo de tierra fina con predominio de textura arenosa y franco arenosa, sin concreciones ni estrías de sales poco solubles, soportada por gravas, cantos rodados, escombros y blocks, a menos de tres metros de profundidad. A veces estos elementos gruesos se hacen presentes desde la superficie, dando al suelo una permeabilidad exagerada. (Romanella, 1957), El riego fue por superficie, con pendiente y desagüe al pie.

### **Análisis físico-químico inicial del suelo**

Se realizó un muestreo compuesto por tres submuestras del suelo de cada parcela en cabecera, medio y pie. Las muestras fueron extraídas con barreno, a las profundidades de 0-20, 20-40, 40-60. Se determinó: análisis textural por densimetría (Boujocous), Volumen de Sedimentación (VS) (Nijensohn & Pilasi 1962), CEes, CEP y sales probables (Nijensohn, 1955), pH en pasta, y Relacion de Adsorción de Sodio (RAS). La fertilidad fue evaluada a través de la determinación de N total (Nt) (Bremner, 1965), Fósforo extracción carbónica relación 1:10 (P-H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)(Avellaneda et al, 1962; Nijensohn, 1991) y Potasio intercambiable con acetato de amonio pH 7 (Ki) (Pratt, 1965).

## **Identificación de especies vegetales presentes en el tratamiento de flora nativa**

Se realizó una identificación de las especies vegetales presentes en forma espontánea en el interfililar, las que se detallan en la Tabla 1.

**Tabla 1. Especies vegetales identificadas en el interfililar con flora nativa**

Nombre vulgar	Nombre Científico
<u>Cerraja</u>	<i>Sonchus oleraceus</i>
<u>Chepica</u>	<i>Cynodon dactylon</i>
<u>Clavel amarillo</u>	<i>Wedelia glauca</i>
<u>Malva</u>	<i>Malva parviflora</i>
<u>Setaria</u>	<i>Setaria geniculata</i>
<u>Tamascán</u>	<i>Cyperus rotundus</i>
<u>Verdolaga</u>	<i>Portulaca oleracea</i>
<u>Yuyo blanco</u>	<i>Chenopodium album</i>
<u>Papilla</u>	<i>Pitraea cuneato-ovata</i>
<u>Yerba del pollo</u>	<i>Polygonum aviculare</i>
<u>Lolium</u>	<i>Lolium multiflorum</i>
<u>Mota negra</u>	<i>Aster squamatus</i>
<u>Morenita</u>	<i>Kochia scoparia</i>
<u>Diente de león</u>	<i>Taraxacum officinalis</i>

## **Tratamientos**

El ensayo constó de dos tratamientos: LM) Labranza Media: rastreado interfililar y herbicida en la línea de plantación y FN) Flora Nativa: con desbrozado periódico en el interfililar y herbicida en la línea de plantación. El ciclo 2001/2002 fue su tercer año desde la implementación de este manejo.

## **Diseño estadístico y experimental**

El diseño fue en bloques al azar con 5 repeticiones por tratamiento. Cada parcela estuvo formada por cuarenta plantas comprendidas en tres interfilares a la mitad del largo de la hilera. La unidad experimental estuvo constituida por 8 plantas, donde las dos mitades del sistema radical se encuentran bajo el mismo tratamiento; el resto constituyen la bordura (Figura 1). El bloqueo se hizo teniendo en cuenta la variación en la profundidad observada del suelo, en sentido E-O, lo que quedó reflejado en el peso de poda y los rendimientos.

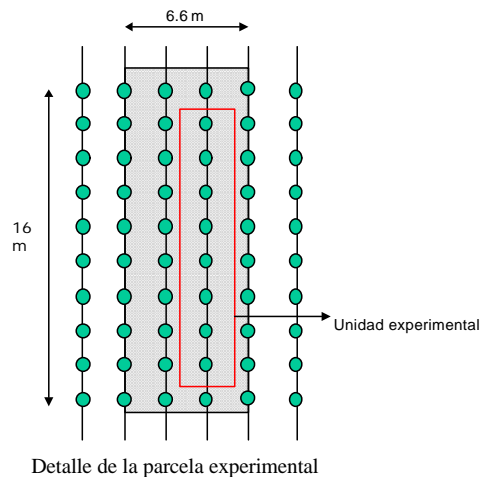


Figura 1. Detalle de la parcela experimental

## **Mediciones realizadas**

### ***Evaluación del estado hídrico del suelo***

Para la medición del contenido de humedad se utilizó una sonda de capacitancia tipo FDR (Frequency Domain Reflectometry) marca Troxler® modelo Sentry 200, con acceso al perfil del suelo por medio de tubos de PVC. Los tubos se instalaron en la parte media de la unidad experimental, en la línea de plantación. La profundidad de instalación hasta el subsuelo pedregoso, variable entre 0,6 m y 0,8 m. Las mediciones se realizaron en 19 oportunidades de las cuales 5 fueron tomadas simultáneamente con la determinación del contenido de humedad por gravimetría, para la obtención de la curva de calibración. Para expresar los resultados volumétricamente fue necesaria la determinación de la densidad aparente en campo. Para ello se utilizó el equipo de extracción de muestras sin disturbar Eijkelkamp® en dos sectores distintos del cuartel, a un metro de los tubos en el sentido de la hilera y a 30 cm de la línea de plantación. Las muestras se tomaron cada 5 cm y hasta los 70 cm de profundidad donde comenzaba el subsuelo pedregoso. Los datos de densidad aparente fueron utilizados además para conocer la compactación del perfil.

Se adoptaron los valores de  $W_c$  y  $W_m$  obtenidos por Vallone et al. (1997 a y b) previamente para ese suelo.

### ***Evaluación del riego por superficie***

Con el objetivo de determinar la capacidad de infiltración y el caudal unitario por metro de surco, se tomaron dos repeticiones de cada tratamiento, las hileras se seleccionaron arbitrariamente, buscando la coincidencia de dos repeticiones de cada tratamiento, de modo de abarcar mayor superficie y que los datos obtenidos tuvieran mayor representatividad. En cada tratamiento se colocaron dos aforadores trapezoidales, uno en la entrada del surco y el otro a la salida a los 78 metros. También se colocaron 11 estacas equidistantes a 7,8 metros. Se procedió a medir la geometría del surco con un perfilómetro, con lo cual se registró alturas en tramos equidistantes de 0.05 metros del espaciamiento del surco. Iniciado el riego se registraron los tiempos de avance y finalizado el mismo los de receso en cada estaca. Se determinaron la humedad inicial y final por gravimetría, promedio de tres sitios por tratamiento en las profundidades de 0-50 y 50-100 cm.

Finalmente durante seis horas y media de riego se midió el caudal a la entrada y la salida de la unidad de análisis. Simultáneamente se realizaron mediciones de infiltración con infiltrómetro de doble anillo (dos repeticiones por tratamiento), dato necesario para realizar ajustes en el modelo. Con estos datos se procedió a aplicar la metodología de Elliot y Walker (1982) para evaluar el riego por superficie (Morábito, 2001 com.verb.).

### **Medición de propiedades hidráulicas del suelo mediante el uso del tensioinfiltrómetro**

En cuatro oportunidades durante el ciclo de cultivo, se determinaron distintas propiedades hidráulicas con el uso del infiltrómetro de disco a tensión. En cada ocasión se evaluó una repetición por tratamiento (por limitaciones en el número de equipos disponibles y la simultaneidad temporal) y se midió la lámina infiltrada para las succiones matrices de 20 cm, 15 cm, 10 cm, 5 cm y 0 cm en ese orden. Posteriormente se aplicó el método de cálculo propuesto por *Ankeny et al* (1991) para la obtención de las variables hidráulicas de interés.

Una vez obtenidos los datos con el tensioinfiltrómetro se procedió a la evaluación de la macroporosidad según lo propuesto por Watson y Luxmoore (1986) aplicando la ecuación de capilaridad y suponiendo flujo laminar y poros cilíndricos.

### **Medición de la infiltración acumulada y velocidad de infiltración con infiltrómetro de doble anillo**

Con el objetivo de evaluar el efecto puntual de la presencia de flora nativa en el centro del interfilar y en el surco, se procedió a instalar ocho infiltrómetro de doble anillo distribuidos del siguiente modo: dos repeticiones separadas unos 40-50 metros entre sí por tratamiento.

Se determinó la infiltración acumulada y la velocidad de infiltración a través de la ecuación de Kostiakov (1932).

### **Medición del estado hídrico de la planta**

Se realizaron ocho mediciones del potencial hídrico de la hoja en pre amanecer y mediodía con la cámara de presión (Scholander et al, 1965) durante los meses de enero y febrero, coincidente con la etapa entre envero y madurez. Se utilizó la cámara PMS® (Corvallis Oregon). Tanto en preamanecer como al mediodía, se tomó la primer hoja totalmente expandida de un brote principal. Se tuvieron en consideración las recomendaciones y cuidados de la técnica indicadas por Turner (1981). En el caso de la medición al mediodía, la hoja, elegida con el mismo criterio y expuesta al sol, se embolsó antes de realizar el corte para evitar la pérdida de agua.

### **Rendimiento y componentes**

En cosecha se determinó el rendimiento y número de racimos por planta y el peso de racimo promedio. Sobre una submuestra de 20 racimos por repetición, se determinó el peso y volumen de las bayas.

### **Calidad del mosto**

Se determinaron porcentajes de sólidos solubles (refractómetro a 20°C), pH y acidez total (AT) expresada como g L<sup>-1</sup> de ácido tartárico.

