RIEGO POR GOTEO DEL NOGAL *(Juglans regia L.)* EN LA BARDA DE PATAGONES

Por Eduardo N. Lui, Rodolfo A. Bouhier, Silvia Gallo, Roberto M. Martínez, Carlos Merg, Ariel Fraile

UNCo - CURZA; EEA Valle Inferior del Río Negro; Departamento Provincial de Aguas de Río Negro (DPA)

RESUMEN

En un monte de nogales implantado en 1998 en Patagones, Buenos Aires, en suelos franco arenosos someros, regados por goteo, a 9 x 6 m con las variedades Chandler y Franquette, e interfilares de cerezo a 4,5 m, desmontado entre las líneas de plantación, se realizó un estudio con el objetivo de obtener los caudales óptimos de riego. Se plantearon cuatro tratamientos con caudales de 8, 12, 16 y 20 l/h planta y se regó diariamente durante 10 horas en los meses de máxima demanda hídrica. Se usó como variable el crecimiento en diámetro del tronco, efectuándose un diseño en bloques completamente aleatorizados, con cinco repeticiones. El análisis de los datos obtenidos se hizo por ANOVA y las medias por Student-Newman-Keuls (SNK).
En el ciclo 2002-2003 los valores medios de diámetro de tronco fueron de 4,90, 4,99, 5,04 y 5,92 cm. para cada tratamiento, media general de 5,21 cm. y desvío estándar de 1,73 cm. En el 2003-2004 los valores medios fueron de 6,63, 6,91, 7,1 y 8,06 cm. respectivamente, con media de 7,18 cm. y desvío de 2,07 cm. En el 2004-2005 los valores medios fueron de 8,74, 8,07, 9,25 y 10,64 cm. respectivamente, con media de 9,18 cm. y desvío de 2,20 cm. No se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos pero sí una tendencia positiva entre los ciclos agrícolas expresados por la rectas de regresión de los cuatro tratamientos.

Palabras clave: nogal – riego localizado – cultivo - diámetro

ABSTRACT

This study was made in a walnut trees plantation, implanted in 1998 in Patagones, Buenos Aires, in shallow sandy loam soils, watered by dripping, to 9 x 6 m with the Chandler and Franquette varieties, and interfiles of cherry trees to 4, 5 m clearing shrubs between the lines of plantation. The objective was to obtain the volumes of optimal irrigation levels. Four treatments with volumes of 8, 12, 16 and 20 l/h plants were done and were watered daily during 10 hours in the months of maxima demands hydric. The growth in diameter of the trunk was used like variable, taking place a design in completely aleatorized blocks, with five replicates. The analysis of the collected data was done by ANOVA and the averages, by Student-Newman-Keuls (SNK).
In cycle 2002-2003 the average values of diameter of trunk were of 4.90, 4.99, 5.04 and 5.92 cm. for each treatment, general average was 5.21 cm. and standard deviation was 1.73 cm. In the 2003-2004 the average values were of 6.63, 6.91, 7.1 and 8.06 cm. respectively, with an average of 7.18 cm. and a deviation of 2.07 cm. In the 2004-2005 the average values were of 8.74, 8.07, 9.25 and 10.64 cm. respectively, with an average of 9.18 cm. and a deviation of 2.20 cm. No significant differences between the treatments were obtained however a positive tendency between the agricultural cycles and four treatments was obtained, expressed by the straight lines of regression.

Key words: walnut – located irrigation – culture – diametro

Recibido: **29/04/05**

Evaluado: **29/11/05**

INTRODUCCIÓN

En 1998 se implantó un monte de nogal en la margen norte del río Negro, Carmen de Patagones, en una media ladera ubicada a 2000 m de la fuente de abastecimiento de agua. El terreno presenta grandes desniveles locales, los suelos son franco arenosos y someros y se optó por el riego por goteo para la aplicación del agua, por encontrarse las raíces en pleno crecimiento y con menor desarrollo.

En la estación vegetativa el nogal pasa por diferentes estados de desarrollo en los cuales la falta de agua compromete la cosecha, en cantidad y calidad, la del año siguiente y la duración de la vida del árbol. (Germain et al, 1999).

