

Consumo de agua de plantas jóvenes de manzano regadas por goteo

Water use of young apple trees drip-irrigated

Antonio Requena
Gustavo Nordenström
Eduardo Castillo

Originales: Recepción: 07/07/2010 - Aceptación: 21/10/2011

RESUMEN

En la EEA INTA Alto Valle se determinaron coeficientes de cultivos (Kc) de manzano 'Cripp's Pink', en su segunda temporada de crecimiento, mediante la utilización de tres lisímetros de drenaje. Dentro de cada lisímetro se colocó un manzano, en la misma fecha en la cual se realizó la plantación del monte frutal. El cultivo fue regado diariamente, mediante un lateral, con goteros integrales de 4 l h⁻¹ distanciados cada 0,50 m. Durante la temporada de crecimiento del cultivo se realizaron determinaciones de: volumen de agua aplicada y drenada, tensión del agua en el suelo, área seccional de tronco, intercepción de radiación y porcentaje de superficie sombreada. La mayor evapotranspiración del cultivo (ETc) mensual correspondió a enero con 2,5 mm día⁻¹ lo que equivale a 20 litros planta⁻¹ día⁻¹ teniendo en cuenta el marco de plantación del cultivo. Los Kc incrementaron sus valores desde un valor inicial de 0,26 en plena floración (04/10/09) hasta 0,47 a finales de noviembre, y desde entonces permanecieron casi constantes hasta finales de abril. El valor calculado de la evapotranspiración anual del manzano 'Cripp's Pink', en su segunda temporada de crecimiento fue de 401 mm.

Palabras clave

coeficientes de cultivos • lisímetros
• radiación interceptada • área
sombreada • ETc

ABSTRACT

Crop coefficients (Kc) of apple trees 'Cripp's Pink', during the second growing season, were determined at EEA INTA Alto Valle. Individual trees were placed in each of three lysimeters; at the time of orchard establishment. The trees were watered every day by drip irrigation with emitters delivering 4 l h⁻¹, placed every 0.50 m. During the growing season the following determinations were performed: water volume applied and drained, soil water tension, trunk sectional area, intercepted photosynthetic radiation and percentage of shaded surface. Maximum monthly crop water evapotranspiration (ETc) was in January, reaching 2.5 mm day⁻¹. This was equivalent to 20 liters per tree day⁻¹, taking into account the planting square. The Crop coefficients increased from 0.26 at full bloom (04/10/09) to 0.47 in the final of November and from there they remained almost constant until the end of April. Annual evapotranspiration for apple tree 'Cripp's Pink', during the second growing season, was 401 mm.

Keywords

crop coefficients • lysimeters • light
interception • canopy cover • ETc

Estación Experimental Agropecuaria del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (EEA INTA)
Alto Valle. Ruta Nacional 22 km 1190. C. C. 782. (8332) Cte. Guerrero. General Roca. Río Negro.
Argentina. arequena@correo.inta.gov.ar

INTRODUCCIÓN

La principal actividad económica del Alto Valle del Río Negro es la fruticultura. Con una precipitación media anual cercana a los 200 mm la producción de frutas es sólo posible bajo riego. El manejo adecuado del riego permite obtener altos rendimientos de frutos exportables, disminuir los costos de producción, usar racionalmente los recursos naturales y atenuar el problema de la contaminación ambiental.

Conocer la evapotranspiración del cultivo (ETc) es esencial para no someter a este a períodos de falta o exceso de agua no deseados. El riego excesivo no solamente desperdicia agua y lava nutrientes sino que también puede crear condiciones de estrés que lo predispongan a enfermedades.

Contar con Kc de árboles frutales jóvenes, que no hayan experimentado limitaciones de agua durante su desarrollo, es un insumo fundamental para trabajos que estudien el efecto del riego deficitario (aplicado en distintos períodos fenológicos) sobre el crecimiento vegetativo y la precocidad de los mismos (11) y el desarrollo de modelos (10).

