

Optimización del agua en los sistemas productivos forzados del valle de Azapa

Se entiende por sistemas productivos forzados al control de las variables climáticas mediante el uso de barreras físicas, por ejemplo los invernaderos de malla antiáfido y de polietileno de baja densidad. El uso de estos sistemas ha traído consigo una serie de ventajas sobre los cultivos que bajo ellos se desarrollan. En primera instancia, esta técnica causó gran aceptación entre los agricultores de tomate principalmente, debido a la barrera física creada contra agentes vectores de virus como, pulgones y mosquitas blancas. Adicionalmente se han observado ventajas productivas como el aumento de la precocidad, la calidad y rendimiento de los cultivos, debido a las favorables condiciones ambientales creadas bajo estas estructuras. En suma, todo esto ha llevado a un creciente interés de los productores hortícolas del valle de Azapa, por establecer en sus predios estos sistemas productivos, buscando mejorar la rentabilidad del rubro.

En los últimos estudios realizados por el CIE INIA Ururi en el marco del proyecto “Instalación de una red de Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA’s) en la región de Arica y Parinacota” se determinó una nueva ventaja relacionada con la optimización del agua de riego en los cultivos desarrollados en estos sistemas productivos. Esta ventaja es de gran im-



Jaime Otárola A.

Ing. Agrónomo, INIA Ururi

portancia para las condiciones locales al ser una zona con características de aridez marcada, donde la baja disponibilidad hídrica hace del agua un recurso cada día más apreciado a nivel de los valles costeros de la región.

Factores que influyen en la demanda de agua

La demanda de agua ($L/m^2/día$) o evapotranspiración de referencia (ET_0) está determinada por las condiciones ambientales del sector. Entre los factores climáticos más influyentes en el consumo de agua de un área determinada, está la temperatura ambiente, la humedad relativa, la radiación solar, la velocidad



del viento y la presión atmosférica. Un ambiente de gran demanda hídrica se caracteriza por presentar altas temperaturas, una alta velocidad del viento, y alta radiación solar. Esta demanda determina la cantidad de riego a aplicar, cuyo valor máximo en la temporada se alcanza en los meses de verano, mientras que la mínima demanda corresponde a los meses de invierno, debido a una temperatura ambiental y radiación solar más baja, y por otro lado una alta humedad relativa.

Bandejas de evaporación: Determinación de la demanda hídrica (ET_0).

La bandeja de evaporación es uno de los métodos más simples para determinar la demanda hídrica de un sector determinado. El principio que rige su uso, se basa en que la evaporación desde una superficie de agua libre sería similar a la evapotranspiración desde un cultivo, es decir de un modo análogo, la planta responde a las mismas variables climáticas.

Características

La bandeja de evaporación es un recipiente cilíndrico de lata galvanizada de 0,8 mm de espesor, con un diámetro de 120,7 cm y una altura de 25,4 cm (Figura 1).



Figura 1. Bandeja de evaporación montada bajo un invernadero de malla antiáfido, Km 19 valle de Azapa.

Esta bandeja se coloca sobre apoyos de madera, el fondo del tanque debe quedar 10 cm por encima del nivel original del suelo, aunque el espacio que queda por debajo de los apoyos debe rellenarse con tierra, de manera que quede un espacio libre de sólo 5 cm bajo el fondo del tanque. El recipiente se llena de agua limpia y se rellena cada cierto tiempo, procurando siempre que el nivel del agua se mantenga a una distancia del borde que oscile entre 5 y 7,5 cm.

Determinación de la demanda hídrica o evapotranspiración de referencia (ET_0)

Para determinar las necesidades hídricas o ET_0 , basta conocer la evaporación diaria desde la bandeja, expresada en mm/día ($L/m^2/día$), corrigiendo este valor a través de un coeficiente de bandeja (K_p). La ET_0 ha sido cuantificada para una cubierta vegetal de pasto en óptimas condiciones de crecimiento por lo que la evapotranspiración depende sólo de la demanda atmosférica. La estimación de la ET_0 en función de la evaporación de bandeja se basa en la siguiente relación:

$$ET_0 = EB \times K_p$$

donde:

ET_0 = evapotranspiración de referencia ($L/m^2/día$)

EB = evaporación de bandeja (mm/día)

K_p = coeficiente de bandeja.

El coeficiente de bandeja (K_p) depende principalmente de las características del viento y humedad relativa del sector, además de otra serie de factores como la ubicación de la bandeja respecto a zonas con vegetación o sectores en barbecho. Para condiciones de campo e invernadero puede considerarse valores de K_p entre 0,6 y 0,8 respectivamente. En climas áridos y ventosos es recomendable usar 0,6.



