



Universidad Veracruzana

UNIVERSIDAD VERACRUZANA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

Campus-Tuxpan

MAESTRÍA MANEJO DE ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS

TESIS:

VEGETACIÓN ARBÓREA DEL CANAL NUEVO DE
NAVEGACIÓN, EN LA LAGUNA DE TAMPAMACHOCO
TUXPAN VER.

P R E S E N T A:

BIOL. MARÍA DE LOS ANGELES HERNÁNDEZ
HERNÁNDEZ.

Director:

Mtro. Agustín de Jesús Basáñez Muñoz

Asesor (a):

Mtra. Liliana Cuervo López

Tuxpan, Veracruz.

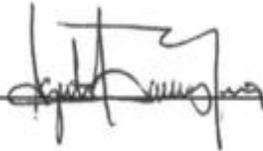
Enero 2014



Tuxpan de Rodríguez Cano Veracruz, a Enero del 2014

La presente Tesis titulada “**VEGETACIÓN ARBÓREA DEL CANAL NUEVO DE NAVEGACIÓN, EN LA LAGUNA DE TAMPAMACHOCO TUXPAN VER.**” realizada por la C. Biol. Maria de los Angeles Hernández Hernández, bajo la dirección particular del Mtro. Agustín de Jesús Basáñez Muñoz y bajo la asesoría de la Mtra. Liliana Cuervo López han sido aprobadas y aceptada para poder llevar a cabo la solicitud de fecha del examen para obtener de grado de:

MAESTRO EN MANEJO DE ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS



Mtro. Agustín de Jesús Basáñez Muñoz

DIRECTOR



Mtra. Liliana Cuervo López

ASESOR

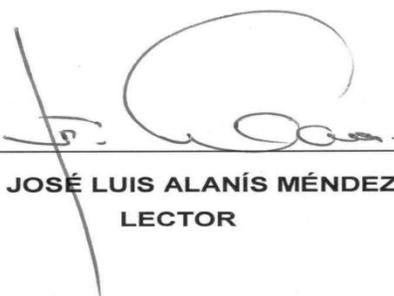
La presente Tesis titulada “**VEGETACIÓN ARBÓREA DEL CANAL NUEVO DE NAVEGACIÓN, EN LA LAGUNA DE TAMPAMACHOCO TUXPAN VER.**” realizada por la C. Biol. María de los Angeles Hernández Hernández, han sido aprobadas y aceptada como requisito parcial para obtener de grado de:

MAESTRO EN MANEJO DE ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS

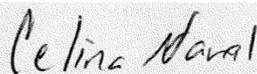
COMISIÓN LECTORA:



Dra. DULCE MARÍA INFANTE MATA
LECTOR



Dr. JOSÉ LUIS ALANÍS MÉNDEZ
LECTOR



Mtra. CELINA NAVAL ÁVILA
LECTOR

Tuxpan de Rodríguez Cano, Veracruz. Enero del 2014

AGRADECIMIENTOS

Al M.C Agustín de Jesús Basáñez Muñoz, Director de Tesis, por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí para que pueda concluir este objetivo.

Mtra. Liliana Cuervo López, Asesor de Tesis, gracias por sus sugerencias para hacer de este trabajo lo mejor posible.

A la comisión lectora integrada por Dra. Dulce María Infante Mata, Dr. José Luis Alanís Méndez, Mtra. Celina Naval Ávila, por la disponibilidad el tiempo y aportar sus sugerencias y observaciones para hacer de este trabajo lo mejor.

Universidad Veracruzana, por darme la oportunidad de seguir estudiando y superarme profesionalmente.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada No. 415129, que fue utilizado para estudiar la Maestría en Manejo de Ecosistemas Marinos y Costeros.

Dr. Sergio Avendaño Reyes por su colaboración en la identificación de las especies (INECOL).

Al grupo de amigos que me apoyaron moralmente y en los muestreos de campo que hicieron posible la culminación de este trabajo; Biol. Uribe Asís Anastacio, Mtro. Miguel Ángel Cruz Lucas, Biol. Alejandro Martínez Zacarías, Mtro. Vicencio de la Cruz Francisco, Biol. Juan Ángel García Valdés, María Guadalupe Marcelino Cristóbal, Sr. Martin.

A los compañeros un profundo agradecimiento por los momentos de convivio que hicieron más amenos los momentos difíciles.

DEDICATORIA

Agradezco a DIOS por estar siempre conmigo y permitir que cumpla con uno más de mis sueños.

A mi padres al Sr. Bardomiano Hernández López y la Sra. Zenaida Hernández Hernández, con todo mi cariño y mi amor para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento.

A mis hermanos Víctor Hugo Hernández Hernández por ser el ejemplo de un hermano mayor, por apoyarme en cada momento de mi vida, y a ti Janet Hernández Hernández por darme tu apoyo directa o indirectamente en la realización de mi tesis.

A mi hija Danna Ximena Asís Hernández quien ha sido mi inspiración y motivación para los esfuerzos que he hecho en mi vida para superarme en mi formación personal y quien al final ha soportado cada situación difícil que pasamos debido a esos esfuerzos. Dios te bendiga por eso.

A ti que eres una persona que me motiva a seguir adelante cada día.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	
I.- INTRODUCCIÓN	1
II.- ANTECEDENTES	5
III.- OBJETIVOS	13
3.1. Objetivo general	13
3.2. Objetivo específico	13
IV.- ÁREA DE ESTUDIO	14
V.- MATERIALES Y MÉTODOS	17
5.1. Análisis de campo	17
5.2. Análisis de datos	20
VI.-RESULTADOS	25
6.1. Caracterización la vegetación arbórea de la zona federal marítimo-terrestre del canal nuevo de navegación en la Laguna de Tampamachoco Tuxpan, Veracruz.	25
6.1.1. Caracterización de las especies registradas para en margen izquierdo del canal nuevo de navegación.	25
6.1.1.1. Composición Florística.	25
6.1.1.2. Familias.	26
6.1.1.3. Abundancia.	27
6.1.1.4. Parámetros Estructurales.	28
6.1.1.4.1. Altura Promedio.	28

6.1.1.4.2. Diámetro a la altura del pecho (DAP).	28
6.1.1.5. Valor de Importancia de las especies para el margen izquierdo del canal nuevo de navegación.	29
6.1.1.6. Índice de dominancia de las especies registradas en el margen izquierdo del canal nuevo de navegación.	31
6.1.2. Caracterización de las especies registradas para en margen derecho del canal nuevo de navegación.	32
6.1.2.1. Composición Florística	32
6.1.2.2 Familias	33
6.1.2.3. Abundancia.	34
6.1.2.4. Parámetros Estructurales.	34
6.1.2.4.1. Altura Promedio.	34
6.1.2.4.2. Diámetro a la altura del pecho (DAP).	35
6.1.2.5. Valor de importancia de las especies para el margen derecho del canal nuevo de navegación.	36
6.1.2.6. Índice de dominancia de las especies registradas en el margen derecho del canal nuevo de navegación.	38
6.1.3. Clasificación de la vegetación utilizando un Análisis Cluster para ambos márgenes de canal nuevo de navegación.	39
6.2. Microtopografía de la zona federal marítimo-terrestre del canal nuevo de navegación en Tuxpan, Veracruz.	42
6.2.1. Microtopografía en el margen izquierdo del canal nuevo de navegación.	42
6.2.2. Microtopografía en el margen derecho del canal nuevo de navegación.	59

6.3. Parámetros físico químicos del agua subterránea en la zona federal marítimo- terrestre del canal nuevo de navegación en Tuxpan, Veracruz.	75
6.3.1. Parámetros físico químicos del agua subterránea en el margen izquierdo del canal nuevo de navegación.	79
6.3.2. Parámetros físico químicos del agua subterránea en el margen derecho del canal nuevo de navegación.	84
6.4. Hidroperíodo en la zona federal marítimo-terrestre del canal nuevo de navegación en Tuxpan, Veracruz.	88
6.4.1. Hidroperíodo en el margen izquierdo del canal nuevo de navegación.	89
6.4.2. Hidroperíodo en el margen derecho del canal nuevo de navegación.	90
6.5. Descripción de la vegetación para ambos márgenes del canal nuevo de navegación.	91
6.5.1. Relación de especies para el margen izquierdo y derecho.	91
6.5.2. Distribución de especies con base a su microtopografía.	93
6.6. Ordenación mediante un análisis de escalamiento multidimensional no paramétrico.	97
6.6.1 Análisis de escalamiento multidimensional no paramétrico (NMDS) para el margen izquierdo.	97
6.6.2. Análisis de escalamiento multidimensional no paramétrico (NMDS) para el margen derecho.	99
VII.- DISCUSIÓN	101
VIII.-CONCLUSIONES	118
IX.- APLICACIÓN PRÁCTICA DEL TRABAJO	120
X.- BIBLIOGRAFÍA	123
ANEXOS	138

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de la zona de estudio del canal nuevo de navegación.	16
Figura 2.- Cuadrante de 20x 20 m para el levantamiento de información y establecer la microtopografía en la posición norte y sur e instalación de piezómetro.	19
Figura 3.- Familias con mayor número de especies en el margen izquierdo del canal nuevo de navegación.	27
Figura 4.- Abundancia de las especies registradas para en margen izquierdo del canal nuevo de navegación.	27
Figura 5.- Promedio de altura de las especies en las zonas de muestreo margen izquierdo del canal nuevo de navegación.	28
Figura 6.- Promedio del DAP de las especies en la zona de muestreo en el margen izquierdo del canal nuevo de navegación.	29
Figura 7.- Especies con mayor valor de importancia para el margen izquierdo del canal nuevo de navegación.	31
Figura 8.- Dominancia de las especies registradas en el margen izquierdo del canal nuevo de navegación.	32
Figura 9.- Las familias con mayor número de especies registradas para el margen derecho del canal nuevo de navegación.	33
Figura 10.- Abundancia de las especies registradas para en margen derecho del canal nuevo de navegación.	34
Figura 11.- Altura promedio de las especies en las zonas de muestreo margen derecho del canal nuevo de navegación.	35
Figura 12.- Promedio del DAP de las especies en las zonas de muestreo en el margen derecho del canal nuevo de navegación.	36
Figura 13.- Especies con mayor valor de importancia para el margen derecho del canal nuevo de navegación.	38
Figura 14.- Dominancia de las especies registradas en el margen derecho del canal nuevo de navegación.	39

Figura 15.- Dendograma de los cuadrantes de ambos márgenes del canal nuevo de vegetación, utilizando la distancia relativa euclidiana y el método de unión de Ward.	41
Figura 16.- Cuadrante 1. Nivel de la microtopografía del suelo, posición norte del canal nuevo de navegación.	43
Figura 17.- Cuadrante 1. Nivel de la microtopografía del suelo, posición sur del canal nuevo de navegación.	43
Figura 18.- Cuadrante 2. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación norte del canal nuevo de navegación.	44
Figura 19.- Cuadrante 2. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación sur del canal nuevo de navegación.	44
Figura 20.- Cuadrante 3. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación norte del canal nuevo de navegación.	45
Figura 21.- Cuadrante 3. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación sur del canal nuevo de navegación.	45
Figura 22.- Cuadrante 4. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación norte del canal nuevo de navegación.	46
Figura 23.- Cuadrante 4. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación sur del canal nuevo de navegación.	46
Figura 24.- Cuadrante 5. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación norte del canal nuevo de navegación.	47
Figura 25.- Cuadrante 5. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación sur del canal nuevo de navegación.	47
Figura 26.- Cuadrante 6. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación norte del canal nuevo de navegación.	48
Figura 27.- Cuadrante 6. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación sur del canal nuevo de navegación.	48
Figura 28.- Cuadrante 7. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación norte del canal nuevo de navegación.	49

Figura 29.- Cuadrante 7. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación sur del canal nuevo de navegación.	49
Figura 30.- Cuadrante 8. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación norte del canal nuevo de navegación.	51
Figura 31.- Cuadrante 8. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación sur del canal nuevo de navegación.	51
Figura 32.- Cuadrante 9. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación norte del canal nuevo de navegación.	52
Figura 33.- Cuadrante 9. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación sur del canal nuevo de navegación.	52
Figura 34.- Cuadrante 10. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación norte del canal nuevo de navegación.	53
Figura 35.- Cuadrante 10. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación sur del canal nuevo de navegación.	53
Figura 36.- Cuadrante 11. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación norte del canal nuevo de navegación.	54
Figura 37.- Cuadrante 11. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación sur del canal nuevo de navegación.	54
Figura 38.- Cuadrante 12. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación norte del canal nuevo de navegación.	55
Figura 39.- Cuadrante 12. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación sur del canal nuevo de navegación.	55
Figura 40.- Cuadrante 13. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación norte del canal nuevo de navegación.	56
Figura 41.- Cuadrante 13. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación sur del canal nuevo de navegación.	56
Figura 42.- Cuadrante 14. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación norte del canal nuevo de navegación.	57

Figura 43.- Cuadrante 14. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación sur del canal nuevo de navegación.	57
Figura 44.- Cuadrante 15. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación norte del canal nuevo de navegación.	57
Figura 45.- Cuadrante 15. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación sur del canal nuevo de navegación.	57
Figura 46.- Cuadrante 16. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación norte del canal nuevo de navegación.	60
Figura 47.- Cuadrante 16. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación sur del canal nuevo de navegación.	60
Figura 48.- Cuadrante 17. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación norte del canal nuevo de navegación.	61
Figura 49.- Cuadrante 17. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación sur del canal nuevo de navegación.	61
Figura 50.- Cuadrante 18. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación norte del canal nuevo de navegación.	62
Figura 51.- Cuadrante 18. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación sur del canal nuevo de navegación.	62
Figura 52.- Cuadrante 19. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación norte del canal nuevo de navegación.	63
Figura 53.- Cuadrante 19. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación sur del canal nuevo de navegación.	63
Figura 54.- Cuadrante 20. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación norte del canal nuevo de navegación.	64
Figura 55.- Cuadrante 20. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación sur del canal nuevo de navegación.	64
Figura 56.- Cuadrante 21. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación norte del canal nuevo de navegación.	65

- Figura 57.- Cuadrante 21.** Nivel de la microtopografía del suelo, 65
orientación sur del canal nuevo de navegación.
- Figura 58- Cuadrante 22.** Nivel de la microtopografía del suelo, orientación 66
norte del canal nuevo de navegación.
- Figura 59.- Cuadrante 22.** Nivel de la microtopografía del suelo, 66
orientación sur del canal nuevo de navegación.
- Figura 60.- Cuadrante 23.** Nivel de la microtopografía del suelo, 67
orientación norte del canal nuevo de navegación.
- Figura 61.- Cuadrante 23.** Nivel de la microtopografía del suelo, 67
orientación sur del canal nuevo de navegación.
- Figura 62.- Cuadrante 24.** Nivel de la microtopografía del suelo, 68
orientación norte del canal nuevo de navegación.
- Figura 63.- Cuadrante 24.** Nivel de la microtopografía del suelo, 68
orientación sur del canal nuevo de navegación.
- Figura 64.- Cuadrante 25.** Nivel de la microtopografía del suelo, 69
orientación norte del canal nuevo de navegación.
- Figura 65- Cuadrante 25.** Nivel de la microtopografía del suelo, orientación 69
sur del canal nuevo de navegación.
- Figura 66.- Cuadrante 26.** Nivel de la microtopografía del suelo, 70
orientación norte del canal nuevo de navegación.
- Figura 67.- Cuadrante 26.** Nivel de la microtopografía del suelo, 70
orientación sur del canal nuevo de navegación.
- Figura 68.- Cuadrante 27.** Nivel de la microtopografía del suelo, 71
orientación norte del canal nuevo de navegación.
- Figura 69.- Cuadrante 27.** Nivel de la microtopografía del suelo, 71
orientación sur del canal nuevo de navegación.
- Figura 70.- Cuadrante 28.** Nivel de la microtopografía del suelo, 72
orientación norte del canal nuevo de navegación.

Figura 71.- Cuadrante 28. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación sur del canal nuevo de navegación.	72
Figura 72.- Cuadrante 29. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación norte del canal nuevo de navegación.	73
Figura 73.- Cuadrante 29. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación sur del canal nuevo de navegación.	73
Figura 74.- Cuadrante 30. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación norte del canal nuevo de navegación.	74
Figura 75.- Cuadrante 30. Nivel de la microtopografía del suelo, orientación sur del canal nuevo de navegación.	74
Figura 76.- Oxígeno disuelto (mg/L) con respecto a los márgenes del canal nuevo de navegación.	76
Figura 77.- pH con respecto a los márgenes del canal nuevo de navegación.	76
Figura 78.- Temperatura (°C) con respecto a los márgenes del canal nuevo de navegación.	77
Figura 79.- Salinidad (ups) con respecto a los márgenes del canal nuevo de navegación.	78
Figura 80.- Variación del oxígeno disuelto (mg/L) registrados en los cuadrantes del margen izquierdo del canal nuevo de navegación.	8
Figura 81.- Variaciones del oxígeno disuelto (mg/L) registrados a lo largo de los meses en el margen izquierdo del canal nuevo de navegación.	80
Figura 82.- Variación de pH registrados en los cuadrantes del margen izquierdo del canal nuevo de navegación.	81
Figura 83.- Variaciones de pH registrados a lo largo de los meses en el margen izquierdo del canal nuevo de navegación.	81
Figura 84.- Variación de temperatura (°C) registrados en los cuadrantes del margen izquierdo del canal nuevo de navegación.	81

Figura 85.- Variaciones de temperatura (°C) registrados a lo largo de los 81 meses en el margen izquierdo del canal nuevo de navegación.

Figura 86.- Variaciones de la salinidad (ups) registrados en los cuadrantes del 82 margen izquierdo del canal nuevo de navegación.

Figura 87.- Variaciones de la salinidad (ups) registrados a lo largo de los 82 meses en el margen izquierdo del canal nuevo de navegación.

Figura 88.- Variación del oxígeno disuelto (mg/L) registrados en los 84 cuadrantes del margen derecho del canal nuevo de navegación.

Figura 89.- Variaciones del oxígeno disuelto (mg/L) registrados a lo largo de 84 los meses en el margen derecho del canal nuevo de navegación.

Figura 90.- Variación de pH registrados en los cuadrantes del margen 85 derecho del canal nuevo de navegación.

Figura 91.- Variaciones de pH registrados a lo largo de los meses en el 85 margen derecho del canal nuevo de navegación.

Figura 92.- Variación de temperatura (°C) registrados en los cuadrantes del 86 margen derecho del canal nuevo de navegación.

Figura 93.- Variaciones de temperatura (°C) registrados a lo largo de los 86 meses en el margen derecho del canal nuevo de navegación.

Figura 94.- Variación de la salinidad (ups) registrados en los cuadrantes del 87 margen derecho del canal nuevo de navegación.

Figura 95.- Variaciones de la salinidad (ups) registrados a lo largo de los 87 meses en el margen derecho del canal nuevo de navegación.

Figura 96.- Hidroperíodo con respecto a los márgenes del canal nuevo de 89 navegación.

Figura 97.- Hidroperíodo por cuadrantes para el margen izquierdo del canal 89 nuevo de navegación.

Figura 98.- Hidroperíodo a lo largo de los meses para el margen izquierdo del 89 canal nuevo de navegación.

Figura 99.- Hidroperíodo por cuadrantes para el margen de derecho del canal nuevo de navegación.	90
Figura 100.- Hidroperíodo a lo largo de los meses para el margen de derecho del canal nuevo de navegación.	90
Figura 101.- Especies arbóreas relacionadas al perfil microtopográfico del canal nuevo de navegación.	96
Figura 102.- Ordenación de 15 cuadrantes de vegetación para el margen izquierdo en el canal nuevo de navegación.	98
Figura 103.- Ordenación de 15 cuadrantes de vegetación para el margen derecho en el canal nuevo de navegación.	100
Figura 104.- Área de muestreo, distribución de los cuadrantes en ambos márgenes del canal, para la elaboración del estudio de vegetación arbórea.	140

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.- Escala de cobertura/abundancia propuesta por Westhoff y Van der Maarel (1978) para el muestreo de vegetación en unidades de distintas superficies.	24
Cuadro 2.- Altura promedio y DAP de las especies encontradas en el margen izquierdo en el canal nuevo de navegación.	28
Cuadro 3.- Valor de importancia de las especies registradas para el margen izquierdo en el canal nuevo de navegación.	30
Cuadro 4.- Índice de dominancia de las especies registradas para el margen izquierdo en el canal nuevo de navegación.	31
Cuadro 5.- Altura promedios y DAP de las diferentes especies encontradas en el margen derecho en el canal nuevo de navegación.	35
Cuadro 6.- Valor de importancia de las especies registradas para el margen derecho en el canal nuevo de navegación.	37

Cuadro 7.- Índice de dominancia de las especies registradas para el margen derecho.	38
Cuadro 8.- Caracterización de la microtopografía para el margen izquierdo del canal nuevo de navegación.	58
Cuadro 9.- Caracterización de la microtopografía para el margen derecho del canal nuevo de navegación.	75
Cuadro 10.- Análisis de varianza multifactorial para ambos márgenes del canal nuevo de navegación en la laguna de Tampamachoco Tuxpan Ver.	79
Cuadro 11.- Análisis de varianza multifactorial para el margen izquierdo del canal nuevo de navegación.	83
Cuadro 12.- Análisis de varianza multifactorial para el margen derecho del canal nuevo de navegación.	88
Cuadro 13.- Especies exclusivas encontradas en el margen izquierdo y derecho del canal nuevo de navegación.	91
Cuadro 14.- Especies y tipo de vegetación para ambos márgenes del canal nuevo de navegación.	92
Cuadro 15.- Estatus de protección de las especies encontradas para ambos márgenes del canal nuevo de navegación.	93
Cuadro 16.- Distribución de la especies con relación al nivel topográfico de 0-5, 5-10, 10-15, 15-20 m.	94
Cuadro 17.- Distribución de la especies con relación al nivel topográfico de 0-5, 5-10, 10-15, 15-20 m.	95
Cuadro 18.- Especies que se proponen para reforestar el margen izquierdo del canal nuevo de navegación en la zona federal marítimo terrestre.	121
Cuadro 19.- Especies que se proponen para reforestar el margen derecho del canal nuevo de navegación en la zona federal marítimo terrestre.	122

RESUMEN

Entre los ecosistemas del planeta, los humedales destacan por su gran productividad y biodiversidad, semejándose con las selvas tropicales (Kusler *et al.* 1994). Según la convención de Ramsar dentro de los humedales puede incluirse las zonas riparias o costeras adyacentes a los humedales. Olmsted (1993), los humedales costeros pueden ser estuarinos y palustres. El objetivo es caracterizar la vegetación arbórea de la zona federal marítimo-terrestre del canal nuevo de navegación, obteniendo así datos para la planeación del corredor biológico. Para la determinación de la composición y estructura de las especies de vegetación se utilizó el método de los cuadrantes al azar, utilizando 30 cuadrantes de 20 x 20 m. a lo largo de 4 km y un ancho de 20 m. En lo que respecta a la determinación del valor de importancia e índice de dominancia de las especies se usó el método propuesto por Sarukhán (1968) y Müller-Dombois, y Ellenberg (1974). Para la clasificación de la vegetación se aplicó un NMDS y los datos fueron transformados por el método de *Beals Smoothing*. Para establecimiento de la microtopografía se utilizó la técnica de la manguera de nivel. La determinación de los parámetros físico químicos del agua subterránea y el hidroperíodo se instalaron 60 piezómetros. Se registraron 1,240 individuos pertenecientes a 23 especies y 19 familias, con respecto a la abundancia registro *Rhizophora mangle* 368 individuos, en cuanto a la altura y el DAP promedio *Avicennia germinans* con un 4.95 m y 13.91 cm respectivamente. Los valores de importancia e índice de dominancia fueron para *A. germinans* con 100.96 y (ID) de 134.08. La clasificación de la vegetación utilizando un análisis cluster formaron 4 grupos dominados por *Avicennia germinans*, *Rhizophora mangle*. Con respecto a la microtopografía se establecieron las especies de manglar en zonas bajas de -50 cm a 103 cm, y las especies de vegetación riparia en zonas altas 14.5 cm a 208.5 cm. en cuanto a los parámetros físico químicos como temperatura, salinidad e hidroperíodo mostraron diferencias significativas con una $p < 0.05$, la microtopografía y la salinidad son factores que se relacionan con la distribución de las especies de vegetación arbórea en el canal nuevo de navegación.

Palabras claves: corredor biológico, vegetación arbórea, microtopografía, hidroperíodo, fisicoquímicos.

I. INTRODUCCIÓN

Entre los ecosistemas del planeta, los humedales destacan por su gran productividad y biodiversidad, semejándose con las selvas tropicales (Kusler *et al.* 1994). Los humedales costeros conjuntan numerosas comunidades que abarcan manglares, marismas, selvas, palmares inundables, popales y tulares. Esta gran variedad de composiciones y estructuras forman mosaicos a lo largo de gradientes topográficos, donde variaciones de salinidad e inundación resultan en composiciones de vegetación y dinámicas costeras (Flores-Verdugo *et al.* 2007). Según la convención de Ramsar dentro de los humedales pueden incluirse las zonas ripariás o costeras adyacentes a los humedales.

De acuerdo con Olmsted (1993), los humedales costeros pueden ser estuarinos y palustres; la diferencia entre ambos es la influencia de la marea. Los humedales estuarinos incluyen ambientes mareales, profundos o someros, con acceso al mar de manera esporádica o parcialmente obstruido, y por lo menos de modo ocasional reciben escurrimientos de agua dulce, se contemplan las bahías, estuarios, manglares, marismas, etc. Los humedales palustres, no reciben influencia de la marea y están dominados por árboles y arbustos y/o herbáceas emergentes perennes; los humedales arbóreos incluyen bosques riparios, palmares, selva baja inundable. La vegetación riparia se compone de agrupaciones arbóreas que se establecen a lo largo de los márgenes de ríos, arroyos y canales, con alturas de los 4 a 30 m (Moreno-Casasola, 2006).

La distribución de los diferentes tipos de humedales costeros estuarinos, las especies que los componen y su grado de desarrollo están condicionados, en gran medida, por el hidroperíodo y la salinidad del agua intersticial (Lewis, 1982; Mitsch y Gosselink, 2000). La vegetación riparia al ser una zona de transición entre ecosistemas acuáticos y terrestres, de la misma manera, presenta marcados gradientes en cuanto a sus factores ambientales, procesos ecológicos y comunidades de plantas (Gregory *et al.* 1991).

Los humedales varían en función de su origen, tamaño, localización geográfica, su régimen acuático y químico, características del suelo o sedimento y vegetación dominante (Hauenstein *et al.* 1999). Tanto los humedales, como su vegetación riparia adyacente, son decisivos para el cumplimiento de los ciclos de vida de plantas y animales, constituyen el hábitat de una gran diversidad de animales, especialmente sirven de refugio temporal a las aves migratorias. Los humedales estuarinos y la vegetación riparia desempeñan muchas funciones vitales, por ejemplo: almacenamiento de agua; protección contra tormentas y huracanes, mitigación de inundaciones; estabilización del litoral y control de la erosión; recarga de acuíferos (la filtración de aguas a los acuíferos subterráneos); descarga de acuíferos (la elevación del manto freático que se convierten en aguas superficiales en un humedal); purificación de las aguas mediante la retención de nutrientes, sedimentos y contaminantes; y estabilización de las condiciones climáticas locales, particularmente la precipitación y la temperatura (Kusler *et al.* 1994., Naiman *et al.*, 2006 y Postel y Richter, 2003). Una función importante de los

ecosistemas riparios es su utilización como corredores biológicos (Naiman *et al.* 2005 y Postel y Richter, 2003).

La pérdida de los humedales en México se estima en un 50% (Landgrave y Moreno-Casasola, 2012), debido a la desecación, ya sea por drenaje, elevación del nivel del suelo, recubrimiento con geotextiles, entre otros, con la finalidad de realizar actividades agropecuarias y desarrollos e inmobiliarios, construcción de obras de infraestructura que taponan y modifican los patrones de flujo de agua, represamiento, canalización, dragado y extracción de agua, contaminación e invasión de especies (Moreno-Casasola, 2008). Los humedales estuarinos (manglar), su tasa de pérdida es de 5% anual y son afectados por la extracción de madera, elaboración de tapos o la extracción de taninos, construcción de caminos o carreteras, urbanización de zonas costeras, desarrollos turísticos, explotación y transporte de petróleo o líneas de distribución de energía eléctrica (López- Portillo y Ezcurra, 2002). El 45% de los sistemas riparios se encuentran potencialmente alterados en México , debido a cambios de usos del suelo, contaminación puntual, extracción de materiales, construcción de infraestructura, etc. (Garrido *et al.* 2010).

Un ejemplo es el Ejido Cerro de Tumilco, Tuxpan, Ver. los habitantes le dan un uso al manglar en especial a la especie *Avicennia germinans*, siendo los principales como leña, cercado de terrenos y como materia prima como artes de pesca, a la venta, construcción de casas, a la medicina y a la fabricación de muebles (Basáñez-Muñoz, 2006).

Por tal motivo es importante realizar estudios acerca de la vegetación y establecer una microtopografía en los humedades, con el objetivo de determinar la estructura, la composición de las especies y los factores físico-químicos del agua subterránea que relacionen el tipo de vegetación para tener una perspectiva para una planeación del corredor biológico Tuxpan-Majahual-Tamiahua uniendo estas tres zonas de manglar y comprobar si, la microtopografía y la salinidad son factores que se relacionan con la distribución de las especies de vegetación arbórea en el canal nuevo de navegación.

II. ANTECEDENTES

Los humedales tienen gran importancia por los recursos que se obtienen de ellos (pesca, madera, miel, cacería, plantas medicinales, entre otros) y los servicios ambientales que proporcionan, ya que son la base de las actividades pesqueras, ayudan en el control de inundaciones, en la filtración y limpieza del agua y en la protección de las zonas costeras, en el aporte de nutrientes a los cuerpos de agua, proporcionan refugio a los juveniles de especies acuáticas entre los más importantes (Costanza *et al.* 1998; Semlitsch y Bodie 1998).

Se calcula que en el mundo existe una cobertura de aproximadamente 12.8 millones de km² de humedales (Finlayson *et al.*, 1999). Aunque todavía no se concluye el inventario nacional de humedales en México, se estima que cubren 0.66% de la superficie del país (1.22 millones de hectáreas), con cerca de 0.13 y 0.94 millones de hectáreas de popales y tulares (CONAGUA 2005). La pérdida de superficie de nuestros humedales debe ser considerable, ya que históricamente se han usado para la ganadería y la agricultura, y más recientemente han sido sustituidos por las urbanizaciones, encontrándose actualmente entre los ecosistemas más amenazados (Moreno-Casasola *et al.* 2009).

La pérdida de humedales costeros localizados en la franja costera entre los 0 y 20 m las mayores pérdidas se han producido en la Península de Baja California, Sonora y Sinaloa, Chiapas y el Golfo de México. El área de humedales perdidos en hectáreas y el porcentaje de pérdida de éstos para el país y para cada uno de

los estados, más de la mitad de los estados que tienen humedales han perdido más del 50% de estos ecosistemas. Se observa que en la zona árida del país, en la que el agua tiene particular importancia por su escasez, hay tres estados con desapariciones estimadas de humedales muy altas: Chihuahua 91%, Coahuila 93% y Nuevo León 87%. Salvo Michoacán que tiene una pérdida calculada en 19%, todos los demás estados con humedales rebasan desapariciones estimadas en más del 20%. Todo esto se resume en que las pérdidas de humedales determinadas para México son del 62.1%. También en el Golfo de México, las pérdidas de humedales estimadas para Tabasco, Tamaulipas y Veracruz en 60%, 47% y 58% corresponden a 912,942 ha, 436,728 ha y 408,884 ha, respectivamente (Landgrave y Moreno-Casasola 2012). Las fuentes de perturbación, como la construcción de infraestructura turística, camaronicultura y sustitución por campos de cultivo y potreros, las actividades industriales y los errores derivados del cambio de la dinámica hidrológica de estuarios completos (López-Portillo y Ezcurra 2002).

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 químicos (nutrientes) (Mitsch y Gosselink 2000).

Estos ambientes complejos y dinámicos se caracterizan por su alta productividad y diversidad biológica, jugando un papel fundamental al proporcionar un hábitat único para una amplia variedad de flora y fauna. Son fuente, sumidero y transformadores de materiales químicos y biológicos, ayudan a estabilizar los suministros de agua y contribuyen en la depuración de aguas contaminadas, en la protección de litorales y recarga de los mantos freáticos (Kusler *et al.* 1994). Conjointan gran variedad de comunidades vegetales con distinta composición, estructura y formas de vida. Frecuentemente se les considera como un solo tipo de ecosistema, comparable a los bosques o pastizales. Sin embargo, los humedales forman una enorme variedad de comunidades arbóreas y herbáceas (Wheeler *et al.* 2002). Los principales factores físicos involucrados en mantener la diversidad vegetal de los humedales son la microtopografía, el nivel y tiempo de inundación (Orozco-Segovia y Lot-Helgueras, 1976; Mitsch y Gosselink, 2000; Flores- Verdugo *et al.* 2007), y la salinidad en el suelo y el agua (Bedford *et al.* 1999; Moreno-Casasola *et al.* 2009). Estos factores varían en tiempo y espacio por lo que los humedales son ecosistemas altamente heterogéneos desde el punto de vista ambiental.

Olmsted (1993) utilizó la clasificación del Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos para describir los humedales de México e incluyó los cuerpos de aguas continentales y marinos en tres grandes grupos: 1) Marinos y estuarinos (océano abierto sobre la plataforma continental y ambientes mareales, profundos o someros, con acceso al mar de manera esporádica o parcialmente obstruido, y por

lo menos de modo ocasional reciben escurrimientos de agua dulce): bahías, ceibadales de pastos marinos, estuarios, manglares, petenes, marismas, saladares. 2) Lacustres (humedales situados en una depresión topográfica, canal o depresión represada): lagos de agua dulce, reservorios y sus litorales, lagos salinos. 3) Palustres (los humedales que no reciben la influencia de las mareas, dominados por árboles, arbustos y/o emergentes herbáceas perennes): Humedales emergentes: popal, tular, praderas inundables de cyperáceas y de gramíneas, sabanas, matorrales arbustivos inundables de varios tipos. Humedales arbóreos: bosques riparios, palmares.