Existen distintos métodos para medir o estimar la ETc de árboles frutales de hojas caducas. El método del balance hídrico, propuesto por FAO (5), consiste en estimar la evapotranspiración de un cultivo hipotético, que se asemeja a una superficie extensa de pasto verde de altura uniforme, utilizando la fórmula de Penman-Monteith (ETo), y multiplicar el valor obtenido por un coeficiente de cultivo (Kc), mayor o menor que la unidad, que debe compensar las diferencias entre ambos cultivos. Como el término evapotranspiración incluye tanto la evaporación como la transpiración, los Kc de frutales deberán tener en cuenta las combinaciones de: cultivar, sistema de conducción, tamaño de la planta, distancia de plantación, orientación, características del riego, laboreo de suelo, entre otros aspectos (8).

Los Kc pueden obtenerse utilizando métodos gravimétricos (parcelas de ensayo), y lisímetros de pesada o drenaje. Los lisímetros de pesada, utilizados con frutales, son aparatos de gran tamaño, precisión y elevado costo que permiten medir la ETc en forma horaria y obtener Kc diarios (3, 8, 9), mientras que los lisímetros de drenaje son menos precisos, de menor costo y permiten obtener Kc semanales o de mayor intervalo de tiempo (1, 12, 13).

La presencia de una capa freática, a menos de 1,5 m de la superficie del terreno, durante el período de crecimiento de cultivo, en más del 50% de la superficie del Alto Valle del Río Negro (6) dificulta la obtención de Kc por medios gravimétricos.

Trabajos que traten de determinar Kc de frutales, regados por goteo, desde la plantación hasta su completo desarrollo, son difíciles de encontrar, pues requieren lisímetros de grandes dimensiones y varios años de estudio.

Objetivo

- Obtener datos de consumo de agua y coeficientes de cultivos de una variedad de manzana tardía, regada por goteo, en su segunda temporada de crecimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue conducido durante la temporada 2009-2010 en un monte de manzanos (*Malus domestica* Borkh cultivar 'Cripp's Pink'), de 0,048 ha, localizado en la estación experimental del INTA Alto Valle (39° 01' S, 62° 40' W, altitud 240 m s. n. m.) Río Negro, Argentina. El cultivo fue plantado el 16/09/08 en un marco de plantación de 4 x 2 m con una orientación norte-sur. Las plantas injertadas sobre pie M9/MI793 fueron conducidas en eje central. Como polinizadora se utilizó la cv 'Granny Smith'.

El área experimental está rodeada por pasturas y frutales. A la parcela experimental se le aplicaron las prácticas agronómicas comunes con mantenimiento de pasturas naturales en el íter filar y aplicación de herbicida sobre la fila de plantación. El suelo, de textura franco limosa, es localmente conocido como "Media Barda" (4).

En la fila central del monte frutal se instalaron tres lisímetros de drenaje de 2 x 2 x 1 m de profundidad mínima, cuidando que quedaran a nivel, y a unos 0,05 m por encima de la superficie del terreno. El lisímetro fue llenado con el mismo suelo desplazado para instalarlo pero no se trató de reproducir la densidad aparente del mismo. Si bien los lisímetros con rellenos monolíticos representan mejor las condiciones naturales del terreno, los de relleno, como el utilizado en este trabajo, permiten obtener datos confiables de ETc si el cultivo no es sometido a estrés y las alteraciones del suelo no afecten significativamente el crecimiento de las plantas (1).

Un colector de drenaje, conectado con el exterior y ubicado en el fondo del lisímetro, permitió la extracción semanal del agua excedente, mediante la utilización de una bomba centrífuga. Dentro de cada lisímetro se colocó un manzano, en la misma fecha en que se realizó la plantación del monte frutal.

Los árboles se regaron diariamente, mediante un lateral por fila, con goteros integrales de 4 l/h (caudal nominal) distanciados cada 0,50 m, tanto en los lisímetros como en el resto del monte frutal. Para medir la tensión del agua en el suelo durante la temporada de riego, se instaló un tensiómetro a 0,30 m de profundidad y 0,40 m del gotero elegido.