Consumo de agua dentro del invernadero de malla antiáfido

Las condiciones climáticas bajo un invernadero de malla antiáfido difieren en comparación a las registradas al aire libre, lo que determina una demanda hídrica distinta en el mismo sector. Una menor oscilación térmica, mayores humedades relativas, una menor radiación solar y la ausencia del viento dentro de estas estructuras, reduce la capacidad de la atmosfera para extraer el agua del suelo y de las plantas. Para determinar este consumo de agua, se evaluó la demanda hídrica mediante el uso de bandejas de evaporación dentro y fuera del invernadero, obteniendo adicionalmente una correlación entre los datos aportados en ambas situaciones.

El comportamiento del consumo hídrico varía en el tiempo (Figura 2). A finales de otoño el consumo de agua diaria fue de 1,0 L/m², y desciende aún más en invierno, con valores mínimos de 0,6 L/m²/día. En primavera estos valores llegan a un máximo de 1,6 L/m²/día, valor que va en aumento a medida que la temperatura y la radiación solar se elevan y desciende la humedad relativa dentro del invernadero.

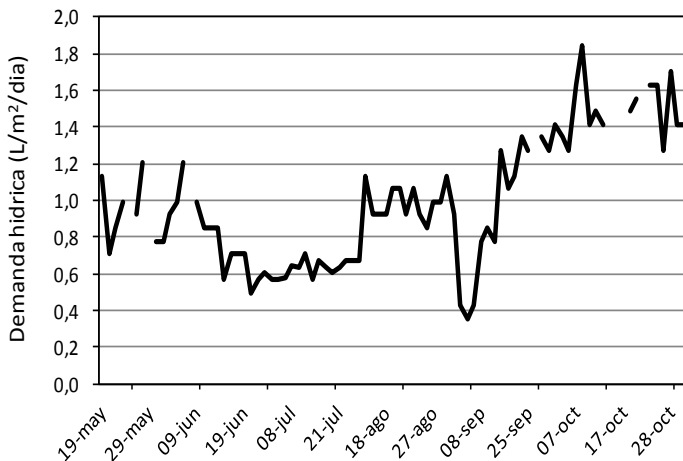


Figura 2. Demanda hídrica obtenida de una bandeja de evaporación clase A, instalada bajo malla antiáfido. Cultivo de tomate, temporada 2010.

Relación entre la demanda hídrica fuera y dentro de un invernadero de malla antiáfido.

En la Figura 3 se observa una fuerte relación entre ambas condiciones ($R^2=0,82$), es decir, que las condiciones climáticas imperantes del sector influyen fuertemente sobre las condiciones creadas bajo estas estructuras. Adicionalmente es posible identificar una menor demanda hídrica dentro del invernadero con respecto a una condición al aire libre. Este menor consumo corresponde a un 36% del consumo fuera de estas estructuras, en otras palabras, cuando al aire libre la demanda hídrica es de 3 L/m²/día, dentro de un invernadero bajo malla antiáfido se evapotranspiran aproximadamente 1,1 L/m²/día (Figura 3). Esta menor demanda de agua se debe a mayores humedades relativas, ausencia de viento y una menor radiación solar debido a la menor entrada de luz bajo estos sistemas productivos.

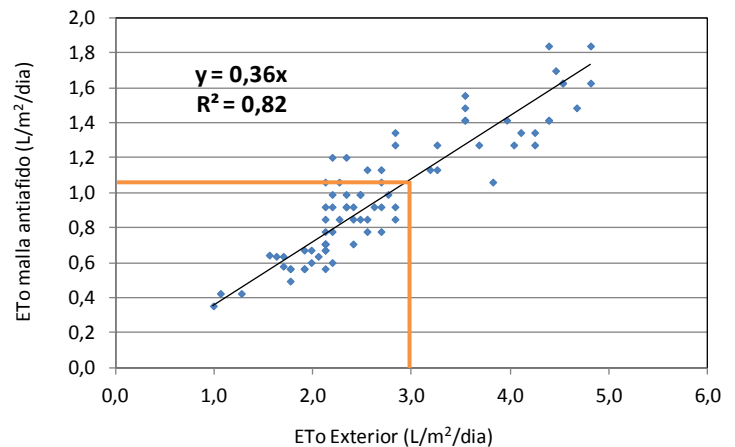


Figura 3. Relación entre la demanda hídrica fuera y dentro de un invernadero de malla antiáfido.

Relación entre la demanda hídrica fuera y dentro de un invernadero de polietileno.

