DETERMINACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN Y EL COEFICIENTE DE CULTIVO DEL TOMATE PARA INDUSTRIA CON LISÍMETRO DE DRENAJE

Geri Agustin [(1)], Muzi Enrique [(2) (3)], Reinoso Lucio [(3)], Martinez Roberto Simon [(2) (3)]

(1) Ministerio de Producción y Agroindustria, Provincia de Rio Negro, Argentina (2) EEA INTA Valle Inferior del Río Negro, Argentina
(3) Universidad Nacional de Río Negro, Sede Atlántica, Argentina. ageri@mpya.rionegro.gov.ar, muzi.enrique@inta.gob.ar, lreinoso@unrn.edu.ar , martinez.roberto@inta.gob.ar

Introducción

En el Valle Inferior de Río Negro, el tomate con destino a industria constituyó un cultivo iniciador e históricamente una de las principales especies hortícolas cultivadas. Para dicho cultivo, la gestión inadecuada del recurso hídrico trae asociados problemas de productividad, calidad inadecuada del fruto, mayor incidencia de enfermedades, menor eficiencia en el uso del agua, energía y fertilizantes (Muzi, 2022).

Para realizar un correcto manejo del riego es debe conocer cual es la demanda de agua de los cultivos. Por lo tanto, es necesario cuantificar la evapotranspiración de los cultivos (ETc), fenómeno mediante el cual se consume el agua almacenada en el suelo por la combinación de dos procesos separados que ocurren simultáneamente: evaporación de la superficie del suelo y transpiración del cultivo (Allen *et al*., 2006).

La ETc es un componente importante utilizado en la planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de los sistemas de riego (Güngör, 1990). Dado que la ETc depende en gran parte del suelo y de las condiciones climáticas, sus valores se deben estimar para cada cultivo en las diferentes regiones donde se produzca (Ertek *et al*., 2004).

Existen distintos métodos para medir o estimar la ETc. El método del balance hídrico, propuesto por FAO (Doorenbos y Pruitt, 1977) 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) (Requena *et al*., 2012) .

Los lisímetros de drenaje son grandes contenedores o "macetas" que contienen una masa aislada de suelo y se instalan dentro del lote con el objetivo de ser lo más representativos posible. Su diseño permite realizar un balance hídrico mediante el cálculo de todo ingreso (precipitación y riego) y egreso (drenaje) de agua que se produzca dentro de esta masa aislada de suelo y de esta manera estimar la ETc (Gonzalez *et al*., 2017).

Objetivo

El objetivo de este trabajo fue estimar la evapotranspiración y los coeficientes de cultivo para el cultivo de tomate industria en el Valle Inferior de Río Negro durante la campaña 2018/2019 mediante un modelo de balance hídrico construido a partir del uso de un lisímetro de drenaje.

Materiales y Métodos

El ensayo se llevó a cabo en la E.E.A. Valle Inferior del Rio Negro (40° 48´ S) durante la campaña 2018/2019. El híbrido utilizado fue el PS 247002 de la empresa Monsanto, por ser el más difundido entre por los productores de la región. mediante la utilización de un lisímetro de drenaje de 1 m^3 de capacidad (Figura 1).

El 23/11/2018 se trasplantó dentro del lisímetro 4 plantines de tomate en estado de 3 hojas verdaderas. El marco de plantación utilizado fue de 0,25 metros entre plantas y 1,40 metros entre hileras.

A partir del primer día posterior al trasplante el aporte de agua se manejó mediante el uso del sistema de fertiirrigación. La programación del tiempo de riego se controló mediante el uso del programador Hunter® X-core instalado en el cabezal de riego.

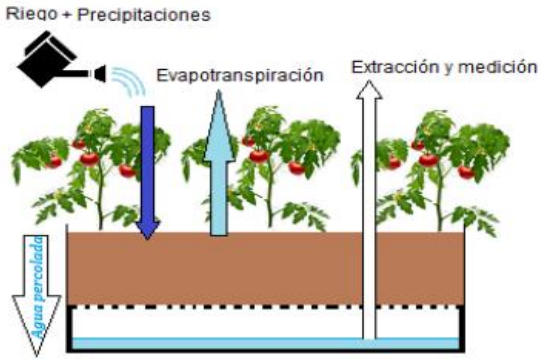

Figura 1.- Esquema de funcionamiento de un lisímetro volumétrico de drenaje.

