

ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO DE LA RESTAURACIÓN DE ZONAS COSTERAS EN MÉXICO**CURRENT STATE OF KNOWLEDGE FOR THE RESTORATION OF COASTAL ZONES IN MEXICO**

María de Fatima Amarán¹, Armando Luna Robles^{1*}, Carlos Alberto Mora² y Eduardo Alanís¹

¹Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales. Linares, Nuevo León, México.

²Instituto para el Manejo y Conservación de la Biodiversidad A.C. México

*Autor para correspondencia lunkkaa@gmail.com

RECIBIDO:

21/Febrero/2021

ACEPTADO:

11/Mayo/2021

PALABRAS CLAVE:

vegetación costera,
conservación,
regeneración,
manglar,
dominancia de
especies

KEYWORDS:

coastal vegetation,
conservation,
regeneration,
mangrove, species
dominance

RESUMEN

Las zonas costeras contienen hábitat y ecosistemas que proporcionan beneficios y servicios a las comunidades, además, constituyen la primera barrera natural protectora ante fenómenos climatológicos. Son clasificadas de acuerdo con diferentes criterios, como la estructura y configuración de las costas, así como con el ascenso del nivel del mar. El objetivo de la investigación fue determinar el estado actual del conocimiento de las zonas costeras en México. Para ello, se realizó una revisión de publicaciones científicas sobre restauración y regeneración de las comunidades vegetales que conforman las zonas costeras del territorio mexicano. La búsqueda se llevó a cabo a través de buscadores especializados como: BioOneResearchEvolved, Research Gate, SCOPUS, Journal Storage (JSTOR), Google académico y LATINDEX. El período de búsqueda abarcó desde el año 1991 hasta la actualidad. Para una búsqueda más eficiente se utilizaron palabras claves en idioma español e inglés, lo que permitía tener mayores oportunidades de resultados favorables. Arrojando que el periodo 2011-2015 obtuvo mayor número de publicaciones con 59 mientras que en el periodo 1991-1995 solo se encontró una publicación. La mayor parte de las investigaciones fueron realizadas en el estado de Veracruz con el 30%. El tipo de investigación más recurrente fue de tipo descriptivo representando el 79% del total, y la vegetación más estudiada correspondió a manglares con el 75% de las publicaciones. De las variables consideradas, la más representativa fue la dominancia de las especies presentes en las áreas de estudio con un valor de 53%. Por otra parte, todas las publicaciones reconocían la importancia de las comunidades costeras y la necesidad de estudios respecto a las mismas.

ABSTRACT

Coastal areas contain habitats and ecosystems that provide benefits and services to communities, and they also constitute the first natural protective barrier against climatic phenomena. They are classified according to different criteria, such as the structure and arrangement of the coasts, as well as the rise in sea level. The objective of the research was to determine the current state of knowledge for the coastal zones in Mexico. To do this, a review of scientific publications was carried out on restoration and regeneration of the plant communities that make up the coastal areas of the Mexican territory. The investigation was carried out through specialized search engines such as: BioOneResearchEvolved, Research Gate, SCOPUS, Journal Storage (JSTOR), academic Google and LATINDEX. The search period spanned from 1991 to present day. For a more efficient search, keywords in Spanish and English were used, which allowed larger opportunities for favorable results. Results showed that the period 2011-2015 had a larger number of publications with 59, while in the period of 1991-1995 only one publication was found. Most of the research was carried out in the state of Veracruz with 30%. The most recurrent type of research was descriptive, representing 79% of the total and the most studied vegetation corresponded to mangroves with 75% of the publications. From the variables in consideration, the most representative was species dominance present in the study areas with a value of 53%. On the other hand, all publications recognized the importance of coastal communities and the need for studies regarding them.

INTRODUCCIÓN

La vegetación costera se presenta en México en todos los tipos de clima propios para la vida vegetal, prospera en áreas húmedas, pero también existe en lugares de escasa precipitación. Se concentra en zonas cercanas a los litorales y en regiones en que una precipitación relativamente alta coincide con abundancia de áreas de drenaje deficiente, como en la planicie costera del sur de Veracruz, Tabasco y Campeche, así como en la planicie costera de Nayarit, y en los alrededores de Tampico, Tamaulipas (Rzedowki, 2006).

La vegetación de zonas costeras de México tiene una longitud de costa en su parte continental de 11 592.8 km, ocupa el segundo lugar en América después de Canadá, el décimo cuarto en el mundo por su extensión territorial y el noveno por la extensión de la Zona Económica Exclusiva mundial. De acuerdo con la clasificación climática de Koeppen modificada por Rzedowski (2006) esta comunidad vegetal se subdivide en los siguientes seis tipos: manglar, popal, palmares, agrupación de halófitos, vegetación de dunas costeras, tulares y carrizales.

Las zonas costeras están sometidas a diferentes presiones no solo ambientales sino también políticas, sociales, y económicas. Lo que hace que su estudio sea particularmente complejo en algunas localidades. Los tipos de intereses sobre el uso de las tierras, así como la tenencia de estas, han llevado consigo la transformación de los ecosistemas alejándose cada vez más de su función biológica, y de conservación. La comunidad científica también se ha visto limitada por estas situaciones, aunado a la complejidad del estudio de estos ecosistemas y a la disposición de recursos necesarios para llevar a cabo las investigaciones. En su mayoría los enfoques de investigación están encaminados a la descripción de elementos en cortos periodos de tiempo. Lo que nos lleva a cuestionarnos si realmente son suficientes los conocimientos generados respecto a las zonas costeras de México. ¿Qué tan volcados estamos por conocer y comprender las dinámicas y variaciones de las zonas costeras? Si partimos del principio que las dunas costeras son consideradas como pioneras y principales fijadores de sustrato, dando inicio a las sucesiones ecológicas de las diferentes comunidades terrestres, y que es el hábitat de una gran diversidad de fauna, no sería difícil comprender la importancia del estudio de estas comunidades vegetales.

Por lo cual el trabajo tuvo como objetivo revisar las publicaciones científicas (artículos, memorias de simposios, extensos de congresos, libros, etc.) que evaluaran las comunidades vegetales en zonas costeras de México, desde el primer estudio reportado en 1991 hasta 2021. Para ello, se tomaron en consideración el año de publicación, tipo de investigación, localidad y comunidad vegetal evaluada. Con este documento se pretende que el lector: 1) cuente con una lista de las

investigaciones realizadas en el tema, 2) tenga una perspectiva cualitativa y cuantitativa de esta comunidad vegetal y 3) conozca las áreas de oportunidad para futuras investigaciones.

