

LA ECONOMIA DEL AGUA EN LAS PLANTAS¹

Rodríguez Ontiveros, J. L. (†)²

Instituto de Recursos Genéticos y Productividad. Colegio de Postgraduados.
Montecillo, Edo. de México. C. P. 56230. México

El problema de la escasez del agua en el planeta es cada día más grave, y no porque el volumen de agua se haya reducido, ya que el agua sigue ocupando tres cuartas partes del globo terráqueo. El problema de la escasez radica básicamente en que cada vez la población crece más y hace un uso más intensivo de esa agua. El agua en sus múltiples usos como es la industria, la agricultura y el uso doméstico, es mayormente retenida en la parte de los continentes y el retorno de esa agua a los océanos es cada vez menor y más contaminada; por otra parte, el agua que antes era transportada a través de ríos a las regiones donde crecía o crece la vegetación, también se ha reducido en términos importantes o significantes. Lo anterior se debe, por un lado, a la destrucción de las selvas para establecer cultivos más rentables, a la destrucción de los bosques, y también a una agricultura cada vez más intensiva, sin considerar los conceptos de agricultura sostenible. Por esta razón, el tema de la economía del agua es bastante importante y de gran actualidad. La economía del agua tiene una estrecha relación con la eficiencia del uso del agua, que se puede abordar desde diferentes aspectos. Algunas definiciones las dio Stan Hill desde 1886 en cuanto a la eficiencia del uso del agua. El advirtió que el índice de la eficiencia del uso del agua (IEUA) está por la ecuación siguiente:

IEUA = Volumen de agua evapotranspirada/volumen de agua potencialmente disponible.

Esta es una definición ingenieril. Otra definición desde el punto de vista fisiológico, se referiría al agua transpirada por el cultivo hacia la atmósfera sobre la materia que es producida. Estas definiciones traen un poco de conflicto, ya que se puede señalar que esto no es Eficiencia del Uso de Agua, sino que sería tasa transpiratoria.

También desde el punto de vista fisiológico se tiene la siguiente definición: Eficiencia de uso de agua, está dada por la asimilación de CO₂ por unidad de agua transpirada en la parte aérea, o también en términos de las resistencias que se ofrecen a los flujos, tanto a la asimilación CO₂, como a la corriente transpiratoria. Entonces se tiene la resistencia de la capa de frontera al vapor de agua y la resistencia del poro estomático también al vapor de agua, sobre la resistencia de la capa de frontera a la asimilación de CO₂, al flujo de CO₂, la resistencia estomática y la resistencia del mesófilo, y entre mayor sea este índice de eficiencia, se tendrá una mayor Eficiencia del Uso de Agua, esto quiere decir, que habrá una mayor resistencia a la salida de agua y una menor resistencia a la entrada de CO₂ para llevar a cabo la fotosíntesis.

¿Cómo se puede mejorar la Eficiencia del Uso de Agua?, hay algunos factores involucrados en este aspecto. Están las especies, el producto económico y también tenemos el ambiente. Desde el punto de vista de las especies, hay plantas que son eficientes en el aspecto fotosintético, así tenemos las plantas C3 en la parte de arriba, luego las plantas C4 y por último las plantas CAM ó MAC, sin embargo, si consideramos el coeficiente transpiratorio H₂O/CO₂, entonces se tiene que las más eficientes son las plantas suculentas o las plantas CAM, ya que requieren menos agua para fotosintetizar o para asimilar CO₂. Sin embargo, estas plantas son de condiciones áridas y muy poco productivas. Hay una notable diferencia entre lo que les ocurre en el día y en la noche. Estas plantas en la noche son muy eficientes ya que requieren de muy poca agua debido a que la demanda transpiratoria es muy baja, y estas plantas tienen la característica de que en la noche es cuando abren sus estomas, cuando las condiciones son limitantes de humedad y asimilan el CO₂ y,

¹ Resumen de la Conferencia Magistral del IV Congreso Nacional de Horticultura Ornamental.

