

## **Riego por micro aspersión de nogal en Chilecito, La Rioja: necesidades de riego y estrategias de manejo (2da parte)**

Morábito J. A.<sup>1,2</sup>, Salatino S. E.<sup>1</sup>, Mirábito C.S.<sup>1</sup> y García P.<sup>1</sup> INA – CRA, Belgrano Oeste 210 – 3er piso (5500) Mendoza, Argentina, <sup>2</sup>Facultad de Ciencias Agrarias de la UNCuyo  
[jmorabito@lanet.com.ar](mailto:jmorabito@lanet.com.ar)

### **RESUMEN**

El objetivo principal de este trabajo fue calcular el requerimiento hídrico del cultivo del nogal vinculándolo al desarrollo aéreo de la planta y a su potencial productivo. Como el cálculo de la evapotranspiración no es el mismo, según se riegue por microaspersión o por superficie, se obtuvieron las necesidades de riego (netas y brutas) para ambos métodos de riego. Entre los resultados puede mencionarse que -para el mes de máxima evapotranspiración (diciembre)- el valor de Eto es 6,25 mm/ día. Las necesidades brutas de diseño del riego localizado (Nb) son 10,4 mm/día y las necesidades reales de 8,8 mm/día para riego localizado y 8,9 mm/día para riego por superficie. En el caso del riego localizado se determinó un coeficiente de uniformidad del 85 % el cuál fue afectado por las pérdidas por deriva medidas in situ (23%) y en el caso del riego por superficie se consideró una eficiencia de aplicación del 70%. La medición a campo de la proyección de la copa arrojó un valor promedio de porcentaje de sombreado del 43%. Por último, se presentan las necesidades netas de riego para un año climático medio, calculadas para distintos diámetros de cobertura (1,2,3,4,5,6 y 7 m) y para dos calidades de agua de riego (C.E. = 0,18 dS m<sup>-1</sup> y 0,86 dS m<sup>-1</sup>). En la primera parte del trabajo se calculó la eficiencia del riego por microaspersión vinculándola al desarrollo radical del cultivo.

**Palabras clave:** riego localizado, requerimiento hídrico, porcentaje de sombreado, eficiencia de riego.

### **INTRODUCCIÓN:**

El cultivo del nogal abarca una extensa zona árida conformada por pequeños valles pedemontanos regadíos, ubicados a lo largo de los Andes centrales desde Mendoza hasta Jujuy. Actualmente Argentina tiene 11.604 hectáreas distribuidas como sigue: Catamarca (38 %), La Rioja (27 %), Mendoza (14 %) y San Juan (10 %). (INDEC, Censo Nacional Agropecuario 2002).

Si bien predominan los agricultores minifundistas (promedio 0,5 ha) y las variedades criollas, con bajos rendimientos y frutos de regular calidad, debido a las actuales condiciones económicas se ha renovado notablemente el interés de los productores por aumentar la superficie cultivada. Las nuevas plantaciones se hacen en grandes superficies (100 hectáreas o más) e incorporando tecnología ya sea reemplazando variedades criollas por americanas y/o francesas, como en el manejo del cultivo (poda, sanidad, vivero, post-cosecha, comercialización, etc.). La mayor incorporación de tecnología la constituye el cambio del antiguo riego tradicional por gravedad por riego localizado (goteo y microaspersión).

Como se ha dicho, la agricultura de esos valles pedemontanos áridos es exclusivamente regadía. El régimen hídrico es de tipo pluvio - nival (según la zona) y a la escasez del recurso se suma el desfase de la disponibilidad con respecto a los períodos críticos del cultivo (primavera, hasta engrosamiento del involucro). Como -además- en el pedemonte predominan en general las fuertes pendientes, con una infraestructura disponible de captación, conducción y distribución del agua hasta las parcelas deficitarias, con una planificación del turnado no siempre adecuada y una eficiencia de aplicación relativamente baja. Si bien los agricultores tienen tradición de riego con pendiente, el resultado son montes con plantas de desarrollo poco uniforme, de escasa producción y de baja calidad de fruto (diámetro, peso, color).

