

A-03

## AJUSTES Y VALIDACIÓN DE CROPSYST PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONSUMO HÍDRICO EN EL VIÑEDO

*Mancha Ramírez, L.A.<sup>1\*</sup> (P), Uriarte Hernández, D.<sup>1</sup>, Prieto Losada, M.H.*

<sup>1</sup>Investigadores. Departamento de Hortofruticultura, Instituto de Investigaciones Agrarias “Finca La Orden-Valdesequera”, Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX), Junta de Extremadura, Autovía A-V, Km 372, 06187 Guadajira (Badajoz), España.

\* E-mail: luisalberto.mancha@juntaex.es

### RESUMEN

En las condiciones climáticas dominantes en las principales zonas vitícolas extremeñas la disponibilidad de agua determina en buena medida la productividad del viñedo. La determinación del consumo hídrico en el viñedo es necesaria para una correcta gestión del riego, por lo que el desarrollo de metodologías que ayuden a su determinación sería de gran utilidad para la viticultura. Nuestro estudio evaluó la capacidad del modelo de simulación de cultivo CropSyst (CS) a la hora de predecir el consumo hídrico, el desarrollo vegetativo y el estado hídrico de un viñedo cv. Tempranillo. Para ello, en el año 2010, se realizaron los ajustes paramétricos necesarios del modelo, comparando las salidas de CS (desarrollo vegetativo, consumos hídricos y estado hídrico) con datos obtenidos de una parcela en la que se encontraba un lisímetro de pesada en viña. Tras los ajustes realizados en 2010, se procedió a su validación para los años 2011 y 2012, comparando las salidas ofrecidas por CS con datos obtenidos directamente en campo. Los ajustes de Cs resultaron ser adecuados para determinar la evapotranspiración del cultivo ( $ET_c$ ) y el coeficiente de cultivo ( $k_c$ ), con limitaciones a la hora de simular el desarrollo vegetativo de las cepas, debido, en parte al manejo diferencial de la vegetación en los años objeto de estudio.

### 1) INTRODUCCIÓN

El agua es el componente mayoritario de las plantas, participando en la mayoría de los procesos fisiológicos de las mismas, lo que hace que las plantas cultivadas necesitan aportes continuos de agua, con la finalidad de reemplazar las pérdidas que se producen debidas a la evapotranspiración del cultivo ( $ET_c$ ), término que engloba la evaporación del agua almacenada en la capa superficial del suelo y la pérdida de agua a través de la superficie de las plantas principalmente de las hojas (Jensen et al. 1990).

El lisímetro de pesada está considerado como el método de referencia para determinar las necesidades hídricas de los cultivos (Aboukhaled et al., 1981), pero se trata de una infraestructura cara y rígida, en cuanto a su uso, de forma que resulta poco práctica para ensayar el efecto de diferentes condiciones agroclimáticas en el consumo hídrico de los cultivos, por lo que se ha utilizado como un equipo de referencia para validar otras metodologías más asequibles (Johnson et al., 2005).

Un modelo de simulación de cultivo es una representación simplificada de una parte bien delimitada del mundo real. CropSyst (CS) es un modelo de simulación multi-cultivo y multi-año, desarrollado por el Dr. Stöckel de la Universidad del Estado de Washington en Estados Unidos, y concebido inicialmente para cultivos extensivos con cobertura total del suelo, pudiendo ser usado como Sistema de Soporte a la Decisión (SSD). Algunos autores

han adaptado este modelo a cultivos leñosos como peral, manzano y melocotonero (Marsal y Stockle, 2012; Marsal et al. 2013; Marsal et al. 2014) y para ciruelo (Samperio et al. 2014), pero aún no se encuentran referencias al uso de dicho modelo para la vid, por lo que se hace necesario su ajuste y validación posterior.

## 2) OBJETIVO

El objetivo de este trabajo fue llevar a cabo una correcta parametrización de CS para vid "Tempranillo", con el propósito de ofrecer una herramienta para el manejo del riego al sector de la viticultura.

## 3) MATERIALES Y MÉTODOS

CS necesita de la incorporación de una serie de archivos de entrada tales como: Opciones de Simulación, Climáticos, Suelo, Cultivo, Manejo y Localización, para que ofrezca unos archivos de salida que den respuesta a la evaluación, entre otros, del consumo hídrico de la planta.

El ajuste o parametrización del modelo se llevó a cabo durante la campaña 2010 y su validación posterior se realizó por comparación con los datos obtenidos en el lisímetro para los años 2011 y 2012, utilizándose CS con un enfoque de modelización inversa. Para este estudio se dispuso de un lisímetro de pesada en el que se reprodujeron las condiciones de cultivo de un viñedo mediante dos cepas mantenidas durante todo su ciclo de cultivo bajo condiciones no limitantes de agua.

