

RIEGO POR GOTEO SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEO DE TOMATE CULTIVADO BAJO CUBIERTA: DISTRIBUCIÓN DE LA HUMEDAD EDÁFICA Y RENDIMIENTO CUALI-CUANTITATIVO.

Andreau, R ⁽¹⁾; Etchevers, P ⁽¹⁾; Chale, W. ^(1,2) y L. Génova ^(1,2)

(1) Facultad de Cs. Agrarias y Forestales, UNLP. hidroagri@agro.unlp.edu.ar

(2) Facultad de Agronomía, UBA. lgenova@agro.uba.ar

RESUMEN

El riego por goteo subterráneo comenzó a difundirse porque generalmente logra mayores eficiencias de aplicación y uso del agua que el goteo superficial y controla el enmalezamiento. Para comparar algunos efectos de ambos métodos en un cultivo de tomate, se realizó un ensayo en un invernadero cercano a La Plata. En camellones de tierra de 0,8 m de base y 0,4 m de altura, se trasplantaron 2 plantines.m⁻² de tomate Elpida (Enza Zaden®), conduciéndose luego las plantas a una rama, tutoradas con hilo vertical. Los tratamientos fueron: T1) goteo subterráneo a 12,5 cm de profundidad, T2) goteo subterráneo a 25 cm de profundidad y T3) goteo superficial, todos regados mediante dos cintas Aqua-TraXX espaciadas 20 cm entre si, tanto las dispuestas sobre el camellón como las enterradas. Los emisores localizados cada 0,2 m, erogaron 0,009 m³.h⁻¹.m⁻¹. Se estimó la humedad volumétrica W_v dentro del camellón con sensores Decagon EC-5, instalados a 5; 10; 20 y 30 cm de profundidad, siguiendo el eje perpendicular a la hilera de plantas y a 0; 15 y 30 cm de distancia de dicho eje, con tres repeticiones. Bajo un diseño estadístico enteramente al azar con 10 repeticiones, se registraron el peso y número de tomates por planta y el peso medio de frutos. Los datos se sometieron a análisis de varianza y comparación de medias por test de Tukey para humedad, rendimiento y peso medio de fruto y prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para número de frutos. En el suelo Argiudol típico del camellón, con capacidad de campo $W_c = 29,8\%$ y marchitez permanente $W_m = 17,2\%$, se observó una distribución de la W_v diferente entre tratamientos, en T3 la máxima W_v (24,9 %) ocurrió a 5 cm de profundidad, en T1 fue del 26,6 % a 10 cm y en T2 del 30,2 % a 30 cm de profundidad. El T3 mantuvo un promedio de W_v óptima (0,73 W_c) del 21,6 % entre 0 a 20 cm de profundidad, el T1 generó un promedio de W_v óptima (0,77 W_c) del 22,8 % entre 15 y 30 cm de profundidad y el T2 obtuvo una media óptima (0,85 W_c) de $W_v = 25,3\%$ en el estrato de 10 a 30 cm de profundidad. T2 se diferenció significativamente de T3 en rendimiento por planta, atribuible al incremento del peso medio de frutos, sin observarse diferencias significativas en el número de frutos por planta.

Palabras clave: riego localizado, tomate, rendimiento, distribución de humedad del suelo.

INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

El riego localizado o microirrigación, se refiere a la modalidad de aplicación de agua al suelo cultivado en las cercanías del ambiente de raíces, mediante tres tipos de sistemas: microaspersión, goteo superficial (riego por goteo RG) y goteo subterráneo (RGS). La difusión del RGS se ha incrementado mundialmente en las últimas dos décadas, debido a los promisorios resultados logrados en la producción de numerosos cultivos, basados principalmente en el aumento de la eficiencia en el uso del agua y otras ventajas adicionales debidas a que la superficie del terreno regado se mantiene con muy bajos contenidos hídricos.

Las empresas fabricantes de tuberías, goteros y cintas de goteo, por ejemplo Netafim (2009), Bisconer (2010) para Toro Co., divulgan las ventajas y bondades de sus productos, y si bien principalmente en USA, México e Israel se ha investigado sobre microirrigación y en particular sobre el comportamiento de RG y RGS, en nuestro país la información experimental es escasa.

