



VIVEROS



**Eduardo J. Fernández Rodríguez**

*ejfernan@ual.es*

*Catedrático de Horticultura*

*Departamento de Producción Vegetal. Universidad de Almería.*



■ Concepto y aplicaciones prácticas en horticultura y semilleros

## Eficiencia en el uso del agua

***La producción hortícola en el entorno de la sostenibilidad de los sistemas agrarios está altamente comprometida con el uso racional de un recurso tan escaso como el agua***



**Francisco Camacho Ferre**

*fcamacho@ual.es*

*Profesor Titular de Horticultura*

*Departamento de Producción Vegetal. Universidad de Almería.*

### Marco conceptual

El agua es un factor de producción esencial en agricultura. Su movimiento en el entorno vegetal tiene lugar a través del denominado continuo suelo (o sustrato)-planta-atmósfera. En dicho contexto definimos un término de gran importancia en agronomía: la evapotranspiración.

De forma simple, entendemos por evapotranspiración a la evaporación conjunta de agua desde el suelo y desde las superficies vegetales, que representamos por el símbolo ET. La ET constituye un importante componente del intercambio de calor latente en el estudio del balance de energía de

**Aplicación de Terracottem® en semillero. Fuente: Fondo bibliográfico de la Cátedra de Producción Vegetal de la Universidad de Almería.**

los cultivos. Como resultado de la asimilación de CO<sub>2</sub> en la fotosíntesis la energía radiante es transformada en energía química, y tras la oportuna respiración la evidencia del crecimiento de las plantas queda patente cuando se estudia su biomasa.

La producción hortícola en el entorno de la sostenibilidad de los sistemas agrarios está altamente comprometida con el uso racional de un recurso tan escaso como el agua. Y tanto ecológica, como agrónomicamente una interesante batería de medidas del uso que hacen los cultivos son los índices de eficiencia en el uso del agua (EUA). Se entiende por EUA la



relación existente entre la biomasa presente en un determinado momento en un cultivo por unidad de agua utilizada por éste.

Cuando se trata de analizar fisiológicamente el uso de agua que ha realizado una planta o unidad de superficie se suele emplear como numerador dentro de esta ratio la biomasa total (B), mientras que cuando se pretende enfocar el empleo de agua con un componente meramente productivo y económico se recurre a sustituir la biomasa por el rendimiento (Y). Surgen así sendos índices ambos válidos para la horticultura que representamos como  $EUA_B$  y  $EUA_Y$ . Siendo:

$$EUA_B = B/ET \text{ y } EUA_Y = Y/ET$$

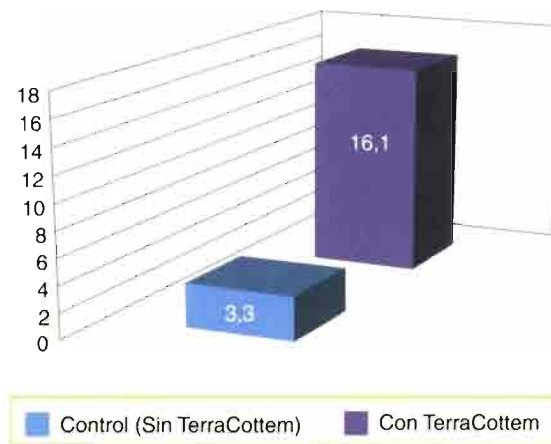
El primero de ellos cuenta también con una gran aplicabilidad para su empleo en el estudio del uso del agua por las plantas de semillero, que como es conocido son mayoritariamente cultivadas sobre sustratos elaborados mediante mezclas en cuya composición se emplean distintos tipos de turbas, mayoritariamente de Sphagnum, cuyas características han sido profundamente estudiadas por Abad et al. (1999).

Hoy día una de las fortalezas que son empleadas tras un análisis profundo de la eficiencia de la gestión de los recursos naturales de los sistemas hortícolas intensivos, es precisamente la elevada eficiencia en el uso del agua bajo invernadero cuando se contrastan los valores de  $EUA_Y$  registrados en sistemas de cultivo al aire libre frente a sistemas de cultivo protegidos.