El ensayo se desarrolló en un viñedo experimental cv. Tempranillo de 1,7 ha, perteneciente a la "Finca La Orden", Badajoz, España. La  $ET_c$  durante el periodo 2010-2012 fue medida mediante un lisímetro de pesada en el que se reproducían las condiciones de cultivo mediante dos cepas (Picón-Toro et al., 2012).

Los datos agrometeorológicos diarios necesarios para la simulación se obtuvieron de una estación agrometeorológica situada a 100 m del ensayo.

El desarrollo vegetativo de las cepas se determinó mediante dos metodologías diferentes, la Fracción de Intercepción de Radiación PAR y el Índice de Área Foliar.

Se realizó la cuantificación en peso seco de las intervenciones realizadas sobre la vegetación en el viñedo (poda en verde, despuntes de brotes y poda), con el fin de ser introducidas en el modelo.

El potencial hídrico de tallo al mediodía ( $\psi_t^{md}$ ) se determinó con una cámara de presión (Soil Moisture Corp., Modelo 3500, Santa Bárbara, CA, USA).

Dado que CS considera riego por inundación, la evaporación ofrecida por el mismo es superior a la realidad, lo que hace necesario una corrección de dicha evaporación. La evaporación, se obtuvo directamente en el lisímetro mediante varios ciclos de tapado de mayo a octubre durante la campaña 2010 en días libres de lluvia.

## 4) RESULTADOS y DISCUSIÓN

El desarrollo vegetativo del viñedo fue ajustado correctamente, mediante los parámetros  $kc$  (coeficiente de extinción de luz) y *stem/leaf partition*, presentando una cierta desviación en su ajuste en fases iniciales de desarrollo (Figura 1).

La demanda de agua de la planta fue parametrizada por  $K_{cfc}$  (coeficiente de cultivo para una total cobertura de la cubierta vegetal), propiciando la asignación de valores de este parámetro un buen ajuste con la realidad de  $ET_c$  y el coeficiente de cultivo ( $k_c$ ), pero con una cierta infraestimación por parte del modelo en la fase de mayor pendiente de crecimiento del viñedo (Figura 1).

El ajuste inicial obtenido de  $\psi_t^{md}$  fue muy satisfactorio, parametrizado mediante  $U_{max}$  (máxima extracción de agua) el cual siguió una evolución estacional similar a la sugerida en ciruelo por Samperio et al. (2014) (Figura 1).