Las primeras referencias del riego por goteo se encontraron en Alemania en el año 1860, donde se empleó una especie de riego por goteo subterráneo (Marhuenda, 1999). Camp (1998) realizó una revisión exhaustiva de la información publicada sobre riego por goteo subterráneo, para determinar el estado del arte sobre el tema en USA, desde sus inicios en 1960, respondiendo al interés generado desde 1980 y concluyó que la respuesta de los rendimientos de más de 30 cultivos regados por goteo subsuperficial fue mayor o igual a la de los otros métodos de irrigación, incluyendo goteo superficial y requiere menos agua en la mayoría de los casos.

Camp *et al.* (2000) discutieron el pasado, presente y futuro del RGS, acotando que los primitivos dispositivos de goteo no superaban el mayor inconveniente: la obstrucción de los orificios por múltiples causas, con la consecuente pobre uniformidad de distribución del agua. Los avances tecnológicos logrados en la disponibilidad de materiales plásticos (polietileno PE y policloruro de vinilo PVC) y el mejoramiento de los procesos de diseño y fabricación de tuberías, cintas y emisores, incentivaron la adopción de RGS, aunque se mantuvo sin solución el taponamiento de los emisores por intrusión de raíces, hasta que se desarrollaron métodos de control que minimizan esta causa, basados en tres principios: a) uso de sustancias químicas como herbicidas, ácido fosfórico, cloro, b) diseño y construcción de emisores especializados en la entrega subterránea de agua, con barreras al ingreso de raíces y c) manejo óptimo del riego. Concluyeron que los rendimientos de los cultivos son mayores o iguales a los obtenidos por otros métodos de riego, los requerimientos hídricos son iguales o menores a los del goteo superficial y los requerimientos de fertilizantes son menores respecto de otros métodos de riego. Estas características generales, asociadas con otras ventajas como la posibilidad de uso de aguas residuales o aguas de baja calidad y sobre todo la longevidad del sistema enterrado, que disminuye los costos del equipamiento, le confieren al RGS un futuro muy promisorio.

Requena (1998) informó que la práctica del riego por goteo subterráneo, introducida en la década de 1960, cuenta con más de 40 años de experiencia en el mundo, pero solamente en los últimos quince años se expandió debido a las ventajas comparativas respecto de otros métodos de riego localizado. En un ensayo realizado en la E.E.A INTA Alto Valle en un monte de manzanos, con laterales de goteo tipo T-Tape enterrados 10 a 15 cm, reportó que

durante el tiempo que duró la experiencia (41 meses), no se observó una disminución importante del caudal del lateral y el cultivo alcanzó rendimientos similares a los obtenidos con riego por goteo superficial durante la misma temporada. Concluyó que si bien el goteo subterráneo puede llegar a presentar interesantes ventajas que apoyen su difusión en la zona, debe experimentarse con mayor profundidad pues requiere, por parte del productor, de un manejo más minucioso que las otras variantes de riego localizado, para evitar problemas graves de funcionamiento.

Comparando el rendimiento y la calidad de tomates regados por RG y RGS, entregando el 50 y 100 % de la evapotranspiración requerida Etc (del Amor, F. y M. del Amor, 2007) demostraron que bajo restricción hídrica, el contenido hídrico del suelo en la zona de raíces fue más alto con RGS y el rendimiento fue 66,5% superior que con RG, en cambio no hubo diferencias significativas en el rendimiento total de frutos entre ambos métodos cuando se regó el 100% de la Etc. Con restricción hídrica, los tomates bajo RG aumentaron el pH y la acidez, mientras que regados con RGS, no existieron diferencias entre los que recibieron el 50 y el 100% de la Etc.

Ben-Asher y Phene (1993) aplicaron mediante RG y RGS la misma cantidad de agua en un suelo francoarcilloso, observando que con RGS el radio de humedecimiento fue un 10% menor que en RG, en cambio el área y el volumen humedecido fueron un 62 y 46% mayores que el RG, respectivamente. Evett *et al.* (1995) hallaron una reducción del 13,9% de la evapotranspiración del maíz para grano regado con RGS comparado con RG, debido a una reducción de la evaporación directa del suelo.