En el trabajo sobre humedales de la costa central del Perú: estructura y amenaza de sus comunidades vegetales. Los humedales de Lima son parte de un corredor biológico a lo largo de la costa desértica del Perú. A pesar de los múltiples estudios florísticos realizados en estos ambientes, poco se conoce acerca de estructura de las comunidades vegetales. Cuatro humedales fueron estudiados (Puerto Viejo, Cañete; Santa Rosa, Huaral; Paraíso, Chancay y Medio Mundo, Végeta). Se encontró que cada humedal presenta una estructura particular y compleja de sus comunidades vegetales, la cual guarda íntima relación con las actividades antrópicas de cada localidad. Se identificó a la ganadería y agricultura como una de sus principales amenazas. Se propone que la estructuración de las comunidades vegetales es un potencial bioindicador del estado de conservación a considerar dentro de los planes de manejo y monitoreo de estas áreas naturales (Aponte H. 2007 y Ramírez Huaroto 2010).

Proyecto planeación metodológica y apoyo a la promoción de corredores biológicos locales en la república de panamá. Proarcas/capas, ANCON 1998. La provincia de Chiriquí posee un diverso número de ecosistemas, caracterizados por especies de flora y fauna endémica y de amplia distribución, las cuales se distribuyen a través de un gradiente altitudinal. Sin embargo, muchas de estas especies están seriamente amenazadas por la deforestación, ya que la mayoría de las áreas boscosas en esta provincia han sido convertidas en áreas de ganadería y agricultura. La cobertura de bosques de la provincia de Chiriquí para 1992 alcanzaba sólo el 13.6% de su superficie total. La diversidad de hábitats a lo largo de un gradiente altitudinal y la amenaza provocada por las actividades económicas desarrolladas en la región, llevó a un panel de expertos nacionales a proponer la creación de un corredor biológico que uniera los áreas de vegetación de los bosques húmedos ubicados dentro de la Reserva Forestal Fortuna, con las áreas de manglares, costas, playas e islas en el Refugio de Vida Silvestre la Barqueta Agrícola y el Parque Nacional Marino Golfo de Chiriquí (Tovar 1996). La formulación de este corredor que ha sido llamado “Corredor Biológico Altitudinal de Gualaca” forma parte del Sistema de Corredores Biológicos locales para Panamá, cuya intención es garantizar el mayor grado de conservación de la biodiversidad del Istmo de Panamá. (Tovar 1996), también plantea que la nueva conformación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas y Corredores Biológicos de Panamá, está diseñada con un fuerte componente de participación comunitaria para poder hacer factible la propuesta. Esto se debe a que la garantía de interconexión entre las áreas protegidas, a través de los corredores biológicos

implica que exista una conciliación de intereses entre el desarrollo económico, social y ecológico de los territorios establecidos como Corredores Biológicos Locales.

En el estudio de composición florística y diversidad de la vegetación de Humedales en los lagos Interdunarios de Veracruz, son cuerpos de agua someros, temporales o permanentes de agua dulce y tamaño variable en los cuales se establecen distintos tipos de humedales, desde los dominados por especies herbáceas emergentes (popales y tifales) hasta selva inundable. Las dunas que los rodean han sido transformadas en potreros introduciéndose especies forrajeras y caña de azúcar. El objetivo de estudio es describir y comparar la estructura, composición y diversidad de la vegetación de humedales de 15 lagos Interdunarios en la zona rural. Se tomaron en cuenta factores ambientales como pH, salinidad, tamaño, profundidad y número de meses secos. Se registraron 46 familias (27 de las cuales son acuáticas estrictas) y 82 especies, entre ellas *Sagittaria lancifolia*, *Pontederia sagittata*, *Ceratophyllum demersum*. La riqueza fluctuó entre 5 y 33 especies. La clasificación encontró nueve grupos florísticos en los humedales de estos lagos, y en tres de ellos aparecen especies de pastos usados en la ganadería (*Cynodon dactylon*, *Echinochloa pyramidalis*). El principal eje de variación en la ordenación separó a los lagos en función del pH y del número de meses que permanecen secos. Su conservación y uso sustentable requieren de planes de manejo conjuntos con los usuarios (Peralta-Peláez y Moreno Casasola 2009).

En el trabajo titulado características estructurales y usos del manglar en el ejido Cerro de Tumilco, Tuxpan, Veracruz, obtuvieron como resultado de los habitantes encuestados de esta comunidad, conocen al 100% las especies de mangle presentes en su ejido. Respecto a las partes que utilizan del mangle, toman la mayor relevancia el tallo de todas las especies obteniendo un 45% seguido de las ramas con un 44%, por último la corteza con un 11%. en cuanto al destino que le brindan, el 24% se destina a la leña, 23% a el cerco, 23% a la pesca, el 12% a la venta, 9% a la construcción de casas, 5% corresponde a la medicina y 4% a la fabricación de muebles (Basáñez Muños *et al.* 2006).

En el caso de la Laguna de Tampamachoco, ésta ha sido objeto de diversos estudios, tanto en el ámbito terrestre como el acuático, en los cuales se ha comprobado que el sistema lagunar se encuentra contaminado gravemente, afectando principalmente a las especies que lo habitan (flora -fauna). Es un cuerpo de agua somero con un canal artificial de navegación que atraviesa en dirección norte-sur, con una profundidad máxima de cuatro metros. Su longitud y su anchura máxima son de aproximadamente 11 y 1.3 km. respectivamente. Al norte se comunica con la laguna de Tamiahua por un canal, con el mar a través de la boca de Galindo de origen artificial y al sur con el rio Tuxpan por medio del estero (Castañeda y Contreras 2001). Pero hasta el momento, no se ha evaluado la relación entre la vegetación, microtopografía y salinidad.

El método de los cuadrantes es una de las formas más comunes de muestreo de vegetación. Los cuadrantes hacen muestreos más homogéneos y tienen menos impacto de borde en comparación a los transectos. El método consiste en colocar un cuadrado sobre la vegetación, para determinar la densidad, cobertura y frecuencia de las plantas. Por su facilidad de determinar la cobertura de especies, los cuadrantes son utilizados para muestrear la vegetación de sabanas y vegetación herbácea (Cerrado, Puna, Paraderas). Hoy en día, los cuadrantes pueden ser utilizados para muestrear cualquier clase de comunidad vegetal (Matteucci y Colma 1982).

III.-OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Caracterizar la vegetación arbórea de la zona federal marítimo-terrestre del canal nuevo de navegación.

3.2. OBJETIVOS PARTICULARES:

- ❖ Determinar la composición y estructura de la vegetación arbórea presentes en la zona federal del canal nuevo de navegación.
- ❖ Establecer la microtopografía de la zona federal a lo largo de 4 km y un margen de 20 m del canal de navegación.
- ❖ Determinar los parámetros físicos químicos de agua subterránea y el hidroperíodo que relacionen los tipos de vegetación de la zona federal.

IV. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio forma parte del sitio Ramsar 1602 y se localiza en los paralelos 20° 58'15" a 21° 05' de latitud Norte y los meridianos 97° 20'30" a 97° 24' de longitud oeste (Figura 1).

La laguna es de forma alargada y paralela a la línea de costa, con longitud de 10.6 km anchura máxima de 2.7 km; ocupa un área de 15 km², aproximadamente. Está separada del Golfo de México por una barrera arenosa de nombre "Barra Galindo", situada al norte de la laguna, con anchura máxima de 2.67 km y mínima de 1.3 km.

CLIMA

En el área de estudio predomina el clima A (w2), con una temperatura media anual de 24.9 °C, siendo enero el mes más frío con un promedio de 19.9° C, promedio y Junio el más caluroso con un promedio de 28.3°C. En la zona se distinguen tres épocas típicas: lluvias, secas y nortes (Castillo *et al.* 1996). La precipitación total anual es de 1,341.7 mm. La temporada de nortes es de Noviembre a Febrero, secas de Marzo a Mayo y la de lluvias de Junio a Octubre. El mes más seco es Enero con 33 mm y el más lluvioso julio con 176 mm.

Los vientos son los conocidos como "Nortes" que ocurren de octubre a Febrero y pueden alcanzar hasta 80 km/h. De Junio a Septiembre se pueden presentar tormentas tropicales o huracanes, con rachas de más de 120 km/h. Por último, de

Marzo a Junio pueden ocurrir “suradas” que son vientos secos y cálidos (Basáñez-Muñoz 2005).

HIDROLOGÍA

El sistema lagunar se comunica hacia el norte con la Laguna de Tamiahua mediante canales de navegación natural llamado el viejo y uno artificial de nombre el nuevo; al noroeste se ubica la desembocadura del estero el Angosto y al sur la del Río Tuxpan.

La Laguna Tampamachoco recibe aportes de agua dulce en su porción septentrional por el estero el corral, que vierte su contenido en los canales de navegación el viejo y el nuevo; del noroeste provienen de los esteros el Corral y el Angosto; de este último existen escurrideros estacionales entre el rancho Oro Negro y Punta Potrero y frente al poblado de Tampamachoco. En la parte meridional se ubica la desembocadura del Río Tuxpan, (Contreras 1983), por la influencia de las mareas en la laguna, el agua adopta forma de cuña, que ejerce efecto hasta una distancia aproximada de 30 km hacia la parte interna del Río Tuxpan.

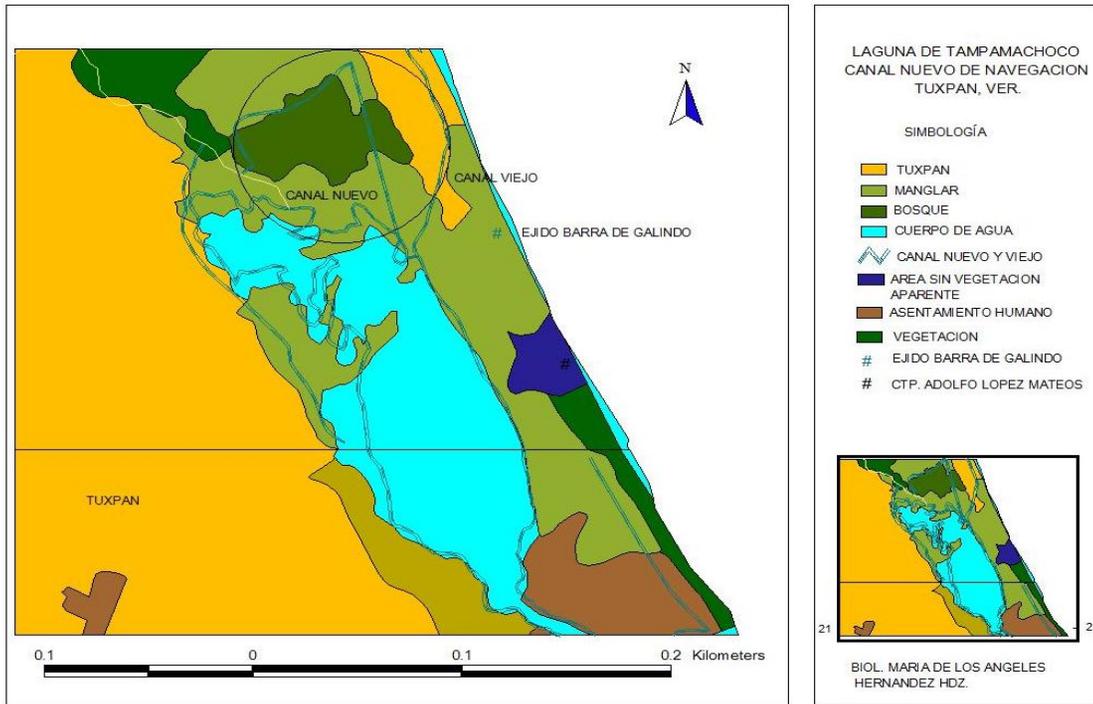


Figura.- 1 Localización de la zona de estudio del canal nuevo de navegación.

V. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1. Análisis de campo

Para la determinación del área de estudio se realizó una visita de prospección, delimitando un área de 4 km a lo largo y con un ancho de 20 m, en ambos márgenes del canal nuevo que corresponde a la zona federal marítimo-terrestre de acuerdo a la NOM-146-SEMARNAT-2005.

La vegetación arbórea, presente en el canal nuevo de navegación, se determinaron usando el método de cuadrantes al azar. Cada cuadrante de 20 x 20 m cubrió una superficie de 400 m² y se usó un total de 30 cuadrantes. Por cada cuadrante se registró los siguientes datos: lugar y fecha, número de cuadrante, coordenadas geográficas, número de individuo, nombre común-científico, altura, el diámetro a la altura del pecho (DAP) y observaciones, (Matteucci y Colma 1982).

A la vegetación que no se identificó con el nombre común durante el levantamiento del censo se les colocó una placa con los siguientes datos; número de especie, número de cuadrante, lugar y fecha, que posteriormente fue colectado los ejemplares con flor o fruto, los cuales fueron preservados mediante la técnica de herborizado, y trasladados al instituto de Ecología, A.C. Xalapa Ver.

Para el establecimiento de la microtopografía se utilizó una manguera de plástico con una longitud 5 m. dos reglas de 1 m. que se fijaron en cada extremo con dos

cinturones de plástico. La manguera se llenó con agua y se estabilizó (se dejaron al menos 50 cm. de manguera sin agua para evitar la formación de burbujas) y se procedió a colocar, en la primera medida, una regla al nivel de la superficie del cuerpo de agua y la otra a 2 m de distancia (esta medida puede variar dependiendo de las condiciones del relieve). Las dos reglas se colocaron 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 de los cuadrantes que posteriormente podrá ser ajustado a un banco de niveles o a un nivel más representativo); este procedimiento se realizó sucesivamente hasta cubrir el área (Moreno-Casasola y Warner 2009).

Para conocer el hidropérido se colocaron dos piezómetros por cada cuadrante se utilizaron un total de 60 piezómetros, (tubo PVC de 2 pulgadas de diámetro), posteriormente estos tubos se cortaron 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, se colocó un tapón de hule en la parte que va enterrada (Peralta-Peláez *et al.* 2009). En la figura 2, muestra el cuadrante de 20x 20 m, por cada repetición del cuadrante se establecieron dos microtopografías para la orientación norte-sur y quedando instalados dos piezómetros.

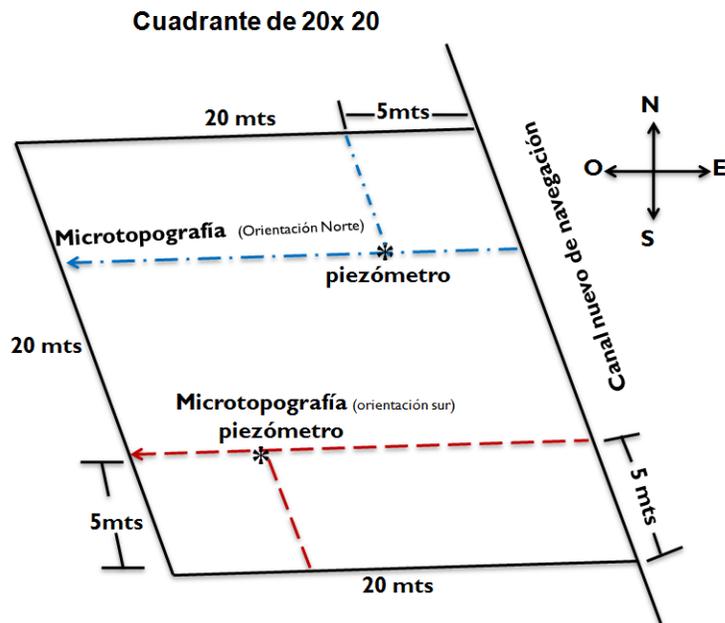


Figura 2.- Cuadrante de 20x 20 m para el levantamiento de información y establecer la microtopografía en la orientación norte y sur e instalación de los piezómetro.

La profundidad del agua subterránea se midió con una cinta graduada en milímetros, que fue introducida antes de la extracción del agua de los piezómetros (Rico-Gray y Palacios-Ríos 1996).

Para determinar los parámetros fisicoquímicos; salinidad, pH, temperatura y oxígeno disuelto, se tomaron muestras de agua que se extrajeron de los piezómetros con la ayuda de una manguera y una jeringa (Infante *et al.* 2009), se registraron con un medidor multiparamétrico electrónico para agua (Modelo HI9829, Marca Hanna Instruments®). Esto se realizó cada mes, durante un año (Agosto 2012-Julio 2013) los resultados obtenidos se registraron en un formato para después ser procesados por métodos multivaridos.

5.2. Análisis de datos

Para determinación la composición y estructura de la vegetación arbórea se procedió a tomar la altura total de los ejemplares que se encontraron dentro del cuadrante con la ayuda de un clinómetro marca *Brunton* en los cuales se registró en el formato para después ser procesado mediante la fórmula:

$$h = \text{Tan } \alpha (10) + P (1.60)$$

Donde:

h = altura total de los árboles.

$\text{Tan } \alpha$ = tangente de un ángulo

P = altura de la persona que realiza la medición

Para la toma del diámetro de los árboles se midió a una altura de 1.30 m de la superficie del suelo (DAP=diámetro a la altura del pecho) utilizando una cinta métrica se mide la circunferencia, a partir del cual se puede calcular el diámetro.

Cuando se mide la circunferencia el cálculo para transformar a diámetro es el siguiente:

$$D = \frac{P}{\pi}$$

Donde:

D = diámetro

P = perímetro o circunferencia

π = 3.1416

Densidad= número de individuos muestreados por cuadrante (o unidad de muestreo) / número total de cuadrantes (o área muestreada).

Densidad relativa= densidad de una especie /suma de las densidades para todas las especies x 100.

$$\text{DR= Densidad relativa} = \frac{\text{Número de individuos de la especie}}{\text{Número total de individuos del cuadro}} \times 100$$

Frecuencia = número total de cuadros en los que una especie aparece/ número total de cuadros.

Frecuencia relativa = (Frecuencias de las especies/ suma de la frecuencia de todas las especies) x 100.

$$\text{Frecuencia Relativa} = \frac{\text{Frecuencia de una especie} \times 100}{\text{Frecuencia total de todas las especies}}$$

COBERTURA (con base en ÁREA BASAL)

Para calcular el área basal se utilizó el promedio del diámetro a la altura del pecho (DAP).

$$\text{Formula: } AB = \left(\frac{1}{2} \text{DAP}\right)^2 \pi$$

El **área basal relativa** =(es el área basal de la especie / área basal total en la superficie) X 100.

Para obtener el valor de importancia e índice de dominancia de las especies. Se registró el valor de importancia de cada especie, el cual se obtuvo sumando los valores de densidad relativa, frecuencia relativa y área basal. La suma total de los valores relativos de cada parámetro debe ser igual a 100. Por lo tanto, la suma total de los valores del valor de importancia debe ser igual a 300 (Müeller-Dombois, y Ellenberg 1974).

El índice de valor de importancia es obtuvo mediante la fórmula siguiente:

$$\text{VIR} = (\text{Frecuencia relativa} + \text{Densidad relativa} + \text{Cobertura relativa}).$$

Se calculó el índice de dominancia (ID) propuesto por Sarukhán (1968) de cada una de las especies. Este índice permitió combinar la frecuencia, densidad y área basal de cada especie en una sola cifra. La cifra es mayor para las especies

dominantes y menor para las acompañantes. El ID se obtuvo con la siguiente Fórmula:

$$\text{ID} = \text{Área basal (m}^2\text{)} \times \text{Densidad (individuos/m}^2\text{)} \times \text{Frecuencia (individuos)}.$$

Una vez obtenidos los datos físico-químicos se realizó un análisis de varianza multifactorial para determinar las diferencias de salinidad, pH, temperatura, oxígeno disuelto y los niveles de inundación.

En caso de existir 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 programa estadístico "R" *Development Core Team* (2009).

Se muestrearon un total de 30 cuadrantes de 20 x 20 m para la vegetación arbórea. En cada cuadrante se estimó la abundancia de cada especie vegetal de acuerdo con la escala de cobertura/abundancia propuesta por Westhoff y Van der Maarel (1978). 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) (cuadro 1).

Cuadro 1. Escala de cobertura/abundancia propuesta por Westhoff y Van der Maarel (1978) para el muestreo de vegetación en unidades de distintas superficies.

Valor de escala	Características de la especie en la unidad de muestro.	
9	75 al 100 %	Cobertura
8	50 al 75 %	
7	25 al 50 %	
6	12.5 al 25 %	
5	5 al 12.5 %	
4	< 5 %; muchos individuos, difícil de contar	Abundancia
3	< 5 %; más de 3 individuos, se puede contar	
2	< 5 %; 2 a 3 individuos	
1	< 5 %; 1 individuo	

Se elaboró una matriz considerando los 15 cuadrantes de vegetación incluyendo las especies, posteriormente se construyó una matriz secundaria en las cuales se utilizaron los valores promedios de los parámetros físico químicos (oxígeno disuelto, pH, temperatura, salinidad, nivel de agua y número de especies) los datos fueron modificados por método de *Beals Smoothing* (McCune y Grace 2002). Para la ordenación se aplicó un análisis de escalamiento multidimensional no paramétrico (NMDS = Nonmetric Multidimensional Scalling). Utilizando el índice distancia (Sorensen (Bray-Curtis) esto se realizó para el margen izquierdo y para el margen derecho. Los datos fueron analizados mediante métodos multivariados con el programa PC-Ord (McCune y Mefford 2006).

VI.- RESULTADOS

6.1. Caracterización de la vegetación arbórea de la zona federal marítimo-terrestre del canal nuevo de navegación en la Laguna de Tampamachoco Tuxpan Ver.

Con base a los 30 cuadrantes muestreados para ambos márgenes del canal nuevo de navegación en Zona Federal Marítimo -Terrestre, se obtuvo un registro de 1,240 individuos pertenecientes a 23 especies entre las más abundantes son: *Rhizophora mangle* (mangle rojo) 368, *Avicennia germinans* (mangle negro) 365, *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo) 187, *Bursera simaruba* (chaca o palo mulato) 138, *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) 31, para ambos márgenes del canal nuevo de navegación.

6.1.1. Caracterización de las especies registradas para en margen izquierdo del canal nuevo de navegación.

6.1.1.1. Composición Florística.

Con base a los 15 cuadrantes muestreados para el margen izquierdo se registran 650 individuos, pertenecientes a 21 especies, como: *Avicennia germinans* L (mangle negro), *Rhizophora mangle* L (mangle rojo), *Laguncularia racemosa* C.F Gaertn (mangle blanco), *Conocarpus erectus* L (mangle botoncillo), *Bursera simaruba* L Sarg. (chaca o palo mulato), *Psidium guajava* L. (guayabo), *Cocos*

nucifera L. (palma de coco), *Citharexylum berlandieri* B.L. Rob (*sauco hediondo*), *Casearia corymbosa* H. B. K. (cafecillo, café cimarrón), *Prunus salicifolia* (Kunth) (capulín), *Trichilia havanensis* Jacq. (rama de tinaja, palo estribo), *Randia obcordata* S. Watson (cruceto), *Muntingia calabura* L. (púan), *Sapium macrocarpum* (Müll.Arg) (palo lechón, Lechoso), *Eugenia capuli* Schlttd. & Cham. (escobilla, frutilla), *Nectandra salicifolia* Kunth (laurel), *Hyperbaena jalcomulcensis* Pérez & Castillo-Campo, *Conocarpus erectus* variedad *sericeus* D.C (mangle botoncillo cenizo), *Jacquinia macrocarpa* Cav. (rosalía), *Pouteria sapota* (Jacq), (zapote mamey), *Ficus* sp.

6.1.1.2. Familias presentes en el margen izquierdo del canal nuevo de navegación.

Las familias con mayor número de especies fueron Combretaceae (*Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erectus* y *Conocarpus erectus* var. *sericeus*), Verbenaceae, (*Avicennia germinans*, *Citharexylum berlandieri*), finalmente Rhizophoraceae (*Rhizophora mangle*) (Figura 3).

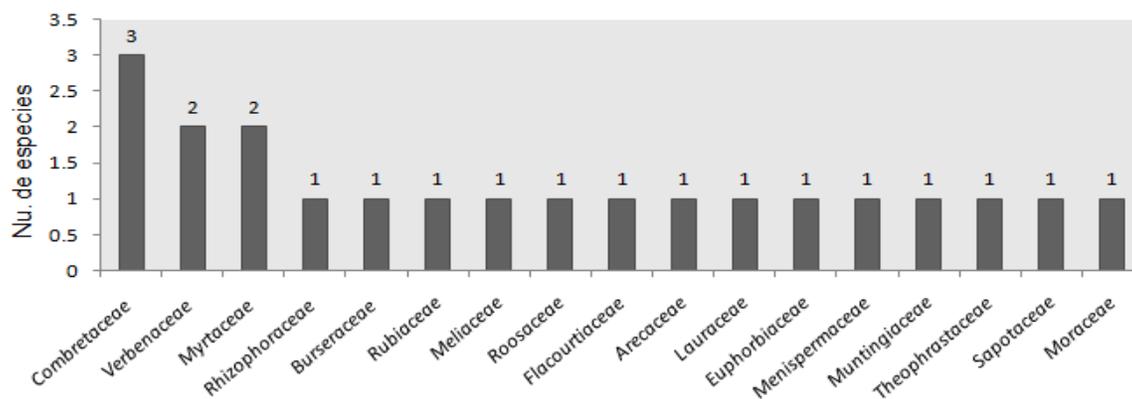


Figura 3.- Familias con mayor número de especies en el margen izquierdo del canal nuevo de navegación.

6.1.1.3. Abundancia.

Las cinco primeras especies con mayor abundancia son *Rhizophora mangle* con (216) individuos, siguiéndole *Avicennia germinans* (140), *Conocarpus erectus* con (89), *Bursera simaruba* con (84), *Laguncularia racemosa* (28), los individuos que presentaron menor abundancia son *Citharexylum berlandieri* (1), *Eugenia capuli* (1), *Jacquinia macrocarpa* (1), *Pouteria sapota* (1) y *Ficus sp.* (1) (Figura 4).

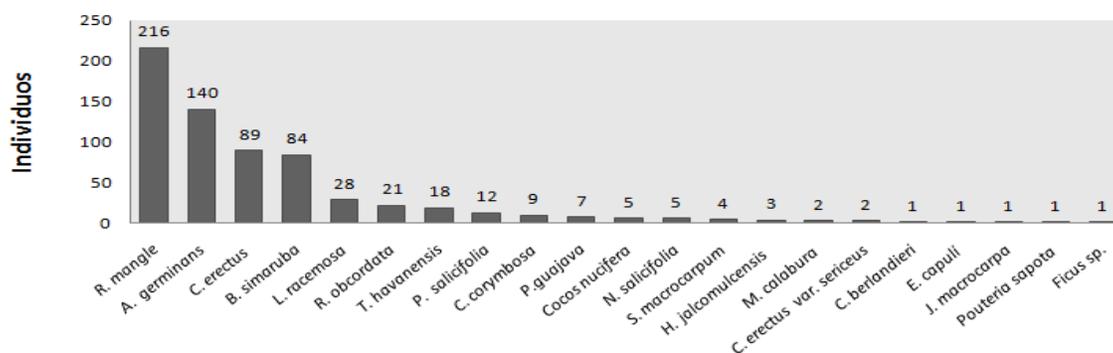


Figura 4.- Abundancia de las especies registradas para en margen izquierdo del canal nuevo de navegación.

6.1.1.4 Parámetros Estructurales

6.1.1.4.1. Altura promedio.

En los cuadrantes muestreados se registra *Cocos nucifera* (palma de coco) con 7.67 m, siguiéndole *Pouteria sapota* (zapote mamey) con 7.37 m. y *Ficus sp* con una altura de 6.26 m. La especie con menor altura es la *Citharexylum berlandieri* (*sauco hediondo*) con 3 m, (Figura 5, Anexo 1. Cuadro 2).

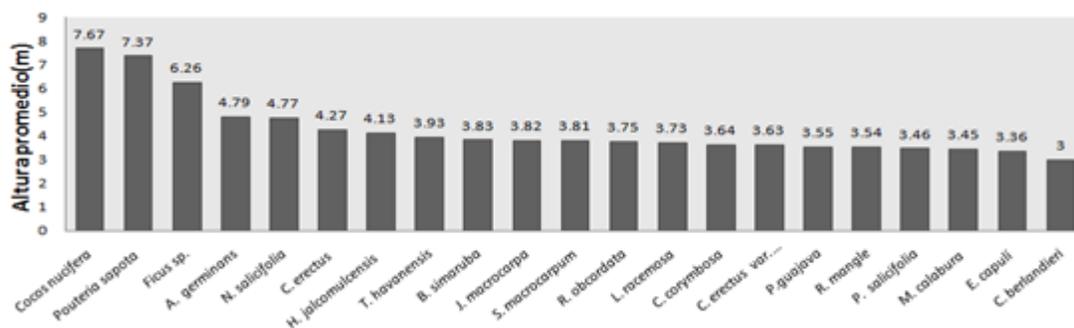


Figura 5.- Altura promedio de las especies en las zonas de muestreo margen izquierdo del canal nuevo de navegación.

6.1.1.4.2. Diámetro a la altura del pecho (DAP).

En cuanto al DAP promedio, *Pouteria sapota* (zapote mamey) presenta 27.05 cm, siguiéndole *Cocos nucifera* (palma de coco) con 22.8 cm. Las especies con menor diámetro son *Prunus salicifolia* (capulín) con 3.36 cm y para la *Eugenia capuli* (escobilla, frutilla) con 3.81 cm. (Figura 6, Anexo 1. Cuadro 2).

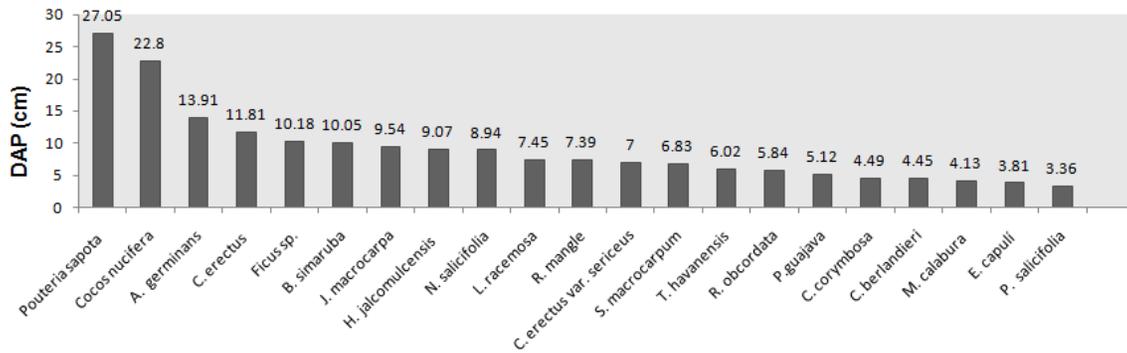


Figura 6.- Promedio del DAP de las especies en las zonas de muestreo en el margen izquierdo del canal nuevo de navegación.

6.1.1.5. Valor de Importancia de las especies para el margen izquierdo del canal nuevo de navegación.

El índice de valor de importancia de Müeller-Dombois, y Ellenberg, (1974), las cinco primeras especies con valor de importancia son: *Rhizophora mangle* (mangle rojo) con un valor de 69.80, *Avicennia germinans* (mangle negro) con valor de 67.35, *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo) con 40.11, *Bursera simaruba* (chaca o palo mulato) 37.08 y *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) con 16.39 debido a su alta densidad. Así mismo se puede observar *Eugenia capuli* (escobilla, frutilla) presenta un valor de 1.24 y *Citharexylum berlandieri* (sauco hediondo) presenta un valor de 1.25 debido a su baja densidad, (Cuadro 3 y Figura 7).

Cuadro 3.- Valor de importancia de las especies registradas para el margen izquierdo.

Especie	Núm.	Frecuencia	Frecuencia relativa	Densidad	Densidad relativa	Área basal	Área basal relativa	V.I
<i>Avicennia germinans</i>	140	0.6	10.61	1.4	21.53	1.64	35.19	67.35
<i>Rhizophora mangle</i>	216	1	17.69	2.16	33.23	0.88	18.87	69.80
<i>Laguncularia racemosa</i>	28	0.53	9.38	0.28	4.30	0.12	2.69	16.39
<i>Conocarpus erectus</i>	89	0.6	10.61	0.89	13.69	0.73	15.80	40.11
<i>Bursera simaruba</i>	84	0.53	9.38	0.84	12.92	0.68	14.78	37.08
<i>Psidium guajava</i>	7	0.26	4.60	0.07	1.07	0.07	0.36	6.04
<i>Cocos nucifera</i>	5	0.13	2.30	0.05	0.76	0.21	4.59	7.67
<i>Citharexylum berlandieri</i>	1	0.06	1.06	0.01	0.15	0.01	0.03	1.25
<i>Casearia corymbosa</i>	9	0.33	5.84	0.09	1.38	0.02	0.50	7.73
<i>Prunus salicifolia</i>	12	0.26	4.60	0.12	1.84	0.01	0.34	6.79
<i>Trichilia havanensis</i>	18	0.2	3.53	0.18	2.76	0.04	0.95	7.26
<i>Randia obcordata</i>	21	0.26	4.60	0.21	3.23	0.06	1.44	9.28
<i>Muntingia calabura</i>	2	0.13	2.30	0.02	0.30	0.02	0.05	2.67
<i>Sapium macrocarpum</i>	4	0.13	2.30	0.04	0.61	0.01	0.37	3.29
<i>Eugenia capuli</i>	1	0.06	1.06	0.01	0.15	0.01	0.02	1.24
<i>Nectandra salicifolia</i>	5	0.2	3.53	0.05	0.76	0.08	1.83	6.14
<i>Hyperbaena jalcomulcensis</i>	3	0.13	2.30	0.03	0.46	0.01	0.37	3.14
<i>C. erectus var. sericeus</i>	2	0.06	1.06	0.02	0.30	0.08	0.17	1.55
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	1	0.06	1.06	0.01	0.15	0.007	0.15	1.37
<i>Pouteria sapota</i>	1	0.06	1.06	0.01	0.15	0.05	1.23	2.45
<i>Ficus sp.</i>	1	0.06	1.06	0.01	0.15	0.08	0.17	1.39
	650	5.65	100	6.5	100	4.66	100	300

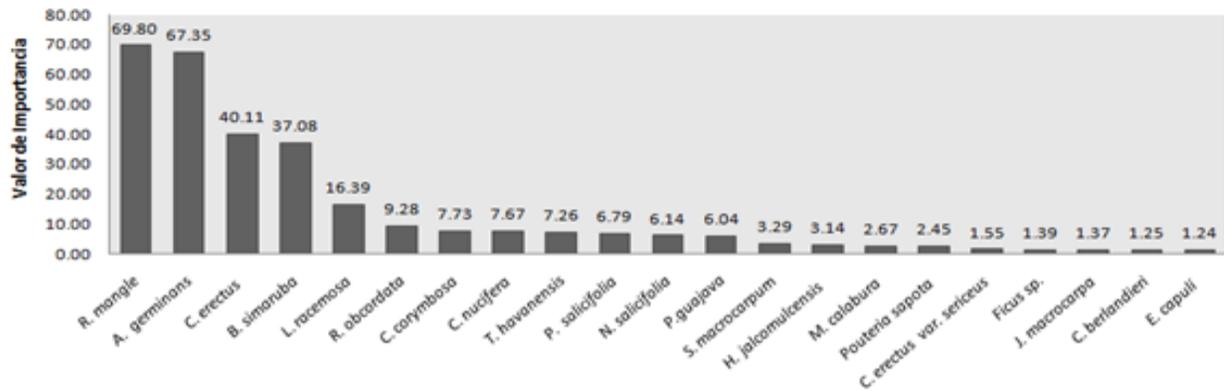


Figura 7.- Especies con mayor valor de importancia para el margen izquierdo del canal nuevo de navegación.

