¿SE PUEDE SUMAR EL ACLAREO COMO UNA VARIABLE MÁS DEL MONITOREO DE ZONAS DE RESTAURACIÓN DE MANGLAR?

Melissa Grisel Osorio Ledezma[1], Agustín de Jesús Basáñez Muñoz[1,2]* Ascensión Capistrán-Barradas[1,2], Celina Naval-Ávila[1,2]

[1] Maestría en Manejo de Ecosistemas Marinos y Costeros. Universidad Veracruzana [2]Cuerpo Académico Manejo de Ambientes Marinos y Costeros. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Veracruzana, Km. 7.5 carretera Tuxpan-Tampico, Col. Universitaria 92805, Tuxpan, Veracruz, México.

Melissa Grisel Osorio-Ledezma: zs22000181@estudiantes.uv.mx

Ascensión Capistran-Barradas: acapistran@uv.mx

Celina Naval-Ávila: cnaval@uv.mx

*Correo de autor por correspondencia: abasanez@uv.mx

Introducción

Los manglares son de los ecosistemas más valiosos e importantes en las zonas costeras tropicales, ya que brindan numerosos servicios ecosistémicos a las comunidades (Walters et al., 2008). Sin embargo, actualmente las condiciones de suelo, vegetación entre otras, han generado modificaciones en los patrones de inundaciones, degradación de muchos de estos ecosistemas (Pérez, et al., 2021; Calderón et al., 2009). Para hacer frente a esta situación se han desarrollado diversas técnicas de restauración (Nello *et al*., 2018).

La restauración ecológica es el proceso de ayudar a recuperar un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido (Aguirre y Velasco, 2013). El proceso depende del tipo y magnitud de las perturbaciones que lo han afectado (Danielson *et al*., 2017).

Las técnicas de restauración se clasifican en dos tipos: restauración pasiva (acciones emprendidas para favorecer la regeneración natural, por ejemplo, propiciar la conectividad hidrológica) y restauración activa (acciones que requieren la intervención humana, por ejemplo, la repoblación vegetal) (Zhao *et al*., 2016).

Es muy importante que después de la restauración ecológica se implementen acciones de monitoreo en el corto, mediano y largo plazo (Teutli-Hernández *et al*., 2020).

El monitoreo es la recolección sistemática y repetida de datos, observaciones y estudios sobre un área o fenómeno determinado con el fin de caracterizar el estado actual y documentar los cambios que ocurren a lo largo del tiempo (Aguilar-Garavito y Wilson-Ramírez, 2015).

Son tres los componentes que se monitorean en una restauración de manglares: el ecológico, fisicoquímico e hidrológico. El papel principal del monitoreo de un componente es medir su respuesta en el ecosistema restaurado. En este trabajo abordaremos sólo el componente ecológico, el cual, incluye, las siguientes variables ecológicas: riqueza de especies, densidad, altura, diámetro y supervivencia de los individuos, su seguimiento en el tiempo es un reflejo de las condiciones ambientales que se van generando en el sitio restaurado, a mediano y largo plazo (Herrera-Silveira *et al*., 2020).

Además, con el monitoreo de estas variables en un manglar restaurado se puede explicar el grado de recuperación en diferentes períodos de tiempo y así, indicar cuando las acciones de restauración restablecen las condiciones de las variables y de esta manera se instauran condiciones favorables para el desarrollo del manglar, tomando como ejemplo un sitio de referencia (Teutli-Hernández et al., 2020).

La importancia de monitorear el componente ecológico (estructura de la vegetación) ayuda a entender el proceso de la restauración, que, por su sencillez y rapidez de medición, facilita la interpretación o comparación de datos con otros sitios y garantiza su existencia y conservación (Ruíz-Jaen y Mitchell, 2005).

Cuadros y colaboradores. (2012), consideran al monitoreo ecológico como una herramienta eficaz para proyectos de conservación, sin embargo, también identifican fallas en los programas de monitoreo reportando que, para el caso de Colombia, se presentan casos en los que estos programas no alcanzan los objetivos propuestos. Es importante considerar la etapa de monitoreo bajo un enfoque adaptativo que permita adecuar las estrategias de acuerdo con los objetivos planteados (Teutli-Hernández et al., 2020).

