

USO DE SUSTRATOS ALTERNATIVOS PARA MEJORAR LA RETENCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN MUROS VERDES

Yair Andrey Rivas-Sánchez, María Fátima Moreno Pérez y José Roldán-Cañas

Universidad de Córdoba, Córdoba, España.

E-mail: Z32risay@uco.es, mfatima@uco.es, jroldan@uco.es

Introducción

Los muros verdes pasivos se clasifican generalmente en dos tipos de sistemas: modulares y superficiales (Manso y Castro-Gomes, 2015). Los sistemas modulares son actualmente los más utilizados comercialmente debido a su fácil instalación y su facilidad para utilizar diferentes tipos de especies vegetales, pero estas requieren sustratos especiales como musgos o materiales sintéticos que poseen un mantenimiento regular (Safikhani et al., 2014). Los sistemas modulares son generalmente cajas con una capa de vegetación establecida verticalmente. La mayoría de los muros verdes modulares basados en musgo Sphganum como sustrato, son relativamente costosos de instalar en comparación con otros sistemas como los superficiales. En los últimos años, se han realizados diferentes investigaciones sobre los muros verdes mostrando así algunas desventajas especialmente en los materiales utilizados en el medio de crecimiento debido a su alta carga ambiental (Ottelé et al., 2011).

Existe poca investigación sobre la diversidad de muros. Actualmente, cuando existe la necesidad de establecer un muro verde por arquitectos o paisajistas estos instalan muros verdes por razones no ecológicas, tales como recursos estéticos, los créditos verdes y por el valor económico, y no como aislamiento térmico o para reducir el agua de escorrentía ya que las inundaciones están convirtiéndose en una problemática cada vez mayor debido a la impermeabilidad de las áreas urbanas (Francis y Lorimer, 2011).

Así nace la necesidad de encontrar nuevos materiales alternativos reciclados que posean cargas ambientales menores para una mayor sostenibilidad del medio ambiente, siendo el interés de este trabajo usar materiales alternativos tales como cascarilla de arroz, lana de roca y fibra de coco (Larcher et al., 2013), los cuales han mostrado que poseen características fisicoquímicas similares a las de los materiales convencionales como el Sphganum que es, además, un material costoso (Holman et al., 2005). En este trabajo se analizarán estas alternativas sostenibles, rentables, de fácil adquisición, bajo coste y eficiencia ambiental para su uso como sustrato en muros verdes modulares en el mercado español.

Para ello, se diseñó un prototipo de muros verdes para analizar la diferencia entre sustratos alternativos eco-compatibles, como la cascarilla de arroz mezclada con cascara de coco de acuerdo a trabajos preliminares donde se demostró la eficiencia de estos materiales (Rivas et al., 2017a), y el musgo Sphagnum como medio de crecimiento en muros verdes (Vijayaraghavan y Raja, 2014).

Objetivos

El objetivo principal de este trabajo es comprobar si el uso de materiales alternativos para los sustratos mejora la retención y distribución de agua en muros verdes frente a los materiales convencionales.

Además, se estudiarán dos objetivos derivados, primero si pueden utilizarse materiales alternativos como sustrato en las tecnologías de muros verdes en regiones cálidas del sur de España, y segundo, si estos sustratos reciclados son alternativas viables a los sustratos convencionales.

Materiales y métodos

El experimento se estableció con orientación sur en 8 prototipos de 1 m² x 0,1 m de espesor (figura 1) instalado en el campus de Rabanales de la Universidad de Córdoba (37°54'51.3"N 4°43'28.5"W). En cada prototipo de muro verde se colocó una tubería de 16 mm flexible para el riego tanto en la parte superior como en la parte media de cada prototipo, en la que se han situado 96 goteros autocompensantes cada 20 centímetros de tubo, proporcionando a través de cada gotero 4 l/h.



Figura 1.- Prototipos de muros verdes.

Para este experimento se utilizaron dos tipos de sustrato, el sustrato alternativo compuesto de una mezcla de fibra de coco y cascarilla de arroz con un porcentaje de 50%/50%, el cual se comparó con el sustrato de referencia el musgo Sphagnum, uno de los sustratos comúnmente utilizados para el diseño para muros verdes de sistemas modulares.