Es conveniente un riego en agosto para volver el suelo a capacidad de campo antes de que las raíces comiencen su desarrollo. Los picos máximos de crecimiento radicular se dan en octubre, en coincidencia con la brotación y floración, y en febrero-marzo, al producirse la lignificación de la cáscara, requiriéndose un aporte hídrico elevado. Pasa por un mínimo en diciembre, durante la época de engrosamiento del fruto (Ferreyra Espada, 1999).

La programación de los riegos se puede efectuar por la estimación de la cantidad de agua utilizada por el cultivo y/o por el monitoreo de los niveles de humedad del suelo. La programación, considerando los requerimientos hídricos del cultivo, se basa en la evapotranspiración del cultivo (ETc), la lluvia efectiva acumulada en la zona de exploración radicular y el agua perdida por percolación y escurrimiento superficial.

En los métodos de riego localizados, el suelo actúa como sistema de transferencia de agua lo que hace necesario conocer cómo se produce la extracción y reposición del agua para comprender la programación de los riegos (Goldhamer, 1998).

La ETc se estima a partir de la evapotranspiración de referencia (ETo) afectada con el coeficiente de cultivo (Kc). Según Tapia y Osorio, 1999 (FAO 24, Riego y Drenaje) y Ferreyra Espada (1999) en sus estimaciones mensuales para el sur de Chile, los valores de Kc para las diferentes fases de desarrollo del nogal son los indicados en la Tabla Nº 1.

Tabla Nº 1: Kc del nogal para las diferentes fases de desarrollo.

Etapa	Inicial	Crecimiento	Pleno desarrollo	Fines de desarrollo	Cosecha	Media Anual
Tapia y Osorio	0,45	0,80	1,15	1,05	0,85	0,80
Ferreyra Espada	0,53	0,75	1,07	0,99	0,80	0,91

La eficiencia de aplicación del agua (Ea) relaciona el agua utilizada por el cultivo con la aplicada a la parcela y está condicionada por el método de riego utilizado, por las condiciones de suelo y climáticas y por las prácticas de manejo del agua e interviene en la programación de los riegos. Los métodos de microaspersión y goteo pueden ser operados con alta eficiencia, minimizando las pérdidas por escurrimiento y percolación, con valores del 85 al 95% (Goldhamer, 1998).

Schwankl y Schulbach (1998) sugieren que los nogales deben regarse cuando la tensión del agua es de 50 - 70 kPa a una profundidad de 45 a 60 cm, con valores más altos en los meses más fríos y más bajos en los meses más cálidos, ajustándolo por la textura y profundidad de los suelos.

La hipótesis planteada establece que el cultivo de nogal regado por goteo alcanza su máximo desarrollo con un caudal por planta creciente y que el diámetro del tronco expresa esta tendencia en los primeros años de crecimiento del cultivo.

El objetivo general consistió en la utilización de diferentes dosis de riego para establecer las mejores condiciones de manejo del cultivo del nogal con riego localizado por goteo en función de la variación del diámetro del tronco, relacionando los diferentes caudales de riego por planta, para determinar el caudal óptimo de manejo, y programando el riego a partir de los requerimientos hídricos del cultivo para las condiciones climáticas locales en los períodos agrícolas considerados.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se ubica en el Partido de Patagones, provincia de Buenos Aires, a orillas del río Negro. El clima es clasificado según Papadakis en el grupo pampeano, subdivisión peri -pampeano semiárido casi marítimo. La precipitación media anual es de 341,6 mm - mínimo de 18,7 mm en agosto y un máximo de 36,4 mm en octubre - y de régimen isohigro. Las temperaturas máximas se producen en enero, con valores de -media 21,7ºC, máxima media 29,5ºC y máxima absoluta 43ºC-, y las mínimas en julio, - media 7,4ºC, mínima media 3ºC y mínima absoluta -8,1ºC-, con un período libre de heladas entre los meses de diciembre a marzo, caracterizando a la región como templada fría (Lui et al., 1998).