### **Peso de poda**

En los años 2001 y 2003 se pesó la madera de un año obtenida en la poda de todas las plantas que conforman la unidad experimental.

### **Datos meteorológicos**

A partir de los datos de la estación meteorológica de Chacras de Coria ubicada a 100 m del ensayo, se estimó la ETo con la ecuación de Penman-Monteith y con el valor de Kc promedio de 0.75 sugerido para la especie en la zona, se estimó la ETc del cultivo durante el ciclo. También se computó la lluvia caída en los meses de verano en que se midió estado hídrico de la planta.

### **Análisis de los datos**

Los datos obtenidos fueron analizados para los supuestos de normalidad y simetría, análisis de la varianza y pruebas de comparación de medias según Tuckey ( $p \leq 0.05$ ) (Statgraphic 4.0)

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Análisis físico-químico inicial del suelo**

La textura de los suelos corresponde a suelos francos según apreciación por VS. A partir de las cuatro muestras compuestas seleccionadas arbitrariamente por VS en orden creciente (muestra 1: 92 cm<sup>3</sup>%g; muestra 2: 99 cm<sup>3</sup>%g; muestra: 111 cm<sup>3</sup>%g y muestra 115 cm<sup>3</sup>%g), se obtuvieron las curvas de textura elemental y la calificación según el criterio Internacional (Tabla 2).

**Tabla 2- Análisis textural por densimetría**

Fracción de partícula	VS 92	VS 99	VS111	VS 115
Arcilla (g%g)	4.0	6.0	9.0	11.0
Limo (g%g)	24.0	24.0	27.0	29.5
Arena (g%g)	72.0	70.0	64.0	59.5
Calificación	Franco arenoso	Franco arenoso	Franco	Franco arcilloso

Los valores de Nitrógeno total y Fósforo disponible, según criterios locales (Nijensohn et al, 1971), fueron en general bajos, excepto el N de la capa de 0-20 cm del tratamiento FN (Tabla 3)

**Tabla 3.- Contenidos de Nitrógeno, Fósforo y Potasio edáficos de 0 a 60 cm de profundidad. Cada dato es el promedio de 5 repeticiones.**

Tratamiento	Profund	Ntotal	NF	P- H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	NF	Kint	NF	Volumen de Sedimentación	Calificación Textural
	(cm)	mg kg <sup>-1</sup>						cm <sup>3</sup> %g	
Flora Nativa	0-20	829	A	3.0	P	289	A	106	Franco
	20-40	102	MP	2.0	MP	178	B	102	Franco
	40-60	490	P			345	A	104	Franco
Labrado	0-20	778	M	3,7	P	287	A	112	Franco Limoso
	20-40	504	P	1,1	MP	142	M	101	Franco
	40-60	455	P			111	M	102	Franco

NF corresponde a nivel de fertilidad (MP: muy pobre; P: pobre; B: bueno; M: medio; A: alto; MA: muy alto)

**Tabla 4.- Efectos del tratamiento, bloque y profundidad sobre la fertilidad. Valores promedio de Nt, Pdisp, Ki , acompañado de sus correspondientes errores estándar**

	N total	P disponible	K interc.
Tratamiento	(mg kg <sup>-1</sup> )		
FN	616 ± 30.1 a	2.51±0.63 a	270 ± 55.7 a
LM	577 ± 30.1 a	2.41±0.63 a	181 ± 58.2 a
Bloques			
1	651 ± 45.6 a	1.62 ±1.0 a	182 ± 88.1 a
2	600 ± 45.6 a	2.53 ±1.0 a	183 ± 88.1 a
3	644 ± 45.6 a	2.10 ±1.0 a	399 ± 88.1 a
4	520 ± 45.6 a	3.30 ±1.0 a	200 ± 88.1 a
5	567 ± 56.3 a	2.75 ±1.0 a	163 ± 97.6 a
Profundidad			
0-20	804 ± 35.3 a	3.30 ± 0.63 a	288 ± 68.2 a
20-40	517 ± 37.7 b	1.60 ± 0.63 a	160 ± 68.2 a

Letras iguales indican que las medias no difieren según Tuckey (p ≤ 0.05).

No se presentaron diferencias significativas en ninguno de los factores (bloque, tratamiento ni profundidad) en los contenidos de Fosforo y Potasio En los contenidos de Nitrógeno sólo se presentaron diferencias significativas entre la primer capa de suelo y las dos capas inferiores. La interacción tratamiento x profundidad no dio significativa (Tabla 4).

En general, el suelo es no salino y no sódico; el pH alcalino es el común de la zona. Los tratamientos no influyeron sobre pH ni la humedad de saturación ni en las sales probables. Hay tendencia a la salinización y aumento significativo del RAS en el tratamiento con labranza, lo que denotaría, menor lixiviación de sales en este último caso (Tabla 5.). El análisis en profundidad del perfil indica una acumulación de sales en la tercer capa y diferencias en la humedad de saturación en relación con las diferentes texturas encontradas.

**Tabla 5.- Evaluación de los efectos del tratamiento y la profundidad sobre la salinidad del suelo. Valores promedios de sales probables, RAS, pH, CEes, Ces, Ws acompañado de sus correspondientes errores estándar**

Tratamiento	Sales probables me L <sup>-1</sup>	RAS	Ws g%g	PH	Cees microS cm <sup>-1</sup>
FN	22.5 a	1.75 a	43.7 a	7.57 a	1801.2 a
LM	22.8 a	2.55 b	43.2 a	7.56 a	2159.2 a
Profundidad					
0-20	21.66 a	2.63 a	47.11 a	7.56 a	1478 a
20-40	27.14 a	2.23 a	40.2 b	7.58 a	2250 a
40-60	28.25 a	2.17 a	43.02 b	7.53 a	2212 a

Letras iguales indican que las medias no difieren según Tuckey ( $p \leq 0.05$ ).

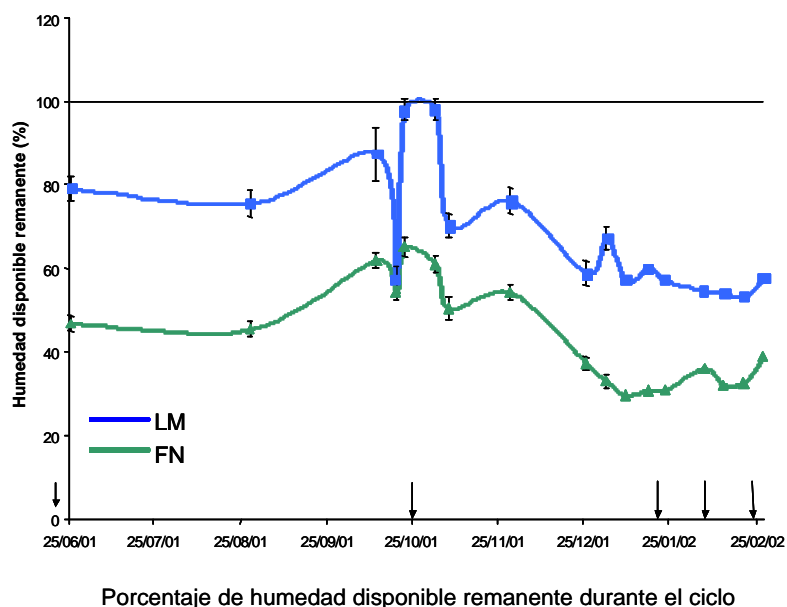
### **Evaluación del contenido de humedad edáfica**

El porcentaje de humedad disponible remanente fue siempre menor en FN (Figura 2). Se observó un menor contenido de humedad del tratamiento FN con respecto al tratamiento LM, de manera más pronunciada a partir de los 20 cm de profundidad. A excepción de los datos tomados el 19/10, todos los valores de contenido de humedad fueron superiores en el tratamiento de LM. Las diferencias son mínimas en superficie y se incrementan en las capas más profundas (Figuras 3, 4 y 5). Los resultados podrían deberse a un mayor consumo de agua tanto por parte del cultivo como de la cobertura, y no a menor infiltración ya que la excavación del suelo posterior a los ensayos con doble anillo indicó una mayor penetración del agua en profundidad e infiltración en surco de FN, como más adelante se detallará. La situación de consumo de agua extra también se ha constatado en otros ensayos de campo (Del Monte et al. 1994; Penfold, 2003).

### **Resultados de los ensayos de infiltración realizados con infiltrómetro de doble anillo**

La infiltración en el primer minuto (A) sobre los surcos de riego en la FN es mayor que en el tratamiento con LM. En el caso de los infiltrómetros instalados sobre la melga la infiltración en el primer minuto fue mayor para el tratamiento con LM. La pendiente de la curva de infiltración acumulada, expresada por el parámetro (B) es notoriamente más pronunciada para la FN que para la LM con los infiltrómetros instalados sobre el surco. Para la situación de infiltración sobre la melga el tratamiento con labranza mostró valores levemente superiores a la FN (Tabla 6, Figura 6).

