



Universidad Veracruzana

UNIVERSIDAD VERACRUZANA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

Maestría en Manejo de Ecosistemas Marinos y Costeros

“Topografía y factores ambientales relacionados a las comunidades vegetales en un humedal.”

TESIS

Que para obtener el título de:

**MAESTRO EN MANEJO DE ECOSISTEMAS
MARINOS Y COSTEROS**

PRESENTA:

Biol. Miguel Ángel Cruz Lucas

Director:

M.A. Agustín de Jesús Basáñez Muñoz

Asesor:

Ascensión Capistrán Barradas



Universidad Veracruzana

Tuxpan, Veracruz

2010

Dr. Arturo Serrano Solís

Coordinador de la Maestría

Tuxpan de Rodríguez Cano Veracruz, a 27 de octubre de 2010

La presente Tesis titulada: “**TOPOGRAFÍA Y FACTORES AMBIENTALES RELACIONADOS A LAS COMUNIDADES VEGETALES EN UN HUMEDAL.**”, realizada por el C. Biol. Miguel Ángel Cruz Lucas, bajo la dirección del consejo particular del M. A. Agustín de Jesús Basáñez Muñoz y bajo la asesoría del Dr. Ascensión Capistrán Barradas ha sido aprobada y aceptada para poder llevar a cabo la solicitud de fecha del examen para obtener el grado de:

MAESTRO EN MANEJO DE ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS

M. A. AGUSTÍN DE JESÚS BASÁÑEZ MUÑOZ

DIRECTOR

Dr. ASCENSIÓN CAPISTRÁN BARRADAS

ASESOR

La presente Tesis titulada: **“TOPOGRAFÍA Y FACTORES AMBIENTALES RELACIONADOS A LAS COMUNIDADES VEGETALES EN UN HUMEDAL.”**, realizada por el C. Biol. Miguel Ángel Cruz Lucas, ha sido revisada y aprobada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN MANEJO DE ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS

COMISIÓN LECTORA:

DR. GUSTAVO CARMONA DÍAZ

LECTOR

MTRO. JOSÉ LUIS ALANIS MÉNDEZ

LECTOR

DR. MARIBEL ORTIZ DOMÍNGUEZ

LECTOR

Tuxpan de Rodríguez Cano, Ver., Octubre 2010

AGRADECIMIENTOS

Al M.A. Agustín de Jesús Basáñez Muñoz, Director de tesis, por apoyar el presente trabajo, esmerándose en inculcar la investigación, y agradecer su gran aporte, para enriquecer este trabajo, mostrando su interés al aportar de sus conocimientos, y facilitar material de campo.

Al Dr. Ascensión Capistrán Barradas, asesor de tesis, por el tiempo brindado, no tan solo en la revisión de tesis, si no también, a dedicar un espacio para la identificación de los ejemplares vegetales en el Instituto de Ecología, aportando ideas acertadas que ayudaron concretar la tesis.

A mi comisión revisora, formada por el Dr. Gustavo Carmona Díaz, el Mtro José Luis Alanís Méndez y a la Dra. Maribel Ortiz Domínguez que por medio de sus observaciones y orientación se concluyo a mejorar el trabajo.

Al Laboratorio de Geomántica Tropical a cargo del Mtro. José Luis Alanís Méndez y la Biol. Blanca E. Raya Cruz por su colaboración en el diseño de mapas

Al Laboratorio de mamíferos marinos a cargo del Dr. Arturo Serrano Solís, por su apoyo, al facilitar el uso de material de campo de su laboratorio.

Al CONACYT por la beca otorgada en el último semestre de la Maestría.

A mis amigos y compañeros: Biol. Miriam Ramos Ramos, Biol. Mauricio Hernández Sánchez, Biol. Fernando Mendoza Díaz, Biol. Liliana Cuervo López, Biol. Yessika N. Hernández, Baruch, Biol. Rosario G. Suarez Achaval, Biol. Jordán Gutiérrez Vivanco y al Biol. Marino. Juan Carlos Solís Bautista, por la colaboración en las actividades de campo, y gabinete mostrando condición de responsabilidad y buena actitud en el desempeño del mismo y por su complicidad en esta etapa de mi formación.

DEDICATORIA

A Dios excelentísimo, por haberme permitido, por medio de su bendición, finalizar una etapa más en mi vida y darme la oportunidad de tener salud, y a mi familia.

Con todo cariño, a mis padres, Sra. Rosalía Lucas Zumaya y Sr. Osiel Cruz Santiago, los cuales con su apoyo incondicional y el amor brindado, son parte importante en la formación personal y profesional.

A mis hermanos Oziel, Rubén, Josías y Clara V. y familias, que estuvieron pendientes de mí, en lo personal y profesional, motivándome cada día a ser mejor.

ÍNDICE

	pag.
Resumen	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	5
III. OBJETIVOS	10
3.1	Objetivo general 10
3.2	Objetivos particulares 10
IV. MATERIAL Y MÉTODOS	11
4.1	Área de estudio 11
4.2	Características físicas de la zona 11
4.3	Principales especies de flora 12
4.4	Análisis de campo 13
4.5	Análisis in situ 16
4.6	Análisis de datos 16
V. RESULTADOS	18
5.1	caracterización de la microtopografía como referencia a las comunidades vegetales 18
5.2	Fluctuaciones del manto freático para las agrupaciones vegetales del humedal 22
5.3	Relación de los parámetros fisicoquímicos con respecto a los niveles de agua en el manto freático 24
•	Salinidad 24
•	pH 26
•	Temperatura 28
•	Oxígeno disuelto 30
5.4	Ordenación mediante un Análisis de escalamiento multidimensional no paramétrico de las comunidades vegetales del humedal en Tumilco contra parámetros fisicoquímicos 32

VI. DISCUSIÓN	34
VII. CONCLUSIONES	41
VIII. APLICACIONES PRÁCTICAS DEL TRABAJO	43
IX. BIBLIOGRAFÍA	45
X. ANEXO	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Área de estudio: Localización del área de trabajo y establecimiento de los seis transectos en el humedal de Tumilco perteneciente al sitio Ramsar 1602	13
Figura 2	Dendograma de los cuadrantes del humedal de Tumilco utilizando la clasificación Beta Flexible, indicando las especies con mayor presencia en los cuadrantes	20
Figura 3	Fluctuaciones del Nivel de agua del manto freático de un área de humedal de Tumilco	23
Figura 4	Variación de salinidad (ups) con respecto a los meses, en el humedal de Tumilco	24
Figura 5	Variación de la salinidad (ups) por comunidad vegetal en el área de estudio	25
Figura 6	Variación de la pH a lo largo de los meses	26
Figura 7	Variación del pH entre las diferentes comunidades	27
Figura 8	Variación de la temperatura del agua en el humedal de Tumilco	28
Figura 9	Temperaturas registradas en las diferentes comunidades vegetales	29
Figura 10	Variación de la concentración de oxígeno disuelto en el agua en el humedal de Tumilco	30
Figura 11	Variación de la concentración de oxígeno disuelto en el agua por comunidad vegetal	31
Figura 12	Ordenación de 25 cuadros de vegetación en el humedal de Tumilco	32

Figura 13	Nivel de la microtopografía del suelo, de una porción del humedal de Tumilco, Transecto I	57
Figura 14	Nivel de la microtopografía del suelo, de una porción del humedal de Tumilco, Transecto II	58
Figura 15	Nivel de la microtopografía del suelo, de una porción del humedal de Tumilco, Transecto III	58
Figura16	Nivel de la microtopografía del suelo, de una porción del humedal de Tumilco, Transecto IV.	59
Figura17	Nivel de la microtopografía del suelo, de una porción del humedal de Tumilco, Transecto V	59
Figura18	Nivel de la microtopografía del suelo, de una porción del humedal de Tumilco, Transecto VI.	60

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Poligonal del área de trabajo en el humedal	11
Cuadro 2	Escala de cobertura/abundancia propuesta por Westhoff y Van Der Maarel para el muestreo de vegetación en unidades de distintas superficies	15
Cuadro 3	Perfil microtopográfico y patrón de distribución de las comunidades vegetales	19
Cuadro 4	Listado de especies del humedal de Tumilco perteneciente al Sitio Ramsar 1602	61
Cuadro 5	Formato registro variables fisicoquímicas	65
Cuadro 6	Formato muestreo biológico	66

RESUMEN

Los humedales costeros agrupan comunidades que abarcan manglares, marismas, selvas y palmares inundables, popales y tulares, entre otros. Esta gran variedad de composiciones y estructuras forman mosaicos a lo largo de gradientes microtopográficos, donde variaciones de salinidad e inundación resultan en composiciones y dinámicas distintas. El objetivo del presente trabajo consistió en relacionar la distribución de comunidades vegetales con factores ambientales en un área de humedal del sitio Ramsar No. 1602. Para la determinación microtopográfica se utilizó la técnica de manguera de nivel y para el patrón de distribución de la vegetación, transectos lineales. La determinación por tipo de vegetación jerárquica se obtuvo aplicando, a escala, cobertura abundancia de Westhoff y Van Der Maarel (1978), con relación a las fluctuaciones del manto freático se instalaron 25 piezómetros abarcando las diferentes comunidades vegetales. Se aplicó un análisis de escalamiento multidimensional no paramétrico y los datos de transformación por el método Beals Smoothing, para conocer la semejanza y riqueza de especies. El patrón de distribución ubicó las especies de mangle a lo largo de los transectos 1, 3, 4, 5, 6 y solo el transecto 2 estuvo dominado por el matorral. Distribuyéndose las comunidades vegetales en zonas con microtopografía de -38 cm a 109 cm. La clasificación jerárquica formó cinco grupos dominando las especies *Laguncularia racemosa* y *Cynodon plectostachyus*. De acuerdo a las fluctuaciones del manto freático se aprecian niveles de agua distintos para cada comunidad vegetal, situando a la comunidad de manglar en niveles de agua (cm) más altos en el humedal. Los parámetros fisicoquímicos relacionados con el agua del manto freático, presentaron diferencias significativas entre los meses y al hacer la comparación por comunidad vegetal solo la variable salinidad muestra diferencias significativas, favoreciendo al establecimiento de la comunidad de manglar. La riqueza de especies de manglar y halófitas fue menor en lugares con mayor salinidad y nivel de agua elevado con respecto a las demás comunidades vegetales.

Palabras clave: microtopografía, patrón distribución, comunidad vegetal, riqueza, fisicoquímicos.

I. INTRODUCCIÓN

Los humedales costeros agrupan numerosas comunidades que abarcan manglares, marismas, selvas y palmares inundables, popales y tulares, entre otros. Esta gran variedad de composiciones y estructuras forman mosaicos a lo largo de gradientes microtopográficos, donde variaciones de salinidad e inundación resultan en composiciones y dinámicas distintas (Flores-Verdugo *et al.*, 2007), de la manera que forman un conjunto particular de componentes biológicos (flora y fauna), físicos (suelo y agua), y químicos (nutrientes) (Mitsch y Gosselink, 2000). Todas estas características al interactuar nos dan la diversidad de los humedales, lo que hace necesario conocer y entender cada una de estas particularidades para comprender su funcionamiento (Peralta y Yetter, 2002).

Dentro de los procesos fisicoquímicos, el hidroperíodo es parte fundamental y se define como “el patrón resultante de la frecuencia y la duración de inundación de cierta área”, (Lewis, 1982; Mitsch y Gosselink, 2000). La frecuencia y la duración de inundación están determinadas por las mareas, los ríos y escurrimientos de la región, así como de las áreas que inundan, de las fluctuaciones del nivel freático y de la acreción (Flores-Verdugo *et al.*, 1995; Rico-Gray y Palacios, 1996; Martínez *et al.*, 1997; Agraz-Hernández, 1999; Méndez, 2003), un ejemplo de ello es que muchos de los humedales de las zonas tropicales son usados para el pastoreo de ganado (Moreno-Casasola *et al.*, 2009). Puede ser que solamente se introduzca

ganado y por la acción del pisoteo provoca la compactación del suelo o que también se drenen y/o que se siembren gramíneas introducidas, generalmente africanas. Se ha visto que estas gramíneas son capaces de invadir humedales vecinos e ir desplazando a las especies nativas. Debido a su alta productividad acumulan biomasa seca y van elevando el nivel del humedal, desecándolo (Collins *et al.*, 1998; Travieso-Bello *et al.*, 2005; López-Rosas, 2007), lo que trae como consecuencia la modificación del hidropériodo al elevar artificialmente el nivel del suelo o modificando la entrada de agua y provocando el desecado del humedal los cuales son factores determinantes para la ausencia o presencia de los humedales, y las diferentes especies que se encuentran en ellos y con distinta presencia de inundación, la presencia de una u otra especie, así como su extensión en un sitio determinado, están definidas por pocos centímetros de diferencia topográfica (< 90 cm) (Mitsch y Gosselink, 1993; Flores-Verdugo *et al.*, 2007) así como en la evaluación de los impactos sobre los mismos (Nestler y Long, 1997).

Todo esto resulta de las situaciones hidrológicas netas de la zona en particular como producto de la combinación de las mareas, aportes fluviales, escurrimientos terrestres, precipitación- evaporación, viento, profundidad y geomorfología del cuerpo de agua adyacente, tasa de sedimentación (hundimiento o subsidencia), la extensión y caracterización de su nivel microtopográfico óptimo (Agraz-Hernández *et al.*, 2006). En general se considera que el reparto de agua entre infiltración y escorrentía determina la distribución de los diferentes tipos de vegetación que conforman estos ecosistemas (Lewis, 1982; Benítez, 2007). Un ejemplo de ello es

el perfil de la vegetación a lo largo de un humedal al norte de la laguna La Mancha, Veracruz, donde se muestra el nivel de agua, del suelo y la salinidad a lo largo de las distintas comunidades del transecto donde se muestra que las comunidades en ambos extremos (manglares, selvas inundables y laguna interdunaria) se diferencian claramente por cambios en la salinidad y el perfil topográfico (López-Rosas *et al.*, 2005).

Las características fisicoquímicas también son útiles como indicadores para evaluar la calidad de los ecosistemas con influencia acuática. Las características hidroquímicas incluyen factores físicos y bióticos del sistema natural y la presión antrópica (Barbour *et al.*, 1999). Por tanto, la utilización de indicadores hidroquímicos proporciona una buena información sobre la integridad del ecosistema acuático (Danielson, 2001). La salinidad, por ejemplo es un factor directo de la diferenciación de comunidades vegetales (López-Rosas, 2005), en la zonación y el grado de desarrollo de los humedales, sobre todo cuando es superior a los 70 ups, llegando a causar la muerte de algunas especies vegetales (Cintron-Molero y Shaeffer-Novelli, 1983; López-Portillo y Ezcurra, 1989; Flores-Verdugo *et al.*, 1995).