6.1.1.6. Índice de Dominancia de las especies registradas en el margen izquierdo del canal nuevo de navegación

El índice de Dominancia de Sarukhán (1968) establece como especies dominantes a *Rhizophora mangle* (mangle rojo) con 29.24, *Avicennia germinans* (mangle negro) con índice de 21.2, *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo) con 6.05, *Bursera simaruba* (chaca o palo mulato) 4.72 y con menor dominancia para las especies acompañantes como: *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) 0.28 *Muntingia calabura* (Púan) 0.0001, *C. erectus var. sericeus* (mangle botoncillo cenizo) 0.0001, *Jacquinia macrocarpa* (rosalía) 0.00006, *Pouteria sapota* (zapote mamey) 0.0005 (Figura 8 y Anexo 2. Cuadro 4).

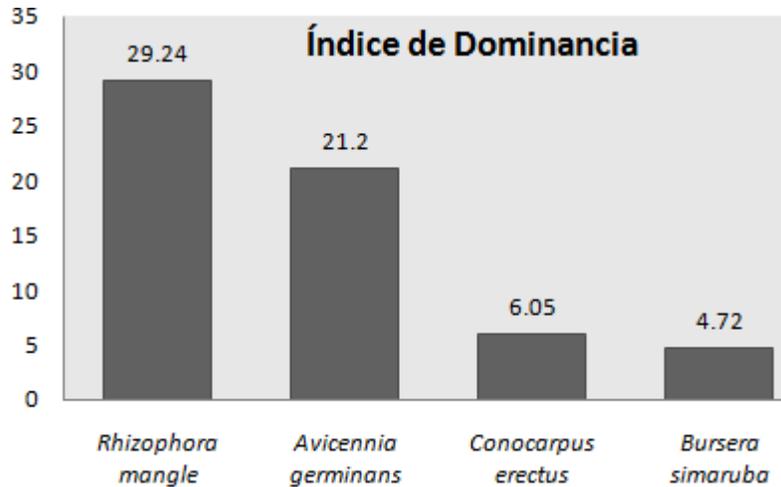


Figura 8.- Dominancia de las especies registradas en el margen izquierdo del canal nuevo de navegación.

6.1.2. Caracterización de las especies registradas para en margen derecho del canal nuevo de navegación.

6.1.2.1. Composición Florística.

Con un total de 15 cuadrantes para el margen derecho se registró un total de 590 individuos, pertenecientes 17 especies como: *Avicennia germinans* L (mangle negro), *Rhizophora mangle* L (mangle rojo), *Laguncularia racemosa* C.F. Gaertn (mangle blanco), *Conocarpus erectus* L (mangle botoncillo), *Bursera simaruba* L Sarg. (chaca o palo mulato), *Citharexylum berlandieri* B.L. Rob (sauco hediondo), *Casearia corymbosa*. H. B. K. (cafecillo, café cimarrón), *Trichilia havanensis* Jacq (rama de tinaja, Xopiltetl), *Randia obcordata* S. Watson (cruceto), *Sapium macrocarpum* (Müll.Arg) (palo lechón, Lechoso), *Eugenia capuli* Schlttd. & Cham.

(escobilla, frutilla), *Hyperbaena jalcomulcensis*, Pérez & Castillo-Campos, *Jacquinia macrocarpa* Cav. (rosalía), *Pouteria sapota* (Jacq), (zapote mamey), *Ficus* sp, *Pithecellobium arboreum* (L) Urb, (coralillo) y *Guazuma ulmifolia* Lam (guácimo).

6.1.2.2. Familias presentes en el margen derecho del canal nuevo de navegación.

Las familias con mayor número de especies son Verbenaceae (*Avicennia germinans*, *Citharexylum berlandieri*) y Combretaceae a la cual pertenecen *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*, Rhizophoraceae con *Rhizophora mangle*, (Figura 9).

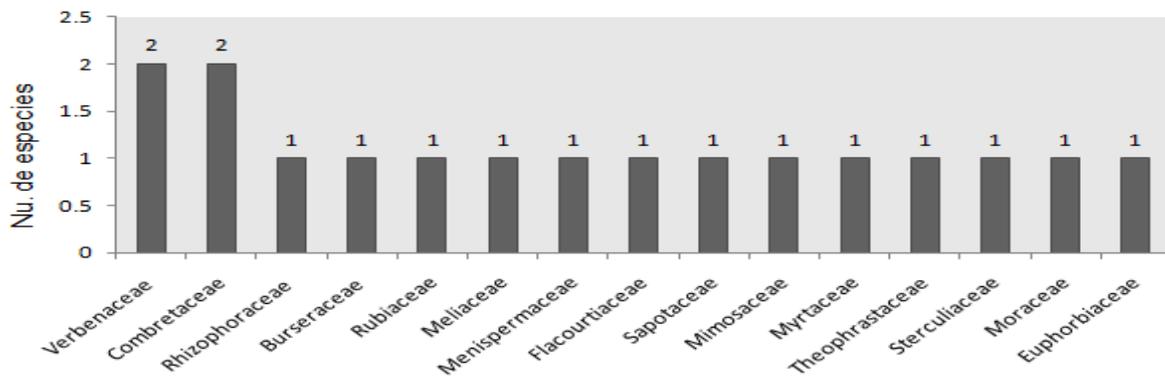


Figura 9. Las familias con mayor número de especies registradas para el margen derecho del canal nuevo de navegación.

6.1.2.3. Abundancia.

Las cinco primeras especies que presentaron una mayor abundancia fueron *Avicennia germinans* (225 individuos), posteriormente se registra *Rhizophora mangle* (152 individuos), *Conocarpus erectus* (98 individuos), *Bursera simaruba* (54 individuos) y finalmente *Citharexylum berlandieri* (19 individuos) y con menor abundancia *Ficus sp*, solo se registran con un individuo; *Eugenia capuli*, *Jacquinia macrocarpa* y *Guazuma ulmifolia* con dos individuos (Figura 10).

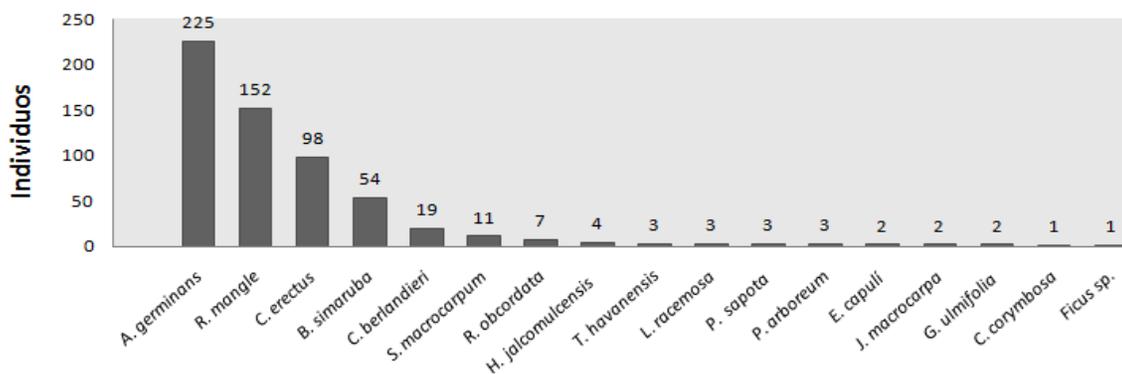


Figura 10.- Abundancia de las especies registradas para en margen derecho del Canal Nuevo de Navegación.

6.1.2.4. Parámetros Estructurales.

6.1.2.4.1. Altura Promedio

Altura promedio de las especies de los cuadrantes muestreados se registra que *Ficus sp* con 7.37 m. siguiéndole *Pouteria sapota* (zapote mamey) con 6.81 m y

Pithecellobium arboreum (coralillo) 6.38 m y las especies con menor altura son para la *Sapium macrocarpum* (palo lechón, lechoso) con 3.35 m siguiéndole *Eugenia capuli* (escobilla o frutilla) con 3.54 m, (Figura 11, Anexo 3. Cuadro 5).

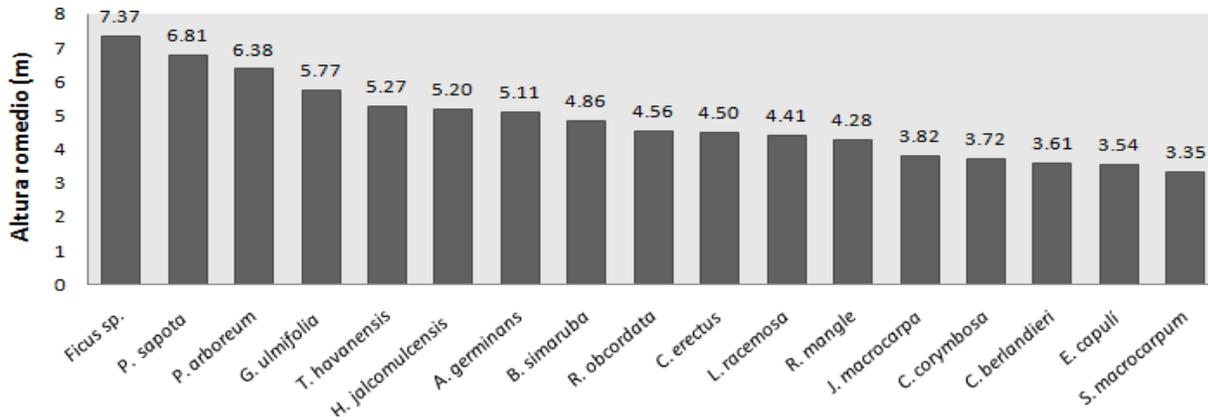


Figura 11.- Altura promedio de las especies en las zonas de muestreo margen derecho del canal nuevo de navegación.

6.1.2.4.2 Diámetro a la altura del pecho (DAP)

En cuanto al DAP promedio es *Pithecellobium arboreum* (coralillo) con 20.05 cm siguiéndole *Guazuma ulmifolia* con 18.75 cm (guácimo) *Pouteria sapota* (zapote mamey) con 18.13 cm, las especies con menor diámetro son *Casearia corymbosa* (cafecillo, café cimarrón) con 3.5 cm y *Eugenia capulí* (escobilla o frutilla) con 3.65 cm, (Figura 12, Anexo 3. Cuadro 5).

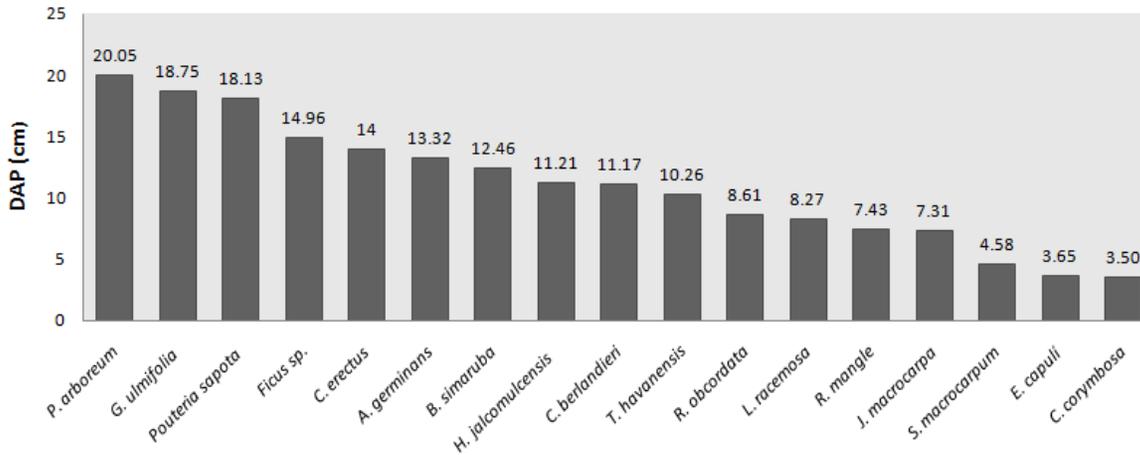


Figura 12.- Promedio del DAP de las especies en las zonas de muestreo en el margen derecho del canal nuevo de navegación.

6.1.2.5. Valor de Importancia de las especies para el margen derecho del canal nuevo de navegación.

El índice de valor de importancia de Müeller-Dombois y Ellenberg (1974), nos indica que las cinco especies con mayor valor de importancia son: *Avicennia germinans* (mangle negro) con valor de 100.96, *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo) con 58.90, *Rhizophora mangle* (mangle rojo) con 52.74, *Bursera simaruba* (chaca o palo mulato) 31.83 y *Citharexylum berlandieri* (sauco hediondo) un valor de 16.34, debido a su alta densidad. Así mismo podemos observar que *Casearia corymbosa* (cafecillo, café cimarrón) presenta un valor menor de 1.41 y la *Ficus sp.*, presenta un valor menor de 1.58 debido a su baja densidad (Cuadro 6, Figura 13).

Cuadro 6.- Valor de importancia de las especies registradas para el margen derecho.

Especie	Núm.	Frecuencia	Frecuencia relativa	Densidad	Densidad relativa	Área basal	Área basal relativa	V.I
<i>Avicennia germinans</i>	225	0.73	15.02	2.25	38.13	4.81	47.80	100.96
<i>Rhizophora mangle</i>	152	0.80	16.46	1.52	25.76	1.05	10.51	52.74
<i>Laguncularia racemosa</i>	3	0.06	1.23	0.03	0.50	0.01	0.17	1.92
<i>Conocarpus erectus</i>	98	1.00	20.57	0.98	16.61	2.18	21.71	58.90
<i>Bursera simaruba</i>	54	0.60	12.34	0.54	9.15	1.04	10.33	31.83
<i>Citharexylum berlandieri</i>	19	0.53	10.90	0.19	3.22	0.22	2.21	16.34
<i>Trichilia havanensis</i>	3	0.13	2.67	0.03	0.50	0.04	0.46	3.65
<i>Randia obcordata</i>	7	0.13	2.67	0.07	1.18	0.21	2.16	6.02
<i>Sapium macrocarpum</i>	11	0.26	5.34	0.11	1.86	0.01	0.17	7.39
<i>Casearia corymbosa</i>	1	0.06	1.23	0.01	0.16	0.09	0.09	1.41
<i>Eugenia capuli</i>	2	0.06	1.23	0.02	0.33	0.09	0.09	1.67
<i>Hyperbaena jalcomulcensis</i>	4	0.06	1.23	0.04	0.67	0.02	0.23	2.15
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	2	0.13	2.67	0.02	0.33	0.07	0.07	3.09
<i>Pouteria sapota</i>	3	0.13	2.67	0.03	0.50	0.04	0.43	3.62
<i>Ficus sp.</i>	1	0.06	1.23	0.01	0.16	0.01	0.17	1.58
<i>Pithecellobium arboreum</i>	3	0.06	1.23	0.03	0.50	0.23	2.33	4.08
<i>Guazuma ulmifolia</i>	2	0.06	1.23	0.02	0.33	0.10	1.07	2.65
	590	4.86	100	5.9	100	10.07	100	300

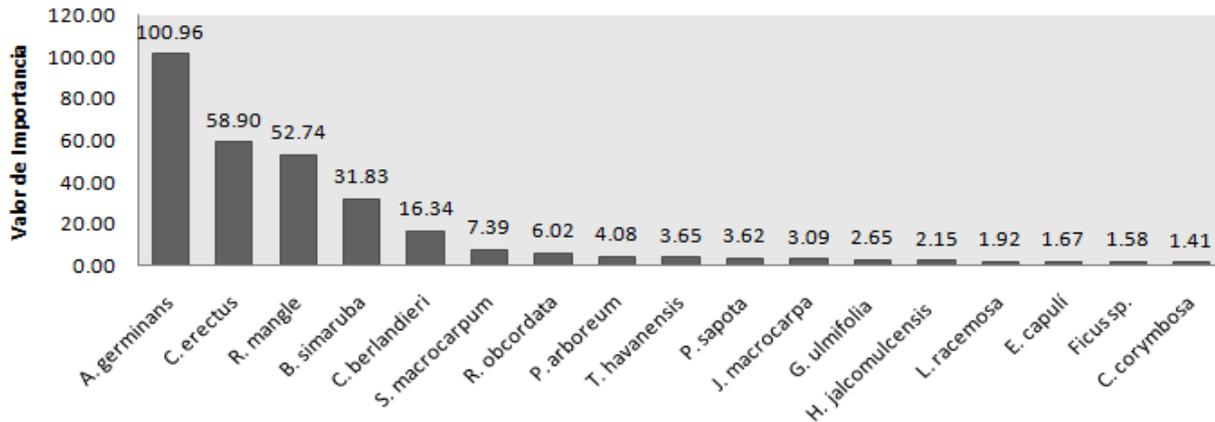


Figura 13.- Especies con mayor valor de importancia para el margen derecho del canal nuevo de navegación.

6.1.2.6. Índice de Dominancia de las especies registradas en el margen derecho del canal nuevo de navegación.

El índice de Dominancia de Sarukhán (1968) establece como especies dominantes *Avicennia germinans* (mangle negro) con índice de 134.08 *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo) con 36.33, *Rhizophora mangle* (mangle rojo) con 21.82 y *Bursera simaruba* (chaca o palo mulato) 5.71 y con menor dominancia son para las especies acompañantes como: *Eugenia capuli* (escobilla, frutilla), 0.0001, *Hyperbaena jalcomulcensis*, 0.0009, *Ficus sp.* 0.0001 (Figura 14 y anexo 4. Cuadro 7).

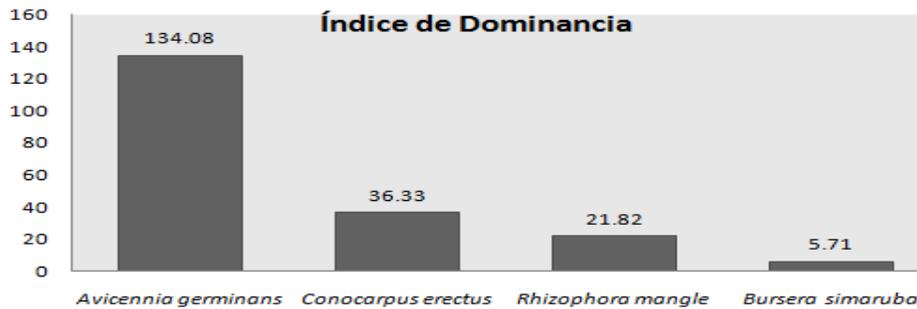


Figura 14.- Dominancia de las especies registradas en el margen derecho del canal nuevo de navegación.

6.1.3. Clasificación de la vegetación utilizando un Análisis Cluster para ambos márgenes de canal nuevo de navegación.

La clasificación de la vegetación arbórea con base a los 30 cuadrantes para ambos márgenes (izquierdo-derecho), se muestra en el Análisis Cluster, se formaron cuatro grupos. El valor de encadenamiento fue de 3.80. El primer grupo está dominado por *Avicennia germinans*, *Rhizophora mangle* se registra en los cuadrantes (1-2), en este mismo grupo se registran *Conocarpus erectus*, *Laguncularia racemosa*, *Bursera simaruba*, comparten similitud en los cuadrantes (11-14-25-15). En el segundo grupo está dominado por la especie de *Avicennia germinans* en los cuadrantes (20-22-17-19-21) pero también comparten con otras especies como *Rhizophora mangle*, *Conocarpus erectus*, *Bursera simaruba*, *Citharexylum berlandieri* y *Eugenia capuli* aunque estas especies son poco frecuentes, los cuadrantes con los que tiene similitud los (16-24-18-23). El tercer

grupo está dominado por *Rhizophora mangle* en los cuadrantes (26-27) y *Conocarpus erectus* en los cuadrantes (3-17), dentro de este mismo grupo comparten con otras especies *Laguncularia racemosa*, *Bursera simaruba*, *Cocos nucifera*, *Citharexylum berlandieri*, *Casearia corymbosa*, *Sapium macrocarpum* y *Trichilia havanensis* en los cuadrantes con los que tiene similitud (3-4-28-12). En el cuarto grupo está dominado por *Rhizophora mangle* y *Bursera simaruba* se registra en los cuadrantes (13-9-7-30), dentro de este mismo grupo comparten con otras especies como: *Laguncularia racemosa*, *Psidium guajava*, *Prunus salicifolia*, *Conocarpus erectus*, *Trichilia havanensis*, *Conocarpus erectus* variedad *sericeus*, *Pouteria sapota*, *Guazuma ulmifolia*, *Avicennia germinans*, *Prunus salicifolia*, *Randia obcordata*, *Muntingia calabura* *Casearia corymbosa* y *Sapium macrocarpum*, en los cuadrantes (29-5-8) este grupo se caracteriza por tener mayor riqueza de especies (Figura 15).

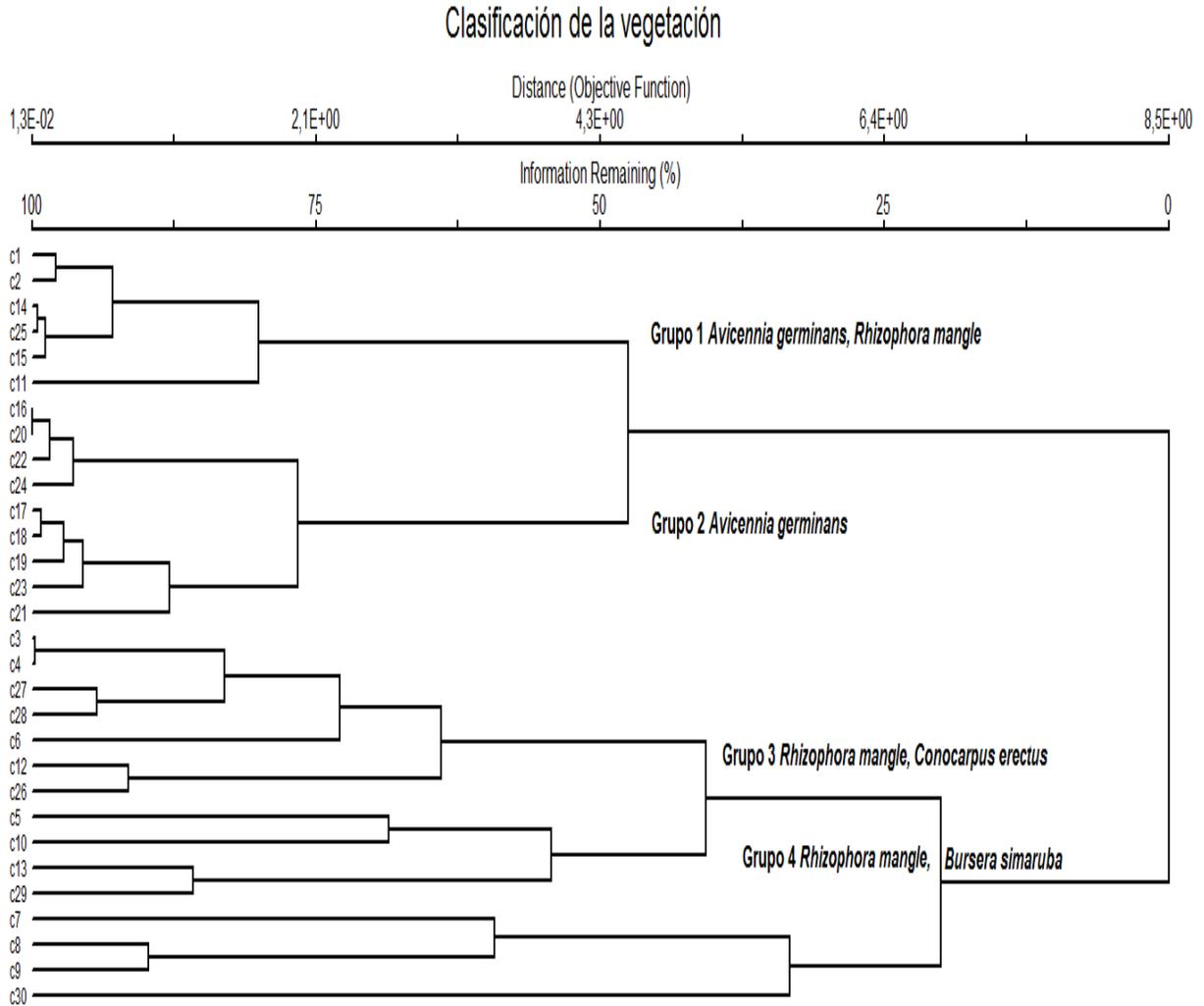


Figura 15. Dendrograma de los cuadrantes de ambos márgenes del canal nuevo de vegetación, utilizando la clasificación Beta Flexible.

6.2. Microtopografía de la Zona Federal Marítimo-Terrestre del Canal Nuevo de Navegación en Tuxpan, Veracruz.

6.2.1. Microtopografía en el margen izquierdo del canal nuevo de navegación.

Se estableció la microtopografía a largo de 4 km con un margen de 20 m de ancho, se describió por cada cuadrante la microtopografía para la orientación norte y sur, considerando las condiciones de relieve.

En el cuadrante 1, orientación norte se registra la especie de *Rhizophora mangle* a distancia de 1.95 m con una elevación de 31 cm siguiéndole *Avicennia germinans* a una distancia 1.35 m del punto anterior con una elevación de 80 cm, se registra vegetación de herbáceas-arbustos una distancia 9.7 m con una elevación de 120 cm, posteriormente se presenta *A. germinans* a los 3 m con una elevación de 79 cm y la especie de *R. mangle* se registra a una distancia de 4 m con una elevación de 51 cm (Figura 16). Dentro de este mismo cuadrante para la orientación sur, se registró *R. mangle* ubicada a una distancia de 2.61 m con una elevación de 34 cm, siguiéndole vegetación de herbáceas-arbustos una distancia 6.98 m con una elevación de 104.5 cm, posteriormente se registra la especie de *A. germinans* a una distancia de 6.41 m, con una elevación de 69.5 cm, nuevamente se registra *R. mangle* a los 4 m a una elevación de 38 cm (Figura 17).

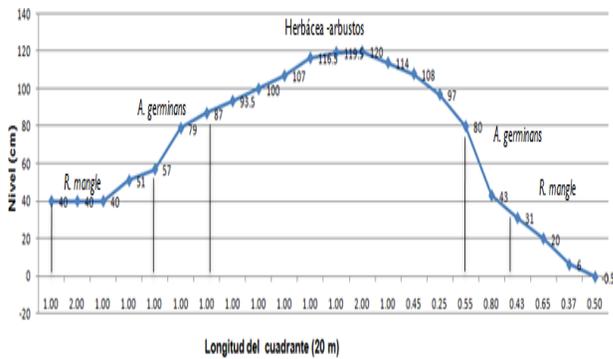


Figura 16- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 1, orientación norte.

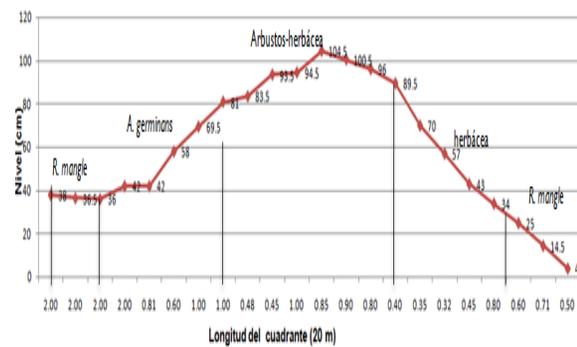


Figura 17- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 1, orientación sur.

Siguiendo con la microtopografía para el cuadrante 2, en la orientación norte se registra *Rhizophora mangle* a una distancia 5 m a una elevación de 7.5 cm, también se encuentran plántulas de *A. germinans* a una distancia de 1 m teniendo una elevación de 15.5 cm, se registra plántulas de *R. mangle* a una distancia de 2 m con una elevación de 14.5 cm , se vuelve a registrar plántulas de *A. germinans* a una distancia de 5 m a una elevación de 19.5 cm, nuevamente se registra *A. germinans* a una distancia de 3 m con una elevación de 19.5 cm, posteriormente se vuelve a registrar plántulas de *A. germinans* y *R. mangle* a una distancia de 4 m obteniendo así una elevación de 19.5 cm (Figura 18). La microtopografía para la orientación sur de este mismo cuadrante, se registra a una distancia de 5 m la especie de *R. mangle* teniendo así una elevación de 16 cm, siguiéndole plántulas de *A. germinans* registradas a los 8 m de distancia con una elevación de 22.5 cm, se registra nuevamente la especie de *A. germinans* a una distancia de 7 m a una elevación de 21.5 cm (Figura 19).

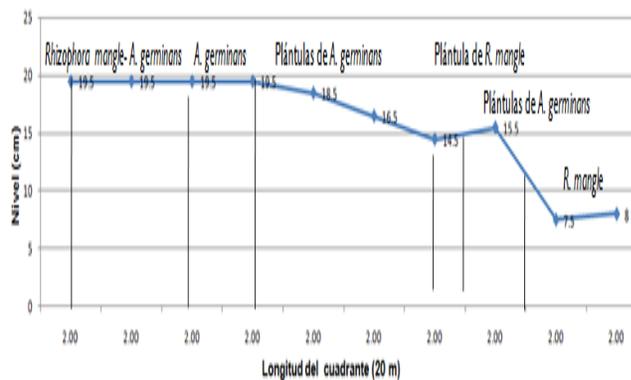


Figura 18- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 2, orientación norte.

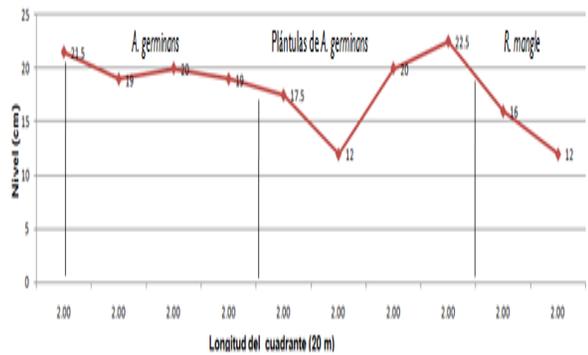


Figura 19. Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 2, orientación sur.

La microtopografía para el cuadrante 3, orientación norte se registra *R. mangle* a una distancia de 2 m y un nivel de 22 cm, posteriormente le sigue con la especie de *Conocarpus erectus* a los 80 cm de distancia teniendo una elevación de 28 cm, se registra un área sin vegetación acompañadas de algunas herbáceas y nuevamente un área sin vegetación a una distancia de 2.63 m con una elevación de 64.5 cm, se registran algunas herbáceas a una distancia de 4 m con una elevación de 64.5 cm, posteriormente de sigue la especie de *C. erectus* acompañada de algunas herbáceas a una distancia de 10.57 m y obteniendo así una elevación de 65 cm (Figura 20). En este mismo cuadrante para la orientación sur, se registra *C. erectus* a una distancia de 1.60 m a una elevación de 20.5 cm, posteriormente se registra un área sin vegetación a una distancia de 2.40 m teniendo una elevación de 68.5 cm, la especie de *C. erectus* se registra a 2 m de distancia a una elevación de 66.5 cm, posteriormente se registra un área sin vegetación a los 4 m de distancia a una elevación de 63 cm nuevamente se

registra la especie de *C. erectus* acompañado de algunas herbáceas a una distancia de 10 m teniendo así una elevación de 58.5 cm (Figura 21).

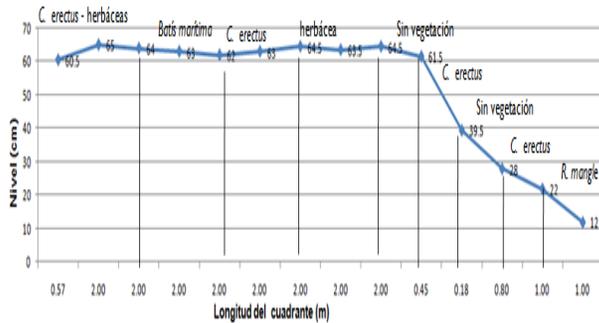


Figura 20.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 3, orientación norte.

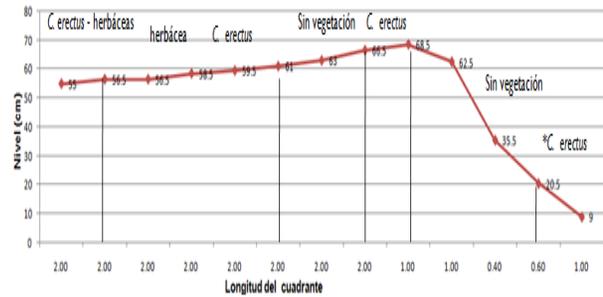


Figura 21. Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 3, orientación sur.

Continuando con la microtopografía para el cuadrante 4, con respecto a la orientación norte se registra *R. mangle* a una distancia de 3 m y se presenta la especie de *C. erectus* a los 50 cm a una elevación de 55.5 cm posteriormente se registra un área sin vegetación a los 50 cm de distancia a una elevación de 64.5 cm, nuevamente la especie de *C. erectus* se registrar a los 4 m de distancia con una elevación de 65.5 cm finalmente se registra una área sin vegetación a una distancia de 12 m con una elevación de 105 cm dentro de este cuadrante se registra una tarquina (Figura 22). Para la orientación sur se registra la especie de *R. mangle* a una distancia de 3 m se presenta a un nivel de 18.5 cm, posteriormente se registra un área sin vegetación a los 50 cm de distancia a una elevación de 43 cm, también existe a presencia de pastizal a los 3.50 m de distancia a una elevación de 49.5 cm, posteriormente se registra un área sin

vegetación a una distancia de 13 m, dentro de este cuadrante se registra una tarquina (Figura 23).

