

Comportamiento hídrico de muros verdes instalados en una caseta bioclimática en condiciones climáticas mediterráneas semiáridas

M.C. Salas, y J.L. Montero

Dpto. Agronomía. Universidad de Almería. Crta. Sacramento s/n, 04120, La cañada de San Urbano, Almería y e-mail: csalas@ual.es

Resumen

El objeto de estudio del presente proyecto de investigación es evaluar el comportamiento hídrico de muros con jardinería vertical instalados en todas las caras de una caseta de obra en el sudeste español pudiendo realizar la comparación en función de la orientación de las mismas. Para ello se ha procedido a recubrir la totalidad de la caseta con módulos autoportantes Grinea® Vert 75F excepto en el hueco de la puerta de la caseta. Los módulos han sido plantados con especies adaptadas a las condiciones climáticas de la zona y a las distintas orientaciones de las paredes seleccionando aquellas con más aptitud a zona de sombra o insolación plena. La colocación de los módulos vegetales sobre la caseta la convierten en una caseta bioclimática. La dotación de riego es la misma para todos los módulos independientemente de su orientación y se realizará por una única línea de goteros autocompensantes y antidrenantes colocados en la zona más alta de los módulos con un caudal de riego de 12 L h^{-1} por cada módulo de dimensiones $210 \times 40 \text{ cm}$ (alto x ancho). La frecuencia de riego se establece cada 30 minutos, salvo por la noche que no tendrá riegos, y la duración varía a lo largo del experimento en función de los requerimientos hídricos de las plantas garantizando un mínimo de 10% de drenaje diario. La evaluación se realizará en los meses de agosto y septiembre, coincidiendo con los máximos requerimientos hídricos, y no se esperaba observar diferencias significativas en los volúmenes de agua drenados, debido a que la selección de especies adaptadas a orientaciones menos soleadas son especies con más requerimiento hídricas que aquellas seleccionadas para las superficies en las que una mayor exposición al sol o a los vientos dominantes podrían causar un mayor estrés hídrico a las plantas. Sin embargo, la variación en el consumo hídrico medio según la orientación de la superficie vertical vegetada llega a ser de tal magnitud que la selección de especies no logra compensar el efecto de la exposición a la insolación directa.

Palabras clave: Jardinería vertical, eficiencia hídrica, consumo hídrico, riego, naturación urbana.

INTRODUCCION

El incremento poblacional en las ciudades ha supuesto el aumento de la superficie construida y pavimentada, y la reducción de la superficie dedicada a la vegetación, agudizando el efecto de isla de calor de las ciudades. Los ciudadanos requieren una mejora en el confort térmico y la calidad del aire en el ambiente urbano (Dunnet y Kingsbury, 2004). En este escenario la vegetación juega un papel fundamental gracias a su capacidad natural de purificar el aire y de como climatizadores naturales por la evapotranspiración; ya que a una mayor demanda climática las plantas y el sustrato responden aumentando el nivel de transpiración y evaporación. A través de la evapotranspiración, se puede transformar la radiación solar en calor latente y no contribuir al aumento de la temperatura en el ambiente próximo. Sin embargo la escasez

de suelo obliga a buscar nuevas formas que permitan el incremento de las áreas vegetadas utilizando superficies disponibles como son las fachadas y cubiertas de los edificios (Montero et al, 2010). La reciente popularidad de los jardines verticales está propiciando su aparición en el paisaje urbano, y convirtiéndolos en una forma estética de disminuir la huella ecológica y el efecto de isla de calor de las ciudades. Estudios recientes demuestran una reducción de 5-8 °C en la superficie de las fachadas cubiertas por vegetación (Shibuya et al., 2007), mejoran el clima interior de los edificios, colaboran en ahorrar energía (Alexandri y Jones, 2008) e incluso algunos estudios describen el efecto refrigerante que aporta la vegetación en sus proximidades (Cheng et al., 2010). El efecto de la sombra de la vegetación consigue reducir las temperaturas máximas de los edificios, con una reducción en la fluctuación de las temperaturas máximas de hasta en un 50% (Wong et al. 2009). A su vez, una fachada cubierta por plantas con sistemas de jardinería vertical está protegida de la radiación solar directa en verano y puede reflejar o absorber en sus hojas entre el 40 y 80% de la radiación recibida, dependiendo de la cantidad y tipo de vegetación (Liu y Baskaran, 2003).