Para la medición del agua aplicada al monte frutal y extraída de los lisímetros se utilizaron contadores integradores volumétricos. El agua aplicada fue controlada diariamente y todo el sistema se chequeó semanalmente para asegurar un funcionamiento correcto. La ETc se calculó semanalmente teniendo en cuenta la siguiente ecuación:

$$ETc = R + PP - D \pm \Delta HS$$

donde:

ETc evapotranspiración del manzano

R lámina de riego aplicada

PP precipitación caída en el lisímetro

D drenaje

ΔHS variación de la humedad del suelo

La estación meteorológica automática de la experimental, ubicada sobre césped a 100 metros de la parcela, proporcionó los datos climáticos para el cálculo de la Evapotranspiración de referencia (ET_o) por la fórmula de FAO Penman-Monteith (2) y la precipitación del lugar.

Los coeficientes de cultivos, calculados semanalmente, fueron obtenidos dividiendo la evapotranspiración del cultivo, proporcionada por los lisímetros, por la evapotranspiración de referencia. Se calculó mensualmente el Área Seccional de Tronco (AST) de las plantas ubicadas dentro de los lisímetros midiendo la circunferencia de tronco a 0,10 m sobre el injerto.

Para conocer el porcentaje del área sombreada del marco de plantación se realizó una cuadrícula de 0,40 x 0,40 m a nivel del suelo, en uno de los lisímetros.

La radiación solar interceptada por el cultivo al medio día solar (± 30 minutos) se midió con un ceptómetro lineal de 1 m de longitud. Las mediciones se realizaron en días soleados, desde febrero hasta abril. En cada lisímetro se tomaron 32 mediciones (16 de cada lado) en el espacio asignado a cada planta (2 x 4 m). El ceptómetro se ubicó en posición horizontal, perpendicular al árbol, y a nivel del suelo. El porcentaje de radiación interceptada por la planta ubicada en el lisímetro se estimó dividiendo el promedio de las lecturas obtenidas a nivel del suelo por una obtenida con plena exposición y sustrayendo este valor de 1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se representan gráficamente los valores diarios de ET_o, calculados con los valores diarios de la ecuación de Penman Monteith, y datos climáticos proporcionados por la estación meteorológica de la EEA INTA Alto Valle, desde el 1 de septiembre de 2009 al 26 de abril de 2010. En enero se presentó el mayor valor de ET_o diaria con 7,4 mm día⁻¹, semanal con un pico de 6,0 mm día⁻¹ entre los días 12 y 18 y mensual con 5,8 mm día⁻¹.

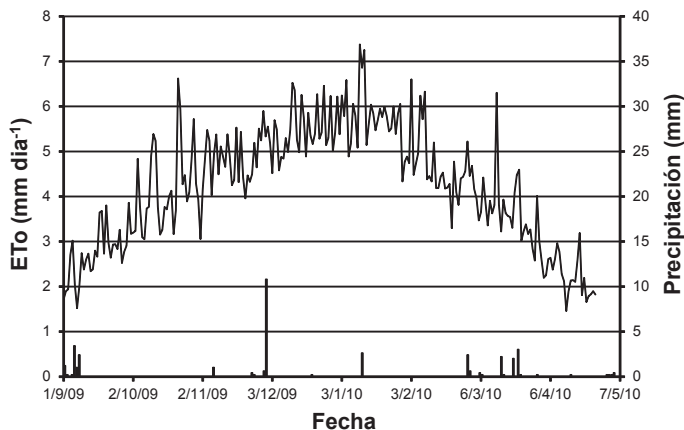


Figura 1. Valores diarios de Evapotranspiración de referencia (ET_o) y precipitación para el Alto Valle del Río Negro. Temporada 2009-2010.

Figure 1. Daily values of reference crop evapotranspiration (ET_o) and precipitation in the Alto Valle del Río Negro. Season 2009-2010.

En la figura 2 pueden observarse los valores semanales medios de evapotranspiración de manzanos Cripp's Pink, en su segunda temporada de crecimiento. Los valores de ET_c , medidos en los lisímetros, siguieron aproximadamente la misma tendencia que los de ET_o de la figura 1 (pág. 44).

