

TRABAJO CIENTÍFICO

Conocimiento e interés de conservación de la riqueza del estrato arbóreo en el manglar de Rancho Playa, Veracruz, México

Knowledge on and interest in conserving the tree stratum richness in the mangrove of Rancho Playa, Veracruz, Mexico

Santillán-Fernández A.^{1,2}; J. A. Cruz-Sampayo²; S. Luis-Mejía²; N. Vásquez-Bautista³ y J. Bautista-Ortega⁴

Recibido en octubre de 2018; aceptado en septiembre de 2019

RESUMEN

En este trabajo se analiza la riqueza de especies del estrato arbóreo, usos, importancia económica y social, y la dinámica de uso de suelo en la comunidad de manglar en Rancho Playa, Papantla de Olarte, Veracruz, México. Se usaron herramientas de Sistemas de Información Geográfica y se dividió el área en pixeles de 100x100 m con un total de 22 sitios, mediante un muestreo por conglomerados en dos etapas, y aplicando la metodología del Inventario Nacional Forestal y de Suelos, se estimó la riqueza y abundancia del manglar en la región. Adicionalmente se aplicaron 48 encuestas a personas (10 % de la población), para valorar la importancia y usos que le dan a este recurso. Los resultados muestran que el empleo como combustible y material de vivienda han contribuido a la disminución del recurso en la región. Pobladores entre 24 y 50 años tienden a valorar más el paisaje en comunidades de manglar y optan por su conservación, proponen un aprovechamiento a través de esquemas ecoturistas. Los índices de diversidad en estrato arbóreo, uno de riqueza observada dado por Margalef (1) y otro de abundancia proporcional de Shannon-Wiener (0.72) sugieren pocas especies en la región y mayor frecuencia de una, en específico *Rhizophora mangle* L. Sin embargo, esta especie ha disminuido su proporción en los últimos 10 años como resultado de la actividad humana; al respecto el ecoturismo podría ayudar a mitigar esta pérdida.

Palabras clave: mangle rojo, abundancia de especies, análisis de componentes principales, índice de diversidad, muestreo.

ABSTRACT

This study analyzed the arboreal stratum richness, uses, economic and social importance, and the changes in the dynamics of land uses of the mangrove community of Rancho Playa, Papantla de Olarte, Veracruz, Mexico. GIS tools were used to divide the area into a total of 22 sites of 100x100 m pixels each using a two-staged cluster sampling. The National Forest and Soil Inventory's methodology was applied to estimate the richness and abundance of the mangrove community in the region. Additionally, 48 surveys were distributed among the people living in the town (10 %) to assess the importance and uses they give to this resource. The results show that the use of the resource as fuel and housing material have contributed to its decline in the region. Residents ranging between 24 and 50 years old tend to value more the scenery aspect and prefer conserving mangrove for its exploitation through ecotouristic schemes. The diversity indices of the tree stratum, that of richness observed given by Margalef (1) and another of proportional abundance by Shannon-Wiener (0.72) suggest little diversity of species in the region, being the *Rhizophora mangle* L the most frequent one. However, this species has decreased its share over the last 10 years as a result of human activity; it is thought that ecotourism might help mitigate this loss.

Keywords: red mangrove; species abundance; main components analysis; diversity index; sampling.

¹ Catedrático CONACYT. Colegio de Postgraduados, Campus Campeche. Champotón, 24450 Campeche, México. E-mail: asantillan@ciestaam.edu.mx

² División de Ingeniería Forestal. Instituto Tecnológico Superior de Venustiano Carranza. Venustiano Carranza, 73049 Puebla, México.

³ Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. Av. Tulum 238 y 240 Lote 81 y 82. Súper Manzana 4 y Manzana 12, 77500 Cancún, Quintana Roo, México.

⁴ Departamento de Ciencias Agrícolas. Colegio de Postgraduados, campus. Campeche. Champotón, 24450 Campeche, México.

1. INTRODUCCIÓN

Los manglares son plantas leñosas que se desarrollan entre la tierra y el mar, donde existen condiciones de alta salinidad, mareas extremas, vientos fuertes, altas temperaturas y suelos fangosos y anaeróbicos (Hogarth, 2013). Por su morfología y fisiología no existe otro grupo de plantas que se adapte mejor a condiciones tan extremas (Kathiresan y Bingham, 2001). En el mundo se conocen 54 especies de mangle, distribuidas en 20 géneros y pertenecientes a 16 familias (Tomlinson, 2016).

