

RIEGO POR GOTEO EN OLIVO EN EL PARTIDO BONAERENSE DE CORONEL DORREGO

Aguirre M.E.; V. R. Elisei; M.A. Commegna; R.M. Santamaría

*Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur, 8000-Bahía Blanca
e-mail: maguirre@criba.edu.ar*

RESUMEN

Los partidos de Coronel Dorrego y Coronel Rosales de la zona Sudoeste de la provincia de Buenos Aires poseen condiciones ecológicas aptas para el cultivo del olivo y actualmente existen 2500 ha en producción. Trabajos específicos de evaluación de aguas freáticas en el Partido de Coronel Dorrego han detectado caudales que serían suficientes para implementar un riego complementario en el cultivo del olivo en las épocas de déficit hídrico, lo que constituye un aporte importante para la optimización de la producción y la expansión del riego en el olivar de dicha zona. Para lograr la máxima eficiencia en el uso del recurso agua y optimizar la producción, en el año 2007 se diseñó un ensayo con riego por goteo con diferentes dosis: riego doble (RD) con un caudal de 42 L/hora, riego normal (RN), aplicado por el productor, de 21 L/hora y riego reducido (RR) de 10,5 L/hora. La temporada de riego fue de noviembre a abril en el 2007/2008 y de agosto a abril en el 2008/2009. Se trabajó sobre árboles adultos de la variedad Nevadillo de más de 40 años, con un marco de plantación de 10 x 10 metros. El diseño estadístico fue en bloques al azar, con cuatro repeticiones por tratamiento, la parcela elemental estuvo compuesta por 9 árboles y se seleccionó el árbol central. Las variables evaluadas fueron las siguientes: peso promedio del fruto, medida ecuatorial y polar promedio, peso seco de carozo y pulpa y su relación y contenido graso. En el 2008 el tratamiento RD presentó la mayor producción en kg/planta, un 68% mayor que RN y RR, que resultaron similares. El mayor número de frutos y la mayor relación pulpa/carozo en base húmeda correspondió a RD. No hubo diferencias significativas entre los pesos del fruto y el contenido graso en los diferentes tratamientos. En el año 2009 no hubo producción, posiblemente a causa de la característica alternancia de producciones del olivo.

INTRODUCCIÓN

El partido de Coronel Dorrego es una pieza relevante en el desarrollo regional, tanto por su dimensión territorial como por la densidad de su población rural. Por los condicionantes naturales e históricos es predominante la actividad agrícola-ganadera, con una economía sustentada en el cultivo de cereales y la cría y engorde de vacunos. Además, el Sudoeste de la provincia de Buenos Aires, incluidos los partidos de Coronel Rosales y Coronel Dorrego, posee condiciones ecológicas aptas para el cultivo del olivo. El Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires ha incorporado la olivicultura como un subprograma dentro del Plan de Desarrollo del Sudoeste Bonaerense, el cual cuenta con el marco legal de la ley provincial N° 13.647 de reciente sanción.

Varios autores han demostrado el efecto positivo del riego sobre la producción, la nutrición y el crecimiento del árbol (Proietti y Antognozzi, 1996; Nuzzo et al., 1997; Androulakis et al., 1997; Selles van Schouwen et al., 2006). Investigaciones en las que se compara la producción de secano y de riego en el olivo, demuestran que el crecimiento del fruto es fuertemente influenciado por la disponibilidad de agua en el suelo (Nuzzo et al., 1997; Androulakis et al., 1997; Patumi et al., 1999). Proietti y Antognozzi (1996) encontraron que la aplicación de agua de riego aumenta el valor comercial del fruto, al obtener un incremento en su tamaño y una mejor relación pulpa/carozo.

Trabajos específicos de la evaluación de aguas freáticas del Partido de Coronel Dorrego (Paoloni y González Uriarte, 2005) han detectado caudales que serían suficientes para implementar un riego complementario en el cultivo del olivo en las épocas de déficit hídrico, lo que constituye un aporte importante para la optimización de la producción y la expansión del riego en el olivar en esa zona.

En la presente investigación se presentan los primeros resultados de un ensayo de larga duración en el que en condiciones de campo se comparan tres dosis anuales de agua de riego, con diferentes superficies de mojado de los goteros.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el año 2007, segundo año de riego del cultivo, se planteó un ensayo a campo, en cercanía de la estación Faro, establecimiento Estancia “La Susana”, propiedad del Sr. Ignacio Bottini, Latitud sur: 38° 49', Longitud oeste: 61° 06', en un olivar adulto –50 años– de la variedad “Nevadillo” con un marco de plantación 10 x 10 m. y un volumen de copa de 10.500 m³/ha.