METODOLOGÍA

Se realizó una revisión bibliográfica de publicaciones científicas que tuvieran como objetivo el estudio cuantitativo o cualitativo de la restauración y regeneración de las especies de flora de la vegetación de las zonas costeras de México. La indagación se realizó empleando diversos buscadores web: BioOne, Research Evolved, Research Gate, SCOPUS, Journal Storage (JSTOR), Google académico, Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal (LATINDEX), Scientific Electronic Library Online (SciELO) y ACADEMIA. Para optimizar la búsqueda se utilizaron palabras claves en inglés y español, como: “regeneración”, “rehabilitación”, “restauración”, “manglar”, “popal”, “palmares”, “agrupación de halófitos”, “vegetación de dunas costeras” y “tulares y carrizales”.

Procesamiento de la información

Con base a los objetivos de los artículos científicos encontrados, la información se compiló en un cuadro resumen en donde se incluyó el nombre del autor, el año de publicación del artículo, el lugar donde se desarrolló la investigación, tipo de investigación, descriptiva (D), comparativa (C) o experimental (E) y el tipo de vegetación (manglar, popal, palmares, agrupación de halófitos, vegetación de dunas costeras y tulares y carrizales). Las variables consideradas para el análisis de la información fueron: porcentaje de sobrevivencia, mortalidad y germinación; variables dasométricas de diámetro normal (DN) y altura (h), además de los parámetros ecológicos de abundancia, dominancia y frecuencia relativa, así como índices de valor de importancia (IVI), valor relativo (IVR), riqueza de especies (S'), índice de Re-Duna y biodiversidad alfa y beta (α , β).

RESULTADOS

Se registraron 100 publicaciones científicas referentes a la descripción, restauración y regeneración de la vegetación de las zonas costeras de México. La gran parte de las publicaciones encontradas fueron desarrolladas en los estados del sureste del país con el 85% de los estudios totales, por otro lado, en el norte del país y los litorales oceánicos de manera general se presentaron tan solo el 15% de estos estudios.

Período de publicación

Para una mejor comprensión de los resultados se agruparon en periodos de 5 años (Grafico 1). se observa que no existe una tendencia clara al aumento paulatino y continuo de las investigaciones. Sin embargo, en el

último quinquenio se muestra una relación positiva respecto a los años anteriores; sobre todo en el período de 2011-2015, para un total de 59 investigaciones referentes al tema.

Zonas de estudio.- Se muestra un claro interés por el estudio de estos ecosistemas principalmente en el estado de Veracruz, el cual reporta 30 investigaciones, seguido de Yucatán, Campeche y Chiapas, aunque en menor número (Gráfico 2). Caso contrario para los estados del norte, en los cuales se presentaron escasas investigaciones. Las zonas más estudiadas se concentran principalmente en la costa del Golfo de México (71%), mientras que, solo el 29 % se registran para la costa del Pacífico.

Tipo de estudio.- Existe una fuerte tendencia a la generación de estudios descriptivos (81 estudios) de la vegetación, no siendo el caso para los otros tipos de

investigación donde sus reportes son menos frecuentes (Gráfico 3).

Tipo de vegetación costera.- De los 6 tipos de vegetación analizadas, la más estudiada corresponde al manglar (Gráfico 4), con un 75 % del total de las investigaciones; seguidas, menor medida de la duna costera y el popal. El resto de los ecosistemas tuvo escasos o nulos reportes de investigación.

Variables consideradas.- Se muestra la tendencia y relación de las variables estudiadas en el gráfico 5, mostrándose una alta incidencia en los análisis de estructura, enfatizando en la cobertura, frecuencia y abundancia relativa de los individuos estudiados. A estos le siguen estudios de supervivencia, mortalidad y germinación, además de los de índices de importancia ecológica. Siendo las demás variables escasamente estudiadas y relacionadas.

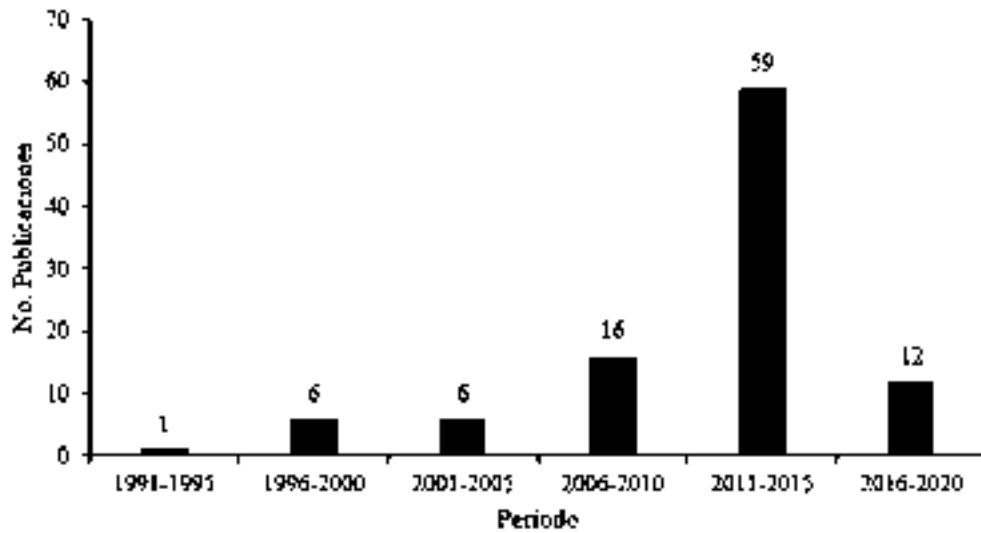


Gráfico 1. Investigaciones realizadas en la zona costera mexicana desde 1990-2020.