² En memoria al destacado científico Dr. José Luis Rodríguez Ontiveros, quien dedicó su vida a las ciencias agrícolas.

si estas plantas están en buenas condiciones de humedad, realizan la fotosíntesis durante el día, entonces lo que ocurre es que abren también los estomas y asimilan CO_2 y la Eficiencia de Uso de Agua se reduce notablemente.

Las plantas C4 son en este caso más eficientes que las C3. Entre las plantas C4 tenemos el maíz, el sorgo, etc.; dentro de las C3 tenemos los cereales de grano pequeño, como es el trigo, la cebada y las leguminosas. Esa eficiencia está dada por las resistencias estomáticas de las plantas C4.

Otra forma de aumentar la Eficiencia de Uso del Agua, es aumentando el área foliar para cubrir rápidamente el terreno y aprovechar más el agua, en lugar de que se evapore, sembrando cultivos más tardíos para un mejor aprovechamiento del agua, sin embargo, cuando se tienen condiciones limitantes de humedad, el aumentar el área foliar no conduce a una mayor eficiencia, ya que el agua disponible no sería suficiente para satisfacer esas demandas. Existen otras formas, otros métodos y labores culturales que se pueden llevar a cabo para mejorar la eficiencia del uso de agua en condiciones limitantes de humedad. Esas labores, por ejemplo, es el terraceo, que además de conservar el suelo también sirve para conservar el agua y utilizarla en cultivos de siembra en las terrazas. Otras labores culturales se refieren a rotación de cultivos, ir rotando cultivos para un mejor aprovechamiento del agua. La labranza mínima es otra de las labores que se recomienda realizar para este propósito. Si hay un sorgo donde se ha dado cultivo mínimo, el cultivo anterior puede servir como cobrera para evitar la evaporación del agua del suelo. La incorporación de residuos orgánicos también es otra de las prácticas recomendables.

Se requiere también poner un poco de atención en plantas que tengan mecanismos que puedan tolerar la deficiencia de humedad a través del incremento de la resistencia estomática y de la resistencia cuticular para reducir la transpiración. También se puede buscar la reducción en la radiación absorbida a través de los movimientos autónomos de las hojas, como es el caso del frijol y algunos maíces con hojas erectas, de esta forma se reduce la radiación absorbida y se reduce también la transpiración. Otra forma de mantener un cultivo en buenas condiciones, en situaciones críticas de humedad, es manteniendo la densidad y profundidad de raíces. Otros mecanismos que también poseen algunas plantas, son aquellos relacionados con la turgencia, y una forma de mantener la turgencia es el ajuste osmótico por un lado, y por el otro la elasticidad. También existen algunas plantas, que no obstante que

se deshidratan, tienen la capacidad de recuperarse una vez que haya agua disponible. En los cultivos extensivos, además de los mecanismos que se señalaron anteriormente, debe ser complementado con un manejo más controlado para perder lo menos posible agua.