Durante el transcurso del cultivo, el mismo se fertilizó siguiendo el esquema recomendado por la Asociación Tomate 2000 (2016). Se utilizó como fuente Ácido Fosfórico, Urea y Poly Feed. Además, se realizaron 2 pulverizaciones foliares con calcio y boro utilizando como fuente AMINOQUELANT® Ca.

Se realizaron tres desmalezados manuales durante la etapa inicial, específicamente el día 23, 43 y 50 posterior al trasplante. Una vez que la cobertura vegetal del cultivo cerró el surco, ya no fue necesario continuar estas tareas.

Para monitorear el grado de humedad del suelo, variable que puede afectar el resultado del balance hídrico, se instalaron sensores de capacitancia a 25 cm de profundidad. La marca comercial de los sensores utilizados fue Decagon® y el modelo ECH2O.

El cultivo fue regado diariamente mediante un lateral con goteros autocompensados de 1,2 $L.h^{-1}$ distanciados cada 0,30 m. La medición del agua de drenaje se realizó en periodos de 10 días y la información se recabó en una planilla de datos que posteriormente permitió estimar la ETc para cada periodo utilizando la Ecuación 1 de Allen et al., 2006 simplificada de la siguiente forma:

$$ETc = P + I - D \quad [1]$$

donde: P= Aporte de agua dado por las precipitaciones, I= Aporte de agua por la irrigación, ETc= Evapotranspiración de cultivo y D= agua de drenaje.

Para la determinación de los coeficientes de cultivos (Kc) se utilizó la Ecuación 2, dividiendo la ETc, proporcionada por el lisímetro, por la evapotranspiración de referencia (ETo), calculada con datos de la estación meteorológica ubicada a 60 metros de la parcela, según la fórmula de Penman-Monteith.

$$Kc = ETc \,/\, ETo \quad [2]$$

Resultados y Discusión

En la Tabla 1 se presenta de manera resumida los resultados del balance hídrico. El lisímetro registró un consumo total de 484 mm en todo el ciclo de cultivo.

Durante la fase inicial del cultivo, coincidente con el periodo vegetativo, se encontraron valores promedio de evapotranspiración de 3,84 mm.día^{-1}. Durante el transcurso de la fase intermedia de cultivo, se registró el pico máximo de ETc, coincidente con la etapa fenológica de inicio de cuajado, registrando valores de 6,71 mm.día^{-1}. Estos datos son coincidentes a los señalados por Steduto *et al*., (2012) quienes reportaron valores máximos de evapotranspiración cultivo de tomate en un rango de 4-7 mm.día^{-1} durante el máximo periodo de crecimiento del cultivo.

Tabla 1.- Evapotranspiración de cultivo (ETc) calculada por balance hídrico.

N° Período extracción	Fechas del periodo	Etc LISIMETRO (mm/periodo)	(mm promedio/día)
1	23/11/18 al 30/11/18	15	1,84
2	01/12/18 al 10/12/18	13	1,29
3	11/12/18 al 20/12/18	22	2,21
4	21/12/18 al 31/12/18	19	1,93
5	01/01/19 al 10/01/19	18	1,79
6	11/01/19 al 20/01/19	35	3,50
7	21/01/19 al 31/01/19	67	6,13
8	01/02/19 al 10/02/19	66	6,57
9	11/02/19 al 20/02/19	67	6,71
10	21/02/19 al 28/02/19	47	5,89
11	01/03/19 al 10/03/19	53	5,29
12	11/03/19 al 20/03/19	46	4,64
13	21/03/19 al 27/03/19	16	2,22
14	28/03/19 al 10/04/19		
TOTAL		484	

Estos resultados son comparables con los obtenidos por Doorenbos y Kassam (1980), quienes reportaron que las necesidades totales de agua para un cultivo de tomate industria producido a campo se encuentran en el rango de 400 a 600 mm. Asimismo, Mossande, *et al*., (2015) señalan una evapotranspiración de 432 mm para todo el ciclo del cultivo, valor similar al obtenido en este trabajo.

