



LA INCORPORACIÓN DE ESPECIES VEGETALES CON ALTA EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA ANTE LA EMERGENCIA CLIMÁTICA: EL CASO DE *LIMONIASTRUM MONOPETALUM* EN RELACIÓN CON LA INFRAESTRUCTURA VERDE URBANA

¹E. Figueroa-Luque.; ² J. Cambrollé; ³ J.M. Castillo, ⁴M.E. Figueroa; ⁵ E.
Mateos-Martínez

¹Consultoría Estratégica de Servicios y Territorios (CESYT)

^{2,3,4,5}Departamento de Biología Vegetal y Ecología, Facultad de Biología, Universidad de
Sevilla

¹efigueroa@cesyt.es

²cambrolle@us.es

³manucas@us.es

⁴figueroa@us.es

⁵elematmar@alum.us.es

RESUMEN

El agua será un problema en muchas ciudades de España. La incorporación de nuevas especies con alta eficiencia en el uso del agua, ante los escenarios climáticos previstos, debería ser una solución estratégica a adoptar por los distintos agentes sociales tanto públicos como privados. La cuantificación de los parámetros fisiológicos a 30°C, a máxima intensidad de luz, para *Limoniastrum monopetalum* mostró una fotosíntesis de 13,26 $\mu\text{moles CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. La transpiración registrada fue de 2,47 $\text{mmolH}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ y la eficiencia en el uso del agua mostró un resultado de 5,38 $\mu\text{moles CO}_2/\text{mmolH}_2\text{O}$. El cálculo del agua necesaria a 30°C por m^2 de superficie de plantación durante un día (8 horas de luz) de las especies estudiadas mostró un valor de 10,45 l/m^2 para *Nerium oleander*; 8,38 l/m^2 para *Lantana camara*; 4,23 l/m^2 para *Spartium junceum*; 2,76 l/m^2 para *Myrtus communis* y 2,05 l/m^2 para *Limoniastrum monopetalum*. *Limoniastrum monopetalum* muestra un menor requerimiento hídrico en comparación con las demás especies estudiadas, siendo una especie idónea para ser incorporada en la infraestructura verde urbana contribuyendo a la mitigación del cambio climático con un gasto de agua compatible con escenarios potenciales de restricciones de agua.

Palabras clave

Limoniastrum monopetalum, agua, fotosíntesis, uso eficiente del agua, transpiración, cambio climático.

SMART WATER:

Transición hacia sistemas inteligentes, sostenibles y resilientes

1. INTRODUCCIÓN

La infraestructura verde de las ciudades brinda importantes servicios ecosistémicos tanto actualmente como en los distintos escenarios previstos de Emergencia Climática. El cambio previsto en la matriz ambiental en relación con el Cambio Climático en las ciudades está relacionado con el incremento de la temperatura de las mismas, así como con elevados niveles de radiación solar. El agua será un problema en muchas ciudades de España. La limitación de riego generada por ausencia de lluvias y las posibles reducciones en el abastecimiento podrían conducir a una limitación en la capacidad de riego en parques, jardines y red viaria. La incorporación de nuevas especies con alta eficiencia en el uso del agua, ante los escenarios climáticos previstos, debería ser una solución estratégica a adoptar por los distintos agentes sociales tanto públicos como privados. Adecuando la elección de especies con sus características ecofisiológicas, se podrían optimizar los necesarios servicios ecosistémicos favorecidos por las mismas.

Limoniastrum monopetalum es una especie de arbusto de ámbito mediterráneo, tolerante a altos niveles de radiación y temperatura, manteniendo en los mismos, una capacidad fotosintética elevada, así como un alto nivel de eficiencia hídrica. Por otro lado, la especie exhibe una alta capacidad de sumidero natural de dióxido de carbono, con lo cual, muestra un importante servicio ecosistémico en relación con el cambio climático. La especie ha sido recomendada para ecosistemas urbanos, en el ámbito mediterráneo [1;2]. La utilización de técnicas ecofisiológicas para determinar las capacidades de las especies vegetales utilizadas en el marco urbano constituye un camino importante para conseguir el mayor servicio ecosistémico de dichas especies, especialmente en relación con la eficiencia en el uso del agua.