En el mes de enero los valores medios normales son: presión atmosférica 1006 hPa, velocidad del viento 16 km/h, humedad relativa 47%, tensión de vapor 13 mb, heliofanía efectiva 10,6 hs., heliofanía relativa 73% y nubosidad media 3,9 e indican un alto poder evaporante de la atmósfera. Según Thornthwaite la evapotranspiración potencial anual es de 690 mm y el déficit anual de 348,4 mm. Los déficit mensuales son mayores en el período estival y se observa un pequeño exceso de 31 mm en los meses de mayo a julio. (Lui et al., 1998).

Las condiciones de temperatura y precipitación se corresponden con la región fitogeográfica del monte occidental, cuya vegetación natural predominante está compuesta por arbustos, principalmente piquillín (Geofroea decorticans), jarilla (Larrea divaricata) y alpataco (Prosopis alpataco), y por un estrato herbáceo, con predominancia de Stipa sp., Poa sp., Erodium sp., Medicago sp. y Schimus barbatus (Irisarri, 1997).

Los suelos dominantes en la ladera y la meseta intermedia presentan textura franco arenosa con valores medios de 17,5% de arcilla, 29,2% de limo y 53,3% de arena (Irisarri, 1997).

El ensayo se realizó en un monte de nogales de un predio ubicado a 5 km al este de la ciudad de Carmen de Patagones y a 2000 m de la ribera norte del río Negro. El área del estudio es un sector de 14, 5 ha que presenta un desnivel de 45 m entre la fuente de abastecimiento de agua y la zona de cultivo.

La aplicación del agua de riego es localizada por goteo, en cuatro cuarteles de riego con manejo independiente, en función de la disponibilidad hídrica. Al inicio de la temporada la aplicación se efectúa turnando a cada uno de los cuarteles. A partir de mediados de octubre se riega de a dos cuarteles por vez hasta que se supera la época de demanda máxima del cultivo. Cada planta esta alimentada por dos goteros, uno de 4 l/h y otro de 8 l/h, de tal modo que cada planta recibe un total de 12 l/h. En todos los casos se riega 10 horas por día.

La plantación se realizó en la primavera de 1998 con nogales de las variedades Chandler, principal, y Franquette, polinizadora, ambas injertadas sobre Juglans hindsii, entre el monte natural para proteger los suelos de la erosión eólica y hasta tanto las cortinas protectoras alcancen una altura adecuada. El cuadro de plantación de los nogales es de 9 x 6 m, con un total de 185 plantas/ha. Los ínterfilares se plantaron con cerezos en un cuadro de 9 x 3 m, con un total de 370 plantas/ha. Están conducidos como vaso español y se han realizado dos cosechas de nueces y cerezas. Los nogales con un volumen escaso y los cerezos con una producción importante.

Se realizaron las siguientes mediciones:

a) Determinación de las características químicas del suelo: en muestras representativas se determinó conductividad eléctrica (CE) en extracto de saturación; pH relación 1:2,5 por potenciometría; Nitrógeno total por el método de Kjeldahl; Fósforo asimilable por el método de Olsen; Materia Orgánica por el método de Walkley y Black;

b) Determinación de las características físicas del suelo: sobre muestras representativas se obtuvo Textura por el método de Bouyoucus; Densidad Aparente por el método de los cilindros; Capacidad de Campo por el método de las columnas de suelo (De La Peña 1979); Punto de Marchitéz Permanente por estimación a partir de Wc (Chambouleyron, 1980); y a campo Infiltración con infiltrómetros de doble anillo (Chambouleyron, 1980) e infiltrómetros a cilindro (Michelena, 1990), promediando los resultados obtenidos en el lugar del ensayo.

c) Determinación de los requerimientos hídricos del nogal con el Programa CropWat Windows 3.0 (Smith, 2002) para los tres períodos agrícolas considerados.

d) Medición del diámetro de tronco en plantas elegidas al azar para cada tratamiento de riego con calibre a la altura de nacimiento de la primera rama.