Rivera *et al.* (2004) estudiaron la dinámica del flujo hídrico en suelos regados con RGS en alfalfares, deduciendo que los mejores rendimientos se obtuvieron cuando los riegos se suministraron en intervalos cortos de tiempo, resultando el movimiento del agua controlado principalmente por capilaridad. Afirmaron que el RGS constituye una alternativa ecológicamente sustentable, técnicamente factible y económicamente viable, atendiendo a sus principales ventajas: no impedir labores agronómicas durante el riego, reducir la incidencia de plagas, malezas y enfermedades e incrementar los rendimientos y la productividad del agua. Rodríguez *et al.* (2005) reportaron que el RGS en banano determinó la mayor profundización del sistemas de raíces, comparado con RG, incrementando el área de absorción de agua y nutrientes, con su correlato en el aumento del rendimiento. Enciso-Medina *et al.* (2005) establecieron que en algodón regado con RGS, el espaciamiento entre hileras tuvo una mediana influencia en la eficiencia del uso del agua, aunque espaciamientos menores mostraron una tendencia a incrementar dicha eficiencia.

Mahabud *et al.* (2002) recomendaron que la prevención de la obstrucción de los emisores mediante adecuados sistemas de filtrado y tratamiento químico es indispensable para el uso exitoso, longevo y económico del RGS. Basándose en 20 años de estudios en Kansas, Rogers y Lamm (2009) describieron las claves para adoptar exitosamente RGS: minimizar los problemas y asegurar la longevidad del equipamiento, enfatizando que para su diseño deben considerarse no solo las características de suelos y aguas, sino no obviar componentes mínimos del equipo para hacer más eficiente la distribución del agua y la durabilidad.

Arbat *et al.* (2009) evaluaron el efecto del espaciamiento entre emisores sobre el rendimiento y la eficiencia de uso de agua en maíz regado con RGS. Encontraron preferencialmente un movimiento longitudinal del agua, paralelo a la línea de goteo, respecto

del flujo perpendicular, interpretando que este fenómeno compensa parcialmente los mayores espaciamientos, en términos de redistribución de agua. El rendimiento del cultivo y la productividad del agua no fueron afectados significativamente por espaciamientos de 0,3, 0,6, 0,9 y 1,2 m.

Kandelous *et al.* (2011) estudiaron la distribución del contenido hídrico del suelo entre dos emisores de RGS y compararon los datos medidos con los simulados con distintos modelos matemáticos. Los mejores ajustes se lograron con el modelo geométrico tridimensional Hydrus, que describió adecuadamente los datos experimentales tanto antes como después de ocurrida la superposición de los bulbos húmedos de los dos emisores.

MATERIALES Y MÉTODOS

En un invernadero de madera y plástico existente en la Estación Experimental J. Hirschhorn de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata, ubicada en Los Hornos, dentro del cinturón hortiflorícola del Partido de La Plata, se construyeron camellones de tierra abonada con cama de pollo, de 0,8 m de base, 0,4 m de altura y 40 m de longitud, separados por caminos de 0,5 m de trocha.

En cada camellón se instalaron en paralelo y separadas 0,2 m, dos cintas de goteo Aqua-TraXX® de 200 μ de espesor de pared y 22 mm de diámetro interno, con orificios emisores espaciados 0,2 m, con una descarga de 0,009 $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Los pares de cintas de goteo se dispusieron en los camellones de tres formas: sobre la superficie y enterrados 0,125 m y 0,25 m, configurando los siguientes tratamientos: T1) goteo subterráneo a 12,5 cm de profundidad, T2) goteo subterráneo a 25 cm de profundidad y T3) goteo superficial. Las láminas de riego, aplicadas en tiempos variables, oscilaron entre 3,7 y 7,2 $\text{mm} \cdot \text{día}^{-1}$ y fueron definidas en base a la estimación diaria de la evapotranspiración de referencia con datos agrometeorológicos obtenidos en la Estación Meteorológica Davis existente en el predio y valores locales de coeficientes de cultivo del tomate bajo cubierta (Martínez *et al.* 2006 a y b). Sobre la cresta del camellón, el 09-09-2011 fueron trasplantados en fila simple plantines de tomate Elpida (Enza Zaden®) con una densidad de 2 individuos. m^{-2} y posteriormente las plantas se condujeron a una rama, tutoradas con hilo vertical.

