

Título del artículo.

Producción primaria en manglar y su relación con variables fisicoquímicas del agua en Laguna Negra, Puerto Marques, Acapulco, Guerrero, México.

Título del artículo en idioma inglés.

Primary mangrove production and its relationship with physicochemical variables of water in Laguna Negra, Puerto Marques, Acapulco, Guerrero, Mexico

Autores.

Alejandro Juárez Agis
Silberio García Sánchez
Branly Olivier Salomé
Jacqueline Zeferino Torres

Referencia bibliográfica:

MLA

Juárez Agis, Alejandro, Silberio García Sánchez, Branly Olivier Salomé y Jacqueline Zeferino Torres. "Producción primaria en manglar y su relación con variables fisicoquímicas del agua en Laguna Negra, Puerto Marques, Acapulco, Guerrero, México". *Tlamati* 10.2, 2019: 27-40. Print.

APA

Juárez Agis, A., García Sánchez, S., Olivier Salomé, B. y Zeferino Torres, J. (2019). Producción primaria en manglar y su relación con variables fisicoquímicas del agua en Laguna Negra, Puerto Marques, Acapulco, Guerrero, México. *Tlamati*, 10(2), 27-40.

.

ISSN Revista Impresa: 2007-2066.

ISSN Revista Electrónica: En Trámite.

Publicado el 30 de diciembre del 2019

© 2019 Universidad Autónoma de Guerrero

TLAMATI, es una publicación semestral de la Universidad Autónoma de Guerrero a través de la Dirección de Investigación. El contenido de los artículos es responsabilidad exclusiva de los autores y no refleja de manera alguna el punto de vista de la Dirección de Investigación de la UAGro. Se autoriza la reproducción total o parcial de los artículos previa cita de nuestra publicación.



Producción primaria en manglar y su relación con variables fisicoquímicas del agua en Laguna Negra, Puerto Marques, Acapulco, Guerrero, México

Alejandro Juárez Agis^{1*}
Silberio García Sánchez¹
Branly Olivier Salomé¹
Jacqueline Zeferino Torres¹

¹ Universidad Autónoma de Guerrero. Escuela Superior de Ciencias Ambientales-Ejido Llano Largo, Parcelas 56, 57 y 58, Campus Llano Largo, Acapulco, Guerrero, C.P. 39906. Tel: +52 (744)2164318

*Autor de correspondencia
ajuarezagis@hotmail.com

Resumen

Se evaluó la producción primaria, en un ecosistema de manglar compuesto por mangle blanco *Laguncularia racemosa* y mangle rojo *Rhizophora mangle* y la asociación con los parámetros fisicoquímicos del agua (temperatura, salinidad, potencial de hidrógeno y oxígeno disuelto), se establecieron tres estaciones de muestreo en la Laguna Negra de Puerto Marques, Acapulco, Guerrero, México. Los análisis muestran homogeneidad de varianza en las variables temperatura y diámetro y no se determinaron diferencias significativas de las variables entre los sitios de muestreo, con referencia a las variables oxígeno disuelto, pH, salinidad, producción de mangle y altura entre los diferentes estaciones de muestreo de acuerdo a la prueba de Kruskal-Wallis, las variables oxígeno, pH y salinidad presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) de los promedios entre las variables y estaciones de muestreo. Por otra parte, la producción primaria de mangle de las especies de *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle* y la altura, no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre las estaciones de muestreo. La producción estimada de hojarasca por día en *L. racemosa* con un valor mínimo de $0.67 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ y el máximo es de $1.79 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ y para *R. mangle* 0.83 a $2.88 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$. El patrón de producción de hojarasca mostró una tasa máxima a mediado y a fines de la temporada de lluvias, durante agosto, septiembre, octubre y noviembre. Según el análisis de componentes principales evidencian que existe asociación entre la estructura y los parámetros fisicoquímicos del agua. La relación entre la estructura de la comunidad del manglar en la Laguna Negra y los parámetros fisicoquímicos principalmente se debe a las condiciones de temperatura y precipitación, ya que en área de estudio se presenta una estacionalidad marcada y la temporada de lluvias corresponde a un periodo corto de tiempo analizados.

Palabras clave: producción primaria, parámetros fisicoquímicos, manglar, Laguna Negra

Abstract

This study evaluate primary production in a mangrove ecosystem composed of white mangrove *Laguncularia racemosa* and red mangrove *Rhizophora mangle*, and their association with physicochemical parameters of water (temperature, salinity, hydrogen potential and dissolved oxygen), three sampling stations were established in the Laguna Negra of Puerto Marques, Acapulco, Guerrero. Analysis shows homogeneity of variance in temperature and diameter variables, and no significant differences were determined in variables between the sampling sites related to

Como citar el artículo:

Juárez Agis, A., García Sánchez, S., Olivier Salomé, B. y Zeferino Torres, J. (2019). Producción primaria en manglar y su relación con variables fisicoquímicas del agua en Laguna Negra, Puerto Marques, Acapulco, Guerrero, México. *Tlamati*, 10(2), 27-40.

variables dissolved oxygen, pH, salinity, mangrove production and height between different sampling stations, According to the Kruskal-Wallis test, oxygen, pH and salinity variables showed significant differences ($P < 0.05$) in averages between variables and sampling stations. On the other hand, primary mangrove production of species of *Laguncularia racemosa* and *Rhizophora mangle* and the height did not show significant differences ($p > 0.05$) between sampling stations. Estimated production of litter per day in *L. racemosa* with a minimum value of $0.67 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ and the maximum is $1.79 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ and for *R. mangle* 0.83 to $2.88 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$. Litter production pattern showed a maximum rate at mid-year and at the end of the rainy season, across August, September, October, and November. According to the analysis of main components, there is evidence that there is an association between structure and physicochemical parameters of water. Relationship between structure of mangrove community in the Laguna Negra and physicochemical parameters is mainly due to temperature and precipitation conditions, since in study area there is a marked seasonality, and rainy season corresponds to a short period of time analyzed.

Keywords: primary production, physicochemical parameters, mangrove, Laguna Negra

Introducción

Los ecosistemas de manglar cubren 13,776,000 hectáreas (ha) a nivel mundial y representan menos de 1% de la superficie terrestre (Rodríguez, Villeda, Vázquez, Bejarano, Cruz, Olguín, Villela y Flores, 2018). México es el cuarto país del mundo con la mayor extensión de manglares, que ha disminuido considerablemente, pasando de 856,405 hectáreas en el año 1981 a 775,555 hectáreas en 2015 (Valderrama, Rodríguez, Troche, Vázquez, Villegas, Alcántara, Vázquez, Cruz y Ressi, 2017), quienes mencionan que las causas principales son la tala o remoción que se ha llevado a cabo para abrir paso a las actividades agrícolas, ganaderas, acuícolas y turísticas.

Los manglares son formaciones vegetales que presentan su más alto grado de expresión en la zona costera, alcanzando su máximo desarrollo estructural y donde pueden encontrarse árboles hasta de 40 a 50 m de altura y más de 1 m de diámetro (Yáñez y Lara, 1999). Por otra parte Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO], Instituto Nacional Electoral [INE], Comisión Nacional Forestal [CONAFOR], Comisión Nacional del Agua CONAGUA e Instituto Nacional de Geografía e Informática [INEGI] (2006) mencionan que los manglares son una formación vegetal leñosa, densa, arbórea o arbustiva de 1 a 30 metros de altura, compuesta de una o varias especies de mangle y con poca presencia de especies herbáceas y enredaderas. En México predominan cuatro especies de mangle (*Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*), estas especies se pueden encontrar formando asociaciones vegetales o en bosques monoespecíficos (CONABIO, 2009, 2014 y 2016).

Yáñez y Lara, (1999) mencionan que los ecosistemas de manglar constituyen el tipo de vegetación dominante de las costas en la banda tropical y subtropical, y que representan un enorme valor científico, económico y cultural para América, en ese sentido Rodríguez et al. (2018) refie-

ren que estos ecosistemas, brindan una gran variedad de servicios ambientales como: zonas de alimentación, refugio y crecimiento de juveniles de crustáceos y alevines, por lo que sostienen gran parte de la producción pesquera, ya que también son utilizados como combustible (leña) y poseen un alto valor estético y recreativo. También actúan como sistemas naturales de control de inundaciones y como barreras contra huracanes e intrusión salina, controlan la erosión y protegen las costas, mejoran la calidad del agua al funcionar como filtro biológico, contribuyen en el mantenimiento de procesos naturales tales como respuestas a cambios en el nivel del mar, mantienen procesos de sedimentación y sirven de refugio de flora y fauna silvestre, entre otros.