El olivar está implantado en un suelo Paleudol petrocálcico, cuyas características se exponen en la Tabla 1. El clima del área es templado, subhúmedo a semiárido con marcada influencia marítima.

Para el ensayo se utilizó el diseño de las líneas de riego instaladas por el productor, ubicadas paralelas a ambos lados de las líneas de plantación donde cada olivo dispone de 28 goteros de 0,75 litro/hora, con un aporte de 21 L/hora y una superficie de mojado de 2600 m² ha⁻¹, denominando a éste riego normal (RN). Los denominados riego doble (RD) y riego reducido (RR) presentan un caudal de 42 y 10,5 L/hora y la superficie de mojado es de 5400 y 1300 m² ha⁻¹, respectivamente. Para RD se adicionaron al RN dos líneas de goteros paralelas a las existentes con una separación entre líneas de 1,2 m y en RR se trabaja con las mismas dos líneas de riego utilizadas para RN, pero se anula gotero por

medio. En todos los casos se respetó la frecuencia y duración de los riegos programada por el productor, manteniendo la humedad del suelo a una tensión entre 20 y 60 cb, registradas por una batería de tensiómetros a diferentes profundidades y tratamientos.

La evaporación de referencia se estimó con la expresión de Hargreaves (1983), calibrada frente a la de Penman-Monteith (Almorox et al. 2010), y el coeficiente de cultivo (Kc) se determinó en base a tres componentes $Kc = Kt + Ks + Kg$ (Orgaz et al., 2005), que corresponden a cada uno de las siguientes variables: Kt coeficiente de transpiración, Ks coeficiente de evaporación desde la superficie del suelo y Kg coeficiente de evaporación desde el suelo humedecido por los goteros (bulbos).

Los valores de Eto y precipitación desde agosto de 2007 hasta abril de 2009 se exponen en la Figura 1.

Tabla 1. Características físicas del perfil del suelo

Horizonte		Ap	A ₂	Bt	BC
Profundidad	cm	0-11	11-23	23-45	45-60
Granulometría y diámetros de partículas	Arcilla < 0,002 mm	205	244	325	295
	Limo 0,002-0,05 mm	311	277	239	256
	Arena muy fina 0,05-0,1 mm	249	241	223	226
	Arena fina 0,1-0,25 mm	g kg ⁻¹ 202	200	191	195
	Arena media 0,25-0,5 mm	27	27	20	26
	Arena gruesa 0,5-1 mm	3	6	1	1
	Arena muy gruesa 1,0-2,0 mm	3	5	1	1
	Clase textural por granulometría		F	F	Fa
Densidad aparente		1,32	1,38	1,37	_____
Densidad real	Mg m ⁻³	2,59	_____	_____	_____
Porosidad total (*)		49,0	47,9	48,3	_____
PMP (*)		16,4	16,6	20,8	_____
CC (*)	%	32,4	29,1	32,6	_____
Agua útil (*)		16,0	12,5	11,8	_____
Humedad Higroscópica		3,1	3,9	3,8	4,4

El agua utilizada para riego se clasifica como S3C2 (altamente salina y media en sodio) y los parámetros químicos más significativos se expresan en la Tabla 2.

Las determinaciones realizadas son las siguientes: a cosecha se midió rendimiento por planta -kg de aceituna por árbol- y sobre una submuestra de frutos se midió tamaño de

fruto y del carozo –medida polar y ecuatorial de ambos–, relación pulpa/carozo y humedad en base húmeda y seca (50°C). Para tal fin se tomaron 250 frutos por árbol. Además se extrajo pasta de aceituna del circuito de procesamiento de la almazara para determinar contenido graso, de cada uno de los árboles, por método de Soxhlet.

Las cosechas se realizaron cuando los frutos alcanzaron un estado de madurez entre 3,5-4, según Barranco et al. (1998).