Todas estas características positivas descritas están directamente relacionadas con la necesidad de agua para el riego, tanto para incrementar eficientemente la evapotranspiración como para asegurar la supervivencia de las plantas. Al hacer una revisión son escasos los datos empíricos que describen el comportamiento hídrico de las fachadas vegetales. Es necesario optimizar el uso del agua y el manejo del riego del sistema de jardinería vertical para asegurar la supervivencia de fachadas vegetales que permita su implementación en el ambiente urbano. La evaluación del comportamiento hídrico de un sistema de jardinería vertical según la orientación y la demanda de las especies vegetales seleccionadas, nos ayudará a determinar las necesidades hídricas que son necesarias considerar a la hora de incluir un jardín vertical y garantizar su supervivencia.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en muros vegetales instalados en todas las caras de una caseta de obra en el sudeste español (Fotografía 1 y 2), en Almería, España (36.46°N y 2.37°O), durante el periodo comprendido entre agosto y septiembre de 2014 coincidiendo con la máxima demanda climática. Para ello se ha procedido a recubrir la totalidad de la caseta con módulos autoportantes Grinea® Vert 75F excepto en el hueco de la puerta de acceso. Los módulos han sido plantados con especies adaptadas a las condiciones climáticas de la zona y a las distintas orientaciones en las que fueron colocadas, seleccionando aquellas con más aptitud a zona de sombra o insolación plena, y vientos dominantes según la cara en la que son plantadas (Tabla 1).

La colocación de los módulos vegetales sobre la caseta la convierten en una caseta bioclimática utilizada para comparar la capacidad aislante de la cubierta vegetal con una caseta desnuda (datos no mostrados). La dotación de riego es la misma para todos los módulos independientemente de su orientación y está constituida por una única línea de goteros autocompensantes y antidrenantes (caudal por gotero de 3 L h⁻¹) colocados en la zona más alta de los módulos con un caudal de riego de 12 L h⁻¹ por cada módulo de dimensiones 210x40 cm (alto x ancho). La frecuencia de riego se establece en un riego cada 30 minutos, salvo por la noche (20-8 h) que no tendrá riegos, y la duración de cada riego varía a lo largo del experimento en función de los requerimientos hídricos de las plantas garantizando un mínimo de 20% de drenaje diario (Salas et al., 2012). Para cuantificar el consumo hídrico de cada cara del jardín vertical

según la orientación (N, S, E, O) se colocaron 3 depósitos en la base de 3 módulos en cada una de las caras. El consumo se calculó mediante la diferencia entre el volumen de riego de un gotero de control y de los drenajes de los depósitos. Se cuantificó el consumo por la mañana (8-14 h) y por la tarde (14-20 h) durante 8 días de los meses de mayor demanda climática, agosto y septiembre y sin viento para evitar la influencia del mismo en los resultados. De la solución nutritiva se controlaba la conductividad eléctrica (CE) y pH en el depósito de riego para mantener los valores recomendados (Montero et al., 2010). Los módulos fueron plantados a una densidad de 50 plantas m⁻², con diferentes especies en cada una de las caras de la caseta en función de las necesidades hídricas de las especies y su tolerancia a la exposición directa o no al sol y al viento según se describe en la Tabla 1.

Tabla 1. Especies vegetales plantadas en la caseta según orientación del jardín vertical.

Especies	Norte	Oeste	Sur	Este
<i>Soleirolia soleirolii</i>	X			
<i>Acanthus mollis</i>	X			
<i>Tubaghia violacea</i>	X	X	X	
<i>Hedera hélix</i> “variegata”	X			
<i>Pittosporum tobira</i>	X	X		
<i>Carex oshimensis Evergold</i>		X	X	
<i>Lantana camara</i>	X		X	
<i>Plectranthus coleoides</i>	X			X
<i>Fuchsia magellanica</i>	X			
<i>Lippia trihylla</i>	X	X		X
<i>Chorophytum comosum</i>	X			
<i>Bougainvillea</i> “Mini Thai”		X		X
<i>Santolina chamaecyparissus</i>			X	X
<i>Asteriscus maritimus</i>			X	X
<i>Lavandula angustifolia</i>			X	X
<i>Rosmarinus officinalis</i>			X	X
<i>Photinia fraseri</i>		X	X	
<i>Scaevola aemula</i>			X	
<i>Dymondia margaretae</i>			X	



Fotografía 1. Detalle de la colocación de los depósitos para la recogida de drenajes en los módulos del jardín vertical