Lo expuesto llevó a considerar la necesidad de una investigación integral que incluyera el conocimiento del requerimiento hídrico del cultivo para la zona del estudio, la evaluación de la eficiencia del método de riego utilizado (coeficientes de uniformidad y variación en microaspersión), la medición del porcentaje de sombreado y la observación del desarrollo radical de las plantas. Este “paquete” cuya metodología y resultados podrán ser extrapolados a toda el área nogalera regadía del país -por su extensión- ha sido dividido en dos: determinación de eficiencia de riego (1era parte) y necesidades de riego y estrategias de manejo (2da parte).

### **OBJETIVOS:**

El objetivo principal de esta segunda parte del trabajo fue calcular el requerimiento hídrico del nogal vinculándolo al desarrollo aéreo de la planta y a su potencial productivo. El estudio se llevó a cabo en Sañogasta, Departamento Chilecito (Lat. 29° 10' S y Long 67° 31' W de G, Altitud: 1170 m snm) de la Prov. La Rioja (Argentina).

### **MATERIAL Y METODOS:**

La propiedad en estudio está ubicada en la localidad de Sañogasta, Departamento Chilecito (Latitud 29° 10' Sur y Longitud 67° 31' W de Greenwich, Altitud: 1170 m snm) de la provincia de La Rioja (Argentina). Se trata una zona de veranos cálidos con temperaturas máxima media de 31,6 °C (enero) y mínima media de 2,1 °C (julio) que presenta -además- un registro de 13 días al año con heladas. La humedad relativa media es de 60% y la precipitación media anual es de 180 mm. Si bien hay cuarteles regados por gravedad, predomina el riego por microaspersión (en la práctica se utilizó un emisor cuyo caudal de catálogo es de 55 l/h por planta).

Como primera medida resulta importante aclarar que el cálculo de las necesidades de riego (netas y brutas) no es el mismo para aquellos métodos que mojan la mayor parte de la superficie del suelo (surcos, melgas, aspersión, etc.) que para los métodos de riego localizado. En el riego por superficie el requerimiento bruto de riego (Nb) se calcula como el cociente entre el requerimiento neto (Nn) y el valor de eficiencia de riego (ERI). Para conocer Nn se debe partir de:  $Etc = Eto \cdot Kc$ . Las necesidades de riego netas de un cultivo surgen de la diferencia entre lo que el cultivo evapotranspira (Etc) y la precipitación efectiva (Ppe). En símbolos:

$$Nn = Etc - Ppe$$

Para el caso del riego por microaspersión el cálculo es algo más complejo. Según Pizarro (1996) el cálculo de la Necesidad de Riego bruta máxima resulta del cociente entre el requerimiento neto (en este caso modificado por el producto de los coeficientes de localización (kl) y de corrección por variaciones climáticas y advección (krl)) dividido por el producto de: la diferencia entre la unidad y el coeficiente (K) que resulte mayor entre la eficiencia de riego o el requerimiento de lixiviación, multiplicado por el coeficiente de uniformidad del sistema. En símbolos:

$$Etc = Eto \cdot Kc; Nn = (Etc - Ppe) \cdot kl \cdot krl; Nb = Nn / ((1-K) \cdot CU), \quad \text{donde:}$$

Eto = evapotranspiración del cultivo de referencia, Kc = coeficiente de cultivo, Etc= evapotranspiración del nogal, kl = coeficiente de localización, krl = corrección por condiciones locales (variación climática y advección), Nn = necesidades netas, Ppe = precipitación efectiva (generalmente en zonas áridas es cero o no se considera), K = coeficiente que expresa la Eficiencia de Riego ó el requerimiento de lavado (se debe tomar el mayor) y CU = coeficiente de uniformidad.

