

Sistema de Información para el monitoreo del lirio acuático de la Laguna de Yuriria

Judith Daniela Guzmán Mora e Igor Guryev

División de Ingenierías | Departamento de Estudios Multidisciplinarios | Universidad de Guanajuato

La laguna artificial de Yuriria está ubicada en el sur del estado de Guanajuato se construyó a partir de la desviación de caudales del Río Lerma por medio de un canal que fue construido en el año de 1548, la laguna es considerada la primera obra hidráulica de América y constituye uno de los lagos de agua dulce más importantes de la República Mexicana . Dicha laguna fue nombrada como Área Natural Protegida en la categoría de Restauración Ecológica en el 2001.

La importancia de la laguna radica en que proporciona una amplia variedad de servicios ambientales: actúa como un regulador de temperatura, es un hábitat de descanso y alimentación temporal de aves migratorias de la ruta del centro del país y además es un apoyo a la población cercana ya que es considerada la principal actividad económica del municipio ya que ahí se desarrollan actividades de pesca, ganadería, agricultura y turismo . Sin embargo, la laguna se ha deteriorado en factores ambientales como la calidad del agua, del suelo, el mantenimiento de los ecosistemas y las especies endémicas; estos problemas son derivados de que la laguna recibe aguas residuales provenientes de ciudades vecinas y del propio municipio de Yuriria además de la agricultura que se desarrolla alrededor del predio, provocando un exceso de nutrientes en el agua y por ende el crecimiento desmedido de especies acuáticas invasoras, principalmente el lirio acuático.

El lirio acuático (*Eichornia crassipes*) es una planta acuática perenne nativa del Río Amazonas en Brasil, ha sido introducida en varias regiones del mundo donde se ha propagado sin control debido principalmente a su rápida tasa de crecimiento siendo capaz de duplicar su biomasa en 6-14 días en condiciones propicias, es por esta razón que es considerada como una de las peores plantas

acuáticas invasivas en el mundo . El lirio acuático genera múltiples efectos negativos desde ecológicos, sociales y económicos, las densas matas de lirio obstruyen el libre paso del agua y de la navegación afectando también la pesca ya que es imposible el lanzamiento de las redes, también afecta la salud de las personas ya que las matas pueden llegar a albergar microorganismos patógenos que pueden provocar enfermedades, afecta la sobrevivencia de especies al reducir la luz solar y el oxígeno disuelto agotando los nutrientes y por último puede llegar a ser un impacto negativo en el turismo.

Una de las soluciones para manejar esta amenaza es a través del monitoreo y el mapeo preciso y oportuno utilizando diferentes tecnologías como por ejemplo drones, satélites o estudios de campo, con el monitoreo del lirio se puede estimar el tamaño de una infestación o es posible detectar nuevos florecimientos y así mantener el lirio controlado .

Un dron o también conocido como vehículo aéreo no tripulado (UAVs por sus siglas en inglés) es un tipo de aeronave ligera que puede ser controlado remotamente sin tripulación humana a bordo, el cual utiliza la fuerza de giro de las hélices para elevarse . Históricamente los drones han sido utilizados con fines militares , sin embargo, con el avance de la tecnología se ha logrado la implementación de drones en una amplia gama de situaciones en las que la presencia de humanos es difícil, imposible o peligrosa.

Los drones se han convertido en una herramienta poderosa para el monitoreo ambiental. El uso de drones también ofrece una alternativa de bajo costo, de alta resolución y disponibilidad al uso de satélites para el monitoreo e identificación de plantas acuáticas, sin embargo, la teledetección sigue siendo una herramienta útil en cuanto extensión espacial y

03

temporal, aunque una de las principales desventajas de los satélites es que la cobertura de las nubes interfiere en la toma de imágenes.

Por esta situación que se vive en la Laguna de Yuriria el presente proyecto tuvo como objetivo elaborar un sistema de información que permita monitorear la distribución del lirio relacionando el movimiento del lirio con las condiciones climáticas.