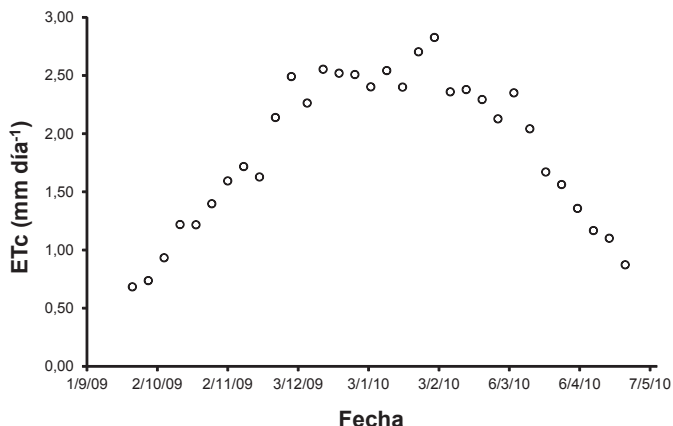


Figura 2. Valores semanales de Evapotranspiración de plantas jóvenes de manzano Cripp's Pink (ET_c) medidos con lisímetros de drenaje.

Figure 2. Weekly values of crop water use (ET_c) by Cripp's Pink young apples trees measured with draining lysimeters.

La evapotranspiración semanal media del manzano se incrementó desde la floración (04/10/09), hasta mediados de diciembre, aumentando levemente hasta fines de enero cuando se produjo un pico de $2,8 \text{ mm día}^{-1}$ en la semana comprendida entre los días 26 de enero y 1 de febrero. El valor pico semanal de ET_c se presentó 14 días después del pico semanal de ET_o . El mayor valor mensual de ET_c correspondió a enero con $2,5 \text{ mm día}^{-1}$ lo que representa una evapotranspiración media de $20 \text{ litros planta}^{-1} \text{ día}^{-1}$ teniendo en cuenta el marco de plantación del cultivo (8 m^2). La ET_c comenzó a disminuir a mediados de febrero hasta la finalización del riego en abril.

El valor medio del K_c inicial (fines de septiembre a primeros días de octubre) fue de 0,26 debido casi totalmente al componente de evaporación del suelo, ya que el cultivo recién comenzó a brotar en este período.

En la actualidad, el uso de goteros insertados en la tubería de riego desde fábrica (goteros integrales) está muy difundido por su practicidad y bajo costo. Esta variante de riego por goteo (utilizado en la experiencia) debe contar desde un comienzo con la cantidad necesaria de goteros por plantas que permitan cubrir los requerimientos de agua del cultivo en plena producción, ya que no es posible el agregado de goteros a medida que la planta crece y, por lo tanto, produce un mayor volumen de suelo mojado y una mayor evaporación de agua desde el suelo, especialmente en los primeros años del cultivo.

Desde floración los Kc mostraron un tendencia ascendente hasta finales de noviembre (Kc = 0,47) permaneciendo más o menos constantes hasta finales de la temporada de riego (figura 3). Esto probablemente se deba a las características del crecimiento de este cultivar de cosecha tardía (primeros días de abril) que mantiene las hojas en la planta un período mayor que otras variedades.

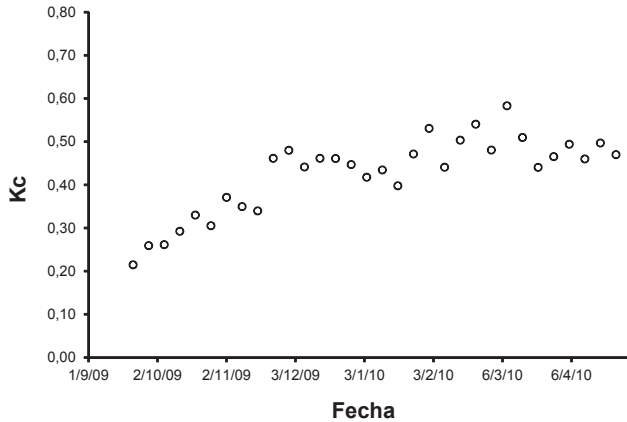


Figura 3. Coeficientes de cultivos semanales (Kc) de plantas jóvenes de manzano cv Cripp's Pink, regadas por goteo, en el Alto Valle del Río Negro. Temporada 2008/09.

Figure 3. Weekly crop coefficient (Kc) for drip irrigated Cripp's Pink young apple trees in the Alto Valle del Río Negro. Season 2008/09.

