

Evaluación de dos sistemas de riego por goteo en la producción y la calidad de la fruta de pera (*Pyrus communis* L.) variedad Triunfo de Viena

Evaluation of two drip irrigation systems in production and fruit quality of pear (*Pyrus communis* L.) cv. Triunfo de Viena

María Cristina Arenas-Bautista^{1†}, Javier Enrique Vélez-Sánchez^{2*}, y Jesús Hernán Camacho-Tamayo^{3‡}

¹Ingeniera Agrícola, M.Sc.; Unidad de Ingeniería Agrícola, Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería. Fundación Universitaria de San Gil – UNISANGIL. El Yopal, Colombia. ²Ingeniero Agrícola, M.Sc., Dr.; Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola, Universidad Nacional de Colombia, Ciudad Universitaria, Bogotá, Colombia. ³Ingeniero Agrícola, M.Sc.; Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola, Universidad Nacional de Colombia, Ciudad Universitaria, Bogotá, Colombia.

*Autor para correspondencia: jevelezs@unal.edu.co; †mcarenasb@unal.edu.co; ‡jhcamachot@unal.edu.co

Rec.: 11.01.11 Acept.: 29.02.12

Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la utilización del sistema de doble línea de riego versus el tradicional de una línea por hilera de plantas en la producción y calidad de la pera (*Pyrus communis*) variedad Triunfo de Viena. La investigación se basó en la aplicación de dos tratamientos definidos, uno consistente en una línea de goteo por hilera de plantas con seis emisores de 8 lt/h y otro, con dos líneas de goteo por hilera de plantas con tres emisores de 8 lt/h cada uno. Se utilizaron sensores Watermark para medir y controlar el potencial matricial del suelo. Se cubrió el 100% de la evapotranspiración potencial que fue de 55.5 mm/mes. Los resultados obtenidos de las variables hídricas del suelo permitieron programar el riego y garantizar el suministro de agua adecuado en el periodo de déficit hídrico. El tratamiento de doble línea no difirió significativamente del control, lo que indica que utilizar una línea de riego permite obtener una producción y calidad similares con un menor costo inicial del equipo.

Palabras clave: Calidad, producción de frutos, *Pyrus communis*, riego por goteo.

Abstract

The rational use of water becomes every day ever more important in fruit production. The aim of this study was to evaluate the effect of the use of double drip line from a line by line plant in pear (*Pyrus communis*) production, cv. Triunfo de Viena. The research was based on the application of two specific processes, one consisting of a drip line per row of plants with six emitters of 8 lt h⁻¹ and another with two drip lines per row of plants with three emitters of 8 lt h⁻¹ each. Watermark sensors were used to measure and control the soil matric potential. It covered 100% of potential evapotranspiration, which amounted to 55.5 mm month⁻¹. The results of the variables permitted ground water irrigation scheduling and ensure adequate water supply during the period of water deficit. The double-line treatment did not differ significantly from the control in terms of production and fruit quality, which indicates that to use only one drip line will permit to get a similar yield and quality at a lower initial equipment cost.

Key words: Production, *Pyrus communis*, quality, trickle irrigation.

Introducción

Los cambios en el clima han obligado a los cultivadores de frutales a modificar las áreas de siembra según la disponibilidad de agua y el régimen de lluvias. Algunos países productores están disminuyendo las áreas de cultivo mientras que otros, como China, las han aumentado (FAO, 2010). La producción mundial de frutales en fresco asciende actualmente a 15.5 millones de toneladas, de las cuales Colombia contribuye con 13.579 t/año que son producidas, aproximadamente, en 1099 ha (FAO, 2010). El consumo de agua en la agricultura representa cerca del 87% y la demanda mundial por este recurso aumenta cada vez más (FAO, 2003). El agotamiento de los recursos hídricos, los altos costos del agua y la energía, y la globalización de los mercados, exigen mejoras en la eficiencia de utilización del riego (Vélez *et al.*, 2007). El efecto del déficit de irrigación y su incidencia en el rendimiento y calidad en los cultivos ha sido ampliamente investigado desde 1980 (Dong *et al.*, 2006); no obstante sólo fue en 1990 cuando se encontraron resultados favorables sobre la calidad de la fruta en función del tipo de suelo y del índice del déficit hídrico (Shi *et al.*, 1998).