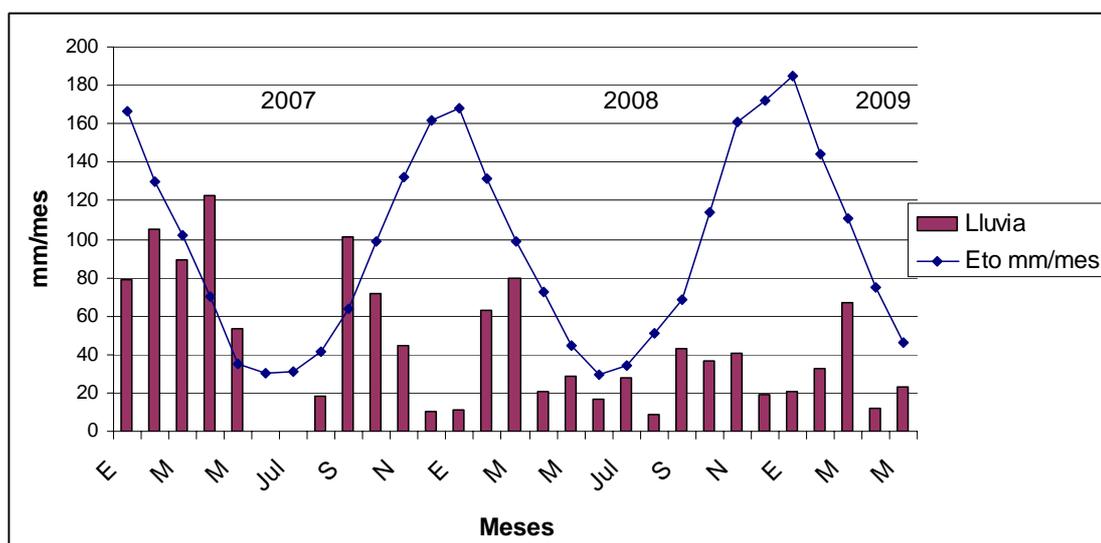


Figura 1. Valores de Eto y precipitaciones registradas en la parcela de ensayo durante la campaña 2007-2008 y parte de 2009.

Tabla 2. Parámetros químicos del agua de riego

Agua, perforación potrero 10		
pH		8,1
Conductividad eléctrica	dS m ⁻¹	2,1
Aniones	Cloruros (Cl ⁻)	8,8
	Bicarbonatos (HCO ₃ ⁻)	8,3
	Sulfatos (SO ₄ ⁼)	5,3
	Suma	22,4
Cationes	Sodio (Na ⁺)	17,0
	Potasio (K ⁺)	0,1
	Calcio más Magnesio (Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺)	3,0
	Suma	20,1
RAS		13,8

El diseño estadístico fue en bloques al azar, con cuatro repeticiones por tratamiento, la parcela elemental se compuso de 9 árboles en tres filas y se seleccionó el árbol central.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los milímetros de agua suministrados a los distintos tratamientos en la temporada de riego 2007/2008 y 2008/2009 se muestran en la Tabla 3. Los riegos en el año 2007 comenzaron en el mes de noviembre debido a la ocurrencia de lluvias abundantes en otoño y primavera

(Figura 1); en cambio, en la temporada siguiente la escasa precipitación invernal obligó a comenzar los riegos en agosto 2008.

Tabla 3. Milímetros de agua de riego por mes aplicados a cada tratamiento en las dos temporadas de riego

Meses	Ag	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.
Tratamientos	mm/mes								
RD 2007/2008				32	76	86	67	38	20
RD 2008/2009	38	31	41	64	79	63	37	32	25
RN 2007/2008				16	38	43	34	19	10
RN 2008/2009	19	16	21	32	39	32	18	16	13
RR 2007/2008				8	19	21	17	10	5
RR 2008/2009	9	8	10	16	20	16	9	8	6

En la Tabla 4 se consignan los valores teóricos calculados de la cantidad de agua a aportar a partir de Etc menos precipitación, los valores aplicados, el porcentaje de agua aplicada en relación a la cantidad teórica calculada en los períodos 2007/2008 y 2008/2009 y la eficiencia productiva en kilogramos de producción por m³ de agua aplicada. En ninguna de las dos temporadas el agua aportada alcanzó a satisfacer las necesidades calculadas según la expresión de Kc (Orgaz et al., 2005). No obstante, con las dosis aplicadas las lecturas tensiométricas del suelo se mantuvieron dentro del rango de 20/60 cb, por lo que se considera que la utilización de ese Kc estaría sobreestimando la cantidad de agua a aplicar.