Valderrama et al. (2017) consideran a los manglares un ecosistema costero altamente dinámico espacial, temporal y biológicamente. Por otra parte, Rodríguez, Chang y Goti (2012), afirman que el ecosistema de manglar es importante por la producción de materia orgánica que se da a través de la cantidad de hojarasca que producen los manglares y es determinada por las hojas, flores frutos y estípulas, que caen al suelo y que representa uno de los más importantes aportes del manglar a las cadenas alimentarias del estuario, funcionando como almacenes de carbono.

La producción primaria de los bosques de manglar se relaciona con la estructura fisiográfica del bosque, así como con el régimen hídrico al que esté sujeto, la influencia de marea, los vientos y en general las características climáticas y edáficas (Rodríguez et al., 2012).

Asimismo, los manglares juegan un papel importante en la producción de hojarasca y detritos, los cuales son exportados durante el proceso de flujo y reflujo hacia el ambiente marino cercano a la costa. Esta producción primaria es un recurso nutritivo de alimentos para gran cantidad de animales marinos. Adicionalmente, los materiales orgánicos solubles que resultan de la descomposición dentro del bosque también ingresan al ambiente cercano a la

Tabla 1.- Tipos de Clima

Tipo o subtipo de clima	Símbolo
Cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media.	A(w1)

Fuente: INEGI, 2008.

costa, donde se tornan disponibles a una variedad de consumidores filtradores del mar y del estuario, así como necrófagos bentónicos (Rodríguez et al., 2012).

El principal problema de estos ecosistemas para Guerrero es la disminución en cuanto a su extensión, se estima que de 16,348 hectáreas en el año 1979 han disminuido a 6,693 hectáreas en 2015 (Valderrama et al., 2017). De igual forma la tala o remoción para actividades agrícolas, ganaderas, acuícolas y turísticas, ponen en riesgo la permanencia de ese ecosistema y los servicios ambientales que provee.

Algunos estudios como el de González (1993), sobre productividad realizados en la costa de Guerrero acerca de la producción primaria, muestran que la producción total de hojarasca en 5 estaciones fue de $9,521.6 \text{ g/m}^2$ durante 19 meses de estudios. De la misma manera, Tovilla-Hernández (1998) encontró que la producción fue de 4.3 y 3.7 g de hojarasca/ $\text{m}^2/\text{día}$. Tovilla y De la Lanza, (1999) en el estudio realizado en Barra de Tecuanapa encontraron una producción primaria de mangles de $2.6 \text{ g/m}^2/\text{día}$. Por otra parte, en el estudio realizado por Rodríguez y Vital (2016) en la Laguna de Tres Palos, encontraron que la producción primaria fue de $13.5 \text{ g/m}^2/\text{día}$.

En el estudio realizado por Félix, Holguin, Hernández y Flores (2006) registraron una producción primaria de *Avicennia germinans*, en promedio $1.15 \pm 0.46 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$. *Rhizophora mangle* presentó una producción, en promedio, de $1.84 \pm 0.61 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$. *Laguncularia racemosa* presentó una producción media de $2.43 \pm 1.27 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$.

En el estado de Guerrero existen grandes e importantes extensiones de mangles, sin embargo, hay pocos estudios sobre la producción primaria de mangle y su asociación con los parámetros fisicoquímicos y de la demanda bioquímica del oxígeno del agua, ya que son factores que regulan el establecimiento de las diferentes comunidades de mangles o tipos de humedales (Peralta, Infante y Moreno, 2009), dado que el agua es el componente principal que mantiene a los humedales, por lo que es necesario conocer o establecer sus características fisicoquímicas y determinar su origen y destino. Es por ello el relacionar las variables fisicoquímicas con especies vegetales y algunos organismos permiten hacer una mejor interpretación de la dinámica de desarrollo de un humedal y tener bases para calcular índices que evalúen de manera rápida las condiciones que guarda el ecosistema (Infante, Peralta y Arrocha, 2009). Los aspectos en los que pueden influir las variables fisico-

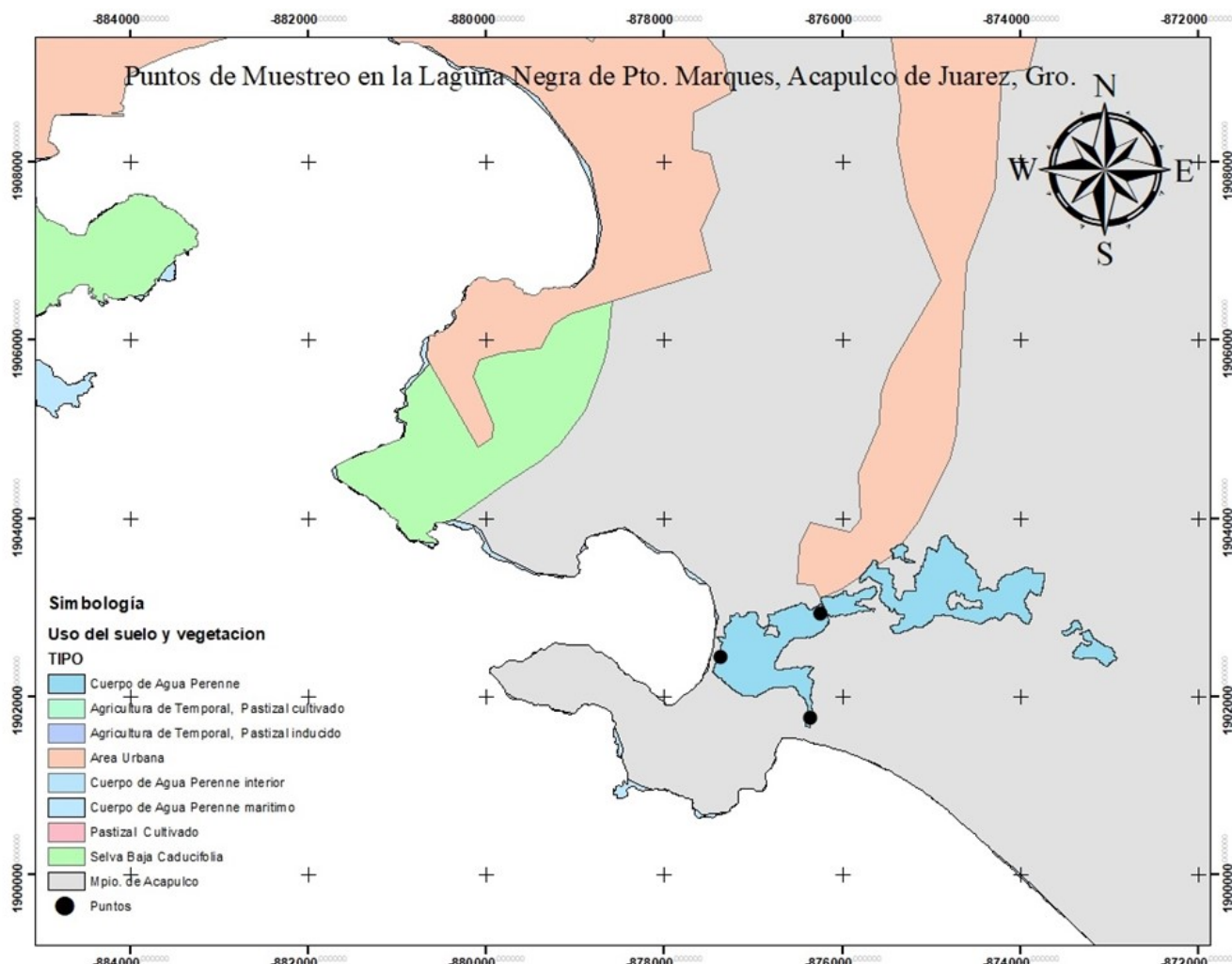


Figura 1. Ubicación de las estaciones de muestreos en la Laguna Negra de Puerto Marques. Elaboración propia a partir de datos vectoriales. INEGI (2012).