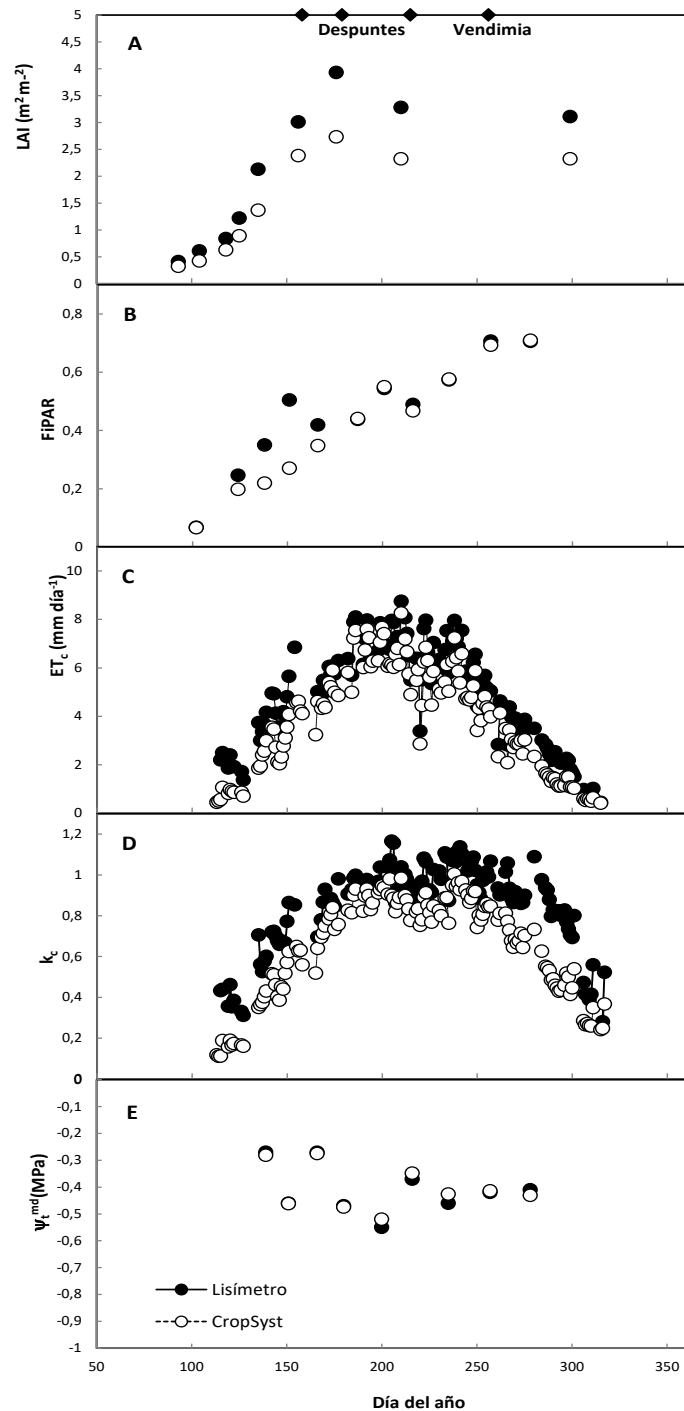


Figura 1. Evolución estacional de parámetros medidos en campo y simulados de índice de área foliar (LAI), fracción de intercepción de radiación PAR (FiPAR), evapotranspiración del cultivo ( $ET_c$ ), coeficiente de cultivo ( $k_c$ ) y el potencial hídrico de tallo medido a mediodía, durante la campaña 2010.

La relación entre los datos que caracterizan el consumo hídrico en las cepas,  $ET_c$  y  $k_c$  simulados mediante CS, con los ajustes paramétricos realizados en 2010, y los obtenidos directamente del lisímetro de pesada durante los años 2011 y 2012, ofrecieron un buen ajuste para ambos años, presentando una cierta dispersión de los datos en los valores centrales y una infraestimación por parte del modelo en los valores más bajos, lo que propició que la relación lineal obtenida presentara una pendiente de 0,8176 y un coeficiente de determinación de 0,77 para  $ET_c$ , mientras que la pendiente de la relación lineal obtenida para  $k_c$  fue de 0,7851 con un coeficiente de determinación de 0,73 (Figura 2).

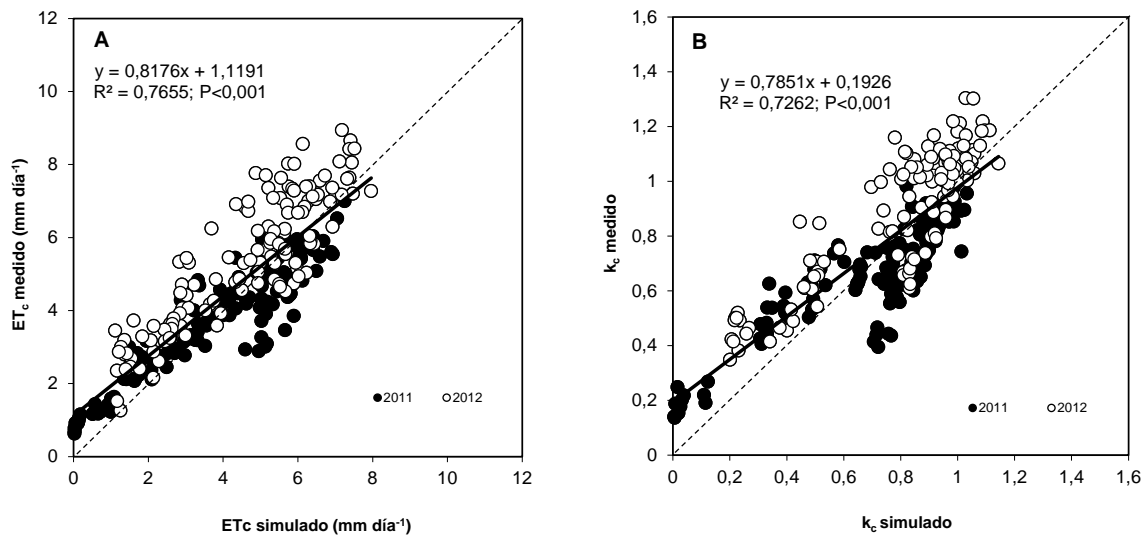


Figura 2. Relación lineal entre los valores de evapotranspiración del cultivo ( $ET_c$ ) (A) y coeficientes de cultivo ( $k_c$ ) simulados mediante CropSyst y medidos en campo durante los años 2011 y 2012. Número de observaciones  $n = 273$ .