Tabla 4. Cantidad teórica de agua a aportar (mm)

Tratamientos	Cantidad de agua a aportar (1)	Cantidad de agua aportada por riego (2)	Porcentaje de agua aplicada en relación con la cantidad a aportar	Eficiencia productiva (EP) (kg m ⁻³)
RD-2007/2008	443	319	72	3,7
RD-2008/2009	665	410	62	
RN-2007/2008	283	160	56	4,6
RN-2008/2009	436	205	47	
RR-2007/2008	210	80	38	8,7
RR-2008/2009	331	103	31	

Ref: (1) valores realmente aportados (mm)

(2) en las dos temporadas de riego, porcentaje $[(2/1)*100]$ y eficiencia productiva (EP).

En la Figura 2 se puede observar la producción en kg/olivo de los diferentes tratamientos. Se destaca el tratamiento RD, que produjo un 68% más que RN y RR. Se debe señalar que hubo disparidad de producción entre plantas de un mismo tratamiento. En cuanto al número de frutos por planta aumenta significativamente en el tratamiento RD, sin aumento de tamaño.

Según Girona et al. (2005) la respuesta productiva al riego se fundamenta en un aumento del volumen de la copa de los olivos, lo que se traduce en un mayor número de posiciones fructíferas y finalmente en un mayor número de frutos cuajados por olivo.

Según FAO una buena cosecha comercial bajo riego es aproximadamente entre 50 y 65 kg/planta, con un máximo posible de 100 kg/planta. La alta producción registrada en nuestro estudio, para los distintos tratamientos, fue similar a las informadas en algunas zonas de Creta, España y Marruecos en condiciones de buen riego (Chartzoulakis et al., 1992; Pastor et al., 2002; Wahbi et al., 2005).

La producción por metro cúbico de agua aplicada es considerada una medida de la eficiencia del uso del agua de riego (EP). Se observa en la Tabla 4 cómo la EP desciende en la medida que se aumenta el volumen de agua de riego aplicada, yendo desde 8,7 kg/m³ en el tratamiento RR hasta 3,7 kg/m³ en el RD. También se puede ver en la Figura 2 que el tratamiento RR obtiene similar producción con la mitad de agua utilizada por RN.

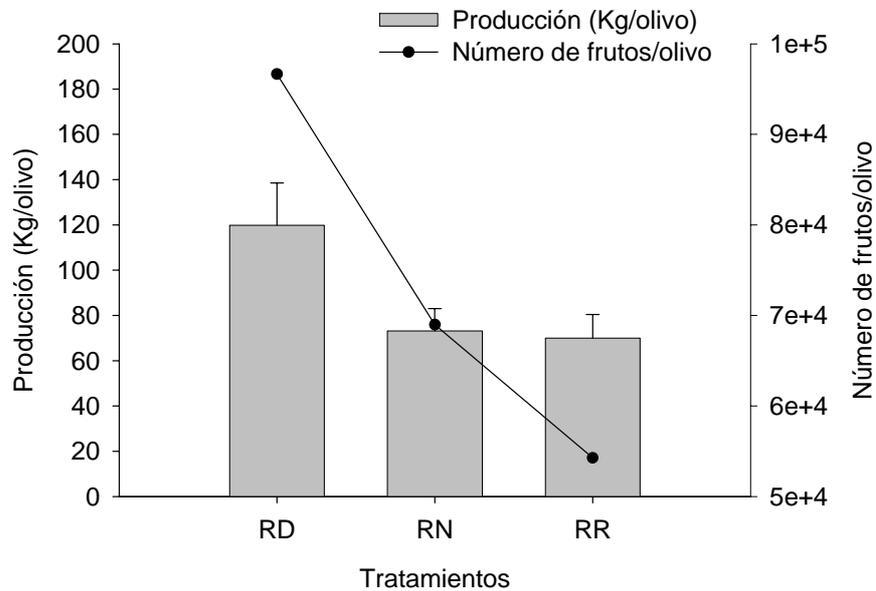


Figura 2. Producción en kg olivo⁻¹ y números de frutos por olivo para cada uno de los tratamientos: RD, RN y RR.