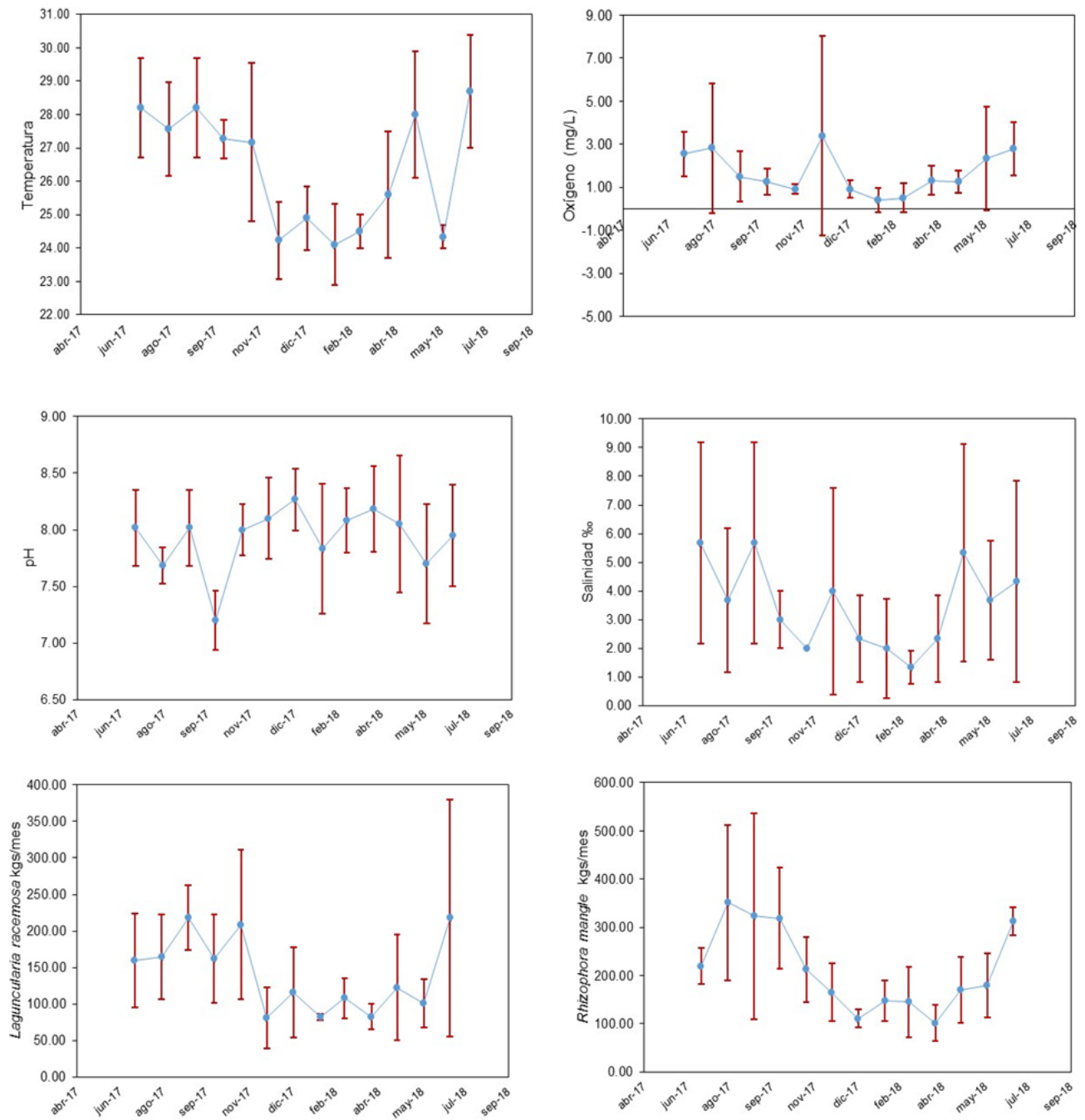


Figura 2. Dispersión mensual de los parámetros fisicoquímicos del agua en las estaciones muestreadas: temperatura (°C), oxígeno disuelto (mg/L), pH (unidades), salinidad (‰) y producción primaria de mangle de *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle* (kgs/mes) de Julio 2017 a julio 2018 en La Laguna Negra de Puerto Marques del Municipio de Aca-pulco de Juárez, Guerrero, México.

Fuente: Elaboración propia.

químicas del agua y la demanda bioquímica del oxígeno son la distribución, desarrollo, reproducción y propagación de los manglares.

Es por ello que el realizar este tipo de investigaciones cobra relevancia con el fin de conocer el estado de los manglares, así como la relación que tienen las variables fisicoquímicas del agua y la demanda bioquímica del oxígeno con la producción primaria de estos ecosistemas costeros. Esta investigación establece bases para futuras investigaciones sobre restauración, reforestación, valoración del agua y vegetación.

El presente estudio tuvo como objetivo determinar diferencias de los parámetros fisicoquímicos del agua, con respecto a las estaciones/meses y saber el grado de asociación entre estas variables (oxígeno disuelto, pH, salinidad, producción primaria, densidad, área basal y altura) y estimar la producción de hojarasca de dos especies de mangle.

El presente artículo consta de tres apartados, en el primer apartado la metodología donde se describe teóricamente la variables que se analizaron en La Laguna Negra de Puerto Marques; así mismos se describe el área de estudio, método de muestreo, método de análisis estadísticos, paramétrico y no paramétrico y el análisis de componentes principales; en el segundo apartado el resultado y discusión del análisis estadístico, así como la asociación entre las variables y en el tercero las conclusiones del trabajo de investigación.

Materiales y Métodos

Descripción de las Variables Evaluadas

Las variables evaluadas referentes al componente agua fueron temperatura, salinidad, potencial de hidrógeno (pH) y oxígeno disuelto (OD), las cuales fueron estimadas en las estaciones de muestreo y se determinaron los valores cada mes a la misma hora. La importancia de estos parámetros es que determinan la presencia y producción de hojarasca por las características físicas y químicas del agua, por lo que es necesario conocerlas (Infante, Peralta y Arrocha, 2009). Por otra parte, Castillo, Barba, Navarrete, Rodiles y Jiménez (2011), mencionan que en los humedales la variabilidad de los parámetros fisicoquímicos está relacionada principalmente por las condiciones climáticas determinadas por las épocas, es decir, lluvias y secas.

Temperatura.- La temperatura del agua es un factor que tiene un significado metabólico mediante el cual los organismos aceleran o retardan sus funciones; incrementos mayores de 5 °C sobre el máximo registrado en latitudes tropicales produce pérdidas de oxígeno (De la Lanza, 2014; Cupil, 2015).

Salinidad.- La salinidad es un parámetro que presenta variaciones por influencia fluvial y que determina el balance osmótico y por ende en el equilibrio hídrico en comunidades diversas (De la Lanza, 2014). Malaver, Rodríguez y Aguilar (2014), mencionan en su trabajo de investigación que la salinidad varía de acuerdo con la estación climática y con el aumento del aporte de agua dulce de los diferentes afluentes y de la intensidad de las precipitaciones asociadas al evento climático, otro factor que se debe considerar en las variaciones de salinidad es la dinámica de apertura y cierre barras.

Rico y Palacios (1996) en su estudio realizado refieren

que, en condiciones extremas y pasando un periodo de inundación con salinidad relativamente baja, las especies encontradas fueron; *Avicennia Germinans* y *Conocarpus erecta* y en los que registra las salinidades más altas encontraron *Rhizophora mangle*.

Potencial de hidrógeno (pH).- Es un indicador de que el agua se encuentre ácida o básica en su reacción. La medida del pH es adimensional y su valor está comprendido entre 0 a 7 si es ácida y entre 7 a 14 si es básica, el valor 7 es indicativo de un medio neutro en ese sentido estudios realizados por: Gordon, Peña, Rodríguez, Rodríguez y Delgado (2001) reportan que en humedales herbáceos el pH del agua cambia de ácido cuando el suelo está ligeramente inundado a neutro cuando aumenta la profundidad del agua. De la Lanza (2014) dice que el parámetro pH (acidez o alcalinidad); presenta una variación diaria entre 7.5 a 9.5 en condiciones normales de cuerpos de agua semicerrados de alta producción primaria (fotosíntesis).

Malaver et al. (2014) indican que las variaciones de pH dependen de las características locales, en las que intervienen la cantidad de agua de mar, calidad de los escurrimientos, la lluvia, la circulación deficiente de agua, la temperatura, la presencia de detritus orgánico y la actividad metabólica de los microorganismos. La tendencia ácida del pH en el bosque de mangle, es atribuible al contenido de ácidos húmicos y fúlvicos disueltos en el agua.

Oxígeno Disuelto (OD).- El nivel de oxígeno disuelto puede ser un indicador de cuán contaminada está el agua y de cuánto sustento puede dar esa agua a la vida animal y vegetal. Generalmente, un nivel más alto de oxígeno disuelto indica una mejor calidad de agua.

Si los niveles son demasiado bajos, algunos peces y otros organismos no pueden sobrevivir (Torres, 2009), citado por Cupil (2015). Por su parte Martínez (2013) determinó las concentraciones de OD en humedales tipos arbóreos y herbáceos en Tumulco, Veracruz. Las concentraciones de OD encontradas en el tular y el popal fueron bajas con valores de menores a 4 mg/L.

En ese mismo sentido De la Lanza (2014) menciona que el oxígeno disuelto; el más importante de los factores abióticos relacionado directamente con los procesos de producción-respiración del ámbito biótico y su ciclo diurno en cuerpos cerrados o semicerrados puede oscilar en condiciones normales entre la anaerobiosis y la aerobiosis (sobresaturación).