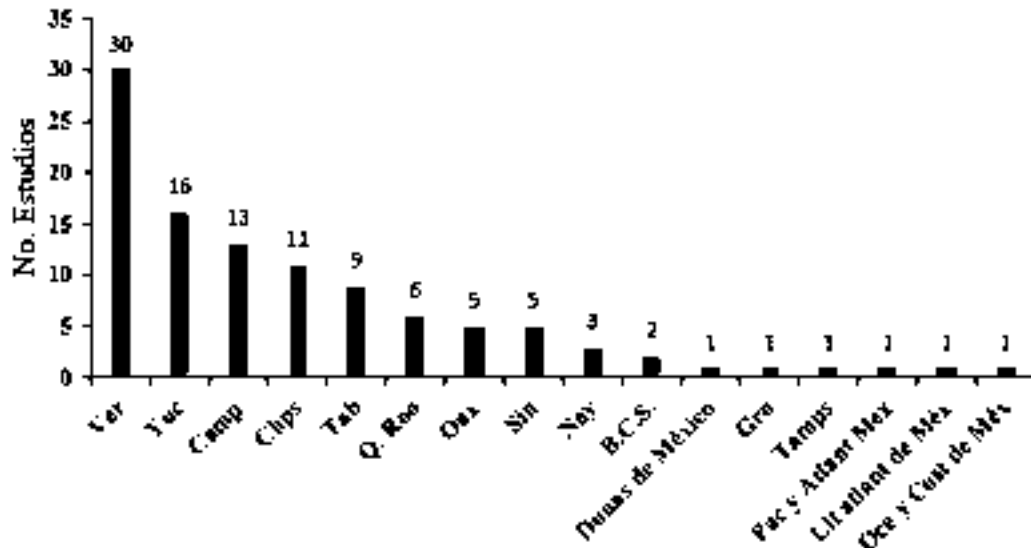


Gráfico 2. Áreas donde se han realizado estudios de zonas costeras en México

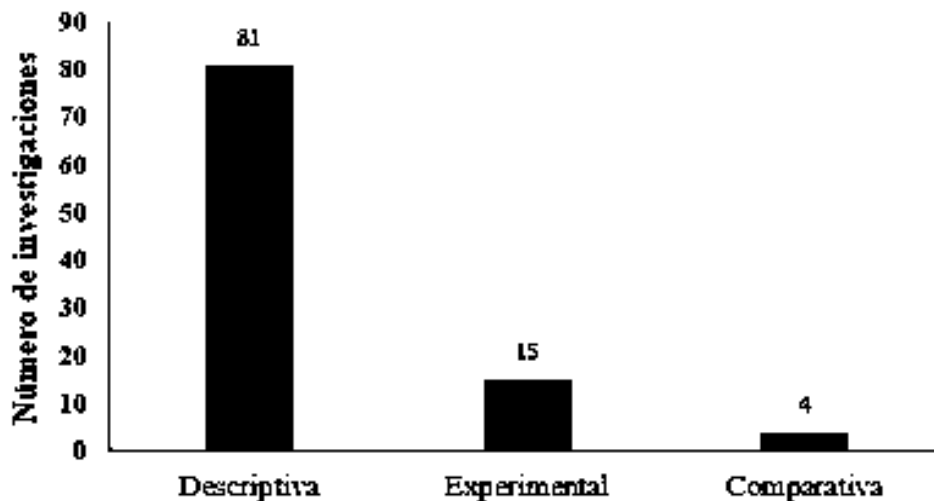


Gráfico 3. Tipos de investigación (Descriptiva, Experimental o comparativa) en las zonas costeras de México.

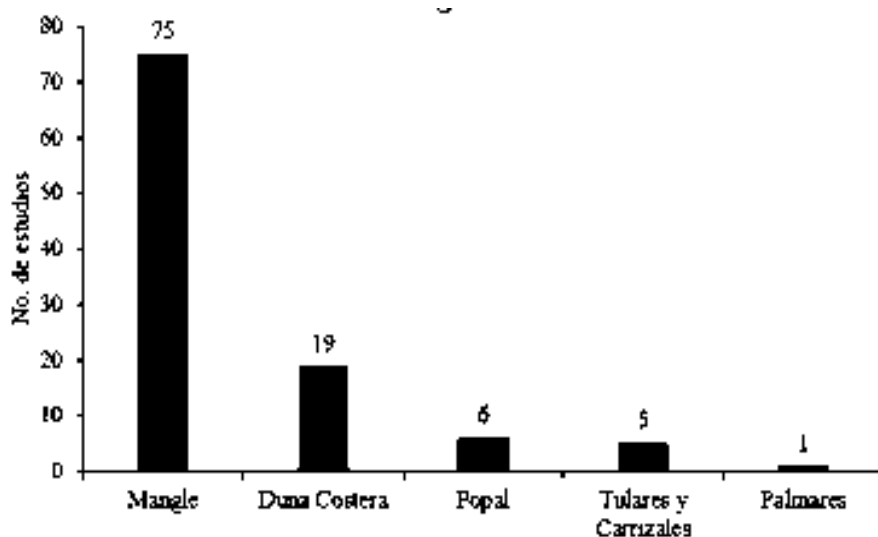


Gráfico 4. Distribución de estudios en los distintos tipos de vegetación en las zonas costeras de México