## 5) CONCLUSIONES

A la vista de los resultados CropSyst se presenta como una herramienta útil a la hora de determinar los consumos hídricos de un viñedo en condiciones no limitantes de agua, siendo necesario la determinación particular de la evaporación del suelo para cada localización.

## 6) AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por INIA (RTA2008-00034-C04-00), (RTA2009-00026-C02-00), LOI1302020/1 y Junta de Extremadura y CCESAGROS.

## 7) BIBLIOGRAFÍA

- Aboukhaleed, A., Alfara, A. y Smith, M. (1981). Lysimeters. FAO Irrigation and Drainage Paper No 39. FAO, Rome.
- Jensen, M.E., Burman, R.D. y Allen, R.G. (1990). Evapotranspiration and water irrigation requirements. Committee on irrigation Water Requirements, Irrigation and Drainage Division of ASCE, Manual nº. 70. Am. Soc. Civil Eng., New York, 332 pp.

- Johnson, R.S., Williams, L.E., Ayars, J.E. y Trout, T.J. (2005). Weighing lysimeters aid study of water relations in tree and vine crops. *Calif. Agric.* 59, 133-136.
- Marsal, J. y Stöckle, C.O. (2012). Use of CropSys as a decision support system for scheduling regulated deficit irrigation in a pear orchard. *Irrig. Sci.* 30, 139–147.
- Marsal, J., Girona, J., Casadesus, J., Lopez, G. y Stöckle, C.O. (2013). Crop coefficient (Kc) for apple: comparison between measurements by a weighing lysimeter and prediction by CropSyst. *Irrig. Sci.* 31, 455–463.
- Marsal, J., Johnson, S., Casadesus, J., Lopez, G., Girona, J. y Stöckle, C.O. (2014). Fraction of canopy intercepted radiation relates differently with crop coefficient depending on the season and the fruit tree species. *Agric. For. Meteorol.*, 184, 1–11.
- Picón-Toro, J., González-Dugo, V., Uriarte, D., Mancha, L.A. y Testi, L. (2012). Effects of canopy size and water stress over the crop coefficient of a “Tempranillo” vineyard in south-western Spain. *Irrigation Science*, 30, 419-432.
- Samperio, A., Moñino, M.J., Marsal, J., Prieto, M.H. y Stöckle, C.O. (2014). Use of CropSyst as a tool to predict water use and crop coefficient in Japanese plum trees. *Agricultural Water Management*, 146, 57-68.

# AJUSTE Y VALIDACIÓN DE CROPSYST PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONSUMO HÍDRICO EN EL VIÑEDO

Mancha Ramírez, L.A. (1) (P), Uriarte Hernández, D.(1), Prieto Losada, M.H. (1)

(1), Autovía A-V, Km 372, 06187 Guadajira (Badajoz), España.

Contacto: Tel: +34 924 014 104; Departamento de Hortofruticultura, Instituto de Investigaciones Agrarias "Finca La Orden-Valdesequera". Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX), Junta de Extremadura: +34 924 014 001.

E-mail: luisalberto.mancha@juntaex.es

## Introducción

El lisímetro de pesada está considerado como el método de referencia para determinar las necesidades hídricas de los cultivos pero se trata de una infraestructura cara y rígida, en cuanto a su uso, de forma que resulta poco práctica para ensayar el efecto de diferentes condiciones agroclimáticas en el consumo hídrico de los cultivos, por lo que se ha utilizado como un equipo de referencia para validar otras metodologías más asequibles. CropSyst (CS) es un modelo de simulación multi-cultivo y multi-año, concebido inicialmente para cultivos extensivos con cobertura total del suelo, pudiendo ser usado como Sistema de Soporte a la Decisión (SSD). Algunos autores han adaptado este modelo a cultivos leñosos pero aún no se encuentran referencias al uso de dicho modelo para la vid, por lo que se hace necesario su ajuste y validación posterior.

## Objetivo

Llevar a cabo una correcta parametrización de CS para vid cv "Tempranillo", con el propósito de ofrecer una herramienta para el manejo del riego al sector de la viticultura

## Materiales y Métodos

### Localización

Viñedo experimental cv. Tempranillo de 1,7 ha, "Finca La Orden", Badajoz, España.

### Modelo CS

Archivos entrada: Opciones de Simulación, Climáticos, Suelo, Cultivo, Manejo y Localización.