Cupil (2015) encontró valores de oxígeno disuelto en el agua superficial de los humedales de Tumulco, Veracruz, bajos, en su mayoría fueron menores a 1 mg/L, La concentración máxima de OD fue de 2.83 mg/L, y la mínima fue de 0.20 mg/L de OD. Rivera, Pinilla y Camacho (2013) señalan que los humedales tienden a presentar un déficit de oxígeno disuelto cuando el sistema presenta un incremento en la DBO. Cupil (2015) encontró en su trabajo valores de la demanda de oxígeno disuelto en el agua superficial de los humedales de Tumulco, Veracruz, de 9.43 mg/L a 16.37 mg/L.

Descripción del área de estudio

Ubicación

La Laguna Negra se encuentra en el estado de Guerrero a inmediaciones de la Bahía de Puerto Marqués al sureste

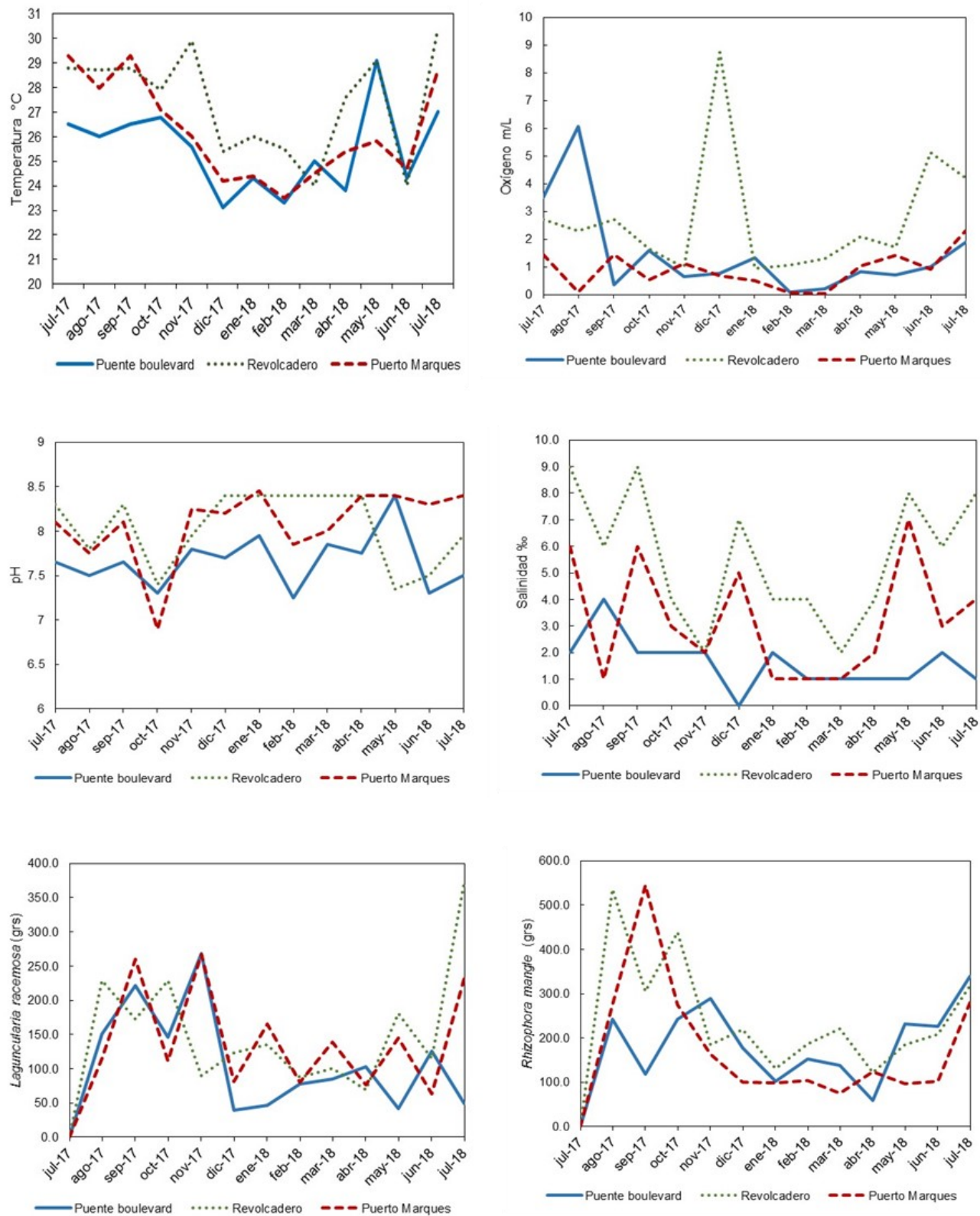


Figura 3. Variación mensual de los parámetros fisicoquímicos del agua en las estaciones muestreadas: temperatura (°C), oxígeno disuelto (mg/L), pH (unidades), salinidad (‰) y producción primaria de mangle de *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle* (kgs/mes) de Julio 2017 a julio 2018 en La Laguna Negra de Puerto Marques del Municipio de Acaulco de Juárez, Guerrero, México. **Fuente:** Elaboración propia.

Tabla 2.- Precipitación total mensual.

Estación	MESES Y ESTACIONES ANUALES												
y	PRIMAVERA			VERANO			OTOÑO			INVIERNO			Periodo
Concepto	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	
Acapulco	0.0	0.0	44.8	603.5	295.6	391.0	439.0	213.9	0.0	0.0	0.0	0.0	2006
Promedio	2.5	3.6	27.2	270.5	243.2	272.5	310.2	134.3	20.1	12.1	15.9	3.4	1973–2006
Año más seco	0.0	0.0	30.9	138.7	127.8	119.5	95.3	114.5	0.0	4.5	0.0	0.0	1994
Año más lluvioso	0.0	0.0	55.9	409.5	362.2	567.8	347.5	240.2	5.3	7.5	0.0	0.0	1996

Fuente: INEGI, 2008.

del Puerto de Acapulco, donde se descargan una parte de los escurrimientos de la cuenca del río La Sabana. La Laguna Negra forma parte de un sistema hidrológico complejo constituido por el Río la Sabana-Laguna de Tres Palos-Laguna Negra de Puerto Marqués, que cubre un área aproximada de 66.4 Has., tiene una profundidad media de 3.7 m. Su superficie está cubierta por mangle casi en su totalidad y se abre al mar por un canal que divide al cerro de Punta Diamante de la zona de playas de Copacabana-Bonfil-Barra Vieja, en el conjunto denominado Centro Turístico Punta Diamante-Copacabana (CNA, 2014).

Clima

En primer término, se debe especificar que la consulta de datos climatológicos se realizó de la estación climatológica situada en la ciudad de Acapulco de Juárez, denominada “Laguna de Tres Palos”, con clave 12-223, con las siguientes coordenadas geográficas: Actitud: 16°49'47" N. Longitud: 099°46'42", con una altura promedio de 24 msnm (CNA, 2014).

Tipo de Clima

El clima representativo en el área corresponde al Cálido subhúmedo, en una transición de dos variantes de humedad, esto de acuerdo con las características topográficas, tal como se muestra en la Tabla 1, asimismo, se detalla el tipo y subtipo de clima representativo en el SAL, esta variación de humedad obedece a factores como el relieve principalmente (Enriqueta-García, 2004).

Las características del clima Cálido subhúmedo son su temperatura anual entre 22.8 y 25.8 °C. El registro de precipitación pluvial promedio es de un rango entre 660 –

1,809 mm anuales, de estos datos se desprenden los subtipos por humedad. La mayor precipitación se concentra en el lapso de junio a septiembre, y entre julio y agosto, disminuye por la presencia de la canícula, aumentando nuevamente a finales de agosto (Enriqueta-García, 2004).

De acuerdo con el cuaderno estadístico del municipio de Acapulco, en la zona del proyecto el tipo de clima es el A (W1), que corresponde al Cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad. A continuación, se presenta gráficamente el clima en el Sistema Ambiental.

Vegetación

El tipo de vegetación corresponde a manglar con presencia de vegetación secundaria e introducida, este ecosistema está formado por árboles tolerantes a las sales existentes en la zona intermareal cercana a la desembocadura de cursos de agua dulce en latitudes tropicales y subtropicales. Así, entre las áreas con *manglares* se incluyen estuarios y zonas costeras. Tienen una gran diversidad biológica con alta productividad, encontrándose muchas especies de aves como de peces, crustáceos, moluscos y otras.