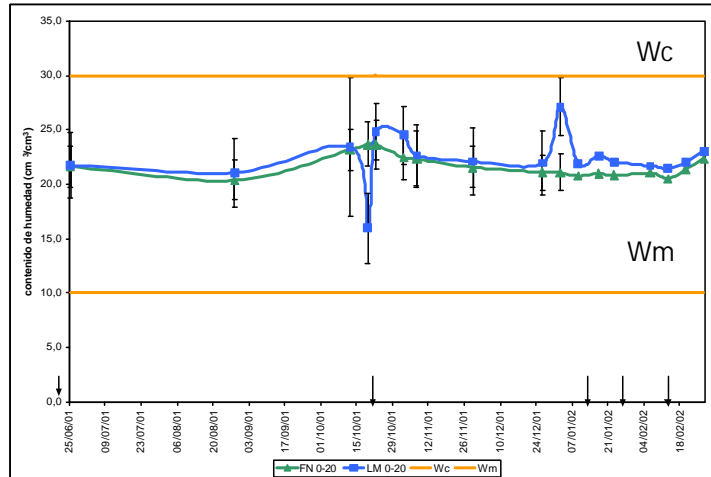
La velocidad de infiltración promedio reafirma las anteriores tendencias. Mientras en surco la "I" de FN fue de 22,9 mm h<sup>-1</sup>, en LM fue de 12 mm h<sup>-1</sup>, en cambio en melga, aunque más próximas entre sí, I es algo mayor para LM, 38 mm h<sup>-1</sup> que FN 33,7 mm h<sup>-1</sup> (Tabla 6).



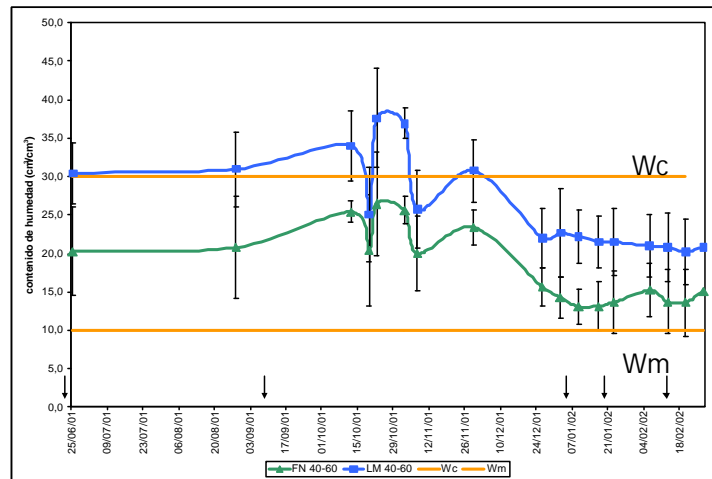
**Figura 2: Evolución del porcentaje de humedad disponible a lo largo del ciclo en la capa entre 40-60 cm de profundidad. Líneas verticales corresponden a desviación estándar.**

**Tabla 6.- Parámetros de las ecuaciones de Icum y velocidad de infiltración de Kostiakov. Ensayos realizados en los distintos tratamientos y posiciones dentro del interfilas. Cada dato proviene de dos repeticiones**

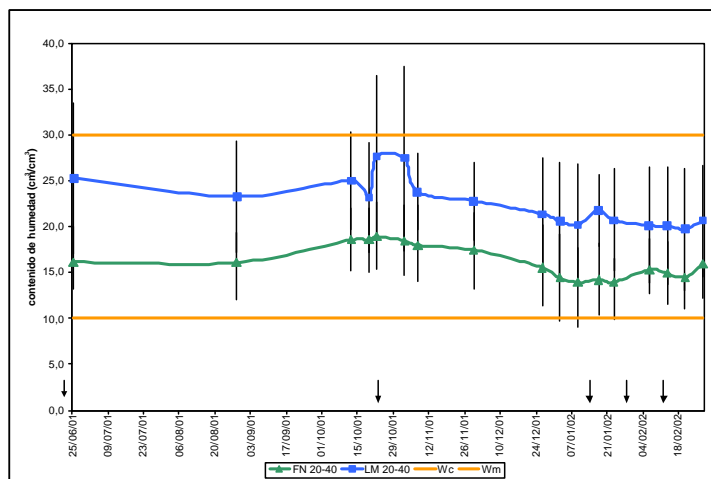
Trat.	Surco	Melga	Surco	Melga
Parámetros de la ecuación de Kostiakov				
	A		B	
LM	12.4	25.0	0.12	0.20
FN	18.8	21.5	0.56	0.24
	a		B	
LM	89.3	283.8	0.88	0.82
FN	248.2	267.2	0.78	0.79
Velocidad de infiltración promedio (mm/h)				
LM	12.0	38.0		
FN	22.9	33.7		



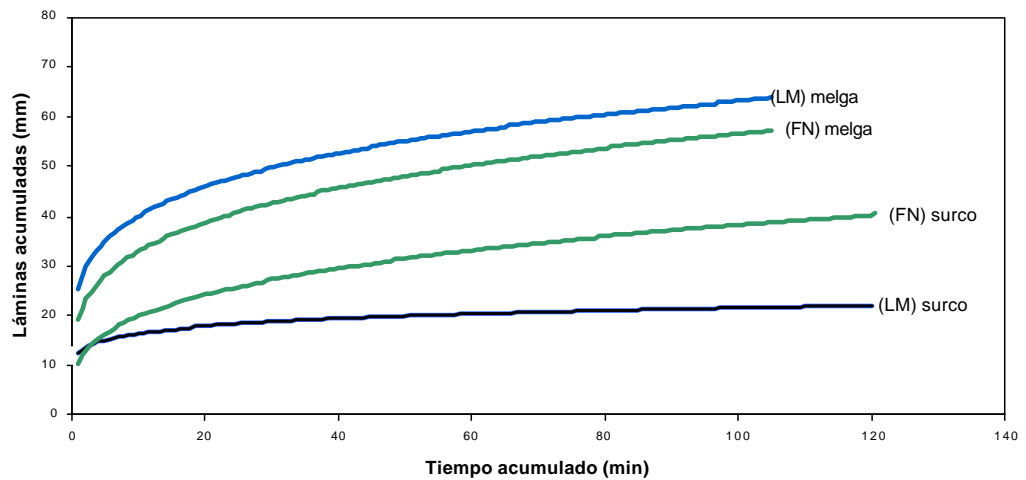
**Figura 3: Evolución del contenido de humedad volumétrico a lo largo del ciclo en la capa de 0-20 cm. Líneas verticales corresponden a desviación estándar.**



**Figura 4: Evolución del contenido de humedad volumétrico a lo largo del ciclo en la capa entre 40-60 cm de profundidad. Líneas verticales corresponden a desviación estándar.**



**Figura 5: Evolución del contenido de humedad volumétrico a lo largo del ciclo en la capa entre 20-40 cm de profundidad. Líneas verticales corresponden a desviación estándar.**



**Figura 6. Curvas de infiltración acumulada. Cada curva es el promedio de dos infiltraciones(cabeza y pié de la unidad experimental)**

Estas diferencias en los parámetros de infiltración observados en los ensayos realizados sobre el surco, lugar por donde efectivamente se riega, podría explicarse por la acción positiva de las raíces de la cobertura en al menos la mitad del perímetro mojado, sobre la estabilidad estructural, continuidad de canalículos y aumento de la macroporosidad, que redundan en una mayor infiltración en las primeras capas del suelo. Es sabido que el proceso de infiltración total, y la profundidad que puede alcanzar el agua de riego, queda determinado por la velocidad de infiltración de las capas más superficiales. La excavación del suelo posterior a los ensayos de infiltración de las parcelas con flora nativa, mostró una abundancia de finas raíces de la flora hasta los 17 cm (Foto 1) y perfil humedecido por el ingreso del agua hasta los 55 cm, con un sistema radical del cultivo más profuso (Foto 2), mientras que para las parcelas labradas, el perfil se evidenció más seco y compactado y las raíces de la vid con escaso desarrollo y horizontalidad debida al pie de arado (Foto 3).

La menor infiltración de FN en el centro del interfilare fue debida a la coincidencia de un desarrollo exiguo de la cobertura en ese sector por deficiente dotación de agua, que no permitió su buen establecimiento. Prueba de ello, es que en ciertos sectores del cuartel en donde el tirante de agua rebalsa el surco y se produce la inundación de la melga, el desarrollo de cobertura observado fue muy bueno.

Muchos trabajos han constatado el efecto de las raíces sobre la mayor capacidad de infiltración (Penfold, 2003; Morlat & Jacquet 2003; Schaller, 1999; Prideaux, 2001, Hüster, 1993, Caspari, 1997 y Pradel & Pieri, 2000).

En general los trabajos de largo plazo en campo con tratamientos de no labranza del suelo, uso de residuos en superficie o coberturas permanentes en comparación con labranza convencional, han demostrado que esta última compacta el suelo por debajo de la zona labrada, interrumpe los poros de ventilación superficial (Carter and Colwick, 1971), incrementa el sellado superficial (Roth et al, 1988) y que aún cuando la densidad aparente fuera mayor y la porosidad total menor en suelos no labrados, la infiltración acumulada fue igual o mayor en esta situación respecto de suelo labrado

(Ehlers, 1995) y además el agregado de residuos vegetales reduce el sellado superficial y permite mayor aprovechamiento del agua de lluvia en zonas de secano (Roth et al, 1988, Zuzel et al, 1990). Azooz & Arshad (1997) encontraron que la mayor infiltración en situación de no labranza se debe a la ruptura de la estructura del suelo labrado, diferencias en la distribución del tamaño de poros, ya que no labrado tuvo mayor volumen total de microporos y mayor conductividad hidráulica. Estos mismos autores sostienen que la infiltración acumulada en manejo de no labranza por largo tiempo, se incrementa bajo contenidos de humedad iniciales secos, cerca de  $W_c$  y en  $W_c$  pero se reduce en  $W_s$ .