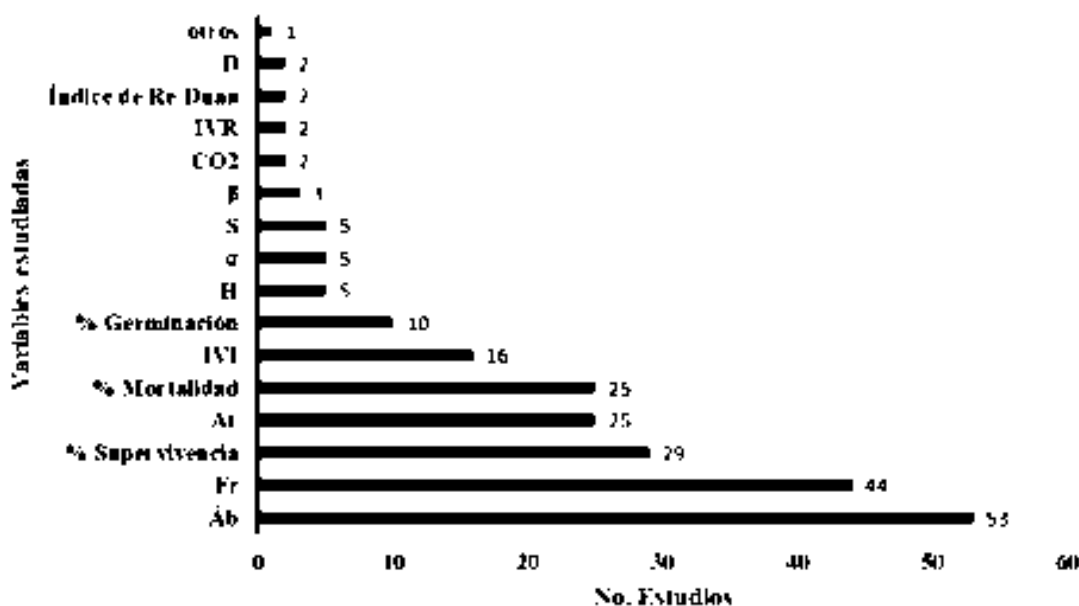


Gráfico 5. Numero de estudios donde se calcularon distintas variables (Ab= área basal, Fr= Frecuencia, % Supervivencia, % Mortalidad, IVI=Índice de valor de importancia, % de germinación, H= índice de Shannon, a=alfa, b= beta, Co₂= Captura de carbono, IVR).

CONCLUSIONES

La revisión bibliográfica aporta datos cuantitativos y cualitativos de las investigaciones que se han realizado en torno a las zonas costeras, lo que muestra el estado actual del conocimiento y áreas de oportunidad; también dilucida la falta de conocimientos en otros ecosistemas costeros como, dunas, tulares, carrizales, popales y palmares.

Los resultados de la investigación muestran la disparidad entre los estudios realizados de los ecosistemas de las zonas costeras, donde la mayor parte de los trabajos realizados son en manglares.

Además de ser una zona frágil y en constante proceso de adaptabilidad ante los diferentes eventos climatológicos, que cada vez son más constantes y de mayor intensidad. Lo que justifica el alto número de investigaciones que se encuentran enfocadas a este tipo de vegetación. Sin embargo, existen aún áreas de oportunidad de conocimiento o de estudio que deberían desarrollarse, ya que casi todos los estudios se encuentran concentrados en zonas cercanas unas de otras pertenecientes a una misma región. Por lo cual sería apropiado extender las investigaciones al resto de las zonas costeras del país. Sin lugar a duda la vegetación costera es sumamente importante ecológica y económicamente.

Existen escasas investigaciones realizadas en los primeros tres períodos revisados, un factor a considerar es que en estos probablemente había poca digitalización de manuscritos y, por lo tanto, poca difusión de estos en los medios electrónicos.

Aunque se han efectuado 4 ediciones hasta la fecha del Congreso Nacional de Ecosistemas de Manglar, solamente existe acceso digital a uno de los mismos, lo que limita la búsqueda y la obtención de resultados más certeros y fidedignos respecto al conocimiento actual de la vegetación costera de México.

Sería recomendable realizar más investigaciones enfocadas a la vegetación y ecosistemas contiguos a los manglares, ya que existen pocos reportes de estos, y estos son de suma importancia ecológica y se encuentran más propensos a sufrir cambios en su composición y estructura debido al cambio de uso de suelo, al estar más próximos a los asentamientos poblacionales.

REFERENCIAS

Acosta-Velázquez, J., Díaz-Gallegos, J. & Tovilla-Hernández, C. (2012). Transformaciones en la distribución y extensión de los manglares de Tabasco, México. (pp.88-89). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.

Adams-Schroeder, R.H. (1999). Recuperación con mangle blanco informe final y otros (*Laguncularia*

racemosa) de áreas impactadas por hidrocarburos y sus resultados: manejo como agrosilvo-ecosistema en la zona costera de Huimanguillo y Cárdenas, Tabasco. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. M076. D.F., México.

Agraz Hernández, C., Noriega-Trejo, R., López-Portillo, J., Flores-Verdugo, F.J. & Jiménez-Zacarías, J.J. (2006). Guía de Campo. Identificación de los Manglares en México. Universidad Autónoma de Campeche, p.45.

Agraz, C., y Arriaga., V. (2010). Restauración del manglar en la Laguna de términos. En Patrimonio natural de México, cien casos de éxito (pp.150-153). D.F., México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Agraz-Hernández, C., Osti-Saénez J., Chan-Kebe C., Chan-Canul E., Reyes-Castellanos J., Iriarte-Vivar S., Conde-Medina K.P., Cach-Ruiz M. & Martínez-Kumul G. (2012) Estrategia integral en la restauración ecológica del mangle, para la recuperación del tipo fisonómico y la producción de hojarasca (pp.155-157). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.

Agraz-Hernández, C. (1999). Reforestación experimental de manglares en ecosistemas lagunares estuarinos de la Costa Noroccidental de México. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Nuevo León, p.132.

Alonzo-Parra, D. (2011). Mejoramiento de humedales de zonas áridas y semiáridas de la Península de Yucatán - subzona de recuperación II de la Reserva de la Biosfera Ría Celestún (Isla Arena). Ducks Unlimited de México A.C. Informe Final SNIB-CONABIO, proyecto No. HH002. D.F., México.

Arceo-Carranza, D., Gamboa, E., Teutli-Hernández, C., Badillo-Alemán M. & Herrera-Silveira, J.A. (2016). Los peces como indicador de restauración de áreas de manglar en la costa norte de Yucatán. Revista Mexicana de Biodiversidad, 87(2), pp.489-496.

Barba-Macías, E., Rangel-Mendoza, R. & Ramos-Reyes., R. (2006). Clasificación de los humedales de Tabasco mediante sistemas de información geográfica. Universidad y ciencia trópico húmedo, 22(2), pp.101-110.

Basañez, A., Olmedo, G. & Rojas, P. (2006). Características estructurales y uso del manglar en el ejido Cerro de Tumilco, Tuxpan, Veracruz. México. Revista UDO Agrícola, 6(1), pp.114-120.