Por otra parte, los resultados obtenidos son inferiores a los señalados por Hanson y May (2006) y por Rodriguez y Pire (2008), quienes calcularon los requerimientos hídricos para tomate industrial, obteniendo valores anuales que fluctuaron entre desde 572 hasta 742 mm y desde 512 hasta 613 mm, respectivamente.

En la Tabla 2 se presentan los coeficientes de cultivo obtenidos para cada etapa de cultivo según el criterio tomado por Allen *et al*., (2006). Además, se presentan los valores de Kc bibliográfico que utiliza el software Cropwat para la programación del riegoen tomate industria de manera de poder realizar una comparación.

Analizando los valores, se puede comprobar que los valores de Kc tabulados sugeridos por la FAO (Allen *et al.*, 2006) se asemejan a los obtenidos en este trabajo para las fases media y final, sin embargo, los valores difieren en la etapa inicial.

Tabla 2.- Coeficientes de cultivo (Kc) según días después del trasplante (DDT).

	DDT	LISIMETRO	Allen *et al.*, (2006)
Kc Inicial	40	0,33	0,6
Kc Medio	105	1,14	1,15
Kc Final	130	0,95	0,7 a 0,9

Conclusiones

La cantidad de agua evapotranspirada por el cultivo de tomate industria cv. PS 2407002 en el Valle Inferior del Río Negro durante la campaña 2018/2019 fue de 484 mm con un rendimiento comercial cercano a 100 tn.ha-1. Los valores de Kc obtenidos fueron: 0,33 para el Kc Inicial, 1,14 para el Kc Medio y 0,95 para el Kc Final.

La utilización del lisímetro de drenaje para determinar la evapotranspiración del cultivo de tomate industria demostró ser una técnica útil y posible de ser aplicada. Se debería continuar trabajando con esta línea de investigación para lograr un ajuste del método que permita calcular el Kc de los principales cultivos de la región.

Referencias Bibliográficas

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M. (2006). *Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Estudio FAO Riego y Drenaje. Cuaderno Nº 56.Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.

Doorenbos, J., y kassam, A.H. (1980). *Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos* (No. 631.587 338.16). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Doorenbos, J., y Pruitt, W.O. (1977). *Crop Evapotranspiration*. FAO Irrigation and Drainage Paper 24, Rome, 194 pp.

Ertek, A.; Sensoy, S.; Kücükyumuk, C.; Gedik, I. (2004) "Irrigation frequency and amount affect yield components of summer squash (Cucurbita pepo L.)". Agricultural Water Management 67: 63–76.

González M., C.A., Q.R. Quintero B., V.J. Flórez R., M.F. Quintero, C. (2017) "Lisímetros volumétricos". En: Flórez R., V.J. (Ed.).*Consideraciones sobre producción, manejo y poscosecha de flores de corte con énfasis en rosa y clavel*. Bogotá: Editorial Universidad Nacional de Colombia. pp. 135-166.

Güngör, H. (1990). "Research on a empirical method for determining of plant water consumption". Eskişehir Research Institute Publ., No: 223, Technical Publ., 23: 73 s.

Hanson, B. y D. May. (2006). "Crop coefficients for drip-irrigated processing tomato". Agricultural Management 81: 381- 399.

Mossande, A. R., Brown Manrique, O., y Mujica, A. (2015). "Requerimientos hídricos del tomate en el valle de Cavaco en Benguela, Angola". *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, *24*(2), 5-10.

Muzi, E. (2022) Efecto del riego por goteo subterráneo, acolchado plástico y frecuencia de riego en el cultivo de tomate para industria en el valle inferior del rio negro. Tesis de Magister en Horticultura. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina. 95 pp.

Requena, A., Mañueco, L., Castillo, E. (2012). "Evapotranspiración y coeficientes de cultivo del manzano en su tercera temporada de crecimiento". Jornadas de Actualización en Riego y Fertirriego, vol 6, 11 pp.

Rodríguez, R. y Pire, R. (2008). "Evapotranspiración diaria del tomate determinada mediante un lisímetro de pesada". *Agronomía Tropical*, *58*(1), 73-76.

Steduto, P., Hsiao, T.C., Fereres, E., Raes, D. (2012). *Crop yield response to water* (Vol. 1028). Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.