



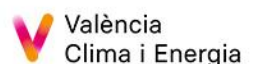
**WetLands
4CLIMATE**



INFORME DE SÍNTESIS CON LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES DEL CONJUNTO DE LAS MEDIDAS DE MANEJO/RESTAURACIÓN APLICADAS RESPECTO A LA VARIACIÓN DE LOS CICLOS DEL C Y LAS EMISIONES DE GEI

Entregable D1.3 | Abril 2024

www.wetlands4climate.eu · info@wetlands4climate.eu



CON LA CONTRIBUCIÓN DEL INSTRUMENTO FINANCIERO LIFE DE LA UNIÓN EUROPEA



Contenido

Summary.....	3
1. Introducción	4
2. Respuesta de los procesos biogeoquímicos del carbono a la gestión del agua	4
3. Respuesta de los procesos biogeoquímicos del carbono a la gestión de la vegetación.....	5
4. Respuesta de los procesos biogeoquímicos del carbono a la gestión del suelo	6
5. Conclusiones	7



Summary

This report summarizes the analyses of greenhouse gas (GHG) emissions, CO₂ and CH₄, and carbon retention capacity quantified in the different pilot wetlands of the different management/restoration actions assayed in the LIFE Project Wetlands for Climate (W4C).

Results demonstrate how understanding greenhouse gas dynamics is crucial for managing flood gradients in Mediterranean lagoons and wetlands. Based on the experimental data obtained, in non-saline wetlands, methane emissions increase as water levels decrease, peaking in non-flooded but still wet areas during the warmest months. The saline wetlands have lower CO₂ and CH₄ emissions, but with similar trends to the non-saline wetlands. On the other hand, coastal wetlands show increased CO₂ emissions in non flooded but still wet areas, while CH₄ fluxes peak in sediment wet areas that do not show a significant water column. Accordingly, regulating the basin hydroperiod in the proper manner can moderate the warming potential of these wetlands, essential for controlling greenhouse gas emissions.

When considering vegetation management, especially mowing, it is crucial to note that plant communities are key for carbon retention. In all three types of wetlands selected for this project, it was found that mowing favours carbon retention, thus reducing levels of CO₂-equivalents released into the atmosphere in their Global Warming Potential (GWP) balance. Mowing removes a significant amount of carbon from the system, in the form of biomass, which can be utilized for secondary purposes, reducing the likelihood of carbon release into the atmosphere, while also promoting plant growth. The accumulated biomass, hence, the retained carbon, differed among species, with common reed (*Phragmites australis*) exhibiting the highest carbon capture, and medium to low-size species showing lower growth and carbon accumulation rates. Differences were also observed among wetland types, with coastal marshes being the most productive areas by far. Also, results indicate that GHG emissions from sediments and water decrease in mowed areas due to lower organic matter accumulation, contrasting those areas where plant material is not managed and accumulates more biomass.

Finally, soil management through plowing and scraping showed a clear trend in reducing GHG emissions and GWP across all three types of wetlands selected for the project. Scraping was generally more effective in reducing emissions, particularly CO₂, compared to plowing. Inland saline wetlands demonstrated the long-term efficacy of scraping, although its GHG reduction capacity declined over time. Experimentally, both scraping and plowing were found to increase mitigation potential in non-saline wetlands. For saline wetlands experiencing hydrological alterations and sediment organic matter accumulation, plowing and scraping were effective in reducing GHG emissions and enhancing mitigation potential. However, the broader impacts on sediment functions in inland saline lagoons require further investigation for large-scale implementation of actions on the wetland sediments. In coastal marshes, both plowing and scraping were suitable management/restoration actions to reduce GHG fluxes, notably CO₂ and CH₄, thereby reducing the warming potential (GWP) in the short term.