e) Se utilizó un diseño en bloques completamente aleatorizados (5 repeticiones, utilizando individuos de nogal como unidades experimentales) con 1 factor, riego (4 niveles con caudales unitarios (qe) de 8, 12, 16 y 20 l/h planta). Los tratamientos se establecieron al azar en cuatro hileras, una para cada tratamiento, sin influencia entre los mismos. Las variables se analizaron por ANOVA y las medias se compararon por Student-Newman-Keuls (SNK).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores medios de las características físicas y químicas del suelo en estudio presentadas en la Tabla Nº 2 fueron calculados a partir de muestras representativas:

Tabla Nº 2: Valores medios de las características físico químicas del suelo en estudio Parcela Sr. Crespo – Carmen de Patagones

Profundidad	pH	CE (dSm . m^{-1})	Materia Orgánica (%)	Nitrógeno Total (%)	Fósforo Asimilable (ppm)	Textura	Infiltración Básica (mm . h^{-1})
0 – 20 cm	7,4	0,34	2,02	0,10	11	FA	74

Son suelos medianamente provistos de materia orgánica, nitrógeno y fósforo, libre de sales, con una textura franco arenosa que determina una alta infiltración básica. Estas condiciones edáficas no limitan el normal desarrollo del cultivo y la aplicación del agua de riego mediante goteo.

Se realizó el cálculo de la evapotranspiración de referencia (ETo) para cada período agrícola con los datos climáticos de la Estación Experimental Agropecuaria Valle Inferior (EEAVI) (Bouhier, 2004, com. pers.) para los ciclos 2002/2003 y 2003/2004 y con los datos suministrados por el Departamento Provincial de Aguas (Merg, 2005, com. pers.) para el año agrícola 2004/2005. Como el balance hídrico es positivo durante el trimestre invernal y los requerimientos al inicio y fin del ciclo del cultivo son bajos y no limitantes se efectuó el cálculo del déficit primavero estival (septiembre a marzo inclusive), calculando la precipitación efectiva (Pe) a partir de la precipitación mensual (PM):

$$Pe = 0,5 * PM - 5 \quad (PM<50 \text{ mm})$$
$$Pe = 0,7 * PM - 15 \quad (PM>50 \text{ mm})$$

El balance hídrico semestral para el año agrícola 2002/2003, aplicando los coeficientes de cultivo sugeridos por Ferreyra Espada (1999), presenta una ETc semestral para el nogal de 780,6 mm y, a pesar de una alta precipitación en febrero, el déficit hídrico es de 710 mm al no registrarse desde octubre de 2002 a enero de 2003 ninguna lluvia significativa (Tabla 3).

Para el semestre cálido del ciclo 2003/2004 la ETc es de 785,4 mm, pero como la lluvia efectiva alcanza los 200,8 mm por una elevada precipitación en febrero, seguida de otra importante para la época en marzo, el déficit hídrico se concentra en noviembre y diciembre de 2003 y en enero de 2004 con 461,3 mm (Tabla 4).

Las altas condiciones evaporantes de la atmósfera del ciclo 2004/2005 llevaron la ETc a valores muy elevados, 901,2 mm, en el semestre cálido, compensados en parte por las altas precipitaciones registradas en los meses de diciembre y febrero, disminuyendo el déficit a un total de 570 mm (Tabla 5).

Tabla 3: Cálculo del déficit primavero-estival para el VIRN - Período sep/2002-mar/2003

Mes	ETo (mm/mes)	Kc Nogal	Etc (mm/mes)	Ppt. Men. (mm/mes)	Ppt. Efec. (mm/mes)	Déficit (mm/mes)
Septiembre	63,3	0,53	33,6	13,3	1,7	31,9
Octubre	104,8	0,58	60,8	25,5	7,8	53,0
Noviembre	135,9	0,91	123,7	10,4	0,2	123,5
Diciembre	169,6	1,07	181,4	4,8	0	181,4
Enero	162,8	1,07	174,1	4,6	0	174,1
Febrero	128,0	1,06	135,6	93,8	50,7	84,9
Marzo	106,0	0,99	105,0	34,2	12,1	92,9
Total	807,0		780,6	173,3	70,8	709,8

Tabla 4: Cálculo del déficit primavero-estival para el VIRN - Período sep/2003-mar/2004