Las plantas crecieron activamente como muestra el aumento del AST (figura 4) y de la radiación interceptada (figura 5, pág. 47) durante la temporada de riego.

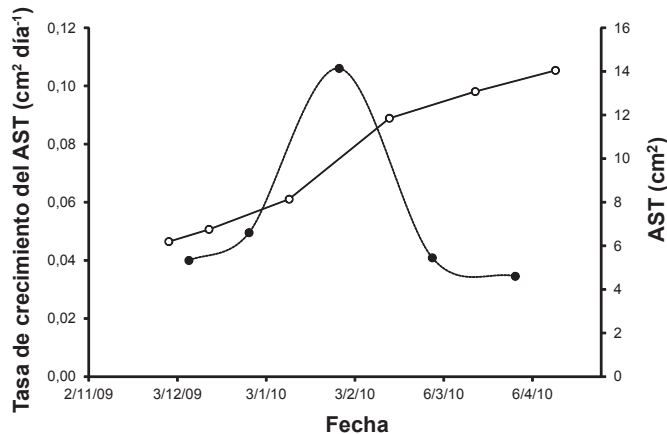


Figura 4. Tasa y crecimiento acumulado del AST de manzanos cv Cripp's Pink en su segunda temporada.

Figure 4. Rate and accumulative growth of TCA of apple trees cv Cripp's Pink in his second season.

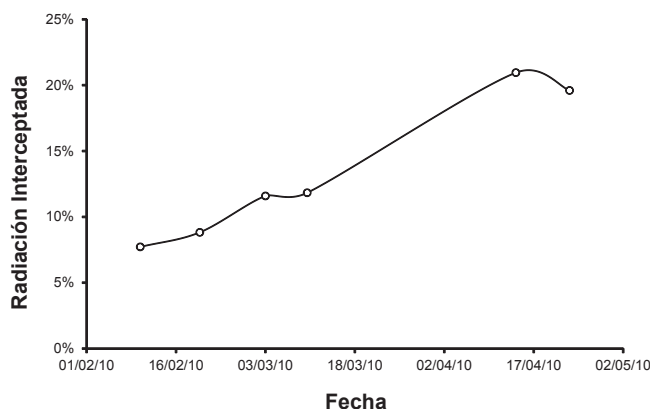


Figura 5. Variación estacional de la radiación fotosintéticamente activa interceptada al medio día solar por una planta de manzano joven.

Figure 5. Seasonal variation of photo synthetically active radiation intercepted at solar noon by a young apple tree.

El mayor crecimiento de AST correspondió al período comprendido entre mediados de enero y mediados de febrero, hecho que coincide con el mayor requerimiento de riego observado (figura 2, pág. 45). Esto coincide con observaciones que relacionan el uso de agua de árboles frutales con el tamaño de su canopia (7). A finales de diciembre (29/12/09), sobre una cuadrícula de 0,4 x 0,4 m se determinó el porcentaje de área sombreada por la planta al medio día solar. El valor estuvo comprendido entre el 4 y el 6% del área del marco de plantación. Se estimó en forma periódica la radiación interceptada por el cultivo al medio día solar, en días sin nubes, con un ceptómetro lineal (figura 5). Estos valores muestran un aumento de la Radiación Interceptada (RI) por el cultivo desde el comienzo de la medición (10/02/10) hasta alcanzar un valor aproximado al 20% a finales de abril.

La evolución de la tensión del agua del suelo fue óptima para el crecimiento del manzano, como muestran los intervalos de potenciales matriciales comprendidos entre -8 y -18 kPa (figura 6, pág. 48).

Mantener alta y constante la humedad del suelo es importante en el manejo de los lisímetros de drenaje para evitar errores en el cálculo de la ETc y permitir el drenaje, ya que si esta disminuye marcadamente el lisímetro deja de drenar. La utilización de tensiómetros en la programación del riego de frutales en constante crecimiento es de gran practicidad al integrar en un número factores relacionados con el riego, clima, suelo y cultivo.

El valor calculado de la evapotranspiración del manzano Cripp's Pink, en su segunda temporada de crecimiento fue de 401 mm, teniendo en cuenta la precipitación caída, el riego aplicado (448 mm), el agua de drenaje (61 mm) y una variación del agua del suelo del lisímetro poco significativa.