La importancia de los manglares ha sido abordada de diferentes enfoques: como un medio que mitiga la contaminación de las actividades antropogénicas (Wickramasinghe *et al.*, 2009), como un motor de desarrollo económico en las comunidades donde se localiza (Aburto-Oropeza *et al.*, 2008; Sathirathai y Barbier, 2001; Hussain y Badola, 2010; Ha *et al.*, 2012), y como un agente de servicios ambientales que regula los procesos biogeoquímicos y efectos del cambio climático (Kathiresan y Bingham, 2001; Yee, 2010; Marín-Muñoz *et al.*, 2011; Donato *et al.*, 2012). Los antecedentes coinciden en la necesidad de desarrollar estrategias de conservación para los manglares, como la creación de reservas de la biosfera (Gopal y Chauhan, 2006), áreas naturales protegidas (Cavalcanti *et al.*, 2009) y reforestación (Macintosh *et al.*, 2012).

A nivel internacional México es el quinto país con mayor área de manglar (5 %), solo por detrás de Indonesia (19 %), Australia (10 %), Nigeria (7 %) y Brasil (7 %) (Yee, 2010). En México, los manglares, ocupan un lugar privilegiado por la riqueza natural que encierran y los servicios ambientales que prestan. Las especies de manglar más características que se distribuyen en el Golfo de México son *Rhizophora mangle* L. (mangle rojo), *Avicennia germinans* L. (mangle negro), *Laguncularia racemosa* L. (mangle blanco) y *Conocarpus erectus* L. (mangle botoncillo) (Calderón *et al.*, 2009).

A pesar de todas las bondades que presenta el manglar, en México, la superficie con este ecosistema está desapareciendo a un ritmo de 2,5 % anual, mientras que a nivel internacional, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) reporta un índice de pérdida de 0,66 % (INE, 2005). En México de 2005 a 2015 las actividades humanas redujeron en un 8 % la cobertura de mangle, que fue reconvertido a usos de suelo agrícola, ganadero y acuícola (Rodríguez y Troche, 2015). Para medir estos impactos, es común el empleo de índices de diversidad, entre ellos, los de riqueza específica suelen ser los más usados, por la sencillez de sus cálculos e interpretación (Foroughbakhch-Pournavab *et al.*, 2004).

La diversidad puede considerarse como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y N individuos (Foroughbakhch-Pournavab *et al.*, 2004). Para estimarla, el índice más característico, es el dado por Shannon-Wiener (abundancia proporcional), que toma el valor 0 cuando la muestra contiene solo una especie, y, un valor máximo cuando todas las especies S están representadas por el mismo número de individuos (Moreno, 2001).

De las 524.000 ha de manglar en México, Veracruz tiene alrededor de 63.000 ha, los municipios de Alvarado, Ignacio de la Llave, Tlacotalpan, Lerdo de Tejada, Tuxpan y Papantla de Olarte albergan 25.200 ha. Esta extensión es inferior a la que se encontraba en 1970, con más de 100.000 ha; y una gran parte de este territorio fue transformado para el uso en actividades agrícolas, ganaderas, industriales y turísticas, siendo la región Tuxpan y Papantla de Olarte una de las que más área perdió (Rodríguez y Troche, 2015).

Bajo este contexto el objetivo del presente trabajo fue analizar la riqueza de especies del estrato arbóreo, usos, importancia económica y social, y la dinámica de uso de suelo en la comunidad de manglar en Rancho Playa, Papantla de Olarte, Veracruz, México. Mediante la aplicación de índices de diversidad y estadística multivariada. Para conocer el interés de conservación de este recurso por parte de los habitantes en la región.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio incluyó 25 ha, ubicadas en la Localidad de Rancho Playa (20° 39' 10'' N; 97° 10' 30'' W), municipio de Papantla de Olarte, en el Estado de Veracruz, México (Figura 1). El ecosistema que domina en la región es la selva mediana subperennifolia, con un clima cálido, temperatura promedio anual de 20.8 °C y a una altitud de 10 msnm, con abundantes lluvias en verano y principios de otoño (CONABIO, 2016). La región se encuentra dentro de los “Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica” (CONABIO, 2009) y con mayor pérdida de manglar de 2005 a 2010 (Rodríguez y Troche, 2015). En la localidad de Rancho Playa, en 2016 la población alcanzaba 471 habitantes. El 52 % son mujeres, el 51 % son mayores a 18 años y el 15 % no sabe leer ni escribir; las actividades económicas principales son la agricultura (principalmente de maíz), ganadería (extensiva), pesca (camarón) y turismo (INEGI, 2016).