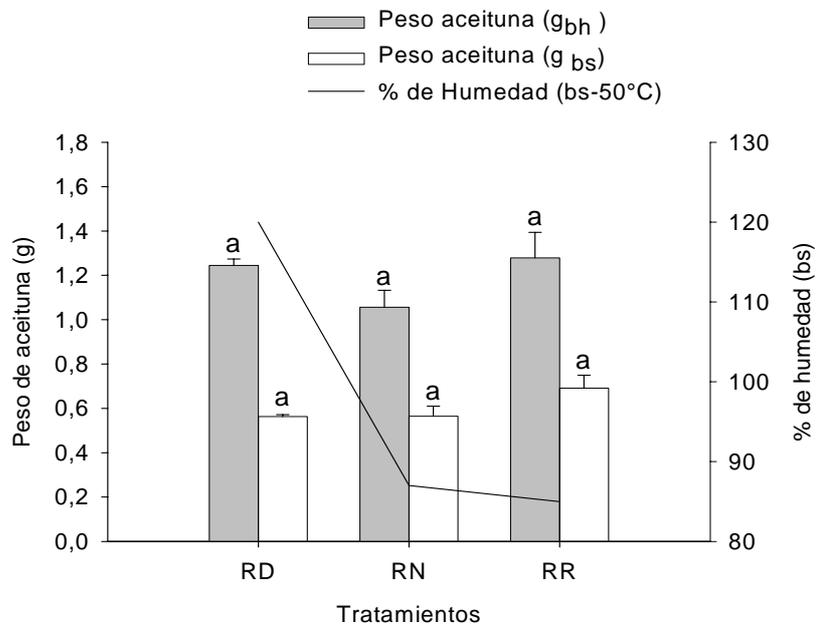


Figura 3. Peso de la aceituna en base húmeda (bh) y en base seca (bs) a 50°C y porcentaje de humedad en bs, para cada uno de los tratamientos.

Si se consideran los pesos en base húmeda y seca (50°C) de las aceitunas cosechadas en los diferentes tratamientos se puede observar (Figura 3) que éstos no presentan diferencias significativas ($p < 0,05$). El tratamiento RR muestra un valor de 0,69 g/aceituna en base seca, el cual es un 23% mayor que los otros tratamientos. Diferentes autores apoyan el hecho de que en especies leñosas es habitual encontrar una correlación negativa entre el número de frutos por planta y el peso medio de estos frutos, lo que en olivar ha sido igualmente constatado por diferentes autores (Psyllakis, 1975; Pastor y Humanes, 2006), relación que no se ha encontrado en este ensayo.

El contenido de humedad de los frutos en base seca a 50°C (Figura 3), es mayor para el tratamiento RD, lo que podría atribuirse a que el olivo dispone de un mayor volumen de suelo húmedo a explorar por sus raíces.

Si se considera la relación pulpa/carozo en base húmeda y seca (50°C) (Figura 4) se puede observar que la más alta en base húmeda corresponde al tratamiento RD y se diferenció estadísticamente con el RN, lo que está en relación con el tamaño de la aceituna (Tabla 2). Cuando se analiza la proporción en base seca sobresale el tratamiento RR.

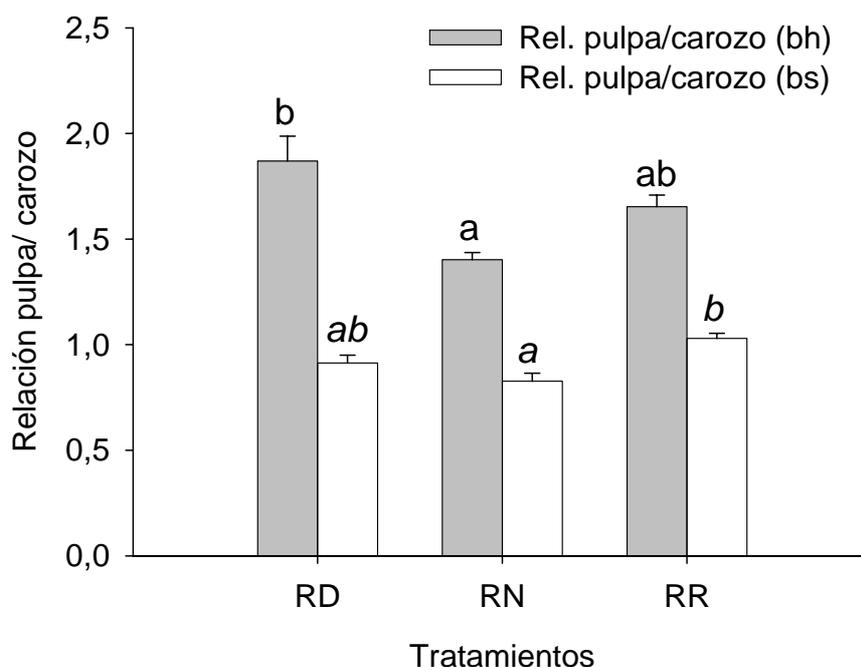


Figura 4. Relación pulpa/carozo en base húmeda (bh) y base seca (bs) para cada uno de los tratamientos.