En la Convención RAMSAR, México ha inscrito a humedales de todo el país, con un total de 2.7 millones de hectáreas de importancia internacional, (Convención RAMSAR, 1971). La importancia de los humedales de Tuxpan radica en su extensión y estructuración. Dentro de este humedal se encuentra el manglar más

grande al norte del Papaloapan. Tanto en los manglares de la Laguna de Tampamachoco, como los esteros de Tumulco y Jácome, se cuenta con las cuatro especies de mangle: *Rhizophora mangle* L. (mangle rojo), *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f. (mangle blanco), *Avicennia germinans* (L.) L. (mangle negro, madre de sal), y *Conocarpus erectus* L. (mangle botoncillo) así como *Conocarpus erectus* var. *sericeus* (mangle botoncillo) (Agraz-Hernández *et al.*, 2006). Estos manglares revisten un hábitat para muchas especies de estuario y marinas (Pérez-Hernández y Torres-Orozco, 2000). También se ha reportado una gran variedad de aves, sin embargo en los alrededores de los manglares y humedales de Tuxpan, el cambio de uso de suelo hacia actividades agropecuarias, urbanas e industriales afecta la distribución de las comunidades tanto animales como vegetales. Por lo que la hipótesis de este trabajo es que la topografía y los factores ambientales (nivel de inundación y parámetros fisicoquímicos del agua del manto freático) condicionan la distribución de las comunidades vegetales.

II. ANTECEDENTES

Dentro de los diferentes ecosistemas que existen, los humedales son quizás los ecosistemas más fáciles de definir, esto se debe a los rasgos hidrológicos, biológicos y geológicos que presentan, ya que se les encuentra a lo largo de un gradiente latitudinal en los márgenes de ríos, lagos, lagunas poco profundas de tierras altas como en las deltas de los ríos y tierras bajas, en terrenos inundables; además presentan una gran variedad de tamaños y formas (Mitsch y Gosselink, 2000).

La topografía, como factor físico, destaca como un importante gradiente que condiciona el establecimiento de varias especies. Algunas especies de los humedales requieren inundación frecuente, las pendientes entre las partes bajas y altas de terrenos determinan áreas que se inundan o quedan secas. Por lo anterior es importante conocer las mareas, el nivel máximo-mínimo y corrientes que pueda ser útil para estudios de comunidades vegetales (Tovilla, 2009). Roig (2005) reportó para Rincón de Guanabo y Laguna del Cobre-Itabo en la Habana, Cuba una variación de la microtopografía como fundamental para explicar los cambios entre los tipos de vegetación.

La relación de la distribución de la vegetación con respecto a factores físicos como salinidad y precipitación (entrada y/o salida de agua) puede o no condicionar el

establecimiento de ciertas asociaciones vegetales. Tal es el caso para el estudio de la región costera norte del estado de Campeche (Rico y Palacios, 1996), donde se encontró que la salinidad se incrementa con la sequía y disminuye rápidamente con las lluvias. En este estudio, el manglar de *R. mangle* tuvo la mayor concentración de sales en el año y la menor el tular. Para cada asociación, la salinidad fue significativamente mayor al finalizar la época seca que al terminar las lluvias. El nivel de agua disminuye al avanzar la sequía, se incrementa en junio con las precipitaciones pluviales y en julio se acerca a su máxima expresión (*lot. Cit.*).

La disminución del recambio hidrológico, la topografía y el nivel de inundación, como factores abióticos, son diferentes tanto en el Golfo de México como el Pacífico (Snedaker y Pool, 1973; Lugo y Snedaker, 1974; Pool *et al.*, 1975). La amplitud en la distribución de los organismos depende de una gama de factores físicos, químicos, dispersión, conducta e interacciones con otras especies (Zinke, 1976; Krebs, 1978; Mizrachi *et al.*, 1980; Ball y Farquhar, 1984a y 1984b; Tomlinson, 1986; McKee, 1993), y el nivel de inundación y los niveles de marea (Hinde, 1954; Adams, 1963). Por ejemplo en la Ciénaga del Grande de Santa Marta (Caribe Colombiana) y Agua Brava (Nayarit), donde existen situaciones de mortalidad masiva de manglar por cambios en su patrón hidrológico producidos por agentes externos al ecosistema, respectivamente, en el primer caso por la desviación de un río y en el segundo por la apertura de una boca artificial.

En estudios previos realizados a los humedales del sitio Ramsar No. 1602, solo a la estructura, la productividad y el patrón de distribución de las especies vegetales. Por ejemplo en las especies de, *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*, reportan individuos de hasta 12.07 m de altura promedio y un DAP de 28.52 cm (Basáñez-Muñoz, 2006), mientras que para la especie *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo) reportan una altura promedio de 3.1 m y un DAP de 8.2, (Cruz-Lucas y Hernández-Azuara, 2007). De acuerdo al patrón de distribución las 4 especies de mangle, se encuentran asociadas a espartal, acahual y bosque de encino. Por la ubicación geográfica y las condiciones del clima, este sitio se reconoce como un humedal bien estructurado y conservado (Basáñez-Muñoz, 2005).

Sobre la riqueza de especies, López-Rosas *et al.*, (2010) mencionan que el zacate alemán (*Echinochloa pyramidalis*) es una gramínea de origen africano que se utiliza para el pastoreo de ganado bovino en humedales del sureste mexicano. La introducción de este zacate en estos ecosistemas es debido a su tolerancia al exceso de agua y a su adaptación al forrajeo, características que le han conferido la capacidad de invadir los humedales. Su trabajo presenta los avances de un proyecto de restauración de un humedal herbáceo de agua dulce representado por *Sagittaria lancifolia* pero invadido por zacate alemán, con objetivos de eliminar el zacate invasor, incrementar la cobertura de la vegetación nativa modificando su topografía y niveles de inundación proveyendo de los requerimientos necesarios para las especies nativas. Así mismo, establece dos sitios control (uno en el popal-

tular remanente y otro en el pastizal inundado) y tres sitios manejados (corte selectivo de la vegetación, incremento del nivel de inundación o disminución del nivel topográfico, incendios controlados, colocación de plástico negro sobre la vegetación o aplicación selectiva de herbicida sistémico). Dos años después de iniciadas las actividades logra la eliminación casi completa del zacate alemán, quedando sólo presente en el control del pastizal inundado. El año 2009 se presenta muy seco, favoreciendo la presencia de rebrotes de la especie invasora. Detectado valores de cobertura elevados de especies nativas como *Pontederia sagittata*, tule (*Typha domingensis*) y *Sagittaria lancifolia* en la mayoría de los cuadros de monitoreo de casi todos los sitios manejados. La riqueza de especies vegetales se incremento con el tiempo. Es posible restaurar algunas de las funciones de los ecosistemas de humedal, de los planos salinos u otro tipo de sistema aún cuando algunos parámetros como; el tipo de suelo y las condiciones ambientales hayan sido alteradas y la flora y fauna hayan cambiado (Lewis, 1990, 1992).

El nivel de inundación, ya sea del manto freático o del suelo, es un factor ambiental que fluctúa de acuerdo a la temporada del año disminuyendo en temporadas de secas y se incrementa con la temporada de lluvias. Este es un punto importante en investigaciones, indicando que las mediciones de la densidad espacial de las comunidades hidrófitas se relacionan con la red hidrológica, definiendo indicadores específicos del paisaje y permitiendo estimar la presión antropogénica sobre la biodiversidad (Aznar *et al.*, 2003). Es una de las variables

más importantes, depende a su vez del clima y de los patrones estacionales de entrada y salida de agua desde y hacia el humedal de las mareas y de las fluctuaciones del manto freático (Mitsch y Gosselink, 2000).

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Relacionar la distribución de comunidades vegetales con factores ambientales en un área de humedal en el sitio Ramsar No 1602.

3.2 Objetivos particulares

- Caracterizar la microtopografía del humedal en relación con las comunidades vegetales presentes en el humedal.

- Conocer las fluctuaciones del manto freático del humedal.

- Relacionar cada uno de los parámetros físico-químicos con la distribución de cada una de las comunidades vegetales.

IV. MATERIAL Y METODOS

4.1. Área de estudio

El humedal Tumilco se ubica al noreste del municipio de Tuxpan, Veracruz, está localizado al sur del Estero de Tumilco a 1.66 km del río Tuxpan. El área de estudio (6 ha.) presenta las siguientes coordenadas (aproximadas): (Cuadro. 1) eligiendo los transectos que tuvieran representación de los diferentes tipos de vegetación

Cuadro 1. Poligonal del área de trabajo en el humedal

No. de Vértices	Longitud W	Latitud N
1	97° 20' 56.09"	20° 55' 50.32"
2	97° 20' 34.13"	20° 55' 53.51"
3	97° 20' 31.51"	20° 55' 39.98"
4	97° 20' 52.52"	20° 55' 37.73"

4.2 Características físicas de la zona:

Los manglares y humedales de Tuxpan se alimentan del río Tuxpan. Este río pertenece a la región hidrológica 27 Tuxpan-Nautla, se ubica en el centro de la vertiente del Golfo de México, tiene una superficie de 27,461 km²; y su escurrimiento medio anual es de 14,193 x 10⁶ m³.

El Sistema descrito está situado en el clima A(w₂), con una temperatura media anual de 24.9 °C, siendo el mes más frío enero con 19.9 °C promedio y junio el más caluroso con un promedio de 28.3 °C. La precipitación total anual es de 1,341.7 mm, presentando la estación seca de noviembre a mayo y la lluviosa de junio a octubre. El mes más seco es enero con 33 mm y el más lluvioso julio con 175.7 mm (INEGI, 2001).

Los suelos presentes para el estero de Tumilco son: el Vertisol (Vp), Gleysol (Ge y Gv), pero en las elevaciones hacia el sureste, donde se asienta el Ejido Cerro de Tumilco, se observan los suelos, Regosol (Rc) y Vertisol (Vp) (INEGI, 2001).

4.3 Principales especies de flora:

Los tipos de vegetación encontrados en el Sistema Lagunar y Estuarino "Laguna de Tampamachoco y Estero de Tumilco" son el manglar, con las cuatro especies mencionadas: Mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), éste último considerado en ocasiones como una especie diferente al mangle, el Tular (*Typha latifolia*); y el encinar tropical (*Quercus oleoides*). El manglar y el encinar tropical se encuentran asociados a especies que corresponden a la selva mediana subperennifolia como *Acacia cornigera*, *Bromelia pinguin*, *Bursera simaruba*, *Coccoloba barbadensis*, *Psidium guajava*, *Jacquinia*

macrocarpa, *Viscum album*, *Solanum sp.*, *Miconia argentea*, *Guazuma ulmifolia* y *Zamia sp.*

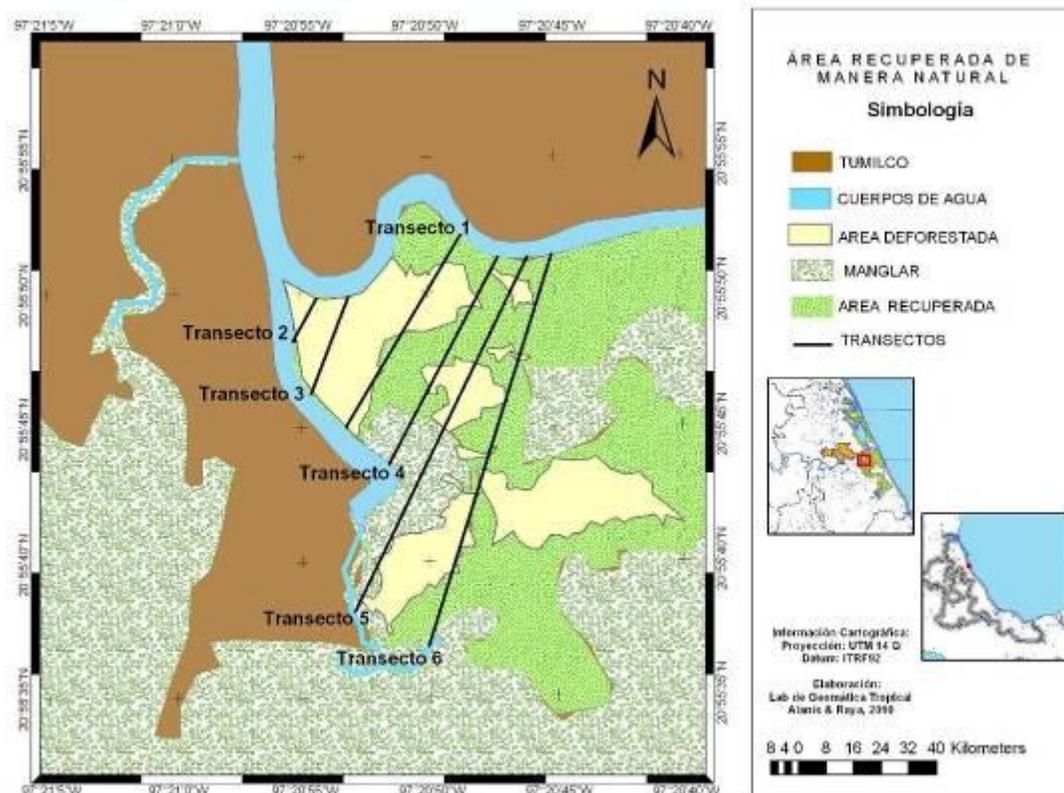


Figura 1. Área de estudio: Localización del área de trabajo y establecimiento de los seis transectos en el humedal de Tumulco perteneciente al sitio Ramsar 1602.

4.4 Análisis de campo

Para la caracterización del humedal se establecieron seis transectos con dirección perpendicular tocando los dos brazos del estero de Tumulco (Figura 1), obteniéndose datos de microtopografía y distribución de las comunidades vegetales. La toma de nivel microtopográfico, se realizó de la siguiente manera; se

utilizó una manguera de plástico con una longitud 25 m, dos reglas de 1 m. se fijaron en cada extremo con dos cinturones de plástico. La manguera se llenó con agua, una vez llena la manguera y estabilizada (dejar al menos 50 cm de manguera sin agua y evitar la formación de burbujas), se procedió a colocar, en la primera medida, una regla al nivel de la superficie del cuerpo de agua y la otra a 10 m de distancia. Las dos reglas fueron colocadas en forma vertical y firmemente al suelo; una vez estabilizados los niveles de agua en la manguera, se anotaron los valores de la regla uno y dos, la diferencia entre ambos, se reconoce como el aumento o disminución del relieve, tomando como nivel el espejo del cuerpo de agua o nivel de referencia (el nivel de referencia "NR" es una medición relativa a lo largo del transecto que posteriormente podrá ser ajustado a un banco de niveles o a un nivel más representativo); este procedimiento se realizó sucesivamente hasta cubrir las diferentes zonas en cuanto a vegetación (Moreno-Casasola y Warner, 2009), que incluyó las variaciones, tales como, distribución de las especies. La orientación se fijó en función de la proximidad del cuerpo de agua, por ello se consideró conveniente realizar transectos de la orilla del cuerpo de agua hacia dentro del humedal, tomando en cuenta los diferentes tipos de vegetación (Cruz-Lucas y Hernández-Azuara, 2006).