Desarrollo

Para el monitoreo se seleccionan variables específicas que funcionen como variables de éxito (características fisiológicas, estructurales, hidrológicas, fisicoquímicas, de agua y suelo, entre otras). Estas variables deben ser medidas con sus respectivos indicadores (Teutli-Hernández et al., 2020).

Un indicador debe ser medible y servir para evaluar el estado de la composición, estructura y función de sistemas ecológicos (Niemi y McDonald, 2004). El éxito de una restauración se evalúa por indicadores a corto, mediano y largo plazo. A corto plazo nos referimos a días-semanas-meses, mediano plazo entre 1 a 5 años y largo plazo, más de 5 años. Un indicador ecológico es, por ejemplo, la medición de la estructura vegetal y su papel es medir la respuesta del proceso de restauración (Teutli-Hernández et al., 2020).

En el presente artículo se basa en un manglar degradado asociado a la laguna de Tampamachoco por efecto de la interrupción del flujo de agua, se llevaron a cabo diferentes etapas en su proceso de restauración. En principio se trabajó en la rehabilitación hidrológica y posteriormente se aplicó una restauración asistida con repoblación en centros de dispersión.

De acuerdo con Teutli-Hernández et al. (2020), estos centros, se aplican cuando los niveles topográficos son menores a los de referencia y el nivel del agua no permite la regeneración. Su función es crear las condiciones propicias para el establecimiento natural de plántulas.

En 2013, 2019 y 2022 se realizaron centros de dispersión en el sitio de 10 x 10 m, 6 m y 1 m de diámetro, respectivamente, por lo que se tienen procesos de repoblación en el corto (un año), mediano (cuatro años) y largo plazo (10 años). En diciembre de 2023, se realizaron mediciones de composición y estructura (riqueza, altura, diámetro, área basal y densidad) en 28 centros de dispersión (10 del 2013 y 2019, y 8 del 2022) (Figura 1).



Figura 1. Restauración en centros de dispersión de 1 año de antigüedad 0.87m^2 (izquierda), los de forma círculo 28.27 m^2 (4 años de antigüedad) y 100 m^2 (10 años de antigüedad) (derecha)**.**

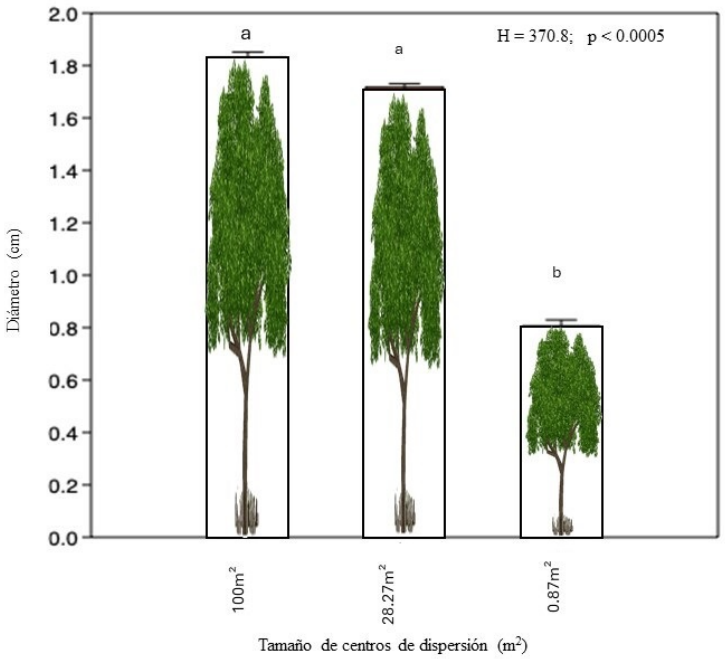


Figura 2. Diámetros por centros de dispersión de 100 m^2 (10 años de antigüedad), 28.27 m^2 (4 años de antigüedad) y 0.87 m^2 (un año de antigüedad).