El uso indiscriminado del agua en riego y la ausencia de una adecuada gestión del sistema agua-suelo-planta, generan graves riesgos sobre la calidad del suelo en diferentes regiones del país. La aparición de problemas como salinidad y sodicidad no sólo reduce la productividad, sino que también limita la elección de cultivos que se pueden producir en estos suelos (Oster, 1994). Los efectos del estrés hídrico durante los períodos de desarrollo de cultivos son bien conocidos (Lampinen *et al.*, 1995), por ejemplo, se ha observado que las características físicas y químicas de la fruta pueden variar (Verreynne *et al.*, 2001); no obstante falta un mayor conocimiento sobre cuál es el mejor indicador del estado hídrico de los frutales. Johnson *et al.* (1992) sugieren que las plantas en sí son el mejor indicador de su estado hídrico ya que integran tanto los efectos del suministro de agua desde el suelo como de las condiciones del clima y es un indicador directamente relacionado con la productividad de los cultivos (Fereres y Goldhamer, 2003).

El riego localizado es el sistema más adecuado para cultivos de flores y frutales, ya que utiliza pequeños caudales a baja presión y alta frecuencia y no humedece la totalidad del suelo (Singh *et al.*, 2000), aunque demanda una alta inversión de capital inicial y una mayor capacidad de gestión que los sistemas convencionales (Cetin y Uygan, 2008).

Al comparar el sistema de riego por goteo tradicional de una línea por hilera de plantas versus doble línea, se han encontrado respuestas satisfactorias, aunque escasas con respecto al porcentaje de suelo humedecido en frutales de hoja caduca. Por esta razón, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto en el rendimiento y la calidad de la fruta con la utilización de la doble línea de riego por goteo versus una línea por hilera de planta.

Materiales y métodos

Localización y caracterización de la zona de estudio y del cultivo

El estudio se realizó en el municipio de Sesquilé (Cundinamarca), en un lote de 0.32 ha con 185 árboles de pera (*Pyrus communis* L.) variedad Triunfo de Viena, a 5° 02'53.65" N y 73° 48'12.78" O, y 2595 m.s.n.m. El suelo es Histosol, de textura franco arcillosa y relieve ondulado. Según la clasificación de Köppen (1936) la región se encuentra en clima tipo Cfb, templado húmedo con lluvias de moderada intensidad a través del año, temperatura promedio de 14 °C y precipitación anual entre 890 y 1500 mm concentrada en abril-mayo y octubre-noviembre, con predominio del clima seco en los demás meses.

La densidad aparente del suelo es de 1.06 t/m³, el pH promedio de 4.6, el contenido de materia orgánica de 5.06%, la capacidad de campo (CC) de 26.9% y el punto de marchitez permanente (PMP) de 15.3%. En febrero de 2010 el área sombreada era de 39.2%. El agua de riego utilizada tenía pH de 5.9 y la conductividad eléctrica era de 2 dS/m a una temperatura de 25 °C. La determinación de la lámina de riego se hizo con base en la ecuación de Penman-Monteith (Allen *et al.*, 2006), utilizando medidor Watermark y los datos de la estación meteorológica el Colombiano del

IDEAM. Los efectos sobre los rendimientos promedio y neto y la eficiencia del uso del agua de riego de las plantas de pera se midieron en fresco.

Muestreo y análisis de laboratorio

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con dos tratamientos: una línea de riego por hilera de plantas -LS versus dos líneas LD- y cuatro repeticiones por tratamiento para un total de ocho parcelas. La parcela estaba formada por cuatro o cinco filas contiguas de cinco a siete árboles cada una. La producción y la calidad de la fruta se midieron en los árboles interiores o centrales de cada parcela.

El estudio se desarrolló en un cultivo de pera variedad Triunfo de Viena plantado en 1998, con distancia entre árboles de 4 m. Inicialmente se instalaron dos goteros por árbol. En 2002, con ocasión del comienzo del experimento, se adicionaron dos más y en 2008 tuvo lugar un nuevo arreglo de líneas de goteo de 16 mm, estableciendo estos tratamientos de la forma siguiente: (1) Tratamiento 1 (LS), regado con una línea de goteo por hilera de plantas con seis emisores de 8 lt/ha espaciados cada 0.5 m y un tramo de línea de 1.5 m entre goteros, distanciados 0.7 m del tronco; (2) Tratamiento 2 (LD), regado con dos líneas de goteo por hilera de plantas con tres emisores de 8 lt/ha cada una, espaciados cada 0.5 m y un tramo de línea de 3.5 m entre goteros, distanciados 0.7 m del tallo de la planta.

Para las mediciones se tomaron tres árboles al azar en cada lote, teniendo en cuenta el efecto de borde. Durante el periodo de llenado se seleccionaron doce frutos por árbol y lote, para determinar cada veintidós días sus dimensiones durante los cinco meses del crecimiento. Al comienzo y al final del experimento, se midió el diámetro del tronco de cada árbol para analizar su variación en el tiempo.