Fruto del esfuerzo realizado en pro de la mayor eficacia en el uso de los recursos hídricos, destacamos dos tecnologías de gran interés medioambiental. La implantación de sistemas de recirculación de soluciones nutritivas ha permitido por ejemplo en cultivo de tomate sobre sustrato de lana de roca, registrar valores de  $EUA_Y$  de 34-37 gramos de tomate por cada litro de agua aportado mediante el riego en sistemas recirculantes, frente intervalos comprendidos entre 25 y 27 g·l<sup>-1</sup> en sistemas abiertos (Fernández Ro-

**Figura 1:**

**Eficiencia del uso del agua con Terracottem®**

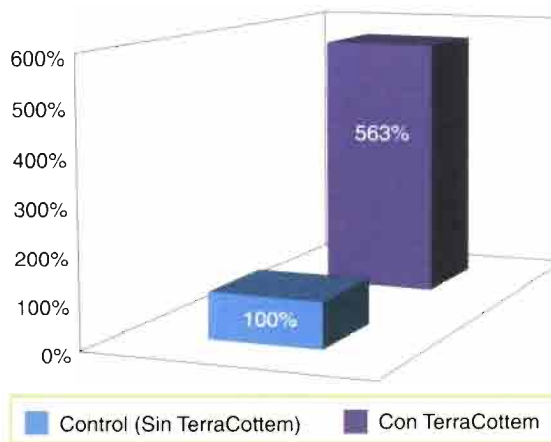


**Uso Eficiente de Agua (WUE) = Cantidad de materia orgánica producida por unidad de agua usada.** Constituye el mejor método para cuantificar el efecto de un determinado medio de crecimiento en el desarrollo de la planta. Valores más altos de WUE indican que se logra producir mayor cantidad de materia orgánica con un menor uso de agua.

Fuente: Universidad de Gante de Bélgica.

**Figura 2:**

**Incremento de producción de planta por unidad de suministro de agua**



**Índice de Producción de Planta (PPI) = Media del aumento de la eficiencia del uso del agua y producción de biomasa respecto al grupo de control.** Se trata de un método más preciso para evaluar el efecto de un producto respecto al ahorro de agua y crecimiento de la planta, dado que se calcula usando datos para estimar el uso eficiente tanto de agua fresca como de agua pesada seca.

Fuente: Universidad de Gante de Bélgica.

dríguez, 2003). Comparemos estos valores con valores al aire libre reportados por otros autores

que se sitúan para tomate próximos a 17 g·l<sup>-1</sup> (Stanhill, 1980) o en pimiento bajando hasta 3 g·l<sup>-1</sup> (Pellitero et al., 1993), y que contrastan con valores comprendidos entre 12 y 18 g·l<sup>-1</sup> de trabajos realizados por la Universidad de Almería bajo invernadero.

El empleo de polímeros hidroabsorbentes igualmente constituye un claro ejemplo de tecnología que se asocia a un uso eficiente del agua. Al Jaloud (1988) indica como la aplicación de este tipo de acondicionadores de suelo se traduce en un cambio del tamaño de los agregados del suelo, de sus propiedades físicas y del volumen de poros conteniendo agua o aire, además señala cómo tienen un gran potencial para disminuir las pérdidas de evaporación y, consecuentemente, aumentar la capacidad de almacenamiento de agua por parte del suelo o sustrato, siendo muy beneficioso este efecto en suelos arenosos o sustratos con escasa capacidad de retención de agua.

En trabajos desarrollados por el equipo del Departamento de Producción Vegetal de la Universidad de Almería, siempre con Terracottem®, se han encontrado cómo la  $EUA_Y$  en el cultivo en suelo enarenado de sandía injertada cv Sweet Marvel sobre híbrido de calabaza RS 841 fue superior 41- 42 g·l<sup>-1</sup>, en parcelas en las que se habían aportado cantidades entre 10 y 20 g·m<sup>-2</sup> de Terracottem® y sometidas a riego deficitario controlado con aportes del 50% de la dotación del riego, frente a sendos testigos, uno también sometido a riego deficitario cuya  $EUA_Y$  fue de 33,5 g·l<sup>-1</sup> y otro con el 100 % de la dotación de riego cuya  $EUA_Y$  fue de 20,3 g·l<sup>-1</sup> (Fernández Rodríguez et al. 1998).