La estimación de los contenidos hídricos en el bulbo húmedo de los camellones regados en superficie y subterráneamente, se realizó mediante la lectura de tres repeticiones por sitio de sensores de humedad volumétrica del suelo W_v , marca Decagon EC-5, ubicados a 5, 10, 20 y 30 cm de profundidad en el eje vertical y a 0, 15 y 30 cm de distancia a dicho eje. Se analizó la varianza de los datos y los promedios se testearon con Tukey.

Utilizando un diseño estadístico enteramente al azar con diez repeticiones, los datos de cosecha de frutos se clasificaron de acuerdo a las siguientes categorías comerciales: primera (más de 150 g), segunda (100 a 150 g), tercera (menos de 100 g) y descarte. Los datos registrados se sometieron a análisis de varianza y comparación de medias por test de Tukey para rendimiento y peso medio de fruto y prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para número de frutos.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se muestran los valores promedio de humedad volumétrica en el camellón, correspondientes a los tratamientos, con los cuales se construyeron las curvas de nivel de isohumedad que se presentan en las Figuras 1, 2 y 3.

El suelo Argiudol típico, disturbado por las labranzas, presentó una capacidad de campo de $W_c = 29,8\%$ y un contenido hídrico de marchitez permanente $W_m = 17,2\%$, que definen una humedad aprovechable total HAT de $12,6\%$ (todos porcentajes volumétricos), equivalentes a una lámina de agua en mm por cada dm de profundidad de suelo. Para cuantificar la cantidad de humedad aprovechable por las plantas sin disminución del rendimiento fisiológico, se asumió como límite inferior $W_v = 20\%$, que significa un umbral crítico del 78% , que aunque muy alto, pretende interpretar un agotamiento máximo permitido sin limitar la cosecha. En realidad, la operación de riego desde el trasplante hasta finalizar la cosecha, se manejó con un umbral crítico del 50% , debido a la característica del cultivo de tomate de superponer etapas fenológicas.

Tabla 1. Distribución de la humedad volumétrica media (%) dentro del camellón

Goteo superficial			
Profundidad (cm)	Distancia al centro del camellon (cm)		
	0	15	30
5	21,3	24,9	23,8
10	19,7	23,7	22,0
20	20,5	21,8	17,0
30	18,1	17,0	

Goteo subterráneo a 12,5 cm de profundidad			
Profundidad (cm)	Distancia al centro del camellon (cm)		
	0	15	30
5	9,8	7,9	5,5
10	12,2	26,6	15,2
20	20,0	24,6	20,2
30	20,2	25,2	

Goteo subterráneo a 25 cm de profundidad			
Profundidad (cm)	Distancia al centro del camellon (cm)		
	0	15	30
5	6,6	10,5	6,8
10	24,2	24,0	18,9
20	24,7	28,4	25,4
30	25,5	30,2	

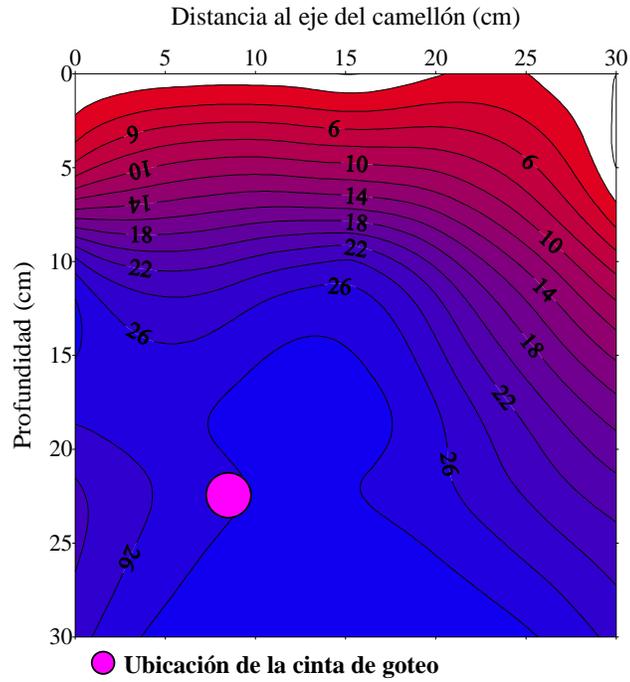


Figura 2. Distribución de la humedad dentro del camellón regado por goteo subterráneo a 25 cm de profundidad (T2)