Basañez-Muñoz, A., Mendez-Cruz, F.V., Serrano-Solis, A. & Cuervo-López L. (2012). Efecto de tres sustratos

- en el desarrollo de raíces primarias en propágulos de *Rhizophora mangle* L. (pp.24-25). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- Basáñez-Muñoz, A., Serrano-Solís, A., Cuervo-López, L. & Cárdenas-del Ángel, S. (2016). Ensayos de reforestación con plantas de mangle en la reserva ecológica del complejo termoeléctrico "Presidente Adolfo López Mateos", Tuxpan, Veracruz. *Polibotánica*, 42, pp.91-101.
- Bashan, Y., Kamnev, A. & Bashan, L. (2013). A proposal for isolating and testing phosphate-solubilizing bacteria that enhance plant growth. *Biology and Fertility of Soils*, 49(1), pp.1-2. 10.1007/s00374-012-0756-4.
- Benítez-Pardo, D., Flores-Verdugo, F. J., Casas-Valdez, M., Hernández-Carmona, G., Valdez-Hernández, J.I. & Gómez-Muñoz, V. (2015). Forestación de isletas de dragado utilizando dos especies de mangles, en una laguna costera del Golfo de California, México, *Botanical Sciences*, 93(1), pp.165-174.
- Berlanga-Robles, C.A. & Ruiz-Luna, A. (2006). Evaluación del cambio en el paisaje y sus efectos sobre los humedales costeros del sistema estuario de San Blas, Nayarit (México) por medio de análisis de imágenes Landsat. *Ciencias Marinas*, 32(3), pp.523-538.
- Blancas-Gallangos, N., Sánchez-Martínez, E. & Santos-González, P. (2012). Restauración en el área de protección de flora y fauna, manglares de Nichupté. Q. Roo. Caso de estudio específico (pp.162-163). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- Carbajal-Evaristo S., Tovilla-Hernández C., De la Presa-Pérez J.C., Ovalle-Estrada, F. (2012). Estructura de los manglares del parque nacional lagunas de Chacahua, Oaxaca, México (pp.198-199). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- Cárdenas-del Ángel, S., Basáñez-Muñoz, A. & Serrano-Solís, A. (2012). Avances en el diagnóstico del área para identificar las causas de degradación de un manglar del sitio Ramsar no. 1602 (pp.186-187). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- Carmona-Díaz, G. (2012). Nuevo derrame de petróleo en el manglar del río Coatzacoalcos, Veracruz, México (pp.36-37). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- Castillo, S. & Moreno-Casasola, P. (1998). Análisis de la flora de dunas costeras del Litoral Atlántico de México. *Acta Botánica Mexicana*, 45, pp.55-80.
- Castillo-Domínguez, S., Agraz-Hernández, C.M., Chan-Keb, C., Gómez-Ramírez, D., Conde-Medina, K.P., Osti-Saenz, J. & Reyes-Castellanos, J. (2012). Unidades ambientales como instrumento para la conservación y restauración del ecosistema de manglar de la laguna de Términos, Campeche, México (pp.100-101). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- Chávez-López, R. (2017). Estuarios ciegos en la costa de Veracruz, México. *Biología, Ciencia y Tecnología*, 10(38), pp.697-721.
- De La Lanza-Espino G., Alcocer D.J., Moreno R.J.L. & Pulido H.S. (2008). Análisis químico-biológico para determinar el estatus trófico de la laguna de Tres Palos, Guerrero, México. *Hidrobiológica*, 18, pp.21-30.
- De la Lanza-Espino, G., Sanchez-Santillán, N., Sorani, V. & Bojórquez-Tapia, J. L. (1996). Características geológicas, hidrológicas y del manglar en la planicie costera de Nayarit, México. *Investigaciones geográficas*, 32, pp.33-54.
- De la Presa-Pérez J.C. & Tovilla-Hernández C. (2012). Expansión de los sedimentos posterior a un dragado e impacto sobre pantanos y bosques de manglar (pp.40-41). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- Díaz-Gallegos, J. & Acosta-Velázquez, J. (2012). Tendencias en la transformación de los manglares en la costa sur de Quintana Roo, México (pp.94-95). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- Domínguez-Domínguez, M., Martínez-Zurimendi, P., Zavala-Cruz, J. & Pereyra-Alfárez, J. (2012). Estructura forestal y uso de los manglares de Tabasco (pp.68-69). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- Domínguez-Machín, M.E. (2005). Comparación estructural de dos fragmentos de manglar del humedal de Alvarado, Veracruz, México. Trabajo recepcional. Universidad Veracruzana, Facultad de estadística e información especialización en métodos estadísticos.
- Echeverría-Ávila, S., Zaldívar-Jiménez, A., Pérez-Ceballos, R., Herrera-Silveira J., Zaldívar-Jiménez, T. & Ortigón-Herrera, R. (2012). Seguimiento de la regeneración natural del manglar en un sitio de restauración ecológica del puerto de Progreso, Yucatán, México (pp.204-205). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- Elorza-Martínez, P., González-Sánchez, A. & González Cárdenas, J. (2012). Caracterización y comparación estomática por temporada en dos especies de mangle en el estero de Túmilco, Tuxpan, Veracruz. (pp.34-