El objetivo principal de este estudio es poner de manifiesto la importancia de la incorporación a la infraestructura verde urbana de *Limoniastrum monopetalum*, que brinda servicios ecosistémicos relevantes en los escenarios de cambio climático previstos mediante la cuantificación de la respuesta fisiológica de la especie a temperaturas más elevadas (30°C) en relación con el incremento esperado debido al cambio climático, y radiación solar típicos de clima mediterráneo, poniendo un especial interés en la eficiencia en el uso del agua.

2. METODOLOGÍA

Se llevaron a cabo medidas de la transpiración ($\text{mmolH}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), fotosíntesis ($\mu\text{moles CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) y eficiencia en el uso del agua ($\mu\text{moles CO}_2/\text{mmolH}_2\text{O}$) mediante un Analizador de Gases por Infrarrojos (IRGA), aclimatando a las especies de estudio (*Limoniastrum monopetalum*, *Lantana cámara*, *Spartium junceum*, *Nerium oleander* y *Myrtus communis*) a 30°C y diferentes intensidades de luz (0-2000 $\mu\text{E}/\text{m}^2\cdot\text{s}$; 400-700 nm). Las medidas se llevaron a cabo en cámaras climatizadas de los Servicios Generales

SMART WATER:

Transición hacia sistemas inteligentes, sostenibles y resilientes

de Investigación de la Universidad de Sevilla. Las plantas utilizadas en el estudio se aclimataron durante una semana a la temperatura indicada, manteniéndose el sustrato artificial (perlita) a capacidad de campo. En condiciones naturales de amanecer y mediodía de verano se llevaron a cabo medidas de la fluorescencia modulada de la clorofila con el fin de determinar la eficiencia fotoquímica a las temperaturas exploradas, cuantificándose la fluorescencia fotoquímica potencial F_v/F_m , la eficiencia fotoquímica real ϕ_{PSII} y la atenuación no fotosintética NPQ del fotosistema II (PSII) [3]

A partir de los valores de índice de área foliar (LAI) de las distintas especies, en relación con la transpiración por unidad de superficie de área foliar, se obtiene la cantidad de agua (L) necesaria para compensar el gasto asociado a la transpiración durante un día (8 horas de luz).

3. RESULTADOS

La cuantificación de los parámetros fisiológicos a 30°C, a máxima intensidad de luz, para *Limoniastrum monopetalum* rinde un resultado de fotosíntesis de 13,26 $\mu\text{moles CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. La transpiración registrada fue de 2,47 $\text{mmolH}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ y la eficiencia en el uso del agua mostró un resultado de 5,38 $\mu\text{moles CO}_2/\text{mmolH}_2\text{O}$, lo que muestra un buen ajuste en la relación con la fotosíntesis realizada a la temperatura considerada, ya que la eficiencia en el uso del agua se refiere al consumo de agua implicado en la absorción de CO_2 , con lo cual, valores más elevados implican un menor gasto de agua asociado a la actividad fotosintética.

La especie *Spartium junceum* mostró un valor de fotosíntesis de 6,12 26 $\mu\text{moles CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, con una transpiración de 3,14 $\text{mmolH}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ y un valor de eficiencia en el uso del agua de 1,95 $\mu\text{moles CO}_2/\text{mmolH}_2\text{O}$. En relación con *Lantana camara*, la fotosíntesis fue de 14,50 26 $\mu\text{moles CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, con una transpiración de 4,97 $\text{mmolH}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ y una eficiencia en el uso del agua de 2,92 $\mu\text{moles CO}_2/\text{mmolH}_2\text{O}$. La especie *Nerium oleander* mostró un valor de fotosíntesis de 13,35 26 $\mu\text{moles CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, con un valor registrado de transpiración de 5,76 $\text{mmolH}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ y una eficiencia en el uso del agua 2,32 $\mu\text{moles CO}_2/\text{mmolH}_2\text{O}$. Finalmente, la especie *Myrtus communis* mostró una fotosíntesis de 2,37 $\mu\text{moles CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, una transpiración de 0,86 $\text{mmolH}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ y una eficiencia del uso del agua de 2,76 $\mu\text{moles CO}_2/\text{mmolH}_2\text{O}$.