En el valle de Azapa, el uso de invernaderos de polietileno favorece a los sistemas productivos de algunas solanáceas como pimiento y ají, así como también el de cucurbitáceas como el pepino.



Estas especies requieren de mayores temperaturas ambientales, cuya condición se ve favorecida bajo estos invernaderos. Al igual que en un invernadero de malla antiáfido, las condiciones ambientales creadas bajo uno de polietileno, difieren con respecto a lo registrado al aire libre, encontrándose mayores temperaturas diurnas, mayor humedad relativa. Esta condición también influye en la demanda hídrica.

En la Figura 4 se observa una relación entre ambas condiciones ($R^2=0,71$), es decir, que al igual que el ambiente protegido por malla antiáfido, las condiciones al aire libre influyen fuertemente sobre las condiciones creadas bajo estas estructuras. Una menor demanda hídrica dentro del invernadero con respecto a una condición al aire libre, también está dada por humedades relativas más altas, ausencia de viento y una menor radiación solar por efecto de la barrera a causa del polietileno.

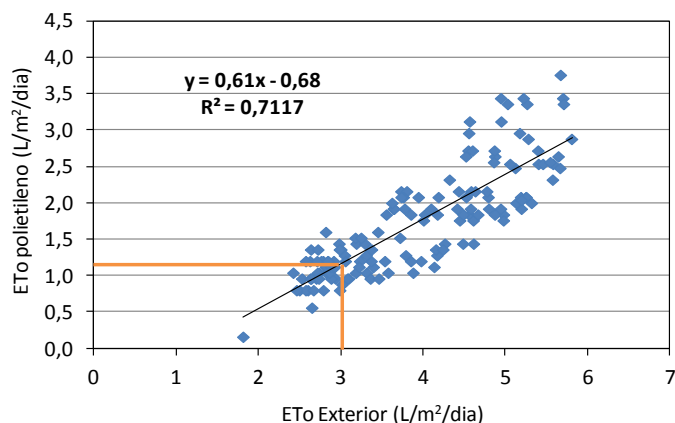


Figura 4. Relación entre la demanda hídrica fuera y dentro de un invernadero de polietileno.

En definitiva para el cálculo de las necesidades hídricas dentro de un invernadero de malla antiáfido queda definido por:

$$ETo \text{ malla antiáfido} = ETo \text{ exterior} \times 0,36$$

Y las necesidades hídricas dentro de un invernadero de polietileno por:

$$ETo \text{ polietileno} = (ETo \text{ exterior} \times 0,61) - 0,68$$

La demanda hídrica o ET_0 exterior queda representada en la Figura 5.

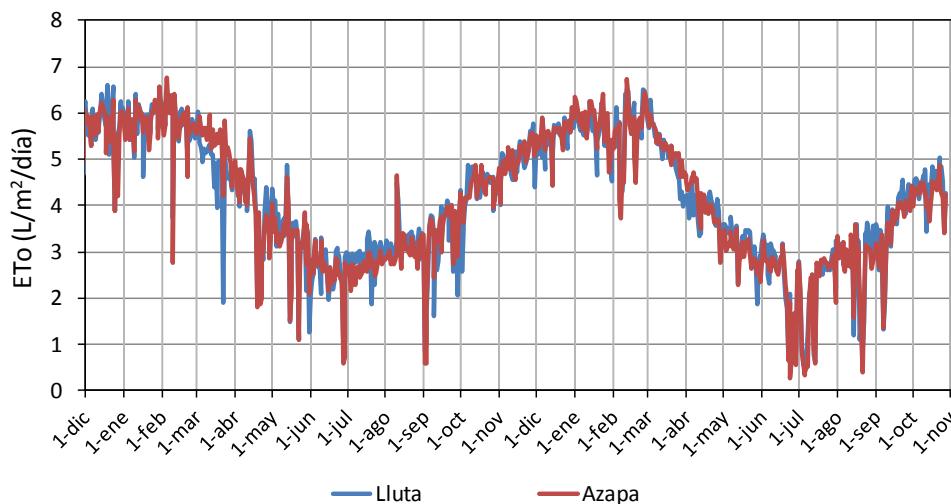


Figura 5. Evolución anual de la ET_0 en los valles costeros. Temporada 2009 - 2011

Cabe mencionar que estos modelos fueron determinados para la temporada 2010, y no necesariamente sirvan de recomendación para las siguientes temporadas. Sin embargo, la optimización del recurso hídrico generado bajo estos sistemas productivos es de vital relevancia para la realidad del valle de Azapa, donde la escasez de agua y la salinización de los suelos es un tema cada vez más recurrente.