- 35). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- Escoto-Taboada G., Sánchez-Martínez, E. & Quintana-Pali, G. (2012). Campaña de sensibilización ambiental manglares patrimonio de la humanidad (pp.109-110). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- Espejel, I., Jimenez-Orocio, O., Castillo-Campos, G., Garcillán, P., Álvarez, L., Castillo-Arguero, S., Durán, R., Ferrer, M., Infante-Mata, D., Iriarte, S., León, J.L., López-Rosas, H., Medel-Narváez, A., Monroy, R., Moreno-Casasola, P., Rebman, J. P., Rodríguez-Revelo, N., Sánchez-Escalante, J. & Vanderplank, S. (2017). Flora en playas y dunas costeras de México. *Acta Botánica Mexicana*, 121, pp.39-81.
- Febles-Patrón, J.L., Novelo López, J. & Batllori Sampedro, E. (2009). Pruebas de reforestación de mangle en una ciénaga costera semiárida de Yucatán, México. *Madera y Bosques*, 15(3), pp.65-86.
- Flores Verdugo, F., Moreno Casasola, P., Agraz Hernández, C., López Rosas, H., Benítez Pardo, D. & Travieso Bello, A. (2007). La topografía y el hidroperíodo: dos factores que condicionan la Restauración de los humedales costeros. *Botanical sciences*, 1(80), pp. 33-47
- Franco Carrillo, D.A. & Barrientos Medina, R. (2007). Manglares: humedales prioritarios en peligro. *Agrociencias*, 10(1), pp.26-32.
- Galindo-González, G., Hernández-Sánchez, A., De los Santos-Romero, R.B. & Tovilla-Hernández, C. (2012). Educación ambiental enfocada a la conservación y restauración del bosque de manglar en barra Zacapulco, Acapetahua, Chiapas (pp.107-108). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- Gamboa-Blanco, E.A., Arceo-Carranza, D. & Herrera-Silveira, J. (2012). Efecto de la restauración de manglares sobre las comunidades de peces. en la península de Yucatán, México (pp.202-203). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- García-Camacho, A. (2012). Protección del mangle rojo *rhizophora mangle* del estado de Veracruz orientada al uso de sus propiedades etnomédicas (pp.125-126). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- García-Franco, J.G. (1996). Distribución de epifitas vasculares en matorrales costeros de Veracruz, México. *Acta Botánica mexicana*, 37, pp.1-9.
- Gómez-Ramírez, D., Agraz-Hernández C.M., Vazquez-Lule A., Osti-Saenz, J., Chan-Kebe C. & Reyes-Castellanos J. (2012). Biomasa vegetal a partir de fórmulas alométricas y parámetros biofísicos de los manglares de la laguna de términos, Campeche (pp.70-71). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- Guevara, E.C., Alderete, A., Álvarez, H., Amador, L.E., Brito, R., Cerón, J.G., Cerón, R.M., Chiappa, X., De la Cruz, N., Endañú, E., Florido, R., Frutos, M., Gánem, E., Gaxiola, G., Gelabert, R., Gómez, M.A., González, C., Guerra, J.J., Guillén, S., López, E., López, J.A., Núñez, E., Núñez, G., Pech, D., Pérez, R., Poot, G., Rosas, C., Ruiz, V., Sánchez, A.J., Sosa, A., Vallarino, A., Villalobos, G., Zaldívar, M.A. & Zavala, J.C. (2012). Avances del proyecto “centro regional de investigación de ciencias ambientales para la rehabilitación de ecosistemas costeros”, fordecyt 137942. Convocatoria 2010-01.
- Hernández-Carmona, G., Garcia, O. & Robledo, D. (2000). Restoration Techniques for *Macrocystis pyrifera* (Phaeophyceae) Populations at the Southern Limit of Their Distribution in México. *Botánica Marina*, 43, pp.273-284. 10.1515/BOT.2000.029.
- Hernández-Máximo, A. Y., Fuentes-Romero, E. & García-Calderón, N. (2012). Efecto de la temperatura y humedad sobre la producción de gases de efecto invernadero en manglares de Chacahua, Oaxaca (pp.44-45). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- Hernández-Melchor G., Sol-Sánchez Á., Ruíz-Rosado O., Valdez-Hernández J.I., López-Collado J.C. & RetaMendiola J.L. (2012). Cambios en cobertura de la vegetación y uso de suelo en la costa occidental de Tabasco (pp.188-188). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- Hernández-Sánchez, A., Galindo-González, G., De los Santos-Romero, R.B. & Tovilla-Hernández, C. (2012). Reforestación con *Rhizophora mangle* L. en laguna de Chantuto, Chiapas (pp.151-152). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- Herrera Silveira, J. A., Camacho Rico, A., Pech, E., Pech, M., Ramírez Ramírez, J. & Teutli Hernández, C. (2016) Dinámica del carbono (almacenes y flujos) en manglares de México. *Terra Latinoamericana*, 34(1), pp.61-72.
- Herrera-Silveira, J. A., Teutli-Hernández, C., Zaldívar-Jiménez, A. Pérez Ceballos, R., Cortés-Balán O., Osorio-Moreno, I., Ramírez-Ramírez, J., Caamal-Sosa, J., Andueza-Briceño, M., Torres, R., y Hernández-Aranda. H. (2014). Programa regional para la caracterización y el monitoreo de ecosistemas de manglar del Golfo de México y Caribe Mexicano:

- Península de Yucatán. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados Mérida. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. FN009. México, D.F.
- Herrera-Silveira, J.A., Zaldivar-Jimenez, A., Teutli-Hernández, C., Pérez- Ceballos, R., Caamal, J. & Andueza, T. (2012). Rehabilitación de manglares en el estado de Yucatán sometidos a diferentes condiciones hidrológicas y nivel de impacto: el caso de Celestún y Progreso. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados. Unidad Mérida. Informe Final SNIB-CONABIO, proyecto No. GH009. D.F., México.
- Infante Mata D., Peralta-Peláez L.A. & Arrocha A.A. (2009). Obtención de datos de salinidad, conductividad y pH del agua. En: Breviario para describir, observar y manejar humedales, (pp.31-42). Xalapa, Veracruz, México: Serie Costa Sustentable 1 RAMSAR- Instituto de Ecología A.C.-CONANP-US Fish and Wildlife Service-US State Department.
- Lithgow, D., Martínez, M.L. & Gallego-Fernández, J.B. (2014). The 'ReDune' index (Restoration of coastal Dunes Index) to assess the need and viability of coastal dune restoration. *Ecological Indicators*, 49, pp.178–187.
- López Rosas, H., Espejel González, V. & Moreno-Casasola, P. (2013). Zacate alemán (*Echinochloa pyramidalis*): planta invasora de humedales costeros del sureste mexicano. *Investigación ambiental ciencia y política pública*, 5(2), pp.53-63.
- López-Adame, H., Hernández-Arana, H. A., Canul-Ramírez, E., Uc-Balam, G. W., Zaldivar-Jiménez, A. & Herrera-Silveira, J. (2012). La ruta de recuperación de un sitio de manglar impactado por el huracán Dean, en la bahía de Chetumal, Quintana Roo (pp.74-75). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- López-Contreras J., Endañú-Huerta E. & Amador-del Ángel L. (2012). El manglar en la educación ambiental ante el impedimento taxonómico (pp.111-112). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- López-Rosas H. (2007). Respuesta de un humedal transformado por la invasión de la gramínea exótica *Echinochloa pyramidalis* Hitchc. & A. Chase a los disturbios inducidos (cambios en el hidropérido, apertura de espacios y modificación de la intensidad lumínica). Tesis doctoral. Instituto de Ecología A.C., Xalapa, México. p.134.
- López-Rosas, H., Moreno-Casasola, P. & Mendelssohn, I.A. (2005). Effects of an African grass invasion on vegetation, soil and in-terstitial water characteristics in a tropical freshwater marsh in La Mancha, Veracruz (México). *Journal of Plant Interaction*, 1(3), pp.187-195.
- López-Rosas, H., López-Barrera, F. & Moreno-Casasola, P. (2008). Factores clave para la restauración de popales y tulares: un estudio de caso en el centro de Veracruz. 1er Taller Sobre Sitios Ramsar de BCS, en La Paz.
- Lucio Palacio, C.R., Santos, O.T. & Cruz Nava, A. (2014). Las arañas del suelo en la restauración de manglares del Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz. Informe técnico. PRONATURA, Veracruz A.C.
- Martínez, M., Lithgow, D., Vázquez G. & García Franco, G.F. (2016). Capítulo 18. Diagnóstico de las necesidades y probabilidades de restauración en las dunas costeras de Quintana Roo. En *Experiencias mexicanas en la restauración de los ecosistemas*, Universidad Nacional Autónoma de México, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias; Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Moreno-Casasola, P. (1988). Patterns of plant species distribution on coastal dunes along the Gulf of Mexico. *Journal of Biogeography*, 15, pp.787–806.
- Moreno-Casasola, P. (1997). Vegetation differentiation and environmental dynamics along the Mexican Gulf coast. A case study: Morro de la Mancha. En *Dry Coastal Ecosystems* (pp.469–482). Amsterdam: Elsevier Publishing.
- Moreno-Casasola, P. & H. López Rosas. (2010). Restauración experimental de un popal invadido por el zacate alemán (*Echinochloa pyramidalis*, POACEAE) en el sitio Ramsar No. 1336 La Mancha y El Llano. Instituto de Ecología A.C. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. FH001. Ciudad de México.
- Moreno-Casasola, P., Benavides, H., López-Barrera, F., González, V.E.E. & Higuero L.S. (2016). Capítulo 19: Restauración de un popal: estado de la vegetación y nivel de inundación después de siete años del manejo de una gramínea invasora en Veracruz. *Experiencias mexicanas en la restauración de los ecosistemas 1*, pp.433-455.
- Moreno-Casasola, P., Sánchez-Higuero, L., Vázquez, J. & López-Rosas, H. (2011). Cambios en la composición de la comunidad vegetal después de la restauración de un humedal tropical en Veracruz, México. *Ciencia UAT*, 6(1), pp.52–57.
- Moreno-Casasola, P. & Paradowska, K. (2009). Especies útiles de la selva baja caducifolia en las dunas costeras del centro de Veracruz. *Madera y Bosques*, 15(3), pp.21-44.

