

# Modelo de crecimiento de plantas ornamentales mediante redes neuronales artificiales cultivadas en humedales construidos de flujo horizontal tratadas con aguas residuales domésticas

Annie Rossalit Crescencio Platón<sup>1,\*</sup>, Carlos Yossio Nakase Rodríguez<sup>2</sup> y Luis Carlos Sandoval Herazo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Misantla, División de Posgrados e Investigación, Laboratorio de Humedales y Sustentabilidad Ambiental, Veracruz, México, C.P. 93821; annie.rossalit26@gmail.com

<sup>2</sup> División de Estudios de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Misantla, Misantla, Veracruz, México, C.P. 93821; cynakaser@itsm.edu.mx; lcsandovalh@itsm.edu.mx

\* Autor de correspondencia: annie.rossalit26@gmail.com.

**Bioinformática aplicada a desarrollo sustentable o energías renovables** (Modelamiento)

**Palabras clave:** modelado, redes neuronales artificiales, plantas ornamentales, inteligencia artificial, humedales construidos

**Introducción.** El uso de plantas con flores ornamentales en Humedales Construidos es una excelente opción y se deben hacer esfuerzos para incrementar la adopción de estos tipos de sistemas y utilizarlos en áreas domiciliarias, rurales y urbanas. (Sandoval et al., 2019) En este estudio se propone desarrollar un modelo de crecimiento de las plantas ornamentales que son cultivadas en humedales construidos de flujo horizontal tratadas con aguas residuales domésticas, para dar una predicción clara de las plantas y conocer en qué tiempo aproximado la planta florece o se marchita y reemplazarla, para que siga cumpliendo de forma favorable el sistema de humedal construido.

**Materiales y métodos.** Las plantas ornamentales que se sembraron en los humedales construidos de flujo horizontal son de 3 especies: *Heliconia latispatha*, *Strelitzia reginae* y *Alpinia purpurata* K. Schum. Las variables que se utilizarán como entrada son variables cuantitativas continuas, debido a que se realizan medidas físicas para evaluar y comparar el desarrollo de las plantas ornamentales sembradas en los humedales construidos de flujo horizontal como la altura, el tallo, la medida de largo y ancho de cada una de sus hojas, etc. En la figura 1 se aprecia la estructura de las celdas del Humedal Construido de Flujo Subsuperficial Horizontal (HC-FSSH).

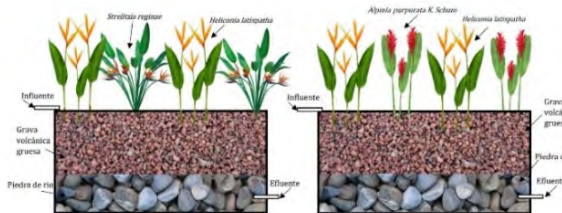


Figura 1. Estructura de las celdas del Sistema de tratamiento de HC-FSSH.

La razón detrás del uso de las redes neuronales es para obtener resultados más precisos ya que tiene un alto valor de precisión a comparación de los demás modelos tradicionales y se trabaja mejor con mayor cantidad de datos. El tipo de redes más comúnmente utilizado en el campo del modelado y la predicción es la red neuronal feedforward (FFNN) (Mjalli, et al., 2007) De acuerdo a estudios realizados se optó por implementar este tipo de red para dicha investigación. En la figura 2 se muestra el modelo de una red neuronal artificial.

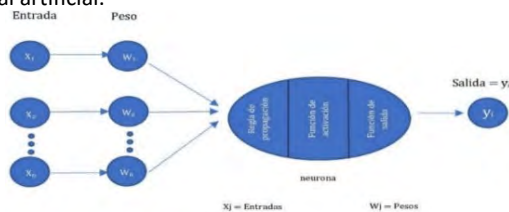


Figura 2. Modelo de una Red Neuronal Artificial

**Resultados.** La implementación de estos sistemas para conocer el funcionamiento de forma adecuada requiere de largos periodos de estudios que generalmente se han desarrollado a escala en laboratorios y no llegan a cubrir estos tiempos, en este sentido la incorporación de la Inteligencia Artificial podría darnos una información más precisa de su comportamiento evaluando algunos datos obtenidos durante un periodo determinado de tiempo. Los resultados obtenidos de la recolección de datos del crecimiento de las plantas ornamentales se observan en la figura 3, donde se puede apreciar las fotografías del antes y después de su desarrollo, además de una gráfica con las medidas en centímetros de cada una de éstas para conocer su incremento en los meses recientes de estudio. Con las medidas obtenidas de cada planta se introducirán en la red neuronal artificial para predecir el comportamiento de la misma sin utilizar un biomodelo mecánico que implica un alto grado de complejidad e incertidumbre.

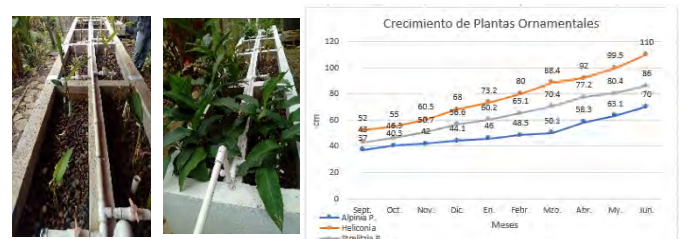


Figura 3. Crecimiento de plantas ornamentales en cm.

**Conclusiones.** Con la aplicación de las redes neuronales artificiales se espera obtener resultados en un periodo de tiempo más corto a comparación del tiempo empleado en laboratorios, y así mismo que indiquen el mejor momento en realizar el cambio de las plantas al marchitarse ya que si las plantas no se encuentran en buenas condiciones puede provocar cambios en el sistema de humedales y afectar de esta manera en el tratamiento de aguas residuales domésticas. Por lo tanto, se pretende ahorrar tiempo, y al mismo tiempo generar ingresos extra con el cultivo de las plantas ornamentales a las personas que brindan mantenimiento a los humedales construidos.

## Bibliografía.

- Mjalli, F. S., Al-Asheh, S., & Alfadala, H. E. (2007). Use of artificial neural network black-box modeling for the prediction of wastewater treatment plants performance., *Journal of Environmental Management*, 83(3), 329-338.
- Sandoval, L. C., Zamora-Castro, S. A., Vidal-Alvarez, M., & Marín-Muñiz, J. L. (2019). Role of Wetland Plants and Use of Ornamental Flowering Plants in Constructed Wetlands for Wastewater Treatment: A Review. *Applied Sciences*, 9(4), 685.