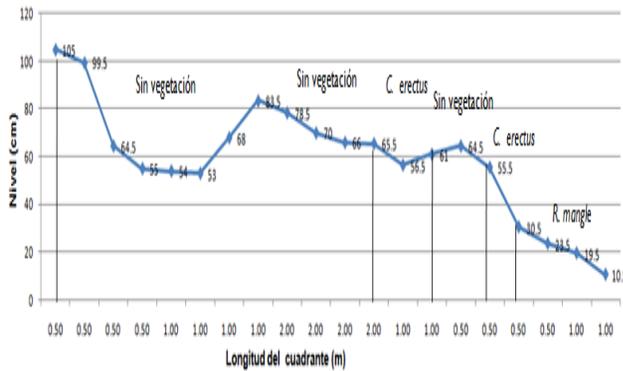


Figura 22.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 4, orientación norte.

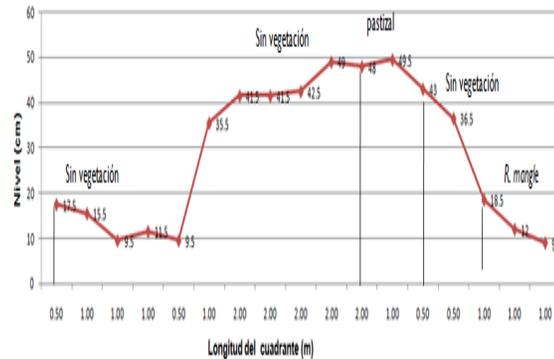


Figura 23.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 4, orientación sur.

La microtopografía para el cuadrante 5 para la orientación norte se registra la especie de *Rhizophora mangle* a una distancia de 1.45 m con una elevación de 20 cm, posteriormente se obtiene la especie de *Bursera simaruba* a una distancia de 50 cm a una elevación de 67 cm, se registra una distancia de 50 cm un área sin vegetación a una elevación de 81.5 cm, nuevamente se registra *B. simaruba* a una distancia de 1 m. a una elevación de 97 cm, se registra pastizal, acompañada de algunos arbustos a una distancia de 8 m, con una elevación de 95 cm, nuevamente se registra pastizal a una distancia de 8.55 m con una elevación de 79 cm (Figura 24). Para la orientación sur se registra sin vegetación a una distancia de 2 m con una elevación de 35 cm, después se encuentran 5.50 m con arbustos teniendo una elevación de 94.5 cm, a una distancia de 12.50 m se registra pastizal, con una elevación de 74.5 cm (Figura 25).

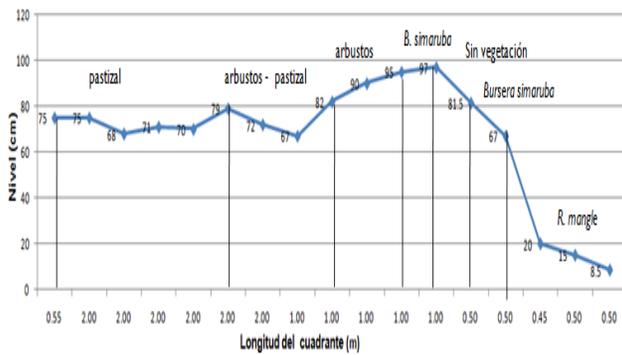


Figura 24.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 5, orientación norte.

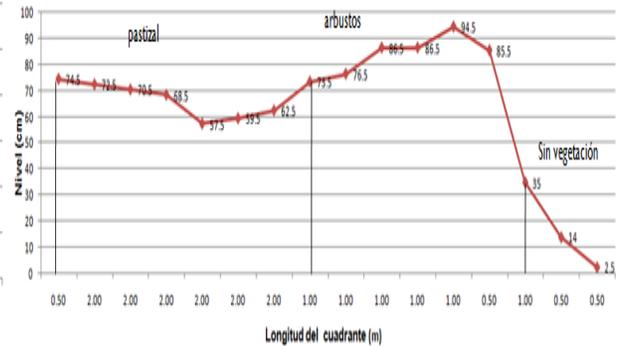


Figura 25.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 5, orientación sur.

La microtopografía para el cuadrante 6, orientación norte se registra la especie de *Rhizophora mangle* a una distancia de 2 m a una elevación de 17.5 cm, siguiéndole con la especie de *Bursera simaruba* a una distancia de 1 m con una elevación de 23.5 cm, posteriormente se registra un área sin vegetación a una 0.80 cm de distancia a una elevación de 34 cm, a una pequeña distancia de 30 cm se registran algunos arbustos con una elevación de 68 cm, posteriormente se registra un área sin vegetación a una distancia de 50 cm a una elevación de 101 cm, la especie de *Cocos nucifera* se registran a una distancia de 50 cm a una elevación de 119.5 cm, se registran algunas herbáceas acompañados de arbustos a una distancia de 5.90 m con una elevación de 111 cm, nuevamente se registra pastizal y arbustos a una distancia de 9 m a una elevación de 33 cm (Figura 26). La microtopografía para la orientación sur se registra a los 3 m de distancia la especie *Rhizophora mangle* con una elevación de 31.5 cm, posteriormente se registra una área sin vegetación a una distancia de 1.80 m teniendo una elevación de 61 cm, a una distancia de 2 m se encuentra pastizal-herbáceas a una elevación

de 106 cm, se vuelve a presentar un área sin vegetación a una distancia de 2.60 m con una elevación 43 cm, se registran algunos arbustos a una distancia de 6 m con una elevación de 66.5 cm posteriormente de registra pastizal acompañada de *Prunus salicifolia* y *Cocos nucifera* a una distancia de 4.60 m con una elevación de 57.5 cm (Figura 27).

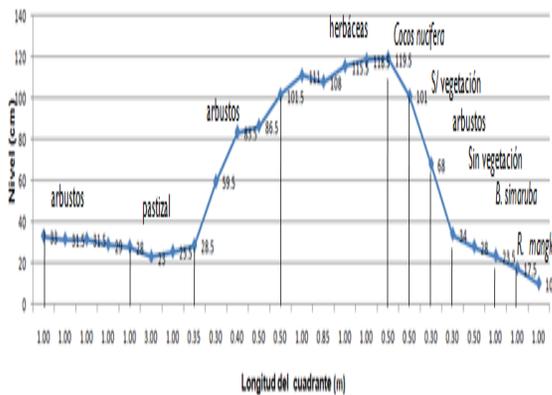


Figura 26.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 6, orientación norte.

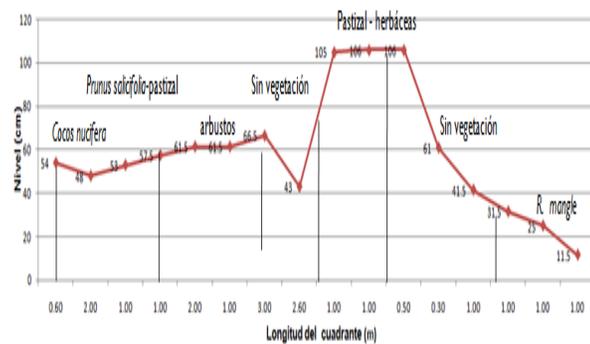


Figura 27.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 6, orientación sur.

La microtopografía para el cuadrante 7 orientación norte, se registra *Rhizophora mangle* a una distancia de 3 m con una elevación de 22 cm, posteriormente se registra un área sin vegetación a una distancia de 1.80 m con una elevación de 46.5 cm, se registra la especie *Trichilia havanensis*, a una distancia de 75 cm a una elevación de 106.5 cm, siguiéndole un área sin vegetación a 50 cm de distancia con una elevación de 116.5 cm, se registra 1 m de distancia la especie de *Randia obcordata* a una elevación de 121.5 cm, posteriormente a una distancia de 4 m se presenta pastizal con una elevación de 121.5 cm , siguiéndole la

especie de *Prunus salicifolia* a una distancia de 3 m con una elevación de 127.5 cm, nuevamente se registra *T. havanensis* a una distancia de 3 m con una elevación de 121 cm, finalmente se registran algunas herbácea a una distancia de 2.95 m con una elevación de 131 cm (Figura 28). Para el mismo cuadrante con orientación sur, a una distancia de 2 m se registra *Rhizophora mangle* con una elevación de 12.5 cm, posteriormente le sigue un área sin vegetación a una distancia de 3.80 m con una elevación de 113.5 cm, posteriormente se registra la especie de *Randia obcordata* a los 50 cm de distancia con una elevación de 125 cm, se presenta un área sin vegetación con una distancia de 1.50 m con una elevación de 130 cm, se registra pastizal–algunas herbáceas acompañadas de pastizal y *Cocos nucifera* una distancia de 12.20 m, con una elevación de 142.5 cm (Figura 29).

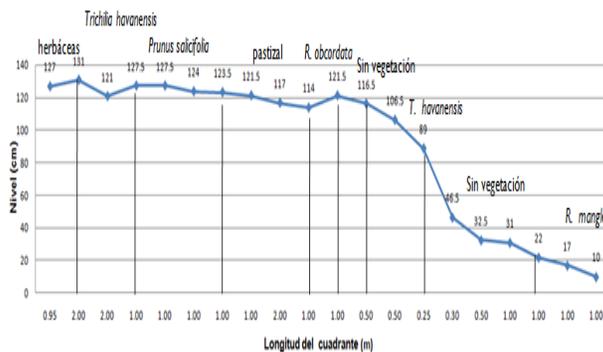


Figura 28.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 7, orientación norte.



Figura 29.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 7, orientación sur.

Cuadrante 8, orientación norte se registra la especie de *Rhizophora mangle* a una distancia de 3 m con una elevación de 14.5 cm, posteriormente se registran algunas herbácea-pastizal acompañadas de la especie de *Muntingia calabura*, se distribuyen a una distancia de 1.50 m con una elevación de 27.5 cm, se registra pastizal, *Casearia corymbosa* 1 m de distancia con una elevación de 64 cm, nuevamente se registran algunas herbáceas, plántulas de *C. corymbosa* a una distancia de 3.50 m con una elevación de 103.5 cm, se registra también algunas herbáceas a 4 m de distancia con una elevación de 97 cm, se encuentra *Bursera simaruba* acompañada de algunas herbáceas a una distancia de 7 m, con una elevación de 85 cm (Figura 30). Para la orientación sur, de acuerdo con caracterización de la microtopografía se establece a una distancia de 3 m se registra *Rhizophora mangle* con una elevación de 53 cm, seguido de *Casearia corymbosa* con una distancia de 50 cm con una elevación de 93 cm, posteriormente se encuentra con vegetación de herbácea a una distancia de 50 cm con una elevación de 110 cm, a una distancia de 1 m se registra pastizal con una elevación de 106 cm, a una distancia de 3 m se registra la especie de *M. calabura* con una elevación de 102 cm, posteriormente a una distancia de 4 m se presenta *C. corymbosa* con una elevación de 92.5 cm, a una distancia de 4 m se presenta *Bursera simaruba*, *Randia obcordata* con una elevación de 106 cm, a una distancia de 4 m se registran las herbáceas con una altura máxima de 101 cm (Figura 31).

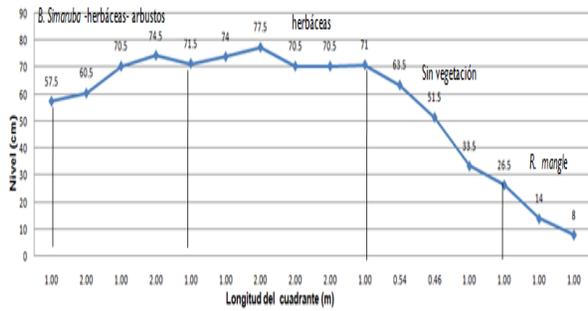


Figura 30.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 8, orientación norte.

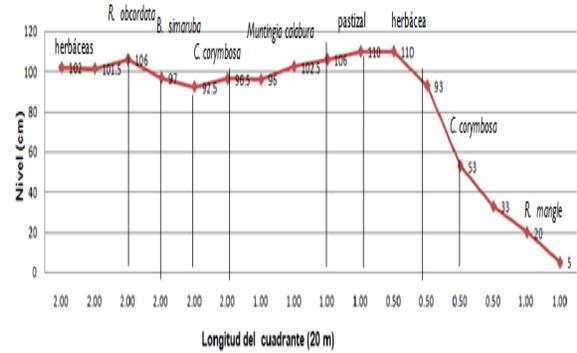


Figura 31.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 8, orientación sur.

Para el cuadrante 9 orientación norte se registra *Rhizophora mangle* a los 2 m de distancia con una elevación de 14 cm, posteriormente se registra un área sin vegetación a una distancia de 3 m con una elevación de 63.5 cm, se registran algunas herbáceas a una distancia de 8 m con una elevación de 77.5 cm, posteriormente se registran *Bursera simaruba*, algunas herbácea y arbustos con una distancia de 7 m a una elevación de 74.5 cm (Figura 32). La microtopografía para orientación sur se registra la especie de *Rhizophora mangle* a los 4 m de distancia con un nivel de 22 cm, posteriormente se registran algunas herbáceas a una distancia de 11 m a una elevación de 123.5 cm y finalmente se registra herbáceas y *B. simaruba* distancia de 5 m a una elevación de 110.5 cm (Figura 33).

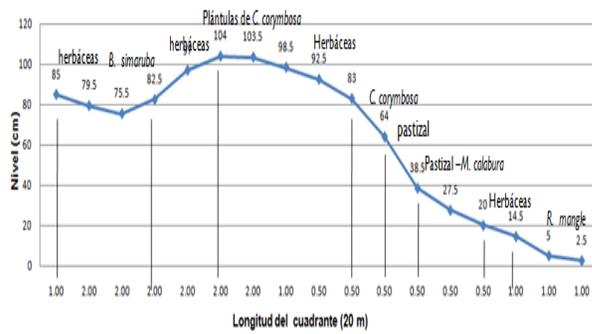


Figura 32.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 9, orientación norte.

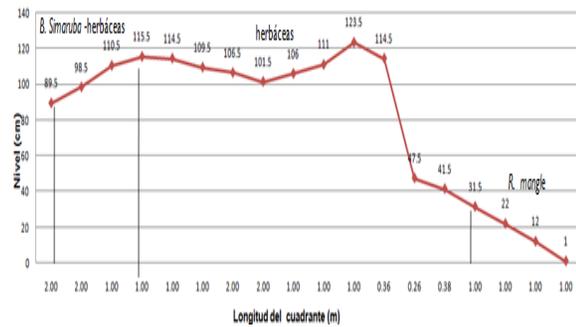


Figura 33- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 9, orientación sur.

La microtopografía para el cuadrante 10, para la orientación norte se registra *Rhizophora mangle* distribuido hasta los 2 m, con una elevación de 10.5 cm posteriormente se encuentra las herbáceas a una distancia de 1.89 m con una elevación de 77 cm, posteriormente se registra un área sin vegetación a una distancia de 1.50 m con una elevación de 117.5 cm, se registra la especie de *Conocarpus erectus* a los 1 m con una elevación de 116 cm, siguiéndole algunas herbáceas a una distancia de 10 m con una elevación de 126.5 cm, finalmente la especie de *Bursera simaruba* a una distancia de 3.61 m con una elevación de 129.5 cm (Figura 34). Para la orientación sur se presenta el *Rhizophora mangle* se encuentra distribuido hasta los 4 m, con una elevación de 24 cm; posteriormente se encuentra *Casearia corymbosa* a una distancia de 40 cm, con una elevación de 50 cm, se registra alguna herbáceas en compañía de arbustos a una distancia de 15.60 m con una elevación máxima de 126.5 cm. (Figura 35).

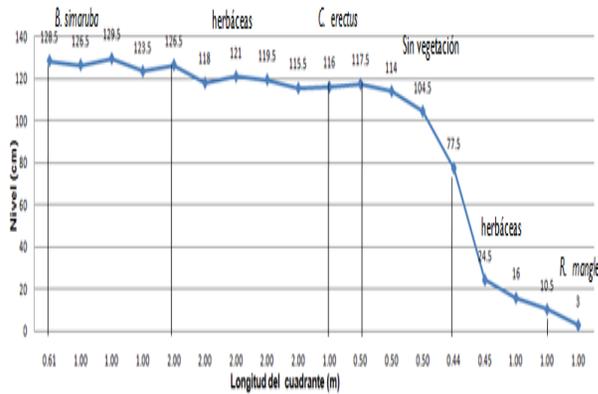


Figura 34.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 10, orientación norte.

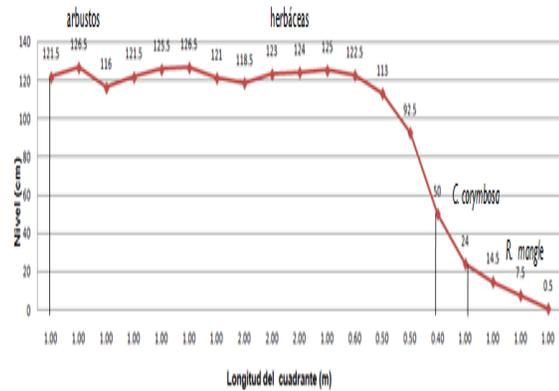


Figura 35.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 10, orientación sur.

Cuadrante 11, orientación norte se encuentra *Rhizophora mangle* a los 3 m de distancia con una elevación de 17 cm, posteriormente se registra *Avicennia germinans* a 1 m, con una elevación de 21 cm, en seguida se registra un área sin vegetación a una distancia de 4 m con una elevación de 40.5 cm, se registra a 8 m de distancia algunas herbácea *Batis maritima* una elevación de 68.5 cm, nuevamente se presenta una área sin vegetación a una distancia de 2.80 m con una elevación de 37.5 cm, finalmente pastizal a una distancia de 1.20 m con una elevación de 101.5 cm (Figura 36). Para la orientación sur, se registra *Rhizophora mangle* se encuentra hasta los 3 m, con una elevación de 16 cm. posteriormente se encuentra *Laguncularia racemosa* a los 4 m con una elevación de 39 cm, siguiéndole de las herbáceas a una distancia de 3.30 m a una elevación de 84.5 cm, se registra pastizal a una distancia de 1.44 m a una elevación de 121.5 cm, se registra *Bursera simaruba* a una distancia de 1 m a una elevación de 118.5 cm

finalmente se registra pastizal a una distancia de 7.26 m a una elevación de 129.5 cm (Figura 37).

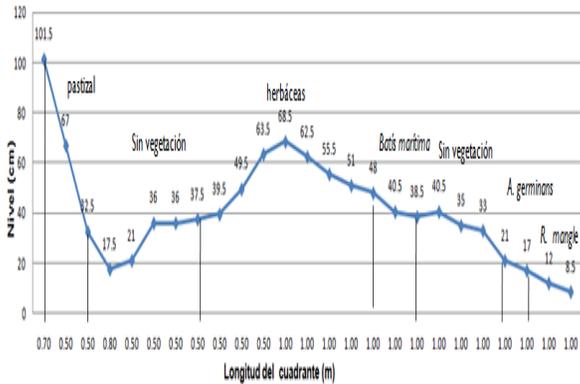


Figura 36.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 11, orientación norte.

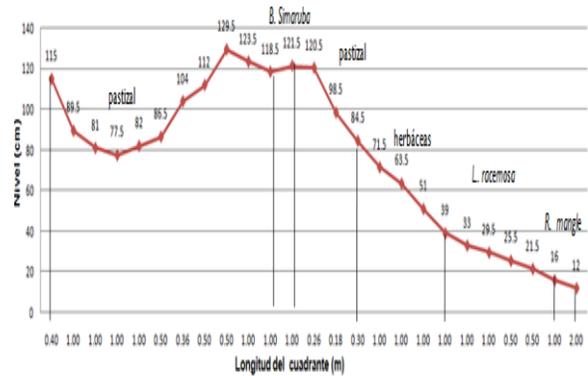


Figura 37.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 11, orientación sur.

Cuadrante 12, orientación norte se registra *Rhizophora mangle* a los 3 m de distancia con una elevación de 12.5 cm, posteriormente a los 2 m de distancia se registra un área sin vegetación, se registra el *R. mangle* a una distancia de 1 m con una elevación de 41 cm, posteriormente se registra un área sin vegetación a una distancia de 4 m teniendo una elevación de 99 cm, siguiendo se registran algunas herbáceas y pastizal a los 10 m de distancia con una elevación de 150 cm, (Figura 38). Microtopografía para la orientación sur se registra la especie de *Rhizophora mangle* y plántulas de la misma especie se encuentra a los 6 m de distancia a una elevación de 71 cm, se registran algunas herbáceas con una distancia de 3 m a una elevación de 126 cm, posteriormente se registra sin vegetación a una distancia de 6.50 m teniendo una elevación de 157 cm,

finalmente se registra pastizal a una distancia de 4.50 m con elevación de 146.5 cm (Figura 39).

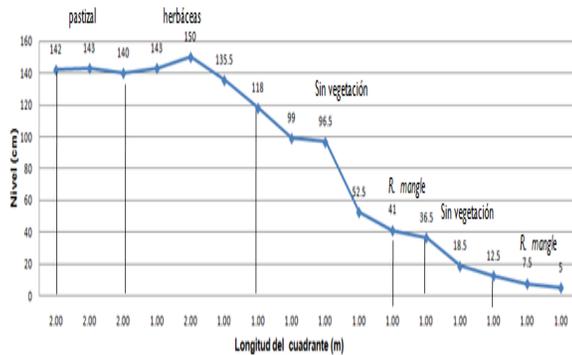


Figura 38.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 12, orientación norte.

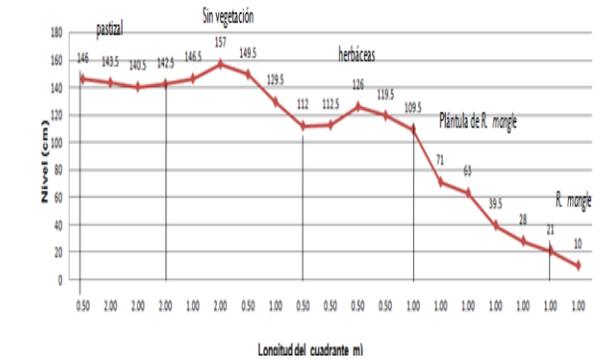


Figura 39.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 12, orientación sur.

Cuadrante 13, orientación norte, a los 1.50 m de distancia se registra sin vegetación con una elevación de 9 cm, a una distancia de 2.50 m se encuentra *Rhizophora mangle* con una elevación de 33 cm, posteriormente se registra a una distancia de 1.66 m se registra una área sin vegetación con una elevación de 95 cm posteriormente se encuentra *Bursera simaruba* a una distancia de 50 cm con una elevación de 108 cm a una distancia de 1 m se registra la *Trichilia havanensis* con una elevación de 109 cm, a una distancia de 4 m se registra *B. simaruba*-*Pouteria sapota* con una elevación de 99 cm nuevamente se registra la *T. havanensis* a una distancia de 5 m con una elevación de 103 cm, finalmente se registra nuevamente *B. simaruba* a una distancia 3.34 m de con una elevación de 106 cm (Figura 40) Para la orientación sur, a 1 m de se registra sin vegetación, a los 6 m se registra *R. mangle* con una elevación de 42.5 cm, posteriormente siguiendo a los 7.10 m de distancia se registra un área sin vegetación, teniendo

una elevación de 84 cm , se registra la especie de *T. havanensis* con una elevación de 54 cm, a una distancia de 11.60 m se registra nuevamente una área sin vegetación con una elevación de 139 cm, se vuelve a registrar las *T. havanensis* teniendo una elevación de 122 cm y finalmente *Bursera simaruba* con una elevación de 147 cm (Figura 41).

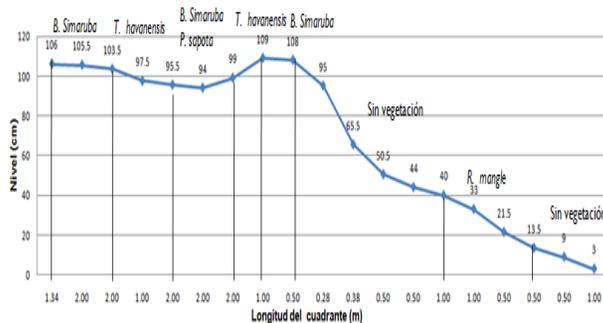


Figura 40.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 13, orientación norte.

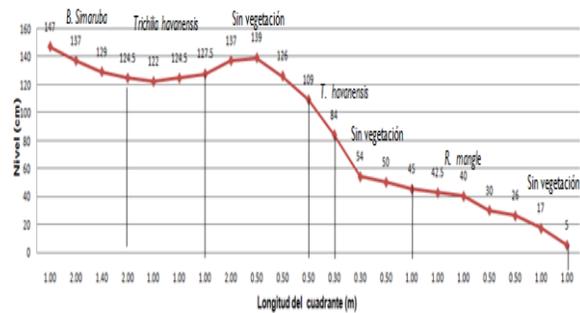


Figura 41.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 13, orientación sur.

Cuadrante 14 orientación norte el se encuentra *Rhizophora mangle* distribuido a los 6 m de distancia con una elevación maxima de 33.5 cm, mientras que *Avicennia germinans* se encuentra distribuida hasta los 12 m de distancia con una elevación maxima de 36.5 cm (Figura 42). La microtopografía dentro de esta mismo cuadrante para la orientación sur, el *R. mangle* se encuentra distribuida hasta los 8 m de distancia con una elevación de 21.5 cm, siguiéndole *A. germinans* que se encuentra distribuido hasta los 12 m con una elevación de 28.5 cm (Figura 43).

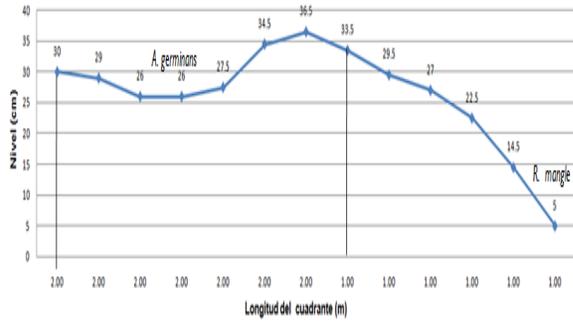


Figura 42.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 14, orientación norte.

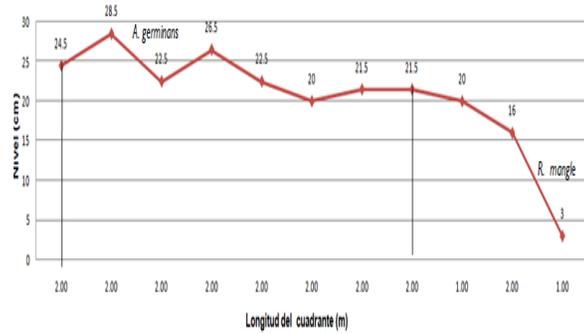


Figura 43.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 14, orientación sur.

Cuadrante 15 orientación norte el *R. mangle* se encuentra distribuido a una distancia de 12 m con una elevación de 36 cm, registrando también *A. germinans* 50 cm, con una elevación de 41.5 cm, se registra sin vegetación y herbacias una distancia de 7.50 m con una elevación de 51 cm. (Figura 44). Orientación sur se registra *R. mangle* se encuentra distribuido hasta 10 m de distancia con una elevación máxima de 35.5 cm, después se encuentra a 2 m de distancia una área sin vegetación teniendo una elevación máxima de 65 cm, y se registra *A. germinans* a los 4 m de distancia con una elevación de 69.5 cm. (Figura 45).

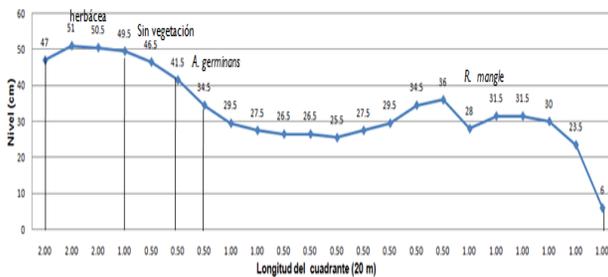


Figura 44.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 15, orientación norte.

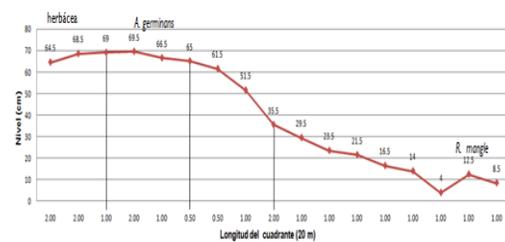


Figura 45.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 15, orientación sur.

En el cuadro 8, se observa que, la especie de *Rhizophora mangle* se registró con una frecuencia de 100, con un nivel microtopográfico 5 a 71 cm, y una distancia que va de 0 y los 20 m siguiéndole *Avicennia germinans* se encuentra un nivel microtopográfico de 15.5 a 69.5 cm teniendo una distancia de 3.30 hasta 20 m, se observa con una frecuencia 60, posteriormente le sigue *Conocarpus erectus* se registra con una frecuencia de 60, con un nivel microtopográfico de 20.5 a 116 cm y con una distancia de 1.60 hasta 20 m, *Laguncularia racemosa* con una frecuencia de 53, y un nivel topográfico de 16 a 33 cm con una distancia de 7 m, *Bursera simaruba* se registraron con una frecuencia de 53 con un nivel microtopográfico de 23.5 a 147 cm teniendo una distancia de 2 hasta 20 m.

Cuadro 8.- Caracterización de la microtopografía apara el margen izquierdo del canal nuevo de navegación.

FRECUENCIA	ESPECIES	NIVEL TOPOGRÁFICO	DISTANCIA
100	<i>Rhizophora mangle</i>	5 a 71 cm	0 y 20 m
60	<i>Avicennia germinans</i>	15.5 a 69.5 cm	3.30 hasta 20 m
53	<i>Laguncularia racemosa</i>	16 a 33 cm	7 m
60	<i>Conocarpus erectus</i>	20.5 a 116 cm	1.60 hasta 20 m
53	<i>Bursera simaruba</i>	23.5 a 147 cm	2 hasta 20 m
13	<i>Cocos nucifera</i>	54 a 138.5 cm	5.10 y 20 m
33	<i>Casearia corymbosa</i>	24 a 104 cm	3 y 12 m
26	<i>Prunus salicifolia</i>	124.5 a 127.5 cm	15.05 y 19.40 m
20	<i>Thichilia havanensis</i>	84 a 124.5 cm	5.55 y 17.5 m
26	<i>Randia obcordata</i>	106 a 125 cm	6.30 y 16 m
13	<i>Muntingia calabura</i>	20 a 106 cm	4 y 10 m
6	<i>Pouteria sapota</i>	94 cm	11.66 m

6.2.2. Microtopografía en el margen derecho del canal nuevo de navegación.

Se estableció la microtopografía a lo largo de 4 km con un margen de 20 m de ancho en el canal nuevo de navegación. Se obtuvo en el cuadrante 16, para la orientación norte se registró *Rhizophora mangle* a una distancia de 2.50 m obteniendo así una elevación de 20 cm, posteriormente se registra un área sin vegetación 1 m de distancia, con una elevación de 76 cm posteriormente se encuentra algunas herbáceas 1.50 m de distancia, se registra *Avicennia germinans* a una distancia de 50 cm con una elevación de 77 cm, siguiéndole algunas herbáceas aéreas sin vegetación con una distancia de 13 m teniendo una elevación de 62 cm finalmente se registra *A. germinans* distancia de 1.50 m con una elevación de 26 cm (Figura 46). La microtopografía para orientación sur encuentra que *R. mangle* se registra a una distancia de 3.50 m con un nivel de 47.5 cm, posteriormente se encuentra una área de sin vegetación a una distancia de 1.50 m teniendo una elevación de 70.5 cm a una distancia de 50 cm, se encuentra *Conocarpus erectus* con una elevación 71.5 cm, a una distancia de 1 m encuentran algunas herbáceas, a una distancia de 1 m no existe vegetación con una elevación de 77 cm, a una distancia de 7 m se registran nuevamente algunas herbáceas con una elevación 67 cm, y finalmente *Avicennia germinans* de 5.50 m con una elevación de 36 cm (Figura 47).

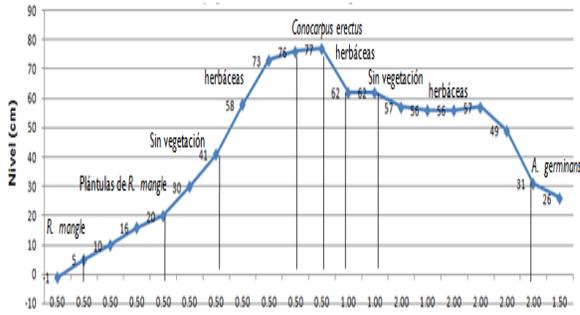


Figura 46.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 16, orientación norte.



Figura 47.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 16, orientación sur.

La microtopografía para el cuadrante 17 orientación norte se registra a 1.50 m de distancia la presencia de *Rhizophora mangle* con una elevación de 15 cm, posteriormente se ve un incremento de nivel 111 cm y una distancia de 2 m el cual se observa un área sin vegetación, *Conocarpus erectus* se registra a 1 m de distancia con una elevación de 116.6 cm, nuevamente encontramos un área sin vegetación con un nivel de 118.5 cm con una distancia de 1 m posteriormente se sigue *Citharexylum berlandieri* con una elevación de 117 cm y una distancia de 1 m, nuevamente se registra una área sin vegetación con una distancia de 4 m con una elevación de 107 cm, finalmente se encuentra el *Avicennia germinans* una distancia de 10 m con una elevación de 32 cm (Figura 48), orientación sur a una distancia de 2.30 m se registra sin vegetación con una elevación de 71 cm, posteriormente a 50 cm de distancia se registra *C. berlandieri* con una elevación de 80.5 cm, siguiéndole un área sin vegetación teniendo una distancia de 2 m una elevación topográfica de 101 cm se registra *C. erectus* a una distancia de 50 cm, con una elevación de 93 cm se registra *C. berlandieri* y área sin vegetación a una

distancia de 4.50 m con una elevación de 75 cm, finalmente se encuentra *A. germinans* a una distancia de 10.20 m con un nivel de 4 cm (Figura 49).