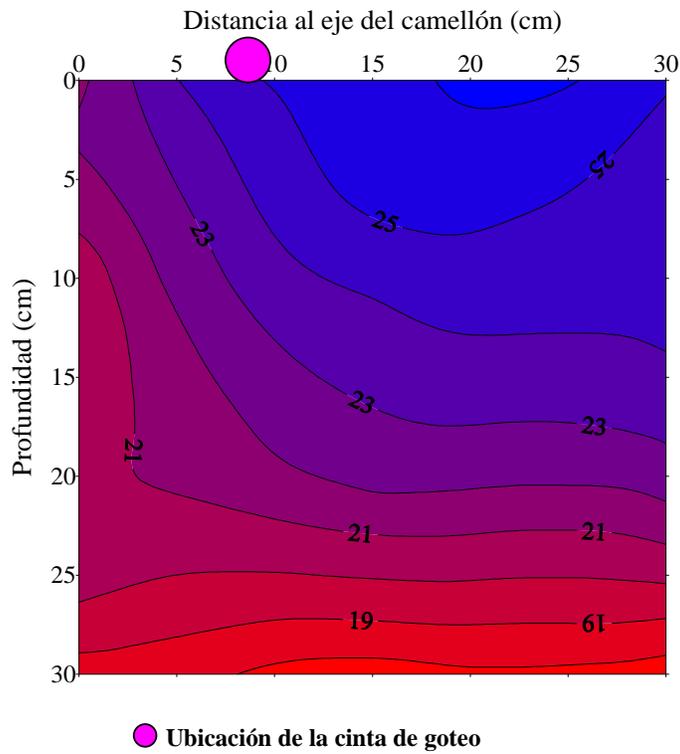
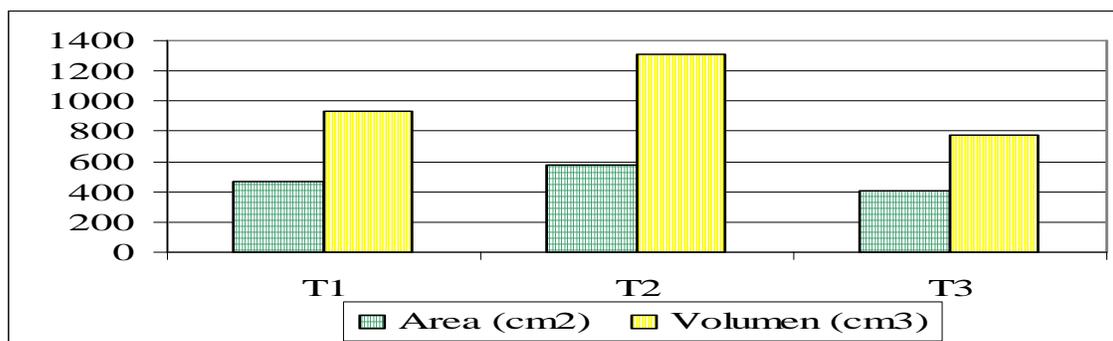


Figura 3. Distribución de la humedad dentro del camellón regado por goteo superficial, (T3)

En la Figura 4 se puede observar que las áreas y los volúmenes de humedecimiento dentro del camellón, en el rango de humedad óptima, con valores extremos de W_v entre 20,0 y 29,8%, resultaron mayores en los tratamientos de goteo subterráneo. Las superficies húmedas de T1 y T2 superaron a T3 un 14 y 42 % y los volúmenes un 21 y 69 %, respectivamente.



T1: goteo subterráneo a 12,5 cm de profundidad
T2: goteo subterráneo a 25 cm de profundidad
T3: goteo superficial

Figura 4. Areas y volúmenes de humedad óptima dentro del camellón

La Tabla 2 presenta los valores medios de la cosecha de tomates. El riego subterráneo produjo rendimientos superiores al riego superficial. La diferencia fue estadísticamente significativa entre el goteo subterráneo a 25 cm de profundidad respecto al goteo superficial, no encontrándose significativa entre los tratamientos de riego subterráneo ni entre el goteo subterráneo a 12,5 cm de profundidad y el goteo superficial.