## RESULTADOS:

### . Necesidades de riego (netas y brutas)

Se presenta a continuación el cálculo del requerimiento bruto de riego para una plantación de nogales regados por microaspersión. Se observa que el mes de máxima demanda evapotranspiratoria es diciembre. Una secuencia de cálculo permite conocer cada uno de los parámetros de la fórmula.

El primer paso de la secuencia es el cálculo del valor de Eto. Las variables climáticas del lugar se obtuvieron de la serie histórica 1961/70 (Estadística Climática Nº 35) del SMN para la Estación Chilecito, provincia de La Rioja:

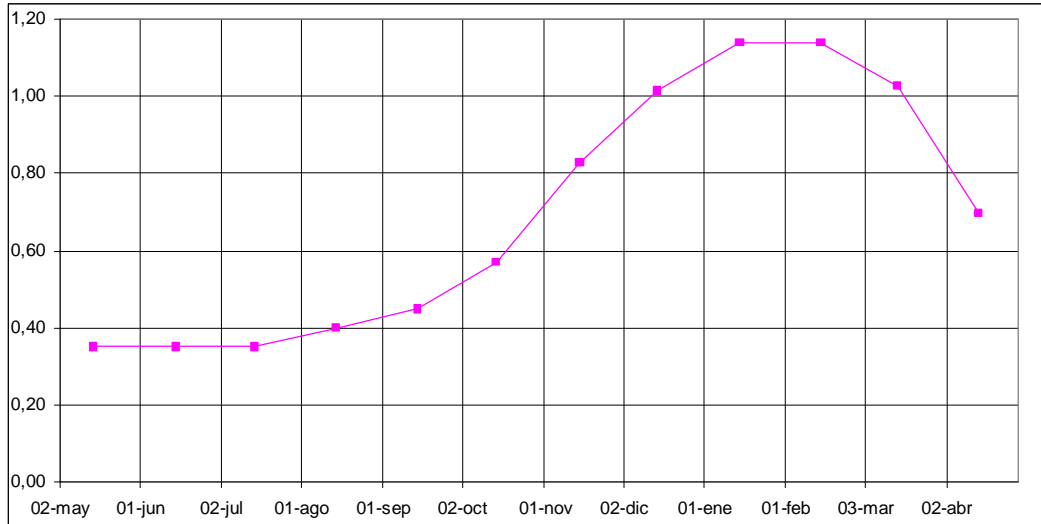
Con la información climática y de cultivo, utilizando la ecuación de Penman Monteith y el modelo CROPWAT (Smith et al., 1993) se obtuvieron los siguientes valores mensuales de evapotranspiración de referencia (Eto mm día<sup>-1</sup>):

**Tabla 1: Evapotranspiración de referencia Eto (mm día<sup>-1</sup>)**

Mes	Jun	Jul	Ago1	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
<b>Eto</b>	1.6	1.82	2.7	3.64	4.84	5.76	6.25	6.00	5.38	3.95	3.01	2.09

Como puede verse para el mes de máxima evapotranspiración (diciembre) el valor de Eto es 6.25 mm/día.

Posteriormente fue necesario obtener el valor de Kc del nogal y adaptarlo a las condiciones climáticas de La Rioja siguiendo lo sugerido por Goldhamer en 1998 (mencionado por Ferreyra Espada y Selles, 2001). La Figura 1 muestra los valores del coeficiente Kc a lo largo del ciclo vegetativo del nogal:



**Figura 1: valores de Kc para nogal (adaptado a las condiciones climáticas de La Rioja)**

El valor de Kc para diciembre es 1,02. Siguiendo con el proceso de cálculo, la evapotranspiración del cultivo (Etc) responde a la fórmula:  $Etc = Eto * Kc = 6,25 \text{ mm día}^{-1} * 1,02 = 6,4 \text{ mm día}^{-1}$ . El paso siguiente es el cálculo de las necesidades netas de riego Nn. El valor de la precipitación efectiva (0,1 mm día<sup>-1</sup>), al ser tan bajo, pudo haberse eliminado. El coeficiente de localización (kl) puede calcularse utilizando cualquiera de las fórmulas propuestas por la bibliografía. En nuestro caso se promediaron los resultados de cuatro de ellas obteniéndose un:  $Kl = 0,91$ , para un área sombreada por el cultivo a mediodía, expresada como fracción del área de suelo e igual a 0,80. Para conocer el valor del coeficiente de corrección por condiciones locales (Krl) se multiplicaron los factores de corrección por variación climática (1,20) y el coeficiente de advección (0,90), ambos obtenidos de Pizarro (1996). La inclusión del factor de corrección climática tiene por objetivo el cálculo del requerimiento máximo para el diseño del equipo de riego:  $Krl = 1,20 * 0,90 = 1,08$

Siguiendo con la metodología el valor del requerimiento neto es:  $Nn = (Etc - Ppe) * kl * krl$  y reemplazando con valores:  $Nn = (6,4 - 0,1) * 0,91 * 1,08 = 5,1 \text{ mm día}^{-1}$

Para el cálculo del requerimiento de lavado (LR) se utilizan dos ecuaciones, la primera citada por Keller (1990) y la segunda - más exigente - por Allen (1997):  $K = LR = CEi / 2 * CEe \text{ max}$  (Keller) y  $K = LR = CEi / (6 * CEe \text{ min} - 2 * CEi)$  (Allen), donde:

CEi = conductividad eléctrica del agua de riego, CEemax = conductividad eléctrica del extracto de saturación para 0% de producción del cultivo y Ceemin = conductividad eléctrica del extracto de saturación para 100% de producción del cultivo. Ingresando en ellas los valores correspondientes se tiene:  $CEi = 0,18 \text{ dSiemens m}^{-1}$  (Vallone, 2004),  $CEemax = 8 \text{ dSiemens m}^{-1}$  (Pizarro, 1996),  $CEemin = 1,7 \text{ dSiemens m}^{-1}$  (Pizarro, 1996),  $K = CEi / (2 * CEemax) = 0,18 \text{ dS m}^{-1} / (2 * 8 \text{ dS m}^{-1}) = 0,01$  y  $K = CEi / (6 * CEemin - 2 * CEi) = 0,18 \text{ dS m}^{-1} / ((6 * 1,7 \text{ dS m}^{-1}) - 2 * 0,18 \text{ dS m}^{-1}) = 0,02$

La Tabla 2 resume todo el cálculo:

**Tabla 2: necesidades de riego del nogal (Chilecito–La Rioja) para área de cobertura A = 80%**

Mes	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Año
Días mes	30	31	31	30	31	30	31	31	28	31	30	31	365
Eto	1.6 1	1.8 3	2.6 5	3.6	4.8 4	5.7 8	6.2 6	5.9 8	5.4	4.04	3.0 1	2.07	Total
Kc	0.3 5	0.3 5	0.4 0	0.4 5	0.5 7	0.8 3	1.0 2	1.1 4	1.1 4	1.03	0.7 0	0.35	
Etc	0.6	0.6	1.1	1.6	2.8	4.8	6.4	6.8	6.2	4.1	2.1	0.7	
Ppe (diaria)	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 9	0.1 0	0.5 5	0.3 1	0.30	0.0 0	0.00	
Kl (Aljibury)=	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.00	1.0 0	1.00	
Kl (Decroix)=	0.9 0	0.9 0	0.9 0	0.9 0	0.9 0	0.9 0	0.9 0	0.9 0	0.9 0	0.90	0.9 0	0.90	
Kl (Hoare)=	0.9 0	0.9 0	0.9 0	0.9 0	0.9 0	0.9 0	0.9 0	0.9 0	0.9 0	0.90	0.9 0	0.90	
Kl (Keller) =	0.8 3	0.8 3	0.8 3	0.8 3	0.8 3	0.8 3	0.8 3	0.8 3	0.8 3	0.83	0.8 3	0.83	
Kl usado =	0.9 1	0.9 1	0.9 1	0.9 1	0.9 1	0.9 1	0.9 1	0.9 1	0.9 1	0.91	0.9 1	0.91	
Krl =	1.0 8	1.0 8	1.0 8	1.0 8	1.0 8	1.0 8	1.0 8	1.0 8	1.0 8	1.08	1.0 8	1.08	
Nn diseño =	0.6	0.6	1.0	1.6	2.7	4.6	6.1	6.1	5.7	3.8	2.1	0.7	
Nn =	0.5	0.5	0.9	1.3	2.3	3.8	5.1	5.1	4.8	3.1	1.7	0.6	
Nn mes =	14	16	27	40	70	115	158	159	134	97	51	18	899
Ef. Aplic. =	0.9 0	0.9 0	0.9 0	0.9 0	0.9 0	0.9 0	0.9 0	0.9 0	0.9 0	0.90	0.9 0	0.90	
Cei =	0.1 8	0.1 8	0.1 8	0.1 8	0.1 8	0.1 8	0.1 8	0.1 8	0.1 8	0.18	0.1 8	0.18	
Cee max =	8.0 0	8.0 0	8.0 0	8.0 0	8.0 0	8.0 0	8.0 0	8.0 0	8.0 0	8.00	8.0 0	8.00	
Cee min =	1.7 0	1.7 0	1.7 0	1.7 0	1.7 0	1.7 0	1.7 0	1.7 0	1.7 0	1.70	1.7 0	1.70	
LR Pizarro =	0.0 1	0.0 1	0.0 1	0.0 1	0.0 1	0.0 1	0.0 1	0.0 1	0.0 1	0.01	0.0 1	0.01	
LR Séller =	0.0 1	0.0 1	0.0 1	0.0 1	0.0 1	0.0 1	0.0 1	0.0 1	0.0 1	0.01	0.0 1	0.01	
LR Allen =	0.0 2	0.0 2	0.0 2	0.0 2	0.0 2	0.0 2	0.0 2	0.0 2	0.0 2	0.02	0.0 2	0.02	
K(Ef.Aplic.)=	0.1 0	0.1 0	0.1 0	0.1 0	0.1 0	0.1 0	0.1 0	0.1 0	0.1 0	0.10	0.1 0	0.10	
K (LR) =	0.0 2	0.0 2	0.0 2	0.0 2	0.0 2	0.0 2	0.0 2	0.0 2	0.0 2	0.02	0.0 2	0.02	
CU' =	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.65	0.6	0.65	

	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
Nb diseño goteo =	0.9	1.1	1.8	2.7	4.6	7.8	10.4	10.4	9.7	6.4	3.5	1.2	
Nb real goteo =	0.8	0.9	1.5	2.2	3.8	6.5	8.7	8.7	8.1	5.3	2.9	1.0	
Nb real mes=	23	28	46	67	119	195	269	269	227	165	87	31	1526
<b>Riego por Superficie</b>													
Nn =	0.6	0.6	1.1	1.6	2.8	4.7	6.3	6.3	5.8	3.8	2.1	0.7	
Nn mes =	17	20	33	49	86	140	194	194	164	119	63	22	1100
Ef. Aplic. =	0.7 0	0.7 0	0.7 0	0.7 0	0.7 0	0.7 0	0.7 0	0.7 0	0.7 0	0.7 0	0.7 0	0.7 0	
K(Ef.Aplic.)=	0.3 0	0.3 0	0.3 0	0.3 0	0.3 0	0.3 0	0.3 0	0.3 0	0.3 0	0.3 0	0.3 0	0.3 0	
K (LR) =	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	
Nb real =	0.8	0.9	1.5	2.3	3.9	6.7	8.9	9.0	8.4	5.5	3.0	1.0	
Nb real mes=	24	28	47	69	122	201	277	278	234	170	90	32	1572