En los centros de dispersión se establecen las tres especies de mangle reportadas para la zona de influencia (*Rhizophora mangle, Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*), en la tabla 1, se mencionan los promedios de las variables calculadas en los centros de dispersión en el corto (un año), mediando (cuatro años) y largo plazo (10 años).

Tabla 1. Variables medidas en los centros de dispersión en el corto (un año), mediano (cuatroa años) y largo plazo (10 años).

Variables	Centros de dispersión de un año	Centros de dispersión de cuatro años	Centros de dispersión de 10 años
Altura (m)	0.30	1.32	1.15
Diámetro (cm)	0.8	1.71	1.82
Área Basal (m^2/ha)	-	0.0958	0.0334
Densidad (ind/m^2)	34	9.34	2.19

Figura 2. Se pueden observar los promedios de diámetro de los tres tipos de centros de dispersión, es notorio que entre el valor de 1.82 cm de aquellas plantas que tienen 10 años y 1.71 cm de las de cuatro años, no se presenten diferencias estadísticas significativas, dado que solo son 0.11 cm (1 mm) de diferencia, y aunque sí existe diferencia estadística con el promedio de diámetro las plántulas de un año, esta es de un solo un centímetro.

Es conocido que, las etapas tempranas del crecimiento de árboles se distinguen por un aumento de talla, por su parte, el incremento en diámetro se presenta cuando las ramas y copa se encuentran por encima de aquellas que van quedando más bajas. Sin embargo, a una alta densidad en un espacio dado, el crecimiento seguirá siendo en altura, pero con un bajo aumento del diámetro al entrar en competencia por luz, agua y nutrientes (Mariscal et al., 2000).

Entonces podemos hacernos la siguiente pregunta....

¿Se considera en los programas de monitoreo el principio de aclareo sobre la densidad de plantas?

Por aclareo entendemos la eliminación de algunas plantas con la finalidad de proporcionar a los que quedan en pie, mejores condiciones de crecimiento. La densidad se define como la expresión o medida del grado de competencia de plantas según su número y distribución en un sitio (Mariscal et al., 2000).

Araujo (2023), al hacer un cálculo de ocupación de las plantas sobre un centro de dispersión de 28.27 m^2 con base en el área foliar, obtuvo un 68.37% de cobertura, es decir, una aproximación promedio de 264 plantas (9.34 plantas/m^2 x 28.27 m^2) (Fig. 1).

El fundamento del manejo forestal, propuesto por Mariscal et al. (2000), queda evidenciado en la relación de los promedios de diámetro entre centros de dispersión que tienen un año (0.80 cm), cuatro años (1.71 cm) y 10 años (1.82 cm), observándose un nulo aumento diamétrico en los individuos en seis y un año de diferencia.

Alexandris et al. (2013) citando a Luo et al. (2010), establecen que, en proyectos de restauración exitosos, con base en los atributos estructurales de la vegetación, son necesarios al menos dos décadas para evaluar el éxito. Por lo que la pregunta es ¿Se debe hacer un aclareo en el corto y mediano plazo de haber realizado el centro de dispersión o se deben esperar más de 10 años para que produzca un autoaclareo?

Conclusión

Se puede recomendar que el uso de la densidad y el diámetro en el corto y mediano plazo, pueden ser un criterio para generar mejores prácticas en cuanto al monitoreo en una restauración, y estar en posibilidades de proponer un aclareo para evitar la competencia en los centros de dispersión y asegurar que las plantas en años posteriores puedan desarrollarse estructuralmente como árboles.

Referencias

Araujo, E. (2023). *Guía de aplicación de imágenes digitales y su procesamiento para estimar área foliar en sitios de restauración de manglar. Trabajo Práctico Educativo.* Universidad Veracruzana.

Aguilar-Garavito, M. y Ramírez, W. (Eds.) (2015). *Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá D.C., Colombia. 250 pp.

Alexandris, N., Chatenoux, B., Lopez Torres, L., y Peduzzi, P. (2013): *Monitoring mangrove restoration from space*, UNEP/GRID-Geneva.