- Moreno-Ruiz, J. & Rioja-Nieto, R. (2012). Caracterización y mapeo del bosque de manglar en la reserva estatal el Palmar y área adyacente sin esquema de protección (pp.90-91). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- Nieto-Silva G., Siquieros-Delgado, M., Luna-Ruiz, J., Flores-Ancira, E. & Moreno-Rico, O. (2012). Revisión taxonómica del género *Spartina Schreb.* en México (pp.145-146). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- Novelo-Chan, V., Ocampo-López, H. & Aguilar-Ruiz, H. (2012). Estructura y estado de conservación de dos sitios de manglar del estero Jácome y la interacción con el ecosistema (pp.182-183). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- Novelo-López, J., Medina-Quijano, H. & Batllori-Sampedro, E. (2012). Acondicionamiento ambiental para la recuperación de cobertura vegetal de manglar en la ciénaga de progreso, Yucatán, México (pp.160-161). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- Ocaña, D. & Lot H., A. (1996). Estudios de la vegetación acuática vascular del sistema fluvio-lagunar del Taico del Río Palizada, en Campeche, México. Anales Inst. Biol. Ser. Bot., 67(2), pp.303-327.
- Osorio-Ramírez, M.C., Vela-Correa, G. & Aldeco J. (2012). Características estructurales del manglar asociado a un sitio en la laguna de Mandinga, Veracruz (pp.66-67). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- Patrón-Lugo, E.E. & Carmona-Díaz, G. (2012). Diversidad y abundancia de las orquídeas del manglar de laguna del ostión, Veracruz, México (pp.139-140). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- Peralta-Peláez, L.A. & Moreno-Casasola, P. (2009). Composición florística y diversidad de la vegetación de humedales en los lagos interdunarios de Veracruz. Bol. Soc. Bot. Méx. (85), pp.89-99.
- Pérez-Ceballos, R., Zaldívar-Jiménez, A., Canales-Delgadillo, J., López-Adame, H., López-Portillo, J. & Merino-Ibarra, M. (2020). Determining hydrological flow paths to enhance restoration in impaired mangrove wetlands. PLoS one, 15(1), e0227665. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227665>
- Pérez-Ceballos, R., Echeverría-Ávila, S., Zaldívar-Jiménez, A., Zaldívar-Jiménez T. & Herrera-Silveira, J. (2017). Contribution of microtopography and hydroperiod to the natural regeneration of *Avicennia germinans* in a restored mangrove forest. Ciencias Marinas, 43(1), pp.55-67.
- Pérez-Ceballos, R., Rivera-Rosales, K., Zaldívar-Jiménez, A., Canales-Delgadillo, J., Brito-Pérez, R., Amador del Ángel, L. & Merino-Ibarra, M. (2018). Efecto de la restauración hidrológica sobre la productividad de raíces subterráneas en los manglares de Laguna de Términos, México. Botanical Sciences, 96(4), pp.569-581.
- Pineda-Ovalles, J.R., Juárez-Agis, A., Toache-Bertolini, G., Benítez-Villasana, J.I. & García-Sánchez, S. (2012). Dinámica y estructura de una comunidad de manglar en la laguna de Mitla, Guerrero (pp.56-57). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- Priego-Santander, A., Moreno-Casasola, P., Palacios-Prieto, J.L., López-Portillo, J. & Geisset-Kientz, D. (2003). Relación entre la heterogeneidad del paisaje y la riqueza de especies de flora en costas costeras del estado de Veracruz, México. Investigaciones geográficas, (52), pp.31-52.
- Ramos-Reyes, R., Sánchez Hernández, R., & Gama-Campillo, L.M. (2016). Análisis del cambio de usos de suelo en el municipio costero de Comalcalco, Tabasco, México. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios, 3(8), pp.151-160.
- Requeña-Pavon, G., Agraz-Hernandez, C., Vázquez-Botello, A., Osti-Saénz, J., Reyes-Castellanos, J.E. & Chan-Keb, C. (2012). Efectos del petróleo en la regeneración natural del bosque de mangle: Fase experimental (pp.38-39). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- Reyes Ch., M.A. & Tovilla H., C. (2002). Restauración de áreas alteradas de manglar con *Rhizophora mangle* en la Costa de Chiapas. Madera y Bosques, 8, pp.103-114
- Reyes-Castellanos, J., Conde-Medina, K.P., Agraz-Hernández, C.M., Expósito-Díaz, G., Osti-Saénz, J., Chan-Keb, C., Requeña-Pavón, G., Chan-Canul, E., Cach Ruiz, M.Y. & Martínez-Kumul, G. (2012). Alteraciones del patrón hidrológico y calidad del agua intersticial del mangle que bordea el río Icahao, Champotón: causas y consecuencias (pp.178-179). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- Reyes-Olivas, A., Apodaca-Ovalle, V., Cota-Sánchez, J.H. & Casillas-Álvarez, P. (2008). Relación del suelo y la topografía con la diversidad y la estructura de la vegetación insular en el desierto costero de Sinaloa, México. En Estudios de las Islas del Golfo de California (pp.53-66). Universidad Autónoma de Sinaloa-Gobierno del Estado de Sinaloa-Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México.