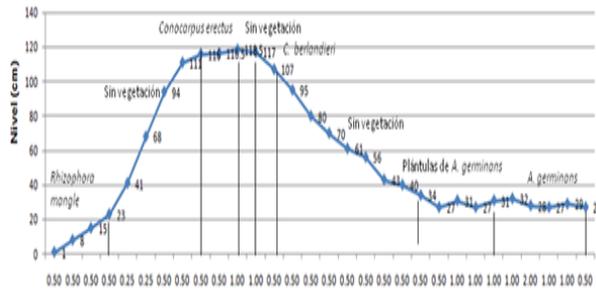


Figura 48.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 17, orientación norte.

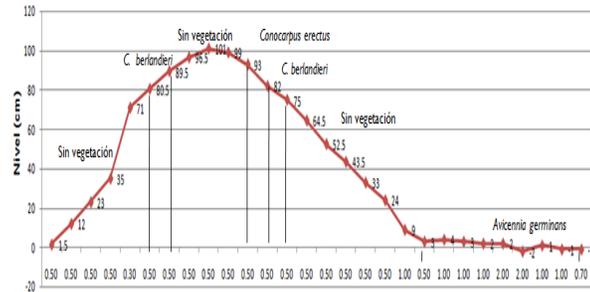


Figura 49.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 17, orientación sur.

Cuadrante 18 orientación norte se registra la presencia de *Rhizophora mangle*, a una la distancia de 2.30 m con una elevación de 22 cm, sigue un incremento de 91 cm por lo que no se registro vegetación a una distancia de 3.10 m sigue con un incremento de 115 cm registrándose pastizal a una distancia de 3.80 m, en seguida se encuentra las herbáceas a una distancia de 1 m a una elevación de 88.5 cm finalmente el *Avicennia germinans* a una distancia de 12.40 m a una elevación de 78.5 cm (Figura 50). Orientación sur se registra la presencia de *Rhizophora mangle*, a una distancia de 2 m se registra con un nivel de 19.5 cm un aumento de 98 cm un área sin vegetación a una distancia de 3.50 m, se registra la presencia de *Conocarpus erectus* a una distancia de 50 cm con una elevación de 90 cm existe un decremento 81.5 cm en el cual no existe vegetación a una distancia de 50 cm, también existe la presencia de plántulas de *C. erectus* a una distancia de 2 m con una elevación de 71.5 cm sigue en decremento de 38.5 cm a

una distancia de 2 m y finalmente se encuentra *A. germinans* con una elevación de 37.5 cm y distancia de 10 m (Figura 51).

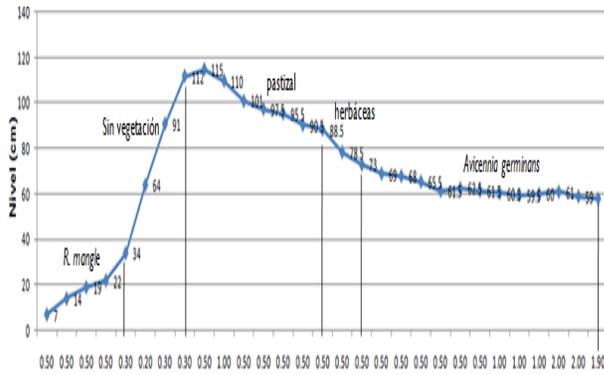


Figura 50.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 18, orientación norte.

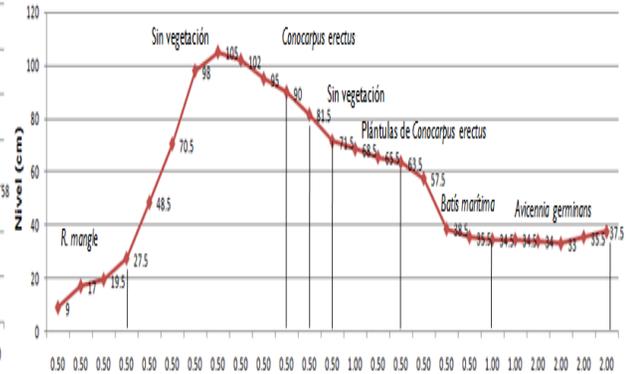


Figura 51.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 18, orientación sur.

Cuadrante 19 orientación norte se registra a una distancia 2.50 m, la especie de *Rhizophora mangle* con una elevación de 11 cm, teniendo un aumento de 79 cm y una distancia de 3.25 m no se presenta vegetación, *Conocarpus erectus* y *Citharexylum berlandieri* se encuentra a una distancia de 3.55 m con una elevación de 109 y 129 cm se presenta una área sin vegetación a una distancia de 4.85 m con una elevación de 146 cm se encuentra a una distancia de 5.35 m, *C. berlandieri* con una elevación de 143 cm posteriormente se registra sin vegetación a distancia de 9.85 m, con una elevación de 124 cm, finalmente a una distancia de 20 m, se encuentra *A. germinans* con un nivel de elevación de 59 cm (Figura 52). Para la orientación sur se registra la presencia de *Rhizophora mangle*, a una distancia de 1.50 m con una elevación de 5 cm, siguiéndole un área sin vegetación con una distancia de 2 m con una elevación de 17 cm, posteriormente se

encuentra el *Conocarpus erectus*, a una distancia de 50 cm, con una elevación de 26 cm, se encuentra *Bursera simaruba* a una distancia de 30 cm teniendo un aumento 143 cm de nivel, se registra el pastizal, con una distancia de 6.20 m existe sin vegetación a una distancia de 50 cm con una elevación de 106.5 cm existe *Avicennia germinans* a los 50 cm de distancia con una elevación de 103.5 cm cm posteriormente le siguen algunas herbáceas y *A. germinans* y plántulas de las mismas especie (Figura 53).

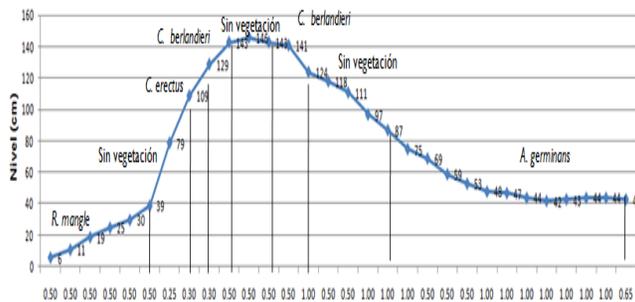


Figura 52.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 19, orientación norte.

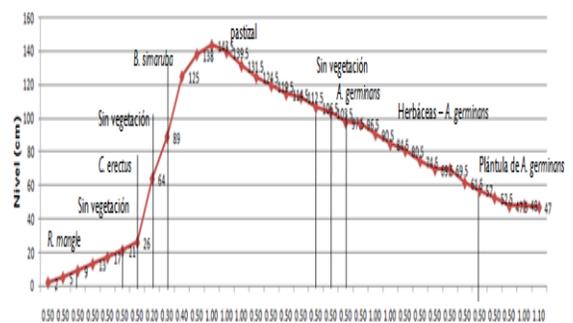


Figura 53.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 19, orientación sur.

Cuadrante 20 orientación norte se registra *Rhizophora mangle* a una distancia de 3.50 m, se tiene un aumento de 68 cm se presenta sin vegetación con una distancia de 1 m, se estabiliza con una elevación de 89 cm, registrándose *Batis maritima* a una distancia de 4 m, posteriormente se tiene un decremento se registra *Avicennia germinans* con una elevación de 78 cm y una distancia de .50 cm, se vuelve a registrar *B. marítima* a una distancia de 2 m con una elevación de 69 cm, finalmente se encuentra *A. germinans* con una elevación de 41 cm y una

distancia de 9 m (Figura 54). Para la orientación sur se registra *Rhizophora mangle* a una distancia de 2.50 m con una elevación de 21 cm, se presenta un incremento de 97 cm en el cual no se tienen vegetación a una distancia de 1.70 m, se registra pastizal a una distancia de 3.50 m con una elevación de 115 cm, le sigue *Batís martima* con una distancia de 3. 50 m con una elevación de 82 cm finalmente *Avicennia germinans* con una elevación de 56 cm y una distancia de 8.50 m (Figura 55).

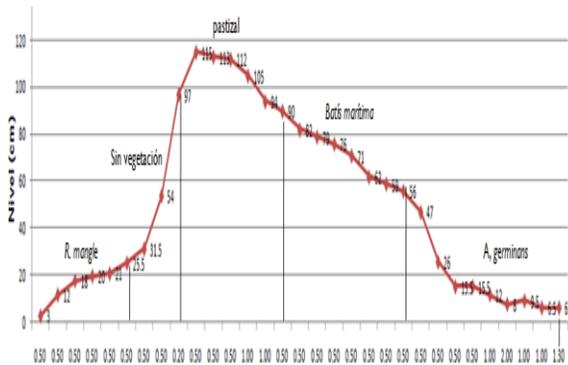


Figura 54.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 20, orientación norte.

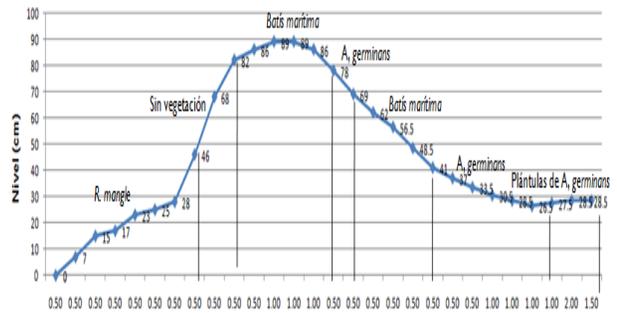


Figura 55.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 20, orientación sur.

Cuadrante 21 orientación norte se registra sin vegetación a una distancia de 4.95 m, con una elevación de 111.5 cm, a una distancia de 50 cm, se registra pastizal con una elevación de 116.5 cm, a una distancia 1.50 m se registra *Conocarpus erectus* con una elevación de 115.5 cm, siguiéndole *Opuntia robusta* a la distancia de un 1 m, con una elevación de 98.5 cm, con una distancia de 3.50 m se registra pastizal-herbáceas con una elevación de 82.5 cm, y finalmente *Avicennia germinans* a una distancia 8. 55 m con una elevación de 21.5 cm (Figura 56). Para la orientación sur a una distancia de 2.50 m de distancia no existe vegetación con

una elevación de 85 cm a una distancia de 50 cm se encuentra *C. erectus* con una elevación de 121 cm, a una distancia de 50 cm se encuentra *Citharexylum berlandieri* con una elevación de 135 cm, a una distancia de 3 m se registra pastizal con una elevación máxima de 141 cm, a una distancia de 50 cm se registra *Bursera simaruba-Opuntia robusta* con una elevación de 126 cm, a una distancia de 1.50 m se encuentra *C. berlandieri* con una elevación de 120 cm, finalmente se encuentra plántulas de *Avicennia germinans* a una distancia de 11.50 m (Figura 57).

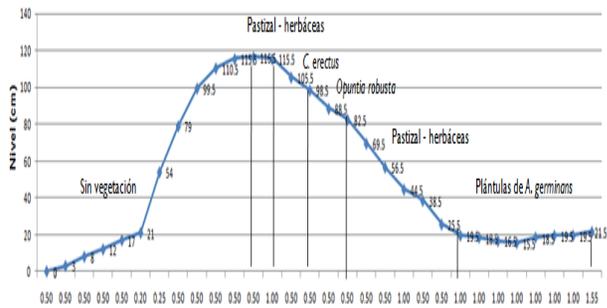


Figura 56.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 21, orientación norte.

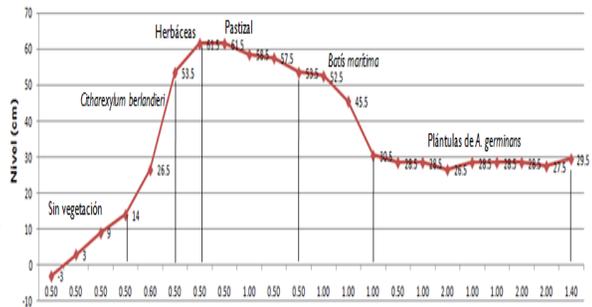


Figura 57.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 21, orientación sur.

Cuadrante 22 para la orientación norte a una distancia de 1.50 m se registra sin vegetación con una elevación de 14 cm a una distancia de 1 m, existe un incremento de 79 cm en cual se registra pastizal a una distancia de 1 m, y distancia de 4.50 m se registran algunas herbáceas como *Batís marítima* con una elevación de 97 cm, finalmente se registra *Avicennia germinans* a una distancia de 13 m, teniendo una elevación de 50 cm (Figura 58). Para la orientación sur a una distancia de 2 m se registra un área sin vegetación con una elevación de 14 cm,

se registra *Citharexylum berlandieri* a una distancia 60 cm con una elevación de 26.5 cm, se registran al algunas herbáceas a una distancia de 50 cm con una elevación de 53.5 cm, a una distancia de 2.50 m se encuentra pastizal con una elevación de 61.5 cm, a una distancia de 2.50 m se registran *Batis maritima* con una elevación de 53.5 cm finalmente a una distancia de 11.90 m se registra plántula de *Avicennia germinans* con una elevación de 30. 5 cm (Figura 59).

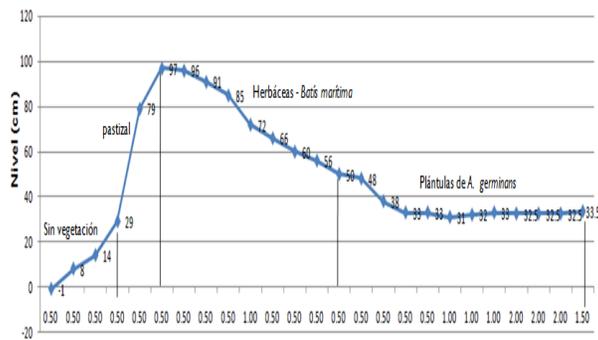


Figura 58.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 22, orientación norte.

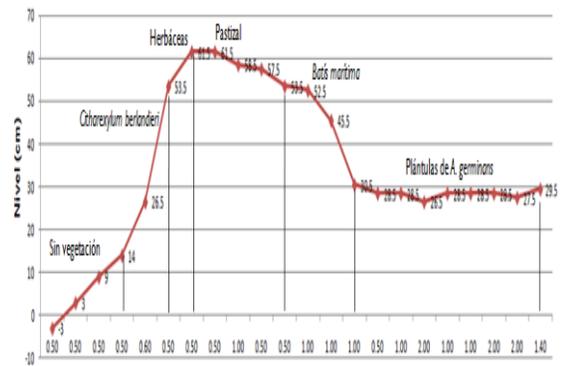


Figura 59.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 22, orientación sur.

Cuadrante 23 para la orientación norte a una distancia 1.50 m, se registra *Rhizophora mangle* con una elevación de 14.5 cm, a una distancia de 1 m se registra sin vegetación y con una elevación de 38 cm, a una distancia de 3 m se registra algunas herbáceas con una elevación de 91 cm, a una distancia de 3 m se vuelve a registrar un área sin vegetación a una elevación de 69.5 cm, a una distancia de 3 m se registran algunas herbáceas a con una elevación de 36.5 cm, finalmente se registra con una distancia de 8.50 m, *Avicennia germinans* y plántulas con un nivel microtopográfico de -13.5 cm (Figura 60), para la orientación

distancia de 4 m, se registra *Rhizophora mangle* con una elevación de 40 cm, a una distancia de 2.50 m, se encuentra una área sin vegetación con una elevación de 125 cm, a una distancia 1 m se registra pastizal con una elevación de 133.5 cm, con una distancia de 2 m, se registra sin vegetación con una elevación de 122.5 cm, a una distancia de 1.50 m, se registran *B. maritima* con una elevación de 94.5 cm, a una distancia de 9 m, se registra *A. germinans* con una elevación de 83.5 cm (Figura 63).

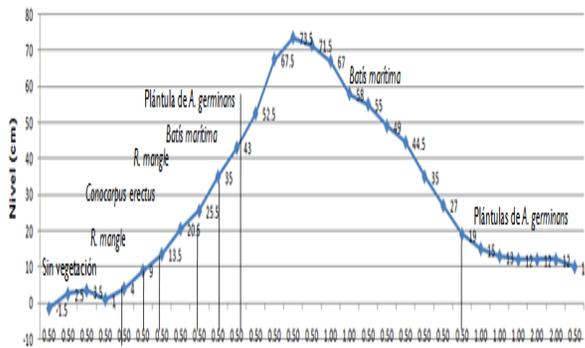


Figura 62.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 24, orientación norte.

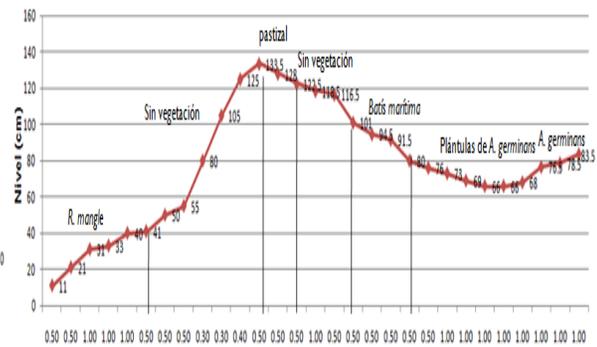


Figura 63.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 24, orientación sur.

Cuadrante 25 orientación norte a una distancia de a 1 m se registra *Rhizophora mangle*, a una distancia de 8.52 m, no existe vegetación con una elevación máxima de 87 cm, a una distancia de 15 cm se registra *Conocarpus erectus* con una elevación de 11 cm, a una distancia de 10.33 m se registra *R. mangle* con un nivel de 6 cm (Figura 64) para la orientación sur a una distancia de 2.50 m se registra *R. mangle* con un nivel de 2.5 cm, a una distancia de 2.50 m, se registra un área sin vegetación con una elevación de 63.5 cm, a una distancia de 50 cm, se registra pastizal con una elevación de 89 cm, a una distancia de 4 m, se registra

Sapium macrocarpum con una elevación de 97 cm, a una distancia de 50 cm, se registra *Conocarpus erectus* una distancia de 10 m, se registra *Avicennia germinans* con un nivel de 14 cm (Figura 65).

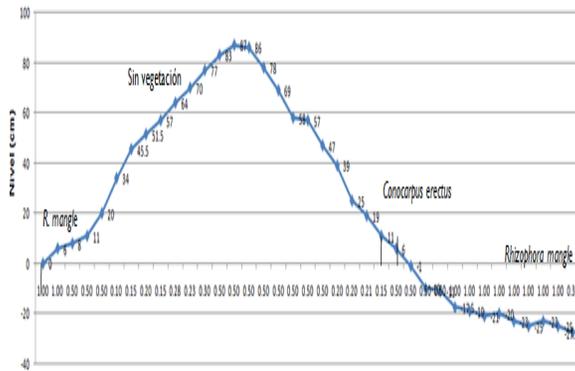


Figura 64.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 25, orientación norte.

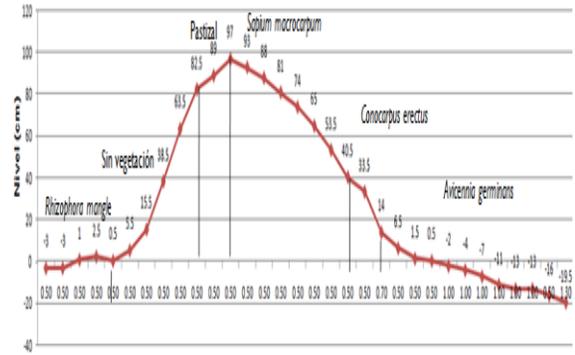


Figura 65.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 25, orientación sur.

Cuadrante 26 para la orientación norte a una distancia 2 m, de *Rhizophora mangle* con un nivel de 2 cm, posteriormente le sigue a una distancia de 5.93 m, se registra un área sin vegetación con una elevación de 177.5 cm, con una distancia de 7.50 m, se encuentra *Sapium macrocarpum* con una elevación de 165.5 cm, y una distancia de 5.57 m, se registra el *Avicennia germinans* con una elevación de 83 cm (Figura 66). Para la orientación sur con una distancia de 4 m se registra *Rhizophora mangle* con una elevación de 2.5 cm, a una distancia 3.25 m, se registra un área sin vegetación con una elevación de 142.5 cm, a una distancia de 1 m, se registra *S. macrocarpum* con una elevación de 130 cm, a una distancia de 3.50 m se registra sin vegetación con una elevación de 109 cm, finalmente se registra a una distancia 8.25 m *A. germinans* con una elevación de 49.5 cm (Figura 67).

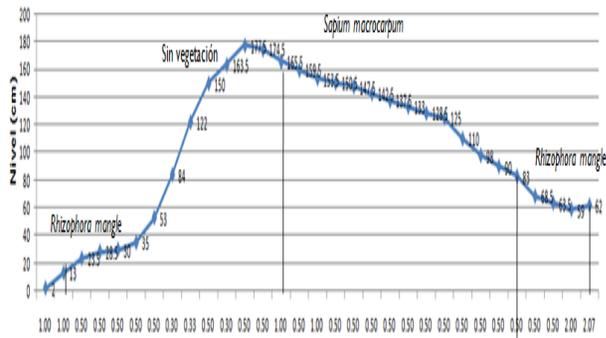


Figura 66.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 26, orientación norte.

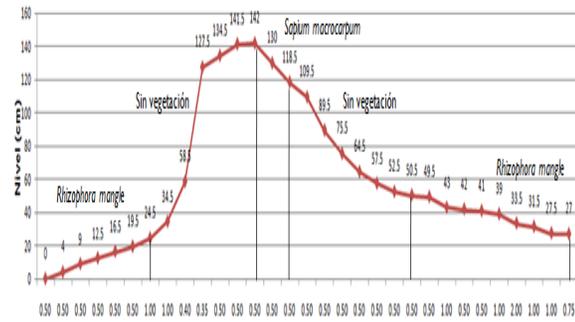


Figura 67.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 26, orientación sur.

En el cuadrante 27 orientación norte, a una distancia de 3 m se registra *Rhizophora mangle* con una elevación de 32 cm, a una distancia de 3.37 m se registra sin vegetación y con una elevación de 184 cm, con una distancia de 3 m, se registra la especie de *S. macrocarpum* con una elevación de 208.5 cm, con una distancia de 2 m, se registra *Conocarpus erectus*, *S. macrocarpum* con una elevación de 200 cm, con una distancia de 2 m, se registra sin vegetación con una elevación de 148 cm, con una distancia 6.63 m, se registra *R. mangle* con una elevación de 89 cm. (Figura 68), para la orientación sur con una distancia de 4 m, se registra *Rhizophora mangle* con una elevación de 24 cm, con una distancia de 2 cm, se presenta sin vegetación con una elevación de 43 cm, con una distancia de 56 cm, se registra *Bursera simaruba* con una elevación de 84 cm, a una distancia de 4.50 m se registra la especie de *S. macrocarpum* teniendo una elevación de 116 cm, con una distancia de 8.94 m, se registra *Rhizophora mangle* y una elevación de 67.5 cm (Figura 69).

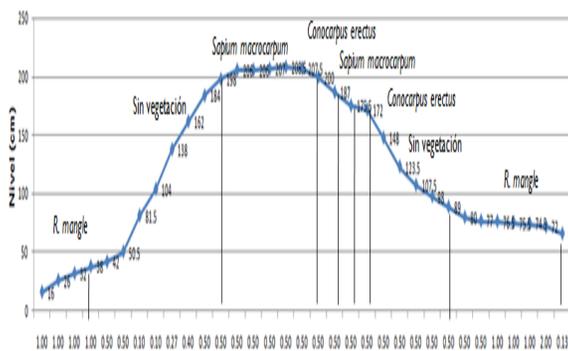


Figura 68.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 27, orientación norte.

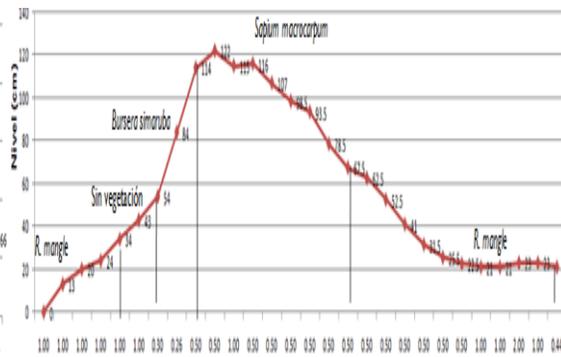


Figura 69.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 27, orientación sur.

Cuadrante 28 para la orientación norte con una distancia de 4 m, se registra *Rhizophora mangle* con una elevación de 25.5 cm, con una distancia de 6.49 m, se registra *S. macrocarpum* con una elevación de 185 cm, con una distancia de 70 cm se registra *Conocarpus erectus* con una elevación de 157 cm, nuevamente se registra la *S. macrocarpum* a una distancia de 8.81 m, con una elevación de 155 cm (Figura 70). Orientación sur con una distancia de 4.50 m, *Rhizophora mangle* con una elevación de 41.5 cm, con una distancia 59 cm, no existe vegetación con una elevación de 96 cm, con una distancia de 2.39 m se registra la *S. macrocarpum* con una elevación de 162.5 cm, con una distancia de 3 m se presenta un área sin vegetación con una elevación de 162 cm, con una distancia de 1 m, se registra *S. macrocarpum* con una elevación de 134 cm, con una distancia de 8.52 m, no se presenta vegetación con una elevación de 116 cm (Figura 71).

vegetación de 7 m con una elevación de 118 cm y finalmente pastizal a una distancia de 33 cm con una elevación de 113.5 cm. (Figura 73).

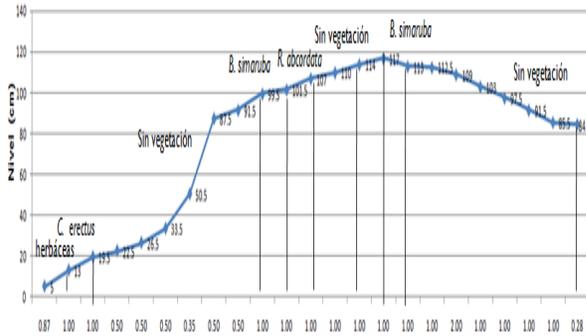


Figura 72.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 29, orientación norte.

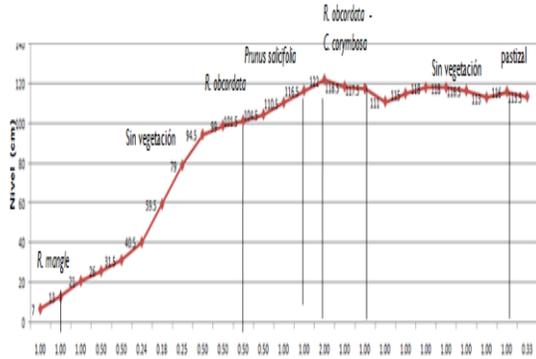


Figura 73.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 29, orientación sur.

La microtopografía para el cuadrante 30 orientación norte se presenta *Sapium macrocarpum* y *C. erectus* a una distancia de 1 m, con una elevación máxima de 3 cm, después se presenta una área sin vegetación 1.54 m con una elevación máxima de 56.5 cm, posteriormente se encuentra *Sapium macrocarpum* teniendo una distancia de 5.46 m con una elevación máxima de 108.5 cm, nuevamente se registra un área sin vegetación a una distancia de 3 m con una elevación de 110.5 cm, se vuelve a registra *Sapium macrocarpum* una distancia de 7 m con una elevación máxima de 106.5 cm, finalmente se registra una área sin vegetación a una distancia de 2 m con una elevación máxima de 77.5 cm (Figura 74). Para la orientación sur se registra sin vegetación una distancia de 6.50 m con una elevación máxima de 123.5 cm posteriormente se encuentra *Conocarpus erectus* a 80 cm, con una elevación de 126.5, posteriormente le sigue algunas herbáceas

a una distancia de 3 m con una elevación máxima de 131 cm, en seguida se encuentra *Bursera simaruba* a una distancia de 2 m con una elevación de 129 cm. nuevamente se registrar un área sin vegetación a una distancia de 4 m, finalmente se registra nuevamente algunas herbáceas una distancia 3.70 m con una elevación de 115.5 cm. (Figura 75).

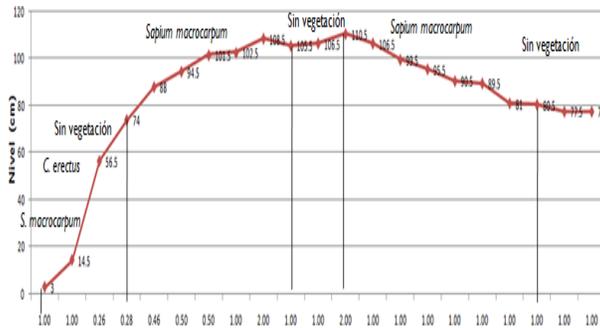


Figura 74.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 30, orientación norte.

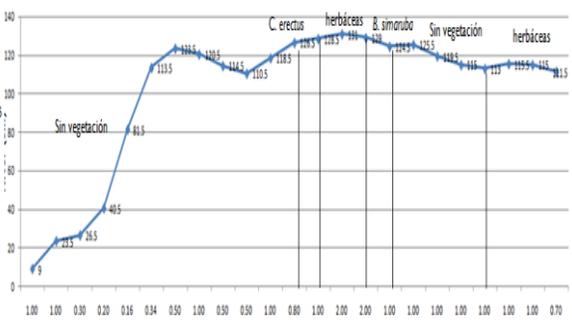


Figura 75.- Nivel de la microtopografía del suelo, del cuadrante 30, orientación sur.

El cuadro 9 la especie de *Conocarpus erectus* se registra con una frecuencia de 100, a un nivel microtopográfico de 3 a 200 cm y una distancia de 1 hasta 11.19 m, siguiéndole *Rhizophora mangle* con una frecuencia de 80 teniendo un registro de nivel topográfico de 0 a 47.5 cm y una distancia de 0 y 20 m, posteriormente *Avicennia germinans* se registra con una frecuencia de 73 y un nivel de -50 a 103.5 cm y una distancia de 5.50 hasta 20 m, siguiéndole *Bursera simaruba* con una frecuencia de 60 y un nivel microtopográfico 54 a 129 cm teniendo una distancia de 3.70 y 12.30 m se registra *Citharexylum berlandieri* con una

frecuencia de 53 y un nivel microtopográfico 14 a 143 cm y una distancia de 2.60 hasta 8 m.

Cuadro 9.- Caracterización de la Microtopografía para el margen derecho del canal nuevo de navegación.

FRECUENCIA	ESPECIES	NIVEL TOPOGRAFICO	DISTANCIA
73	<i>Avicennia germinans</i>	-50 a 103.5 cm	5.50 hasta 20 m
80	<i>Rhizophora mangle</i>	0 a 47.5 cm	0 y 20 m
100	<i>Conocarpus erectus</i>	3 a 200 cm	1 hasta 11.19 m
60	<i>Bursera simaruba</i>	54 a 129 cm	3.70 y 12.30 m
53	<i>Citharexylum berlandieri</i>	14 a 143 cm	2.60 hasta 8 m
1	<i>Casearia corymbosa</i>	118.5 cm	11.67 m
13	<i>Randia obcordata</i>	101.5 a 118.5 cm	7.72 y 11.67 m
26	<i>Sapium macrocarpum</i>	14.5 a 208.5 cm	1 hasta 18.19 m

6.3. Parámetros físico químicos del agua subterránea en la zona federal marítimo-terrestre del canal nuevo de navegación en Tuxpan, Veracruz.

Oxígeno disuelto

Considerando el margen en función con el oxígeno disuelto el promedio más alto, fue el margen derecho con (1.24 mg/L). El valor más bajo se midió en el margen izquierdo con (1.22 mg/L) (Figura 76).

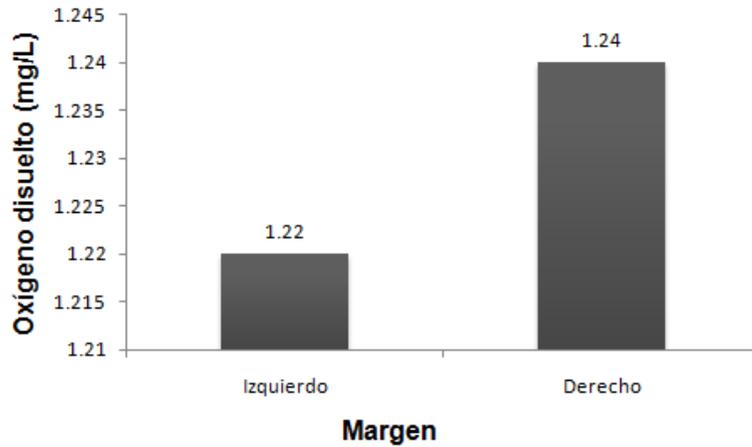


Figura 76.- Oxígeno disuelto (mg/L) con respecto a los márgenes del canal nuevo de navegación.

pH

Considerando el margen en función con el pH el promedio más alto, fue el margen izquierdo con (7.81 pH). El valor más bajo se midió en el margen derecho con (7.78 pH) (Figura 77).

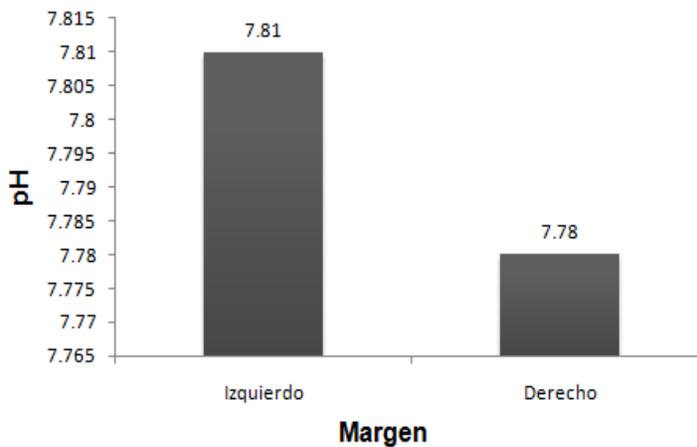


Figura 77.- pH con respecto a los márgenes del canal nuevo de navegación.

Temperatura

Considerando el margen en función con la temperatura el promedio más alto, fue el margen derecho con 28.56 °C (desvest 4.42). El valor más bajo se midió en el margen izquierdo 26.88 °C (desvest 4.21) (Figura 78).