### . Diámetro de cobertura (proyección de la copa)

Como se sabe, la superficie evapotranspirante está muy vinculada al tamaño de la planta. Su valor se expresa como índice de área foliar y está vinculado a la intercepción de radiación solar que es capturada por la superficie evapotranspirante. Para su cálculo debe tenerse en cuenta el porcentaje sombreado, que está vinculado al diámetro de cobertura del suelo por parte de la planta. En la práctica se sortearon 12 plantas, ubicadas en 4 hileras diferentes y en ellas se midió a campo el largo de ramas en dos direcciones ortogonales (N-S y E-O). La proyección promedio de copa del cuartel analizado correspondió a un radio de 2,58 m, luego el área será:  $A^2 = \pi * r^2 = 20.8 \text{ m}^2$  y el porcentaje de sombreado para una distancia de plantación de 6 m entre plantas y 8 m entre hileras del 43 %: (20,8 / 48).

Con toda esta información se calcularon las necesidades de riego netas (Tabla 3) y brutas para un año climático medio, con una calidad de agua de riego de  $0,18 \text{ dS.m}^{-1}$  y para distintos diámetros de cobertura de la planta (Tabla 4):

**Tabla 3: necesidades netas (mm/día)**

Diámetro de copa (m)	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
1 m	0.1	0.1	0.2	0.3	0.5	0.9	1.2	1.2	1.1	0.7	0.4	0.1
2 m	0.1	0.1	0.2	0.4	0.6	1.1	1.4	1.4	1.3	0.9	0.5	0.2
3 m	0.2	0.2	0.3	0.5	0.8	1.4	1.8	1.8	1.7	1.1	0.6	0.2
4 m	0.2	0.2	0.4	0.6	1.1	1.8	2.4	2.4	2.2	1.5	0.8	0.3
5 m	0.3	0.3	0.5	0.8	1.4	2.4	3.2	3.2	3.0	2.0	1.1	0.4
6 m	0.4	0.4	0.7	1.1	1.8	3.1	4.1	4.1	3.9	2.5	1.4	0.5
7 m	0.5	0.5	0.9	1.3	2.3	3.8	5.1	5.1	4.8	3.1	1.7	0.6

*Nota: los meses de mayo, junio y julio pueden ser considerados con valores "0"*

**Tabla 4: necesidades brutas reales (mm/día) considerando que el agua de riego presenta una salinidad de 0,18 dS.m<sup>-1</sup>**

diámetro de copa (m)	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
1 m	0.2	0.2	0.3	0.5	0.9	1.5	2.0	2.0	1.8	1.2	0.7	0.2
2 m	0.2	0.2	0.4	0.6	1.1	1.8	2.4	2.4	2.3	1.5	0.8	0.3
3 m	0.3	0.3	0.5	0.8	1.4	2.3	3.1	3.1	2.9	1.9	1.0	0.4
4 m	0.4	0.4	0.7	1.1	1.8	3.1	4.1	4.1	3.8	2.5	1.4	0.5
5 m	0.5	0.6	0.9	1.4	2.4	4.0	5.4	5.4	5.1	3.3	1.8	0.6
6 m	0.6	0.7	1.2	1.8	3.1	5.2	7.0	7.0	6.5	4.3	2.3	0.8
7 m	0.8	0.9	1.5	2.2	3.8	6.5	8.7	8.7	8.1	5.3	2.9	1.0

El mismo trabajo se realizó para el riego con agua de una conductividad de 0,86 dS.m<sup>-1</sup>.

## 7- Conclusiones

La máxima evapotranspiración para un nogal adulto (área sombreada del 80%) correspondió al mes de diciembre y el valor de la evapotranspiración de referencia (Eto) fue de 6.25 mm/día. La evapotranspiración del cultivo (Etc) resultó igual a 6,4 mm/día. Estos valores son de utilidad para el diseño de los métodos de riego presurizado siempre que se consideren las particularidades de cada situación: calidad del agua de riego, coeficiente de localización, factor de corrección climática, coeficiente de uniformidad de los emisores y pérdidas por evaporación (deriva).