### **Resultados los ensayos de la evaluación de riego por surcos**

Los volúmenes de agua infiltrada por metro de surco y la infiltración acumulada (dato obtenido a partir de los hidrogramas de entrada y salida del surco, Figura 7) fueron mayores para el tratamiento de LM (Tabla 7). Es decir que la infiltración medida en gran superficie, contradice los resultados obtenidos en surco puntualmente. Algunas de las posibles causas que en forma individual o simultánea podrían estar explicando el fenómeno podrían ser las siguientes:

- 1) Al encontrarse el suelo recién labrado aumenta la rugosidad del suelo generando un aumento de superficie de contacto suelo-agua y un menor avance hacia el pie
- 2) El surco del tratamiento con LM era mayor (dato geométrico no mostrado) por lo tanto también mayor la superficie de contacto con el agua.
- 3) Por el aumento de la rugosidad del suelo con LM se produce un aumento del tirante de agua, por lo tanto esto también incidiría incrementando el perímetro mojado
- 4) En coherencia con lo antes expuesto, la densidad de la cobertura en algunos sectores no fue adecuada y no se puede ver reflejado su efecto benéfico.

### **Evaluación de la conductividad hidráulica del suelo y calidad de poros**

Las curvas de la Figura 8 muestran las conductividades hidráulicas promedio para cada una de las 5 succiones matrices impuestas con el infiltrómetro de disco a tensión. La conductividad crece para las distintas tensiones llegando a un valor medio de  $1,41 \text{ cm h}^{-1}$  y  $2,32 \text{ cm h}^{-1}$  para FN y LM respectivamente para el flujo a tensión cero o  $K_D$  (Tabla 9). A medida que se ejerce mayor succión,  $k_{(\theta)}$  disminuye y menor es el diámetro máximo de poro ocupado con aire.

El aporte de las distintas calidades de poro al flujo total saturado fue el siguiente (calificación según Luxmoore, 1981): la macroporosidad, que involucra a poros mayores de 0,6 mm de diámetro, aportó un 84,1% en LM y 85,4% en FN; el flujo entre 0,6 y 0,2 mm, considerada la mesoporosidad, fue de 5,2% para LM y 11,8% para FN; los poros menores a 0,2 mm, que involucra parte de la meso y la microporosidad, el aporte fue de 10,7% para LM y 2,8% para FN. Es decir, que la infiltración del agua en el suelo, en condiciones de casi saturación se produce mayoritariamente por macro y mesoporos, aportando esta franja de porosidades el 89,3 % para LM y el 97,2% para FN del flujo total. No obstante, la macroporosidad de mayor significación y que puede producir el flujo tipo “bypass”, es la de poros mayor a 0,6 mm, más alta en FN (Tabla 8), que es por donde ocurre el flujo preferencial

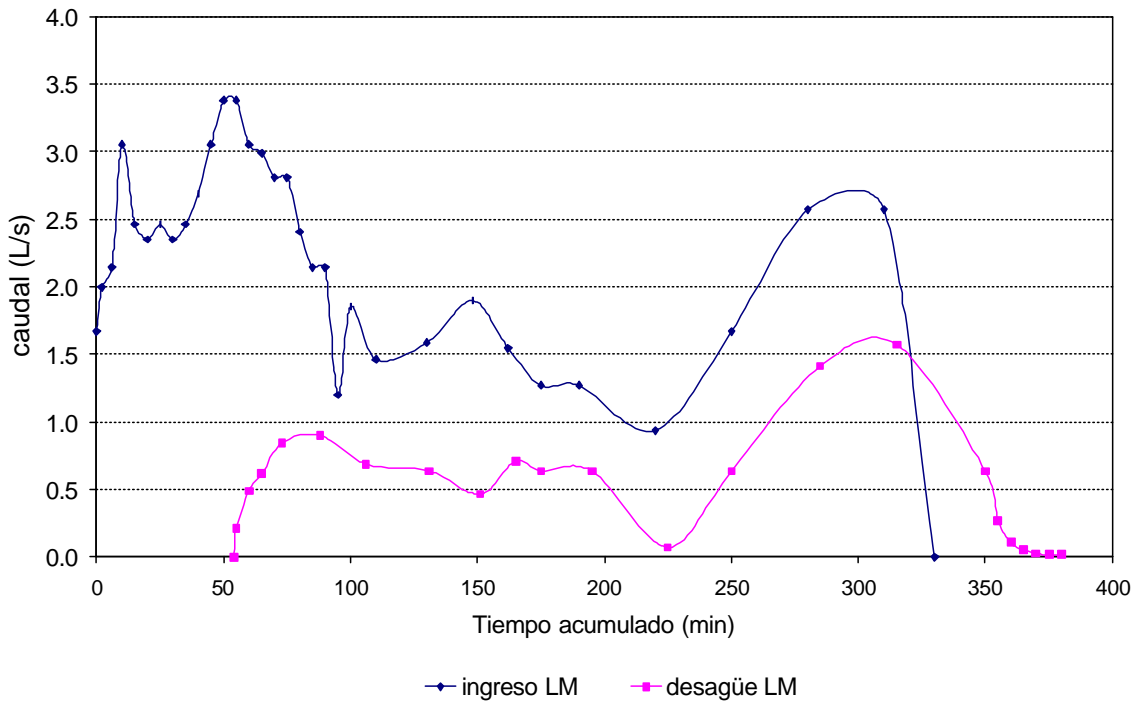
**Tabla 7.- Evaluaciones de riego en las parcelas con flora nativa (FN) y labranza media (LM) en dos momentos del ciclo (Método Elliot & Walker)**

	1 <sup>era</sup> fecha (19 oct)		2 <sup>da</sup> fecha (16 nov)	
	FN	LM	FN	LM
Número de surcos regados	12			
Largo del surco (m)	78.2			
Espaciamiento entre surcos (m)	1.1			
Tiempo de aplicación (min)	1068		330	
W antes del riego prom 0-100 cm (g%g) <sup>(1)</sup>	17.5	17.5	12.2	15.3
W después del riego prom. 0-100 cm(g%g) <sup>(2)</sup>	20.0	20.0	15.5	19.2
Volumen infiltrado por m de surco	<b>0.0225</b>	<b>0.0609</b>	<b>0.0142</b>	<b>0.0255</b>
Ecuación de Kostiakov	$3.88 t_{inf}^{0.32}$			
Infiltración básica (mm)	1,38			
Familia de Infiltración SCS USDA (pulg h <sup>-1</sup> )	0,05			
Ecuación de avance	$2.75 t_{av}^{0.80}$	$2.91 t_{av}^{0.75}$	$1.48 t_{av}^{0.91}$	$3.42 t_{av}^{0.78}$
Ecuación de receso	$-1859 + 1.74 t_{rec}$	$-930 + 0.87 t_{rec}$	$518 + 1.56 t_{rec}$	$-1859 + 1.74 t_{rec}$
Eficiencia de almacenaje (%)	59	100	28	42
Eficiencia de distribución (%)	100	100	99	100
Eficiencia de aplicación (%)	31	50	51	63

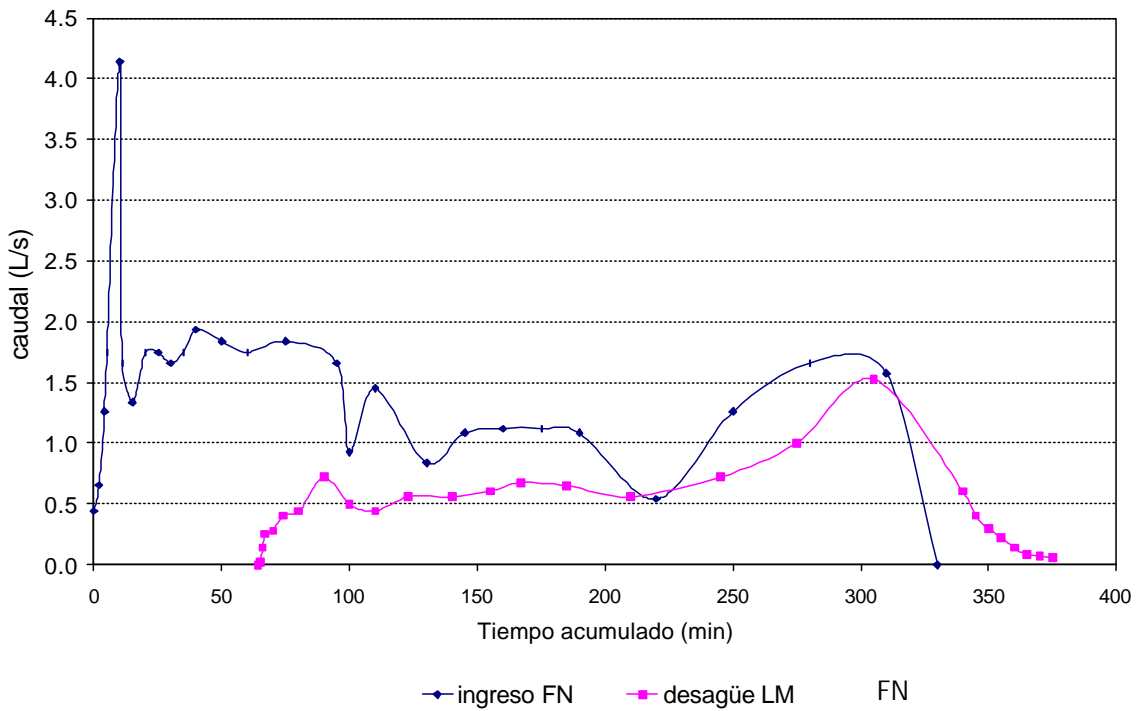
**Tabla 8.- Porcentajes del flujo total estimado para cada tipo de porosidad. Cada dato es el promedio de 4 ensayos de campo**