En cada uno de los seis transectos se obtuvieron datos de cobertura por especie donde se establecieron 37 unidades de muestreo, mediante la escala de cobertura-abundancia de Westhoff y van der Maarel (1978) (cuadro 2). Se muestreó utilizando cuadrantes, el tamaño dependió del tipo de vegetación

predominante; para vegetación arbórea de 10 x 10m, vegetación arbustiva 5 x 5m y vegetación herbácea 2 x 2m, Moreno-Casasola y Warner (2009). Los ejemplares colectados se identificaron en el herbario del Instituto de Ecología A.C. (XAL).

Cuadro 2. Escala de cobertura/abundancia propuesta por Westhoff y Van der Maarel para el muestreo de vegetación en unidades de distintas superficies.

Westhoff y van der Maarel (1978)
9 = más del 75 % del cuadro
8 = entre 50 y 75%
7 = entre 25 y 50%
6 = entre 12.5 y 25%
5 = entre 5 y 12.5%
4 = menos de 5%, pero más de 10 individuos, demasiados para contar
3 = menos del 5%, más de 10 individuos y se pueden contar
2 = menos de 5%, entre 3 y 10 individuos
1 = menos de 5%, 1 a 3 individuos

Para conocer las fluctuaciones del manto freático se instalaron 25 piezómetros; (tubo PVC de 1 pulgada de diámetro y 1,5 m de largo), enterrados a 80 cm de profundidad, ranurados desfasadamente para evitar debilitar el tubo y cubiertos con malla filtro de fibra de vidrio, reforzado con alambre de acero, para permitir el

paso del agua y no del sedimento, colocando un tornillo en la parte que va enterrada (Peralta-Peláez *et al.*, 2009).

4.5 Análisis *in situ*

Para la relación de los parámetros fisicoquímicos con la distribución de las comunidades vegetales se determinó la profundidad del manto freático y/o el nivel de inundación. Los parámetros fisicoquímicos se registraron con un medidor multiparamétrico electrónico para agua (Modelo HI9829, Marca Hanna Instruments®). La profundidad del agua se midió con una regla graduada en milímetros, que fue introducida antes de la extracción del agua de los piezómetros (Rico-Gray y Palacios-Rios, 1996). Cada mes, de enero a septiembre de 2010, se evaluaron los parámetros fisicoquímicos del agua del manto freático: salinidad, pH, temperatura y oxígeno disuelto. Las muestras de agua se extrajeron de los piezómetros con una manguera (Infante *et al.*, 2009)

4.5 Análisis de datos

Se elaboró una base de datos considerando 25 especies por 37 cuadrantes (seis transectos). Los datos se analizaron mediante métodos multivariados con el programa PC-Ord (McCune y Mefford, 2006). Se clasificó con el método de análisis de grupos (Cluster Analysis), usando la distancia relativa Euclidiana como índice de similitud (McCune y Grace, 2002) Para la ordenación se aplicó un análisis de escalamiento multidimensional no paramétrico (NMDS = Nonmetric

Multidimensional Scalling) y los datos de transformación por el método Beals Smoothing (PC-Ord).

La cobertura relativa (CR) se consideró como la cobertura promedio de la especie en los cuadrantes donde aparecía (según escala de cobertura abundancia) dividido entre la cobertura total del cuadro por todas las especies.

$$\text{CR} = \text{Cobertura relativa} = \frac{\text{Cobertura absoluta de la especie}}{\text{Sumatoria de las coberturas absolutas de todas las especies del cuadro}} \times 100$$

Para los datos físico-químicos del agua del manto freático se realizó un análisis de varianza de una vía para determinar las diferencias de salinidad, pH, temperatura, oxígeno disuelto y niveles de inundación de los 25 piezómetros (25 muestras). Cuando se encontraron diferencias significativas en el análisis de varianza con una $p < 0.05$, se aplicó una prueba de Tukey para grupos con número de muestras diferentes, empleando el paquete Statistica Versión 7.0 (StatSoft, 1998).

La gráfica de hidroperíodo se elaboró a partir de los datos obtenidos de los piezómetros instalados; cada línea indica un punto del transecto dentro del humedal, según lo obtenido en el análisis de clasificación jerárquica.

V. RESULTADOS

5.1 Caracterización de la microtopografía como referencia a las comunidades vegetales.

En el humedal de Tumilco la variedad de comunidades vegetales a lo largo del gradiente microtopográfico, presentó franjas de transición entre especies de manglar, halófitas, matorral, pastizal y espartal: La ubicación geográfica de los transectos se describe en el cuadro 3.

La clasificación jerárquica β flexible se presenta con un valor de encadenamiento de 3.55, formando cinco grupos: El primer gran conglomerado separa los grupos con una mayor aparición de la especie *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans* se establecen en cuadrantes pobres de especies (máximo cuatro) y se ubican en áreas bajas del humedal con suelos inundados sobre todo en la temporada de lluvias, el primer gran grupo se divide en cuatro subgrupos. El grupo 1 (cuadros 1-7) está representado por *Batís marítima* y *Spartina spartinae* con una riqueza de especies (*Clerodendrum ligustrillum*, *Hipocratea valubilis*, *Borrichia frutescens*, *Bumelia celastina*, *Solanum diphyllum*, *Malvaviscus arboreus*, *Lycium carolinianum*, *Cocos nucifera*, *Caesaria corymbosa*, *Acacia cornigera*, *Hamelia patens*, *Pluchia odorata*, *Melampodium divaricatum*, *Eliotropium curassavicum*, *Partenium sp*, *Cassia bicapsularis*, *Trichillia havarensis*, *Dalbergia*

Cuadros 3. Perfil microtopográfico y patrón de distribución de las comunidades vegetales.

Transecto	Comunidad	Microtopografía	Distribución	Observaciones
1	Manglar	43 -58	0-2 14-39 74-134	Inundación por lluvias y mareas, se presentan canales.
1	Matorral	48-109	4-9 199-304	Matorral con nivel microtopográfico mayor.
1	Pastizal	41-59	44-69	Pastizal aumento en la distribución en temporada de seca.
1	Espartal	31-62	154-209	Se incrementa su distribución en temporada de lluvias (Figura 13).
2	Matorral	4-79	0-103	Domina el transecto (Figura 14).
3	Manglar	0-13 -4-25	0-10 140-350	Concentraciones mixtas.
3	Matorral	12-32	11-139	Crecimiento clonal en matorral. (Figura 15).
4	Manglar	-38-10	0-2 50-175 220-235	Concentraciones mixtas y monoespecífica.
4	Matorral	16-44	2-30 236-250	Microtopografía más elevada.
4	Pastizal	-1-16	31-49 176-219	Se incrementa en secas. (Figura 16).
5	Manglar	-6-24	0-4 107-367 493-517	Establecido en áreas bajas y en concentraciones mixtas.
5	Matorral	62-19	5-106	Establecido en áreas con niveles altos.
5	Pastizal	17-28	368-492	Domina el pastizal (Figura 17).
6	Manglar	-21-60	0-3-107 529-533	Se establece en las partes bajas.
6	Matorral	15-57	4-27 233-528	Mayor cobertura de matorral.
6	Halófitas	32-38	208-232	Mayor cobertura entre los seis transectos (Figura 18).

brownei) que aparecen en los transectos I, IV, V y VI del humedal de Tumilco, donde los cuadrantes se ubicaron en áreas elevadas.

El segundo grupo se representó por *M. arboreus* en los cuadros 7, 23 y 8 con nueve especies. El grupo tres estuvo representado por *A. germinans* que se distribuyeron en los cuadrantes 3,11y 18 en los transectos IV, V y VI con las especies *L. racemosa*, *A. germinans*, *R. Mangle* y *B. marítima*. El cuarto grupo representado por las especies *L. racemosa* y *A. germinans*, asociadas a *R. mangle*, este grupo de especies suele encontrarse relacionado por factores fisicoquímicos, como salinidad y nivel de agua. Este último grupo se distribuyó en los transectos I, III, IV, V y VI, formado por ocho cuadrantes (4, 10, 15, 19, 30, 31, 36, 37). El segundo conglomerado está representado únicamente por el grupo cinco, donde se establecen 14 especies, con dominancia de las especies *Cynodon plectostachyus* y *E. curassavicum*. En general, a medida que se acercan los grupos, fueron más idénticos y su asociación es mayor (Figura 2).

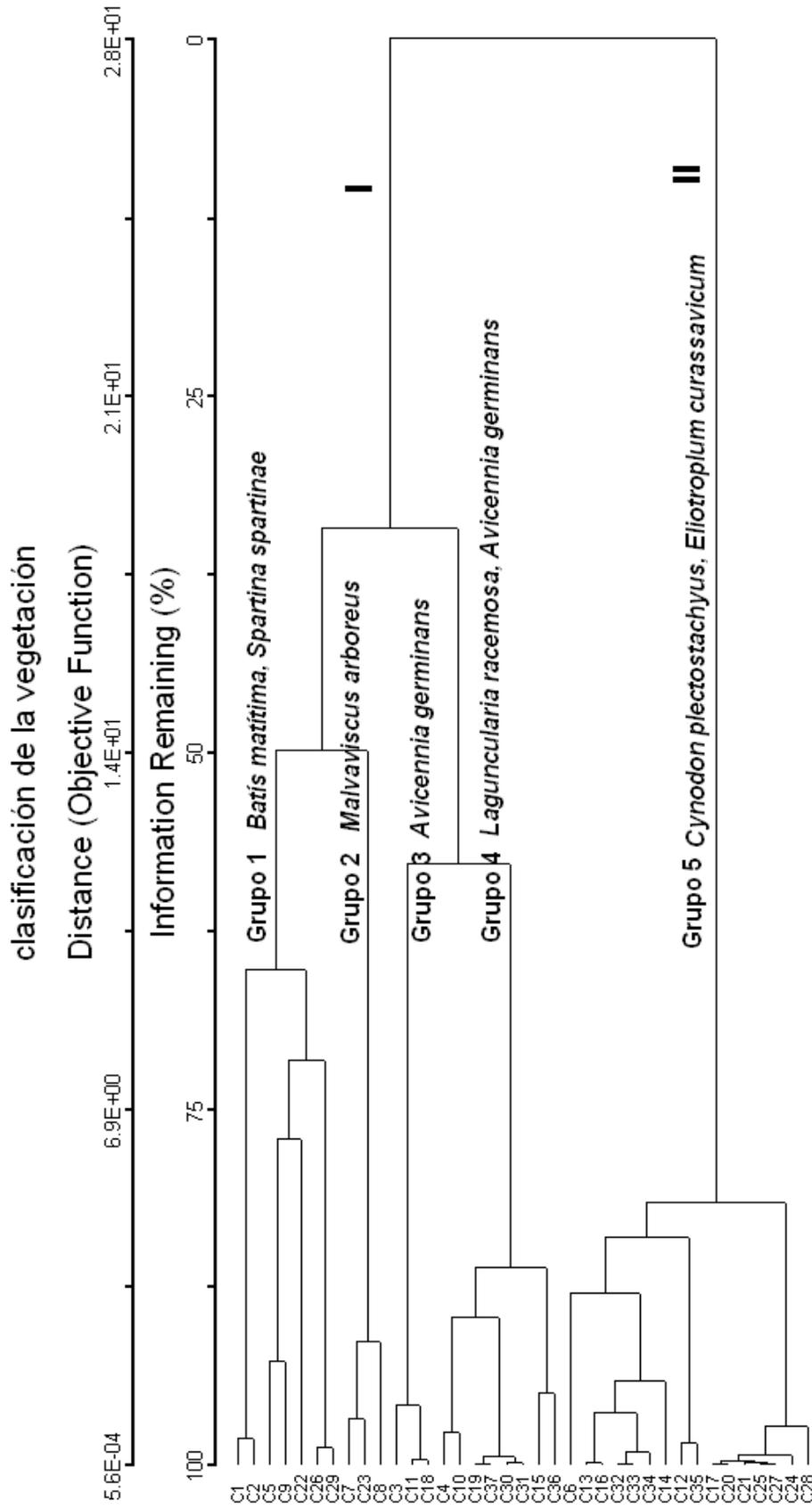


Figura 2. Dendrograma de los cuadrantes del humedal de Tumilco utilizando la clasificación Beta Flexible, indicando las especies con mayor presencia en los cuadrantes.

5.2 Fluctuaciones del manto freático para las agrupaciones vegetales del humedal.

El humedal de Tumilco muestra fluctuaciones del hidroperíodo a lo largo del estudio. En la figura 3 se aprecia un conjunto de cinco hidroperíodos que se relacionan con las comunidades vegetales (manglar, matorral, pastizal, espartal y las halófitas). La comunidad de manglar presentó niveles de inundación por arriba de las demás comunidades (-79 cm en el mes febrero) y valores mínimos de 0 cm (junio). La comunidad de matorral presentó de marzo a julio un nivel del manto freático de 0 cm que se incrementó a partir del mes de septiembre, superando los -30 cm. En la comunidad del pastizal, como en el matorral, los niveles de agua fueron de 0 cm hasta el mes julio, cambiando radicalmente para septiembre, mostrando un nivel por encima de los -80 cm con una variabilidad errática. El espartal presentó fluctuaciones al comienzo y final de los muestreos, obteniendo promedios altos para enero (-58 cm) y septiembre (-62 cm) y que se mantuvieron en 0 cm en el mes de junio. Finalmente, la comunidad de halófitas permaneció con un patrón de nivel de agua casi similar al pastizal, presentando un incremento en el mes de enero de -50 cm, aunque al final de los muestreos llega a ser hasta 0 cm de nivel de agua. Como se observa en la figura 3 las comunidades de pastizal, matorral, espartal y halófitas presentan variaciones, una parte del año no presenta agua, mientras que la comunidad de manglar muestra agua en el manto freático la mayor parte del tiempo.