Mes	ETo (mm/mes)	Kc Nogal	Etc (mm/mes)	Ppt. Men. (mm/mes)	Ppt. Efec. (mm/mes)	Déficit (mm/mes)
Septiembre	72,6	0,53	38,5	8,2	0	38,5
Octubre	104,8	0,58	60,8	34,2	12,1	48,7
Noviembre	134,1	0,91	122,0	28,2	9,1	112,9
Diciembre	160,3	1,07	171,5	11,2	0,6	170,9
Enero	177,6	1,07	190,0	35,0	12,5	177,5
Febrero	132,4	1,06	140,3	178,9	110,2	30,1
Marzo	101,7	0,99	100,7	101,9	56,3	44,4
Total	810,9		785,4	389,4	200,8	584,6

Tabla 5: Cálculo del déficit primavero-estival para el VIRN - Período sep/2004-mar/2005

Mes	ETo (mm/mes)	Kc Nogal	Etc (mm/mes)	Ppt. Men. (mm/mes)	Ppt. Efec. (mm/mes)	Déficit (mm/mes)
Septiembre	104,4	0,53	55,3	37,0	34,8	20,5
Octubre	128,3	0,58	74,4	29,9	28,5	45,9
Noviembre	160,2	0,91	145,8	35,8	33,7	112,1
Diciembre	169,3	1,07	181,2	132,9	104,6	76,6
Enero	192,8	1,07	206,3	18,8	18,2	188,1
Febrero	108,4	1,06	114,9	131,8	104,0	10,9
Marzo	125,2	0,99	124,0	8,5	8,4	115,6
Total	988,6		901,2	394,7	332,2	569,7

La comparación de los requerimientos hídricos medios con la precipitación efectiva media del período primavero estival muestra un elevado déficit desde setiembre a enero, no así en el mes de febrero que en los tres últimos años presentó un alto aporte hídrico que compensó casi totalmente las necesidades del cultivo (Gráfico 1). Es de hacer notar que las condiciones particulares de cada ciclo agrícola generan necesidades diferenciales que deben ser cubiertas mediante el aporte oportuno del agua de riego para evitar pérdidas potenciales de producción.

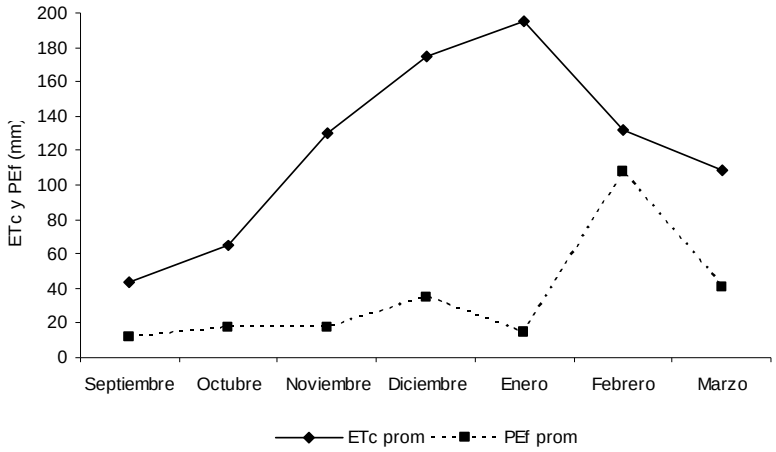

Gráfico 1: Promedios de Evapotranspiración del cultivo (ETc) y Precipitación. Efectiva (PEf) en el VIRN – Períodos Agrícolas 2002/03 , 2003/04 y 2004/05

La capacidad de retención de humedad es baja y se dan riegos suplementarios para satisfacer los requerimientos del cultivo durante el semestre cálido.

Las mediciones de tensión y humedad de suelo, permitieron determinar los parámetros hídricos que se resumen en la Tabla 5, junto con las láminas totales y de reposición para cada tramo. Las aplicaciones del agua de riego se realizaron manteniendo la humedad en el suelo dentro del margen existente entre la capacidad de campo (Wc) y los umbrales mínimos de riego (Wu) que no afecten la capacidad productiva del cultivo, o sea con potenciales agua en suelo de no menos de 45 kPa y un contenido de humedad de 11,5 g/g %S/S en el horizonte superior y de 40 kPa y 9,5 g/g %S/S en el inferior (Lui y Bouhier, 2005).