Fotografía 2. Vista de cada uno de los sistemas de jardinería vertical con módulos autoportantes Grinea® Vert 75F según orientación en la caseta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según se observa en la Figura 1 el consumo hídrico durante el día presenta diferencias significativas ($P \leq 0,05$) según la orientación del jardín vertical. Los mayores consumos se cuantifican en las caras sur y este, alcanzando valores ligeramente superiores a los $8 \text{ L m}^{-2} \text{ día}^{-1}$, la cara oeste consume algo más de 6, y la cara con menor consumo es la norte con algo menos de $3 \text{ L m}^{-2} \text{ día}^{-1}$. Las diferencias de consumo entre la mañana y la tarde son significativas estadísticamente en las caras este y oeste debido a la exposición directa al sol durante la mañana en la cara este y durante la tarde en la oeste. Como se puede comprobar, el consumo hídrico medio según la orientación de la superficie vertical vegetada llega a ser de tal magnitud que la selección de especies no logra compensar el efecto de la exposición a la insolación directa, llegando a ser más de 3 veces superiores en las fachadas sur y este con respecto a la norte. E incluso el consumo varía a lo largo del periodo diurno suponiendo casi el doble de consumo hídrico en la cara oeste en el periodo de 14 a 20 h frente al consumo del periodo de 8 a 14 h.

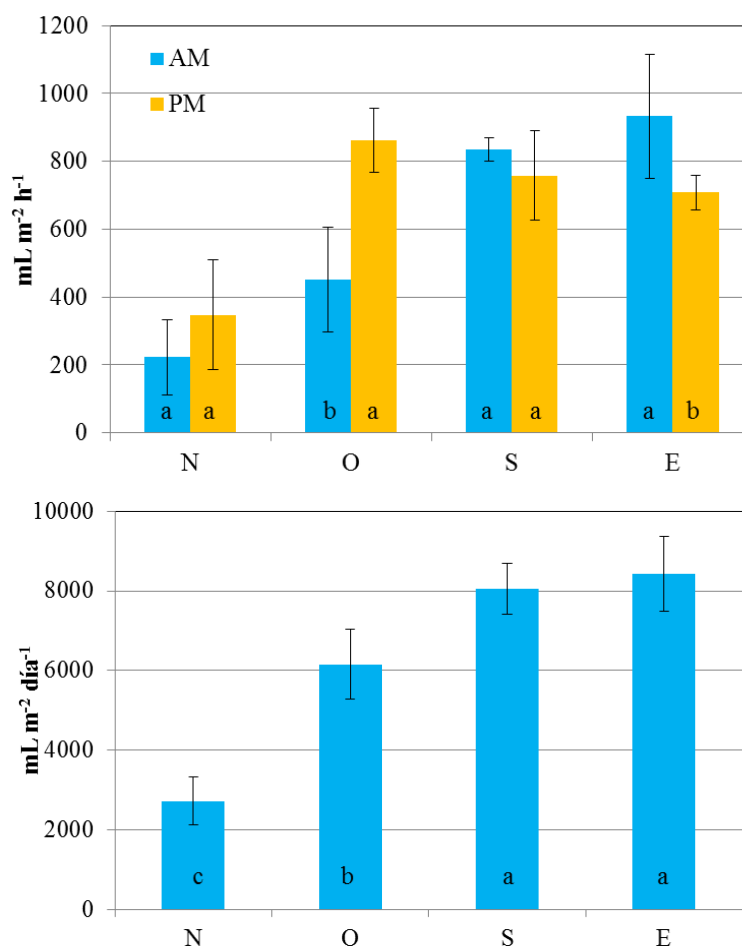


Figura 1. Consumo hídrico medio horario ($\text{mL m}^{-2} \text{ h}^{-1}$) (arriba), y medio diario ($\text{mL m}^{-2} \text{ día}^{-1}$) (abajo) de jardines verticales según la orientación de la fachada (N Norte; O Oeste, S Sur; E Este) y distinguiendo entre la mañana (AM) y la tarde (PM). Medidas correspondiente a la media de 8 días de los meses de agosto y septiembre. Letras diferentes indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Todo ello se refleja en una elevada variabilidad en los porcentajes de drenajes generados según orientación y momento del día (Figura 2) dificultando en gran medida la gestión de un aporte eficiente de agua con un simple programador de riego en sistemas de jardinería vertical con varias orientaciones simultaneas de un edificio. Es recomendable el uso de programadores según zona o dispositivos como sensores de humedad que permitan adecuar los riegos a la demanda del sistema. La variabilidad diaria también dificulta el ajuste de los riegos a la demanda hídrica en tiempo real lo que con la incorporación de la recirculación de la solución nutritiva a los sistemas de jardinería vertical evitaría las pérdidas de agua, ya que los drenajes serán reutilizados aunque siempre combinados con sustratos con una adecuada relación aire-agua que evite el encharcamiento de la zona radical por una incorrecta distribución de los riegos. La recirculación podría contribuir a una mejora en la eficiencia en el uso del agua y posibilitar la implementación de los sistemas de jardinería vertical en zonas donde el agua es un bien escaso (Salas et al., 2010).