En nuestro caso los parámetros considerados para el cálculo de las necesidades brutas (Nb = 10, 4 mm /día) fueron: eficiencia de aplicación (EAP = 90 %), coeficiente de uniformidad de los emisores (CU = 85 % valor de la medición a campo y CU' Ajust = 65 %, valor ajustado por las pérdidas por evaporación (deriva)). Si la propiedad estuviese regada por superficie y en ella se alcanza una eficiencia de aplicación relativamente buena (70%) las necesidades brutas serían de 9.0mm / día. La diferencia con el valor calculado para el riego por microaspersión debe atribuirse a las pérdidas por deriva (23%).

El trabajo permitió adaptar los coeficientes de cultivo (Kc) citados por la bibliografía (Goldhamer, 1998) a las condiciones climáticas del lugar del estudio. Los mismos muestran un valor inicial de 0.40 en agosto y un constante aumento hasta enero (0.45 para septiembre, 0.50 para octubre, 0.83 para noviembre, 1.02 para diciembre), Enero y febrero tienen un coeficiente similar (1.14) y a partir de aquí el valor desciende (1.03 para marzo, 0.70 para abril).

Otro aporte interesante del presente trabajo es poder apreciar el aumento progresivo del parámetro necesidad de riego neta del cultivo en función de su crecimiento (diámetros de copa de 1m hasta 7 m) para un año climático medio y con dos calidades de agua de riego diferentes: *aceptable* (0,18 dS.m<sup>-1</sup>) y *salina* ( 0.86 dS.m<sup>-1</sup>).

## BIBLIOGRAFÍA

Allen R., Pereira L., Raes D., Smith M. 1998. Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirements. FAO, Irrigation and Drainage paper 56. Rome, Italy.

Armoni Shlomo. 1989. Riego por microaspersión. Prensa XXII, S.A. Barcelona, España.

Bongi G., S. Salatino, J. Amorena, J. León , J. Cólica y J. Morábito. 2004. Walnut root architecture and function under obliged irrigation in western andean Argentina. Acts of 5th International Walnut Symposium. Sant' Agnello di Sorrento, Nápoles, Italia, 9-13 de noviembre. Istituto Sperimentale per la Fruticoltura (CRA –ISF), Societa' Orticola Italiana (SOI), International Society for Horticultural Science ISHS, Istituto di Biología Agro-ambientale e Forestale (CNR-IBAF).

Ferreira R y Sellés I. 2001. Riego deficitario controlado e nogales. Estrategias de riego para enfrentar situaciones de escasez de agua en frutales. Boleín INIA # 58. Chile.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, INDEC. 2002. Censo Nacional Agropecuario 2002. Argentina.

León, Jorge Mario. 2002. I Jornadas nacionales de actualización y docencia en nogal. Módulos I-II-III. AER Tupungato INTA, Tupungato, septiembre de 2002.

Morábito J. A., S. Salatino y C. Mirábile. 1999. El riego del olivo. 4to Simposio Internacional de Olivicultura (Arauco 99), Mendoza - Argentina.

Pizarro Fernando. 1996. Riegos localizados de alta frecuencia. Goteo, micro aspersion y exudación. 3ra edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

Smith Martín. 1993. CROPWAT programa de ordenador para planificar y manejar el riego. Estudio FAO riego y drenaje 46. Roma, Italia.

Vallone, R. Nogales. 2002. Informe Técnico Etapa de Diagnóstico (I- Suelos y aguas), Facultad de Ciencias Agrarias (Agosto).

Vallone, R. Nogales. 2003. Informe Técnico Etapa de Diagnóstico (II- Foliáres y nutrición), Facultad de Ciencias Agrarias. UNCuyo.