SM	Diámetro de poros	% Flujo	
		LM	FN
cm	mm		
(0) – (-5)	> 0.6	84.1	85.4
(-5) – (-10)	0.6 – 0.3	3.8	5.0
(-10) – (-15)	0.3 – 0.2	1.4	6.8
(-15) – (-20)	0.2 – 0.15	4.7	1,9
> (-20)	< 0.15	6.0	0.9

**Hidrograma 16 noviembre**



**Hidrograma 16 noviembre**



**Figura 7. Hidrogramas de entrada y salida de las parcelas con Labranza Media (arriba) y con Flora Nativa (abajo) medidos el 16 de noviembre.**

La macroporosidad y los flujos preferenciales generados en los suelos, ya sean interpedales por bioturbaciones, raíces de las plantas, fauna del suelo u operaciones de labranza o contracción de las arcillas, ha tomado relevancia en las investigaciones hidrológicas de la llanura pampeana Argentina en los últimos tiempos, relacionado principalmente al riesgo de llegada del flujo a los acuíferos (Feddes R. et al, 1988; Weinzettel y Usunoff, 2000, com. pers.).

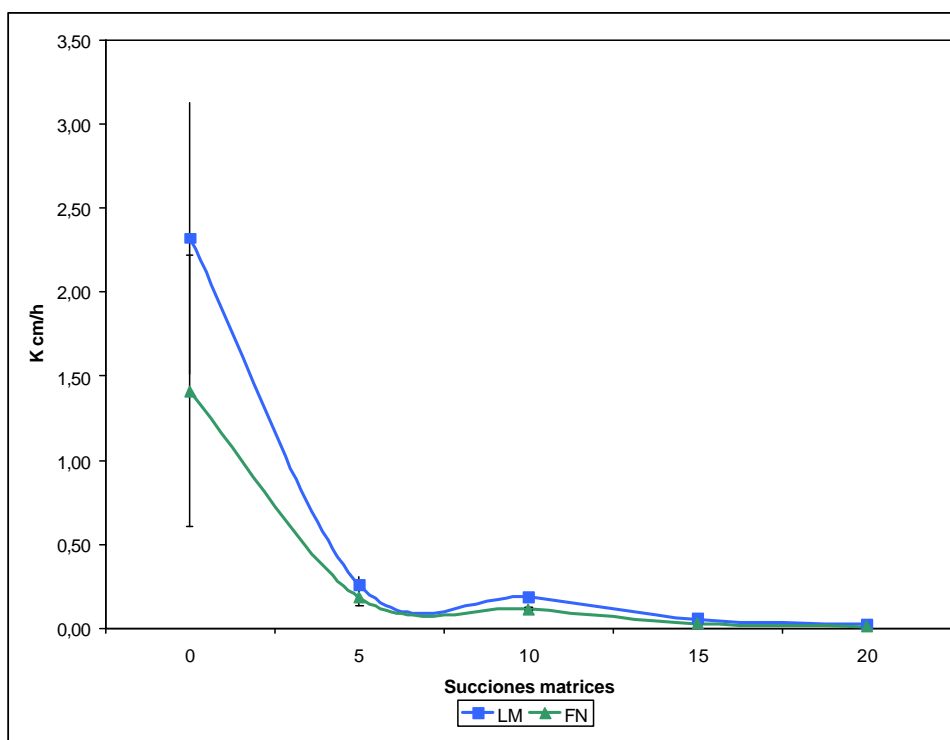
En este caso, el mayor porcentaje de flujo preferencial en el tratamiento con cobertura, podría explicar las mayores profundidades alcanzadas por el agua en los ensayos de infiltración bajo los surcos observadas a campo. El flujo matricial en cambio, debido a meso y microporos, es mayor en LM.

Respecto a la conductividad hidráulica, sólo se observaron diferencias entre los tratamientos cuando se ejercieron SM=10 cm (Tabla 9), sin poder emitir una explicación al respecto al menos con los datos que se cuenta. Los valores de conductividad hidráulica fueron levemente mayores en LM. El análisis de la información obtenida en esta experiencia de campo se hubiese visto enriquecida con la incorporación de sensores de humedad, provistos con transductores, bajo el disco del equipo, de manera de registrar, sin disturbar, continuamente las variaciones de humedad en distancias cotas de profundidad de suelo. No se contó con tal equipamiento en la presente experiencia.

Los resultados de la bibliografía mundial son contradictorios. Algunos citan aumentos de la conductividad hidráulica en situación de no labranza respecto a labranza con reja y vertedera por ejemplo (Chan and Mead, 1989; Benjamin, 1993;), otros que no hay diferencia entre ambos manejos, (Obi and Nnabude, 1988) y también se han hallado mayores valores en suelo labrado (Pikul et al, 1990). Para Azooz y Arshad (1995) la inconsistencia en los resultados resultan de la propia hidráulica del suelo, la transitoriedad de la estructura después de la labranza, el contenido de agua inicial y final, la historia del sitio, el momento del muestreo y la posible perturbación del suelo durante la medición.

**Tabla 9.- Valores de conductividad hidráulica K, para cada SM suministrada con el correspondiente error estándar. Letras iguales indican que las medias de los tratamientos no difieren según Tuckey (p  $\leq$  0.05).**

SM(cm)	Conductividad Hidráulica (K) en cm h <sup>-1</sup>		Error estándar
	FN	LM	
0	1.41 a	2.32 a	0.800
5	0.18 a	0.26 a	0.049
10	0.11 b	0.19 a	0.009
15	0.03 a	0.05 a	0.012
20	0.01 a	0.03 a	0.006



**Figura 8: Curvas de conductividad hidráulica K promedio de cuatro repeticiones. Líneas verticales corresponden a error estándar.**

### **Evolución del estado hídrico de la planta**

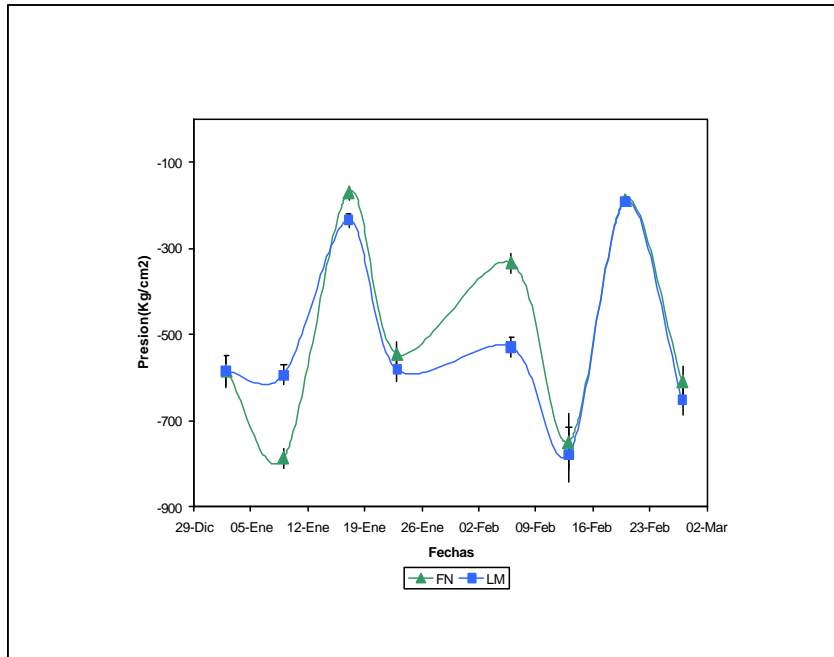
Los potenciales hídricos de la hoja, tanto en preamanecer como al mediodía, muestran valores más negativos, y en consecuencia un mayor grado de estrés, de las plantas bajo el tratamiento con labranza. Esto estaría indicando un desbalance entre oferta y demanda de agua a las raíces del cultivo (Tabla 10) y avalaría la hipótesis de mayor disponibilidad hídrica para el cultivo en el caso de FN, producto de una mayor infiltración puntual, mayor flujo por macroporosidad y profundidad de alcance del agua, mejor desarrollo de raíces de la vid, sin descartar otra causa distinta a las evaluadas en el presente ensayo.