Figura 1. Ubicación espacial en el contexto nacional de las superficies con manglar de la localidad de Rancho Playa, municipio de Papantla de Olarte, en el Estado de Veracruz, México.

Toma de datos de vegetación

De la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2016) se extrajo en formato *shape* el área georeferenciada de las 24,99 ha con manglar de la localidad Rancho Playa, municipio Papantla de Olarte, en el Estado de Veracruz, correspondiente al año 2015. Se utilizó el software libre DivaGis v7.5 (DivaGis, 2017) de Sistemas de Información Geográfica y se dividió el área de estudio en píxeles de 100x100 m (1 ha). Por la irregularidad del área de estudio, se obtuvieron 22 píxeles (conglomerados), en cada uno de ellos se calcularon las coordenadas geográficas del centroide (Sitio 1, -S1-), siguiendo la metodología del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (CONAFOR, 2012). Se aplicó un muestreo por conglomerados en dos etapas (Figura 2) entre septiembre y noviembre de 2017 (CONAFOR, 2012). Para estimar la riqueza de especies del estrato arbóreo, se contabilizó el número de especies y frecuencia de individuos de cada especie, por conglomerado; esta información sirvió de base para el cálculo de

dos índices, uno de riqueza observada dado por Margalef y otro de abundancia proporcional de Shannon-Wiener (Moreno, 2001).



Figura 2. Ubicación espacial de las 24,99 ha de mangle de la localidad Rancho Playa, y diseño de muestreo adaptado del Inventario Nacional Forestal y de Suelos 2012. S1: Sitio 1, S2: Sitio 2, S3: Sitio 3 y S4: Sitio 4 por conglomerado.

Adicionalmente del portal de CONABIO (2013a, 2013b, 2013c y 2016) se obtuvieron en formato *shape* los datos georeferenciados de las áreas de mangle en la comunidad Rancho Playa para los periodos disponibles: 1981, 2005, 2010 y 2015. Lo que permitió crear cartografía específica de la región que compara las coberturas de los usos de suelo y vegetación para los periodos indicados.

Importancia del mangle en la región

El grado de conocimiento, valorización e interés de conservación del manglar, por parte de los habitantes en la región; se estimó a partir de la aplicación de 48 encuestas (10 % de la población) entre septiembre y noviembre de 2017. Siguiendo la metodología de CIMMYT (1993) se incluyeron en la encuesta preguntas sobre edad, años de vivir en la localidad, identificación de los diferentes usos y tipos de mangle existentes en la región, y actividades que propondría para su conservación. Para facilitar la toma de datos, las preguntas que sirvieron para determinar el grado de valorización e interés de conservación del manglar, se formularon considerando una escala de Likert (muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo) (Bozal, 2006).

Adicionalmente, para corroborar la información recabada por las encuestas, sobre el interés de conservación del manglar, se entrevistó a autoridades municipales y personal de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en la región. Las guías de entrevista se enfocaron en preguntar la problemática de la pérdida de áreas con manglar en la zona y las medidas adoptadas para su conservación.

Análisis de la información

Para el análisis de diversidad, las variables medidas fueron: número de especies y frecuencia de individuos de cada especie por sitio de muestreo. Se creó una base de datos y siguiendo la metodología para el cálculo de índices de Margalef y Shannon-Wiener, dada por Moreno (2001), se obtuvieron los valores correspondientes.

Los usos y grado de conocimiento se estimaron mediante estadística descriptiva al contabilizar la frecuencia con la que los habitantes encuestados identificaron los diferentes usos y tipos de mangle existentes en la región. Para el análisis de valorización e interés de conservación del manglar, se empleó estadística multivariada (Análisis de Componentes Principales). Se relacionaron tres variables (edad, valor e interés de conservación), para ello se recategorizó cuantitativamente la escala de Likert de la siguiente manera: muy alto (tomó el valor de 5), alto (4), medio (3), bajo (2) y muy bajo (1) (Bozal, 2006).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Riqueza del estrato arbóreo del manglar en la región

Los resultados sugieren poca riqueza de especies en el estrato arbóreo (7) y abundancia de una (*Rhizophora mangle* L.) con el 93 % de frecuencia (Tabla 1). El índice de Margalef fue de 1 y el de Shannon-Wiener de 0.72, de acuerdo con Moreno (2001) valores ≤ 1 indican poca riqueza de especies. Este resultado coincide con lo reportado por Cuervo (2010) quien describe a *Rhizophora mangle* L como la especie dominante en la región. *Bursera simaruba* destacó como la especie acompañante más frecuente en los conglomerados.