- Reyes-Ortiz, J.L., González-Gándara, C., Domínguez-Barradas, C. & Cruz-Morales, C. (2017). Estructura de la vegetación litoral del municipio de Tuxpan, Veracruz, México. *Polibotánica*, (43), pp.103-123.
- Romero-Berny, E., Tovilla-Hernández, C., Acosta-Velázquez, J., Torrescano-Valle, N., & Schmoock, B. (2012). Estructura y cambios de cobertura en los manglares del soconusco, Chiapas: Contribución al manejo de las ANP'S Cabildo-Amatal y Gancho-Murillo (pp.58-59). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- Rosete-Vergés, F.A., Pérez-Damián, J.L. & Bacco, G. (2008). Cambio de usos del suelo y vegetación de la Península de Baja California, México. *Investigaciones Geográficas*, (67), pp.39-58.
- Rzedowski, J., (2006). Vegetación de México. 1ra. Edición digital. México (p.504). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Sandoval-Castro, E., Muñiz-Salazar, R., Enriquez-Paredes, L., Riosmena-Rodríguez, R., Dodd, R., Tovilla-Hernández, C., Aguilar-May, B. & López-Vivas, J. (2012). Estructura genética poblacional de *Avicennia germinans* y *Rhizophora mangle* en los ecosistemas de manglar de México (pp.76-77). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- Santamaría-Damián, S., Tovilla-Hernández, C. & Acosta-Velázquez, J. (2012). Parámetros estructurales y cambios en la cobertura del manglar en el sistema lagunar los Patos – Sólo Dios, Chiapas (pp.60-61). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- Silva-Mijangos, L., Romero-Berny, E., Santamaría-Damián, S., & Tovilla-Hernández, C. (2012). Desarrollo de *Rhizophora mangle* en una zona sujeta a rehabilitación ecológica del sistema lagunar Pozuelos-Murillo, Chiapas (pp.200-201). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- Sol-Sánchez A., Hernández-Melchor, G. & Sánchez Gutiérrez, F. (2012) Evaluación de daños y restauración del ecosistema de mangle negro (*Avicennia germinans*) en el ejido Las Coloradas, Cárdenas, Tabasco, México (pp.153-154). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- Sol-Sánchez, Á., Hernández-Melchor, G.I. & Sánchez Gutiérrez, F. (2012). Volumen de madera de mangle negro (*Avicennia germinans*) muerto defoliado por la oruga de *Anacamptodes sp.* en el ejido Las Coloradas, Cárdenas, Tabasco, México (pp.33-34). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- Torres, W., Méndez, M., Dorantes, A., & Durán, R. (2010). Estructura, composición y diversidad del matorral de duna costera en el litoral yucateco. *Bol. Soc. Bot. Méx.*, (86) pp.37-51.
- Tovilla-Hernández, C. & Lan-Ramirez, A. (2012). Restauración de áreas de dragados, utilizando *Conocarpus erectus*, en la reserva de biosfera La Encrucijada Chiapas, México (pp.149-150). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- Tovilla-Hernández, C., Ovalle- Estrada, F., De la Presa-Pérez, J.C. & De la Cruz-Montes, G. (2012). Estructura de los bosques de manglar de *Laguncularia racemosa* en laguna los naranjos, Oaxaca, México (pp.62-63). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- Tovilla-Hernández, C., Ovalle- Estrada, F., De la Presa-Pérez, J.C., De la Cruz-Montes, G. (2012). Estructura y distribución de *Conocarpus erectus* en la costa de Oaxaca, México (pp.64-65). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- Vargas, O. y Reyes, S. (2011). La restauración ecológica en la práctica: Memorias del I congreso colombiano de restauración ecológica y II simposio nacional de experiencias en restauración ecológica.
- Zaldívar Jiménez, M.A., Herrera Silveira, J.A., Teutli Hernández, C., Comín, F.A., Andrade, J.L., Coronado Molina, C. & Pérez Ceballos, R. (2010). Conceptual Framework for Mangrove Restoration in the Yucatán Peninsula. *Ecological restoration*, 28(3), pp.333-342.
- Zaldívar-Jiménez, A., del Angel, A. & Endañu-Huerta, E. (2011). La restauración ecológica de manglares en el proyecto gran ecosistema marino del Golfo de México con un enfoque comunitario participativo. *E-News Bulletin Gulf of México, Large Marine Ecosystem (GoMLME)*.
- Zaldívar-Jiménez, A., Guevara-Carrió, E., Pérez-Ceballos, R., Amador-del Ángel L., Endañu-Huerta, E., Álvarez-Torres, P., Hernández-Nava, J., Ávila-Argáez, T., Pacheco-Pech, R. & Herrera-Silveira, J. (2012). La restauración ecológica de los manglares en Isla del Carmen, Campeche: lecciones aprendidas y logros (pp.158-159). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Campeche, México.
- Zepeda Gómez, C., Nemiga, X.A., Lot Helgueras, A. & Madrigal Uribe, D. (2012). Análisis del cambio del uso del suelo en las Ciénegas de Lerma (1973-2008) y su impacto en la vegetación acuática. *Investigaciones Geográficas*, (78), pp.48-61.