1. Introducción

En el contexto crítico actual de cambio climático antropogénico acelerado, la conservación y restauración de humedales mediterráneos se establece como una prioridad ambiental. Dentro del marco del proyecto LIFE Wetlands4Climate, las medidas de gestión/restauración adquieren una importancia crucial al influir sobre la capacidad de mitigación climática en estos ecosistemas. Además de por otros impactos antrópicos, los humedales mediterráneos, con su gran biodiversidad y su capacidad para almacenar carbono, se encuentran amenazados por fenómenos relacionados con el cambio climático como el aumento de temperaturas y cambios en los patrones de precipitación. El proyecto, al enfocarse en la implementación de medidas específicas de gestión y restauración, no solo busca preservar la riqueza biológica de estos entornos, sino, en especial, contribuir significativamente a la mitigación del cambio climático. En este informe se resumen los resultados y conclusiones obtenidos de las estrategias de gestión y restauración adoptadas en el proyecto LIFE Wetlands4Climate, destacando cómo estas acciones no solo protegen y restauran la biodiversidad y funcionamiento natural de los humedales mediterráneos, sino que también ofrecen una respuesta tangible a los desafíos globales de la crisis climática.

2. Respuesta de los procesos biogeoquímicos del carbono a la gestión del agua

El balance global de carbono y las emisiones de gases de efecto invernadero dependen del tipo de humedal, siendo por lo general sus tasas más bajas en humedales salinos, y más elevadas en humedales de aguas no salinas, sobre todo en zonas costeras, donde la acumulación natural de materia orgánica es mayor debido a su mayor productividad. En este sentido, la coocurrencia de bajas salinidades y sedimentos con alto contenido orgánico en estas zonas costeras más productivas mediatiza las tasas más altas de intercambio de carbono.

El nivel de inundación observado en los humedales estudiados determina los cambios espaciotemporales observados en el intercambio de gases de efecto invernadero (GEI). Así, los resultados obtenidos con respecto al patrón de emisión de GEI a lo largo del gradiente de inundación en lagunas no salinas de interior que, por sus condiciones ambientales y buen estado de conservación, muestran una producción de metano entre baja y moderada, evidencian un papel principal, en términos absolutos para este tipo de humedales, del CO₂ con respecto al balance de capacidad de calentamiento o GWP. En este caso, las emisiones de GEI y, principalmente, el GWP tienden a incrementarse con el descenso del nivel de agua y el secado de la cubeta, con picos máximos en zonas sin columna de agua o en sedimentos húmedos. Estos patrones están sujetos además a una dinámica estacional, en la que, sobre todo las emisiones de metano, muestran un aumento en los periodos más cálidos, lo que responde a su notable dependencia con la temperatura, pero también a la reducción del nivel de inundación, el cual en niveles bajos, favorece la producción de dicho gas.

Las lagunas salinas de interior, al ser comparadas con el resto de los tipos estudiados, pero también en términos absolutos, presentan unas tasas metabólicas más bajas y, por tanto, unos



flujos de GEI mucho más moderados, tanto los de CO₂ como, particularmente, los de CH₄, estando estos entre uno y dos órdenes de magnitud por debajo de los observados en sistemas similares pero de aguas no salinas. Esto conlleva que su poder de calentamiento (GWP) sea mucho menor, aunque sí muestran patrones similares a las de otros tipos de humedales, con flujos de CO₂ mayores en zonas no inundadas, o emisiones de metano maximizadas en la interfase húmedo-encharcado-aguas bajas.

Finalmente, en los sistemas costeros en los que se ha trabajado, caracterizados por una hidrología variable y controlada, los resultados indican como la excesiva temporalidad, pero también un bajo nivel de inundación, podrían incrementar de forma significativa su poder de calentamiento. En este sentido, cabe tener en cuenta cómo, de manera natural estos generan cantidades de GEI liberadas a la atmósfera, que se pueden ver incrementadas bajo condiciones de degradación ecológica, pero que podrían ser controladas o minimizadas mediante medidas de gestión/restauración adecuadas, en este caso las referidas al control del nivel de inundación.