Tabla 1. Número de individuos registrados de cada especie y número de especies acumuladas, presentes en la región de Rancho Playa, durante 22 sitios de muestreo (conglomerados).

Especies	Sitios de muestreo																						Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
<i>Psidium guajava</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Acacia cornigera</i>	1	0	0	0	3	0	1	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
<i>Bursera simaruba</i>	0	0	4	2	0	1	3	1	2	5	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	24
<i>Ficus carica</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Laguncularia racemosa</i> *	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	4	1	0	1	1	0	0	12
<i>Leucaena leucocephala</i>	0	0	2	1	1	1	1	1	1	0	2	2	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	18
<i>Rhizophora mangle</i> **	0	36	12	59	14	69	36	38	26	36	202	23	26	35	45	42	12	18	9	26	48	56	868
Número acumulado de especies	2	3	5	5	5	5	5	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

*Mangle blanco. **Mangle rojo

Dinámica de usos de suelo en la comunidad Rancho Playa de 1981 a 2015

A pesar de la abundancia que presenta *Rhizophora mangle* L. en la región, su proporción ha disminuido como resultado del cambio de uso de suelo para zonas de agricultura y ganadería (CONABIO, 2013b, 2013c y 2016). Una comparación entre las coberturas de uso de suelo y vegetación de 1981 a 2015 (Tabla 2 y Figura 3) muestra que de 1981 a 2005 la agricultura y ganadería reconvirtió zonas importantes de humedales, otros tipos de vegetación (bosque subtropical principalmente) y mangle. Sin embargo, los cambios más significativos de pérdida de manglar se dieron de 2005 a 2010 con un aproximado del 7,68 %. De 2010 a 2015 con la implementación del programa “Restauración de ecosistemas forestales” impulsado por la

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, 2009) se logró mantener la cobertura de comunidades de manglar en 24,99 ha.

Tabla 2. Comparación de la dinámica de uso de suelo y vegetación en la comunidad Rancho Playa para los periodos 1981, 2005, 2010 y 2015.

Uso de Suelo y Vegetación	Cobertura en ha				Tasa de cambio (%)			
	1981	2005	2010	2015	1981-2005	2005-2010	2010-2015	1981-2015
Agrícola - Pecuaria	306,68	332,71	333,39	334,34	8,49	0,20	0,28	9,02
Cuerpos de agua	1,19	1,19	1,19	1,19	0,00	0,00	0,00	0,00
Desarrollo antrópico	9,88	9,08	9,08	9,08	-8,10	0,00	0,00	-8,10
Manglar	28,62	27,07	24,99	24,99	-5,42	-7,68	0,00	-12,68
Otra vegetación	36,54	16,16	17,56	16,61	-55,77	8,66	-5,41	-54,54
Otros humedales	3,04	0	0	0	-100,00	0,00	0,00	0,00
Sin vegetación	7,8	7,54	7,54	7,54	-3,33	0,00	0,00	-3,33
Total	393,75	393,75	393,75	393,75	0,00	0,00	0,00	0,00

