

Valorización de aguas residuales mediante tratamiento biológico y reducción de su impacto en el medio acuático

Andrea Llumiquinga(1), Polivio Tapuy(2), Dree D'hoker(3) Vilma Quiguiri(2), Kerly Diaz(4), Neicer Cerda(2), Richard Cerda(2), Jean Pierre Cerda(2), Pieter Spanoghe(5), Christine Van der heyden(4), Bjorge Decostere(4), Jorge E. Celi(1,6)*

(1)Cátedra UNESCO para el Manejo de Aguas Dulces Tropicales, Universidad Regional Amazónica Ikiam (URAI); (2)Facultad de Ciencias de la Tierra y Agua, URAI; (3)Department of Biosciences and Industrial Technology, Health and Water Technology Research Centre, HOGENT—University of Applied Sciences and Arts; (4)Facultad de Ciencias de la Vida, URAI; (5)Faculty of Bioscience Engineering, University of Ghent; (6)Grupo de Investigación de Recursos Hídricos y Acuáticos, URAI; autor de correspondencia: *jorge.celi@ikiam.edu.ec

Introducción

En Ecuador, una proporción significativa de las aguas residuales generadas por actividades agrícolas y ganaderas porcinas se descarga sin tratamiento previo, afectando la calidad de los cuerpos de agua superficiales. Esta situación es especialmente preocupante en zonas rurales sin acceso a sistemas de tratamiento convencionales.

El proyecto **Valorización de aguas residuales mediante tratamiento biológico y reducción de su impacto en el medio acuático** tiene como objetivo evaluar el uso de especies acuáticas nativas, como *Eichhornia diversifolia* y *Salvinia minima*, con el fin de remover nutrientes y contaminantes como pesticidas presentes en aguas residuales agrícolas y porcinas, y así reducir su impacto ambiental, con miras al diseño de sistemas naturales de tratamiento adaptados a contextos rurales.

Método

- En Palora se recolectaron muestras en cuerpos de agua cercanos a plantaciones de pitahaya y se realizaron encuestas sobre el uso de agroquímicos. En Tena se recolectaron muestras de aguas servidas de fincas de cerdos.
- Se realizaron ensayos en condiciones controladas de laboratorio para evaluar el potencial de *Eichhornia diversifolia* y *Salvinia minima* en la remoción de contaminantes presentes en aguas residuales agrícolas y porcinas.

Aclimatación

- Plantas acuáticas en incubadora: 24°C, fotoperiodo 12/12.
3. Condiciones ambientales (23°C)

Exposición

- 0.1 g/L Azoxystrobin, 0.16 g/L Tebuconazole
- 100 ug/L Azoxystrobin, 62.5 ug/L Tebuconazole
- 300 ug/L Azoxystrobin, 187.5 ug/L Tebuconazole

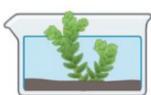
Muestreo

Cada 6 días: 1 L agua (análisis de pesticidas), 60 mL filtrados (iones); 10 g plantas frescas molidas y 10 g sedimentos centrifugados.

Monitoreo

Cada 48 horas: pH, conductividad, OD, ORP (sonda multiparamétrica).

- El diseño experimental incluyó tres réplicas por tratamiento, un control (agua con contaminante sin planta) y un blanco (planta sin contaminante), para cada especie.
- Asimismo, se evaluó la tolerancia de las especies a tres niveles de lámina de agua: alto (>20 cm), medio (~10 cm) y bajo (solo sedimento húmedo) por 15 días.



Alto (>20 cm)



Medio (~10 cm)



Bajo (solo sedimento húmedo)

- Actualmente, se lleva a cabo un experimento paralelo con aguas residuales porcinas (~2 mg/L de fosfato), en el cual se realiza un muestreo semanal, y el piloto de humedad artificial in situ.

Resultados

- En las muestras de agua de Palora se detectó Diurón (140.73 µg/L), Metalaxil (12.35 µg/L), Azoxystrobin (83.23 µg/L) y Tebuconazol (13.74 µg/L). Las encuestas revelaron el uso de Azoxystrobin y Tebuconazol.
- En las *Eichhornia diversifolia* (Fig. 1) se observó un aumento progresivo en la conductividad y el pH del agua, indicando una posible acumulación de iones o transformación de compuestos. El oxígeno disuelto (DO) se mantuvo por debajo de 1 mg/L en la mayoría de los tratamientos, lo que puede reflejar una carga contaminante elevada o actividad biológica limitada.