En este experimento se han utilizado dos diferentes especies de material vegetal *Lampranthus spectabilis* por su cobertura y como planta de flor con mayor porte *Aptenia cordifolia* (figura 2).

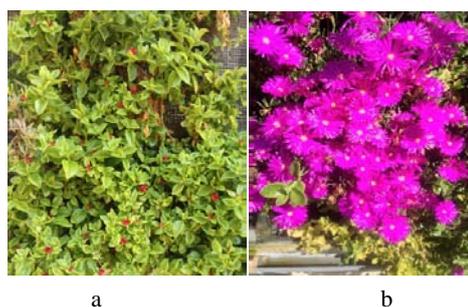


Figura 2.- a) *Aptenia cordifolia* y b) *Lampranthus spectabilis*.

La escorrentía de los sustratos se analizó mediante sensores de flujo YF-S402, que utilizan un sistema "hall" para su funcionamiento instalados en el sistema de recolección de agua, en tanto que la retención de humedad del sustrato se midió con sensores de humedad FC-28 de bajo coste los cuales miden dicha humedad dependiendo de su conductividad. Los sensores de flujo y humedad estaban conectados a internet registrando los datos para su posterior análisis (Rivas et al., 2017b).

Tras la recolección, para calcular el contenido de clorofilas totales de la biomasa se utilizó el método espectrofotométrico propuesto por Hansmann (1973). Para la determinación de la

biomasa y el contenido hídrico se utilizó el método de secado al horno tomando una muestra de 100 gramos de materia húmeda de cada uno de los prototipos de muros verdes, que se secaron durante 48 horas al horno.

Las diferencias en el crecimiento y desarrollo de las plantas entre cada uno de los tratamientos se han examinado con ANOVA de dos factores después de la prueba de normalidad y homogeneidad de las varianzas (Egea et al., 2014). A partir de estos resultados y de la relación peso seco a peso fresco, se calculó el contenido de cada clorofila por unidad de peso seco de hoja, así como la suma de las clorofilas A y B, para las dos especies utilizadas. Los valores obtenidos por cada método fueron sometidos a un análisis estadístico completamente al azar utilizando el software estadístico Statix8®, con el objetivo de observar si existen diferencias significativas dentro de los sustratos utilizados.

Resultados y discusión

Para estudiar el sistema de riego se usaron 9 de los 12 goteros por módulo, lo que hace un total de 72 goteros en los 8 módulos analizados. La variación de caudal resulta ser del 2% y el coeficiente de variación de caudal del 2,1 % que cumplen con la norma. También se ha calculado la ecuación de gasto del gotero comprobando que cumple con la condición de autocompensante.

El sustrato de musgo Sphagnum tiene mayor retención y, por tanto, una menor escorrentía, que el sustrato compuesto de cascarilla de arroz y fibra de coco, como se muestra en la figura 3. Ello implica que este último puede necesitar ajustes en el riego, como menor tiempo de riego e intervalos más cortos entre riegos, para mejorar su retención de agua. Por tanto, el sustrato de musgo Sphagnum libera el agua más lentamente que el sustrato compuesto de cascarilla de arroz y fibra de coco y en menor cantidad.

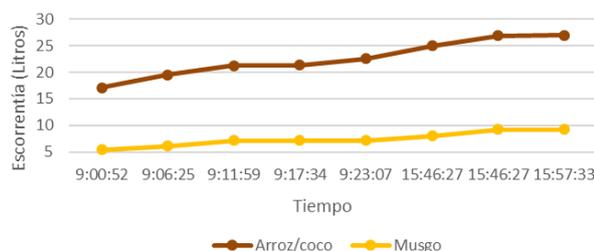


Figura 5.- Escorrentía en los sustratos compuestos de fibra de coco y arroz en comparación con el musgo Sphagnum.

Sin embargo, el sustrato compuesto de cascarilla de arroz y fibra de coco posee más homogeneidad en la distribución del agua en todo el módulo, dado que es un material que posee una fuerte capilaridad, a diferencia de los módulos compuestos de musgo Sphagnum, donde se acumulaba más agua en la parte inferior de los prototipos compuestos de este sustrato.