Precipitación

Para el caso de la precipitación pluvial anual, el promedio en los últimos años es de 1,314 mm. El periodo de máxima precipitación coincide con los meses de alta temperatura, es decir de julio a octubre, decreciendo considerablemente el resto del año, hasta ser prácticamente nula en los meses de noviembre a abril. Existen 60 días de lluvia al año y se cuenta con una humedad relativa media anual de 67 %. El área de estudio se encuentra próxima a una región

Tabla 3.- Temperatura mensual reportada en las estaciones climatológicas de CFE cercanas al área de estudio

Estación	MESES Y ESTACIONES ANUALES												
y	PRIMAVERA			VERANO				OTOÑO		INVIERNO			Promedio
Concepto	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	
Temperatura media normal	25.1	26.5	27.0	26.5	26.2	25.6	24.9	24.6	24.1	3.0	23.3	23.8	23.0

Fuente: INEGI (2008)

Tabla 4.- Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo de la Laguna Negra de Puerto Marques (1.- Puente Boulevard, 2.- Revolucionero, 3.-Puerto Marques).

Estaciones de muestreo	Coordenadas	
	N	W0
1	16° 49' 15.2"	99° 44' 20.9"
2	16° 45' 31.5"	99° 45' 31.9"
3	16° 45' 09.5"	99° 43' 20.0"

Fuente: Elaboración propia.

considerada de alta precipitación (Costa Grande, Guerrero). La precipitación que se registra en el área, en una interpretación de más de 30 años de datos climáticos, referentes a los indicadores de precipitación (1973-2006) se muestra en la Tabla 2.

Temperatura

La temperatura media anual que se registra en el área de estudio en un promedio de más de 12 años, es de 23.0 °C, con una temperatura del año más frío de 14.7.0 °C, finalmente la temperatura del año más caluroso corresponde a 35.2 °C. Tal como se aprecia en la Tabla 3.

Descripción de las variables morfológicas

Para determinar los parámetros estructurales del manglar se realizó mediante el método de “muestreo de parcela circular” propuesto por Rivas, Duran y Mora (2011). y se hicieron tres estaciones de muestreo en la Laguna Negra de Puerto Marques, con un radio de 17.84 metros cubriendo un total de 1000 m² con la ayuda de cinta métrica y GPS para posicionar las estaciones de muestreos. (véase Figura 1) Para cada estación se estimó el promedio de densidad, la altura media, el área basal y la copa de los árboles.

La estimación de la producción de hojarasca se realizó colocando canastillas recolectoras de hojarasca con área de 1 m² para cada estación de muestreo y en árboles distintos para estimar la producción de hojarasca, de acuerdo con el método de Teas (1977). El método consistió en colocar 3 canastillas colectoras en cada estación de muestro de malla de mosquitero de 1 mm x 1 mm construida sobre un marco de alambón de 1 m² y se fijaron a 1.5 metro de altura aproximadamente, distribuidas en las tres estaciones al azar dentro del área de estudio. Se realizaron recolecciones mensuales durante un periodo de un año entre julio de 2017 a julio de 2018. El material recolectado fue separado para su análisis en: hojas, trozos de ramas, flores, frutos o

semillas y material diversos. Cada uno de los componentes fue deshidratado en un horno a 70 °C durante tres días hasta lograr sequedad absoluta. Las muestras fueron pesadas en seco en una balanza de precisión de 0.001 g.

La producción primaria se estimó con base en la caída de hojarasca en los meses de muestreo, lo que se realizaron los siguientes cálculos: a) media mensual del total de caída de hojarasca y de cada uno de los materiales clasificados (g/m²) y b) producción diaria de caída de hojarasca y tasa promedio anuales.

Para cada estación de muestreos mensuales, se determinaron in situ los parámetros fisicoquímicos del agua, como oxígeno disuelto (OD) y temperatura (multiparametro ISY); pH (photometers YSI 3900); salinidad (refractómetro ATC).

Se aplicó la prueba paramétrica de Análisis de Varianza [ANOVA] para los datos que cumplieron con el supuesto de normalidad y la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para aquellos que no cumplieron con el supuesto de normalidad, con el fin de determinar si existían diferencias significativas entre las concentraciones de los parámetros con respecto a las estaciones y meses muestreados, así como en la producción primaria de mangles.

Para establecer la correlación de los parámetros fisicoquímicos del agua con la estructura y producción del bosque de manglar, se aplicó análisis multivariado de datos a partir de la técnica de reducción de dimensiones conocida como **Análisis de Componentes Principales**, con la finalidad de saber el grado de asociación entre estas variables (producción primaria, área basal y altura).

Resultados

Con respecto a la variable temperatura y diámetro presentaron normalidad los datos, así mismo varianzas homogéneas y de acuerdo al ANOVA (véase Tabla 5), no se determinaron diferencias significativas de las variables

Tabla 5.- Resultados del ANOVA de una sola vía para temperatura.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Temperatura °C	Inter-grupos	24.057	2	12.029	3.038	.060
	Intra-grupos	142.529	36	3.959		
	Total	166.587	38			
Diámetro	Inter-grupos	4.122	2	2.061	.373	.691
	Intra-grupos	198.879	36	5.524		
	Total	203.001	38			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.- Prueba no paramétrica Kruskal-Wallis (estaciones de muestreos).

	Oxígeno	pH	Salinidad	<i>L. racemosa</i>	<i>R. mangle</i>	Altura
Chi-cuadrado	10.533	9.400	16.432	2.914	2.931	1.699
gl	2	2	2	2	2	2
Sig. asintót.	.005	.009	.000	.233	.231	.428

a Prueba de Kruskal-Wallis; b Variable de agrupación: Estación. **Fuente:** Elaboración propia.

entre los sitios de muestro, lo cual fue corroborado con la prueba de contrastes múltiples de Scheffé, por lo que los valores pueden considerarse como homogéneos.

Por otra parte la temperatura en las estaciones muestreadas presentó una fuerte variación oscilando entre 23.10 a 30.40 °C con una desviación de 2.093 en el mes de noviembre 2017, abril, mayo y julio 2018, encontrándose el valor mayor en el revolcadero en el mes junio 2018, con 30.40 °C, mientras que el valor menor se presentó en el puente Boulevard con 23.10 °C. (véanse Tabla 8 y Figuras 2 y 3).

Durante los meses de octubre 2017, marzo y junio 2018, la temperatura presentó, en promedio, valores más homogéneos que oscilaron de los 24 °C a los 27.9 °C, con respecto a los meses de junio, agosto, septiembre, diciembre 2017 y enero, febrero 2018 (véanse Figuras 2 y 3). Con referencia al diámetro de los mangles, presentaron un diámetro promedio de 6.21 metros, con una desviación estándar de 2.42 metros.

Por otro lado, con la variable oxígeno disuelto, pH, salinidad, producción de mangle y altura entre las diferentes estaciones de muestreo, no cumplieron con el supuesto de normalidad, por lo que se les aplicó la prueba de Kruskal-Wallis (véase Tabla 6), de tal manera las variables oxígeno, pH y salinidad presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) de los promedios entre las variables y estaciones de muestro. En referencia a la producción primaria de mangle de las especies de *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle* y la altura, no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre las estaciones de muestreo (véase Tabla 6).

Sin embargo, de misma manera se le aplicó la de Kruskal-Wallis a las variables oxígeno, pH, salinidad, producción primaria y altura entre los meses de muestreos, presentando solo diferencia significativa ($P < 0.05$) la variable producción de mangle (*Rhizophora mangle*), (véase Tabla 7).

Los resultados obtenidos de oxígeno disuelto tuvieron marcada diferencia en la estación de muestreo de Puente Boulevard y Revolcadero, con un promedio de 1.69 mg/L, los máximos niveles de concentración se obtuvieron en el mes de agosto, estación 1 (6.07 mg/L) y en diciembre,

estación 2 (8.74 mg/L), presentando mayor dispersión en los meses de agosto y diciembre 2017 y junio 2018 (véanse Tabla 8 y Figuras 2 y 3).

Los valores de pH presentaron variaciones importantes entre los sitios de trabajo, (véase Tabla 6), observándose el valor mínimo de 6.9 y máximo de 8.45 de Puerto Marques (véase Tabla 8). Dichos valores se presentaron en los meses de octubre 2017 y enero 2018 respectivamente. De la misma manera el pH presentó mayor dispersión en los meses de febrero, mayo y junio 2018 (véase Figura 3).

Las concentraciones de salinidad registradas en los sitios de estudios oscilaron entre 9 ‰ como máxima en el mes de septiembre estación 2 y 0.0 ‰ como mínima durante diciembre, estación 1, con un promedio de 7.92, con una desviación estándar de 0.420 (véase Tabla 8), con variabilidad en los meses de julio, septiembre, diciembre 2017 y mayo, julio 2018 (véase Figura 2).