La producción se midió mediante la recolección manual de la fruta en los 23 árboles de cada una de las ocho parcelas. Los frutos por tratamiento se clasificaron de acuerdo con el calibre de su diámetro, así: Categoría 1 > 68 mm; Categoría 2 entre 62 mm y 68 mm; y Categoría 3 < 61 mm.

Los análisis de calidad se realizaron cada quince días en doce frutos por tratamiento y repetición, en los cuales se determinaron el peso con una balanza electrónica (marca Metter PC 2000, precisión de 0.01 g; firmeza mediante un analizador de textura LFRA (CT V1.2 Build 9 de Bookfield), precisión de 0.02%, velocidad de prueba media 5 mm/s y una punta de penetración de 3 mm de diámetro; acidez titulable (AT), expresada como porcentaje de ácido málico (C₄H₆O₅); intensidad respiratoria (IR) utilizando respirómetros (método de Cooper), según la metodología descrita por Parra-Coronado *et al.* (2006b).

Los potenciales hídricos del suelo fueron medidos con Watermark (Mod. 200ss, Irrrometer Co.), instalados a 0.3 y 0.6 m de profundidad. Las lecturas se realizaron durante el ciclo del cultivo.

Análisis estadístico

Los resultados fueron analizados mediante estadísticos descriptivos, considerando el coeficiente de variación (CV) como factor de dispersión. Se hizo un análisis de varianza y el test de Duncan para comparaciones entre tratamientos. Estos análisis se realizaron con el programa PAWS 18 (2009).

Resultados y discusión

Características precosecha

Los frutos de pera presentan incrementos continuos en tamaño y peso a través del tiempo gracias a la división celular y el subsiguiente desarrollo de las células (Figura 1). En el presente estudio, cuando los frutos de pera tenían un mes de edad presentaron un diámetro promedio de 16.6 y 15.2 mm para los tratamientos LS y LD, respectivamente, y un peso de 7.25 g para el tratamiento LS y 9.01 g para LD, con coeficientes de variación (CV) de 8.08% y 2.39% para LS y 5.73% y 1.95% para LD respectivamente, para el diámetro y el peso. En el segundo mes se observó diferenciación de los tejidos debido al crecimiento del fruto con un tamaño promedio de 29.7 y 31.3 mm para LS y LD respectivamente, según la metodología propuesta por Mohsenin (1986), y un peso de 36.2 g para LS y 44.2 g para LD. Esta tendencia se observó en dos meses