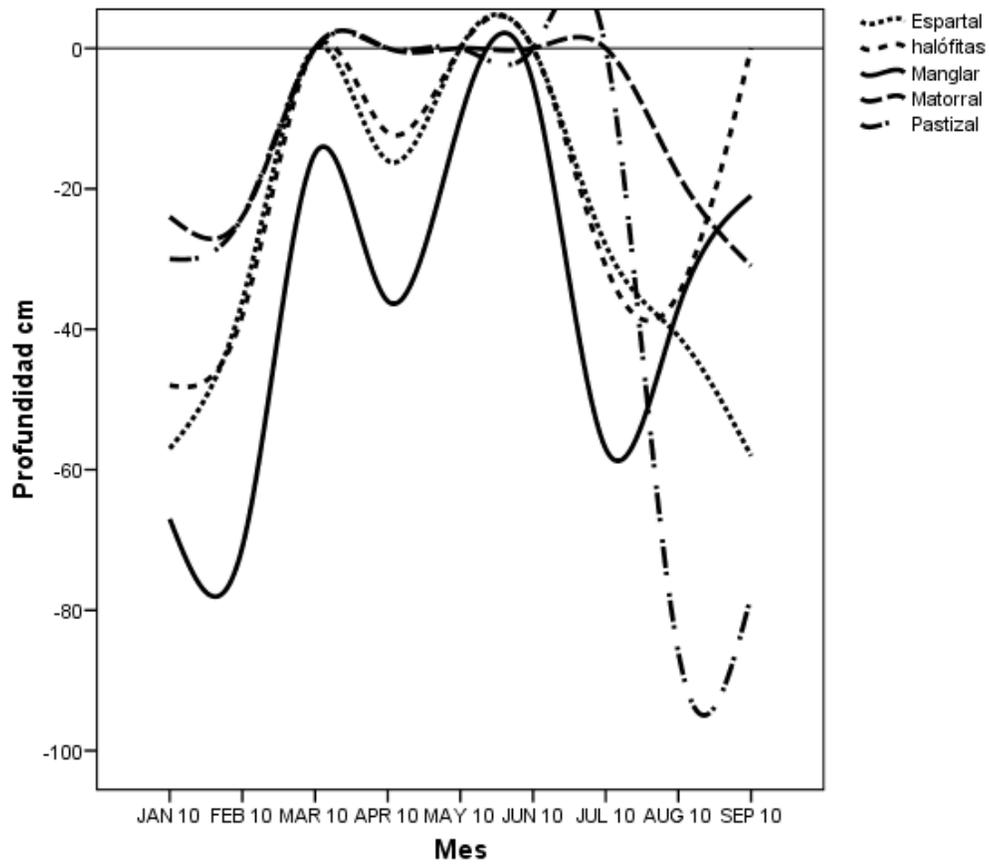


Figura 3. Fluctuaciones del Nivel de agua del manto freático de un área de humedal de Tumilco.

5.3 Relación de los parámetros fisicoquímicos con respecto a los niveles de agua en el manto freático.

Salinidad

Los valores de salinidad en el humedal de Tumilco presentaron diferencias significativas de F de 2.4840, $g. l. 8$ y un valor $p= 0.01482$ (Figura 4). La salinidad en el mes de enero (19 ± 4 ups) fue significativamente más alta con respecto al mes de febrero (9 ± 4 ups). El valor más bajo de salinidad para el humedal de Tumilco (5 ups) se registro en el mes de junio.

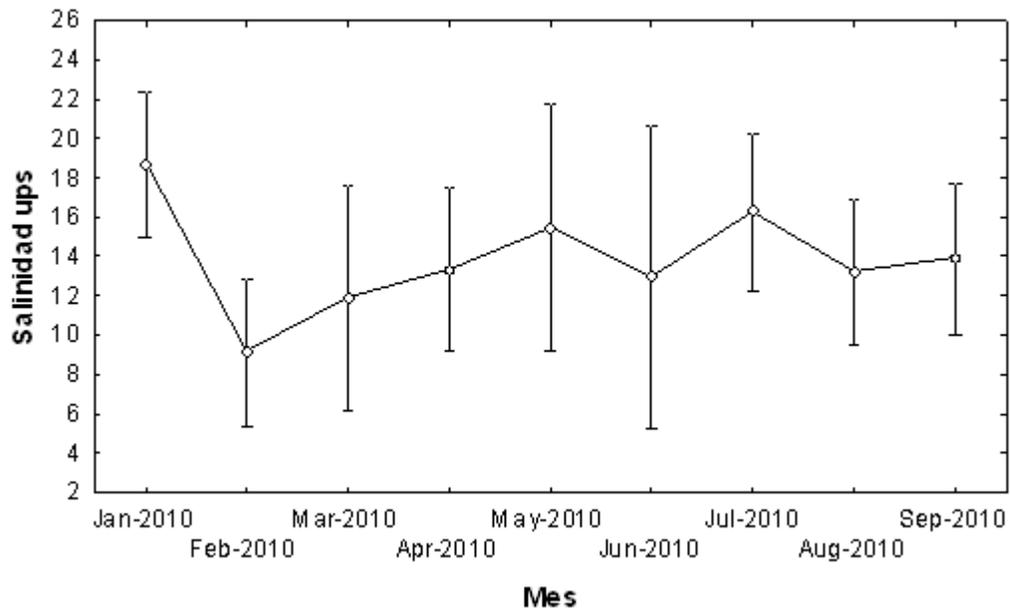


Figura 4. Variación de salinidad (ups) con respecto a los meses, en el humedal de Tumilco.

Las variaciones de la salinidad por comunidad vegetal, presentaron diferencias significativas de F de 6.9639, $g. l. 4$ y un valor $p=0.00004$ (Figura 5). El valor de salinidad en el manglar (17 ± 2 ups) fue significativamente más alto al valor de salinidad del matorral (9.8 ± 3 ups).

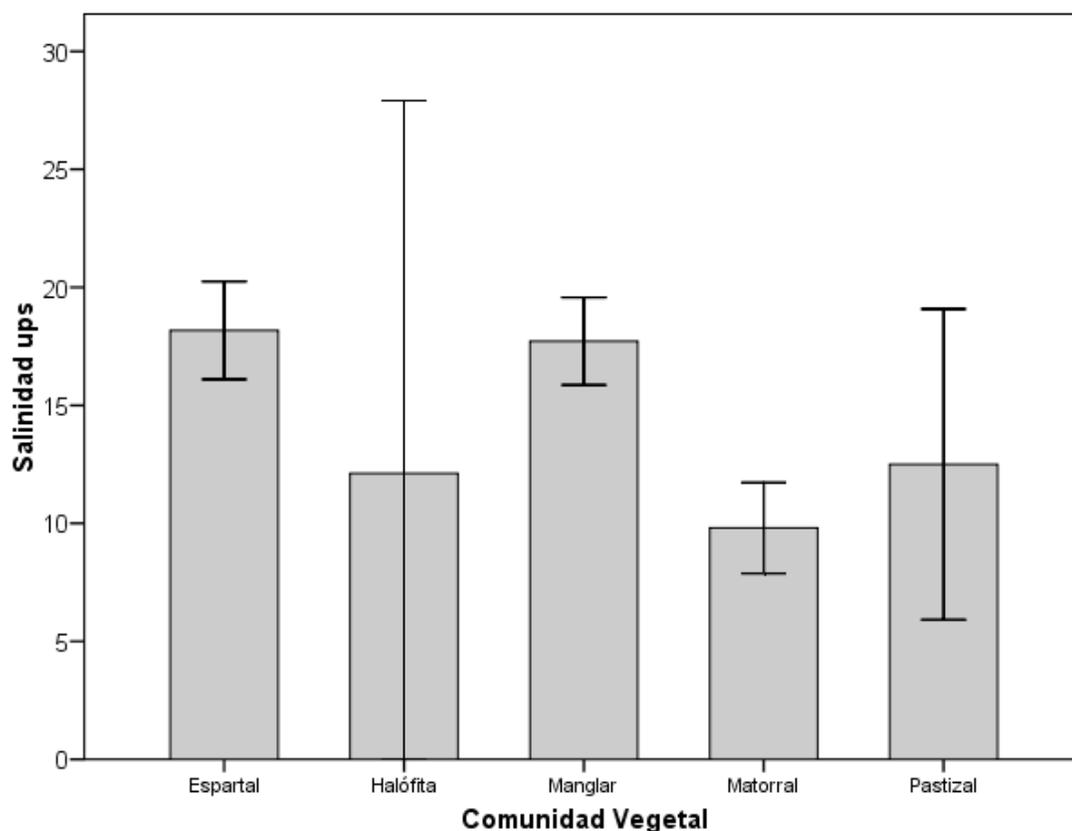


Figura 5. Variación de la salinidad (ups) por comunidad vegetal en el área de estudio.

pH

Los valores de pH en el humedal de Tumilco presentaron diferencias significativas (Figura 6, $F=14.885$, $g.l.=8$, $p=0.00000$). El pH en el mes de enero (6.5 pH) fue el valor más bajo con respecto al resto de los meses.

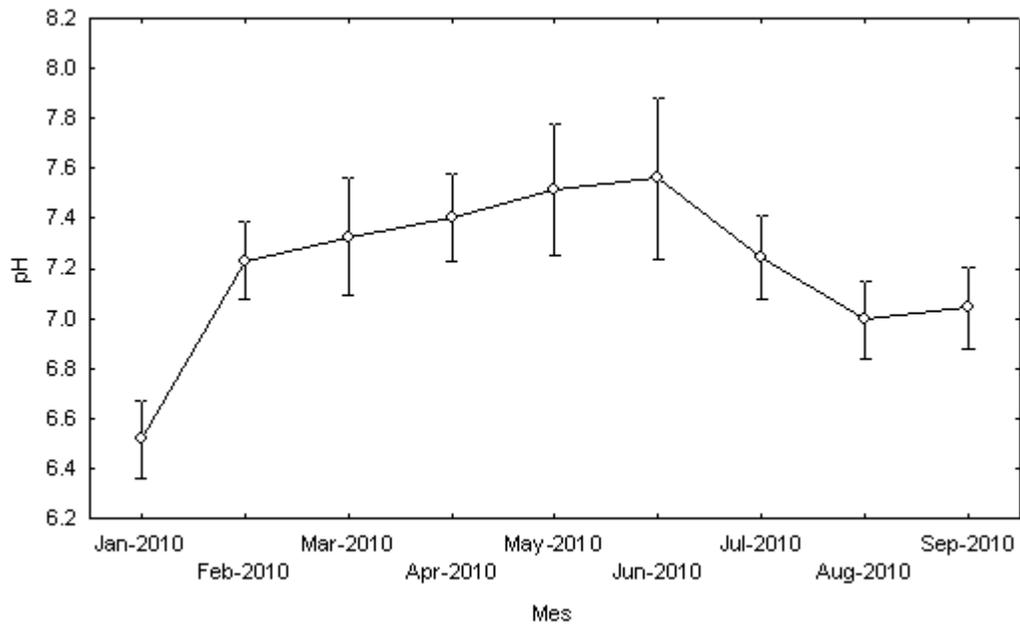


Figura 6. Variación del pH en agua a lo largo de los meses.

Considerando las comunidades vegetales, el valor de pH no presentó diferencias significativas, el valor de F de 2.2290, $g. l. 4$ y $p=0.06868$ (Figura 7). El valor más alto fue para el pastizal ($7.3 \pm 1 \text{ mg/L}$) y el valor más bajo fue para el espartal ($6.8 \pm 1 \text{ mg/L}$).

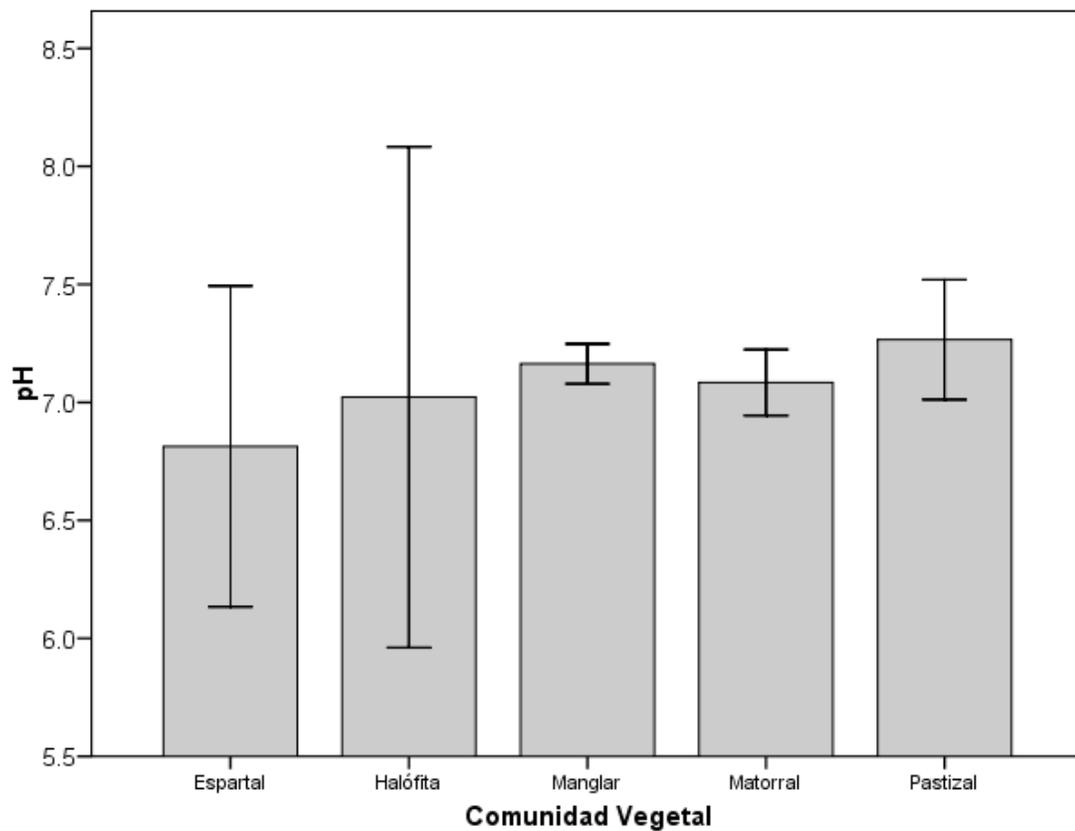


Figura 7. Variación del pH entre las diferentes comunidades.

Temperatura

Los valores de temperatura en el humedal de Tumilco presentaron diferencias significativas (Figura 8, $F = 60.637$, $g. l. = 8$, $p = 0.0000$). La temperatura en el mes de febrero (21 ± 1 °C) fue el valor más bajo con respecto al resto de los meses. La temperatura máxima observada (29 ± 3 °C) se midió en los meses de mayo a septiembre (Figura 8).