En cuanto a la variable de producción primaria de mangle, para *Laguncularia racemosa*, se obtuvo un promedio en producción primaria de 140.39 kg por estación mes, con una desviación estándar de 76.435 kg por estación mes, y una menor producción de 39.5 en el mes de diciembre 2017, estación 1 y una mayor producción de 373 kg en el mes de julio 2018, estación 2. Obteniendo mayor dispersión en relación al promedio en los meses de noviembre 2017 y julio 2018 (véanse Tabla 8 y Figura 2).

De la misma forma para *Rhizophora mangle*, se obtuvo un promedio de 212.05 kg por estación mes, con una desviación estándar de 113.49 kg por estación mes, con una menor producción de 59.00 kg., en el mes de abril 2018, estación 1 y una mayor producción de 545 kg en el mes de septiembre 2017, estación 3. Obteniendo mayor dispersión en relación con el promedio en los meses de noviembre 2017 y julio 2018 (véanse Tabla 8, Figura 2 y 3).

La variable altura de los mangles en los sitios de muestreo osciló entre 5 metros como mínimo y 14.21 metros como máximo de altura, con una media de 1.31 metros y una desviación estándar de 3.77 metros de altura de los manglares en las estaciones de muestreos. El diámetro a la altura del pecho osciló entre 1.27 cm como mínimo y 5.9 cm como máximo, con un promedio de 6.21 cm de altura y una desviación estándar de 2.42 cm. (véase Tabla 8).

Tabla 7. Prueba no paramétrica Kruskal-Wallis (meses de muestreos).

	Oxígeno	pH	Salinidad	<i>L. racemosa</i>	<i>R. mangle</i>	Altura
Chi-cuadrado	14.128	14.249	10.201	16.589	23.655	13.366
gl	12	12	12	12	12	12
Sig. asintót.	.293	.285	.598	.166	.023	.343

a Prueba de Kruskal-Wallis; b Variable de agrupación: Meses. **Fuente:** Elaboración propia.

Tabla 8.- Valores promedios anuales, desviación estándar, valores mínimos y máximo de temperatura, oxígeno disuelto, pH, salinidad y producción de mangle.

	Temperatura °C	Oxígeno	pH	Salinidad	Producción primaria (<i>L. racemosa</i>) kgs/mes	Producción primaria (<i>R. mangle</i>) kgs/mes	Producción primaria (<i>L. racemosa</i>) g m ⁻² d ⁻¹	Producción primaria (<i>R. mangle</i>) g m ⁻² d ⁻¹	Altura (m)	Diámetro (cm)
N Válidos	39	39	39	39	39	39	39	39	77	77
Media	26.36	1.69	7.92	3.48	140.39	212.05	1.15	1.74	11.31	6.21
Desv. típ.	2.09	1.76	0.42	2.54	76.43	113.49	0.42	0.70	3.77	2.42
Mínimo	23.10	.04	6.90	0.00	39.50	59.00	0.67	0.83	14.21	5.90
Máximo	30.40	8.74	8.45	9.00	373.00	545.00	1.79	2.88	5.00	1.27

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de Componentes Principales (ACP)

Los ACP se llevaron a cabo tomando en consideración a la matriz de correlaciones bivariadas generadas por “n” variables numéricas con la finalidad de obtener “n” componentes o factores ortogonales que permitieron una mejor interpretación de la relación entre las variables. De tal manera, que para el presente estudio se realizó un ACP.

Se realizó un ACP: Con 7 variables: temperatura (°C), pH (unidades), salinidad (‰) y producción primaria de mangle de *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*, estación y meses (véase Tabla 9). Se obtuvieron dos componentes, los cuales estuvieron conformados de la siguiente manera:

El primer componente, se refiere a variables producción primaria de mangle de *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*, conformado por las variables *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora*, temperatura y salinidad, de tal manera que presentaron correlaciones positivas directas, indicando que un aumento de temperatura involucra un aumento de la producción primaria de mangle, lo cual a su vez repercute en un incremento de salinidad.

En el segundo componente, conformado por la variable estación y pH, lo que tiene una relación directa positiva, debido principalmente por la ubicación, ya que a mayor concentración o acumulación de materia orgánica en el cuerpo de agua afecta el aumento o la disminución del pH, entre las estaciones de muestreos.

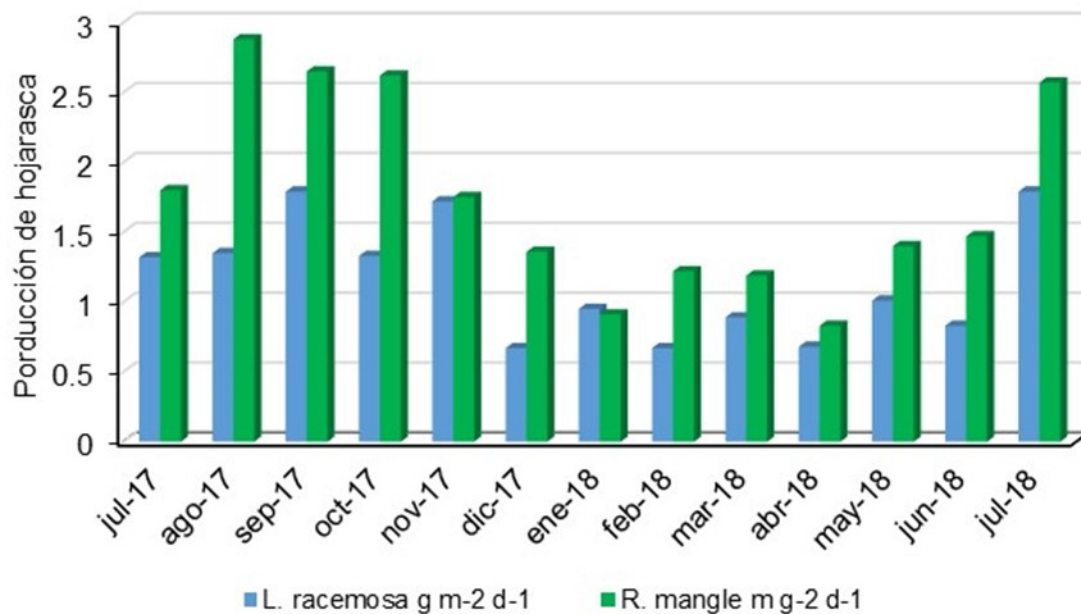


Figura 4.- Producción de hojarasca por día de *L. racemosa* varía de 0.67 g m⁻² d⁻¹ y el máximo es de 1.79 67 g m⁻² d⁻¹ y para *R. mangle* 0.83 a 2.88 g m⁻² d⁻¹, en La Laguna Negra de Puerto Marques del Municipio de Acapulco, de Juárez, Guerrero, México.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9.- Primer Análisis de Componentes Principales

Variables	Componente rotados	
	1	2
<i>Rhizophora mangle</i>	0.825	-0.207
Temperatura	0.814	0.157
<i>Laguncularia racemosa</i>	0.763	0.157
Salinidad	0.641	0.438
Meses	-0.484	0.260
pH	-0.118	0.835
Estación	0.135	0.766

Método de extracción: Análisis de componentes principales; Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser; a La rotación ha convergido en 3 iteraciones.

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, el estadístico de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) presentó un valor de 0.731, por lo que el tamaño de muestra para el ACP fue considerado como aceptable (Tabla 10). La prueba de Esfericidad de Bartlett resultó significativa ($\chi^2 = 61.557$, g.l.=21; $P = 0.0$), esto hizo rechazar la hipótesis nula de que la matriz de correlaciones bivariadas es una matriz de identidad, confirmando la relación lineal entre las variables.

La varianza total explicada a partir de la extracción de dos componentes fue de 60.52%, donde el primer componente aportó un 37.94%, y el segundo 22.57%. Con lo que respecta a las comunales o cantidad total de varianza explicada por cada variable, el menor valor lo presentó la variable meses de muestreo, con 0.302, y el mayor lo obtuvo le pH, con 0.711. Además, en el gráfico de sedimentación, se observó un cambio notable en la pendiente de la línea de tendencia a partir del segundo componente. De tal manera, el análisis sugirió la extracción de sólo dos componentes.

Discusión y conclusiones

La Laguna Negra de Puerto Maques presenta una problemática similar a la Laguna de Tres Palos, en cuanto al aporte de contaminantes provenientes de su cuenca de drenaje que favorecen su tendencia a la eutrofización acelerada y su consecuente alteración a la calidad del agua, pérdida de biodiversidad acuática, florística y de aves que habitan en la laguna (Olivier, Lungo, Sierra y Pérez, 2011).