**Un ejemplo del empleo de polímeros Terracottem® en la producción de plantas de semillero que demuestra como es posible incrementar la  $EUA_B$**

El experimento se desarrolló en las instalaciones del Semillero Mundiplant S.A. sito en Níjar, Almería. Para su desarrollo se contó con plantas injertadas de

**Cuadro 1:**

**Efectos sobre los principales parámetros de calidad de planta del acondicionamiento del sustrato empleado para la producción de sandía injertada en semillero mediante polímeros hidroabsorbentes Terracottem®**

	L	D	LE	NE	NH	BH	BT	BR	EUA <sub>B</sub>	SF	SFE
<b>Terracottem®</b>	318a	5,9a	45,6a	7,15a	8,7a	1,19a	0,58a	0,46a	5,2a	120a	111a
<b>Testigo</b>	226b	5,5b	45,6a	4,90b	7,1b	0,8b	0,39b	0,31b	3,2b	77b	99a
<b>n.s.</b>	***	**	n.s.	***	***	***	***	***	*	***	n.s.
<b>mds<sub>95%</sub></b>	36	0,2	5,4	0,70	0,7	0,09	0,06	0,06	0,7	3	2

L= longitud tallo (mm); D= diámetro tallo (mm); LE= longitud entrenudos (mm); NE= número entrenudos; NH= número de hojas; BH= biomasa hojas (g-planta<sup>-1</sup>); BT= biomasa tallo (g-planta<sup>-1</sup>); BR= biomasa raíz (g-planta<sup>-1</sup>); InB= incremento de biomasa (g-planta<sup>-1</sup>); EUA<sub>B</sub>= eficiencia uso del agua (g·l<sup>-1</sup>); SF= superficie foliar (cm<sup>2</sup>·planta<sup>-1</sup>); SFE= superficie foliar específica (cm<sup>2</sup>·g<sup>-1</sup>).

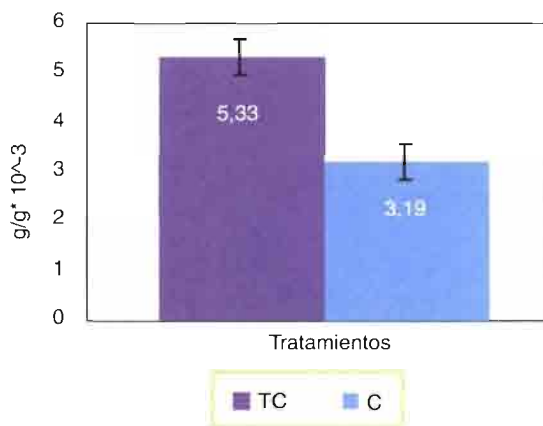
sandía cv. Sweet Marvel sobre *Cucurbita maxima x moschata* cv. Brava mediante la técnica de aproximación y que fueron emplazadas en bandejas de 40 alveolos, provistas de funda de polipropileno, de color negro, y que fueron rellenas con la siguiente mezcla: 61,5% de sustrato hortícola (Humin-sustrat-3), 30,8% de turba rubia Vapo y 7,7% de perlita A-13. Su cultivo transcurrió durante los cuatro primeros días en tunelillos, contándose con calefacción bajo las bandejas a 18 °C.

El planteamiento experimental constó de dos tratamientos, el testigo cuyo sustrato contaba con la composición anteriormente descrita y el tratamiento con polímeros, en cuya composición fueron incorporados 6 g·l<sup>-1</sup> de Terracottem®.

Para cada tratamiento se dispusieron cuatro bandejas. La gestión del riego fue decidida estableciendo como umbral el 32% de la humedad volumétrica del sustrato y ajustando las dosis de riego para situar la humedad volumétrica en el 44%. Para ello las bandejas eran pesadas diariamente a las 10:00 h y el riego era aplicado en caso de que la humedad volumétrica real en la medida fuese igual o inferior al 32%, repartiéndose individualmente en cantidades alícuotas en los 40 alveolos de cada celda. No fueron aplicados fertilizantes en este experimento. El agua de riego contaba con una CE de 1,3 dS m<sup>-1</sup>.

**Figura 3:**

**Eficiencia en el uso del agua**



Fuente: Universidad de Gante de Bélgica.

Los injertos se realizaron el 1 de febrero.

La fase de post-injerto ocupó 22 días, al término de los cuales se eligieron cinco plantas de cada bandeja, resultando un total de 20 plantas por tratamiento en las que

■ **La aplicación de polímeros hidroabsorbentes se traduce en un cambio del tamaño de los agregados del suelo, de sus propiedades físicas y del volumen de poros conteniendo agua o aire, además tienen un gran potencial para disminuir las pérdidas de evaporación**

fueron analizados los siguientes parámetros de calidad, cuyas unidades son igualmente indicadas en el pie del cuadro 1.