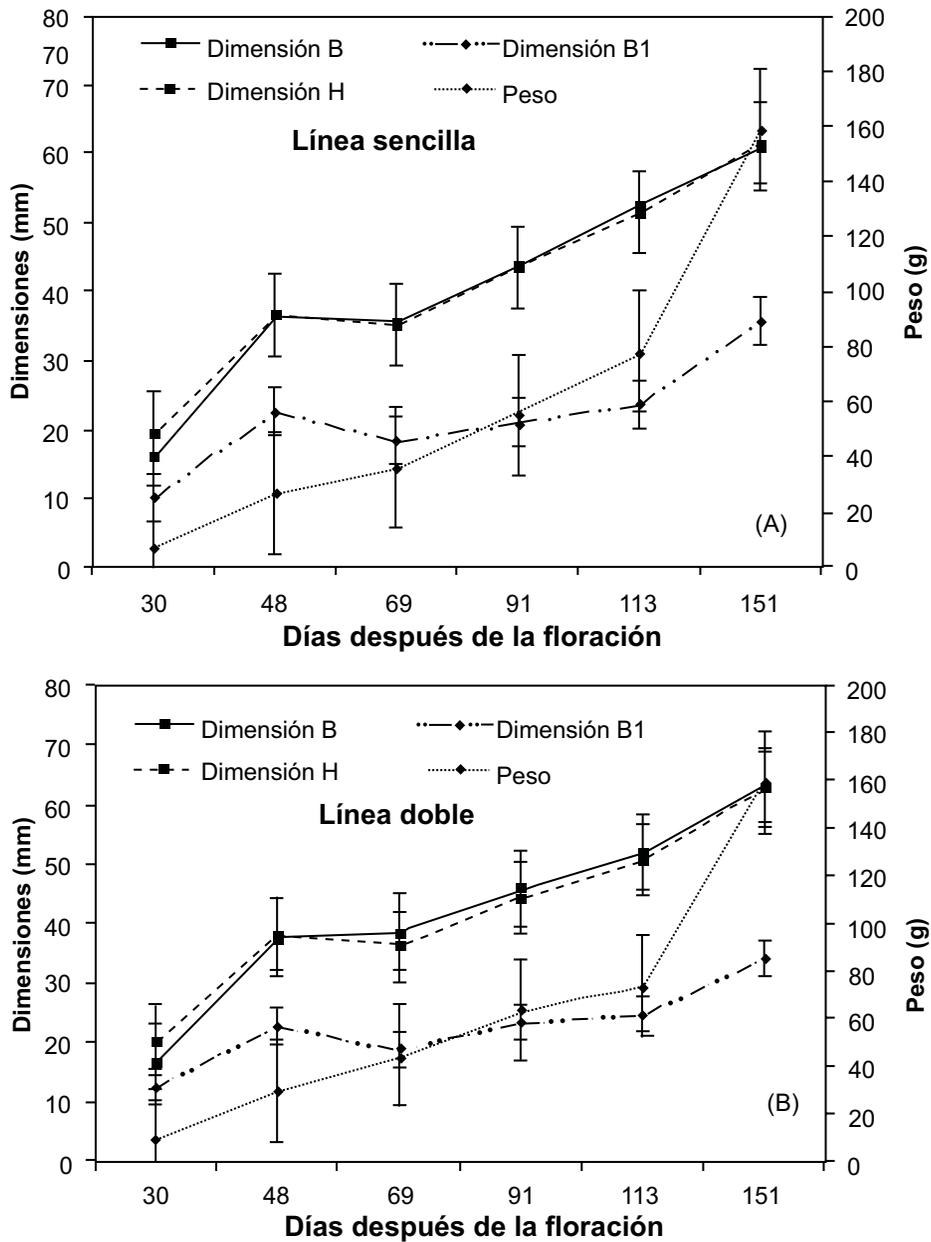


Figura 1. Dimensiones del diámetro ecuatorial B y B1, altura H y peso P, durante el crecimiento y desarrollo del fruto de pera variedad Triunfo de Viena desde la floración hasta la cosecha, bajo dos sistemas de aplicación de riego por goteo. Sistema de línea sencilla (A), sistema de línea doble (B). Las barras indican el promedio \pm DS.

siguientes, al final de los cuales comenzó la etapa de maduración del fruto.

El mayor incremento de peso de los frutos se observó durante el quinto mes después de iniciada la fructificación, con 158.3 g para LS y 158.6 g para LD. Los CV en ambos tratamientos variaron entre 5.31% y 10.35% para LS y LD respectivamente, lo cual indica que para un mismo tratamiento esta propiedad física es homogénea entre frutos a medida que se

desarrollan en la planta. Un comportamiento similar encontraron Marsal *et al.* (2000) y Mwaniki *et al.* (2005) con las variedades de pera Barlett y Le France.

La firmeza del fruto (Figura 2A) presentó en el primer mes valores de 31.12 N y 28.65 N para los tratamientos LS y LD respectivamente, los cuales son inferiores a los encontrados por Parra-Coronado *et al.* (2006a) para la misma variedad de pera. No obstante que en

este último estudio se utilizó un penetrómetro manual, el comportamiento de esta propiedad fue similar a la encontrada en el presente estudio. En la medida que el fruto se desarrolló se alcanzaron valores de firmeza promedios de 12.72 N y 12.64 N para los tratamientos LS y LD, respectivamente, en el momento de cosecha. Estos valores son equivalente al 18% de los encontrados por Seibert *et al.* (2000) para la

variedad de pera Packham's Triumph (72.0 N). Este comportamiento se debe principalmente a la presencia de sustancias cementantes (protopectinas y pectinas) que proporcionan turgencia al fruto y se transforman en ácidos pécticos solubles en agua y azúcar, debido al proceso de respiración, lo que produce el característico ablandamiento de la fruta madura (Parra-Coronado *et al.*, 2006a).

