

ESTIMATION OF VINEYARD WATER REQUIREMENTS USING SATELLITE-BASED SURFACE ENERGY BALANCE

**MARCOS RODRIGO CARRASCO BENAVIDES
DOCTOR EN CIENCIAS AGRARIAS**

RESUMEN

Desde los años 90's como consecuencia del calentamiento global y del fenómeno de "La Niña" (ENSO), la industria vitivinícola chilena se ha visto en la obligación de invertir en sistemas de riego, adoptando nuevas estrategias de programación del riego para mejorar la eficiencia del uso del agua de la viña sin afectar el rendimiento y la calidad de las uvas. El primer paso para poder desarrollar una adecuada estrategia de riego consiste en estimar el consumo de agua del viñedo o evapotranspiración real (ETa). Tradicionalmente, la ETa de la viña se ha estimado como producto de la evapotranspiración de referencia (ETo) multiplicada por un coeficiente único del cultivo (Kc). Sin embargo, la gran incertidumbre en esta metodología radica en que muchos de los valores de Kc obtenidos de la literatura han sido determinados empíricamente en base a mediciones puntuales. De esta manera, estos valores no permiten representar la variabilidad espacial del viñedo, considerando valores de Kc para cada etapa fenológica. Los recientes avances en el uso de la teledetección, basados en imágenes satelitales, han hecho posible la estimación de la variabilidad espacial y temporal de la ETa a bajo costo. Al respecto, uno de los algoritmos más citados corresponde a METRIC (Mapping EvapoTranspiration at high Resolution with Internalized Calibration), que corresponde a un modelo unidimensional basado en el residuo del balance de energía superficial, que ha sido ampliamente mejorado para su aplicación en cultivos de cobertura total. En el caso de cultivos escardados como el viñedo, hasta donde se sabe, la aplicación de METRIC para estimar ETa y Kc continúa sin explorar. De esta manera, esta tesis se ha desarrollado con el objetivo de evaluar la aplicabilidad de METRIC sobre un viñedo cv. Merlot regado por goteo. Para cumplir con esto, se llevó a cabo un estudio durante las temporadas 2006-2007, 2007-2008 y 2008-2009. Las estimaciones obtenidas usando METRIC fueron comparadas con las mediciones en terreno de índices vegetativos, los componentes del balance de energía superficial y las estimaciones de ETa. Los resultados indicaron que los sub-modelos usados en METRIC para los cálculos de índices vegetativos deben ser calibrados antes de aplicarlos directamente a los viñedos (Capítulo 2). Por otro lado, la evaluación de METRIC para la estimación de los diferentes componentes del balance de

energía superficial del viñedo, indicó que la compensación entre los flujos instantáneos de radiación neta, flujos de calor en el suelo y de calor sensible produjeron estimaciones aceptables de los flujos de calor latente (error inferior al 10%), para poder extrapolarlos a términos de evapotranspiración diaria (24 h) (Capítulo 3). Finalmente, a lo largo de las principales etapas fenológicas del viñedo cv. Merlot, METRIC sobreestimó el valor de los K_c en un 10% en comparación con las mediciones en terreno. Sin embargo, esos errores no afectaron significativamente el comportamiento general de METRIC para la estimación la ET_a diaria y los K_c durante el período de estudio (Capítulo 4). Los resultados expuestos en los Capítulos dos al cuatro sugieren que es posible afirmar que METRIC puede ser utilizado para estimar la ET_a de la viña a lo largo de toda la temporada de crecimiento.

ABSTRACT

Since the 90's as a consequence of the Global Warming and the “La Niña” (ENSO) phenomena, the Chilean wine industry has been forced to increase irrigation systems investments, adopting new strategies of irrigation scheduling to improve the vineyard water use efficiency without affecting the grapes yield and quality. To develop an adequate irrigation strategy, the first step has been to estimate the vineyard water uptake or actual evapotranspiration (ETa). Traditionally, vineyard ETa has been estimated by multiplying the reference evapotranspiration (ETo) by a single crop coefficient (Kc). Unfortunately, a major uncertainty in this approach is that many Kc values reported in literature are empirically determined from point-based measurements, and they are unable to describe the spatial variability of vineyard Kc, for each phenological stage. Recent advancements in using satellite remote sensing to determine ETa over space and time have made it possible to assess the variation in crop ETa at low-cost. One of the most cited remote sensing-based algorithms is METRIC (Mapping EvapoTranspiration at high Resolution with Internalized Calibration) which is a onedimensional surface energy based residual model that has been extensively customized for application in full covered crops. For sparse crops such vineyards, as far as we know the application of METRIC to estimate Eta and Kc is still unexplored. In this way, this thesis was developed with the aim of critically study the applicability of METRIC over a drip-irrigated Merlot vineyard. To meet this, a study was carried out during the 2006-2007, 2007-2008 and 2008-2009 growing seasons. METRIC-based estimations were compared against ground measurements of vegetation indexes, surface energy balance components and vineyard ETa. Results indicated that METRIC's semi-empirical sub-models for estimate vegetation indexes should be calibrated before its direct application to vineyards (Chapter 2). On the other hand, in the evaluation of METRIC to estimate the different components of the vineyard surface energy balance, results indicated that the compensation between the instantaneous fluxes of net radiation, soil heat fluxes and latent heath fluxes produced acceptable estimations of latent heat fluxes (error less than 10%) to extrapolate them to daily (24 h) evapotranspiration (ETa) (Chapter 3). Finally for the main phenological stages of the Merlot vineyard, METRIC overestimated the Kc by about 10% in relation to ground measurements. However, those errors did not significantly affect the overall performance of METRIC during the study period into the estimation of daily (24 h) ETa and Kc (Chapter 4). Results exposed from Chapters two to four suggest that it is possible to confirm that the

METRIC model can be used for obtain relatively good estimations of the vineyard ETa during the complete growing season.