Para la obtención de la biomasa los órganos vegetales fueron separados, tras un lavado del sustrato y las muestras secadas en estufa a 80 °C durante 48 h. La biomasa inicial fue obtenida a partir de una muestra de 20 plantas recién injertadas. La superficie foliar fue evaluada a través de la digitalización de las mismas mediante escaner y su tratamiento mediante el software Idrisi.

El principal resultado obtenido fue el mayor desarrollo de las plantas producidas sobre el sustrato que contenía Terracottem®, frente al testigo, tal y como demuestran las diferencias altamente significativas en un buen número de parámetros de calidad estudiados. En términos prácticos este resultado demuestra la idoneidad del empleo del acondicionador ensayado junto al sustrato estándar para alcanzar el tamaño de planta deseado en un tiempo más reducido, permitiendo así un uso optimizado de recursos tan interesantes desde el punto de vista de la gestión como del propio espacio productivo, permitiendo una mayor tasa de rotación, y permitiendo un uso más eficiente del agua. Al estudiar los volúmenes de agua aportados durante el experimento por planta injertada no aparecieron diferencias significativas, 0,330 l·planta<sup>-1</sup> en las plantas producidas sobre sustrato con polímeros, frente a 0,316 l·planta<sup>-1</sup> en el testigo, pero debe tenerse en cuenta que con esos volúmenes de agua las primeras fueron capaces de producir una significativa mayor biomasa, resultando una EUA<sub>B</sub> calculada durante el periodo de post-injerto de 5,2 g·l<sup>-1</sup> frente a 3,2 g·l<sup>-1</sup> en el testigo. La justificación de estos resultados cabe en parte ser atribuida al hecho ya comentado reportado por Al Jaloud (1988): el empleo de estos acondicionadores por tanto permite contar con un uso más eficiente del agua, reduciendo el componente evaporativo dentro de la ET.



circunstancia que es especialmente importante en los primeros estadios del desarrollo de las plantas en semillero, y que en el caso de los injertos, acontece más gradualmente ya que el ambiente bajo el tunelillo durante los primeros días con una elevada humedad ambiente (próxima al 95%) previene la deshidratación de los injertos y fomenta la adecuada formación de callo y prendimiento. En nuestro caso queda circunscrita a los primeros días en la fase de endurecimiento fuera de túnel.

Para aclarar cualquier duda, solo cabe pensar cuanto tiempo más habría sido preciso esperar para que las plantas testigo alcanzaran el desarrollo equivalente del sustrato acondicionado. Desde nuestra experiencia, aunque siempre depende de las condiciones climáticas (no es lo mismo un injerto en febrero que en diciembre), para condiciones similares a las ensayadas, podrían tratarse de 4/5 días más, que aumentarían el consumo de agua, y privarían del uso alternativo del espacio ocupado por las bandejas.

Por lo demás las plantas, no presentaron etiolación, con entrenudos de idénticos tamaños, mayor número de hojas y superficie foliar, pero sin que su superficie foliar específica resultase alterada. El interés por esta tecnología medioambiental es patente a la luz de este simple experimento.

El empleo de polímeros hidroabsorbentes constituye un claro ejemplo de tecnología que se asocia a un uso eficiente del agua. Este tipo de acondicionadores de suelo se traduce en un cambio del tamaño de los agregados del suelo, de sus propiedades físicas y del volumen de poros conteniendo agua o aire, disminuyendo las pérdidas de evaporación y aumentando la capacidad de almacenamiento de agua por parte del suelo o sustrato. **Detalle de Terracottem®.**



# agrocomponentes

## Componentes de Invernadero Greenhouse equipment



Motores y Cremalleras



Plásticos y Mallas



Automatismos eléctricos



Pantallas Térmicas,  
Sombreo y Fotoperiodo



Calefacción  
y Recirculación

Ctra. Los Alcázares, Km 2  
30700 Torre Pacheco  
Murcia · España  
Teléfonos +34 968 585776 / 585552  
Fax +34 968 585770  
e-mail: [info@agrocomponentes.es](mailto:info@agrocomponentes.es)  
[www.agrocomponentes.es](http://www.agrocomponentes.es)