3. Respuesta de los procesos biogeoquímicos del carbono a la gestión de la vegetación

La siega estacional, posterior recrecimiento, y gestión secundaria de la biomasa segada de distintas especies de helófitos, se ha demostrado como una de las acciones de gestión más eficiente a la hora de maximizar la retención de carbono y el papel de mitigación climática por parte del humedal. Especies de helófitos emergentes de porte medio y alto como la castañuela (*Bolboschoenus maritimus*), el carrizo (*Phragmites australis*) y la enea (*Typha* sp.) muestran tasas de crecimiento elevadas, llegando aumentarse mucho la producción primaria total (y por tanto fijación de carbono) de las zonas segadas, tanto en cobertura, como porte y biomasa, respecto a las zonas control (no segadas) cuando se hace un balance a lo largo de un ciclo hidrológico.

A estas tasas sobrealimentadas de crecimiento vegetativo, se le sumaría la retirada de biomasa por la acción de la siega, la cual puede garantizar el secuestro de parte del carbono contenido con una adecuada gestión y uso del material retirado, por ejemplo, como forraje para el ganado. La naturaleza más recalcitrante de la biomasa vegetal de estas especies está asociada a bajas tasas de descomposición, y, por tanto, a una reducción de las emisiones de GEI carbonados a la atmósfera.

Específicamente, en el proyecto se han realizado actividades experimentales de siega en los distintos humedales piloto, evaluando el potencial de reducción del poder de calentamiento en distintos tipos de vegetación. La siega estacional de helófitos muestra reducciones significativas del poder de calentamiento, asociado a unas mayores tasas de fijación de carbono y evitación en emisiones de GEI que, de manera natural, se dan en estos ambientes. La integración y balance de los procesos analizados (i.e., biomasa acumulada por el crecimiento de helófitos, biomasa segada y retirada, y flujo de GEI a la atmósfera en columna de agua/sedimento) muestra como tanto las zonas experimentales segadas como las zonas control actuarían como sumideros de C, no obstante, como consecuencia de todo lo descrito anteriormente, la acción de siega mejora dicha situación, incrementando la capacidad de mitigación para las especies



vegetales utilizadas (*Bolboschoenus maritimus*, *Carex divisa*, *Scirpus lacustris*, *Typha* sp y, por encima de todas, *Phragmites australis*).

Esta tendencia se observa en todos los tipos de vegetación evaluados, pero siendo la siega estacional sobre el carrizo (*Phragmites australis*) la que mayor capacidad de mitigación presenta. El estudio demuestra como la adaptabilidad general del carrizo común permite alcanzar estas reducciones de GEI a diferentes niveles de salinidad, por tanto, en distintos tipos de humedales, abarcando así una amplia gama de condiciones observadas en los humedales mediterráneos. Los resultados del proyecto indican que los mejores resultados de mitigación asociada a la siega del carrizo se logran en áreas de inundación baja a intermedia. El contenido de nutrientes del sustrato sobre el que crece el carrizo promueve también su desarrollo y, en consecuencia, mejora la eficiencia en la reducción del GWP.

Para la biomasa segada, es importante establecer mecanismos de gestión que garanticen su incorporación a los sistemas ecológicos o agronómicos, disminuyendo su liberación de nuevo a la atmósfera. Por tanto, los proyectos de mitigación deberían considerar un uso secundario para actividades agrícolas de la biomasa segada para mejorar los niveles de reducción del GWP.

4. Respuesta de los procesos biogeoquímicos del carbono a la gestión del suelo

El último grupo de medidas de gestión/restauración enfocadas a la mitigación climática por parte de los humedales mediterráneos es el centrado en el sedimento o suelo. En el proyecto se han evaluado medidas como el decapado o el fangueo, demostrando resultados favorables para la mitigación del cambio climático, aunque dispares y ligados al contexto o características de cada humedal. Así pues, tanto el decapado como el fangueo del sedimento, en términos globales, son beneficiosos para reducir las emisiones de GEI y el GWP, pero la relación costo-beneficio difiere entre ellos y depende del tipo de humedal. La reducción de gases de efecto invernadero asociada al decapado, que implica la eliminación de la materia orgánica acumulada, suele ser 2-3 veces mayor que en el fangueo, que implica la aireación del sedimento, pero no la eliminación de la materia orgánica.