Metodología

El proyecto tuvo como propósito principal ofrecer un sistema de información de consulta sobre la relación de distribución del lirio acuático con el clima para su futuro análisis, también apoyar en los esfuerzos que se realizan en el monitoreo y control del lirio acuático, así como servir de base de datos para futuros estudios. Para lograr este objetivo, se obtuvieron imágenes del lirio acuático de la Laguna de Yuriria con un dron y se obtuvieron las condiciones climáticas del Sistema Meteorológico Nacional haciendo uso de un script.

En primer lugar, se seleccionó el área de muestreo desde donde se tomaron las imágenes, teniendo en cuenta la accesibilidad del sitio tomando en cuenta la peligrosidad, la visibilidad del lirio y las condiciones del lugar. La recolección de fotografías se realizó mediante el uso de un dron que permitió obtener imágenes de alta resolución de la laguna, dicho dron se programó por medio de un SDK (*Software Development Kit*) para aplicaciones móviles *DJI Mobile SDK*, también se utilizó *Android Studio* para manejar el dron desde una aplicación móvil.

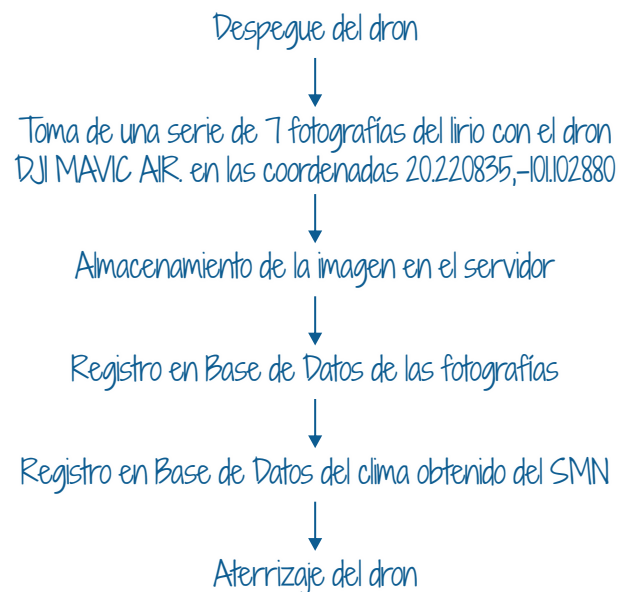
Para la recopilación de datos de las condiciones se recurrió a los datos proporcionados por el Sistema Meteorológico Nacional (*SMN*) en su página oficial <https://smn.conagua.gob.mx/es/> estos datos fueron recopilados y almacenados a través de un script que recolecta la información necesaria cada hora y la almacene en la base de datos.

La información tanto de las imágenes como de las condiciones climáticas se almacenó en una base de datos relacional usando *MySQL* utili-

zando scripts programados con *PHP* y *Python* con el objetivo de automatizar el proceso.

Finalmente, se creó una página web interactiva que permite visualizar los resultados de la investigación de manera clara y accesible para el público en general. En ella, se muestran las imágenes tomadas por el dron y se presentan los datos climáticos correspondientes a la imagen.

Por último, se realizaron pruebas y validaciones del sistema de información y la página web, con el fin de garantizar su correcto funcionamiento y la calidad de la información presentada.



El flujo del sistema de información desarrollado se puede observar en la Fig. 1.

Resultados

Las fotografías fueron tomadas 08 de junio al 15 de septiembre del 2022, cada hora y media a dos horas en un horario laboral de 8:00 a.m. a 04:00p.m. por lo que en un día sin interrupciones ni problemas se tienen 4 imágenes, en la Fig. 2 se puede observar claramente la dispersión del lirio acuático dependiendo de la hora.

Por último, en la página web desarrollada se puede seleccionar el día y la hora que se quiera consultar, una vez seleccionado, la página muestra en forma de carrusel las fotografías del día elegido con el clima correspondiente (Fig. 3).