La cantidad de agua aplicada a lo largo del ciclo del cultivo estuvo condicionada por las necesidades del cultivo, las condiciones climáticas reinantes y las características físicas de los suelos. Las láminas aplicadas surgen como consecuencia de la precipitación efectiva, de la exploración radicular del cultivo, de la capacidad de retención de agua del suelo y del umbral de riego preestablecido (Lui, 2003).

Las láminas netas (dn) aplicadas de acuerdo a las características de los suelos del ensayo y considerando que las plantas aún tienen un tamaño pequeño y la exploración radicular esta limitada en profundidad por el mismo método localizado de riego, son las que se aprecian en la Tabla 6.

Tabla 6: Láminas de agua útil y neta de riego para un suelo franco arenoso
Parcela del Sr. Crespo – Carmen de Patagones

Prof. (cm)	Da Relat.	Wc (% S/S)	Wm (% S/S)	Agua Util d (mm)	Wu (% S/S)	Lámina neta dn (mm)
0-30	1,4	15,3	7,6	32,3	11,5	16,0
30-60	1,5	12,5	6,2	28,4	9,5	13,5
			Lámina total	60,7	Lámina total	29,5

Las láminas mensuales se aplicaron de acuerdo al turno de riego preestablecido por el productor, considerando la utilización de dos goteros por planta en la condición de riego del predio, o sea con 12 l/h planta y estimando un porcentaje de cubrimiento del 33% de la superficie o sea regando un total de 18 m^2 durante 10 horas diarias. La cantidad total de riegos difiere en concordancia con las distintas etapas de desarrollo del cultivo y permiten obtener los volúmenes unitarios utilizados y las láminas aplicadas para cada tratamiento (Tabla 7). Se observa que los volúmenes y las láminas aplicados por planta se inician con un mínimo en el mes de septiembre, se incrementan siguiendo el desarrollo en octubre y alcanzan los valores máximos entre noviembre y enero, que son los meses con máximo poder evaporante de la atmósfera y elevada evapotranspiración. Decae le-

vemente la aplicación en los meses de febrero y marzo y fuertemente en abril, luego de finalizada la cosecha y previo a la caída de las hojas en el otoño.

Tabla 7: Caudales y láminas de riego aplicados por tratamiento con un Tr de 10 hs/día y un cubrimiento de 18 m2 – Parcela del Sr. Crespo – Carmen de Patagones

Mes	Trat.	qu (l/plta)	Nº riegos	Vol. Men. (l)	dap (mm)
Septiembre y Marzo	R1	8	7	560	31,1
	R2	12	7	840	46,7
	R3	16	7	1120	62,2
	R4	20	7	1400	77,8
Octubre y Febrero	R1	8	11	880	48,9
	R2	12	11	1320	73,3
	R3	16	11	1760	97,8
	R4	20	11	2200	122,2
Noviembre Diciembre y Enero	R1	8	15	1200	66,7
	R2	12	15	1800	100,0
	R3	16	15	2400	133,3
	R4	20	15	3000	166,7

Las mediciones realizadas en los tres ciclos agrícolas a los diámetros de los troncos para cada tratamiento son apreciables en la Figura 2. En la misma se observan los promedios representados en el gráfico de barras con el desvío estándar correspondiente.

Efectuado el análisis de ANOVA no se aprecian diferencias significativas ($p<0.05$) entre los tratamientos de riego para el diámetro medio anual del tronco en los tres períodos agrícolas.

Los promedios generales para cada ciclo son de 5,21 cm con un desvío estándar de 1,73 cm para el ciclo 2002/2003, de 7,18 y 2,07 cm para el 2003/2004 y de 9.18 y 2.20 cm para el ciclo 2004/2005.