La medida polar promedio de las aceitunas de RR (Tabla 5) es mayor en un 10% a la del RN, comportamiento que se mantiene en la medida polar del carozo. El promedio de la medida ecuatorial de la aceituna es mayor en los tratamientos de RD y RR; en cambio, en los carozos se mantiene en promedio con un valor de 6,87 mm, con una mínima variación.

Aunque el tratamiento RD mostró la mayor producción, el mayor número de frutos y la mayor relación pulpa/carozo en base húmeda, su contenido graso –31% base seca (bs)– no registró diferencias significativas con los otros tratamientos: RN 28% bs y RR 30% bs.

Si se considera la humedad de la pasta de aceituna a 100°C para cada uno de los tratamientos (datos no presentados) y se los relaciona con el contenido graso en base seca (bs), se pueden determinar los porcentajes de aceite en base húmeda y calcular aproximadamente el rendimiento de aceite por planta, los cuales son RD: 16,3 kg, RN: 10,6 kg y RR 11 kg, presentando RD un 45% más de aceite que los otros tratamientos. Se debe tener en cuenta que si bien con este tratamiento se aumenta la cantidad de agua, la superficie de mojado es mayor, aumentando la evaporación.

Tabla 5. Medidas polar y ecuatorial de las aceitunas y carozo en mm, valores máximos y mínimos y desvío estándar de cada una de las variables consideradas.

Medida (mm)	Aceitunas			Carozos		
	Tratamientos			Tratamientos		
	RD	RN	RR	RD	RN	RR
Polar promedio	17,59 ab	16,73a	18,57b	14,21a	13,92a	15,35b
Polar máximo	23,48	21,81	24,32	18,84	17,72	19,46
Polar mínimo	10,34	10,37	12,86	9,15	8,54	8,96
Desvío estándar	2,16	1,82	2,28	1,66	1,57	1,80
Ecuatorial promedio	11,23b	10,13a	11,07b	6,83a	6,62a	6,99a
Ecuatorial máximo	16,73	15,47	15,99	8,30	8,73	8,53
Ecuatorial mínimo	7,77	6,54	7,09	4,68	4,30	4,43
Desvío estándar	1,53	1,39	1,91	0,59	0,60	0,67

Letras diferentes entre los tratamientos para cada variable difieren estadísticamente ($p < 0,05$).

En la temporada 2008/2009 no hubo producción. Esto fue observado también en las plantaciones de dos empresas que poseen árboles de más de 50 años de edad en la zona del partido de Coronel Dorrego, lo que podría atribuirse a algún factor climático no determinado como vientos desecantes, altas temperaturas o lluvias o al hábito de fructificación alternante del olivo.

Se ha tenido en cuenta, también, el posible deterioro del suelo por la calidad del agua de riego, lo que constituye una línea de trabajo paralela en marcha (Aguirre et al., 2009).