El análisis a lo largo del periodo de mediciones, pone en evidencia algunas fechas en donde los potenciales hoja de FN en preamanecer fueron más negativos en respuesta a un déficit transitorio hasta la aplicación del riego por la mañana, por mayor consumo del cultivo y de la propia cobertura. (Figura 9)

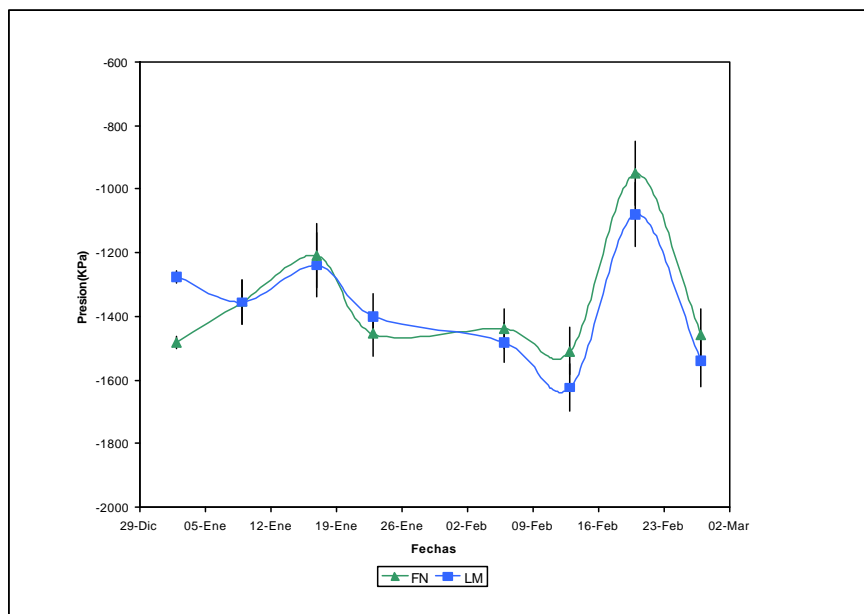
**Tabla 10.- Potenciales hídricos de la hoja en preamanecer y mediodía promedios del periodo de medición entre los meses de enero y febrero, entre envero y maduración**

Tratamiento	Pre-amanecer	Mediodia
	KPa	
FN	-496	-994
LM	-518	-1374

Cada valor es el promedio de 8 mediciones



**Figura 9.-Potencial hídrico de la hoja en preamanecer, para FN y LM. Líneas verticales corresponden a los errores estándar correspondientes a cada valor**



**Figura 10.- Potencial hídrico de la hoja al mediodía, para FN y LM. Líneas verticales corresponden a los errores estándar correspondientes a cada valor**

Al mediodía las diferencias no son tan notorias, probablemente por una buena regulación debida al cierre estomático (Figura 10).

## Evaluación de los rendimiento y sus componentes

No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos en rendimiento o sus componentes (Tabla 11).

**Tabla 11. Rendimiento y sus componentes**

Tratamiento	Rendimiento Kg ha <sup>-1</sup>	Racimos planta	Peso Racimo kg	Peso planta kg	Volumen baya ml	Peso baya g
FN	11988 a	28.4 a	0.144 a	4.09 a	1.36 a	0.84 a
LM	13044 a	32.4 a	0.139 a	4.50 a	1.45 a	0.97 a

Letras iguales en una misma columna no difieren según Tuckey ( $p \leq 0.05$ )

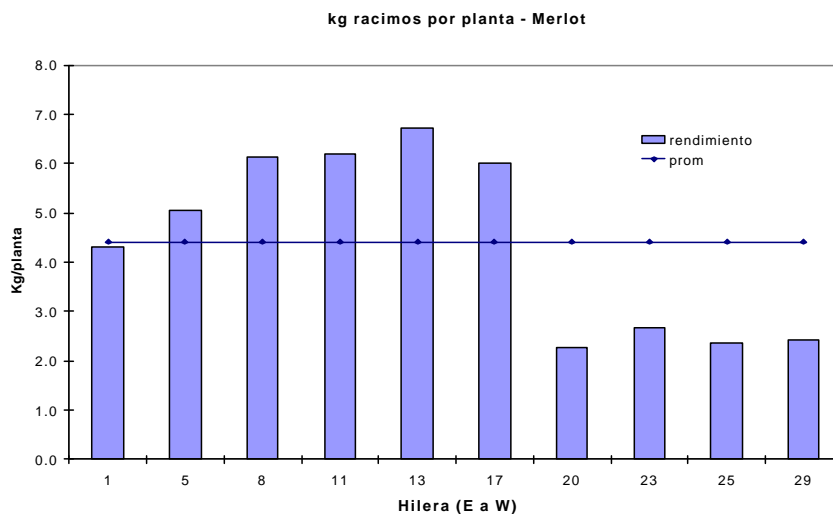
Respecto de los análisis del mosto obtenido, sólo hubo diferencia en AT (Tabla 12). En general, las diferencias en contenido de humedad edáfica, infiltración y potencial hoja, no fueron suficientes como para influir en el rendimiento o calidad de la materia prima .

Es interesante el resultado del análisis de los rendimientos en función de la profundidad de suelo, que avala el criterio de bloqueo empleado (Figura 11)

**Tabla 12.- Calidad del mosto proveniente de los distintos tratamientos**

Tratamiento	AT g L <sup>-1</sup>	PH	Sólidos solubles °Brix	Contenido azúcar Mg baya <sup>-1</sup>
FN	6.0 a	3.47 a	22.5 a	306.8 a
LM	6.4 b	3.49 a	22.8 a	335.4 a

Letras iguales en una misma columna no difieren según Tuckey ( $p \leq 0.05$ )



**Figura 11.-Variación del rendimiento por planta en sentido E (más profundo) a Oeste (menos profundo)**

## Peso de poda

La expresión vegetativa, expresada como peso de poda, indica que no hubo diferencias significativas entre los dos tratamientos. En el ciclo 2003 los pesos de poda en general fueron mayores que al inicio de la experiencia en el ciclo 2001 (Figura 12). El incremento fue debido a que en el 2002 se realizó un subsolado profundo de los perfiles que favoreció el desarrollo de las plantas.

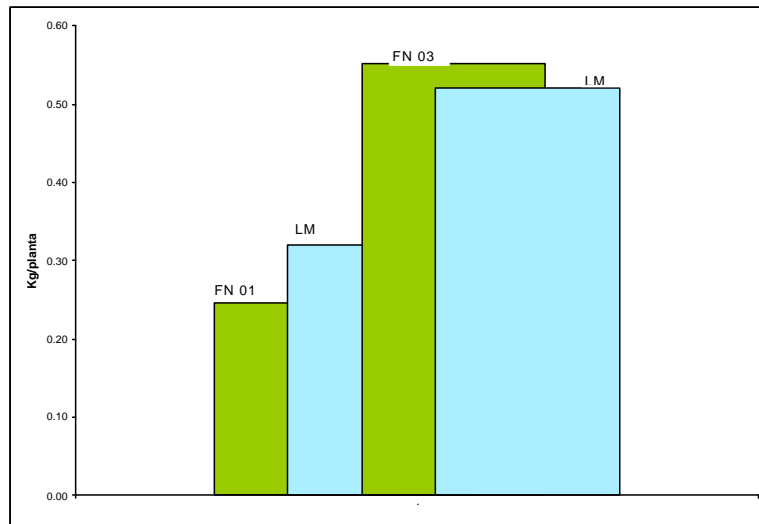


Figura 12.- Peso de poda promedio para los dos tratamientos al durante dos ciclos diferentes

Los datos al comienzo del ensayo permiten observar la disminución del peso en función de la profundidad del suelo en sentido este a oeste, que avala otra vez el bloqueo realizado. (Figura 13).

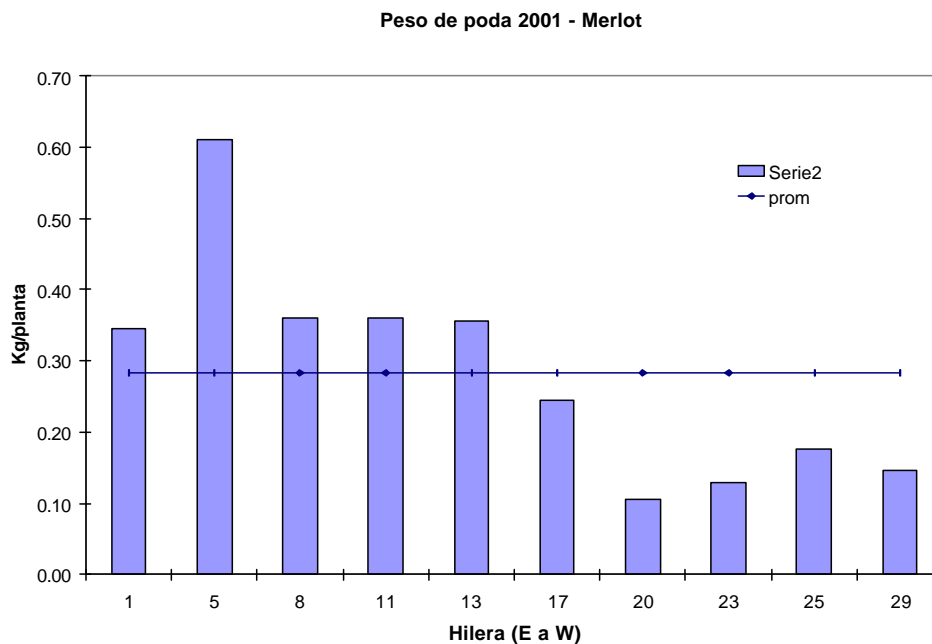


Figura 13. Variación del peso de poda por planta en sentido E (más profundo) a Oeste (menos profundo)

## CONCLUSIONES

Tras tres años de establecimiento de una cobertura con flora nativa de baja densidad en el interfilas de un viñedo regado por surcos, se observó:

- \* Un menor contenido de humedad en suelo del tratamiento FN con respecto al tratamiento LM, de manera más pronunciada a partir de los 20 cm de profundidad, debido a un mayor consumo de agua tanto por parte del cultivo como de la cobertura, con una mayor penetración efectiva del agua en profundidad bajo los surcos de FN.
- \* La infiltración acumulada puntual medida sobre los surcos de riego en la FN es mayor que en el tratamiento con LM por el efecto benéfico de la porosidad generada por las raíces de la flora nativa. En el caso de los infiltrómetros instalados sobre la melga, donde la cobertura era poco densa el efecto de la cobertura no fue evidente.
- \* Los volúmenes de agua infiltrada por metro de surco medido con la técnica del balance de volúmenes, fue mayor para el tratamiento de LM, presumiblemente debido al aumento del tirante de agua, y en consecuencia del perímetro mojado, por mayor rugosidad, que aumentaría el tiempo de contacto suelo : agua.
- \* La infiltración del agua en el suelo, en condiciones de casi saturación se produce mayoritariamente por macro y mesoporos, aportando esta franja de porosidades el 89,3 % para LM y el 97,2% para FN del flujo total. No obstante, la macroporosidad de mayor significación y que puede producir el flujo tipo "bypass", es la de poros mayor a 0,6 mm, más alta en FN, que es por donde ocurre el flujo preferencial.
- \* La conductividad hidráulica crece para las distintas tensiones llegando a un valor medio de 1,41 cm h<sup>-1</sup> y 2,32 cm h<sup>-1</sup> para FN y LM respectivamente para el flujo a tensión cero o  $K_D$ .
- \* Las diferencias en estado hídrico de la planta no se reflejaron en la producción de frutos, el vigor, ni en la calidad del mosto.
- \* Respecto a la fertilidad, la diferencia se presentó para contenido de N Total en la capa superficial en ambos tratamientos. El suelo con LM presentó un perfil con mayor salinidad y acumulación de sodio en profundidad, por menor lixiviación del perfil.
- \* La diferencia ha sido fundamentalmente en la disponibilidad de agua, patrón de distribución en el perfil y velocidad de infiltración, es decir, en el balance del agua del suelo. Sería interesante probar distintas combinaciones lámina de riego e intervalo de riego. Asimismo, y a la luz de este y otros experimentos de campo, el uso de las coberturas como factor de control del estrés hídrico.
- \* Dado que posiblemente los efectos sobre algunas de las variables evaluadas y en otras sin evaluar se expresen tras varios años de cobertura, es necesario emprender ensayos de más largo tiempo.
- \* El uso de la técnica del infiltrómetro de disco a tensión resultó útil para estudiar las propiedades hidráulicas diferenciales producto de distintos manejos del suelo. La caracterización porcentual de los flujos permite deducir la contribución relativa de la macroporosidad al movimiento del agua. Sin embargo, su implementación en nuestro caso insumió más tiempo para alcanzar los equilibrios que los informados en otros trabajos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aaoki, A.M. y Sereno, R.** (2003). "Metodologías físicas para investigación de propiedades del suelo, unificación de procedimientos". Taller de Física de Suelos. organizado por la AACCS Y UNLP-FCAF 27 de mayo. La Plata, Argentina. Resúmenes de trabajo pp. 2-3.
- Ankeny, M. D.; M. Ahmed; T. C. Kasapar y R. Horton.** (1991). *Simple field method for determining unsaturated hydraulic conductivity. Soil Science Society of American Journal* 55: 467-470.
- Avellaneda, M-O.; Pizarro, O.; Olmos F.S; y L. Nijensohn.** (1962). "Las extracciones acuosas y carbónicas en el diagnóstico del nivel de fósforo disponible en suelos mendocinos regadíos". In: Actas de la Segunda Reunión Argentina y Primer Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo: 49-51.
- Azooz, R. H. y Arshad, M. A.** (1997). *Soil infiltration and hydraulic conductivity under long-term no-tillage and conventional tillage systems.* Northern Agriculture Research Center, Agriculture and Agri-food Canada, Box 29, Beaverlodge, Alberta, Canada.
- Benjamin, J.G.** (1993). *Tillage effects on near surface soil hydraulic properties. Soil Tillage Res.* 26: 277-288
- Bouyoucos, G.L.** (1962). *Hydrometer method improved for marking particle size analysis of soils.* Agron. J.54:464-465.
- Bremner, J.M.** (1965). *Total Nitrogen: Regular MacroKjeldahl method. In: Methods and Soil Analysis Part II* (Ed. Chief Black, C.A.). Agronomy N° 9. American Society of Agronomy INC. , Publisher Madison, Wisconsin, USA, pp: 1149-1176
- Carter, L.M. and Colwick, R.F.** (1971). *Evaluation of the tillage systems for cotton production systems.* Trans. ASAE 14: 1116-1121.
- Caspari, W. H.; Neal, S. y Naylor, A.** (1997). *Cover crop management in vineyards to enhance deficit irrigation in a humid climate.* Acta Hort. 449 Vol. 1. ISHS 1997.
- Chan, K.Y. and Mead, J.A.** (1989). *Water movement and macroporosity of an Australian Alfisol under different tillage and pasture conditions.* Soil Tillage Res. 14: 301-310.
- Del Monte, R.F.** (1994.) *Eficiencia comparativa entre sistemas de labranza y coberturas de flora natural en viticultura regadía.* Revista Horticultura Agraria 13(34-35):87-98
- Del Monte, R.F; Ambrogetti, A.; Catania, C.; de del Monte Avagnina, S.; Perez Peña, J.** (1999). *Manejo del suelo mediante coberturas vegetales en el viñedo regadío.* Encuentro con el Malbec. E.E.A. INTA Mendoza.
- Ehlers, W.** (1995). *Observations on earthworm channels and infiltration on tilled and untilled loess soil.* Soil Sci. 119: 242-249.
- Elliot, R. L., & W. R. Walker.** (1982). *field evaluation of furrow infiltration and advance functions.* Trans. ASAE 15(2):369-400.
- Feddes, R.; Kabat, P.; Van Bakel, P.; Bronswijk, J. Y Halbertsma,** (1988). "Modeling soil water dynamic in the unsaturated zone - State of the art". Journal of Hydrology. 100: 69-111.
- Goodwin I. And P. Jerie.** (1992). "Regulated deficit irrigation: from concept to practice". The Australian and New Zealand Wine Industry Journal 7: 258 –261.
- Ghiberto, P. J.;** (2000). *Infiltrómetros de tensión: Métodos de cálculo.* Revista FAVE 14 (1) 29-38.
- Ghiberto, P. J.;** (1999). *Dinámica da agua no solo.* El autor, Piracicaba, Brasil. 497 pp.
- Hüster, H** (1993). *A long-term simulation of de soil water budget in grass covered vineyards.* Vitic. Enol. Sci. 48, 127-129.
- Kaiser, M.** (2003). *Respuesta al estrés hídrico de variedades de vid europeas y criollas.* Ms. Sc. Tesis en Viticultura y Enología. UNCuyo – AGRO Montpellier (en edición).
- Kostiakov, A. N** (1932). *On the dynamic of the coefficient of water-percolation in soils and on the necessity for studying it from dynamic point of view for purposes of ameioration.* Trans. Comm. Inter. Soil Sci. Society, Moscou, 6<sup>th</sup> Prt Eight, 17-21
- Lemos Da Silva, E y Vasconcelos Godinho, F.** (2002). *Infiltrómetro de disco para determinação da conductividade hidráulica de solo nao-saturado.* Ciênc. agrotec., Lavras, v.26, n.3, p.585-588, mai./jun.,2002