En ese sentido los resultados del estudio revelan que la dinámica del agua es uno de los factores que condicionan la estructura de los manglares, ya que Laguna Negra de Puerto Marques se clasifica como un ecosistema de man-

glar estacionalmente inundado, debido a que la frecuencia de inundación depende del clima, precipitación, de escurrimiento y de descargas de aguas al río de la sabana. Esto coincide con Flores, Moreno, Agráz, López, Benítez y Travieso (2007) y Hernández (2009), quienes mencionan que los niveles de precipitación en regiones estacionales afectan las descargas de agua de los humedales, y con ello diferentes parámetros fisicoquímicos del agua, entre ellos la salinidad, en ese sentido Bruce (1967) afirma que la salinidad muestra un patrón de dependencia a las descargas de agua, ya que en época de lluvias esta disminuye (0.30 ‰) y en época de secas aumenta (7.31 ‰); Martínez (2013) reporta salinidad de 1.1 a 7.7 ‰; Rossalino (2015) encontró salinidades de 1.9 a 2.66. Estos resultados coinciden con los resultados de este trabajo de investigación, en épocas de lluvias se encontró salinidad de 0.0 ‰ y en época de seca hasta 9 ‰ como máxima.

Torres, Avelar, Rico, López, Yamamoto, Ramos, Davila, Santos y Rosales (2005), en su estudio preliminar en la Laguna Negra de Puerto Marques reportaron variaciones en la concentración de oxígeno disuelto de 0.36 a 2.6 mg/L en la época de sequía, y para la época de lluvias de 0.69-12.5 mg/L.

Olivier et al. (2011) reportaron concentración mínima y promedio de oxígeno disuelto, por debajo del límite mínimo permisible de 5.0 mg l⁻¹ y 3.0 mg l⁻¹ que establece respectivamente el Acuerdo CE-CCA-001/89 (Diario Oficial de la Federación [DOF], 1989) y la Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente (DOF, 1993). También encontraron valores más bajos de oxígeno en los meses de marzo, agosto y septiembre. Sin embargo, en el presente trabajo de investigación en las tres estaciones y

Tabla 10.- KMO y prueba de Bartlett.

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		0.731
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	61.557
	gl	21
	Sig.	0.000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. Varianza total explicada

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	2.656	37.947	37.947	2.65	37.947	37.947	2.60	37.167	37.167
2	1.580	22.578	60.525	1.58	22.578	60.525	1.63	23.358	60.525
3	0.837	11.956	72.481						
4	0.627	8.958	81.440						
5	0.505	7.211	88.651						
6	0.462	6.600	95.251						
7	0.332	4.749	100.000						

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Fuente: Elaboración propia.

meses de muestreo se obtuvo niveles de oxígeno muy bajos, lo que contradice los resultados por Olivier y colaboradores. Los investigadores antes mencionados reportaron valores de oxígeno elevados en los meses de julio y septiembre, los cuales fueron en las estaciones cuatro y seis se observaron concentraciones de oxígeno por arriba de los niveles de saturación, lo que se cree que se debe al florecimiento algales ocurridos en este mes (Olivier et al., 2011). En el presente trabajo se encontraron máximos niveles de concentración de oxígeno en el mes de agosto, estación 1 (6.07 mg/L) y en diciembre, estación 2 (8.74 mg/L), presentando mayor dispersión en los meses de agosto y diciembre 2017 y junio 2018 (véanse Tabla 8 y Figura 2 y 3).

Por otro lado, Olivier et al. (2011) reportaron temperatura del agua en La Laguna de Puerto Marques en el periodo de estudio de 23.9, 29 y 27 °C. El valor mínimo correspondió en el mes de febrero y el máximo en el mes de marzo. La época de lluvias fue quien mostró los valores más bajos de temperatura con un promedio de 26.8 °C. La variación de la temperatura del agua entre los periodos de estiaje y de lluvias fue de aproximadamente 0.4 °C, producto, de los cambios estacionales ocurridos entre estos dos regímenes hídricos. Estos resultados reportados por Olivier et al. (2011), coinciden con los obtenidos con el presente trabajo de investigación, registrándose temperatura que oscilaron entre 23.10 a 30.40 °C con un promedio de 26.36.

De la misma manera, Olivier et al. (2011) con relación al pH obtuvieron 7.68 en promedio, para el periodo de estudio fue con valores mínimo y máximo de 7.4 y 8.5. Los valores más bajos correspondieron al mes de agosto y los más elevados correspondieron al mes de julio. El promedio, de pH para el periodo de lluvias y estiaje respectivamente, fueron de 7.67 y de 7.7. Estos resultados coinciden con el presente trabajo de investigación, observándose valor mínimo y máximo de 6.9 y 8.45 de la Laguna Negra de Puerto Marques (véase Tabla 8). Dichos valores se presentaron en los meses de octubre 2017 y enero 2018 respectivamente. De la misma manera, el pH presento mayor

dispersión en los meses de febrero, mayo y junio 2018 (véase Figura 2).

La correlación de las variables fisicoquímicas y la producción de hojarasca solo se observó una correlación positiva con la variable temperatura y salinidad, fue positiva, indicando que a mayor temperatura mayor producción de hojarasca coincidiendo con lo reportado por Mendoza, González y Aguilar (2016). Con base en lo anterior para el caso de La Laguna Negra las condiciones climáticas de mayor temperatura coinciden con la temporada de lluvias siendo una respuesta a condiciones favorables.

La mayor producción de hojarasca observada durante los meses de lluvia constituye una respuesta fisiológica al aumento de la disponibilidad de nutrientes y bajas salinidades que se presentan con la llegada de las precipitaciones, que determinan condiciones favorables para el crecimiento de las plantas por la optimización de la fotosíntesis (Day, Coronado, Vera, Twilley, Rivera, Álvarez y Conner, 1996).

En cuanto la producción de hojarasca por día en *L. racemosa* varia de 0.67 g m⁻² d⁻¹ y el máximo es de 1.79 67 g m⁻² d⁻¹ y para *R. mangle* 0.83 a 2.88 g m⁻² d⁻¹, siendo relativamente baja comparada con el trabajo de Félix et al. (2006). Posiblemente se deba a las condiciones de precipitación, ya que en área de estudio se presenta una estacionalidad marcada y la temporada de lluvias corresponde a un periodo corto de tiempo. (véanse Tabla 8 y Figura 4). La producción a lo largo del año dependerá de factores ambientales como la temperatura y precipitación o bien del grado de estrés ya sea por causas naturales o antropogénico (Day et al. 1996).

Las variables fisicoquímicas del agua como temperatura, pH, oxígeno disuelto y salinidad presentaron valores típicos de humedales tipo manglar. Los que a su vez estas variables presentaron correlaciones positivas directas, indicando que un aumento de temperatura involucra un aumento de la producción primaria de mangle, lo cual a su vez repercute en un incremento de salinidad, lo que es apoyada por el estadístico de Kaiser-Meyer-Olkin y la prueba de Esfericidad de Bartlett, confirmando la relación lineal

entre las variables. No obstante, los parámetros fisicoquímicos del agua no afectan la estructura ni la producción primaria de mangle de *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*, ya que de acuerdo a la fisiología de las especies, estas sigue mostrando la producción, altura y diámetros promedio en todos las estaciones muestreadas.

La Laguna Negra de Puerto Marques del Municipio de Acapulco, es una zona de manglar estacionalmente inundado, esto depende en gran parte de la precipitación de la zona para permanecer inundado. Por esta condición, algunas de las variables fisicoquímicas del agua son muy cambiantes por mes oxígeno disuelto, temperatura, pH y salinidad y otras permanecen relacionadas en disminución a medida que el agua desciende en el manglar, así como también en la acumulación de materia orgánica en el cuerpo de agua que afecta el aumento o la disminución del pH.

La mayor producción de hojarasca se lleva acabo en la temporada de lluvias, esta es relativamente baja comparado con estudios de otras zonas del país. La producción de materia orgánica se correlaciona de manera positiva con la temperatura. Aunque la producción de materia orgánica es baja, sigue siendo una fuente importante de aporte para las redes tróficas que ocurren en el margen costero de Guerrero.