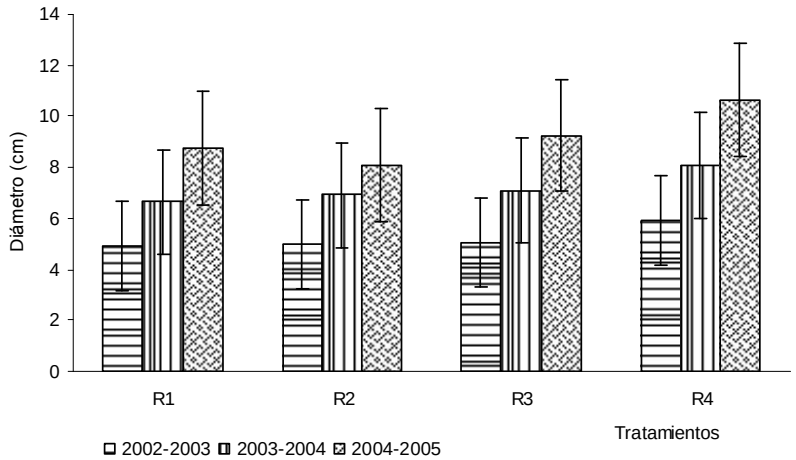

Figura 2: Diámetro medio anual por tratamiento en cada ciclo

Del mismo modo se correlacionan los períodos agrícolas con el crecimiento en diámetro de tronco en cada tratamiento para establecer la tendencia en función de los años (Figura 3). Realizado el estudio de ANOVA se aprecia una diferencia altamente significativa ($p<0.01$). La tendencia queda expresada en la pendiente de la recta que tiene un alto valor de correlación. Se observa una diferencia en el crecimiento a favor del tratamiento R4 por sobre los demás tratamientos, a confirmar en el próximo ciclo.

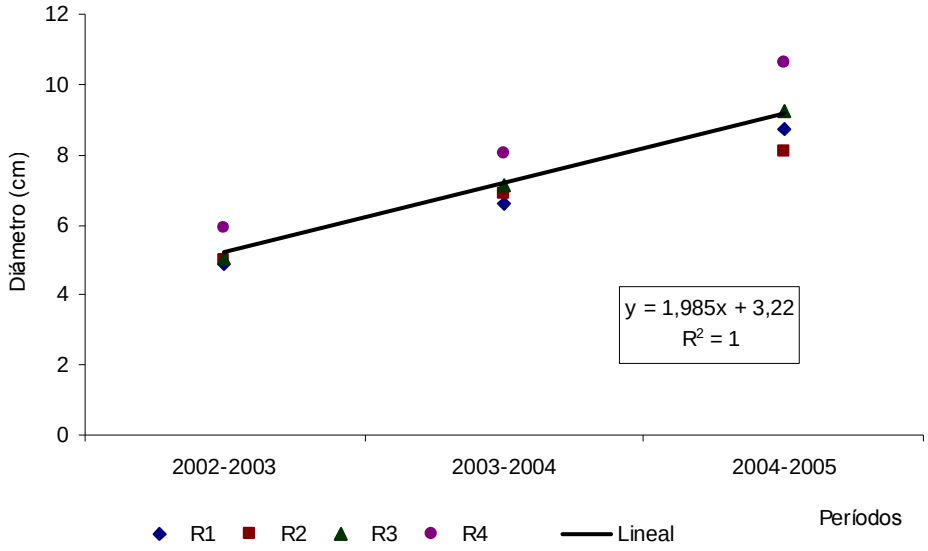

Figura 3: Diámetro medio anual de cada tratamiento por ciclo agrícola

BIBLIOGRAFÍA

Agroinformación (2001) *El cultivo de nogal*. Infoagro.com. Pág. *http://www.elcomerciodigital.com/canalagro/datos/frutas/frutos_secos/nogal3.htm*

Bouhier Rodolfo (2004) Datos meteorológicos de la EEAVI – Años 2002, 2003 y 1º semestre de 2004. Comunicación personal

Brown P. y Uriu K. (1998) "Nutritional Deficiencies and Toxicities in Walnut: Diagnosing and Correcting Imbalances". Chapter 24 (187-196). *Walnut Production Manual*. University of California (UCA) Division of Agriculture and Natural Resources (DANR). Publication 3373.

Catlin P. (1998) "Root Phisiology and Rootstock Characteristics". Chapter 15 (119-126). *Walnut Production Manual*. UCA-DANR, Publication 3373.