Ajuste o Parametrización año 2010. (Enfoque modelización inversa)

Validación años 2011 y 2012.

### Consumo hídrico

Determinado mediante un lisímetro de pesada

### Datos agrometeorológicos diarios

De una estación agrometeorológica situada a 100 m del ensayo.

### Desarrollo vegetativo

Se determinó mediante dos diferentes metodologías, la Fracción de Intercepción de Radiación Par (FiPAR) y el Índice de Área Foliar (LAI)

### Extracciones

Peso seco de las intervenciones realizadas sobre la vegetación en el viñedo con el fin de ser introducidas en el modelo.

### Estado hídrico

El potencial hídrico de tallo ( $\psi_t^{md}$ ) se determinó con una cámara de presión (Soil Moisture Corp., Modelo 3500, Santa Bárbara, CA, USA).

### Evaporación del suelo

Mediante varios ciclos de tapado en el lisímetro de mayo a octubre durante la campaña 2010 en días libres de lluvia

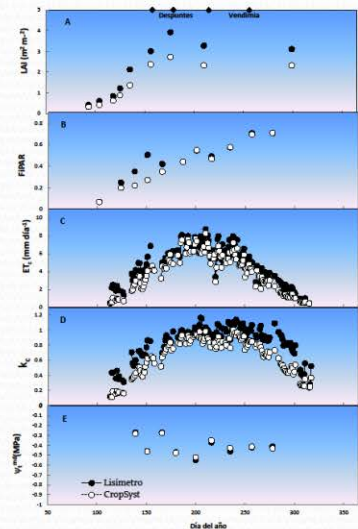


Figura 1. Evolución estacional de parámetros medidos en campo y simulados de LAI, FiPAR,  $ET_c$ ,  $k_c$  y  $\psi_t^{md}$  durante la campaña 2010.

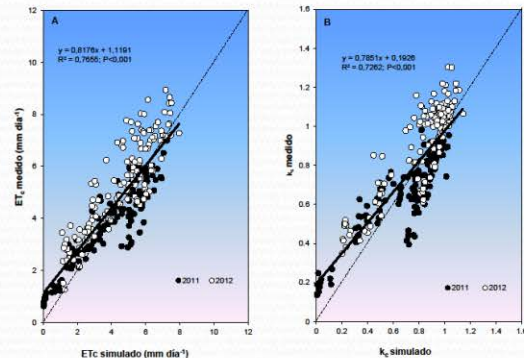


Figura 2. Relación lineal entre los valores de  $ET_c$  (A) y  $k_c$  (B) simulados mediante CS y medidos en campo durante los años 2011 y 2012.

## Resultados

El desarrollo vegetativo del viñedo fue ajustado correctamente, mediante los parámetros  $k_c$  (coeficiente de extinción de luz) y  $stem/leaf\ partition$ , presentando una cierta desviación en su ajuste en fases iniciales de desarrollo. La demanda de agua de la planta parametrizada por  $K_{chk}$  (coeficiente de cultivo para una total cobertura de la cubierta vegetal), la asignación de valores de este parámetro, propició un buen ajuste con la realidad de  $ET_c$  y el coeficiente de cultivo ( $k_c$ ), pero con una cierta infraestimación por parte del modelo en la fase de mayor pendiente de crecimiento del viñedo. El ajuste inicial obtenido de  $\psi_t^{md}$  fue muy satisfactorio, parametrizado mediante  $U_{max}$  (máxima extracción de agua) (Figura 1).

La relación entre los datos que caracterizan el consumo hídrico en las cepas,  $ET_c$  y  $k_c$  simulados mediante CS, con los ajustes paramétricos realizados en 2010, y los obtenidos directamente del lisímetro de pesada durante los años 2011 y 2012, ofrecieron un buen ajuste para ambos años, presentando una cierta dispersión de los datos en los valores centrales y una infraestimación por parte del modelo en los valores más bajos, lo que propició que la relación lineal obtenida presentara una pendiente de 0,8176 y un coeficiente de determinación de 0,77 para  $ET_c$ , mientras que la pendiente de la relación lineal obtenida para  $k_c$  fue de 0,7851 con un coeficiente de determinación de 0,73 (Figura 2).

## Conclusiones

CS se presenta como una herramienta útil a la hora de determinar los consumos hídricos de un viñedo en condiciones no limitantes de agua, siendo necesario la determinación particular de la evaporación del suelo para cada localización.

Esta investigación fue financiada por: AGA001 (proyecto GR18196), INIA (RTA2009-00026-C02-00), Junta de Extremadura, con fondos FEDER, y CCESAGROS