Referencias

- *Bruce, G. T. (1967). Mangrove Ecology and Deltaic Geomorphology: Tabasco, México. *Journal of Ecology*, 55 (2), 301-343.
- Castillo, A., Barba, E., Navarrete, A. D. J., Rodiles, R., y Jiménez, M. D. L. (2011). Ictiofauna de los humedales del río San Pedro, Balancán, Tabasco, México. *Revista de Biología Tropical*, 59(2), 693-708.
- Comisión Nacional del Agua. (2014). *Estadísticas del Agua en México*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales CONAGUA. Obtenido de: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/EAM2014.pdf>
- Comisión Nacional del Agua. (2016). *Atlas del agua en México*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. CONAGUA. Obtenido de http://201.116.60.25/publicaciones/AAM_2016.pdf.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2014). Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/67741/informe_conabio_2012_2014.pdf.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2009). Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica., México D.F. CONABIO. Obtenido de: <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares/pdf/imprime/sitiosPrioritarios.pdf>.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto Nacional Electoral, Comisión Nacional Forestal, Comisión Nacional del Agua e Instituto Nacional de Geografía e Informática. (2006). *Minuta de la Reunión Interinstitucional para la definición de manglar. INEGI- Aguascalientes*. CONABIO, INE, CONAFOR, CONAGUA, INEGI Obtenido de: https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares2013/pdf/minuta_tipos_de_manglar.pdf.
- Cupil, A. (2015). *Calidad del agua mediante el análisis fisicoquímico, demanda bioquímica y química de oxígeno en los humedales de Tumilco, Veracruz, México*. Tesis de Ingeniero, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana, Tuxpan, Veracruz, México, 55p.
- Day Jr, J. W., Coronado, C., Vera, F. R., Twilley, R., Rivera, V. H., Álvarez H., y Conner, W. (1996). A 7-year record of above-ground net primary production in a south-eastern Mexican mangrove forest. *Aquatic Botany*, 55(1), 39-60.
- Diario Oficial de la Federación. (1988). Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente. DOF. Obtenido de: <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/images/cibiogem/protocolo/LGEEPA.pdf>
- Diario Oficial de la Federación. (1989). *Acuerdo por el que se establecen los criterios ecológicos de calidad del agua CE-CCA-001/89*. DOA. Obtenido de: <http://legismex.mty.itesm.mx/acu/acca001.pdf>
- De la Lanza, E. G. (2014). *Protocolo para el muestreo de calidad del agua en ríos endorréicos y exorréicos, y en humedales para la aplicación de la Norma de Caudal Ecológico (NMXAA-159-SCFI-2012)*. UNAM. Obtenido de: <http://www.ibiologia.unam.mx/aguas/Protocolo%20calidad%20de%20aguai.pdf>.
- Félix, E. F., Holguín, O. E., Hernández, A. y Flores, F. (2006). Producción primaria de los mangles del Estero El Conchalito en Bahía de La Paz (Baja California Sur, México). *Ciencias Marinas*, 32(1A), 53-63.
- Flores, F., Moreno, P., Agráz, C. M., López, H., Benítez, D. y Travieso, A. C. (2007). La topografía y el hidroperíodo: dos factores que condicionan la restauración de los humedales costeros. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 80 (Suplemento), 33-47.
- García Amaro, E. (2004). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Para adaptarlo a las condiciones de Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana*. México (DF). Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, 98p.
- González, A. E. (1993). *Producción Orgánica de las Comunidades de Manglares establecidas en Barra de Teacoanapa, Guerrero, México*. Tesis Profesional de Licenciatura de Ecología Marina, Escuela Superior de Ecología Marina, Universidad Autónoma de Guerrero, 90p.
- Gordon, E., Peña, C., Rodríguez, C., Rodríguez, J. y Delgado, L. (2001). Caracterización de la vegetación de un humedal herbáceo oligohalino (Sabanas de Venturini, Sucre, Venezuela). *Acta Biológica Venezolana*, 21(3), 41-49.
- Hernández, H. (2009). *Efecto de las perturbaciones naturales y antropógenas en la estructura del manglar de la Mancha, Veracruz*. Tesis doctoral, Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México, 115p.
- Infante D. Peralta L. A. y Arrocha A. A. (2009). Obtención de datos de salinidad, conductividad y pH del agua. En: Costa sustentable, sustentabilidad de la costa veracruzana: conservación y desarrollo. *Breviario para describir, observar y manejar humedales*, 31-32. Ramsar, Inicol, Conanp. MEX, 407p.
- Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática. (2008). *II Censo de Población y Vivienda 2005*. México, INEGI.
- Malaver, N., Rodríguez, M., y Aguilar, V. H. (2014). Un

- Diagnóstico de la Calidad Microbiológica del Agua de la Laguna de Tacarigua, Estado Miranda, Venezuela. *Acta Biologica Venezuelica*, 34(2), 203-226.
- Martínez, P. R. (2013). *Características fisicoquímicas del agua superficial y del manto freático en los Humedales de Tumulco, Tuxpan Veracruz*. Tesis de Licenciatura, Universidad Veracruzana, Veracruz, México, 57p.
- Mendoza, A. J., González, G. y Aguilar, C. (2016). Producción espacial y temporal de hojarasca del manglar en la laguna Barra de Navidad, Jalisco, México. *Revista de Biología Tropical*, 64(1), 275-289.
- Olivier, B., Lungo, A. J., Sierra, J. C. y Pérez, D. (2011). Diagnóstico de la contaminación por aporte de aguas residuales domésticas a la Laguna Negra de Puerto Marques. En A. Rodríguez (Ed.). *Las inundaciones en Llano Largo, Acapulco: riesgo, turismo y desarrollo*, 193 – 230. MX. Plaza y Valdés S.A. de C.V.
- Peralta L. A, Infante D. y Moreno P. (2009). Construcción e instalación de piezómetros. Costa sustentable, sustentabilidad de la costa veracruzana: conservación y desarrollo. *Breviario para describir, observar y manejar humedales*. MX. Ramsar, Inicol, Conanp. 407p.
- Rico, V. y Palacios, M. (1996). Salinidad y el nivel del agua como factores en la distribución de la vegetación en la ciénaga del NW de Campeche, México, *Acta Botánica Mexicana*, (34), 53-61.
- Rivas, L., Duran, M. y Mora, A. (2011). Evaluación del método de muestreo de parcelas de áreas fijas circulares en presencia de correlación espacial. *Revista Forestal Venezolana*, 55(2), 203-210
- Rivera, J. J., Pinilla, G. y Camacho, D. L. (2013). Grupos tróficos de macro invertebrados acuáticos en un humedal urbano Andino de Colombia. *Acta biológica colombiana*, 18 (2), 279-292.
- Rodríguez S. M. y Vital J. L. (2016). *Producción Primaria en Conocarpus erectus y Avicenia germinans en la Laguna de Tres Palos de Acapulco, Guerrero, México*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Guerrero, Guerrero, México. 98p.
- Rodríguez, E. A., Chang, J. C., y Goti, I. (2012). Productividad Primaria del Manglar de *Rhizophora mangle* en el Canal Estuarino de Isla de Cañas, Provincia de los Santos, República de Panamá. *Revista. Tecnociencia*, 14(2), 85-99.
- Rodríguez, M. T., Villeda E., Vázquez, A. D., Bejarano, M., Cruz, M. I., Olguín, M., Villela. A. y Flores, R. (2018). Métodos para la caracterización de los manglares mexicanos: un enfoque espacial multiescala. MX. CONABIO. 272 p.
- Rossalino, M. B. (2015). *Estructura del mangle y la asociación con características fisicoquímicas de agua y suelo en Tumulco, Mpio., de Tuxpan, Ver.* Tesis de Maestría, Universidad Veracruzana, Tuxpan, Veracruz, México, 85p.
- Teas, H. J. (1977). Ecology and restoration of mangrove shoreline in Florida. *Environmental Conservation*, 4(1), 51-58.
- Torres, G. F., Avelar, G.F., Rico, M. R., López, B. J., Yamamoto, F. L., Ramos, G. S., Davila, J. L., Santos, M. E G. y Rosales, C. J. L., (2005). Estudio Preliminar de la Contaminación con Metales (Plomo, Cromo, Mercurio, Arsénico y Aluminio), descargas Municipales y Parámetros Fisicoquímicos en la Laguna Negra de Puerto Marqués, Municipio de Acapulco de Juárez, Guerrero, México. *Memoria Primer Congreso Estatal "La Investigación en el Posgrado"*.
- Tovilla, C. y De la Lanza, G. (1999). Ecología, Producción y Aprovechamiento del Mangle *Conocarpus erectus* L., en Barra de Tecuanapa Guerrero, México. *Revista Biotropical*, 31(1), 121-134.
- Tovilla-Hernández, C. (1998). *Ecología de los bosques de manglar y algunos aspectos socioeconómicos de la zona costera de Barra de Tecuanapa, Guerrero, México*. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, 368p.
- Valderrama, L. H., Rodríguez, M. T., Troche, C., Vázquez, S., Villegas, E., Alcántara, J. A., Vázquez, B., Cruz, M. I y Ressi, R., (2017). *Manglares de México: actualización y exploración de los datos del sistema de monitoreo 1970 / 1980 – 2015*. MX. CONABIO, 128 p.
- Yáñez, A. y Lara, A. L. (1999). *Ecosistemas de Manglar en América Tropical*. MX. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México. 367p.