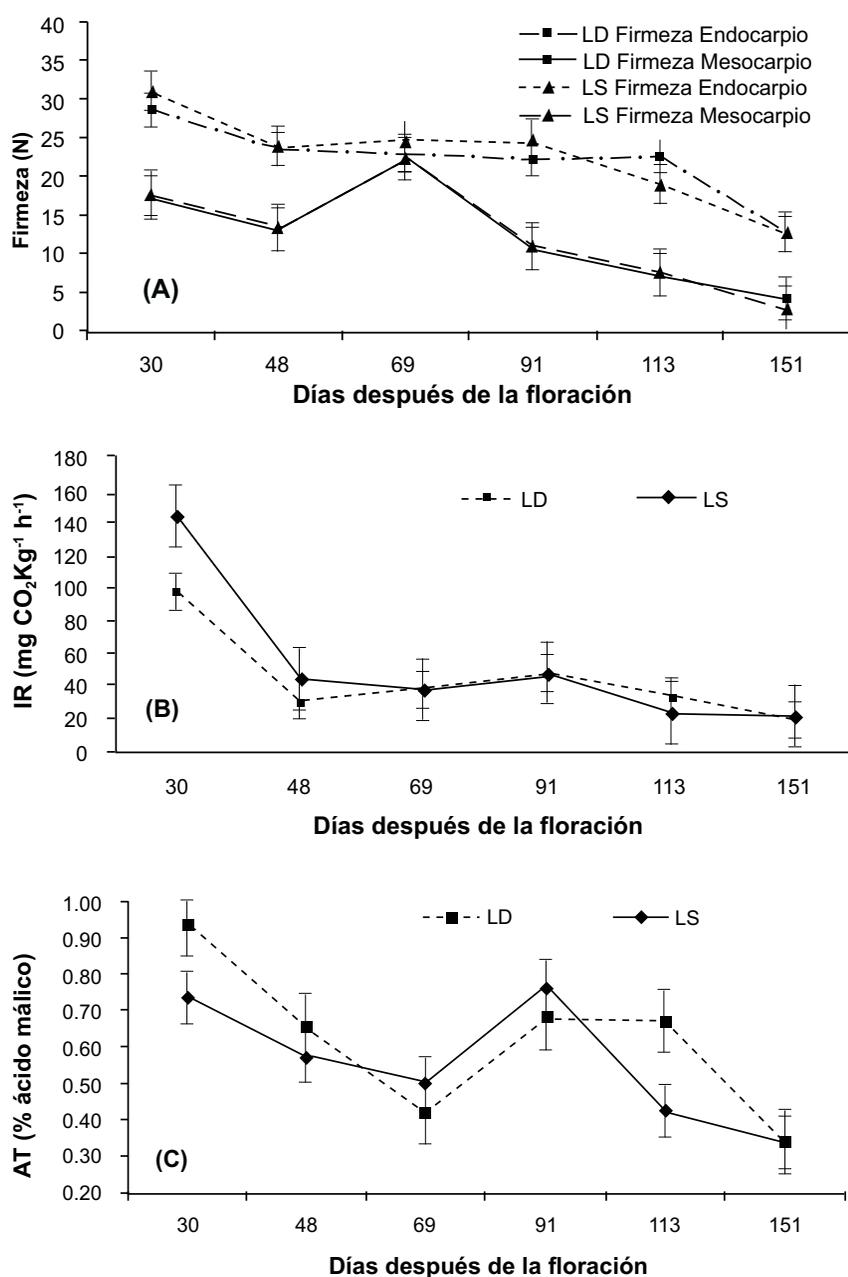


Figura 2. Comportamiento de la firmeza del endocarpio y mesocarpio (A), de la intensidad respiratoria (IR) (B) y de la acidez titulable (AT) (C) de pera variedad Triunfo de Viena bajo dos sistemas de aplicación de riego por goteo. Sistema de línea sencilla (LS), sistema de línea doble (LD). Las barras indican el promedio \pm DS.

La acidez titulable (Figura 2B) disminuyó a medida que el fruto se desarrolló, aunque en el día cincuenta se presentó un leve aumento que decreció nuevamente después del día setenta, lo cual es debido a la transformación en azúcares de los ácidos orgánicos presentes en el fruto.

La intensidad respiratoria fue alta durante la formación y desarrollo inicial del fruto y dispersa entre ellos, pero en la medida en que estos crecieron, aquella disminuyó y se hizo cada vez más uniforme entre los frutos de la misma edad (Figura 2C).

Propiedades físicas del fruto en la cosecha

La pera variedad Triunfo de Viena presentó forma esférica con un diámetro al momento de la cosecha entre 60.98 mm y 61.51mm en el tratamiento LS, y 62.90 mm en el tratamiento LD, lo cual es ratificado por los valores cercanos a 1 encontrados para esfericidad (0.83) y redondez (0.97) (Mohsenin, 1986) (Cuadro 1), siendo el diámetro promedio de 62.2 mm.