Conclusiones

El sistema desarrollado permite monitorear el lirio acuático de la laguna a través de la toma automática de imágenes con drones y de datos climáticos del SMN y su almacenamiento en base de datos para ser mostrados al usuario final a través de una página web de consulta.

Con el sistema desarrollado se espera servir de consulta de información histórica para próximos estudios.

Como trabajo futuro se espera que estas imágenes puedan ser analizadas a través de procesamiento de imágenes con el objetivo de estudiar la distribución y movimiento del lirio acuático pudiendo obtener información sobre su movimiento a través con el tiempo y cómo afecta el tiempo meteorológico.

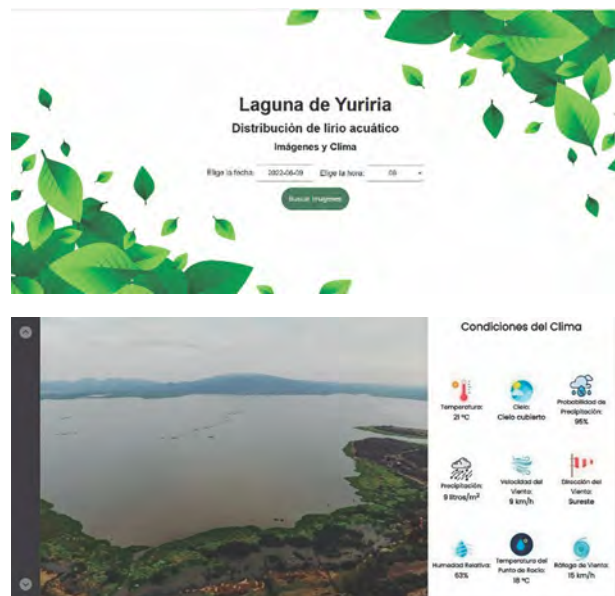


Figura 3. Página web

Referencias

- Datta, A., Maharaj, S., Prabhu, G. N., Bhowmik, D., Marino, A., Akbari, V., Rupavatharam, S., Sujeetha, J. A. R. P., Anantrao, G. G., Poduvattil, V. K., Kumar, S. y Kleczkowski, A. 2021. Monitoring the Spread of Water Hyacinth (*Pontederia crassipes*): Challenges and Future Developments. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9(January), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.631338>
- Espinal Carreón, T., Sedeño Díaz, J. E. y López López, E. 2013. Evaluación de la calidad del agua en la laguna de Yuriria, Guanajuato, México, mediante técnicas multivariadas: Un análisis de valoración para dos épocas 2005, 2009–2010. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 29(3), 147–163
- Guevara, M. F. y Ramirez-Cando, L. J. 2015. *Eichhornia crassipes*, its invasiveness and phytoremediation potential. *La Granja*, 22(1), 18–25. <https://doi.org/10.17163/lgr.n22.2015.01>
- Hailu, A. y Degaga, E. G. 2019. Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) Biology and Its Impacts on Ecosystem, Biodiversity, Economy and Human Well-being. *Journal of Natural Sciences Research*, 8(March), 94–100. <https://doi.org/10.7176/jnsr/9-12-04>
- Hassanalain, M. y Abdelkefi, A. 2017. Classifications, applications, and design challenges of drones: A review. *Progress in Aerospace Sciences*, 91(November 2016), 99–131. <https://doi.org/10.1016/j.paerosci.2017.04.003>
- Kislik, C., Dronova, I. y Kelly, M. 2018. UAVs in support of algal bloom research: A review of current applications and future opportunities. *Drones*, 2(4), 1–14. <https://doi.org/10.3390/drones2040035>
- POGEG. 2001. Decreto Gubernativo Número 96. *Periódico Oficial Del Estado de Guanajuato*, 10–17
- POGEG. 2005. Resumen del programa de manejo del Área Natural Protegida en la categoría de Área de restauración ecológica "Laguna de Yuriria y su zona de influencia" Gobierno del Estado de Guanajuato. *Periodico Oficial Del Gobierno Del Estado de Guanajuato*, 84–99