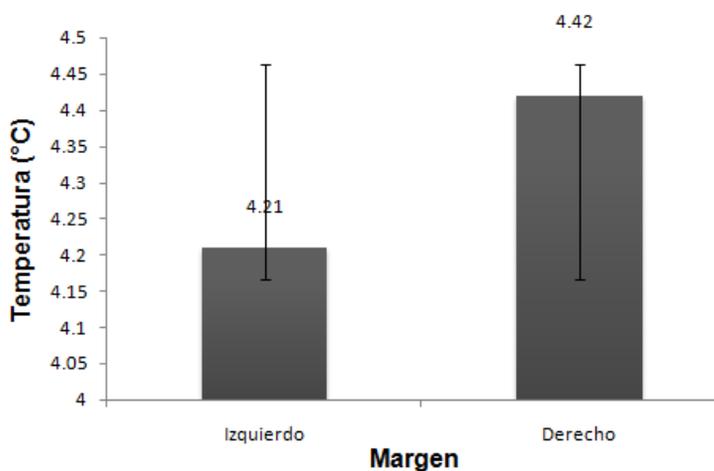


Figura 78.- Temperatura °C con respecto a los márgenes del canal nuevo de navegación.

Salinidad

Considerando el margen en función del salinidad el promedio más alto fue en el margen derecho 32.66 ups (desvest 17.91) y la menor es la margen izquierdo con 21.31 ups (desvest 13.35) (Figura 79).

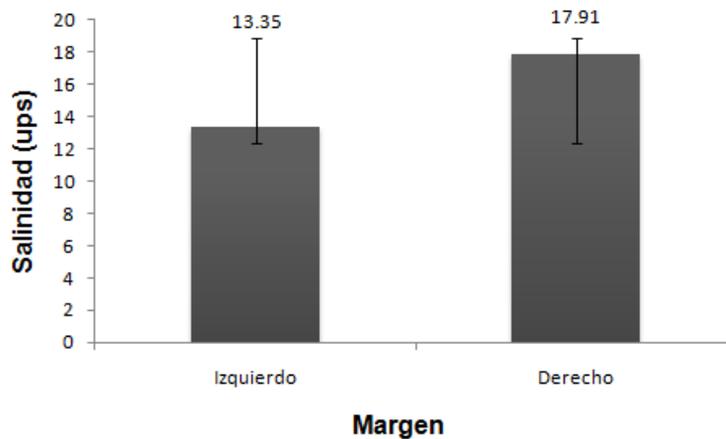


Figura 79.- Salinidad (ups) con respecto a los márgenes del canal nuevo de navegación.

El Análisis de varianza multifactorial muestra que el oxígeno disuelto, pH, temperatura, salinidad y el hidropériodo presentan diferencias significativas con una $p < 0.05$, esto es en función con los cuadrantes. Con respecto a la orientación norte -sur solo la salinidad presentan diferencias significativas para el resto de los parámetros se mantienen estable, con respecto al margen izquierdo-derecho existen diferencias significativas con una $p < 0.05$ los parámetros de, oxígeno disuelto, temperatura, salinidad y el hidropériodo, excepto pH se mantiene estable. Con relación al tiempo también existen diferencias significativas con una $p < 0.05$, (oxígeno disuelto (mg/L), el pH, temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (ups) y el hidropériodo (cm) (Cuadro 10).

Una vez realizado el análisis de varianza se procedió a realizar la prueba de *Tukey*, el margen (izquierdo-derecho) en función de las variables físico-químicas en temperatura, salinidad e hidropériodo se encontraron diferencias significativas.

Cuadro 10.- Análisis de varianza multifactorial para ambos márgenes del canal nuevo de navegación en la laguna de Tampamachoco Tuxpan Ver.

Tratamientos	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Salinidad (ups)	Hidroperíodo (cm)
Cuadrantes (1-30)	0.01008 *	1.731e-08 ***	1.817e-09 ***	< 2.2e-16 ***	6.018e-07 ***
Orientación (norte-sur)	0.80408	0.1122	0.4203	0.000869 ***	0.2422
Margen (izquierdo-derecho)	0.01634 *	0.5616	4.886e-11 ***	< 2.2e-16 ***	1.824e-08 ***
Tiempo (12 meses)	< 2e-16 ***	< 2.2e-16 ***	< 2.2e-16 ***	2.603e-08 ***	5.978e-09 ***

6.3.1. Parámetros físico químicos del agua subterránea en el margen izquierdo del canal nuevo de navegación.

Oxígeno disuelto

Considerando los cuadrantes en función con el oxígeno disuelto el promedio más alto, fue en el cuadrante 8 (2.1 mg/L). El valor más bajo se midió en el cuadrante 15 (1.02 mg/L) con respecto a los otros cuadrantes (Figura 80).

Considerando el tiempo en función del oxígeno disuelto el promedio más alto, durante el estudio fue en el mes de Mayo con (4.64 mg/L). El valor más bajo se midió Agosto (0.3 mg/L) con respecto a los otros meses (Figura 81).

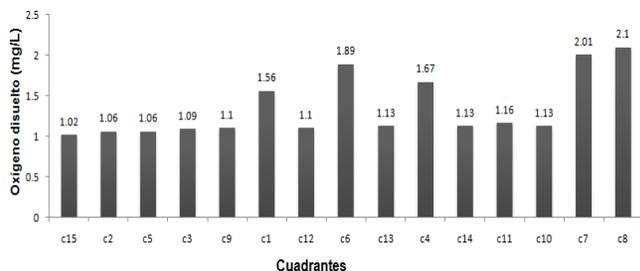


Figura 80.- Variación del oxígeno disuelto (mg/L) registrados en los cuadrantes del margen izquierdo del canal nuevo de navegación.

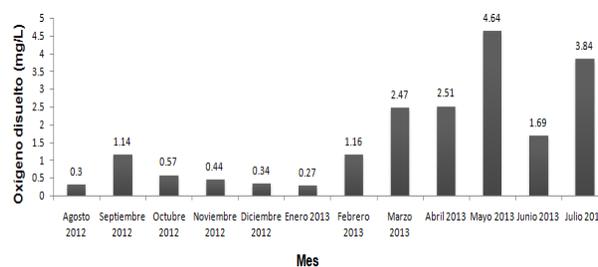


Figura 81.- Variaciones del oxígeno disuelto (mg/L) registrados a lo largo de los meses en el margen izquierdo del canal nuevo de navegación.

pH

Considerando los cuadrantes en función con el pH el promedio más alto, fue en el cuadrante 10 (8.5 pH). El valor más bajo se midió en el cuadrante 6 (7.35 pH) con respecto a los otros cuadrantes (Figura 82).

Considerando el tiempo en función con el pH el promedio más alto, durante el estudio es el mes de Enero (8.96 pH). El valor más bajo se midió Mayo (7.01 pH) con respecto a los otros meses (Figura 83).

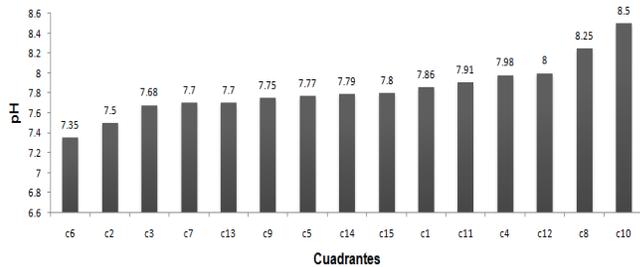


Figura 82.- Variación de pH registrados en los cuadrantes del margen izquierdo del canal nuevo de navegación.

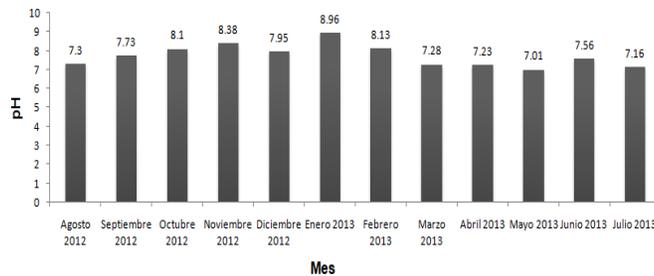


Figura 83.- Variaciones de pH registrados a lo largo de los meses en el margen izquierdo del canal nuevo de navegación.

Temperatura

Considerando los cuadrantes en función con la temperatura el promedio más alto, fue en el cuadrante 6 (30.12 °C). El valor más bajo se midió en el cuadrante 10 (24.72 °C) con respecto a los otros cuadrantes (Figura 84).

Temperatura con respecto a los meses el promedio más alto, fue en el mes de Junio (31.69 °C). El valor más bajo se midió en el mes de Enero (18.23 °C) con respecto a los otros meses (Figura 85).

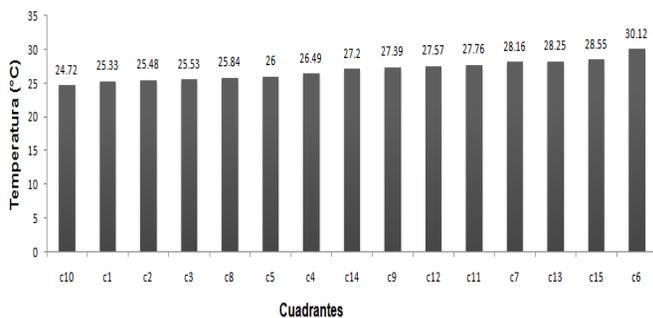


Figura 84.- Variación de temperatura (°C) registrados en los cuadrantes del margen izquierdo del canal nuevo de navegación.

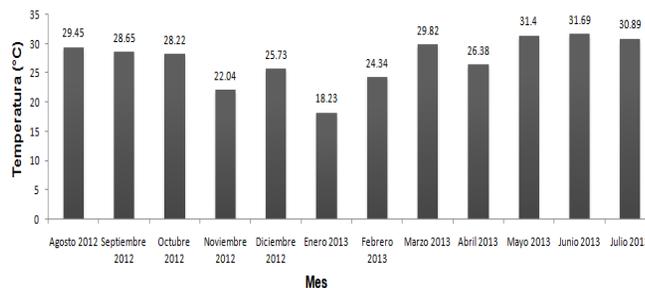


Figura 85.- Variaciones de temperatura (°C) registrados a lo largo de los meses en el margen izquierdo del canal nuevo de navegación.

Salinidad

Considerando los cuadrantes en función de la salinidad el promedio más alto, fue en el cuadrante 2 (38.57 ups). El valor más bajo se midió en el cuadrante 10 (6.88 ups) con respecto a los otros cuadrantes (Figura 86).

Salinidad con respecto a los meses el promedio más alto, fue en el mes de Abril (29.48 ups). El valor más bajo se midió en el mes de Agosto (13.99 ups) con respecto a los otros meses (Figura 87).

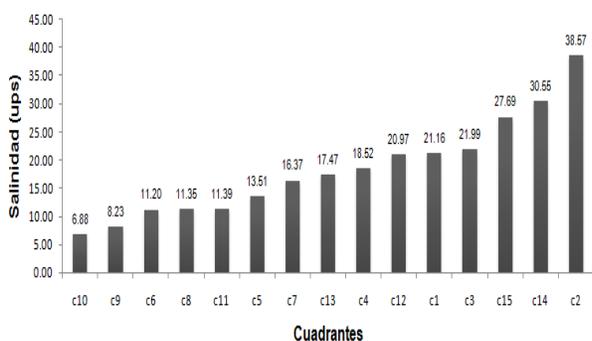


Figura 86.- Variaciones de la salinidad (ups) registrados en los cuadrantes del margen izquierdo del canal nuevo de navegación.

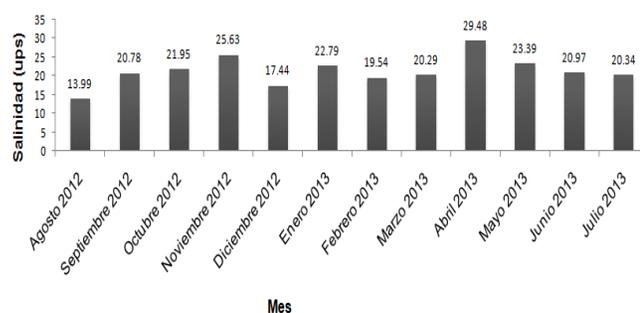


Figura 87.- Variaciones de la salinidad (ups) registrados a lo largo de los meses en el margen izquierdo del canal nuevo.

El Análisis de varianza multifactorial muestra que en los cuadrantes existen diferencias significadas con una $p < 0.05$, en las variables como pH, temperatura, salinidad, hidroperíodo excepto oxígeno disuelto se comporta de una manera estable. En lo que respecta a la orientación norte-sur se encontraron diferencias

significativas con una $p < 0.05$, solo en salinidad y el nivel de inundación (hidroperíodo), los demás parámetros de oxígeno disuelto, pH, temperatura se comportan de manera estable. Con respecto al tiempo si existen diferencias significativas de una $p < 0.05$, en todas las variables físico-químicas para el margen izquierdo del canal nuevo de navegación (Cuadro 11).

Se realizó la prueba de Tukey, los cuadrantes en función de las variables físico-química, solo salinidad se encontraron diferencias significativas.

Cuadro 11.- Análisis de varianza multifactorial para el margen izquierdo del canal nuevo de navegación.

Tratamientos	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Salinidad (ups)	Hidroperíodo (cm)
Cuadrantes (1-15)	0.1448	0.002487 **	7.428e-13 ***	< 2.2e-16 ***	0.0464117 *
Orientación (norte-sur)	0.1992	0.694144	0.4471	0.024292 *	0.0001871 ***
Tiempo (12 meses)	<2e-16 ***	< 2.2e-16 ***	< 2.2e-16 ***	0.002157 **	0.0001421 ***

6.3.2. Parámetros físico químicos del agua subterránea en el margen derecho del canal nuevo de navegación.

Oxígeno disuelto

Considerando los cuadrantes en función con el oxígeno disuelto el promedio más alto se registró en el cuadrante 21 (2.19 mg/L). El valor más bajo se midió en el cuadrante 24 (0.14 mg/L) con respecto a los otros cuadrantes (Figura 88).

Considerando el tiempo en función del oxígeno disuelto promedio más alto, durante el estudio es el mes de Mayo con (4.59 mg/L). El valor más bajo se midió Agosto (0.1 mg/L) con respecto a los otros meses (Figura 89).

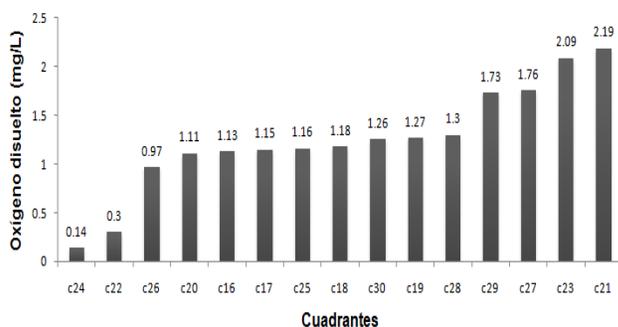


Figura 88.- Variación del oxígeno disuelto (mg/L) registrados en los cuadrantes del margen derecho del canal nuevo de navegación.

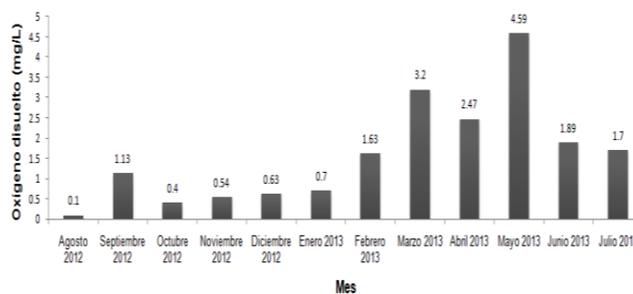


Figura 89.- Variaciones del oxígeno disuelto (mg/L) registrados a lo largo de los meses en el margen derecho del canal nuevo de navegación.

pH

Considerando los cuadrantes en función con el pH el promedio más alto, fue en el cuadrante 16 (8.11 pH). El valor más bajo se midió en el cuadrante 27 (7.42 pH) con respecto a los otros cuadrantes (Figura 90).

Considerando el tiempo en función con el pH el promedio más alto, durante el estudio es el mes de Noviembre (8.68 pH). El valor más bajo se midió Mayo (6.91 pH) con respecto a los otros meses (Figura 91).

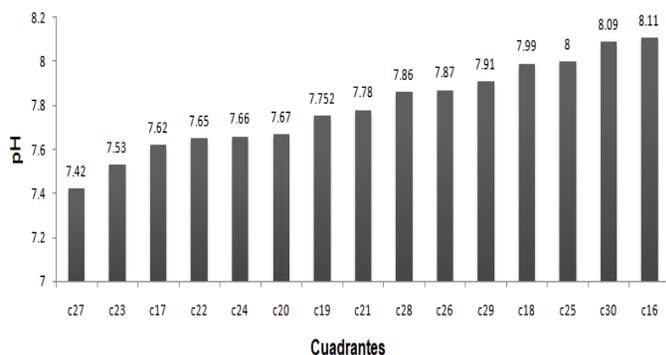


Figura 90.- Variación de pH registrados en los cuadrantes del margen derecho del canal nuevo de navegación.

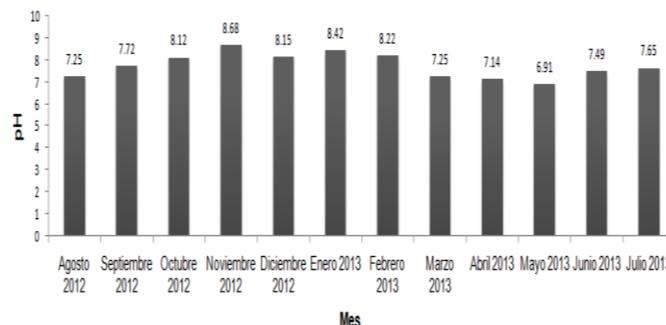


Figura 91.- Variaciones de pH registrados a lo largo de los meses en el margen derecho del canal nuevo de navegación.

Temperatura

Considerando los cuadrantes en función con la temperatura el promedio más alto, fue en el cuadrante 18 (29.69 °C). El valor más bajo se midió en el cuadrante 27 (26.98 °C) con respecto a los otros cuadrantes (Figura 92).

Temperatura con respecto a los meses el promedio más alto, fue en el mes de Junio (35.28 °C). El valor más bajo se midió en el mes de Noviembre (22.25 °C) con respecto a los otros meses (Figura 93).

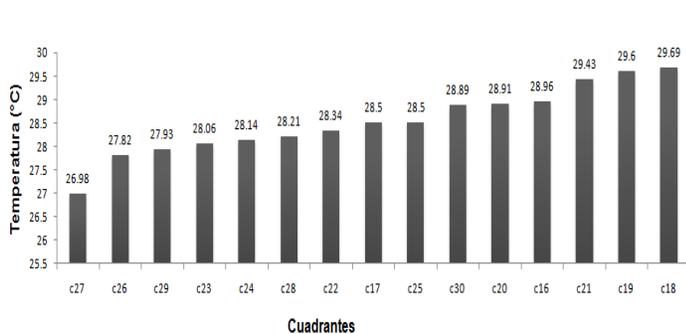


Figura 92.- Variación de temperatura (°C) registrados en los cuadrantes del margen derecho del canal nuevo de navegación.

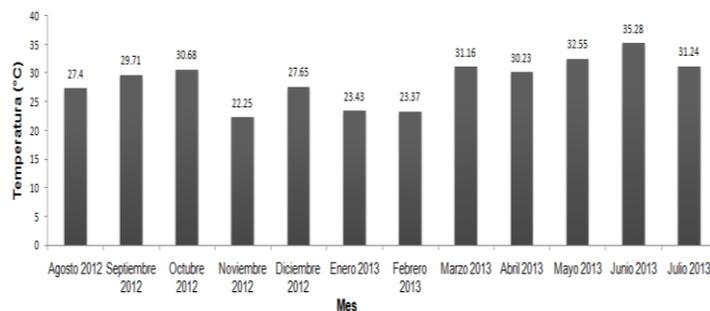


Figura 93.- Variaciones de temperatura (°C) registrados a lo largo de los meses en el margen derecho del canal nuevo de navegación.

Salinidad

Considerando los cuadrantes en función de la salinidad el promedio más alto, fue en el cuadrante 22 (50.07 ups). El valor más bajo se midió en el cuadrante 30 (9.31 ups) con respecto a los otros cuadrantes (Figura 94).

Salinidad con respecto a los meses el promedio más alto, fue en el mes de Agosto (39.27 ups). El valor más bajo se midió en el mes de Diciembre (21.92 ups) con respecto a los otros meses (Figura 95).

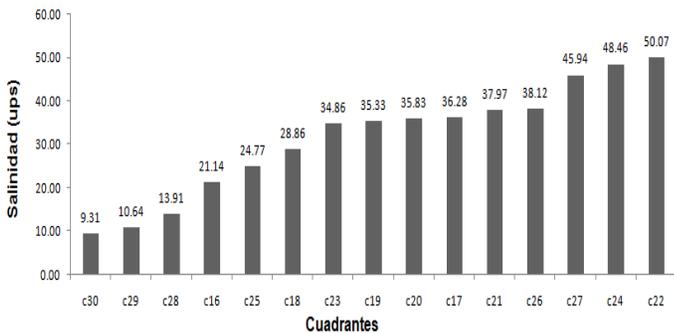


Figura 94.- Variación de la salinidad (ups) registrados en los cuadrantes del margen derecho del canal nuevo de navegación.

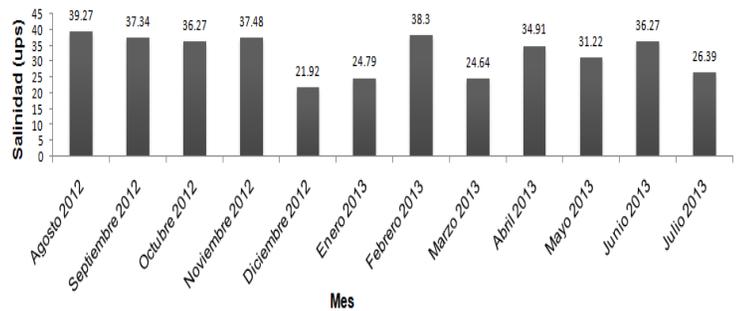


Figura 95.- Variaciones de la salinidad (ups) registrados a lo largo de los meses en el margen derecho del canal nuevo de navegación.

El Análisis de varianza multifactorial muestra que los parámetros de oxígeno disuelto, pH, temperatura, salinidad y el nivel de inundación existen diferencias significativas de una $p < 0.05$, esto es en función con los cuadrantes. Con respecto a la orientación norte- sur solo existen diferencias significativas con un $p < 0.05$ en las variables de pH, salinidad, para los siguientes parámetros como oxígeno disuelto, temperatura y hidroperíodo se comporta de una manera estable. Con respecto al tiempo existen diferencias significativas con una $p < 0.05$ en todas las variables fisicoquímicas como oxígeno, pH, temperatura, salinidad y el nivel de inundación (hidroperíodo) (Cuadro 12).

Se realizó la Prueba de Tukey a los cuadrantes en función a las variables físico-química solo en salinidad y hidroperíodo, se encontraron diferencias significativas con una $p < 0.05$.

Cuadro 12- Análisis de varianza multifactorial para el margen derecho del canal nuevo de navegación.

Tratamientos	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Salinidad (ups)	Hidroperíodo (cm)
Cuadrantes (16-30)	0.0005594 ***	0.0002504 ***	0.01175 *	< 2.2e-16 ***	1.386e-09 ***
Orientación (norte- sur)	0.0823517	0.0057482 **	0.05402	0.004757 **	0.1556
Tiempo (12 meses)	< 2.2e-16 ***	< 2.2e-16 ***	< 2e-16 ***	3.729e-10 ***	1.354e-09 ***

6.4. Hidroperíodo en la zona federal marítimo-terrestre del canal nuevo de navegación en Tuxpan, Veracruz.

El hidroperíodo referente al cuadro 10 que se hizo mención anteriormente sobre el análisis de varianza multifactorial para ambos márgenes del canal nuevo de navegación en la laguna de Tampamachoco Tuxpan Ver.

Una vez realizada la prueba Tukey considerando el margen en función el hidroperíodo, el promedio más alto fue en el margen derecho -60. 67 cm (desvest 27.57) y la menor es la margen izquierdo con -48.88 cm (desvest 23.03) (Figura 96).

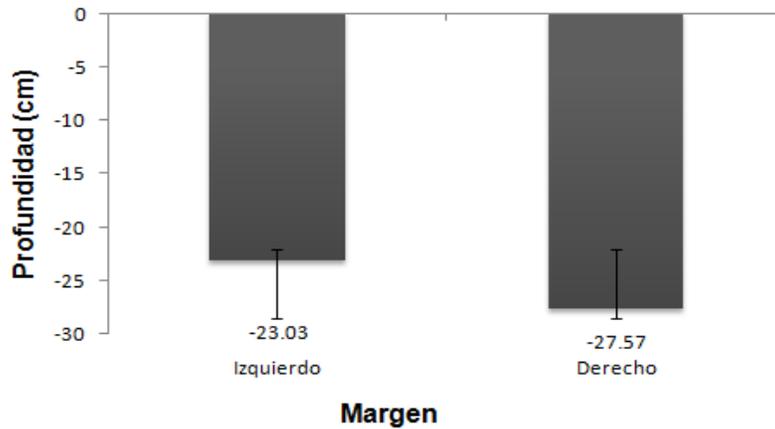


Figura 96.- Hidroperíodo con respecto a los márgenes del canal nuevo de navegación.

6.4.1. Hidroperíodo en el margen izquierdo del canal nuevo de navegación.

Considerando los cuadrantes en función con el hidroperíodo el promedio más alto, fue en el cuadrante 1 (-59.78 cm). El valor más bajo se midió en el cuadrante 3 (-37.76 cm) con respecto a los otros cuadrantes (Figura 97).

El hidroperíodo con respecto a los meses el promedio más alto, fue en el mes de Septiembre (-68.58 cm). El valor más bajo se midió en el mes de Febrero (-40.14 cm) con respecto a los otros meses (Figura 98).

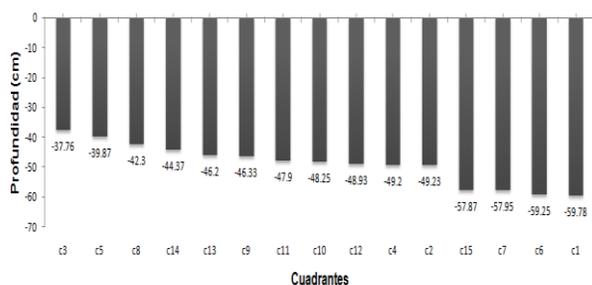


Figura 97.- Hidroperíodo por cuadrantes para el margen izquierdo del canal nuevo de navegación.

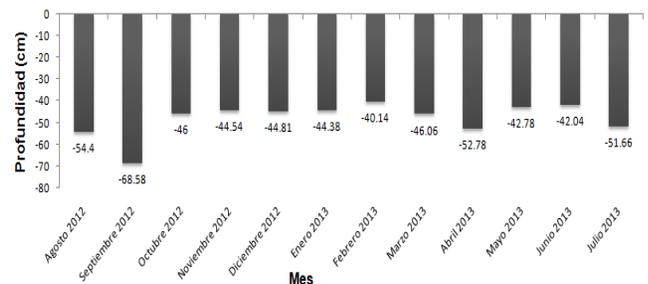


Figura 98.- Hidroperíodo a lo largo de los meses para el margen izquierdo del canal nuevo de navegación.

6.4.2. Hidroperíodo en el margen derecho del canal nuevo de navegación.

Referente al cuadro 12 que se hizo mención anteriormente sobre el análisis de varianza multifactorial. Considerando los cuadrantes en funcion con el hidroperíodo el promedio más alto, fue en el cuadrante 19 (-77.27 cm). El valor más bajo se midió en el cuadrante 30 (-30.68 cm) con respecto a los otros cuadrantes (Figura 99).

El hidroperíodo con respecto a los meses el promedio más alto, fue en el mes de Julio (-90.03 cm). El valor más bajo se midió en el mes de Febrero (-50.97 cm) con respecto a los otros meses (Figura 100).

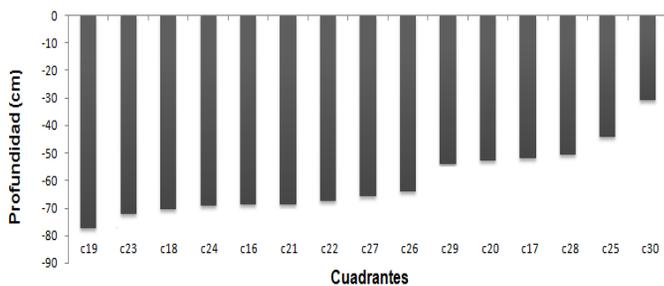


Figura 99.- Hidroperíodo por cuadrantes para el margen de derecho del canal nuevo de navegación.

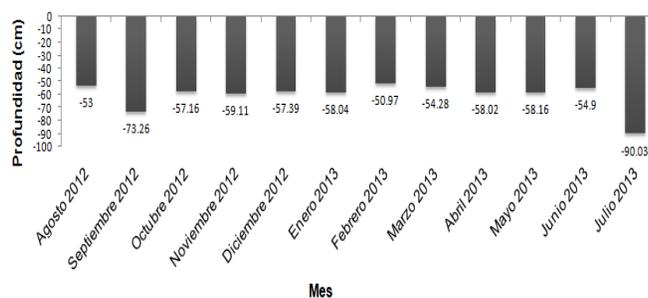


Figura 100.- Hidroperíodo a lo largo de los meses para el margen de derecho del canal nuevo de navegación.

6.5. Descripción de la vegetación para ambos márgenes del canal nuevo de navegación.

6.5.1. Relación de especies para el margen izquierdo y derecho.

Con relación a la vegetación al efectuar el análisis entre los márgenes se tiene, para el margen izquierdo se presentan 21 especies y para el margen derecho 17 especies.

Las especies exclusivas que fueron reportadas para el margen izquierdo son: *Prunus salicifolia*, *Psidium guajava*, *Cocos nucifera*, *Nectandra salicifolia*, *Conocarpus erectus* var. *sericeus*, *Muntingia calabura* y las especies exclusivas encontradas para el margen derecho: *Guazuma ulmifolia*, *Pithecellobium arboreum* (Cuadro 13).

Cuadro 13.- Especies exclusivas encontradas en los margen izquierdo y derecho del canal nuevo de navegación.

Margen Izquierdo	<i>Prunus salicifolia</i> , <i>Psidium guajava</i> , <i>Cocos nucifera</i> , <i>Nectandra salicifolia</i> , <i>Conocarpus erectus</i> var. <i>sericeus</i> , <i>Muntingia calabura</i> .
Margen Derecho	<i>Guazuma ulmifolia</i> , <i>Pithecellobium arboreum</i> .

La relación de las especies reportadas para ambos márgenes con relación al tipo de vegetación con el que están mejor asociados muestra solo tres tipos: manglar,

selva baja caducifolia y selva media caducifolia, sin embargo estos tres tipos de vegetación se les puede encontrar entre mezclados dependiendo de la microtopografía presente.

De las 23 especies encontradas, cinco especies corresponden al tipo de vegetación de manglar (5), selva baja caducifolia (9) y selva mediana caducifolia (9) (Cuadro 14).

Cuadro 14.- Especies y tipo de vegetación para ambos márgenes del canal nuevo de navegación.

Especies	Tipo de vegetación
<i>Rhizophora mangle</i> , <i>Avicennia germinans</i> , <i>Conocarpus erectus</i> , <i>Laguncularia racemosa</i> , <i>Conocarpus erectus</i> var <i>sericeus</i> .	Manglar
<i>Eugenia capulí</i> , <i>Psidium guajava</i> , <i>Muntingia calabura</i> , <i>Sapium macrocarpum</i> , <i>Bursera simaruba</i> , <i>Guazuma ulmifolia</i> , <i>Nectandra salicifolia</i> y <i>Ficus</i> sp.	Selva baja caducifolia
<i>Citharexylum berlandieri</i> , <i>Jacquinia macrocarpa</i> , <i>Hyperbaena jalcomulcensis</i> , <i>Casearia corymbosa</i> , <i>Trichilia havanensis</i> , <i>Pouteria sapota</i> , <i>Randia obcordata</i> , <i>Prunus salicifolia</i> y <i>Pithecellobium arboreum</i> .	Selva mediana caducifolia
<i>Cocos nucifera</i>	* Especie introducida reportada asociada para selva baja caducifolia.

*Moreno-Casasola y Paradowska (2009).

El estatus de protección de las especies mencionadas se observa en el cuadro 15, que indica una sola categoría de acuerdo a la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Cuadro 15.- Estatus de protección de las especies encontradas para ambos márgenes del canal nuevo de navegación.

Nombre científico	Nombre común	Estatus de protección NOM-059-SEMARNAT-2010.
<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle rojo	Amenazada
<i>Avicennia germinans</i>	Mangle negro	Amenazada
<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle blanco	Amenazada
<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle botoncillo	Amenazada
<i>Conocarpus erectus var. sericeus</i>	Mangle botoncillo/ cenizo	Amenazada
<i>Sapium macrocarpum</i>	Palo lechón, Lechoso	Amenazada

6.5.2. Distribución de especies con base a su microtopografía.

Con base a los 20 m de longitud del transecto microtopográfico, se realizaron cuatro cortes de nivel (0-5, 5-10, 10-15, 15-20 m), obteniéndose en cada uno de ellos un promedio de elevación. Una vez establecidas estas cuatro secciones y tomando la distribución reportada de la especie, se relacionaron de acuerdo con su sección, mostrándose las siguientes reparticiones.

Para el margen izquierdo se observan las especies que corresponde a manglar en la sección de 0-5 m. Se reporta a la especie *B. simaruba* como especie secundaria en vegetación costera por su tolerancia a suelos salinos dado que tiene alto grado de tolerancia a la sal, e inclusive en tierras inundables (Vásquez– Yanes 1999), reportándose su localización más baja a los 23.5 cm. *Muntingia calabura* solo presenta dos individuos (ubicados en el mismo transecto) a lo largo de la zona de

estudio, por lo que su presencia puede deberse a la dispersión de su semillas por aves a mamíferos (murciélagos) (Hernández *et al.* 2008). Otro aspecto importante es su ubicación a 38.5 cm. Después de los 10 m a los 20 m. se repite el tipo de vegetación debido a que presenta niveles microtopográfico similares (Cuadro 16).

Cuadro 16.- Distribución de la especies con relación al nivel topográfico de 0-5, 5-10, 10-15, 15-20 m.