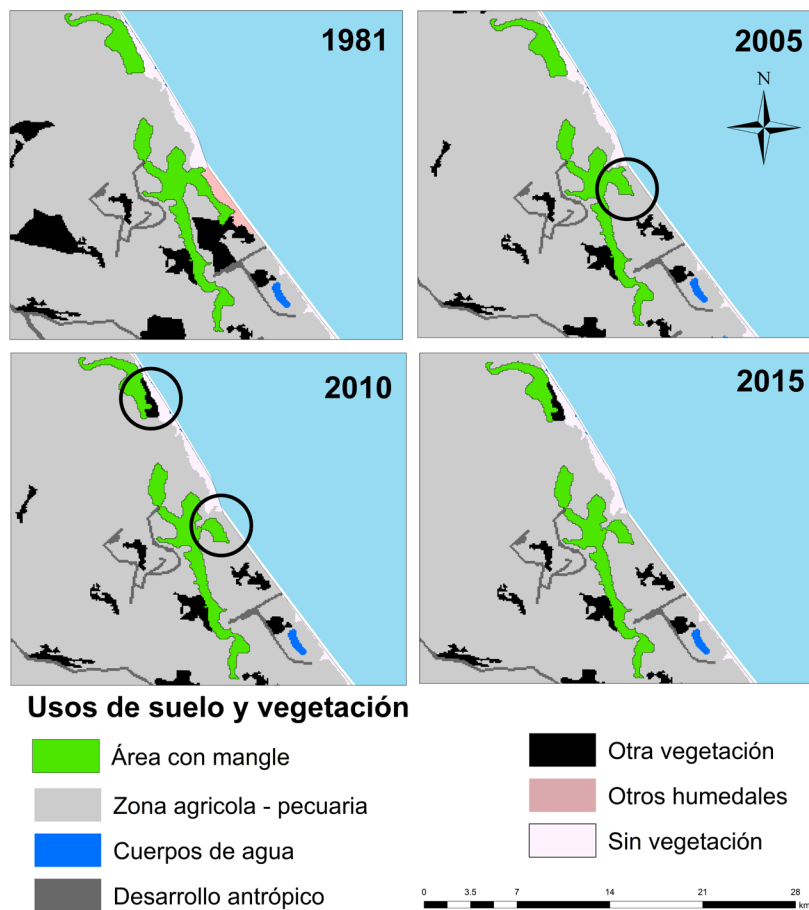


Figura 3. Comparación de la dinámica de uso de suelo en la comunidad Rancho Playa para los periodos 1981, 2005, 2010 y 2015. En círculo se marcan los cambios más significativos de pérdida de mangle.

La pérdida de manglar en la región ha sido documentada por Basáñez-Muñoz *et al.* (2006), Cuervo (2010) y Rodríguez y Troche (2015). Indican que el ritmo de disminución es de 2,5 % anual y que traerá consecuencias irreversibles, como inundaciones y disminución de fauna, en el mediano y largo plazo a la región. Al respecto Macintosh *et al.* (2012) encontró que en regiones de Tailandia donde existen manglares y conservan su estructura y función, los daños por inundaciones son significativamente menores.

A nivel nacional Marín-Muñiz *et al.* (2011) e internacional Yee (2010) y Donato *et al.* (2012) encontraron que los manglares ayudan a mitigar los efectos del cambio climático al constituir importantes sumideros de dióxido de carbono. Wickramasinghe *et al.* (2009) establecen que las zonas con manglar son capaces de filtrar los contaminantes que arrojan los ríos hasta ocho veces más que una zona con otro tipo de ecosistema, reduciendo sustancialmente la contaminación del mar.

Usos del manglar en la región

El 81 % (39 de 48) de los pobladores encuestados, conocen las especies de manglar en la región: rojo (*Rhizophora mangle* L.) y blanco (*Laguncularia racemosa*). Lo emplean en su mayoría para la producción de carbón (48 %), material de construcción (44 %), elaboración de muebles (8 %) y en menor grado para el desarrollo de actividades relacionadas con el turismo (2 %). El 61% de los encuestados opina que la explotación (extracción) del recurso mangle se da por habitantes de la misma comunidad, y un 39 % por individuos ajenos a esta. Estos resultados coinciden con lo reportado por Cavalcanti *et al.* (2009) en regiones de Brasil, y Hussain y Badola (2010) en regiones de la India. Encontraron que el principal uso del manglar es la extracción de madera, lo que contribuye a la deforestación del ecosistema, realizada por habitantes locales.

Además de estas actividades, el manglar en la región también sirve como medio para la caza (pato, garrobo y tortuga) y pesca (camarón, mojarra, lisa y jaiba). Al respecto Aburto-Oropeza *et al.* (2008) encontraron que, en las áreas con mangle, las actividades relacionadas con la pesca presentan buenos rendimientos, lo que de acuerdo con Ha *et al.* (2012) motiva a la deforestación de este ecosistema para incrementar las regiones de pesca.

Importancia del manglar en la región

En el Análisis de Componentes Principales (ACP) se encontró que la primer componente (Prin1) relaciona la variable edad y explica el 52 % de la varianza total, en la segunda componente (Prin2, que explica el 37 %) se agruparon el valor e interés por conservar, que los habitantes dan al mangle en la región (Figura 4). Los pobladores entre 24 y 50 años tienen mayor interés por conservar el mangle. Este resultado coincide con lo reportado por De la Fuente-De Val *et al.* (2004) quienes encontraron que a medida que la edad se incrementa, los pobladores tienden a valorar más el paisaje y por ende a conservar los recursos naturales; por lo que las medidas de protección, conservación y restauración del manglar deberían orientarse a los más jóvenes.