CONCLUSIONES

Sobre la base de los resultados obtenidos durante estos dos primeros años de ensayo, se puede concluir que el llamado RN, que es el utilizado por el productor, podría reducirse sin afectar los rendimientos; por el contrario, un aumento del 100 % de esa dotación de riego incrementa la producción de aceite en un 45%. Para la utilización de RD sería necesario un estudio de costo. La evaluación de estos tratamientos exige un tiempo de ensayo más prolongado.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre M.; V. Elisei; M. Commegna; R. Santamaría** (2009). *Salinidad en un suelo irrigado del Sudoeste Bonaerense*. Ambientes y Recursos Naturales del Sudoeste Bonaerense: producción, contaminación y conservación. (Actas de las V Jornadas Interdisciplinarias del Sudoeste Bonaerense). Edit. Cazzaniga N. y Arelovich H. EdiUNS. Bahía Blanca. Argentina. 95-106.
- Almorox J.; M. Aguirre; V. Elisei; M. Commegna** (2010). *Comparación de la expresión de Hargreaves con la expresión de Penman-Monteith en la zona del partido de Coronel Dorrego*. En redacción.
- Androulakis I.; M. Loupassaki; W. Schwabe** (1997). *The content of mineral elements in the leaves of the olive cv. Koroneiki in relation to irrigation and the time of sampling*. Acta Hortic. 449: 401-409.
- Barranco D.; R. Fernández Escobar; L. Rallo** (2008). *El cultivo del olivo*. Coedic. Mundi Prensa y Junta de Andalucía. p. 846.
- Chartzoulakis K.; N. Michelakis; L. Tzompanakis** (1992). *Effects of water amount and application date on yield and water utilization efficiency of 'Koroneiki' olives under drip irrigation*. Adv. Hort. Sci. 6: 82-84.
- FAO** (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2002. FAO Production year book 2002. FAO. Rome, Italy. <http://apps.fao.org>
- Girona Gomis J.; J. Hidalgo Moya; M. Pastor Muñoz-Cobo** (2005). *Riego deficitario controlado*. En: Cultivo del olivo con riego localizado. Edi: Pastor Muñoz- Cobo M.. Coedic. Junta de Andalucía. y Mundi Prensa. Madrid. 139-163.
- Hargreaves G.H.** (1983). *Discussion of Application of Penman wind function* by Cuenca R.H. y Nicholson M.J., J. Irrig. and Drain Engrg. ASCE 109, 2: 277-178.
- Nuzzo V.; C. Xiloyannis; G. Dicchio; G. Montanaro; G. Celano** (1997). *Growth and yield in irrigated and non-irrigated olive trees cultivar Coratina over four years after planning*. Acta Hortic. 449: 75-82.
- Orgaz Rosúa F.;F. Villalobos Martín; L. Testi; M. Pastor Muñoz-Cobo; J. C. Hidalgo Moya; E. Fereres Castiel** (2005). *Programación de riegos en plantaciones de olivar. Metodología para el cálculo de las necesidades de agua de riego en el olivar regado por goteo*. En: Cultivo del olivo con riego localizado. Ed: Pastor Muñoz- Cobo M.. Coedic. Junta de Andalucía y Mundi Prensa. Madrid. 83-136.
- Paoloni J. D.; M. González Uriarte** (2005). *Geoambiente y Evaluación de las aguas freáticas del Partido de Coronel Dorrego (Provincia de Buenos Aires)*. Edit. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, p. 108.
- Pastor M., Hidalgo J.; F. Orgaz; A. Soriana; E. Fereres** (2002). *Riego de olivar: estudio de la respuesta a riegos por goteo deficitarios y obtención de la función de producción*. Actas de I Jornadas técnicas del Aceite de Oliva. Ed. Ministerio de Ciencia y Tecnología. INIA. Madrid, 53-61.
- Pastor M.; J. Humanes** (2006). *Poda del olivo*. Moderna Olivicultura. Ed. Agrícola Española S.A. Madrid. p.372.
- Patumi, M.; R. D'Andria; G. Fontanazza; G. Morelli; P. Giorio; G. Sorrentino** (1999). *Yield and oil quality of intensively trained trees of three cultivars of olives (Olea europaea L.) under different irrigation regimes*. J. Hortic. Sci. Biotech. 74: 729-737.
- Proietti, P.; E. Antognozzi** (1996). *Effect of irrigation on fruit quality of table olives (Olea europaea) cultivar Ascolana tenera*. N.Z.J. Crop Hortic. Sci. 24: 175-181.
- Psyllakis, N.** (1975). *Recherches des tests pour l'aptitude des variétés d'olivier a la culture irriguee: application aux variétés Koroneiki et Mastoidis*. Olea, diciembre 1975 : 53-80.

- Selles van Schouwen G.; R. E. Ferreyra; I. M. Selles; G. S. Lemus** (2006). *Efecto de diferentes regímenes de riego sobre la carga frutal, tamaño de fruta y rendimiento del olivo cv. Sevillana*. Agricultura Técnica 66 (1): 48-56.
- Wahbi S.; R. Wakrim; B. Aganchich; H. Tahj; R. Serraj** (2005). Effects of partial rootzone drying (PRD) on adult olive tree (*Olea europaea*) in field conditions under arid climate I. Physiological and agronomic responses. Agriculture, Ecosystems and Environment 106: 289-301.