En lagunas no salinas de interior, con los datos experimentales se puede concluir que tanto fangueo, como sobre todo decapado, son dos tipos de acciones sobre el sedimento que permiten incrementar el poder de mitigación y reducir el de calentamiento en estos humedales, aunque de un modo bastante modesto considerando el bajo contenido de materia orgánica que ya de por sí muestran estos sedimentos en lagunas de interior cuando están en buen estado de conservación. A largo plazo también se demostró la eficacia de los decapados, con pérdida de su capacidad de reducción de GEI a lo largo de los años, como lo demuestra la comparativa en los flujos entre zonas decapadas en 2003 y en 2018 en la Laguna de La Nava, con tasas más altas en las primeras.

Para lagunas de carácter salino con alteraciones hidrológicas que han modificado su estructura, y provocado acumulaciones de materia orgánica en el sedimento, medidas como el fangueo y el decapado sí que serían eficaces para reducir las emisiones de GEI y potenciar el poder



mitigador, aunque a la hora de realizarse a gran escala habría que estudiar los efectos que esta medida pudiera tener sobre el resto de las funciones del sedimento, clave en lagunas salinas de interior.

En los marjales costeros, los fangueos, y sobre todo los decapados, son medidas adecuadas para reducir los flujos de gases GEI como el CO₂ y el CH₄, reduciendo el poder de calentamiento respecto a la no actuación, al menos, a corto plazo.

5. Conclusiones

Tanto las medidas de gestión/restauración en suelo como en vegetación evaluadas dentro del proyecto suponen beneficios en términos de reducción del poder de calentamiento, por el incremento de la retención de carbono y/o la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero en términos de CO₂ equivalentes (GWP). La siega de los helófitos de porte alto es la medida que mejores resultados ofrece, mientras que la siega de especies de porte medio o las plantaciones de hidrófitos también suponen beneficios pero a una menor escala. Por su parte, los fangueos y decapados también demuestran la reducción del GWP, aunque supeditados por el contexto ecológico de cada humedal, y a su balance coste/beneficio. La biogeoquímica del carbono que marca el balance del mismo está, a su vez, influenciada por las características ecológicas de cada humedal, la estacionalidad climática, y el hidropериodo. Así, los humedales de aguas no salinas, y más específicamente los costeros, son mucho más productivos, y en ellos las acciones de gestión/restauración suponen mayores contrastes y respuestas más potentes que en lagunas salinas de interior. El grado de inundación modula las emisiones de GEI, y, por tanto, la gestión del hidropериodo también influye de manera notable en los balances globales de cada humedal en su cómputo anual. Por ello, y sabiendo los beneficios de las medidas de gestión/restauración evaluadas, la consideración de las características ecológicas y del hidropериodo de una manera integrada puede ser clave en la maximización de la reducción del poder de generación de calentamiento, y de capacidad de mitigación climática, de los humedales mediterráneos. Todas estas medidas de gestión vienen reforzadas por las evaluaciones de estado ecológico, en las que se demuestra que no existe una merma en su salud ecológica ni en los niveles de biodiversidad provocada por su aplicación.



WetLands 4CLIMATE

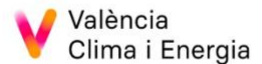
www.wetlands4climate.eu | info@wetlands4climate.eu

Socios:



VNIVERSITAT
DE VALÈNCIA

ICBiBE
Institut Universitari Cavanilles
de Biodiversitat i Biologia Evolutiva



Cofinanciadors:



CONSERVACIÓ D'ÀREES NATURALS | DEVESA-ALBUFERA



AJUNTAMENT DE
TORREBLANCA

CON LA CONTRIBUCIÓN DEL INSTRUMENTO FINANCIERO LIFE DE LA UNIÓN EUROPEA



Las opiniones y documentación aportadas en esta publicación son de exclusiva responsabilidad del autor o autores de los mismos, y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la Comisión Europea.