En el estudio de la fluorescencia a la clorofila como medida de estrés fisiológico en *Limoniastrum monopetalum*, la eficiencia fotoquímica potencial del fotosistema II (PSII) a 30°C muestra valores elevados tanto al amanecer (0,876) como al mediodía (0,841), siendo el valor de la eficiencia fotoquímica real de 0,392 al mediodía con alta radiación, que junto con el valor de la atenuación no fotoquímica (NPQ) de 1,092 manifiesta la capacidad de la especie para mantener un buen funcionamiento fisiológico en condiciones de alta temperatura y elevados niveles de radiación solar, lo cual explica su extensión por la cuenca mediterránea y su potencialidad para ser incorporada en la infraestructura verde urbana.

El cálculo del agua necesaria a 30°C por m^2 de superficie de plantación durante un día (8 horas de luz) de las especies estudiadas mostró un valor en las condiciones indicadas de

SMART WATER:

Transición hacia sistemas inteligentes, sostenibles y resilientes

10,45 l/m² para *Nerium oleander*; 8,38 l/m² para *Lantana camara*; 4,23 l/m² para *Spartium junceum*; 2,76 l/m² para *Myrtus communis* y 2,05 l/m² para *Limoniastrum monopetalum*.

4. CONCLUSIONES

Los resultados relativos a fotosíntesis, eficiencia en el uso del agua y transpiración registrados para *L. monopetalum*, en relación con la temperatura de 30°C y radiación explorados, ponen de manifiesto la conveniencia de utilizar la especie en la infraestructura verde urbana del ámbito mediterráneo, ya que su eficiencia en el uso del agua le permite llevar a cabo el proceso fotosintético incluso a temperaturas medias elevadas típicas de una gran parte del año en las ciudades de la cuenca mediterránea y, de acuerdo con los resultados obtenidos, en comparación con las otras especies empleadas de común uso en la infraestructura verde urbana. La especie muestra una vistosa floración entre marzo y julio y octubre y noviembre, así como resistencia a la contaminación de metales pesados en los suelos puesta de manifiesto en nuestros estudios [4;5].

En relación con la necesidad de riego por unidad de superficie de plantación, *Limoniastrum monopetaum* muestra un menor requerimiento hídrico en comparación con las demás especies estudiadas. Las capacidades ecofisiológicas de *L. monopetalum* en relación con su eficiencia en el uso del agua la hacen una especie idónea para ser incorporada como integrante de la infraestructura verde urbana contribuyendo a la mitigación del cambio climático por su capacidad de secuestro de CO₂ y crecimiento continuo a lo largo de todo el año con un gasto de agua compatible con escenarios potenciales de restricciones de agua.

AGRADECIMIENTOS

Nomenclatura

WUE Water Use Efficiency (Eficiencia en el uso del agua)
LAI Leaf Area Index (Índice de área foliar)
PSII Photosystem II (Fotosistema II)
NPQ Non Photochemical Quenching (Atenuación no fotosintética)

REFERENCIAS

- [1] Akoumianaki-Ioannidou, A.; Spentza, R.P.; Fasseas, C. “*Limoniastrum monopetalum* (L.) Boiss, a candidate plant for use in urban and suburban areas with adverse conditions. An anatomical and histochemical study”. *Bulletin UASVM Horticulture*, 72 (2), 2015, pp. 438-441.

SMART WATER:

Transición hacia sistemas inteligentes, sostenibles y resilientes

- [2] Figueroa Luque, E. “Ecología y ecofisiología de *Limoniastrum monopetalum* (L.) Boiss en ecosistemas costeros del sur de la Península Ibérica”. Tesis Doctoral. 2023.
- [3] Maxwell K., Johnson G. N. “Chlorophyll fluorescence - a practical guide”. – J. Exp. Bot, no 51. 2000, pp. 659-668.
- [4] Cambrollé, J.; Mancilla-Leytón, J.M.; Muñoz-Vallés, S.; Figueroa-Luque, E.; Luque, T.; Figueroa, M.E. “Evaluation of zinc tolerance and accumulation potencial of the coastal shrub *Limoniastrum monopetalum* (L.) Boiss”. Environmental and Experimental Botany, no 85. 2013, pp. 50-57.
- [5] Cambrollé, J.; Mancilla-Leytón, J.M.; Muñoz-Vallés, S.; Figueroa-Luque, E.; Luque, T.; Figueroa, M.E. “Effects of copper sulfate on growth and physiological responses of *Limoniastrum monopetalum*”. Environ Sci Pollut Res no 20. 2013, pp. 8839-8847.