El peso en el momento de la cosecha fue el parámetro físico con menor porcentaje de dispersión (CV de 0.26% para LS y de 0.20% para LD), lo que indica una alta uniformidad en el tamaño del fruto en el momento de la cosecha. La densidad

Cuadro 1. Parámetros de producción y calidad de la fruta de pera variedad Triunfo de Viena bajo dos sistemas de aplicación de riego por goteo. Sistema de línea sencilla (LS), sistema de línea doble (LD).

Parámetro	Tratamientos			
	LS	(CV %)	LD	(CV %)
Producción, kg/árbol	38.5	34.0	37.5	39.5
Peso promedio fruto (g)	327.0	0.26	328.0	0.2
Número frutos/árbol	117.0	2.20	114.0	1.8
Acidez (% ácido málico)	0.33	2.90	0.33	0
Firmeza endocarpio (N)	12.6	0.64	12.7	0.6
Firmeza mesocarpio (N)	4.14	0.20	4.13	0.3
Intensidad respiratoria (mg CO ₂ /kg/h)	18.6	0.94	18.8	0.8
Densidad (t/m ³)	1.074	2.70	1.048	1.7
Área superficial (cm ²)	207.5	0.20	207.9	0.2
Esfericidad	0.82	2.02	0.84	1.7
Redondez	0.97	1.30	0.983	1

CV: Coeficiente de variación.

aparente promedio fue de 1.07 t/m³ para LS y 1.05 t/m³ para LD. El área superficial del fruto fue de 207 cm² para el tratamiento LS y 208 cm² para LD, parámetro que presentó una relación directa con el peso de la fruta.

Volúmenes de agua aplicados

Durante el periodo de desarrollo del cultivo, comprendido entre agosto de 2009 y marzo de 2010, la precipitación total fue de 446.3

mm (Figura 3) lo que representa una disminución del 10% en la precipitación de la zona con respecto al año inmediatamente anterior, debido principalmente al fenómeno de El Niño. La precipitación máxima se presentó en julio con 132.5 mm y la mínima en febrero con 22.4 mm. La precipitación promedio en el periodo experimental fue de 65.9 mm (Cuadro 2). La evapotranspiración potencial anual (ET₀) en 2008 fue 662.5 mm y 2009 de 666.4 mm. Los

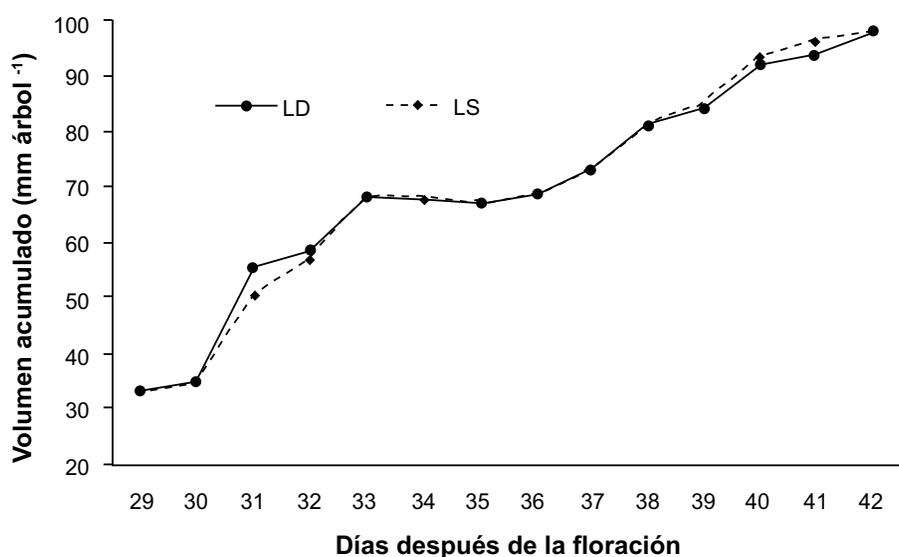


Figura 3. Volumen de agua acumulada, en mm, aplicada en cada tratamiento de cultivo de pera variedad Triunfo de Viena bajo dos sistemas de aplicación de riego por goteo. Sistema de línea sencilla (LS), sistema de línea doble (LD).

valores más altos se presentaron en junio-agosto, con máximas de 1.96 y 2.01 mm/día en julio de 2008 y 2009, respectivamente. Las láminas de agua aplicadas mediante riego fueron 98.8 mm para el tratamiento LS y 98.9 mm para el tratamiento LD. La humedad relativa, promedio, fue de 80% y el déficit de presión de vapor (DPV) promedio de 11.6 Mb. Los porcentajes máximos de área sombreada ocurrieron en marzo de 2010 y fueron de 37.98% y 40.39% para los tratamientos LS y LD, respectivamente.