Chambouleyron, Jorge (1980) "Riego y Drenaje". *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. Buenos Aires.

Cohen M. (1992). "Optimización del Riego a Través de la Utilización de Indicadores de Estrés Hídrico en el Árbol". Fruticultura Profesional Nº 45 (31-42), España.

Cohen M., Ferre L. (1993). "Las Relaciones Hídricas en el Nogal: Consumo de Agua e Indicadores de Estrés Hídrico". Actas del II Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas, (10 pag.), España.

Cohen M., Ameglio T., Cruiziat P., Archer P., Valancogne C., Ferré L. (1993). "Las Relaciones Hídricas en el Nogal: Consumo de Agua e Indicadores de Estrés Hídrico". 1º Simp. Hispano-Portugués de Relaciones Hídricas en las Plantas (93-96), España.

De la Peña, I. *Elementos del Uso y Manejo Eficiente del Agua de Riego*. Memorando Técnico Nº 387. Subsecretaría de Agricultura y Operación. Mexico.

Ferreyra Espada R. (1999) "Riego de Nogal". 1º Congreso Nacional de Nogalicultura, Catamarca.

Fulton A., Beede R., Phene R. (1991). *Implementing CIMIS at the Farm Level: a grower's experience in walnuts*. California Agriculture, Vol. 45 Nº 5 (38-40), USA.

Germain E. *et al*. (1999) "Entretien du Verger". Cap. 6. (155-200) Le Noyer. Editions Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes (Ctifl), París, Francia.

Girona J. y Gomis I. (1987) *"El Riego de los Frutos Secos". Fruticultura Profesional* Nº 11. (23-38), España.

Gispert Folch J.R. (1999). "Uso eficiente del riego y la fertirrigación en el nogal. Aplicación Práctica de diseño". *Fruticultura profesional* Nº 104. Frutos Secos II. (92-97)

Goldhamer D. A. (1998) "Irrigation Scheduling for Walnut Orchards". Chapter 20 (159-166). *Walnut Production Manual*. UCA-DANR. Publication 3373

Irisarri Jorge (1997). "Valores fisico químicos de los suelos de la parcela del Sr. Alberto Crespo". Comunicación personal.

Laboratorio de Análisis de Calidad Ambiental (LACAR) (2004) Informe Nº 139/04. CURZA/UNCo.

Lui Eduardo (2001) "Riego del nogal en el valle inferior del río Negro" Jornada de Nogalicultura. Miscelánea 2 (46-55). Estación Experimental Agropecuaria Valle Inferior, Viedma.

Lui Eduardo (2003) "El Agua" Manual de Riego Superficial 35 pag. Convenio CURZA-UNCo/DPA-Río Negro, Viedma.

Lui E., Pellejero G., Tellería A., Ranieri R., Silva M., Villegas M., Merg C., Bouhier R. (1998) "Estudio del Ciclo Hidrológico y del Potencial Productivo en la Cuenca La Salinita". Informe Final. CURZA/Sec. Invest. UNCo. Viedma/RN/AR.

Michelena Roberto (1990) "Propiedades físicas de los suelos y su relación con sus características hídricas". Departamento de Suelos, INTA, Castelar.

Schwankl, L. y Schulbach, H. (1998) "Measuring Soil Moisture". Chapter 21 (167-170). *Walnut Production Manual*. UCA-DANR. Publication 3373.

Shackel K. (1998) “Phisiologycal Aspects of Water Use by Walnut Trees”. Chapter 14 (115-118). *Walnut Production Manual*. UCA-DANR. Publication 3373.

Smith M. (1993) "CROPWAT- Programa de Ordenador para Planificar y Manejar el Riego". Estudio F.A.O. Riego y Drenaje 46. (133 pag.).

Steel y Torrie (1985) *Bioestadística: Principios y Procedimientos*. Editora Mc Graw-Hill (2ª Edición), México.

Tapia C., Francisco y Osorio U., Alfonso (1999) *Conceptos sobre diseño y manejo de riego presurizado*. Instituto de Desarrollo Agropecuario (INIA), Comisión Nacional de Riego (CNR). Chile.