Distancia	Especies margen izquierdo	Microtopografía
0-5 m.	<i>Rhizophora mangle</i> , <i>Avicennia germinans</i> , <i>Conocarpus erectus</i> , <i>Bursera simaruba</i> , <i>Laguncularia racemosa</i> , <i>Muntingia calabura</i> .	28.9 cm
5-10 m	<i>Conocarpus erectus</i> , <i>Randia obcordata</i> , <i>Bursera simaruba</i> , <i>Trichilia havanensis</i> , <i>Muntingia calabura</i> , <i>Casearia corymbosa</i> .	74.63 cm
10-15 m	<i>Conocarpus erectus</i> , <i>Bursera simaruba</i> , <i>Trichilia havanensis</i> , <i>Pouteria sapota</i> , <i>Muntingia calabura</i> , <i>Casearia corymbosa</i> , <i>Prunus salicifolia</i> .	78.86 cm
15-20 m	<i>Conocarpus erectus</i> , <i>Prunus salicifolia</i> , <i>Trichilia havanensis</i> , <i>Bursera simaruba</i> , <i>Randia obcordata</i> .	74.82 cm

Con relación al margen derecho, de 0-5 m. además de las especies de mangle se presenta especie de *Citharexylum berlandieri*, reportada para dunas costeras por (Castillo y Casasola, 1998), para el litoral atlántico de México. La especie de *Sapium macrocarpum* es citada por (Salas-Morales, 2007) como vegetación riparia que se mezcla con especies de manglar. Después de presenta de los 5 a los 15 m se repite el tipo de vegetación, una distancia de los 15- 20 m la microtopografía tiene un declive de (36.85 cm), se presenta vegetación de manglar (Cuadro 17).

Cuadro 17.- Distribución de la especies con relación al nivel topográfico de 0-5, 5-10, 10-15, 15-20 m.

Distancia	Especies margen Derecho	Microtopografía
0-5 m.	<i>Rhizophora mangle</i> , <i>Avicennia germinans</i> , <i>Conocarpus erectus</i> , <i>Bursera simaruba</i> , <i>Citharexylum berlandieri</i> , <i>Sapium macrocarpum</i> .	39.98 cm
5-10 m	<i>Randia obtusata</i> , <i>Bursera simaruba</i> , <i>Conocarpus erectus</i> , <i>Citharexylum berlandieri</i> , <i>Sapium macrocarpum</i> .	91.59 cm
10-15 m	<i>Randia obtusata</i> , <i>Bursera simaruba</i> , <i>Prunus salicifolia</i> , <i>Conocarpus erectus</i> , <i>Casuarina corymbosa</i> , <i>Sapium macrocarpum</i> .	57.33 cm
15-20 m	<i>Rhizophora mangle</i> , <i>Avicennia germinans</i> , <i>Sapium macrocarpum</i> .	36.85 cm

En la figura 101, se observa el perfil microtopográfico en los márgenes (izquierdo y derecho) del canal nuevo de navegación en el que se relacionan las especies reportadas y su distribución dentro de los cuadrantes. Se nota que el margen izquierdo presenta una pendiente ascendente desde la orilla hasta los 10 m, encontrando en los primeros cinco metros, especies de mangle; a partir de los 10 m, el micro-relieve se mantiene estable entre los 70 a 80 cm (hasta el final de los 20 m del cuadrante) favoreciendo al establecimiento de otras especies. El margen derecho, a diferencia, tiene una pendiente más marcada y a los 10 m tiene 90 cm y de ahí comienza a declinar hasta alcanzar el mismo relieve presentado en los primeros cinco metros (aproximadamente 30 cm). Esta situación propicia que se reporten en los últimos metros del cuadrante, especies como *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans* (Figura 101).

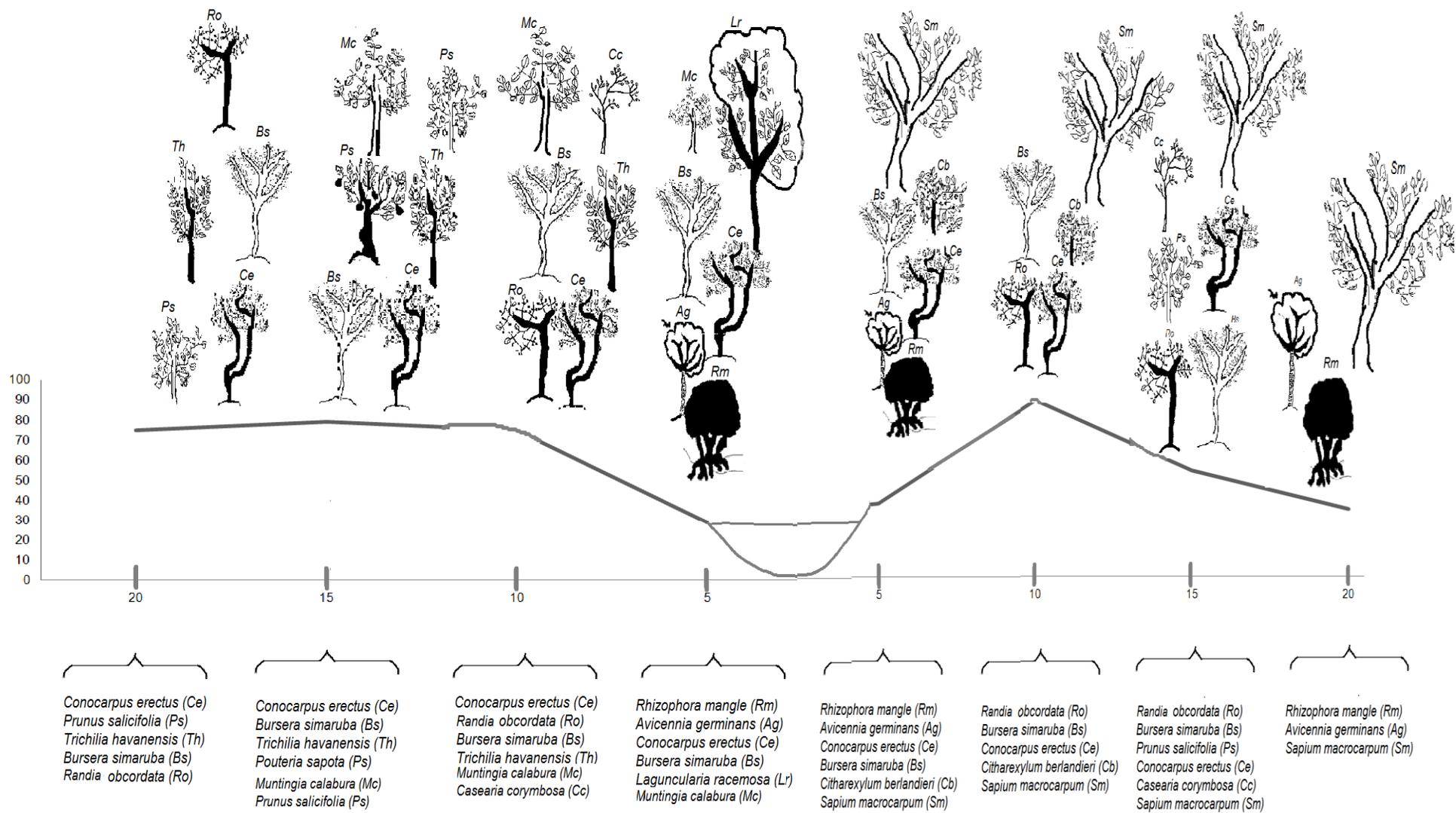


Figura 101.- Especies arbóreas relacionadas al perfil microtopográfico del canal nuevo de navegación.

6.6 Ordenación mediante un análisis de escalamiento multidimensional no paramétrico.

El análisis de correspondencia multidimensional no paramétrica (NMDS) mostró diferencias en los cuadrantes ubicados para las especies para ambos márgenes del canal nuevo de navegación. Cada cuadrante y especies se representaron con un símbolo, también se muestra el gradiente de la influencia de las variables salinidad, oxígeno disuelto y el número de especies son los factores que explican la variación a lo largo del análisis.

6.6.1. Análisis de escalamiento multidimensional no paramétrico (NMDS) para el margen izquierdo.

La ordenación respecto al Eje 1, se identifican dos grupos, el primero carga negativa incluye el factor de salinidad que están relacionados con los siguientes cuadrantes (*Ag2, Rm8, Rm7, Ag1, Ce1, Rm1, Rm4*) pero obtienen menor abundancia de especies tales como: *Rhizophora mangle, Laguncularia racemosa*, en el mismo eje pero con carga positiva se registra las especies con mayor abundancia como: *Conocarpus erectus var sericeus, Jacquinia macrocarpa, Conocarpus erectus, Pouteria sapota, Ficus sp*, relacionados con los cuadrantes (*Rm6 y Rm3*). Con respecto al Eje 2, se identifican dos grupos el primero hacia el lado derecho que tiene más relación hacia el número de especies con mayor dominancia: *Nectandra salicifolia, Bursera simaruba, Citharexylum berlandieri*,

Cocos nucifera, *Trichilia havanensis*, *Randia obcordata*, *Hyperbaena jalcomulcensis*, *Psidium guajava*, *Prunus salicifolia*, *Sapium macrocarpum*, *Eugenia capuli* están relacionados con los cuadrantes (*Bs1*, *Bs4*, *Bs3*, *Bs2*, *Rm2*). En el mismo eje pero en el lado izquierdo se encuentra las especies con menor abundancia solo se registran dos especies *Avicennia germinans*, *Muntingia calabura* en relación con el cuadrante (*Rm5*) (Figura 102).

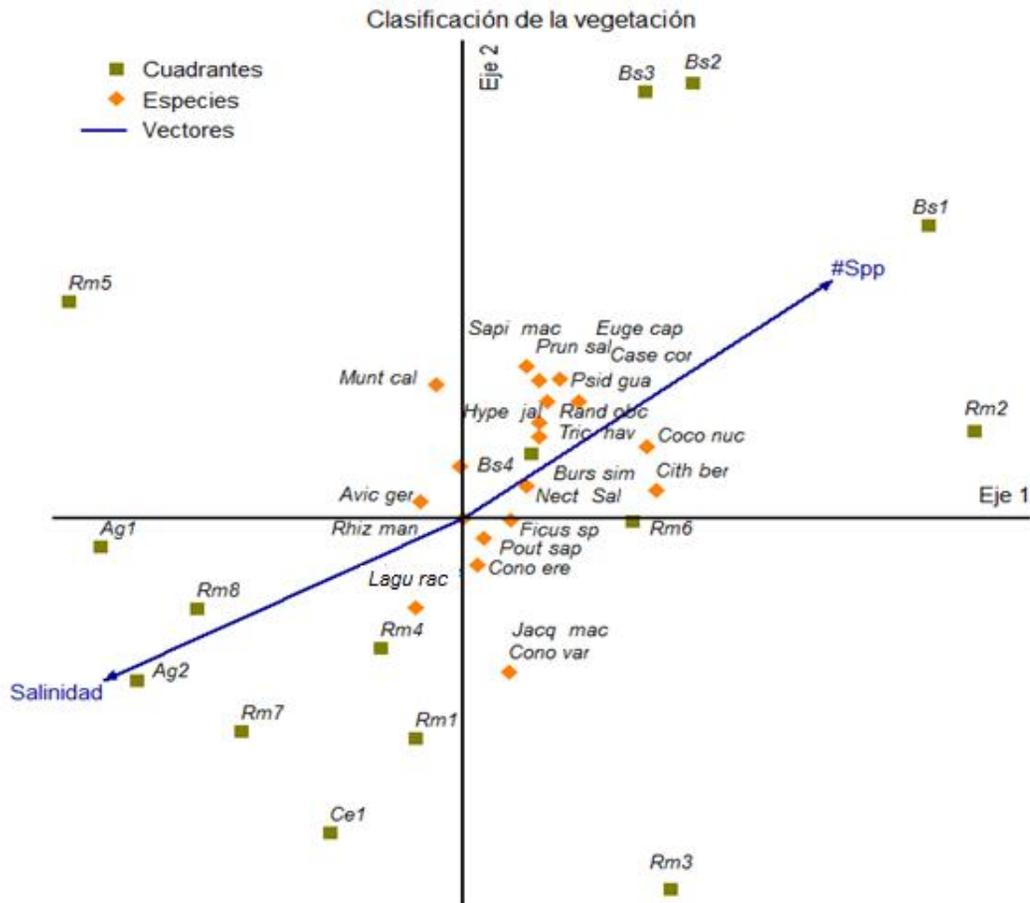


Figura 102.- Ordenación de 15 cuadrantes de vegetación para el margen izquierdo en el canal nuevo de navegación

6.6.2. Análisis de escalamiento multidimensional no paramétrico (NMDS) para el margen derecho.

La Ordenación respecto al Eje 1, se identifican en la parte negativa que influye la salinidad y oxígeno disuelto, con respecto a los cuadrantes (*Ag5, Ag1, Ag10, Ag 4, Ag2, Ag6, Ag3, Ag8, Ag9, Ag7*) en este mismo eje se registran las especies con menor abundancia como *Laguncularia racemosa, Eugenia capuli, Avicennia germinans, Casearia corymbosa, Rhizophora mangle, Citharexylum berlandieri*. En la parte positiva del eje, solo se muestra un cuadrante (*Rm3*) y no tiene relación con ninguna especie.

Con respecto a la ordenación al Eje 2, para el lado derecho se registran las especies con mayor abundancia son: *Conocarpus erectus, Bursera simaruba, Sapium macrocarpum, Trichilia havanensis, Randia obcordata, Pouteria sapota, Jacquinia macrocarpa, Hyperbaena jalcomulcensis, Ficus sp., Pithecellobium arboreum, Guazuma ulmifolia* en relación a los cuadrantes (*Bs1, Rm1, Rm2, Ce1*) (Figura 103.)

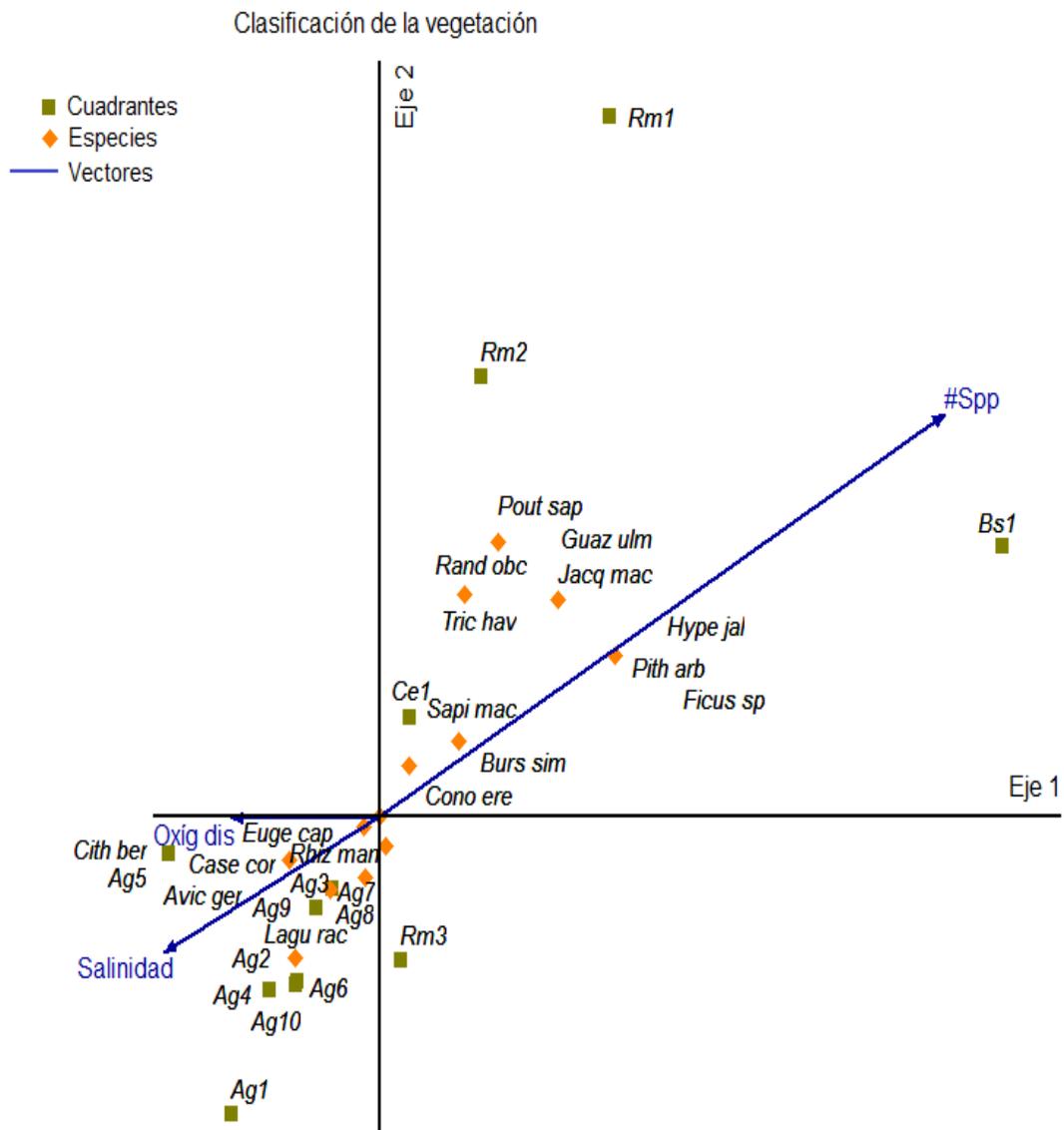


Figura 103.- Ordenación de 15 cuadrantes de vegetación para el margen derecho en el canal nuevo de navegación.

VII.-DISCUSIÓN

Con relación a la composición florística presente en los márgenes del canal nuevo de navegación de la Laguna de Tampamachoco, se obtuvieron un total de 19 Familias y 23 especies, este número de especies se debe a que se presentan en áreas muy pequeñas especies representativas de diferentes tipos de vegetación (manglar, selva baja caducifolia y selva mediana caducifolia). Haciendo una relación con las comunidades vegetales en un humedal de Tumulco, obtuvo un total de 19 familias y 26 especies, divididas en cinco representaciones, manglar, halófitas, matorral, pastizal y espartal; de las cuales comparten con el presente trabajo las siguientes familias: Combretaceae, Rhizophoraceae, Verbenaceae, Meliaceae, Palmae, Flacourtiaceae y 6 especies siendo estas, *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Trichilia havanensis*, *Cocos nucifera* y *Casearia corymbosa* (Cruz-Lucas 2010). Los "bajos inundables" del Área Natural Protegida Balamkín, Campeche, se registraron un total de 53 familias pertenecientes a 129 especies en cuatro ambientes: lomeríos cársticos con selva mediana subperennifolia, lomeríos cársticos aislados con selva baja caducifolia, planicies acumulativas inundables con selva baja subperennifolia y planicies onduladas con selva baja subcaducifolia, las familias y especies que se comparten, son: Burseraceae y Theophrastaceae con las siguientes especies *Bursera simaruba* y *Jacquinia macrocarpa* en el trabajo de (Palacio-Aponte 2002). Al estudiar la selva baja caducifolia en las dunas costeras del centro de Veracruz, reportan un total de 30 familias con 55 especies de las cuales se tienen:

Burseraceae Sterculiaceae Arecaceae Moraceae Lauraceae y Rubiaceae y las especies de *Bursera simaruba*, *Guazuma ulmifolia*, *Cocos nucifera*, *Ficus* spp. y *Nectandra salicifolia* (Casasola y Paradowska 2009).

La altura y el DAP con relación a la vegetación del canal nuevo de navegación, para el margen izquierdo y derecho, se reportan las siguientes especies de vegetación de manglar *A. germinans* con una altura promedio de 4.95 m y un DAP de 13.61 cm, seguida de *C. erectus* con 4.38 m y un DAP de 12.90 cm, para *L. racemosa* con 4.41 m y un DAP de 7.86 cm, *Conocarpus erectus* var *sericeus* con 3.65 m y un DAP de 7.0 cm y *R. mangle* con 3.54 m y un DAP de 7.41 cm, las alturas registrados son bajas esto se debe que pertenece al manglar de tipo fisonómico borde, mientras que el manglar de la laguna de Tampamachoco es de cuenca se establece una altura promedio para la especie de *A. germinans* con 6.8 m, *L. racemosa* con 6.27 m, *R. mangle* 5.57 m. *C. erectus* con 4.86 m, alturas mayores por ser un manglar con tipo fisonómico cuenca (Martínez-Hernández 2003). Con relación a la estructura del bosque de manglar en Puerto Morelos, Quintana Roo, la especie de *C. erectus* presento una altura total que iba de los 1.75 a los 6.50 m y DAP mínimo de 2.56 cm y máximo de 16.76 cm, para la especie de *R. mangle* de altura total registró 0.73 m como mínimo y 3.50 m, la medición del DAP mostró como mínimo 1.96 cm y valor máximo de 3.70 cm, esta baja relación se puede explicar como forma de respuesta y adaptación a fenómenos naturales, tales como los huracanes (Carrillo-Bastos *et al.* 2008). Observando la estructura y regeneración del bosque de manglar de la ciénaga de

Cholón, isla Barú, Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo, Caribe Colombiano, reportó alturas promedios para la especie de *R. mangle* 3.45 m DAP de 4.45 cm y para *A. germinans* 2,93 m y un DAP de 3.29 cm, mencionando que las alturas registradas para esta investigación son bajas debido a que están sometidos a regímenes de pluviosidad y a la precipitación de acuerdo a las estaciones climatológicas como única fuente de agua dulce, siendo este factor determinante en la estructura del bosque (Valle *et al.* 2011).

Con relación a la vegetación riparia, esta se compone de agrupaciones arbóreas que se establecen a lo largo de los márgenes de ríos, arroyos y canales, con alturas de los 4 a 30 m (Moreno-Casasola 2006). Dentro de esta investigación se registraron algunas especies con altura promedio, con relación a la vegetación riparia para ambos márgenes: la especie de *Pouteria sapota* 7.07 m y un DAP de 22.64 cm, mientras que *Ficus sp* 6.81 m y un DAP de 12.57 cm, *Guazuma ulmifolia* con 5.77 m y un DAP de 18.75 cm. *Bursera simaruba* 4.34 m un DAP de 12.48 cm. *Jacquinia macrocarpa* 3.82 m un DAP de 8.42 cm, las alturas registrados son bajas esto se debe a las modificaciones del suelo, fenómenos naturales y precipitaciones. Se registra la especie de *Jacquinia macrocarpa* con alturas promedio entre 4 y 7 m, este tipo de vegetación se caracteriza por un estrato arbóreo bajo por el tipo de suelo gleysol en el que se establecen, donde muchas de sus especies presentan torceduras en sus troncos y se ramifican cerca de la base. La selva baja caducifolia es una comunidad vegetal que crece sobre las cimas y laderas de los lomeríos en suelos someros y pedregosos con poca materia orgánica, una de las característica más sobresaliente es la baja altura de

los componentes arbóreos entre 8 y 10 m, entre las especies arbóreas más frecuentes en esta comunidad vegetal se pueden mencionar a la especie de *Bursera simaruba* (Palacio-Aponte 2002).

Con respecto al valor de importancia de las especies de mangle en el estudio de características estructurales del bosque de Manglar de la laguna de Tampamachoco se tiene que la especie de *A. germinans* obtuvo 191.58, posteriormente *R. mangle* con 50.96 y para *L. racemosa* 42.6 debido a que se registran estos valores de importancia altos en *A. germinans*, al presentar los mayores valores de densidad (77.66), dominancia (53.3) y frecuencia (60.62) (Martínez-Hernández 2003). Los manglares del sitio Ramsar 1602; Manglares y Humedales de Tuxpan, la especie de *A. germinans* con el 140.82, seguida de *R. mangle* 128.50 y *L. racemosa* con 30.68 se obtuvieron estos valores ya que obtuvieron una densidad (42.15), dominancia (55.46) y frecuencia (43.21) (Agustín-Ricaño y Banda-Hernández 2007). Estructura del manglar en el sistema lagunar costero de Carretas-Pereyra, Chiapas, México. La especie de *L. racemosa* con un valor de 162.1, seguida de *R. mangle* con 105.1, *A. germinans* con 9.0 y *C. erectus* con 1.6 debido a que se registran estos valores de importancia altos en *L. racemosa*, al presentar los mayores valores de densidad (67.34), dominancia (50.06) y frecuencia (44.16) Romero- Berny y Tovilla Hernández (2009). En este trabajo el valor de importancia para el margen izquierdo recayó en la especie de *R. mangle* con un valor de 69.80, posteriormente *A. germinans* con valor de 67.35, *C. erectus* con 40.11 y *L. racemosa* con 16.39, coincide con los trabajos antes

citados, en los que la especie con valor de importancia tiene valores más altos de densidad (33.23), dominancia (18.87) y frecuencia (17.69). En contraste, se observa que para el margen derecho la especie con valor de importancia es *A. germinans* con 100.96 seguida de *R. mangle* con un valor de 52.74 y finalmente *C. erectus* con 58.90. La constante en estos trabajos es el hecho de que la especies que resulta con el valor de importancia, lo obtiene por tener los valores más altos en los tres indicadores y no porque presente valores en solo uno o dos.

En el canal nuevo de canal nuevo de navegación quedan conformados por cuatro grupos para ambos márgenes izquierdo-derecho dentro de las especies más dominantes son *Avicennia germinans*, *Rhizophora mangle* y se presentan algunas especies de vegetación riparia por ejemplo: *Psidium guajava*, *Prunus salicifolia*, *Trichilia havanensis*, *Conocarpus erectus* variedad *sericeus*, *Pouteria sapota*, *Guazuma ulmifolia*, *Prunus salicifolia*, *Randia obcordata*, *Muntingia calabura* *Casearia corymbosa* y *Sapium macrocarpum*, para el humedal de Tumilco presenta cinco grupos, entre las especies dominantes que comparte con este trabajo son *A. germinans* y *R. mangle* (Cruz-Lucas 2010).

Uno de los problemas básicos en ecología es establecer las causas que determinan la distribución y abundancia de los organismos (Andrewartha y Birch, 1954). Cada uno habita una matriz o unidad espacio-temporal (Krebs, 1978), con un ámbito de tolerancia y dentro de éste, un óptimo (Brewer, 1988). El conocimiento de la microtopografía de los humedales nos permite determinar la

distribución de sus diferentes tipos, las áreas potenciales de restauración, así como la ampliación o creación de nuevas áreas para determinado tipo de humedal (Lewis, 1982). Topografía y factores ambientales relacionados a las comunidades vegetales en un humedal de Tumulco, se observa 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 con 38 cm y la comunidad de matorral en los lugares más elevados con 109 cm, algunas especies que comparte con esta investigación son *L. racemosa*, *A. germinans*, *R. mangle*, se registran en lugares bajos, las especies de comunidad de matorral y de palmas se registran en lugares altos ejemplos, *C. corymbosa*, *T. havanensis* y *C. nucifera* (Cruz-Lucas 2010). Por otra parte, se 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 capuli*, *Hibiscus pernambuscensis*, *Sabal mexicana*), bosques de encino (*Quercus oleoides*) y espartal (*Sparina spartinae*) (Basáñez-Muñoz *et al.* 2007), resultado similares fueron reportadas al realizar un perfil topográfico en la Mancha, Veracruz, 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 por (Flores-Verdugo *et al.* 2007). Microtopografía en un área de manglar conservado y degradado del Sitio Ramsar. 1602, las especies de *R. mangle* están reportadas de 9 a -5.5 cm y de *A. germinans* de 10 a -4.5 cm (Mendoza-Barrón 2013). Se reportan afinidades

microtopográficos en NMMB en el estero de Urías, Sinaloa, *R. mangle* con niveles de -66.5 a 59 cm, de *L. racemosa* de -37 a 61 cm, *A. germinans* de 21 a 62 cm y *C. erectus* 48.5 a 137.5 cm (Monroy *et al.* 2010). Reportan niveles topográficos de distribución respecto al nivel medio del mar (NMM = 0), en Mazatlán, Sinaloa, las especies de *R. mangle* (adultos) con niveles de -15.8 a 55.2 cm, *R. mangle* (plántulas) de -0.8 a 37.2 cm, *L. racemosa* (adultos) de 55.2 cm, *A. germinans* (adultos) de 60.73 >68.2 cm, *A. germinans* (plántulas) de 64.2 a 67.7 cm (Flores-Verdugo *et al.* 2005). En los trabajos antes mencionados coincide que la vegetación de manglar se establece en los lugares bajos estos están relacionados con factores como la hidrología (nivel de agua superficial y/o del manto freático) y parámetros fisicoquímicos (salinidad, temperatura, oxígeno disuelto, pH, etc.) estos factores también influyen en la distribución de diferentes tipos de vegetación asociado al manglar. En comparación con esta investigación se obtuvo que la microtopografía es también un factor importante en la distribución de las especies en lo que corresponde a los 20 m para ambos márgenes del canal se obtuvieron en zonas bajas se establece vegetación de manglar con las siguientes especies con promedios: *Rhizophora mangle* 0 a 59.25 cm, *Avicennia germinans* -17.25 a 86.5 cm. *Laguncularia racemosa* 16 a 33 cm. *Conocarpus erectus* 11.77 a 158 cm. El resto de la vegetación riparia se registran en zonas altas, las especies reportadas para esta investigación son: *Bursera simaruba* 38.75 a 138 cm, *Cocos nucifera* 54 a 138.5 cm, *Casearia corymbosa* 24 a 11.25 cm. *Prunus salicifolia* 124.5 a 127 cm, *Thichilia havanensis* 84 a 124 cm *Randia obcordata* 103.75 a 121.75 cm, *Muntingia calabura* 20 a 106 cm. *Pouteria sapota* 94 cm, *Citharexylum*

berlandieri 14 a 143 cm y *Sapium macrocarpum* 14 a 208.5 cm, esto se puede explicar con los diferentes niveles microtopográficos, niveles bajos para la vegetación de manglar que está influenciada por el nivel de la marea y el periodo de inundación, mientras que la vegetación riparia se desarrolló en zonas altas esto coincide con los trabajos anteriormente citados.

La salinidad es un factor que también ayuda a explicar los patrones de distribución vegetal y es fundamental que se tome en cuenta en la restauración de humedales costeros (Callaway *et al.* 1979. 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 en las comunidades del humedal (tular, popal, potrero inundable, lago Interdunarios y salva inundable). En las comunidad de manglar (*L. racemosa*, *A. germinans*, *R. mangle*) se desarrolló en concentraciones altas de salinidades (16 ups a 19 ups), los valores de salinidad bajo fue para la comunidad de matorral (9.8 ± 3 ups), las especies que comparte con esta investigación son: *T. havanensis*, *C. corymbosa* (Cruz-Lucas 2010), esto se debió a que el humedal de Tumilco es un área influenciada por el Río Tuxpan, un aspecto importante a destacar es que los tipos de vegetación reportados fuera del manglar en ambos estudios presentas valores de salinidad muy parecidos. De acuerdo con los datos obtenidos en esta investigación, para el margen izquierdo se registraron salinidades altas en los cuadrantes C2 (38.57 ups), C14 (30.55 ups) y C15 (27.69 ups) esto corresponde a la vegetación del manglar *R. mangle*, *A. germinans*, *L. racemosa*, para este mismo margen en los que respecta a la

vegetación riparia se registra con salinidades bajas en los C10 (6.88 ups), C9 (8.23 ups) las especies de *B. simaruba*, *R. obcordata*, *N. salicifolia*, *H. jalcomulcensis*, *C. corymbosa*, *E. capulí*, *P. salicifolia* y *P. guajava*. En comparación con el margen derecho se obtuvo una salinidad más alta en los C 22 (50.07 ups), C 24 (48.46 ups), C 27 (45.94 ups) y C 16 (21.14 ups) relacionadas con la vegetación de manglar por ejemplo: *R. mangle*, *A. germinans*, *C. erectus*. Para este mismo margen en los que respecta a la vegetación riparia se registra con salinidades bajas el C30 (9.31 ups), con las siguientes especies *C. erectus*, *B. simaruba*, *C. berlandieri*, *S. macrocarpum*, *H. jalcomulcensis*, *J. macrocarpa*, *P. sapota*, *Ficus sp*, *P. arboreum*, *G. ulmifolia* las concentraciones de altas de salinidad se debe a la microtopografía ya que en estos cuadrantes registran niveles topográficos que van de los 15.5 cm hasta 69 cm siendo influenciado por el nivel de marea. Por otro lado la vegetación riparia presenta salinidades bajas esto tiene una relación con la microtopografía que se registran en los cuadrantes con niveles topográficos que van de 63 cm hasta 125 cm, al tener una microtopografía elevada esto impide la entrada del agua proveniente del canal de navegación. En los manglares de Costa Rica: el Pacífico norte, han observado la salinidad en el manglar donde *A. germinans* domina en los sitios de más alta salinidad promedio de (100.5 ups), mientras *Rhizophora* se encuentra más hacia las orillas del canal donde la salinidad promedio tiene un valor menor (57.5 ups) observaron un gradiente de salinidad intersticial muy marcado y común de zonas áridas, determinado por la periodicidad del aporte de agua dulce, el bajo caudal de los tres riachuelos que irrigan la cuenca y una estación seca (Zamora-Trejos y Cortés

2009). El manglar de Purruja, Golfito, en Costa Rica, presenta una estratificación de vegetación debido principalmente a diferencias en salinidad por ejemplo *R. mangle*, se encuentra distribuido en las orillas de los canales y cerca de la desembocadura donde la salinidad presenta valores de (18-34 ups). En los sectores del manglar donde este parámetro presenta un ámbito de (0-10 ups) y un substrato relativamente consolidado domina *Pelliciera rhizophorae* y *L. racemosa* cuyas alturas promedio son aproximadamente de 30 metros (Silva y Carrillo 2004). Al estudiar los manglares de Yucatán, la especie de *A. germinans* en el sitio registra salinidades mayores a 40 g/kg; ya que es un escenario seco se caracteriza por que la inundación y los partes de agua dulce están fuertemente influenciados por la estacionalidad de la precipitación de manera que sus sedimentos son hipersalinas y con baja concentración de nutrientes. La especie de *Laguncularia racemosa* registra salinidades menores de 35 g/kg (Zaldívar-Jiménez, et al. 2010). El escenario es húmedo estos sitios están sujetos a un régimen hidrológico que combina la acción de la marea y la descarga del agua subterránea (Herrera-Silveira et al. 1998). Muestra que en la laguna de Mecoacán el mangle negro (*Avicennia germinans*) domina en la parte Oeste y Suroeste que corresponden con las áreas más salinizadas del sistema, en donde el agua en la columna del suelo alcanza en sus primeros niveles hasta (31 ups) y aun metro de profundidad se pueden registrar casi (60 ups) o más. Las zonas con una salinidad de (6 ups) en las primeras capas y valores máximos de (32 ups) a un metro de profundidad permiten que se establezcan manglar de tipo mixto de *Rhizophora mangle* y *L. racemosa* como lo es en la parte del ejido La Solución, estas altas

concentraciones de salinidad se debe a que el agua permanece a un metro de profundidad en el suelo de manglar (Tovilla-Hernández *et al.* 2013). Es importante determinar la salinidad del área a restaurar debido a que este factor determina el tipo de humedal que se establece en un área. Específicamente en el caso del manglar, la salinidad determina la composición de especies. Además, valores muy altos de salinidad (70 ups) disminuyen el desarrollo de las especies de mangle, las cuales crecen formando un matorral enano o inclusive puede morir (Flores-Verdugo *et al.* 2007).