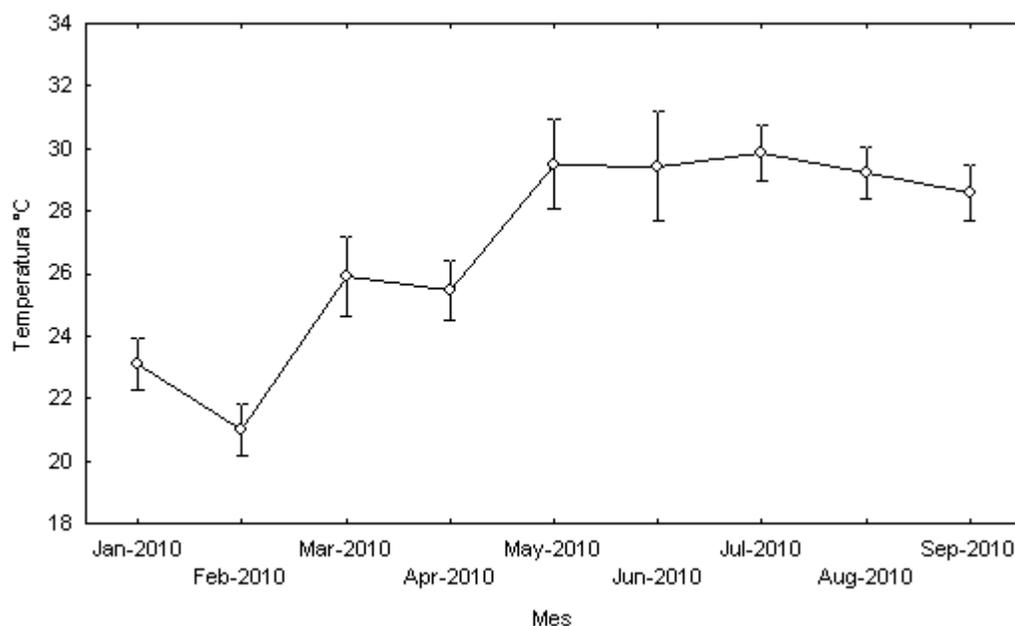


Figura 8. Variación de la temperatura del agua en el humedal de Tumilco.

Considerando las comunidades vegetales, el valor de temperatura promedio, durante el estudio, no presentó diferencias significativas (F de 1.7810, $g. l.$ 4 y $p=0.13573$) (Figura 9). El valor más bajo se midió en la comunidad de espartal (25.9 ± 1 °C) con respecto a las otras comunidades.

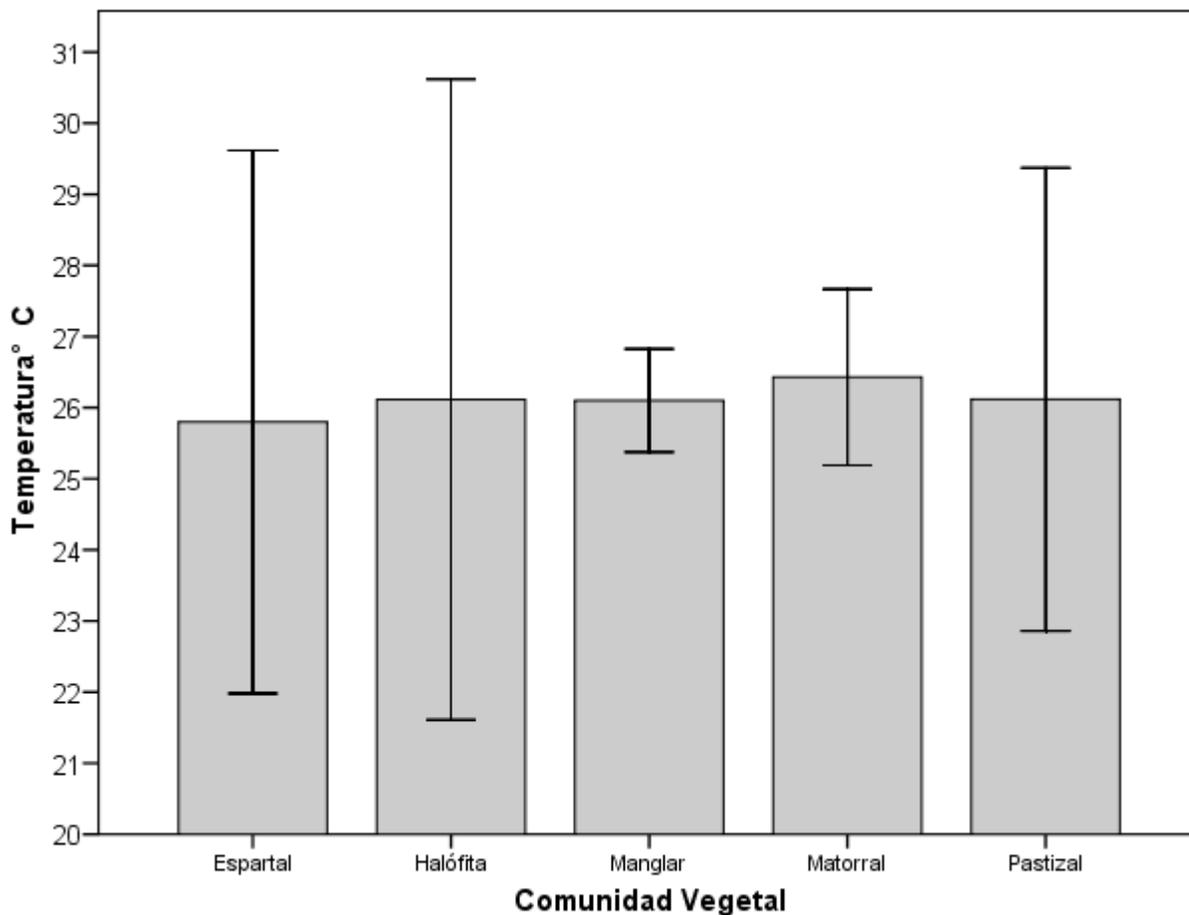


Figura 9. Temperaturas registradas en las diferentes comunidades vegetales.

Oxígeno disuelto

Valores de oxígeno disuelto en el agua en el humedal de Tumilco presentaron diferencias significativas entre los meses de muestreo (Figura 10, $F=11.226$, g.l.=8, $p= 0.0000$). De abril a junio se registraron los valores más altos de oxígeno disuelto, sin embargo solo los meses de abril a junio fueron significativamente diferentes ($p= 0.02$) con respecto a los otros meses.

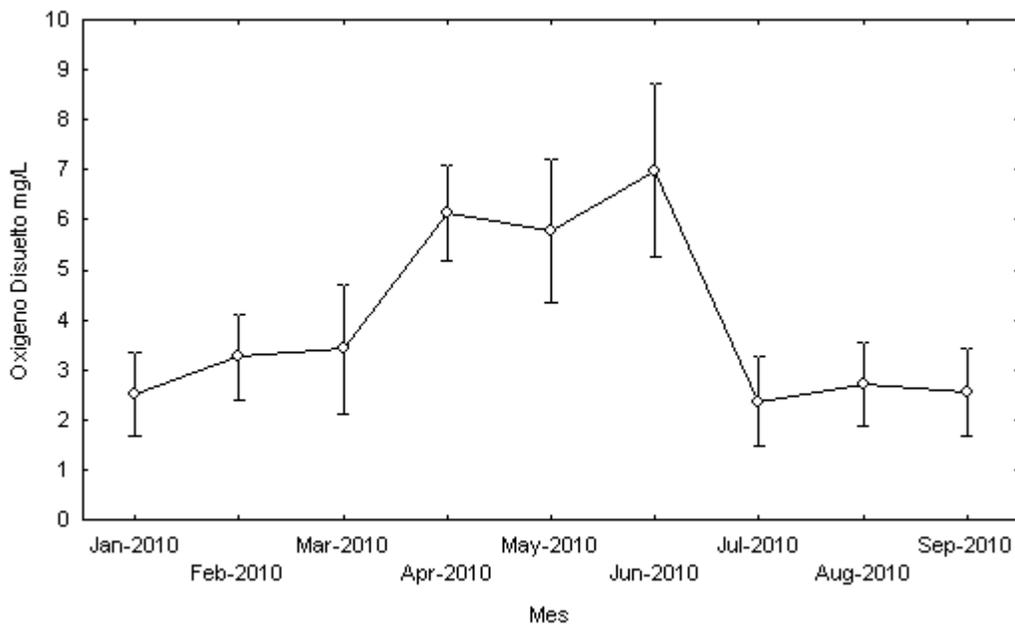


Figura 10. Variación de la concentración de oxígeno disuelto en el agua en el humedal de Tumilco.

Considerando las comunidades vegetales en el humedal de Tumilco, el valor de oxígeno disuelto en el agua no presentó diferencias significativas (Figura 11. F de 4.1463, g. l. 4 y $p=0.00328$). El valor más alto se midió en la comunidad de las halófitas (3.9 ± 2 mg/L) y el valor más bajo fue para el pastizal (1.7 ± 2 mg/L).

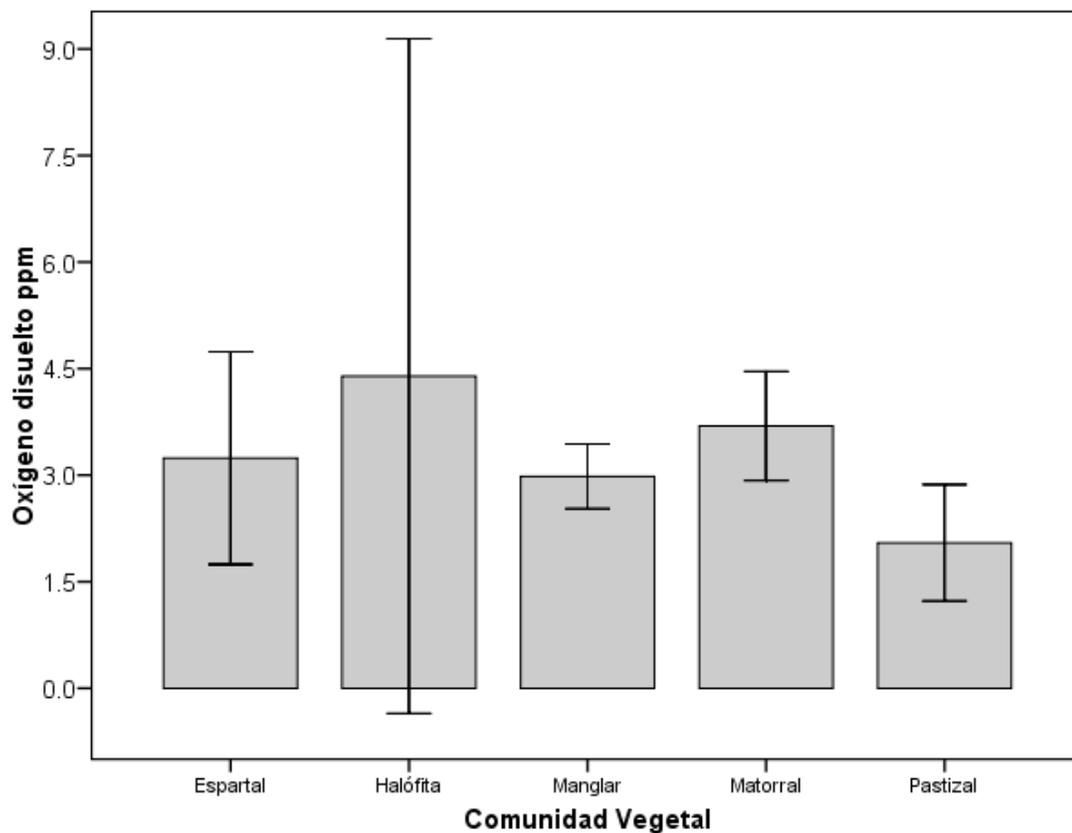
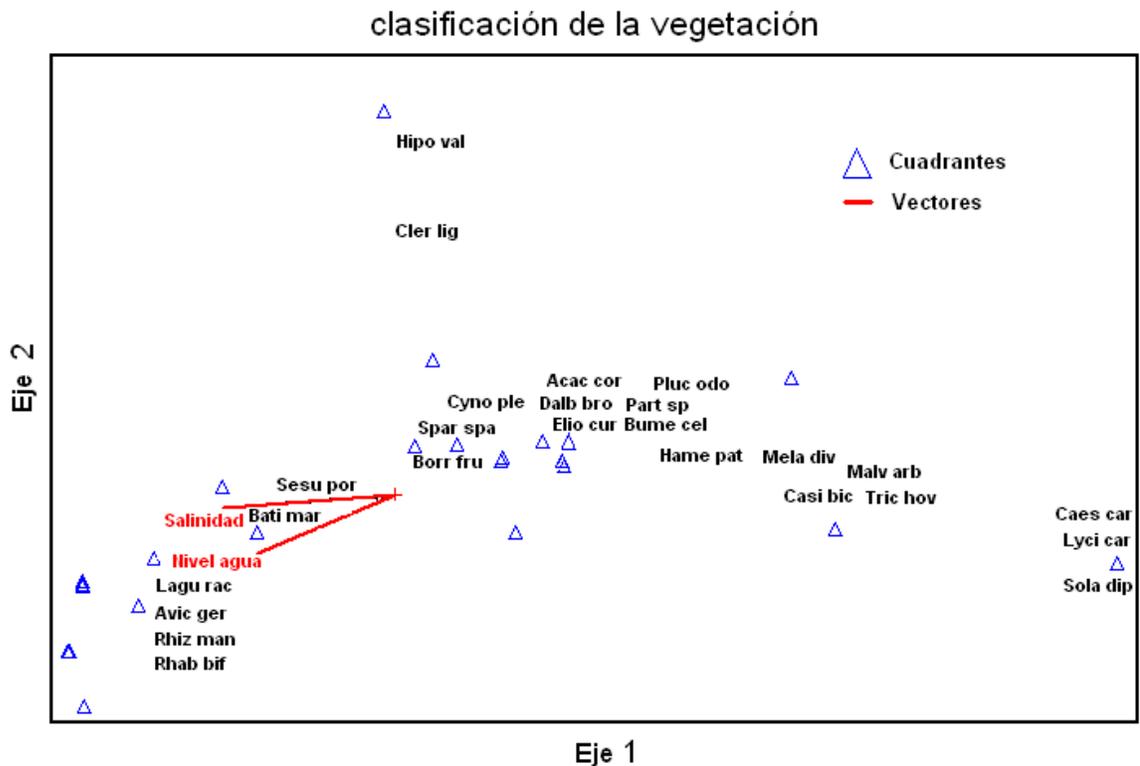


Figura 11. Variación de la concentración de oxígeno disuelto en el agua por comunidad vegetal.

5.4 Ordenación mediante un Análisis de escalamiento multidimensional no paramétrico de las comunidades vegetales del humedal en Tumilco contra parámetros fisicoquímicos. Cada cuadrante de muestreo se representa con un símbolo, también se representa el gradiente de la influencia de las variables salinidad y nivel de agua en el eje 2.