Tabla 2. Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento total de tomates (RT) en kg por planta, número de frutos por planta (NTP) y peso promedio de frutos (PPF) en g

Tratamiento	RT kg pl ⁻¹		NTP		PPF	
T1	6,78	ab	36,0	a	187,3	a
T2	7,99	b	36,6	a	219,1	b
T3	5,72	a	32,9	a	173,3	a

Letras iguales significan igualdad entre tratamientos. Tukey (p<0,05)

Respecto del número de tomates por planta, no resultaron significativas las diferencias, aunque también el riego subterráneo superó al superficial. Por último, el goteo subterráneo a 25 cm de profundidad superó significativamente al goteo superficial en el peso medio de los frutos, no siendo significativas las diferencias entre el goteo subterráneo a 12,5 cm de profundidad y el goteo superficial.

DISCUSIÓN

Observando las curvas de isohumedad volumétrica en el camellón de las Figuras 1, 2 y 3, aunque no ha sido medida la distribución del sistema de raíces del cultivo, la emisión de agua de los dos tratamientos de goteo subterráneo, generó bulbos húmedos de mayor área que el goteo superficial y con valores de humedad óptimas más altos. A esta circunstancia podría atribuirse el mayor rendimiento de tomates por planta alcanzado por el riego subterráneo.

El mantenimiento durante todo el ciclo del cultivo de un contenido hídrico volumétrico muy bajo en el estrato superficial del camellón, de 0 a 10 cm de profundidad, del orden de $W_v = 14$ a 16 %, cercanas al punto de marchitez permanente, con los riegos subterráneos, se estima que además de disminuir fuertemente la pérdida de agua por evaporación, impidió el desarrollo de malezas, eliminando la necesidad de utilizar cobertura plástica (mulching) u otros métodos de control. También se observó otro efecto colateral benéfico del riego subterráneo: la disminución de la población de nematodos.

En términos generales, los resultados hallados coinciden con lo reportado en la bibliografía. La diferente distribución de los contenidos hídricos volumétricos del goteo superficial y subterráneo formó bulbos húmedos similares a los presentados por Ben-Asher y Phene (1993), en cuanto a forma y tamaño de área y volumen. Los mayores rendimientos de tomates para el riego subterráneo convalidan los resultados dados por Camp (1998), Camp *et al.* (2000) y del Amor, M y del Amor, F. (2007).

CONCLUSIONES

Las principales conclusiones son: **a)** El goteo subterráneo a 12,5 y 25 cm de profundidad, generó un rango de humedad volumétrica W_v óptima, equivalente al 77 y 87% de la capacidad de campo, respectivamente, distribuido irregularmente entre 8-9 y 30 cm de profundidad del camellón, superando al goteo superficial, que logró una W_v óptima de 73 % de W_c , también distribuida en forma desuniforme, entre 0 y 18 cm de profundidad. **b)** El goteo subterráneo produjo dentro del camellón, áreas y volúmenes con W_v óptima mayores que el goteo superficial. T1 y T2 superaron a T3 un 14 y 42 % en tamaño de áreas mojadas y un 21 y 69% en los volúmenes, respectivamente. **c)** El rendimiento de tomates por planta producido por el goteo subterráneo a 25 cm de profundidad superó significativamente al goteo superficial, no existiendo diferencias significativas entre el goteo subterráneo a distintas profundidades. **d)** El mayor rendimiento de frutos por planta se debió al incremento del peso medio de tomates y no al número de frutos por planta. **e)** Podría atribuirse la mejor respuesta productiva (7,99 kg de tomates por planta) del riego subterráneo más profundo (T2), a que tanto el área como el volumen del bulbo húmedo, dentro del rango de agua aprovechable, fueron mayores que en el riego superficial. **f)** La diferencia no significativa de los rendimientos de los riegos subterráneos (6,78 kg planta⁻¹ para T1) también se estima que puede deberse a la relación entre áreas y volúmenes de humedad óptima, ya que el área de T2 sólo supera un 25 % al área de T1 y un 40 % en el volumen.

Los resultados obtenidos en el ensayo se consideran insuficientes para confirmar las ventajas que se le asignan a la modalidad subterránea, referidas a las mayores eficiencias de aplicación, de distribución y de uso del agua, que deberían evaluarse mediante otros ensayos de campo.