Ahora bien, si se trata de superficies relativamente pequeñas con cultivos altamente rentables y de alta inversión, también tenemos que pensar en otras estrategias para aumentar esa Eficiencia de Uso de Agua, y ésta va a depender del cultivo. Por ejemplo hortalizas, o bien ornamentales. Entonces las estrategias necesariamente van a ser diferentes. En los cultivos ornamentales, que son de alta inversión y de alta rentabilidad, el enfoque debe ser manejo eficiente, porque de una o de otra forma, es un producto que debe ser lo mejor presentado, independientemente de los mecanismos fotosintéticos, independientemente de los mecanismos de resistencia a sequía, lo que interesa aquí es satisfacer la demanda de este tipo de productos y lo que se requiere también es la mejor presentación de ese producto. El dar el agua suficiente a los cultivos hortícolas ornamentales no quiere decir darle un exceso ni tampoco ahorrar una cantidad de agua. Si no damos la suficiente agua, habrá problemas con la sequía y con la abscisión de las hojas, pero también si se da un exceso, puede traer como consecuencia falta de oxígeno, falta de aireación del sustrato y también serios problemas de enfermedades, se crea un medio natural para algunas enfermedades fitopatógenas. Entonces hay que dar el agua necesaria ¿Cuánta agua aplicar, cuál será el agua necesaria? hay que hacer varias consideraciones: el tipo de cultivo, la etapa de crecimiento, la estación del año, medio de crecimiento, método de fertilización. Hay plantas más eficientes y menos eficientes, hay un ejemplo claro en la alfalfa, que es de los menos eficientes, ya que requiere de 900 gramos de agua para producir un gramo de materia seca, es una planta C3; en cambio el sorgo requiere un tercio de esa agua para producir también un gramo de materia seca. Entonces, el cultivo es muy importante. La supervisión diaria de la condición hídrica es muy importante para darle el agua necesaria al cultivo, es decir, para no darle más ni darle menos. Esta supervisión también es importante y necesaria para detectar algunos problemas de plagas o enfermedades.

Depende también del tamaño de un cultivo y de la edad del cultivo. Plantas pequeñas requerirán menos agua que plantas en desarrollo aún siendo de la misma especie. También hay influencia del medio o del sustrato. Si se tiene un cultivo en hidroponía, las raíces van a estar en contacto directo con el agua, desde luego se tendrá que darles la aireación necesaria para

mantener el cultivo sano y bien desarrollado. Sin embargo, hay distintos tipos de sustrato, sustratos muy gruesos, sustratos muy finos y de acuerdo con esto, va a ser la cantidad de agua que se requiere poner y la frecuencia también de regar. Si no se riega el sustrato lo suficiente, entonces se puede tener problemas. Un volumen de suelo que requiere diez litros para la capacidad de campo y se le ponen cinco, solamente la parte superior se va a humedecer, por lo tanto las raíces de la parte inferior van a estar secas y eso va a causar problemas al cultivo. Entonces, el sustrato debe estar completamente humedecido, por eso hay que regar con el agua necesaria para llegar a capacidad de campo.

El tipo de fertilización también es importante cuando estamos aplicando el agua de riego. Si se aplica agua con fertilizante y el cultivo requiere de fertilización frecuente, cada semana o más seguido, entonces requerimos aplicar agua suficiente para que ese fertilizante, para que no se queden en el sustrato superficial y se lleguen a formar sales que puedan ser tóxicas al cultivo.

Para saber cuando aplicar el agua se pueden utilizar aparatos como el tensiómetro o calcular periódicamente cuanto tiempo permanece el sustrato con suficiente agua.

Otro punto importante es la calidad de agua de riego, ya que si el agua de riego tiene problemas con algunos productos como puede ser el cloro, el boro, el sodio, el bicarbonato, el flúor, arsénico, etc., puede tener ciertos problemas en las plantas, como son el amarillamiento, falta de crecimiento, quemaduras en los bordes y la muerte misma de las plantas.

En relación a los sistemas de riego para los cultivos hortícolas ornamentales, tenemos diferentes tipos, como el riego manual, que definitivamente no es eficiente por el alto costo de la mano de obra.

También existen los sistemas automatizados. En nuestras condiciones tenemos otros tipos de riego, como el de aspersión para rosas, también para jardines, etc. También hay riego por nebulización y algunos otros sistemas como el de tubos pequeños que pueden regar gran cantidad de macetas. Hay otros tipos de riego que buscan que el suministro de agua sea por la parte inferior de las plantas, es decir, que no llegue a tocar el cuello de las plantas y parte aérea, debido a que la gran cantidad de humedad puede traer problemas de enfermedades, como pueden ser las fibras sintéticas de dos o tres centímetros, las cuales se humedecen, se ponen las macetas arriba y por capilaridad sube el agua.