Los valores medios de las condiciones ambientales muestran que 2010 fue más seco que 2008 y 2009, presentando en el primero mayor ETo, radiación y temperatura media y

menor precipitación y humedad relativa (Cuadro 3). Aunque las condiciones ambientales no tuvieron efecto directo sobre los tratamientos, debido a que estos se aplicaron durante días en que no se presentaron lluvias, sí se observó que el clima tiene efecto y relación directos sobre el desarrollo del cultivo.

Aplicación de riego utilizando sensores Watermark

En los tratamientos LS y LD durante el periodo de menor precipitación, comprendido entre diciembre de 2009 y enero de 2010, se aplicaron riegos en caudales variables para mantener la tensión del suelo entre 18 y 22 cbar, lo que fue posible gracias a que

Cuadro 2. Precipitación total mensual (mm) en 2008, 2009 y 2010 con número máximo de días.

Mes	Año					
	2008		2009		2010	
	(mm)	días	(mm)	días	(mm)	días
Enero	33.7	10	31.9	8	24.2	2
Febrero	55.5	7	22.4	8	34.7	1
Marzo	68.6	14	58	20	62.3	3
Abril	120.9	15	59.1	15	—	—
Mayo	156.6	20	92.2	16	—	—
Junio	124.9	25	61.2	23	—	—
Julio	125.6	28	132.5	28	—	—
Agosto	92.2	20	84.9	26	—	—
Septiembre	81.1	21	51.8	16	—	—
Octubre	94	17	94	13	—	—
Noviembre	67	23	67	9	—	—
Diciembre	35.2	12	35.2	3	—	—

Cuadro 3. Promedio mensual entre 2008 y 2010 de evapotranspiración potencial ETo, humedad relativa, radiación, temperatura y precipitación total en cultivo de pera variedad Triunfo de Viena bajo dos sistemas de aplicación de riego por goteo. Sistema de línea sencilla (LS), sistema de línea doble (LD).

Parámetro	Año		
	2008	2009	2010
ETo (mm/día)	1.84	1.851	1.853
Humedad relativa (%)	77.2	80.1	75.0
Radiación (Cal/cm ²)	283.0	284.0	286.0
Temperatura media (°C)	12.4	13	13.1
Precipitación (mm/mes)	87.9	65.9	40.4

los sensores respondieron a los cambios de humedad durante los ciclos de secado y humedecimiento.

Desarrollo del tallo

El desarrollo acumulado del diámetro del tallo de los árboles entre septiembre 4 de 2009 y marzo 13 de 2010 no mostró diferencias significativas entre ambos tratamientos. En términos relativos en cuanto al diámetro inicial, el crecimiento promedio del tallo de los árboles en el tratamiento LS presentó dos valores de contracción que pueden ser atribuidos a variaciones en las mediciones, siendo los incrementos promedios de 0.98% en el tratamiento LS y 6.08% en el tratamiento LD. Estos crecimientos son bajos para árboles adultos si se comparan con los crecimientos en árboles jóvenes. Resultados similares encontraron Vélez *et al.* (2007) en árboles de Clementina adultos con riego por goteo.

Producción y calidad de frutos

En las cosechas entre enero y marzo de 2010 no se observaron diferencias entre tratamientos en relación con la producción y la calidad de los frutos por efecto de la aplicación de agua de riego. En el tratamiento LS la producción, la distribución por calibres y la calidad de la fruta no difirieron ($P > 0.05$) en comparación con los resultados en el tratamiento LD, no obstante que el porcentaje de área humedecida en este último fue 53.3%, mientras que en el tratamiento LS fue de 34.1%.

Conclusiones

Este estudio representa el primer intento de evaluación del comportamiento de un cultivo de pera variedad Triunfo de Viena bajo los sistema de riego por goteo doble línea versus el tradicional de una línea. En las condiciones del ensayo, los resultados de producción y calidad del fruto después de un año de evaluaciones no mostraron diferencias significativas entre sistemas de riego; por tanto, ambos sistemas permiten alcanzar una producción y calidad similares de fruto. Desde el punto de vista económico, el riego de una línea presenta las mayores ventajas.

Agradecimientos

Al Ingeniero Agrónomo Álvaro Castro, especialista en frutales de hoja caduca, por la asesoría en el control y manejo del programa fitosanitario y de fertilización del cultivo. Al IDEAM por la información meteorológica suministrada.