BIBLIOGRAFÍA

- Arbat, G; Lamm, F. and A. Abou Kheira.** 2009. Subsurface drip irrigation emitter spacing effects on soil water redistribution, corn yield, and water productivity. ASABE Annual Meeting Paper No. 096578. Vol. 26(3): 391-399.
- Ben Asher, J. and C. Phene.** 1993. Analysis of surface and subsurface drip irrigation using a numerical model. In: Subsurface Drip Irrigation-Theory, practice and application. 185-202 CATI. Pub. 92 1001. California State Univ. Fresno. California
- Bisconer, I.** 2010. Toro microirrigation owner's manual. Toro Co. California. 118 pp.
- Camp, C.** 1998. Subsurface drip irrigation: a review. Trans. of the ASAE (41:5:1353-1367)
- Camp, C; F. Lamm, R. Evans and C. Phene.** 2000. Subsurface drip irrigation—past, present, and future. Proceedings of the 4th Decennial National Irrigation Symposium. November 14-16, 2000. Phoenix, Arizona. Pp 363-372. St. Joseph, Mich.:ASAE.
- del Amor, M. y F. del Amor.** 2007. Response of tomato plants to deficit irrigation under surface or subsurface drip irrigation. Journal of Applied Horticulture, 9(2): 97-100.
- Enciso-Medina, J; Unruh, B; Henggeler, J. and W. Multer.** 2005. Effect of row pattern and spacing on water use efficiency for subsurface drip irrigated cotton. Transactions of the ASAE, Vol. 45, N° 45. 32 pp.
- Evelt, S; Howell, T. and A. Schneider.** 1995. Energy and water balances for surface and subsurface drip irrigated corn. In Proc. 5th Int. Microirrigation Congress. Ed. F. R. Lamm. 135-140 St. Joseph, Mich. ASAE.
- Kandelous, M; Simunek, J; van Genuchten, M. and K. Malek.** 2011. Soil water content distributions between two emitters of a subsurface drip irrigation system. Soil Sci.Soc. Am. J. 75:488-497.
- Mahabud, A; Trooien, T; D. Rogers and F. Lamm.** 2002. Filtration and Maintenance Considerations for Subsurface Drip Irrigation (SDI) Systems. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service MF-2361 (Revised) January 2002.
- Marhuenda B., J.** 1999. Ventajas y beneficios del riego por goteo subterráneo. Primer Simposium Internacional de Irrigación y Nutrición Vegetal. Tecnología para el Ahorro del Agua y Energía. León, Guanajuato. México. 8 pp.
- Martínez, S; R. Andreau, G. Morelli y L. Génova.** 2006 a. Estimación del cálculo de E_p por el método de Thornthwaite en cultivo de tomate bajo cubierta. Actas de la XI Reunión Argentina de Agrometeorología. La Plata. 6 al 8 de setiembre de 2006.
- Martínez, S., R. Andreau, M. Garbi y L. Génova.** 2006 b. Estimación de la evapotranspiración del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo cubierta plástica primicia en La Plata, mediante evaporimetría. Resúmenes del XXIX Congreso Argentino de Horticultura, pág. 58-59. Catamarca, 20 al 23 de setiembre de 2006.

- Netafim.** (2009). Riego subterráneo: realidad versus ficción. TLB 2009. Fresno. 4 pp.
- Requena, A.** 1998. Ensayo por goteo en manzanas Gala. La variante subterránea. Rompecabezas 25. Est. Esp. INTA Alto Valle. 14 pp.
- Rivera G. M; Estrada A., J; Orona C., I. e I. Sánchez C.** 2004. Producción de alfalfa con riego por goteo subsuperficial. Inst. Nac. de Invest. Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera. Folleto Científico N° 13. Gómez Palacio, Durango. México. 48 pp.
- Rodríguez, M; R. Rey y O. Sarmiento.** 2005. Influencia del riego por goteo superficial y subterráneo sobre la distribución radical del banano. Rev. Ciencias Técnicas Agropecuarias (14:2:44-48) Universidad Agropecuaria de La Habana, Cuba.
- Rogers, D. and F. Lamm.** 2009. Keys to successful adoption of SDI: minimizing problems and ensuring longevity. Proceedings of the 21st Annual Central Plains Irrigation Conference, Colby Kansas, February 24-25, 2009.