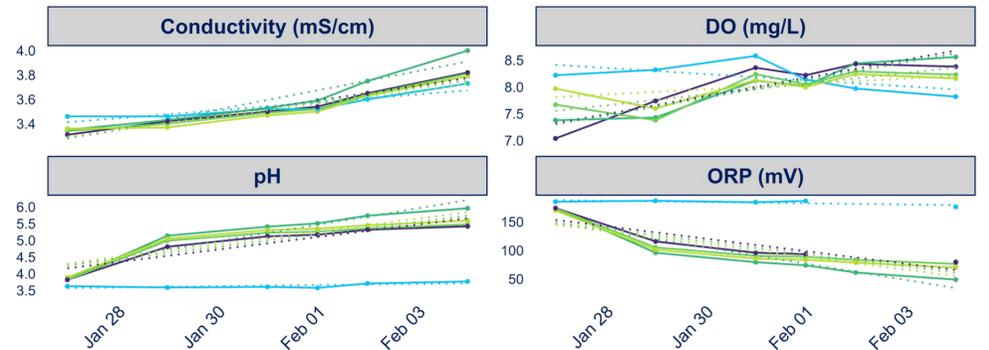


Fig 1.- Variación de los parámetros fisicoquímicos del agua durante la exposición de *Eichhornia diversifolia* a contaminantes.

- En los ensayos con *Salvinia minima* (Fig. 2) se evidenció un aumento continuo del pH y la conductividad, con valores iniciales más bajos en comparación con *E. diversifolia*. El DO se mantuvo más estable y superior a 7 mg/L, posiblemente debido a su naturaleza flotante y mayor exposición a la luz. El análisis de iones muestra tendencias de acumulación en el agua y en los tejidos vegetales.

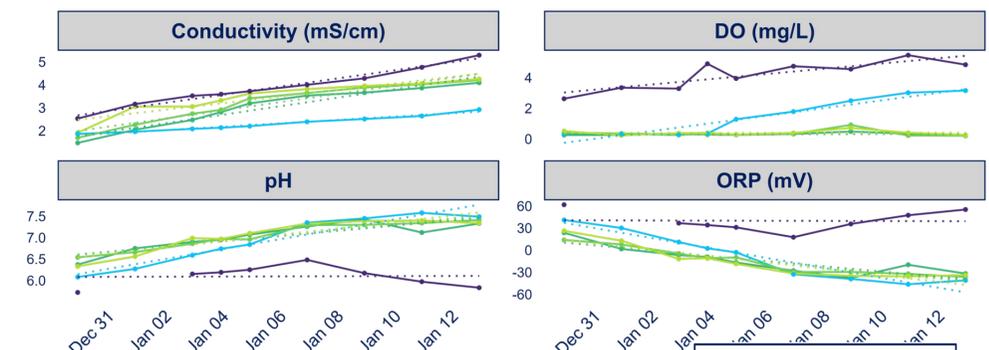


Fig 2.- Variación de los parámetros fisicoquímicos del agua durante la exposición de *Salvinia minima* a contaminantes.

- Ambas especies mostraron buena tolerancia a niveles medios (~10 cm) y altos (>20 cm) del agua, mientras que en condiciones de escasez de agua (solo sedimento) comenzaron a deteriorarse visiblemente a partir del día 15.
- El experimento con agua residual porcina (~2 mg/L de fosfato) está en curso y aún no se dispone de resultados.

Conclusiones

- Los resultados preliminares indican que *Eichhornia diversifolia* y *Salvinia minima* tienen potencial para ser utilizadas en sistemas naturales de tratamiento de aguas residuales. Ambas especies generan cambios en los parámetros fisicoquímicos del agua y presentan buena tolerancia a niveles de la lámina de agua medios y altos, lo que respalda su idoneidad para su implementación en humedales artificiales *in situ*.
- El análisis de residuos de pesticidas en agua, biomasa y sedimento, aún en espera, es fundamental para confirmar la eficiencia real de remoción de contaminantes. Por ello, los resultados presentados hasta el momento deben considerarse como parte de un análisis en desarrollo.

Agradecimientos

Este estudio forma parte del proyecto "VALORIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE TRATAMIENTO BIOLÓGICO Y REDUCCIÓN DE SU IMPACTO EN EL MEDIO ACUÁTICO (WAVERR)", financiado por VLIR-UOS, cuyo apoyo ha sido fundamental para la ejecución de las actividades de investigación.

Referencias Clave

[1] Wang, J., Fu, G., Li, W., Shi, Y., Pang, J., Wang, Q., Lü, W., Liu, C., & Liu, J. (2018). The effects of two free-floating plants (*Eichhornia crassipes* and *Pistia stratiotes*) on the burrow morphology and water quality characteristics of pond loach (*Misgurnus anguillicaudatus*) habitat. *Aquaculture and Fisheries*, 3(1), 22–29. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2017.12.001>