Aguirre, N., Torres, J., y Velasco, P. (2013). *Guía para la restauración ecológica en los páramos del Antisana*. Volumen I, 9-13 pp. Quito, Ecuador: Fondo de protección del agua FONAG: 25 p.

Calderon, C., Aburto, O. y Ezcurra, E. (2009). *El valor de los manglares.* CONABIO. Biodiversidad 82 (enero-febrero):1-6.

Cuadros, I., Zamora, C. y Acosta, A. (2012). Monitoreo ecológico como herramienta eficaz de manejo. En: M. Romero-Torres y A. Acosta. (Eds). *Conocimiento científico permeando la política ambiental.* (pp. 117-143). Pontificia Universidad Javeriana, Conservación Internacional Colombia, Bogotá D.C. Colombia, 150 p.

Danielson, T.M., Rivera-Monroy, V.H., Castañeda-Moya, E, Briceño, H., Travieso, R., Marx, B.D., Gaiser, E. y Farfán, L.M. (2017). Assessment of Everglades mangrove forest resilience: Implications for above-ground net primary productivity and carbon dynamics. *Forest Ecology and Management 404:* (pp. 115-125). http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2017.08.009

Herrera Silveira, J., Teutli, C., Gómez Ruiz, P., & Comín, F. A. (2020). Restauración ecológica de manglares de México. Gobernanza y Manejo de las Costas y Mares ante la Incertidumbre, Una Guía para Tomadores de Decisiones, 649-674.

Ruiz Jaen, M. C., & Mitchell Aide, T. (2005). Restoration success: how is it being measured. *Restoration ecology, 13*(3), 569-577.

Martin, D.M. (2017). Ecological restoration should be redefined for thetwenty-first century. *Restoration Ecología*, 25(2): 668-673.

Mariscal, E., Martínez, R., & Hagiwara, T. (2000). Manual de manejo de bosques naturales. Proyecto de desarrollo técnico de la conservación de los bosques. CEMARE-JICA-ANAM. Manual. Río Hato, Panamá.

Nello, Tony; Fonseca, Francisco; Raes, Leander; Sanchún, Andrés; Saborío, Javier y Chacón, Óscar, (2018) Restauración de manglar y bosque de galería. Serie de guías técnicas para la restauración en El Salvador, 6. San José, Costa Rica: UICN-ORMACC. xii, 24 p.

Niemi, G.J. y McDonald, M.E. (2004). Application of ecological indicators. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 35: 89-111.

Pérez Hernández, M. J., Hernández Acosta, E., Sánchez Jiménez, R., González Gervacio, C., & Madrigal Reyes, S. (2021). Dinámica de cambios de uso de suelo y vegetación por actividades antropogénicas en Zaachila, Oaxaca. *Revista Mexicana de ciencias forestales*, vol.12, 40p.

Teutli Hernández, C., Herrera-Silveira, J. A., Cisneros-de la Cruz, D. J., & Roman-Cuesta, R. M. (2020). *Guía para la restauración ecológica de manglares: lecciones aprendidas.* CIFOR, 56p.

Teutli-Hernández, C. y Herrera-Silveira, J.A. (2006). Estrategias de restauración de manglares de México: el caso Yucatán. En: Ceccon, E. y Martínez-Garza, C. (Coord). *Experiencias mexicanas en la restauración de los ecosistemas*. Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma del Estado de Morelos y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 577 p.

Walters, B.B., Rönnbäck, P., Kovacs, J. M., Crona, B., Hussain, S. A., Badola, R., primavera, J.H., Barbier, E. y Dahdouh-Guebas, F. (2008). Ethnobiology, socioeconomics, and management of mangrove forests: A review. *Aquatic Botany*, 89, 220-236. Doi: 10.1016/j.aquabot.2008.02.009

Zhao, Q., Bai, J., Huang, L., Gu, B., Lu, Q., & Gao, Z. (2016). A review of methodologies and success indicators for coastal wetland restoration. *Ecological Indicators*, 60, 442–452. doi: 10.1016/j.ecolind.2015.07.003