Referencias

- Allen, R. G.; Pereira, L. S.; Raes, D.; y Smith, M. 2006. Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirements. Irrigation and drainage, *Paper* 56. FAO, Roma.
- Cetin, O.; y Uygan, G. 2008. The effect of drip line spacing, irrigation regimes and planting geometries of tomato on yield, irrigation water use efficiency and net return. *Agric. Water Manage.* 95 (8): 49 - 958.
- Dong, G. F.; Cheng, Z. Y.; Zhang, Z. H.; Wang, X. J.; Liu, X. R.; y Zhang, R. 2006. Effects of RDI on water use efficiency and quality of alfalfa. *Trans. CSAE* 22 (5):201 - 203.
- FAO. 2003. Agricultura 21. Enfoques - Revista Gestión Moderna del Riego. Departamento de Agricultura. FAO, Roma.
- FAO. 2010. Informe Programa Internacional para la Investigación y la Tecnología sobre Riego y Drenaje. FAO, Roma.
- Fereres, E.; y Goldhamer, D. A. 2003. Suitability of stem diameter variations and water potential as indicators for irrigation scheduling of almond trees. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 78(2):139 - 144.
- Johnson, S. R.; Handley, D. F.; y De Jong, T. M. 1992. Long-term response of early maturing peach trees to postharvest water deficits. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 117(6):881 - 886.
- Köppen, W. 1936. Das geographische system der climate. En: Köppen W, Geiger R (eds.). *Handbuch der Klimatologie.* Gebrüder Borntraeger, Berlin. Vol. 1, part C. p.1 - 44
- Lampinen, B. D.; Shackel, K. A.; Southwick, S. M.; Olsson, B.; y Yeager, J. T. 1995. Sensitivity of yield and fruit quality of French prune to water deprivation at different fruit growth stages. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 120 (2):139 - 147.
- Marsal, J.; Rapoport, H. F.; Manrique, T.; y Girona, J. 2000. Pear fruit growth under regulated deficit irrigation in container-grown trees. *Sci. Hort.* 85 (4):243 - 259.
- Mohsenin, N. N. 1986. Physical properties of plant and animal material. Gordon and Breach Science Publisher. Nueva York. 1:734 p.
- Mwaniki, M. C.; Mathooko, F. M.; Matsuzaki, M.; Hiwasa, K.; Tateishi, A.; Ushijima, K.; Nakano, R.;

- Inaba, A.; y Kubo, Y. 2005. Expression characteristics of seven members of the b-galactosidase gene family in La France pear (*Pyrus communis* L.) fruit during growth and their regulation by 1-methylcyclopropene during postharvest ripening. *Postharvest Biol. Technol.* 36(3):253 - 263.
- Oster, J. D. 1994. Irrigation with poor quality water. *Agric. Water Manage.* 25(3):271 - 297.
- Parra-Coronado, A.; Hernández-Hernández, J. E.; y Camacho-Tamayo, J. H. 2006a. Estudio de algunas propiedades físicas y fisiológicas precosecha de la pera Variedad Triunfo de Viena. *Rev. Bras. Frutic.* 28(1):55 - 59.
- Parra-Coronado, A.; Hernández-Hernández, J. E.; y Camacho-Tamayo, J. H. 2006b. Comportamiento fisiológico de la pera variedad Triunfo de Viena (*Pyrus communis* L.) durante el período poscosecha. *Rev. Bras. Frutic.* 28(1):46 - 50.
- PAWS 18.0. Chicago: SPSS. Inc. 2009.
- Seibert, E.; Barradas, C. I. N.; Araújo, P. J.; y Bender, R. N. 2000. Efeito de ethehon e da frigoconservação na maturação de pêras cv. Packham's Triumph. *Pesq. Agropec. Bras.* 35(1):55 - 62.
- Shi, W. J.; Hu, X. T.; y Kang, S. Z. 1998. The status and prospect of RDI technique in water stress conditions. *Agric. Res. Arid Areas* 16(2):84 - 88.
- Singh, H. P.; Kaushish, S. P.; y Kumar, A. 2000. Micro-irrigation. En: Proceedings of the International Conference on Micro and Sprinkler Irrigation Systems, Central Board of Irrigation and Power, New Delhi, February 8-10. 794 p.
- Vélez, J. E.; Intrigliolo, D.; y Castel, J. R. 2007. Programación del riego en cítricos con base en sensores de medida del estado hídrico del suelo y de la planta. *Ingeniería del Agua* 14(2):127 - 135.
- Verreynne, J. S.; Rabe, E.; y Theron, K. I. 2001. The effect of combined deficit irrigation and summer trunk girdling on the internal fruit quality of 'Marisol' Clementines. *Sci. Hort.* 91(1-2):25-37.