Figuras 12. Ordenación de 25 cuadros de vegetación en el humedal de Tumilco.

El análisis de correspondencia multidimensional no paramétrica (NMDS) mostró diferencias en los cuadros ubicados para las especies de la comunidad de manglar (Figura 12) donde el nivel de agua ($r = -0.571$) y salinidad ($r = -0.571$) son los factores que explican la variación a lo largo del eje 1 orientados hacia la parte

negativa. Las especies con una carga positiva fueron *C. ligustrillum* ($r= 0.078$), *H. patens* ($r= 0.657$), *E. curassavicum* ($r= 0.533$), *S. spartinae* ($r= 0.175$), *C. plectostachyus* ($r= 0.352$) y *M. arboreus* ($r=0.805$). En la correlación con carga negativa sobre el segundo eje en la parte inferior izquierda del grafico fueron *A. germinans* ($r= -0.865$), *L. racemosa* ($r= -0.865$) y *B. marítima* ($r=-0.712$).

VI. DISCUSIÓN

La caracterización de la topografía para cada humedal es un factor importante que afecta el hidropériodo donde variaciones inferiores a los 50 cm determinan el tipo de humedal y su extensión (Moreno-Casasola y Warner, 2009). Si se analizan las diferencias microtopográficas en el humedal de Tumilco respecto a la distribución vegetal, se aprecia que la microtopografía es parte importante en la determinación del establecimiento de las comunidades vegetales. El manglar es la comunidad que se estableció en los lugares bajos y la comunidad de matorral en los lugares más elevados en el humedal. Las especies que caracterizaron a las comunidades específicas para cada nivel microtopográfico fueron: *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans*, *Rhizophora mangle*, *Batís marítima*, *Sesuvium portulacastrum*, *Clerodendrum ligustrillum*, *Hipocratea valubilis*, *Borrichia frutescens*, *Bumelia celastina*, *Solanum diphyllum*, *Malvaviscus arboreus*, *Lycium carolinianum*, *Cocos nucifera*, *Caesaria corymbosa*, *Acacia cornígera*, *Hamelia patens*, *Pluchia odorata*, *Melampodium divaricatum*, *Eliotropium curassavicum*, *Partenium sp*, *Cassia bicapsularis*, *Trichillia havarensis*, *Dalbergia brownei*, *Cynodon plectostachyuz*.

Basáñez-Muñoz *et al.*, (2007) han realizado estudios de comunidades de manglar en el sitio Ramsar 1602 y menciona que a lo largo de un gradiente microtopográfico se distribuyen las especies de manglar (*R. mangle*, *A. germinans*,

L. racemosa, junto a especies de comunidades de acahual (*Eugenia capulí*, *Hibiscus pernambuscensis*, *Sabal mexicana*), bosques de encino (*Quercus oleoides*) y espartal (*Sparina spartinae*); corroborando que la microtopografía es el factor principal en la distribución de las especies, pues al modificarse desplaza a las especies de manglar, influyendo a que otras especies (acahual, espartal) se establezcan. Resultados similares fueron reportados por Agraz-Hernández (1999) en el estero de Urías (Mazatlán, Sinaloa) y Flores-Verdugo (2007), en la Mancha (Veracruz). Este último, realizó un perfil topográfico considerando cinco comunidades vegetales (mangle, tular, popal, potrero inundable y selva inundable), en este caso describió a la comunidad de manglar ocupando los lugares bajos dentro del humedal. Méndez (2003) habla sobre la dinámica espacio-temporal, dada por la acreción de sedimentos, que modifica la microtopografía y el manto freático a tal grado que influye en la salinidad y el grado de inundación del manglar. En concordancia a lo que mencionan los anteriores autores, en el humedal de Tumilco, la microtopografía fue un factor que se relacionó con la distribución y establecimiento de las comunidades. En todos los casos, las comunidades de manglar se establecen en los lugares bajos, donde otros factores como la hidrología (nivel de agua superficial y/o del manto freático) y variables fisicoquímicas (salinidad, oxígeno disuelto, pH, etc.) también influyen en la distribución de las comunidades vegetales (matorral, espartal, pastizal inducido y halófitas), condicionando su establecimiento y distribución.

Las comunidades vegetales reportadas en la literatura para el humedal de Tumilco reúnen diversas agrupaciones vegetales. La separación de la comunidad de manglar se considera como una característica del humedal; aunque se presentan otras especies ampliamente distribuidas que se consideran dominantes en ciertas áreas del mismo humedal, por ejemplo: *L. racemosa*, *A. germinans*, *C. plactostachyus* y *E. curassavicum*, algunas otras aparecen como especies asociadas y solo en algunos cuadrantes adquieren dominancia como en el caso de *S. spartinae*, *B. marítima*, *M. arboreus* y *R. mangle*. Esto último es similar a lo reportado por otros autores (Moreno-Casasola *et al.*, 2009; Peralta y Moreno-Casasola, 2009).

Los requerimientos del nivel de agua son importantes para mantener las condiciones únicas de los humedales (Middleton 1999; Mitsch y Gosselink, 2000 y López-Rosas, 2010), pues benefician a especies que se establecen en lugares inundables como el manglar, espantal y las halófitas (Rico-Gray y Palacios, 1996; Martínez *et al.*, 1997; Agraz-Hernández, 1999; Méndez, 2003; Flores-Verdugo *et al.*, 2007). En este trabajo, se determinó que el nivel de agua del manto freático mostró variaciones a lo largo de los meses. Estas variaciones contribuyendo a mantener la diversidad de la vegetación que depende de la frecuencia y la duración de las inundaciones provocadas por las mareas, los ríos y los escurrimientos de la región durante la época de lluvias. Díaz-Ruiz *et al.*, 2006 resaltan que el factor lluvia afecta positivamente sobre las especies en el tiempo. En el humedal de Tumilco, mantiene la cobertura vegetal del espantal, matorral,

manglar y halófitas en la época de lluvias, perdiendo cobertura, sobre todo el matorral y espartal, en temporada de secas. De acuerdo a los resultados de Flores-Verdugo *et al.*, (1995), donde la precipitación no es importante y por lo tanto no la toma en cuenta, estos resultados obtenidos para el manglar de Tumilco son discrepantes porque en este caso, la temporada de lluvia es factor importante al mantener el incremento del nivel de agua.

Otro factor asociado con la diferenciación de comunidades vegetales de los humedales es la salinidad. Según Flores-verdugo *et al.*, (2007), la salinidad está asociada con la influencia de mareas y la cercanía del humedal al mar, presentándose una salinidad más alta en los manglares y disminuyendo enseguida en las demás comunidades del humedal (tular, popal, potrero inundable, lago interdunario y salva inundable) y en ninguno de los casos, la salinidad del agua es mayor a 1.5 ups. Por el contrario, en la presente investigación, el manglar y espartal presentaron salinidades altas (18 y 17 ups, respectivamente). A pesar de las diferencias en la concentración de salinidad entre ambos estudios, existen condiciones que benefician a la comunidad de manglar proporcionándole salinidad óptima para su establecimiento. Por otra parte Díaz-Ruiz *et al.*, (2006), consideran que el exceso de salinidad (60 ups) provoca la restricción del crecimiento del manglar, estableciéndose como manglar de matorral (1.5 m de altura máxima), y que a una salinidad de 80 ups incluso este tipo de manglar desaparece. De acuerdo a lo establecido en otras investigaciones (Flores-Verdugo *et al.*, 2007; Callaway *et al.*, 2001; Agraz-Hernández, 1999; Méndez,

2003; Cintrón-Molero y Shaeffer-Novelli, 1983). En el presente estudio la comunidad de manglar se desarrolló mejor en concentraciones de salinidad más altas registradas (16 ups a 19 ups) en comparación a las demás comunidades vegetales, sugiriendo que la salinidad estableció las diferencias fundamentales en la distribución de las especies del humedal.

La introducción de especies invasivas resulta en cambios de tipo de ambiente, composición de la comunidad nativa, oxígeno disuelto, temperatura y pH (Saunders *et al.*, 2002), Álvarez y Becares (2001) mencionan que el pH disminuye ligeramente en los humedales, probablemente como consecuencia de una mayor actividad heterótrofa; además, la actividad de la vegetación nativa que afecta los parámetros físico-químicos del humedal se debe a que la mayor materia orgánica supone una mayor actividad respiratoria, produce en consecuencia un menor pH y mayor consumo de oxígeno. Flores-Verdugo *et al.*, (2007) determinaron que el pH en temporada de secas, en humedales transformados a potreros, favoreció la mineralización, aumentando el pH (8.2) debido a que se limitaron los procesos de acidificación del suelo. En el presente estudio se obtuvieron resultados similares a los de ambos autores, pues se determinó un aumento del pH en la temporada de secas (7.5), Esto, posiblemente fue favorecido por las temperaturas altas (mayo a julio), bajos niveles de agua, así como cambio de cobertura dentro de las comunidades de vegetación presente.

El sistema de humedal funciona a partir de los subsidios de materia (nutrientes, sedimentos, materia orgánica, agua dulce y salobre) y energía (luz, temperatura, oleaje, mareas y huracanes) recibida por factores bióticos y abióticos del medio circundante. Estos elementos permiten al aparato fotosintético producir cierta cantidad de biomasa que se expresa en términos de materia orgánica (producción primaria); la cual es variable debido a diferentes factores como latitud, estacionalidad y precipitación (Orihuela *et al.*, 2004). Duch (1988) establece que la temperatura favorece los procesos biológicos que se llevan a cabo en el interior del humedal, asegurando que los procesos cinéticos que suceden al interior del humedal no son afectados por temperaturas extremas. Díaz-Ruiz *et al.*, (2006) asumen que la temperatura no afecta la distribución de las especies. De acuerdo a lo observado para el humedal de Tumilco, coincide con la literatura ya que en temporada de lluvias se mantiene con temperaturas bajas y se incrementa para la temporada de secas (mayo-junio), concluyendo que no se refleja interacción entre la temperatura del manto freático en relación a las comunidades vegetales.

Finalmente para la variable de oxígeno disuelto, Díaz-Ruiz *et al.*, (2006) mencionan que se presentan diferencias en las fluctuaciones a lo largo de los meses, aumentando el oxígeno disuelto cuando se presentaron las secas, lo que se asocia a una mayor diversidad de especies. El humedal de Tumilco se comportó de la misma forma, la concentración de oxígeno aumentó para la temporada de secas (abril-junio) y disminuyó en la temporada de lluvias. Sin

embargo, cuando consideramos las comunidades vegetales no influyó en la riqueza de especies.

Cuando se integraron todas las variables fisicoquímicas, el humedal de Tumilco, presentó diversidad y riqueza de especies que fueron influenciadas por la salinidad y el nivel de agua. La riqueza de especies de manglar y halófitas fue menor en lugares con mayor salinidad y nivel de agua elevado con respecto a las demás comunidades vegetales. En cambio, las variables temperatura, oxígeno y pH no influyen en el establecimiento diferencial de las comunidades vegetales.

VII. CONCLUSIÓN

- ❖ La microtopografía relacionada en los seis transectos, presentó un nivel de -38 cm para la vegetación de manglar y de 109 cm para matorral, siendo radicalmente diferente entre estas comunidades, concluyendo que el nivel microtopográfico influye en el establecimiento de la vegetación.
- ❖ La distribución de las especies se presentó diferente entre transectos, reportándose a las especies de *R. mangle*, *A. germinans* y *L. racemosa* en lugares de menor nivel microtopográfico y con niveles de inundación mayor a lo largo de los meses de muestreo. Aunque también se encontraron comunidades de espantal matorral y pastizal inducido y halófitas en la distribución de la vegetación.
- ❖ La composición de la vegetación de matorral, presentó la mayor riqueza de especie en el humedal de Tumilco.
- ❖ *Laguncularia racemosa* (manglar) se estableció con más frecuencia en la comunidad de manglar, *Cynodon plectostachyus* en la comunidad de pastizal (inducido), mientras *Spartina spartinae* en el espantal y *batís marítima* en la comunidad de las halófitas.

- ❖ La salinidad, fue la que determinó la presencia-ausencia de especies en el humedal de Tumilco.
- ❖ Las variables de oxígeno disuelto, temperatura y pH no fueron factores diferenciales que influyeron en la distribución de la vegetación de acuerdo al análisis multidimensional no paramétrico.
- ❖ El nivel de agua fue factor fundamental para la distribución de las comunidades en el humedal, sobre todo para el manglar y las halófitas.
- ❖ Los niveles de agua en los piezómetros siempre muestran una mayor cantidad de agua hacia los piezómetros colocados en manglar.
- ❖ La prueba de comparación de medias, mostró diferencias significativas en salinidad, pH, temperatura, oxígeno disuelto, y nivel de inundación entre los meses de muestreo, siendo homogéneo en algunas variables con respecto a las comunidades vegetales.
- ❖ En la clasificación de la vegetación se concluyó que los factores ambientales de salinidad y nivel de inundación son determinantes para el establecimiento de la comunidad de manglar y las halófitas.

VIII. APLICACIONES PRÁCTICAS DEL TRABAJO

- Involucrar a las comunidades, en la participación sobre la concientización del uso racional y sostenible de los recursos con los que cuentan. Capacitando a personal como técnicos de campo, por medio de programas, donde tendrán obligaciones sobre el cuidado de sus recursos y aprendan a llevar a cabo acciones que den solución a los conflictos y problemas que se susciten, proveyéndoles de las herramientas para que de la misma manera capaciten a otros individuos. Transmitiendo el conocimiento por medio de pláticas de concientización y talleres a los pobladores de las comunidades. Esto para fortalecer los conocimientos y llevar a cabo acciones de reforestación, restauración o rehabilitación en áreas donde históricamente se estableció el humedal, tomando en cuenta los requerimientos de cada especie.

- Implicando a su vez a organizaciones públicas, privadas y gubernamentales para el apoyo administrativo, de capacitación, monitoreo y control. Incluyendo a instituciones educativas del municipio para que también participen y tengan conocimiento de los recursos ambientales.

- Como característica de los humedales mostrar su potencial como un ecosistema que genera beneficios económicos debido a su valor cultural y

paisajístico. Asegurando la participación plena de las comunidades sobre todo porque gran parte de los humedales son de tipo ejidal.

- Se deberá tomar en cuenta los procesos de educación, fomentando la investigación para desarrollar habilidades, valores y conductas como herramientas para el análisis y la reflexión, fortaleciendo el desarrollo de las comunidades y estableciendo vínculos entre la sociedad.