Las propiedades físicas del musgo Sphagnum cambian considerablemente con el contenido de humedad, ya que cuando estaba muy húmedo, tendía a colapsarse, disminuyendo el aire disponible, y, por el contrario, cuando está seco, se contrae dejando espacios en los prototipos, en comparación con el sustrato compuesto por fibra de coco y cascarilla de arroz que no cambia significativamente cuando se moja o cuando se seca.

Respecto a la calidad del material vegetal, la biomasa y el contenido hídrico absoluto muestran que no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos según el test Tukey de comparaciones múltiples (Egea et al., 2014). Sin embargo, existe una disminución en el contenido de clorofila

del material vegetal plantado en el sustrato del musgo Sphagnum con respecto al plantado en los sustratos de fibra de coco mezclado con cascarilla de arroz.

La mezcla de fibra de coco y cascarilla de arroz permitió una adecuada disponibilidad de nutrientes, entre estos el nitrógeno y el magnesio que son componentes fundamentales de la molécula de clorofila, puesto que se encontró mayor contenido de clorofila en las plantas del sustrato mezclado de fibra de coco y cascarilla de arroz que en el musgo Sphagnum.

Conclusiones

El sustrato compuesto de cascarilla de arroz y fibra de coco mostró mayor homogeneidad en la distribución del agua de riego que el musgo Sphagnum, aunque tuvo poca retención de agua en comparación con el sustrato compuesto de musgo Sphagnum. El material vegetal tuvo un óptimo desarrollo en los dos tipos de sustratos analizados. No obstante, se encontró una mayor concentración de clorofila en el material vegetal plantado en el sustrato alternativo de fibra de coco mezclado con cascarilla de arroz con respecto al material vegetal plantado en el musgo Sphagnum.

Referencias bibliográficas

- Egea G, Pérez-Urrestarazu L., González-Pérez J, Franco-Salas A, Fernández-Cañero R. (2014). Lighting systems evaluation for indoor living walls, *Urban Forestry & Urban Greening*, 13, 475-483.
- Francis A, Lorimer J. (2011). Urban reconciliation ecology: The potential of living roofs and walls, *Journal of environmental management* 92 (6), 1429-1437.
- Hansmann, E. (1973). Pigment Analysis. In *Handbook of Phycological Methods: Culture Methods and Growth Measurements*; Stein, J.R., Ed.; Cambridge University Press: London, UK. Vol. 1, pp. 359-368.
- Holman J, Bugbee B, Chard J. (2005). A Comparison of Coconut Coir and Sphagnum Peat as Soilless Media Components for Plant Growth, Utah State Univ, Department of Plants, Soils, and Biometeorology.
- Larcher F, Fornaris A, Devecchi M. (2013). New Substrates for Living Walls, *III International conference on landscape and urban horticulture, Acta Horticulturae*, V: 999, 277-281.
- Manso M, Castro-Gomes J. (2015). Green wall systems: A review of their characteristics, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, issue C, p. 863-871.
- Ottel M, Perini K, Fraaij LA, Haas EM, Raiteri R. (2011). Comparative life cycle analysis for green façades and living wall systems, *Energy and Buildings* 43 (12), 3419-3429.
- Rivas Y, Moreno-Pérez, M.F, Roldán-Cañas, J. (2017a). Use of the rice husk as an alternative substrate for growing media on green walls drip irrigation. *European Geosciences Union General Assembly 2017*, 23-28 April, Vienna, Austria, EGU2017-4604
- Rivas Y, Moreno-Pérez, M.F, Roldán-Cañas, J. (2017b). Puesta en marcha de un sistema inteligente de riego por goteo para muros verdes con el uso de microcontroladores y microprocesadores. *XXXV Congreso Nacional de Riegos*, Tarragona, España, DOI: <http://dx.doi.org/10.25028/CNRiegos.2017.B05 B-05>
- Safikhani, Tabassom, A., Aminatuzuhariah Megat, O., Dilshan R., Baharvand, M. (2014). A review of energy characteristic of vertical greenery systems, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 40, issue C, p. 450-462.
- Vijayaraghavan K, Raja F. (2014). Design and development of green roof substrate to improve runoff water quality: plant growth experiments and adsorption, *Water Research.*, 63, 94-101.