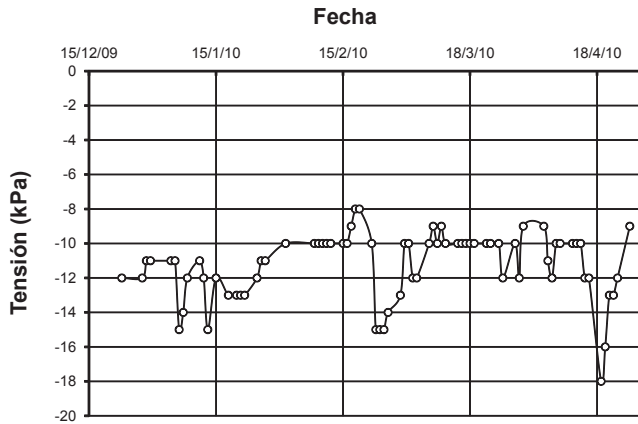


Figura 6. Tensión del agua en el suelo medida con un tensiómetro ubicado dentro del lisímetro a 0,30 m de profundidad y 0,40 m del emisor.

Figure 6. Soil water tension measured with a tensiometer located inside the lysimeter to 0.30 m of depth and 0.40 m from the emitter.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aboukhaled, A. A.; Alfaro, A.; Smith, M. 1986. Los lisímetros. Roma. FAO Paper 39. 68 p.
2. Allen, R. G.; Pereira, L. S.; Raes, D.; Smith, M. 1998. Crop Evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and drainage paper N° 56. 300 p.
3. Ayars, J. E.; Johnson, R. S.; Phene C. J.; Trout T.; Clark D. A.; Mead, R. 2003. Water use by drip-irrigated late-season peaches. Irrigation Science. 22: 187-194.
4. Bestvater, C. R.; Casamiquella, C. H. 1983. Distribución textural de los suelos del Alto Valle del Río Negro. Bol. de Div., Téc. N° 29 EEA Alto Valle INTA. 17 p.
5. Doorenbos, J.; Pruitt, W. O. 1977. Crop Evapotranspiration. Rome. FAO Irrigation and Drainage Paper 24. 194 p.
6. CIL-AYEE. 1988. Estudio para el aprovechamiento integral del Río Negro. Informe técnico. 200 p.
7. Fereres, E.; Martinich, D. A.; Aldrich, T. M.; Castel, J. R.; Holzapfel, E.; Schulbach, H. 1982. Drip irrigation saves money in young almond orchards. Calif. Agric. 36: 12-13.
8. Girona, J.; Marsal, J.; Mata, M.; del Campo, J. 2004. Pear crop coefficients obtained in a large weighing lysimeter. Acta Hort. 664: 277-281.
9. Johnson, R. S.; Ayers, J.; Trout, T.; Mead, R.; Phene, C. 2000. Crop coefficients for mature peach trees are well correlated with midday canopy light interception. Acta Hort. 537: 455-460.
10. Johnson, R. S.; Ayers, J.; Trout, T.; Hsiao, T. C. 2002. Modelling young peach tree evapotranspiration, Acta Hort. 584: 107-113.
11. Podestá, L.; Sánchez, E.; Vallone, R.; Morábito, J. A. 2010. Efecto del riego deficitario controlado sobre el crecimiento vegetativo en plantaciones jóvenes de cerezo (*Prunus avium* L.). Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo. 42(1): 73-91.
12. Puppo, L.; García, M. 2010. Determinación del consumo de agua del duraznero. Rev. bras. eng. agríc. ambient. 14(1): 25-31.
13. Requena, A.; Nordenström, Y. G. 2007. Utilización de un lisímetro volumétrico en pera cv. William's. Proceedings del XXX Congreso Argentino de Horticultura. La Plata.

Agradecimiento

Los lisímetros fueron construidos e instalados con fondos del Proyecto Nacional PE AER1614 "Desarrollo de Tecnologías para el Saneamiento y Recuperación de Tierras y Optimización de Sistemas de Riego en Áreas de Regadío" y de la Estación Experimental Agropecuaria INTA Alto Valle.