- Libardi, P.L.** (1999). *Dinâmica da água no solo*. Piracicaba: o autor, 497p: il.
- Luxmoore, R.**, (1981). *Micro-, Meso-, and Macroporosity of Soil*. Soil Science Society of American Journal. 45: 671-672.
- Matthews, M.A. and Anderson, M.M.** (1988). *Fruit ripening in Vitis vinifera L* Responses to seasonal water deficits. Am. J. of Enol. & Vitic.39: 313 - 320
- Matthews, M.A. and Anderson, M.M.** (1989). *Reproductive development in grape*. Responses to seasonal water deficits. Am. J. of Enol. & Vitic.40: 52 – 59
- McCarthy, M.G.** (1997). *Timing of water deficit on fruit development and composition of Vitis vinifera*. Doctoral Thesis, The University of Adelaide, South Australia.
- Morábito, J.** (2001). *Evaluación del riego superficial. Método Elliot & Walker*. Apuntes de clases. Maestría Viticultura y Enología. UNC, FCA-Agro Montpellier, número de páginas totales
- Morlat, R. y A. Jacquet.** (2003). *Grapevine Root System and Soil Characteristics in a Vineyard Maintained Long-term with or without Interrow Sward*, Am. J. Enol. Vitic. 54(1):1-7.
- Nijensohn, L.** (1955). *Conductividad Eléctrica Potencial: Un nuevo procedimiento para la determinación de la concentración salina de aguas de riego y extractos de suelo*. Instituto de la Vid y el Vino, Boletín Técnico 1 (4): 183-200.
- Nijensohn, L.** ; Olmos, F. S. y M.O. Avellaneda (1971). *Guía de Trabajos Prácticos de Edafología*, FCA- UNCuyo.
- Nijensohn, L.** (1991). “Fósforo extraíble con agua carbonicada en el diagnóstico del nivel de fertilidad fosfórica en suelos aluviales regadíos”. En: *Actas de la II Jornada Nacional “Fósforo del suelo”*. Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. Comité de Química: 32-36
- Nijensohn, L. y Pilasi, H.** (1962). “Correlación entre contenido de agua a pF0. Volumen de Sedimentación y porcentaje de arcilla”. Resúmenes de Trabajos y Comunicaciones, 2ª Reunión Argentina y 1º Congreso Latinoamericano de la ciencia del suelo. Mendoza.
- Obi, M.E. and Nnabude, P.C.** (1988). *The effect of different management practices on the physical properties of a sandy loam soil in southern Nigeria*. Soil Tillage Res. 12: 81-90.
- Ojeda, H.; Deloire, A.; Carbonneau, A.; Ageorges, A. And C. Romiel.** (1999). *Berry development of grapevines: Relations between the growth of berries and their DNA content indicate cell multiplications and enlargement*. Vitis 38 (4): 145 – 150
- Ojeda, H.; Andary, C.; Kraeva, E.; Carbonneau, A. and A. Deloire.** (2002). *Influence of pre and postveraison water deficit on synthesis and concentration of skin phenolic compounds during berry growth of Vitis vinifera cv Shiraz*. Am. J. Enol. Vitic. 53(4).
- Penfold, Chris,** (2003). *Cover crops and vine nutrition*. The Australian Grapegrower & Winemaker
- Perez Peña, J.E.** (2000). *Restricciones hídricas durante el desarrollo de la baya y su influencia en el crecimiento vegetativo, reproductivo, rendimiento y calidad enológica de la uva variedad cabernet Sauvignon*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Cuyo, Argentina
- Perez Peña, J; R. Vallone; L. Nijensohn and J.B. Cavagnaro.** (1997). *Effects of plant water status on canopy temperature on cv. Sangiovese*. XXII Congress of Vine and Wine, December 1-5, Buenos Aires, Argentina.
- Perroux, K. M. y I. White.** (1988). *Designs for disk permeameters*. Soil Science Society American. Journal. 52:1205-1215.
- Pikul, J.L.; Zuzel, J.F. and Ramig, R.E.** (1990). *Effect of tillage-induced macroporosity on water infiltration*. Soil Tillage Res. 17: 153-165.
- Poni, S.; Lakso, A.N.; Turner, J.R. and R.F. Melious.** (1993). *The effects of pre and post veraison water stress on growth and physiology of potted Pinot Noir grapevines at varying crop levels*. Vitis 32: 207 – 214.
- Pradel, E. y P. Pieri,** (2000), “Influence of a grass layer on vineyard soil temperature”, Australian Journal of Grape and Wine Research, 6, 59-67.
- Pratt, P.F.** (1965). *Potassium Exchangeable*. In: *Methods of Soil Analysis Part II (ed. Black C.A.)* Agronomy N° 9 American Society of Agronomy Inc. Publisher Madison, Wisconsin, USA pp 1002-1030.
- Prideaux, Bev,** (2001), *Cover crops in organic viticulture systems*, The Australian Grapegrower & Winemaker.
- Romanella, C.A.** (1957). *Los suelos de la Región del Río Mendoza*. Apartado del Boletín de Estudios Geográficos N° 14 UNC – 57 p.

- Roth, C.H.; Meyer, B.; Frede, H.G. and Derpseh, R.** (1988). *Effect of mulch rates and tillage systems on infiltrability and other soil physical properties of an Oxisol in Parana, Brazil*. Soil Tillage Res. 11: 81-91.
- Schaller, K.** (1999). *L'influence des différents systèmes de labour du sol sur l'absorption de N, P, K, Mg, Ca et des composés organiques N par les baies du raisin pendant la croissance et le développement de la variété "Riesling blanc"* Bulletin O.I.V., 1999, vol.72, n° 823-824, pp. 603-629).
- Scholander, P.F.; Hammel, H.T.; Bradstreet, D.; Hemmingsen, E** (1965). *Sap pressure in vascular plant*. Science. NY 148: 339-346.
- Scotter, D. R.; B.E. Clothier and Harper E.R.** (1982). "Measuring saturated hydraulic conductivity and sorptivity using twin rings". Australian Journal of Soil Science 40:563-304.
- Silva, Edvane Borges da and Libardi, Paulo Leonel.** (2000). *Hydraulic properties of an unsaturated soil using the disk permeameter*. Sci. agric. [online]. July/Sept. 2000, vol.57, no.3 [cited 14 February 2004], p.525-529.
- Turner,** (1981). *Techniques and Experimental approaches for the measurement of plant and water status*. Plant and Soil 58: 339.366.
- Vallone, R. C.** (1998). *Influencia del estrés hídrico sobre el crecimiento vegetativo, reproductivo, nutrición y calidad enológica en vid cv Sangiovesse*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Cuyo, Argentina.
- Vallone, R.; J. Perez Peña; L. Nijensohn and J.B. Cavagnaro.** (1997a.) "Effects of water stress on vegetative and reproductive growth and on the phenologic quality on cv. Sangiovesse." XXII Congress of Vine and Wine, December 1-5, Buenos Aires Argentina.
- Vallone, R.; J. Perez Peña; L. Nijensohn and J.B. Cavagnaro.** (1997 b). "Application of the relative transpiration index to determine irrigation timing". XXII Congress of Vine and Wine, December 1-5, Buenos Aires Argentina.
- Van Zyl, J.L.** (1984). *Response of Colombard grapevines to irrigation as regards quality aspects and growth*. S. Afr. J. of Enol. & Vitic. 5: 19 – 28.
- Watson, K.W. y Luxmoore, R.J.** (1986). *Estimating macroporosity hydraulic conductivity from field sorptivity measurements*. Soil Science Society of American Journal 53:324-329.
- Weinzettel, P. y Usunoff, E;** (2000). *Evaluación del flujo por macroporosidad con un infiltrómetro de tensión*
- White, I.; Sully M.J. and Perroux.** (1992). *Measurement of Surface-Soil Hydraulic Properties: Disk Permeameters, Tensiometer and Other Techniques*. In 'G.C. Topp, W.D. Reynolds and R.E. Green (Eds). *Advances in Measurement of Soil Physical Properties: Bringin Theory into Practice*. Soil Science Society of America. Special Publication Number 30. Madison: 69-105.
- White, I.; Sully M.J** (1987). *Macroscopic and microscopic capillary and mesoporosity distributions on two forested watersheds*. Soil Sci. Soc. Am. J. 52(2):329-335.
- Williams, L.E. and D.W. Grimes.** (1987). *Modelling vine growth development of a data set for a water balance subroutine*. In: Proceedings 6<sup>th</sup> Australian Winw Industry Technical Conference, Adelaide. Ed. T. Lee. Pp: 169 - 174.
- Zuzel, J.F.; Pikul, J.L.; Jr. and Rasmussen, P.E** (1990). *Tillage and fertilizer effects on water infiltration*. Soil Sci. Soil. Am. J. 54: 205-208.

## FOTOS

### VISTA DE DOS PARCELAS DEL ENSAYO

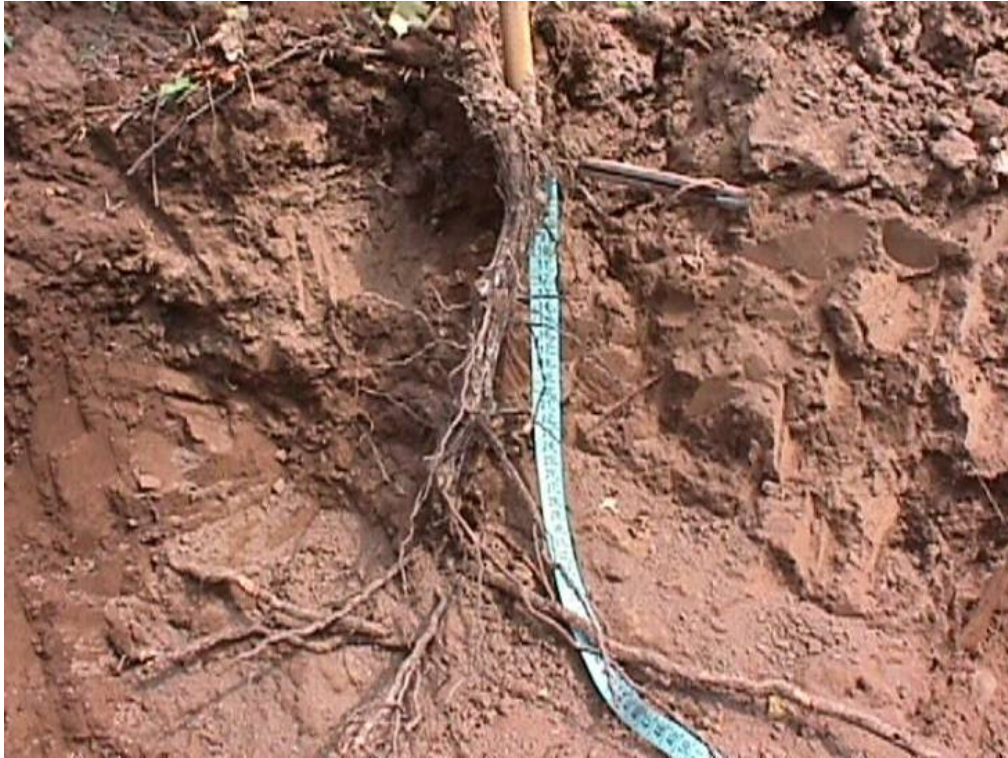
FN



LM



Foto 1.- Vista de las finas raíces de la Flora Nativa, explorando los primeros cm del perfil del suelo



**Foto 2.- Sistema radical de la vid de poco desarrollo en las parcelas con Labranza Media. Notar la escasa presencia de raíces finas y la disposición horizontal de las raíces tipo estructurales y de sostén**



**Foto 3.- Sistema radical de la vid de mejor desarrollo en las parcelas con Flora Nativa**