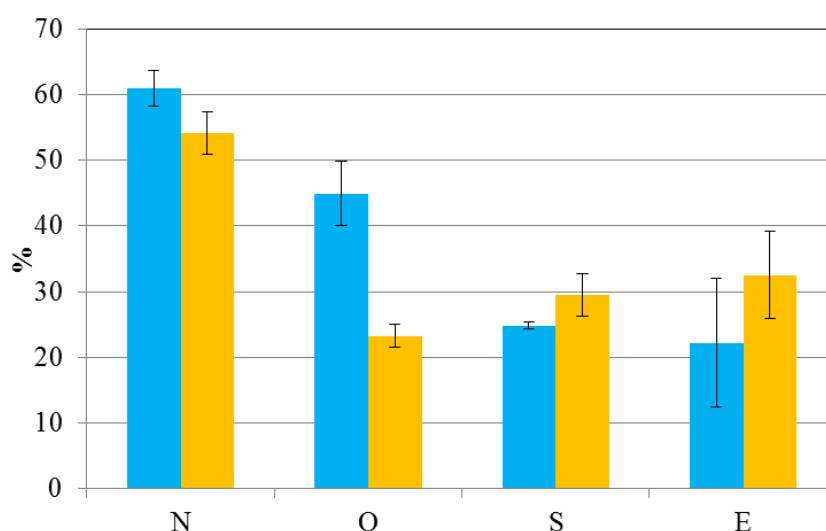


Figura 2. Porcentaje de drenaje (%) de jardines verticales según la orientación de la fachada (N Norte; O Oeste, S Sur; E Este) y distinguiendo entre la mañana (AM) y la tarde (PM). Medidas correspondiente a la media de 8 días de los meses de agosto y septiembre.

Agradecimientos

A la Empresa Grinea por su colaboración en la instalación de los módulos autoportantes Grinea® Vert 75F y asesoramiento durante el desarrollo del proyecto.

Referencias

- Alexandri E., Jones P. 2008. Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates. *Building and Environment* 43, 480–493.
- Cheng C.Y., Cheung K.K.S., Chu L.M. 2010. Thermal performance of a vegetated cladding system on façade walls. *Building and Environment* 45, 1779-1787.
- Dunnet, N., Kingsbury, N. 2004. *Planning green roofs and living walls*. Portland: Timber Press; 2004.

- Liu K, Baskaran B. 2003. Thermal performance of green roofs through field evaluation. In: Proceedings for the annual international green roof conference and trade show. Chicago: Greening Rooftops for Sust. Communities 29-30 May 2003. p. 273-282.
- Montero, J.L., Salas, M.C. y Mellado, P. 2010. Hydroponic pergola as an example of living furniture in urban landscape. *Acta Horticulturae* 881 (1), 355-359.
- Salas, M.C., Montero, J.L. and Moral, J.A. 2010. Hydroponic system for growing ground cover plants on vertical surface. *Acta Horticulturae* 881 (1), 421-424.
- Salas, M.C., Verdejo, M.M., Sánchez, A., Guzmán, M. Valenzuela, J.L. y Montero, J.L. 2012. Vertical gardening. Adaptation of hydroponic systems and ornamental species. *Acta Horticulturae* 937, 1153-1160.
- Shibuya, K., Soh, Y. y Satoh, S. 2007. Block survey of wall covered with plant in the city of Tokio and evaluation of thermal environment of wall greening system. *Bulletin of Tokyo Metropolitan Agriculture and Forestry Research Centre* 2007. 2, 119-27.
- Wong NH, Tan AYK, Tan P.Y. and Wong NC. 2009. Energy simulation of vertical greenery systems. *Energy and Buildings* 41(12), 1401-1408.