Como puntos básicos se establecen:

- Dar a conocer la importancia del sitio Ramsar como área para su conservación y preservación, exponiendo la necesidad de brindar un uso adecuado, así mismo en la planeación de objetivos que conlleven a evitar su desaparición.
- Promover programas de investigación y de trabajo con las comunidades y las autoridades locales estatales y federales, dentro del sitio Ramsar No 1602.
- Promover el conocimiento del reglamento normativo que rigen sobre los humedales y promover su aplicación, no tan solo para el sitio Ramsar, si no más bien extendiéndolos a las comunidades vegetales asociadas.

IX. BIBLIOGRAFÍA

Adams, D.A. 1963. Factors influencing vascular plant zonation in North Carolina salt marshes. *Ecology* 44(3):445-456.

Agraz-Hernández C.M. 1999. Reforestación experimental de manglares en ecosistemas lagunares estuarinos de la costa noroccidental de México. Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, 133 pp.

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. 45 pp.

Álvarez, J.A y E. Becares. (2001) el papel de la vegetación en humedales construidos para el tratamiento de aguas residuales. Instituto de Medio Ambiente (IMA). Universidad de León, España. Dpto. de Ecología Genética y Microbiología, área de ecología. 8 p

Aznar, J.C., A. Dervieux y P. Grillas. 2003. Association between aquatic vegetation and landscape indicators of human pressure. *Wetlands* 23(1): 148-160.

Ball, M.C. y G.D. Farquhar. 1984a. Photosynthetic and stomatal responses of two mangrove species, *Aegiceras corniculatum* and *Avicennia marina*, to long-term salinity and humidity conditions. *Plant Physiology* 74:1-6.

Ball, M.C. y G.D. Farquhar. 1984b. Photosynthetic and stomatal responses of the grey mangrove, *Avicennia marina*, to transient salinity conditions. *Plant Physiology* 74:7-11.

Barbour, M. T.; Gerritsen, J.; Snyder, B. D. y Stribling, J. B. 1999. *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish*. US Environmental Protection Agency. Washington.

Basáñez, M. A. 2005. Ficha Informativa de los Humedales Ramsar (FIR).

Basáñez-Muñoz, A. J; Olmedo, P. G. y Rojas, M. P. 2007. Características estructurales y usos del manglar en el ejido cerro de Tumilco. Tuxpan, México. *UDO, Agrícola*. 6(1):114-120.

Benítez-Pardo, Daniel. Forestación artificial con mangles en isletas de dragados en una región semiárida de México. Tesis de Doctorado. La Paz, Baja California Sur, México: Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, 2007.

Callaway J.B. 2001. Sullivan G., Desmond J.S., Williams G.D. y Zedler J.B. 2001. Assessment and monitoring. En: Zedler J.B. Ed. Handbook for restoring tidal wetlands, pp. 271-326, CRC press, Boca Raton, Florida.

Cintrón-Molero G. y Schaeffer-Novelli Y. 1983. Introducción a la Ecología del Manglar. Oficina regional de ciencia y tecnología de la organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura para América Latina y el Caribe – ROSTLAC, Montevideo.

Collins S.L., Knapp A.K., Briggs J.M. Blair J.M. y Steinauer E.M. 1998. Modulation of diversity by grazing and mowing in native tallgrass prairie. Science 280:745-747.

Cruz-Lucas M. A. y Hernández-Azuara A. 2006. Características estructurales y funcionales de *Conocarpus erectus* L. (Mangle botoncillo) en el sitio Ramsar 1602 “manglares y humedales de Tuxpan”. U.V. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. pp 29.

Danielson, T. J. 2001. *Methods Evaluating Wetland Condition: Introduction to Wetland Biological Assessment*. EPA 822-R-01-007a. US Environmental Protection Agency, Office of Water. Washington.

Díaz-Ruiz S., A. Aguirre-León y E. Cano-Quiroga. 2006. Evaluación ecológica de las comunidades de peces en dos sistemas lagunares estuarinos del sur de Chiapas, México. *Hidrobiológica* 16 (2): 197-210.

Flores-Verdugo F., Agráz-Hernandez C. M. y Martínez-Cordero F.J. 1995. Programa de reforestación de manglares por el desarrollo acuícola de Aquanova Boca Cegada (Nayarit): Evaluación ecológica integral y medidas de mitigación. Anteproyecto. Unidad Mazatlán en Acuicultura y Manejo Ambiental. Informe Final Técnico, Centro de Investigación en alimentos y desarrollo y Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Mazatlán, Sinaloa.

Flores-Verdugo, F. Moreno-Casasola, P. Agraz-Hernández, C. M. López-Rosas, H. Benítez-Pardo, D. y Travieso-Bello, A. C. 2007. La topografía y el Hidroperíodo: Dos factores que condicionan la restauración de los humedales costeros. *Bol. Soc. Bot.Méx.* 80: 33-47.

Hinde, P.R. 1954. The vertical distribution of salt marsh phanerogams in relation to tide levels. *Ecological Monographs* 24:209-225.

INEGI. 2001. Tuxpan, Estado de Veracruz. Cuaderno Estadístico Municipal. Gobierno del Estado de Veracruz e Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México. Pp 180.

Infante Mata D., Peralta-Peláez L.A. y Arrocha A.A. 2009. Obtención de datos de salinidad, conductividad y pH del agua. falta espacio En: Moreno-Casasola P. y B. Warner. Eds. Breviario para describir, observar y manejar humedales. Serie Costa Sustentable no 1. RAMSAR, Instituto de Ecología A.C., CONANP, US Fish and Wildlife Service, US State Department. Xalapa, Ver. México: 31-42.

Krebs, C. J. 1978. Ecology; the experimental analysis of distribution and abundance. Harper & Row, Publishers. Nueva York. 678 pp.

Lewis R. R. 1982. Mangrove forest: Lewis R. R. Ed. Creation and Restoration of Coastal plant communities, CRC Press, Boca Raton, Florida. pp. 153-171.

Lewis, R. R. 1990. "Creation and restoration of coastal plain wetlands in Florida." *Wetland creation and restoration: Status of the science*. J. A. Kusler y M. E. Kentula, eds., Island Press, Washington, DC, pp. 73-101.

Lewis, R. R. 1992. "Coastal habitat restoration as a fishery management tool." *Stemming the tide of coastal fishhabitat loss. Proceedings of a Symposium on Conservation of Coastal Fish Habitat, Baltimore, MD, 7-9 March 1991*. R. H. Stroud, ed., National Coalition for Marine Conservation, Inc., Savannah, GA, pp. 169-173.

López-Portillo J. y Escurra E. 1989. Response of three mangroves to salinity in two geoforms. *Functional Ecology* 3: 355-361.

López-Rosas, H., Moreno-Cassasola P. y Mendelssohn I. A. (2005) Effects of african grass invasión of vegetation, soil and interstitial wáter characteristics in a tropical freshwater marsh in La Mancha, Veracruz (México). *Journal of plant Interaction* 1: 187-195.

López, R. H., 2007. Respuesta de un humedal transformado por la invasión de la gramínea exótica *Echinochloa pyramidalis* (Lam.) Hitchc. & A. Chase a los disturbios inducidos (cambios en el hidroperiodo, apertura de espacios y modificación de la intensidad lumínica). Tesis. Capitulo III. Instituto de Ecología. Xalapa, Veracruz, México. pp. 52-66

López Rosas, H., López-Barrera, F., Moreno-Casasola, P., Aguirre-León, G., Cázares-Hernández E. y Sánchez-Higueredo, (2010) *L. Ecological Rest.* 28(3):324-332.

Lugo, A.E. y S.C. Snedaker. 1974. The ecology of mangroves. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5:39-64.

Martínez M.L., Moreno-Casasola P. y Vázquez G. 1997. Long term effect of sand movement and inundation by wáter on tropical coastal sand dune vegetation. *Canadian Journal of Botany* 75:2005-2014.

McKee, K. L. 1993. Soil physicochemical patterns and mangrove species distribution – reciprocal effects? *J. Ecol.* 81: 477-478.

McCune B., Grace J.B. y Urban espacio D.L. 2002. Analysis of ecological communities. MJM Software Design, Gleneden Beach, Oregon. 300 p.

McCune B. y Mefford M. 2006. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 5. MjM Software, Glenede Beach, Oregon.

Méndez L.A.P. 2003. Fisonomía y estructura de diferentes asociaciones de manglar y su relación con la geomorfología del abanico deltaico de Arroyo Seco. Jalisco. Tesis de Maestría (Biología) Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México , México, D.F., 81 pp.

Middleton B.A. 1999. Wetland restoration, Flood Pulsing and Disturbance Dynamics. John Wiley and Sons, Nueva York.

Mitsch, W. J. y Gosselink, J. G. 1993. Wetlands. Van Nostrand Reinhold Company. New York.

Mitsch, W.J. y J.G. Gosselink 2000. Wetlands. Chapter 11. Mangrove Swamps Third Edition. pp 335-373

Mizrachi, D., R. Pannier y F. Pannier. 1980. Assessment of salt resistance mechanisms as determinant physioecological parameters of zonal distribution of mangrove species. I. Effect of salinity stress on nitrogen metabolism balance and

protein synthesis in the mangrove species *Rhizophora mangle* and *Avicennia nitida*. *Botanica Marina* 23:289-296.

Moreno-Casasola B. P. y B. Warner. Eds. 2009. Breviario para describir, observar y manejar humedales. Serie Costa Sustentable No 1. RAMSAR, Instituto de ecología A.C., CONAN, US Fish and Wildlife Service, US, Departament. Xalapa, Ver. Mexico. pp 159-165.

Nestler, J. M. y Long, K. S. 1997. Development of hydrological indices to aid cumulative impact analysis of riverine wetlands. *Regulated Rivers: Reseach & Management*, 13: 317-334.

Orihuela B., D.E.; C. Tovilla H.; H.F.M. Vester y T. Álvarez L. 2004. Flujo de materia en un manglar de la costa de Chiapas, México. *Madera y Bosques* Número especial 2:45-61.

Peralta P. A. y Jane Yetter. 2002. Manual técnico para la instalación de piezómetros para el estudio de aguas subterráneas de humedales. pp. 1-11

Peralta Peláez L.A., D. Infante Mata y P. Moreno-Casasola. 2009. Construcción e instalación de piezómetros. En: Moreno-Casasola P. y B. Warner. Eds. Breviario para describir, observar y manejar humedales. Serie Costa Sustentable no 1.

RAMSAR, Instituto de Ecología A.C., CONANP, US Fish and Wildlife Service, US State Department. Xalapa, Ver. México: 17-30.

Peralta Peláez L. y Moreno-Casasola P. 2009. Composición florística y diversidad de la vegetación de humedales en los lagos interdunarios de Veracruz. Boletín de la Sociedad Botánica de México 85: 89-99.

Pérez-Hernández, Marco A, y Roberto E. Torres-Orozco B. 2000. Evaluación de la riqueza de especies de peces en las lagunas costeras mexicanas: Estudio de un caso en el Golfo de México. Revista de Biología Tropical. Vol. 48 Junio (2/3). p. 425-438

Pool, D.J.; A.E. Lugo y S.C. Snedaker. 1975. Litter production in mangrove forests of southern Florida and Puerto Rico. In: G.E. Walsh; S.C. Snedaker y H.T. Teas, eds. Proceedings of the International Symposium on Biology and Management of Mangroves Vol.1. Universidad de Florida, Gainesville. pp. 213-237

Rico-Gray V. y Palacios M. 1996. Salinidad y el nivel de agua como factores en la distribución en la ciénaga del noroeste de Campeche, México. Acta Botánica Mexicana 34: 53-61.

Roig, E. 2005: Resiliencia de manglares en los Paisajes Naturales Protegidos Rincón de Guanabo y Laguna del Cobre-Itabo, Ciudad de La Habana, Cuba. Trabajo de Diploma. Facultad de Biología, Universidad de La Habana. 48 pp.

Saunders, D. L., J.J Meeuwig y A.C.J Vincent. 2002. Freshwater protected areas: Strategies for conservation. *Conservation Biology*. Vol. 16.Nº 1:30-41

Snedaker, S.C. y D.J. Pool. 1973. Mangrove forest types and biomass. In: S.C. Snedaker y A.E. Lugo, eds. *The role of mangrove ecosystems in the maintenance of environmental quality and a high productivity of desirable fisheries* (Contract Report). Center for Aquatic Science, Universidad de Florida, Gainesville. p:C1-C13.

StatSoft, Inc. (1998). *STATISTICA for Windows* [Computer program manual]. Tulsa, OK: StatSoft, Inc., 2300 East 14th Street, Tulsa, OK 74104. WEB: <http://www.statsoft.com>

Travieso-Bello A. C., Moreno-Casasola P. y Campos A. 2005. Efecto de diferentes manejos pecuarios sobre el suelo y la vegetación en humedales transformados a pastizales. *Interciencia* 30:12-18.

Tomlinson, P. B. 1986. *The botany of mangroves*. Cambridge University Press. Cambridge. 413 pp.

Tovilla, H. C. 2009. La reforestación de los manglares de la costa de Oaxaca. Manual Comunitario. Laboratorio de Ecología de Manglares y Zona Costera ECOSUR, 1^{ra} Ed. Tapachula, Chiapas, México, 64 pp.

Westhoff, V. y E. van der Maarel. 1978. The Braun Blanquet approach. R. H. Whittaker (ed) Classification of Plant Communities. Pp.287-399. Junk, La Haya.

Zinke, P. J. 1976. Soil-vegetation interrelationships in mangrove forests. Manuscrito no publicado de la conferencia presentada en Seminar/Workshop on Mangrove Ecology. National Research Council of Thailand y UNESCO. Phuket Marine Biological Center. Phuk.

X. ANEXOS

Anexo 1: Gráficos de microtopografía y distribución de las comunidades en el humedal de Tumilco sitio Ramsar 1602.