Cuervo (2010) en manglares de Tuxpan, Veracruz; encontró que pobladores de entre 18 y 50 años, tuvieron mayor disposición en las campañas de restauración del mangle, ya fuese mediante jornadas de trabajo o vigilancia. Por su parte Amjad y Jusoff (2007) en regiones de Pakistán, encontraron que la protección y conservación del manglar es más eficiente cuando se da por la comunidad local que cuando interviene el Gobierno u organismos no gubernamentales. Hsiang (2000) complementa esta idea al encontrar que las políticas públicas para la restauración del mangle en Singapur son ineficientes cuando la población afectada no muestra interés por conservar los recursos naturales de su comunidad.

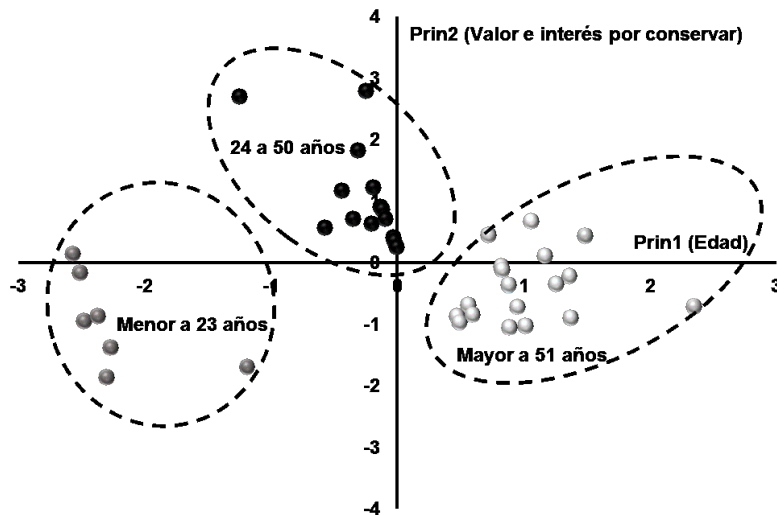


Figura 4. Análisis de componentes principales que relaciona la variable edad en años con el valor e interés por conservar (medidos en una escala de Likert) que los habitantes de Rancho Playa dan al mangle en la región.

Finalmente el 68 % de los pobladores encuestados considera a la reforestación como una medida prioritaria para la conservación del manglar, 17 % propone esquemas de protección penalizando legalmente su mal uso, y un 12 % consideró que el desarrollo de actividades que promuevan el turismo, ayudaría a conservar este recurso al ser una fuente económica para la población de la región, solo un 3 % no mostró interés por conservar el manglar. Al respecto Flores-Mejía *et al.* (2010) encontraron que la población que vive en comunidades de manglar, reconoce que la conservación de este recurso genera mayores beneficios económicos, que su propia explotación entendida como extracción. Por su parte Ayob *et al.* (2009) y García-López (2018) establecen que el turismo ecológico asociado a los manglares es una alternativa económica más viable (aprovechamiento sustentable), por el desarrollo de actividades cinegéticas como el avistamiento de aves migratorias, estructura del paisaje y variedad de flora y fauna que albergan, que le confieren a este tipo de ecosistemas, características singulares que le hacen atractivo a las nuevas demandas del turismo.