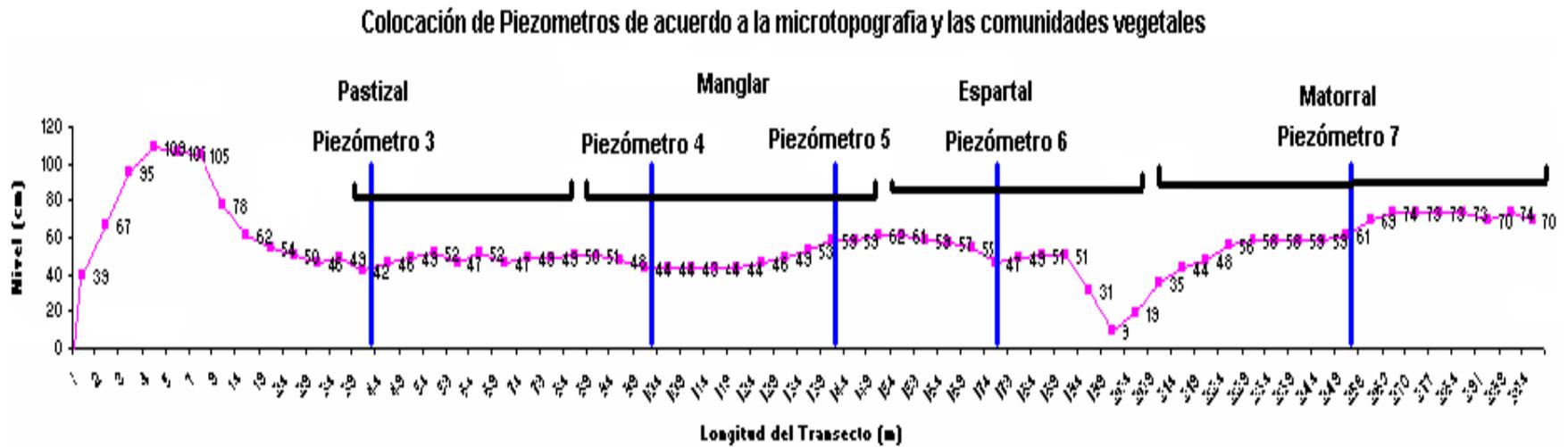


Figura 13 Nivel de la microtopografía del suelo, de una porción del humedal de Tumilco, Transecto I.

Microtopografía en un área de humedal de Tumilco

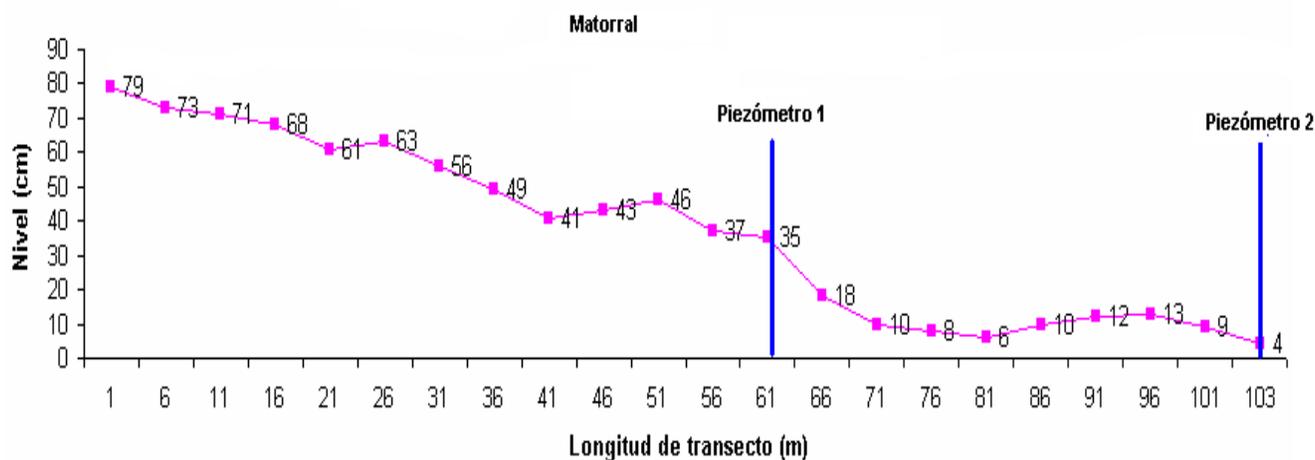


Figura 14. Nivel de la microtopografía del suelo, de una porción del humedal de Tumilco, Transecto II.

Microtopografía en un área de Humedal de tumilco

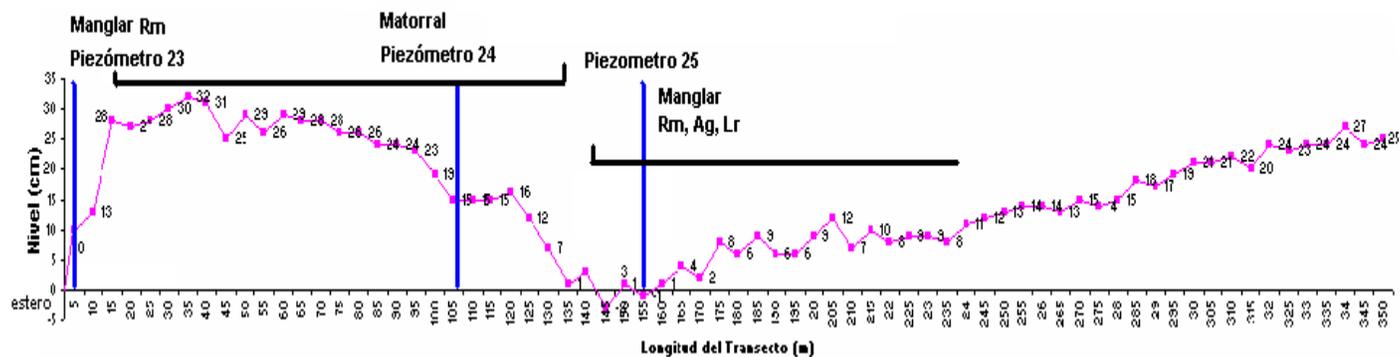


Figura 15. Nivel de la microtopografía del suelo, de una porción del humedal de Tumilco, Transecto III.

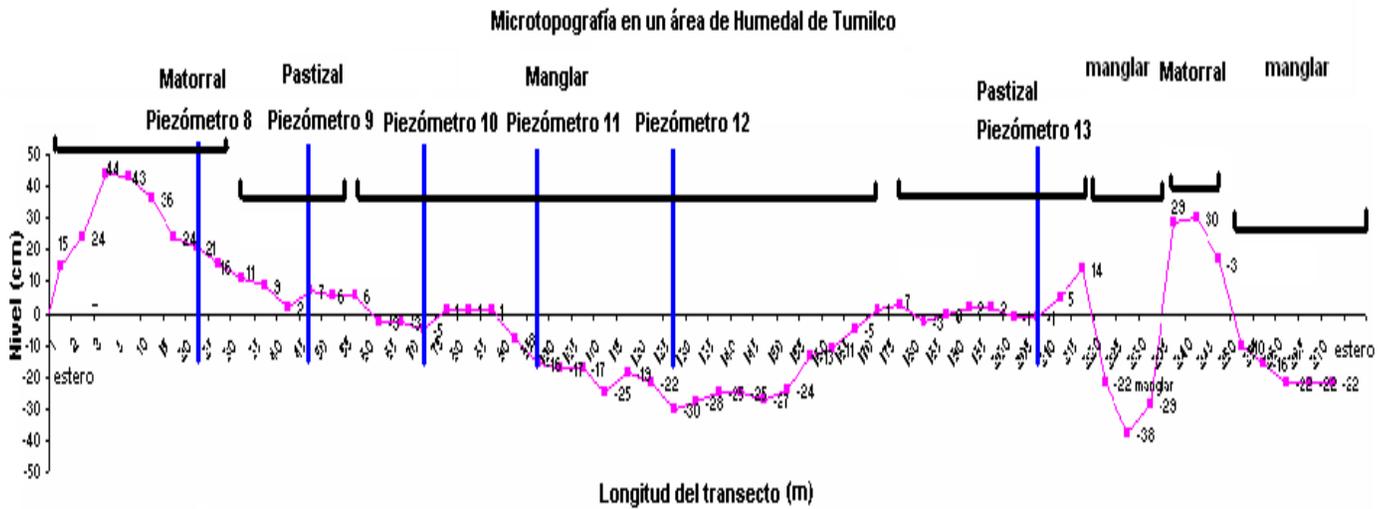


Figura 16. Nivel de la microtopografía del suelo, de una porción del humedal de Tumilco, Transecto IV.

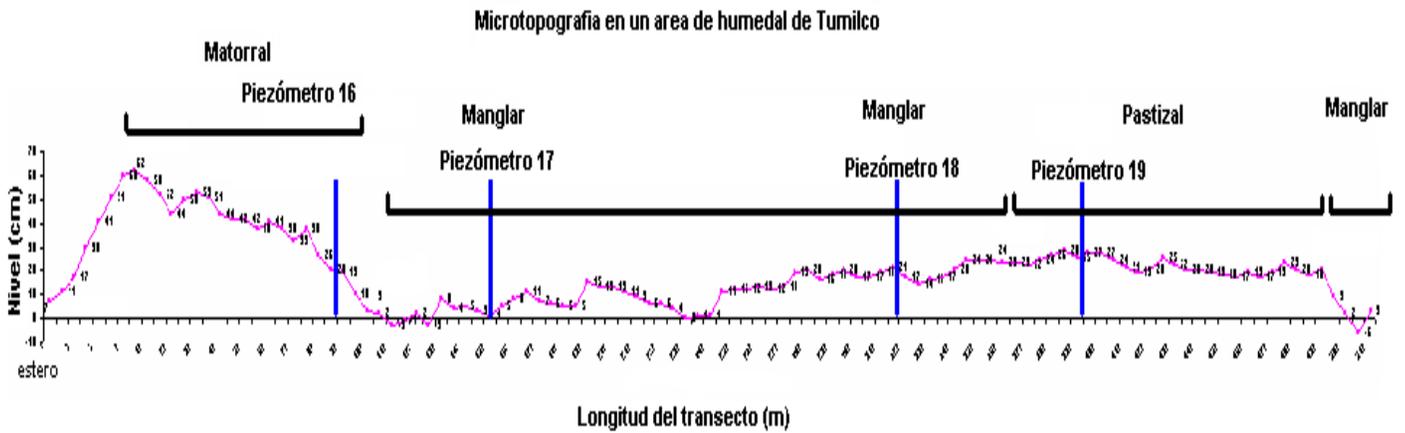


Figura 17. Nivel de la microtopografía del suelo, de una porción del humedal de Tumilco, Transecto V.

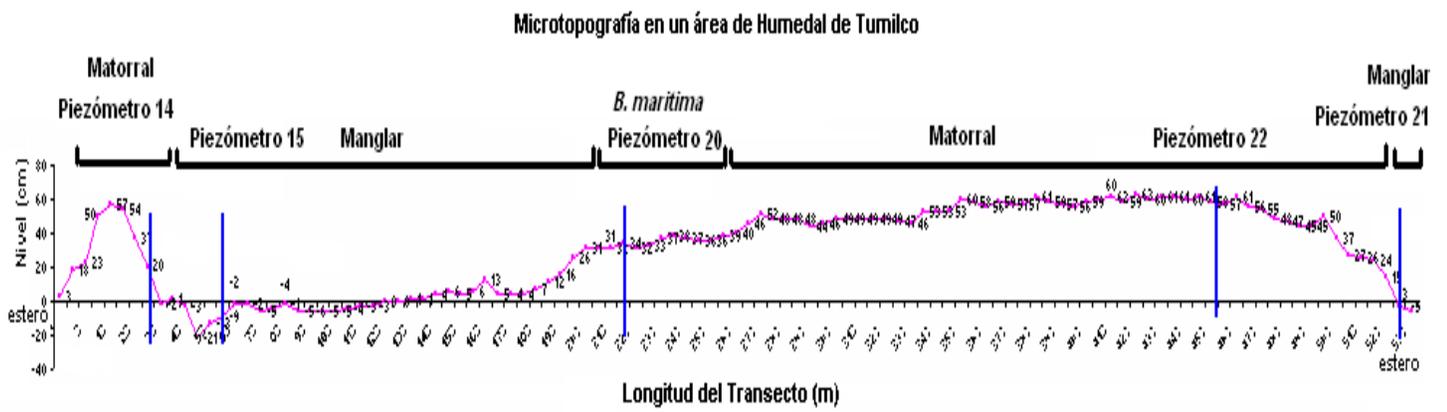


Figura 18. Nivel de la microtopografía del suelo, de una porción del humedal de Tumilco, Transecto VI.

Anexo 2.

Cuadro 4. Listado de especies del humedal de Tumilco perteneciente al Sitio Ramsar 1602.

Familia/Especie	Forma biológica	Comunidad vegetal	Número de individuos
AIZOACEAE			
<i>Sesuvium portulacastrum (L.) L.</i>	Halófito	Halófito	40
APOCYNACEAE			
<i>Rhabdadenia biflora</i>	Epífita	Manglar	19
ASTERACEAE			
<i>Borrchia frutescens (L.) DC.</i>	Herbácea	Matorral, Pastizal, Espartal	58
<i>Melampodium divaricatum (Rich.) DC.</i>	Herbácea	Matorral	46
<i>Partenium sp</i>	Herbácea	Matorral	2
<i>Pluchia odorata L.</i>	Herbácea	Matorral	50
BATAACEAE			

<i>Batis marítima</i> L.	Herbácea	Halófitas	>100
BORAGINOACEAE			
<i>Eliotropium curassavicum</i>	Herbácea	Matorral	74
COMBRETACEAE			
<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F. Gaertn.	Árbol	Manglar	355
FABACEAE			
<i>Acacia cornigera</i> (L.) Willd.	Arbusto	Matorral	4
<i>Cassia bicapsularis</i> L.	Herbácea	Matorral	1
<i>Dalbergia brownei</i> (Jacq.) Schiz	Arbusto	Matorral	16
FLACOURTIACEAE			
<i>Caesaria corymbosa</i>	Arbusto	Matorral	1
HIPPOCRATEACEAE			
<i>Hipocratea valubilis</i> L.	Arbustiva	Matorral	3
LAMIACEAE			

<i>Clerodendrum ligustrillum</i> (Jacq.) R. Br.	Arbusto	Matorral	14
MALVACEAE			
<i>Malvaviscus arboreus</i> . Dill. Ex Cav.	Arbusto/Herbácea	Matorral	18
MELIACEAE			
<i>Trichillia havarensis</i> Jacq.	Arbusto	Matorral	2
PALMAE			
<i>Cocos nucifera</i> L.	Palma	Palmas	2
POACEAE			
<i>Cynodon plectostachyus</i> (K. Schum.) Pilg.	Herbácea	Pastizal	>100
<i>Spartina spartinae</i> (Trin.) Merr. ex Hitchc.	Herbácea	Espartal	>100
RHIZOPHORACEAE			
<i>Rhizophora mangle</i> L.	Árbol	Manglar	37
RUBIACEAE			
<i>Hamelia patens</i> Jacq.	Arbusto	Matorral	33

SAPOTACEAE			
<i>Bumelia celastina</i>	Herbácea	Matorral	5
SOLANACEAE			
<i>Lycium carolinianum</i> Walter	Herbácea	Matorral	2
<i>Solanum diphyllum</i> L.	Herbácea	Matorral	1
VERBENACEAE			
<i>Avicennia germians</i> (L.) L.	Árbol	Manglar	250