4. CONCLUSIONES

La riqueza del estrato arbóreo del manglar de Rancho Playa, Veracruz, México está dominada por la especie *Rhizophora mangle* L., que presenta una tasa de pérdida en cobertura del 12.8 % para el periodo 1981 a 2015, como resultado de las actividades antropogénicas, por lo que su conservación se hace prioritaria. Ante ello el 97 % de la población encuestada reconoció la importancia del manglar en la región y la necesidad de su conservación mediante campañas de reforestación (68 %), esquemas de protección penalizando legalmente su mal uso (17 %), y desarrollo de actividades que promuevan el turismo (12 %). Estas medidas de protección tendrán mayor éxito si se difunden entre los pobladores de 24 a 50 años, al ser el sector que mayor interés mostro por conservar su manglar. El turismo se presenta como una alternativa viable que por un lado permitiría conservar el manglar y por otro generaría un desarrollo económico regional.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aburto-Oropeza, O.; E. Ezcurra; G. Danemann; V. Valdez; J. Murray and E. Sala. 2008. Mangroves in the Gulf of California increase fishery yields. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105(30):10456-10459
- Amjad, A. S. and K. Jusoff. 2007. Mangrove conservation through community participation in Pakistan: the case of Sonmiani Bay. In *The 5th WSEAS International Conference on Environment, Ecosystems and Development (EED'07). Puerto De La Cruz, Tenerife, Canary Islands, Spain*. [en línea]. [fecha de consulta: mayo de 2018], p.433-439. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Kamaruzaman_Jusoff/publication/268431382_Mangrove_Conservation_through_Community_Participation_in_Pakistan_The_Case_of_Sonmiani_Bay/links/54d8be8c0cf24647581b7396.pdf
- Ayob, M. Z.; F. M. Saman; Z. H. Hussin and K. Jusoff. 2009. Tourists' satisfaction on Kilim river mangrove forest ecotourism services. *International Journal of Business and Management* 4(7):76-84
- Basáñez-Muñoz, A. J.; G. Olmedo-Pérez y P. Rojas-Mencio. 2006. Características estructurales y usos del manglar en el ejido Cerro de Tumilco, Tuxpan, Veracruz. México. *Revista Científica UDO Agrícola* 6(1):114-120
- Bozal, M. G. 2006. Escala mixta Likert-Thurstone. *ANDULI Revista Andaluza de Ciencias Sociales* 5:81-95.
- Calderón, C.; O. Aburto y E. Ezcurra. 2009. El valor de los manglares. *Biodiversitas* 82:1-6
- Cavalcanti, V. F.; M. L. G. Soares; G. C. D. Estrada and F. O. Chaves. 2009. Evaluating mangrove conservation through the analysis of forest structure data. *Journal of Coastal Research* 56:390-394
- CIMMYT. 1993. La adopción de tecnologías agrícolas: Guía para el diseño de encuestas. [en línea]. [fecha de consulta: 28 de agosto de 2017], p.1-95. Disponible en: <http://libcatalog.cimmyt.org/Download/cim/42408.pdf>
- CONABIO. 2009. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. [en línea]. [fecha de consulta: 23 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/manglares/doctos/sitios.html>
- CONABIO. 2013a. Mapa de uso del suelo y vegetación de la zona costera asociada a los manglares de México en 1981. [en línea]. [fecha de consulta: 17 de enero de 2018]. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/mexoc1981gw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no
- CONABIO. 2013b. Mapa de uso del suelo y vegetación de la zona costera asociada a los manglares, Región Golfo de México 2005. [en línea]. [fecha de consulta: 17 de enero de 2018]. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/gmoc2005gw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no
- CONABIO. 2013c. Mapa de uso del suelo y vegetación de la zona costera asociada a los manglares, Región Golfo de México 2010. [en línea]. [fecha de consulta: 17 de enero de 2018]. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/gmoc2010gw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no
- CONABIO. 2016. Mapa de uso del suelo y vegetación de la zona costera asociada a los manglares, Región Golfo de México 2015. [en línea]. [fecha de consulta: 21 de agosto de 2017]. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/gm_oc2015gw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no
- CONAFOR. 2009. Restauración de ecosistemas forestales: guía básica para comunicadores. [en línea]. [fecha de consulta: 11 de abril de 2018], p.1-69. Disponible en: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/7/579Restauraci%C3%B3n%20de%20ecosistemas%20forestales.pdf>

- CONAFOR. 2012. Inventario Nacional Forestal y de Suelos: Manual y procedimientos para el muestreo de campo Re-muestreo 2011. [en línea]. [fecha de consulta: 13 de agosto de 2017], p.1-143. Disponible en: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwj28fGMr6TcAhVEja0KHUZCAGYQFggzMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.cnf.gob.mx%3A8090%2Fsnif%2Fportal%2Fcomponent%2Fphocadownload%2Fcategory%2F153-2012%3Fdownload%3D781%3Amanual-del-remuestreo-infys-2012&usq=AOvVaw2TNFn7obc3ue1IPjQF4vD1>
- Cuervo, L. L. 2010. Percepción y conocimiento ambiental del sitio Ramsar 1602: Manglares y Humedales de Tuxpan. [en línea]. [fecha de consulta: 13 de junio de 2018], p.1-200. Disponible en: <https://www.uv.mx/pozarica/mmenc/files/2012/10/Liliana-Cuervo.pdf>
- De la Fuente-De Val, G. J.; J. A. Atauri-Mezquida y J. V. De Lucio-Fernández. 2004. El aprecio por el paisaje y su utilidad en la conservación de los paisajes de Chile Central. *Ecosistemas* 13(2):82-89
- DivaGis. 2017. DIVA-GIS. Version 7.5. A geographic information system for the analysis of species distribution data. [en línea] [fecha de consulta: 10 Agosto 2017]. Disponible en: <http://www.diva-gis.org/download>
- Donato, D. C.; J. B. Kauffman; R. A. Mackenzie; A. Ainsworth and A. Z. Pflieger. 2012. Whole-island carbon stocks in the tropical Pacific: Implications for mangrove conservation and upland restoration. *Journal of environmental management* 97:89-96
- Flores-Mejía, M. A.; A. Aguirre-Vallejo; M. Flores-Hernández and X. Guardado-Govea. 2010. El impacto que produce el sector turismo en los manglares de las costas mexicanas. *Contactos* 77:33-38
- Foroughbakhch-Pournavab, R.; A. E. Céspedes-Cabriales; M. A. Alvarado-Vázquez; M. A. Núñez-González y M. Badii. 2004. Aspectos ecológicos de los manglares y su potencial como fitorremediadores en el Golfo de México. *Ciencia UANL* 7(2):203-208
- García López, T. 2018. Hacia una metodología para el diseño de programas de pago por servicios ambientales en manglares en México. *Cuadernos de Biodiversidad* 54:41-62
- Gopal, B. and M. Chauhan. 2006. Biodiversity and its conservation in the Sundarban Mangrove Ecosystem. *Aquatic Sciences* 68(3):338-354
- Ha, T. T. T.; H. van Dijk and S. R. Bush. 2012. Mangrove conservation or shrimp farmer's livelihood? The devolution of forest management and benefit sharing in the Mekong Delta, Vietnam. *Ocean & Coastal Management* 69:185-193
- Hogarth, P. J. 2013. Mangrove Ecosystems. *Encyclopedia of Biodiversity* [en línea]. [fecha de consulta: 11 de abril de 2018], p.10-22. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809633-8.02209-3>
- Hsiang, L. L. 2000. Mangrove conservation in Singapore: A physical or a psychological impossibility? *Biodiversity & Conservation* 9(3):309-332
- Hussain, S. A. and R. Badola. 2010. Valuing mangrove benefits: contribution of mangrove forests to local livelihoods in Bhitarkanika Conservation Area, East Coast of India. *Wetlands Ecology and Management* 18(3):321-331
- INE. 2005. Evaluación preliminar de las tasas de pérdida de superficie de manglar en México. México: SEMARNAT-INE. [en línea]. [fecha de consulta: 18 de junio de 2018], p.1-21. Disponible en: https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2010/11/233_informe_manglar.pdf
- INEGI. 2016. Censos económicos 2014: Veracruz de Ignacio de la Llave. México: INEGI. [en línea]. [fecha de consulta: 17 de junio de 2018], p.1-92. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/CE_2014/702825083243.pdf
- Kathiresan, K. and B. L. Bingham. 2001. Biology of mangroves and mangrove ecosystems. *Advances in Marine Biology* 40:81-251
- Macintosh, D. J.; R. Mahindapala and M. Markopoulos. 2012. Sharing lessons on mangrove restoration. *Bangkok, Thailand: Mangroves for the Future and Gland, Switzerland: IUCN*. [en línea]. [fecha de consulta: 14 de junio de 2018]. Disponible en: <http://www.mangrovesforthefuture.org/assets/Repository/Documents/Call-for-Action-and-Proceedings-from-2012-Colloquium-Mamallapuram-India.pdf>

- Marín-Muñiz, J. L.; M. E. Hernández-Alarcón and B. P. Moreno-Casasola. 2011. Secuestro de carbono en suelos humedales costeros de agua dulce en Veracruz. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 13(3):365-372
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA. [en línea]. [fecha de consulta: 18 de agosto de 2017], p.1-84. Disponible en: <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>
- Rodríguez, M. T. and C. Troche. 2015. Manglares de México: diez años de retos en su monitoreo. *Biodiversitas* 120:14-19
- Sathirathai, S. and E. B. Barbier. 2001. Valuing mangrove conservation in southern Thailand. *Contemporary Economic Policy* 19(2):109-122
- Tomlinson, P. 2016. The Botany of Mangroves. Second Edition. In: *The Botany of Mangroves*. Cambridge: Cambridge University Press. [en línea]. [fecha de consulta: 18 de agosto de 2017]. Disponible en: <https://doi.org/10.1017/CBO9781139946575>
- Wickramasinghe, S.; M. Borin; S. W. Kotagama; R. Cochard; A. J. Anceno and O. V. Shipin. 2009. Multi-functional pollution mitigation in a rehabilitated mangrove conservation area. *Ecological engineering* 35(5):898-907
- Yee, S. 2010. REDD and BLUE carbon: carbon payments for mangrove conservation. *Marine Biodiversity and Conservation* 1-57