Las condiciones impuestas por el hidropériodo (el nivel de inundación, su frecuencia y su duración) son muy importantes para el mantenimiento de la estructura y funcionamiento de este ecosistema. Para sobrevivir a dichas condiciones y tolerar las bajas concentraciones de oxígeno en los sedimentos, las especies de manglar cuentan con raíces de zanco (en *Rhizophora*), aerénquima, lenticelas y neumatóforos (en *Avicennia* y *Laguncularia*) que les permite establecerse en terrenos inestables y realizar intercambio de gases entre el suelo y la atmósfera (Tomlinson 1986). 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 (Cruz-Lucas 2010). Para este trabajo en el margen derecho es el único que mostró una variación del agua subterránea presentando un nivel de inundación más elevado en el cuadrante 19 (-77.27 cm)

presentándose vegetación de manglar, esto se debe a la relación que existe entre la temporada de lluvias en el mes de Julio, se obtuvo un nivel de inundación más bajo en el cuadrante 30 (-30.68 cm) se relaciona con vegetación riparia. En la región de los petenes, a lo largo de la costa NW de Campeche, México. Se observa que el manglar de *Avicennia germinans* presenta una mayor inundación en el mes de agosto de (32.1 ± 4.9 cm) y para el manglar de *Rhizophora mangle* el mes de Septiembre presenta un nivel de inundación de (12.1 ± 0.8 cm), esto se debe a la salinidad y nivel de inundación de agua entre época de sequía y las lluvias podría ser el factor limitante para la distribución de las especies (Rico-Gray y Palacios-Ríos 1996). La distribución de los diferentes tipos de humedales costeros, las distintas especies que los componen y su grado de desarrollo están condicionados, en gran medida por el hidropériodo y la salinidad del agua intersticial (Lewis, 1982; Mitsch y Gosselink 2000).

Al hacer la comparación entre el margen izquierdo y derecho las diferencias significativas se presentan en temperatura, salinidad e hidropériodo. El promedio de temperatura del margen izquierdo es de 26.88 °C, mientras que el promedio del margen derecho es de 28.56 °C, esta contraste en grados se debe a la diferencia de los piezómetros a los cuales están enterrados (119-223 cm), dado a que hay una relación proporcional entre la profundidad y la temperatura, es decir mayor profundidad mayor temperatura, con relación a la salinidad los promedios indican que el margen derecho tiene un valor superior (32.66 ups) que el margen izquierdo (21.31 ups). Esta diferencia puede deberse al que margen izquierdo del canal de

navegación tiene aporte de agua dulce por el estero el Corral y el Angosto (Contreras 1983), mientras que margen derecho del canal navegación se encuentra, como una isla (conformada por el canal nuevo de navegación y el canal viejo), por lo que no recibe aportaciones de agua dulce significativas. Para el hidroperíodo, el comportamiento es similar a los dos parámetros mencionados, es decir se presenta un mayor promedio hidroperíodo (-60.67 cm) en el margen derecho que el margen izquierdo (-48.87 cm). Los tres parámetros reportados con mayor cantidad para el margen derecho puede deberse a la forma microtopográfico que se presenta, de los 0 a los 10 m. presenta una elevación microtopográfico de 0 a 90 cm y de los 10-20 m. decrece de 90 a 30 cm, mientras que el margen izquierdo presenta una elevación de 0 a 75 cm en los primeros 10 m, manteniéndose constante esta valor hasta los 20 m.

Con relación a la vegetación arbórea reportada en el presente trabajo se puede considerar dentro de la categoría asociada a humedales y a esteros según (Rojas y Vidal 2008). Quienes mencionan en el catálogo tipológico de Humedales lacustres y costeros del estado de Chiapas que la comunidad arbórea es la mejor representado generalmente compuestas por bosque de manglar de tipo borde, sin embargo dependiendo del tipo del agua dominante (dulce o salobre) el manglar puede estar asociado con vegetación enraizada emergente (tulares) si el predominio es de agua dulce por otro lado, aunque menos frecuente, la vegetación riparia también es una comunidad asociada a los esteros, con dominancia de especies arbóreas características del selva mediana y selva baja, como las

encontradas en este trabajo. En una etapa sucesional de los humedales asociados a esteros se presenta el manglar de borde que se caracteriza a estar dispuesta al régimen de mareas por lo que representan salinidad medias altas. La especie dominante es *Rhizophora mangle* debido a que sus raíces le permiten asentarse sobre sedimentos inestables. Su composición de especies está determinada por la adaptación a gradientes topográficos. Fuera de la influencia de las mareas se presenta las especies de selva mediana, ocupada áreas reducidas, en algunos casos manchones mezclados con palmares. Después de esta franja de selva se presenta áreas donde la vegetación original ha sido eliminada por consecuencia de desmontes. No forma parte de ninguna etapa sucesional de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio ejercido a través de la tala, la siembra, incendios, pastoreo etc. Estas comunidades vegetales están asociadas al humedal, pero no obstante, la naturaleza y el comportamiento hidrológico de cada uno de ellos es el principal factor que determina la estructura y composición de la cubierta vegetal. Otros factores de influencia son: edafología, el microrelieve por la transformación, que el sobre el paisaje costero se ejerce a través de las actividades humanas.

Al comparar las especies entre los mismos márgenes se observa una marcada diferenciación a los tipos de vegetación que pertenecen. En el margen izquierdo debido al perfil microtopográfico las especies de manglar se presentan de los 0-5 m, para posteriormente dar paso a las especies de selva baja caducifolia y selva mediana caducifolia en cambio en el margen derecho también debido a su

microtopografía se presenta el manglar de los 0- 5 m y de los 15- 20 m, que dando las especies que pertenecen a la selva en la parte central del cuadrante.

También presenta diferencias ambos márgenes en cuanto a las especies que están presentes en uno u otro margen, siendo seis exclusivas para el margen izquierdo y dos exclusivas para el margen derecho. Ambos márgenes comparten 15 especies. Esta diferenciación puede deberse a que el margen derecho está relacionado con la isla que se forma entre el canal nuevo y el viejo de navegación; Por lo que el aporte de nuevas especies tiene esta barrera geográfica.

Con relación a los parámetros fisicoquímicos se buscó la existencia de diferencias significativas de: salinidad, temperatura, oxígeno disuelto, pH, hidroperíodo: para el margen izquierdo solo se presentó diferencia significativa en la salinidad, observando los cuadrantes con mayor salinidad en los primeros cuatro cuadrantes (1) en los últimos cuatro (12-15), todo parece indicar que la parte central del esta área de estudio tiene valores bajos de salinidad; si comparamos la microtopografía a lo largo del canal de navegación, se aprecia también que en las orillas del margen de estudio es menor la microtopografía, este hecho puede estar relacionado con los valores de salinidad mencionados.

Para el margen derecho las diferencias significativas se presentaron en salinidad e hidroperíodo, pero al contrario del margen izquierdo los valores de salinidad no tiene un patrón de distribución marcado y la microtopografía se hace ligeramente

más baja hacia los primeros cuadrantes. El agua subterránea para este margen presenta los valores más altos debido a que los primeros cuadrantes tienen mayor inundación esto a su vez tiene relación con la microtopografía ya que permite mayor entrada de agua.

Al integrar 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 disuelto y pH no influyen en el establecimiento diferencial de las comunidades vegetales (Cruz Lucas 2010). En comparación con esta investigación, al relacionar las variables físico químicas del margen izquierdo de cada uno de los cuadrantes con las diferentes especies se observa que el parámetro de salinidad tiene una relación con la vegetación de manglar (*R. mangle*, *A. germinans*, *L. racemosa*) debido a la microtopografía en los primeros 5 m de cada cuadrantes al ser zonas bajas le permite la entrada de agua por lo que propicia a tener una concentración de salinidad favorable para el desarrollo y establecimiento del manglar, mientras que en otro eje se agrupa una mayor riqueza de especies. En comparación con el margen derecho al integrarse todas las variables físico químicas con las especies de la vegetación arbórea se observó que la salinidad tiene una relación con la vegetación de manglar (*R. mangle*, *A. germinans*, *L. racemosa*); también se muestra otro tipo de especies tales como (*Eugenia capuli*, *Citharexylum*

berlandieri, *Casearia corymbosa*) estas se relacionan hacia la variable de oxígeno disuelto esto se puede explicar con la microtopografía de cada uno de los cuadrantes en la parte sur presenta menor salinidad, para el otro eje se presenta un grupo con mayor número de especies y las demás variables fisicoquímicas: temperatura y pH no tienen relación en la distribución de la vegetación de manglar, así como en vegetación riparia.

En presente trabajo se demuestra la hipótesis que la microtopografía y la salinidad son factores que se relacionan con la distribución de las especies de vegetación arbórea en el canal nuevo de navegación, debido a que la microtopografía nos permitió conocer la distribución de las especies registrando estas es lugares bajos de -50 cm hasta 103 cm especies de manglar (*R. mangle*, *A. germinans*, *L. racemosa*) y en zonas con una microtopografías más elevadas de 14.5 cm hasta 208.5 cm. especies de vegetación riparia (*B. simaruba*, *C. berlandieri*, *S. macrocarpum*, *P. sapota*, *Ficus sp*, *P. arboreum*, *G. ulmifolia*) posteriormente la salinidad también tiene una relación con la vegetación encontrada en el canal nuevo, concentraciones altas de salinidad (50.07 ups) para especies de manglar y salinidades bajas (6.88 ups) para especies de vegetación riparia.

VIII.-CONCLUSIONES

- Se obtuvo un registro de 1,240 individuos pertenecientes a 19 familias y 23 especies, representadas por tres tipos de vegetación.
- Las 5 primeras especies con mayor abundancia son *R. mangle* con 368, *A. germinans* 365, *Conocarpus erectus* 187, *Bursera simaruba* 138 y *Laguncularia racemosa* 31 individuos.
- Con relación a la vegetación del canal nuevo de navegación, para el margen izquierdo y derecho, la especie de *A. germinans* obtuvo una mayor altura promedio de 4.95 m y un DAP promedio de 13.61 cm.
- La vegetación riparia con respecto a los márgenes de canal nuevo izquierdo y derecho la especie de *Pouteria sapota* obtuvo una mayor altura promedio de 7.07 m y un DAP promedio de 22.64 cm.
- Los mayores valores de importancia fueron para el margen derecho es la especie de *A. germinans* con valor de 100.96 y para el margen izquierdo *R. mangle* con un valor de 69.80.
- La microtopografía es un factor importante en la distribución de las especies en lo que corresponde a los 20 m. para ambos márgenes del canal de

navegación, en zonas bajas de (-50 cm a 103 cm) se desarrolla especies de manglar y en las zonas altas (14.5 cm a 208.5 cm) vegetación riparia.

- La salinidad determino la presencia de diferentes tipos de especies, salinidades altas de (21.14 ups - 50.07 ups) para vegetación de manglar y salinidades bajas de (6.88 ups -10.64 ups) para vegetación riparia.

IX.-APLICACIÓN PRÁCTICA DEL TRABAJO

Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 1993), un Corredor Biológico es el territorio que permite que los ecosistemas se adapten a los cambios, comunicando Áreas Naturales Protegidas, para así mantener la dispersión genética natural.

En la zona norte del Estado de Veracruz, se encuentran dos sistemas lagunares muy importantes: la laguna de Tamiahua con más de 88,000 ha y la laguna de Tampamachoco con 1,500 ha; ambas han sido decretadas Sitios Ramsar en reconocimiento a los humedales (manglares principalmente) que se les asocian. Las citadas están separadas aproximadamente 42 km, pero se conectan entre ellas por un canal intercostero de 15 m de ancho en promedio. Casi a la mitad de la distancia, se tiene un área de 1,260.6 ha de manglar conocida como Majahual. La extensión de manglar de la laguna de Tamiahua es de 8,269.7 ha, preferentemente ubicadas en la porción sur y la laguna de Tampamachoco tiene 4,864.1 con casi la totalidad establecida en su parte norte.

Tomando en consideración que, el objetivo establecido para los Corredores Biológicos es asegurar la conectividad entre poblaciones, comunidades y procesos ecológicos a través de un proceso de planificación técnica y de participación colaborativa de pobladores y autoridades; como primer paso en la metodología y criterios de diseño es la sistematización de la información técnica existente, se

determinó el conocimiento de la vegetación arbórea que se asienta en los márgenes de la ZOFEMAT (20 m) del canal de navegación intercostero que une a la laguna de Tampamachoco con la laguna de Tamiahua con la finalidad de aportar bases para una reforestación a lo largo del canal. Acción que en un futuro conectaría a los manglares de Tampamachoco, Majahual y Tamiahua, con lo que se potenciaría la conformación de un Corredor Biológico que comunicaría los Sitios Ramsar y mantendría una dispersión genética a lo largo de los 42 km del canal y de las lagunas.

La contribución del presente trabajo se enfoca a los primeros 4 km del canal intercostero partiendo de la laguna de Tampamachoco. El conocimiento generado en la aplicación de este trabajo se podría replicar en algunas áreas a lo largo de la totalidad del canal.

Cuadro 18.- Especies que se proponen para reforestar el margen izquierdo del canal nuevo de navegación en la Zona Federal Marítimo Terrestre.

Margen izquierdo	
Distancia	Especies
0-5 m	<i>Rhizophora mangle, Avicennia germinans, Laguncularia racemosa.</i>
5-10 m	<i>Casearia corymbosa, Muntingia calabura, Bursera simaruba Conocarpus erectus, Randia obcordata, Thichilia havanensis.</i>
10-15 m	<i>Prunus salicifolia, Pouteria sapota, Thichilia havanensis Muntingia calabura, Bursera simaruba, Conocarpus erectus.</i>
15 – 20 m	<i>Randia obcordata, Thichilia havanensis, Prunus salicifolia Conocarpus erectus, Bursera simaruba.</i>

Cuadro 19.- Especies que se proponen para reforestar el margen derecho del canal nuevo de navegación en la Zona Federal Marítimo Terrestre

Margen derecho	
Distancia	Especies
0-5 m	<i>Rhizophora mangle, Avicennia germinans.</i>
5-10 m	<i>Randia obcordata, Citharexylum berlandieri, Conocarpus erectus, Bursera simaruba, Sapium macrocarpum.</i>
10-15 m	<i>Prunus salicifolia, Casearia corymbosa, Conocarpus erectus, Bursera simaruba, Sapium macrocarpum.</i>
15-20 m	<i>Rhizophora mangle, Avicennia germinans, Sapium macrocarpum.</i>

X.-BIBLIOGRAFÍA

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.

Agustín-Ricaño y Banda-Hernández 2007. Estructura y productividad de *Rhizophora mangle*, *L. Avicennia germinans*, (L). L. y *Laguncularia racemosa*, C.F. GAERTN. En el sitio Ramsar 1602; Manglares y humedales de Tuxpan. Tesis. Facultad de Biología. Universidad Veracruzana.

ANCON 1998. Proyecto planeación metodológica y apoyo a la promoción de corredores biológicos locales (propuestos) en la república de panamá. Proarcas/capas.

Aponte H. 2007. Respuesta de *Schoenoplectus americanus* (Pers.) Vol. ex Sch. & R. Sél. (Cyperaceae) "Junco" a diferentes concentraciones de nutrientes. Tesis para optar al título profesional de Biólogo con mención en Botánica. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Biológicas.

Aponte, Huaroto, Dámaso W. 2011. Humedales de la costa central del Perú: estructura y amenazas de sus comunidades vegetales. Ecología aplicada, vol. 10.

Basáñez Muñoz, A.J. 2005. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar: Manglares y humedales de Tuxpan. Disponible en: <http://portal.veracruz.gob.mx/pls/portal/docs/PAGE/CGMA/DIFUSION/ENPS/RAMSAR/SITIO%20RAMSAR%20MANGLARES%20Y%20HUMEDALES%20DE%20TUXPAN.PDF>.

Basáñez Muñoz, A.J., Olmedo Pérez G. y Rojas Mencion P. Características estructurales y usos del manglar en el ejido Cerro de Tumilco, Tuxpan, Veracruz. México. Facultad de Ciencias Biológica y Agropecuarias Universidad Veracruzana.

Bedford B.L., Walbridge M.R. y Aldous A. 1999. Patterns in nutrient availability and plant diversity of temperate North American wetlands. *Ecology* 80:2151-2169.

Benítez Badillo G., Pulido-Salas M.T. y Zamora Equihua M. 2004. Árboles multiusos nativos de Veracruz para reforestación, restauración y plantaciones. Instituto de Ecología, A.C. de Xalapa, Veracruz.

Carrillo-Bastos, A. Elizalde-Rendón, R.M., Torrescano Valle, N. y Flores Ortiz G. 2008. Adaptación ante disturbios naturales, manglar de puerto Morelos, Quintana Roo, México. *Foresta veracruzana*, vol. 10, núm. 1, pp 31-38. Recursos Genéticos Forestales.

Castañeda L. y Contreras F. 2001. Serie: Bibliografía comendada sobre Ecosistemas Costeros Mexicano Centro de Documentación Ecosistemas Litorales Mexicanos. Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa Unidad, División CBS Depto. de Hidrología. Publicación electrónica ISBN: 070-654-912-9. México, DF.

Castillo A. Silvia. y Moreno Casasola. P. 1998. Análisis de la flora de dunas costeras del litoral atlántico de México. Acta botánica mexicana. Núm. 45. 55:80.

Castillo Campos G., Media Abreo M. E. 2002. Árboles y arbustos de la reserva natural de la Mancha, Veracruz. Manual para la identificación de las especies. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz.

Castillo S., F S., E. Flores Z. y F. contreras 1996. Comparación hidrológica de tres lagunas costeras del norte del estado de Veracruz: Pueblo Viejo, Tamiahua y Tampamachoco. *Res. X Congr. Nal. Oceanogr.*

Contreras, E.F., 1985. Las lagunas costeras mexicanas. Centro de Ecodesarrollo, secretaria de pesca, D.F. 253 p.

Contreras, F., 1983. Biótica, Variaciones en la hidrología y concentraciones de nutrientes del área estuario-lagunar de Tuxpan, Tampamachoco, Veracruz, México. 201-213. 8 (2):

Costanza, R. D'Arge R. de Groot, R. Farber, S. Grasso M., Hannon, B. Limburg K. Naeem S., O'Neill R.V., Paruelo J., Raskin R.G., Sutton P. y van den Belt M. 1998. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Ecological Economics* 25:3-15.

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.

Elizondo, C., Barba Macías E., Castillo Santiago M.A., Hernández Arana H., Hoil Villalobos, D., López Adame H., López-Merlín D., Medina Quijano H., Mendoza J., Novelo, J., Tovilla, C. y Velázquez Solimán, G. 2011. Estudio para la caracterización y Diagnostico de Humedales en Puerto Morelos. *Ecosur Jardín botánico*.

Finlayson C.M., Davidson N.C., Spiers A.G. y Stevenson N.J. 1999. Global wetland inventory - current status and future priorities. *Marine and Freshwater Research* 50:717-727.

Flores Guido J.S., Duran García R. y Ortiz Díaz, J.J (2010). Biodiversidad y desarrollo Humano en Yucatán I ecosistemas y comunidades CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA 125-129 p.

Flores Verdugo F.V y Agraz Hernández C.M. 2009. Determinación de la microtopografía utilizando la manguera de nivel. En: Moreno-Casasola P. y B. Warner. Eds. Breviario para describir, observar y manejar humedales. Serie Costa Sustentable no 1.

Flores-Verdugo F., Agraz-Hernández 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. Agraz -Hernández, C. M. Benítez-Pardo, 2005. H. creación y restauración de ecosistemas de manglar: principios básicos. Manejo costero integral: el enfoque municipal, sección VII Alternativas para el desarrollo costero Sustentable. Instituto de Ecología, A.C.

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.

García, E. 1971 An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autónoma de México. Los climas del Estado de Veracruz (según el sistema de clasificación climática de Köppen). Botánica. 342. 41 (1).

Garrido -Pérez, A. Cuevas M.L. Cotler, H. González D. I. y Tharme, R. 2010. Evaluación del grado de alteración ecohidrológica de los ríos y corrientes superficiales de México. Investigation ambient. 2 (1): 25-46.

Gregory, V.S., J.F. Swason, A.W. Mckee & W.K. Cummins. 1991. An ecosystem perspective of riparian zones. BioScience 41(8):540-551.

Hauenstein, E., A. Muñoz-Pedreras, F. Peña, f. Encina & M. González. 1999. Humedales: ecosistemas de alta biodiversidad con problemas de conservación. El Árbol Nuestro Amigo 13: 8-12.

Hernández-Hernández R.M., Carillo Inungaray M. L. y Reyes Munguía A. 2008. Púan (*Muntingia calabura*) potencial antioxidante y antimicrobiano. Tlatemoani. Numero 8 diciembre 2011. Pág. 28:42.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2005. Conjunto de datos vectoriales de la carta de uso del suelo y vegetación: escala 1:250 000. Serie III (continuo nacional). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.

Kusler J.A., W.J. Mitsch & J.S. Larson. 1994. Humedales. *Investigación y Ciencia* 210: 6-13.

Landgrave, R. y Moreno-Casasola P. 2012. Evaluación cuantitativa de la pérdida de humedales en México. *Investigation ambient* 4 (1:19-35).

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.

López Portillo J. y Ezcurra. 2002. los manglares de México: una Revisión. *Madera y bosque número especial*: 27-51

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

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

Martínez, M. 2003. Características estructurales del bosque de Manglar de la laguna de Tampamachoco. Municipio de Tuxpan Veracruz. Tesis. Facultad de Biología. Universidad Veracruzana.

Matteucci, D. S. y A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Washington, D. C. 168p.

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

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

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.

Mendoza-Barrón E. 2013. "Microtopografía en un área de manglar conservado y degradado del Sitio Ramsar no. 1602" Tesis. Facultad de Biología. Universidad Veracruzana.

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

Moreno-Casasola B. P. y Paradowska K. 2009. Useful plants of tropical dry forest on the coastal dunes of the center of Veracruz State. *Madera y Bosques* 15(3), 2009: 2-44.

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. México. PP. 159-165.

Moreno-Casasola P., López-Rosas H., Infante-Mata D., Peralta L.A., Travieso-Bello A.C. y Warner B.G. 2009. Environmental and anthropogenic factors associated with coastal wetland differentiation in La Mancha, Veracruz, Mexico. *Plant Ecology* 200:37-52.

Moreno-Casasola, P. 2008. Los humedales en México: Tendencias y oportunidades. *Cuadernos de biodiversidad* 28 (universidad de Alicante, España): 10-18

Moreno-Casasola, P. Cejudo Espinosa, E. Capistrán-Barradas, A. Infante-Mata, D. López-Rosas, H. Castillo-Campos, G. Pale-Pale, J. y Campos-Cascaredo, A.

2010. Composición florística, diversidad y ecología de humedales herbáceos emergentes en la planicie costera central de Veracruz, México. Bol. Soc. Bot. Méx. 87: 29-50.

Moreno-Casasola, P. y Pérez Barbosa, E. y A.C. Travieso-Bello. (Eds). 2006. Estrategias para el manejo integral de la zona costera: un enfoque municipal. Instituto de Ecología A.C., Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, (SEMARNAT), Gobierno del Estado de Veracruz. Xalapa, Ver. México. Vol. I

Mostacedo, B.; Fredericksen, Todd S. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia.

Müeller-Dombois, D. y Ellenberg H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley y Sons. USA. 547 p.

Naiman R.J., Décamps H., McClain M.E. 2006. Riparia-Ecology, conservation and management of streamside communities. *Elsevier academic press*. 430 pp.

Navas, L.E. 1976. Flora de la Cuenca de Santiago. Tomo I, Pteridophyta, Gymnospermae y Monocotyledonea. Edit. Universidad de Chile.

NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

NOM-146-SEMARNAT-2005. Establece la metodología para la elaboración de planos que permitan la ubicación cartográfica de la zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar.

Olmsted I. 1993. Wetlands of Mexico. En: Whigham D.F., Dykyjová D. y Hejny S. Eds. *Wetlands of the world I: Inventory, ecology and management*, pp. 637–678. Handbook of Vegetation Science. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht Pp. 637-677.

Orozco- Segovia A. y Lot-Helgueras A. 1976. La vegetación de las zonas inundables del sureste de Veracruz. *Biótica* 1:1-44.

Palacio- Aponte A.G., Noriega-Trejo R. y Zamora Crescencio P. 2002. Caracterización Físico-geográfica del paisaje conocido como “bajos inundables”. En el caso del Área natural Protegida Balamkím, Campeche. *Boletín del Instituto de geografía, UNAM*. Núm. 49, pp. 57-73.

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.

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.

Postel, S. y Brian Richter. 2003. *Rivers for life. Managing water for people and nature*. Island Press, EE.UU., 253 p.

R Development Core Team. 2009. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.

Ramírez D., Aponte H. y Cano A. 2010. Flora Vascular y Vegetación del Humedal De Santa Rosa (Chancay, Lima). Revista Peruana de Biología, 17(1): 105- 110.

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.

Rojas- García. J. y Vidal Rodríguez. 2008. R.M. Catalogo tipológico de humedales lacustres y costeros del estado de Chiapas.

Romero Berny E. I., y Tovilla-Hernández C. 2009. Estructura del manglar en el sistema lagunar costero de Carretas-Pereyra, reserva de la biósfera, La Encrucijada, Chiapas, México. *Lacandonia, Rev. Ciencias UNICACH* 3 (1): 19-28.

Salas Morales S. H. Schiblit L. Nava -Zafra. A y Saynes Vásquez. 2007. Flora de la costa de Oaxaca, México (2): Lista florística comentada del parque nacional Huatulco. *Bol. Soc. Bot. México* 81:00-00.

Sarukhàn k.,l. 1968 Análisis sinecológico de las selvas de termunalia amazónica en la planicie costera del Golfo de México. Tesis de Maestría. Colegio de posgraduados. Chapingo, México 300 pp.

Silva M. A. y Carrillo N. N. 2004. El manglar de Purruja, Golfito, Costa Rica: un modelo para su manejo. *Rev. Biol. Trop.* vol.52 supl.2 San José. *Versión* ISSN 0034-7744.

Tomlinson, P.B. 1986. *The Botany of Mangroves*. Cambridge University Press, Cambridge. 413 p.

Tovar, D. 1996. Plan del sistema nacional de áreas protegidas y corredores biológicos. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Global Environmental Facility (GEF) & Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD).Panamá.

Tovilla-Hernández, C., F. Ovalle, Infante Mata, D, Ovalle Estrada F. Presa Pérez J.C. García Alfaro J.R. y De la Cruz G., M. 2013. Informe inventario del manglar y avance de la intrusión salina en el Ejido Carrizal Municipio de Tabasco. CONACYT ECOSUR. Tapachula, Chiapas, México.

Valle Allan. G. Osorno-Arango, A. M. y. Gil-Agudelo, D. L. 2011. Estructura y regeneración del bosque de Manglar de la ciénaga de Cholón, isla Barú, Parque nacional natural corales del rosario y San Bernardo, Caribe Colombiano. Bol. Invest. Mar. Cost 40 (1) 115-130. ISSN 0122-9761. Santa Marta, Colombia

Vásquez- Yanes, C., A.I. Batís Muñoz, M.I. Alcocer Silva, M. Gual Díaz y C. Sánchez Dirzo. 1999. Árboles y arbustos potencialmente valiosos para restauración ecológica y la reforestación. Reporte técnico del proyecto. J084.CONABIO INSTITUTO DE ECOLOGIA UNAM.

Wheeler B.D., Money R.P. y Shaw S.C. 2002. Freshwater wetlands. En: Perrow M.R. y Davy A.J. Eds. Handbook of Ecological restoration, pp. 325-354.Vol. 2. Restoration in practice. Cambridge University Press. Cambridge.

Zaldívar Jiménez., Herrera Silveira J., Teutli Hernández C., Hernández Saavedra R. Camal Sosa J. 2010. Biodiversidad y desarrollo Humano en Yucatán I ecosistemas y comunidades CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA 139-138 p.

Zamora-Trejos, P. y Cortés J. 2009. Los manglares de Costa Rica: el Pacífico norte Rev. Biol. Trop. vol.57 no.3 San José. *Versión* ISSN 0034-7744.

X.-ANEXOS

PARÁMETROS ESTRUCTURALES

Anexo 1 Cuadro 2.- Altura promedio y DAP de las especies encontradas en el margen izquierdo en el canal nuevo de navegación.

No.	Nombre común	Nombre científico	Familia	Número de individuos	Altura promedio	Diámetro promedio(cm)
1	Mangle negro	<i>Avicennia germinans</i> (L.) L	Verbenaceae	140	4.79	13.91
2	Mangle rojo	<i>Rhizophora mangle</i> L.	Rhizophoraceae	216	3.54	7.39
3	Mangle Blanco	<i>Laguncularia racemosa</i> L. Gaertn. f	Combretaceae	28	3.73	7.45
4	Mangle botoncillo	<i>Conocarpus erectus</i> L.	Combretaceae	89	4.27	11.81
5	Chaca	<i>Bursera simaruba</i> L Sarg.	Burseraceae	84	3.83	10.05
6	Guayabo	<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	7	3.55	5.12
7	Palma de coco	<i>Cocos nucifera</i> L	Arecaceae	5	7.67	22.8
8	Sauco hediondo	<i>Citharexylum berlandieri</i> B.L. Rob	Verbenaceae	1	3	4.45
9	Cafecillo, Café cimarrón	<i>Casearia corymbosa</i> H. B. K.	Flacourtiaceae	9	3.64	4.49
10	Capulín	<i>Prunus salicifolia</i> Kunth	Rosaceae	12	3.46	3.36
11	Rama de tinaja, Xopiltetl	<i>Trichilia havanensis</i> Jacq.	Meliaceae	18	3.93	6.02
12	Cruceto	<i>Randia obcordata</i> S. Watson	Rosaceae	21	3.75	5.84
13	Púan	<i>Muntingia calabura</i> L.	Muntingiaceae	2	3.45	4.13
14	Palo lechón, Lechoso	<i>Sapium macrocarpum</i> Müll.Arg	Euphorbiaceae	4	3.81	6.83
15	Escobilla, frutilla	<i>Eugenia capulí</i> Schlttd. & Cham.	Myrtaceae	1	3.36	3.81
16	Laurel	<i>Nectandra salicifolia</i> Kunth	Lauraceae	5	4.77	8.94
17	-----	<i>Hyperbaena jalcomulcensis</i> Pérez & Castillo-Campo	Menispermaceae	3	4.13	9.07
18	Mangle botoncillo	<i>Conocarpus erectus</i> var. <i>sericeus</i> D.C	Combretaceae	2	3.63	7
19	Rosalía	<i>Jacquinia macrocarpa</i> Cav.	Theophrastaceae	1	3.82	9.54
20	Zapote mamey	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H	Sapotaceae	1	7.37	27.05
21	Ficus sp.	-----	Moraceae	1	6.26	10.18

Anexo 2. Cuadro 4.-Índice de dominancia de las especies registradas para el margen izquierdo del canal nuevo.

Especie	Núm.	Frecuencia	Densidad (inds/m ²)	Área basal (m ²)	Índice de dominancia
<i>Avicennia germinans</i>	140	60	0.21	1.64	21.20
<i>Rhizophora mangle</i>	216	100	0.33	0.88	29.24
<i>Laguncularia racemosa</i>	28	53	0.04	0.12	0.28
<i>Conocarpus erectus</i>	89	60	0.13	0.73	6.05
<i>Bursera simaruba</i>	84	53	0.12	0.68	4.72
<i>Psidium guajava</i>	7	26	0.010	0.01	0.04
<i>Cocos nucifera</i>	5	13	0.07	0.21	0.02
<i>Citharexylum berlandieri</i>	1	6	0.01	0.01	1.43
<i>Casearia corymbosa</i>	9	33	0.01	0.02	0.01
<i>Prunus salicifolia</i>	12	26	0.01	0.01	0.07
<i>Trichilia havanensis</i>	18	20	0.02	0.04	0.02
<i>Randia obcordata</i>	21	26	0.03	0.06	0.05
<i>Muntingia calabura</i>	2	13	0.03	0.02	0.01
<i>Sapium macrocarpum</i>	4	13	0.06	0.01	0.01
<i>Eugenia capulí</i>	1	6	0.01	0.01	1.05
<i>Nectandra salicifolia</i>	5	20	0.07	0.08	0.01
<i>Hyperbaena jalcomulcensis</i>	3	13	0.04	0.01	0.01
<i>C. erectus var. sericeus</i>	2	6	0.03	0.08	0.01
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	1	6	0.01	0.07	0.06
<i>Pouteria sapota</i>	1	6	0.01	0.05	0.05
<i>Ficus sp.</i>	1	6	0.01	0.08	7.51
	650				

Anexo 3 Cuadro 5.- Altura promedios y DAP de las diferentes especies encontradas en el margen derecho en el canal nuevo de navegación.

No.	Nombre común	Nombre científico	Familia	Número de individuos	Altura promedio	Diámetro promedio(cm)
1	Mangle negro	<i>Avicennia germinans</i> (L.) L	Verbenaceae	225	5.11	13.32
2	Mangle rojo	<i>Rhizophora mangle</i> L.	Rhizophoraceae	152	4.28	7.43
3	Mangle blanco	<i>Laguncularia racemosa</i> L. <i>Gaertn. f</i>	Combretaceae	3	4.41	8.27
4	Mangle botoncillo	<i>Conocarpus erectus</i>	Combretaceae	98	4.5	14
5	Chaca palo mulato	<i>Bursera simaruba</i> (L)	Burseraceae	54	4.86	12.46
6	Sauco hediondo	<i>Citharexylum berlandieri</i> B.L. Rob	Verbenaceae	19	3.61	11.17
7	Cafecillo, Café cimarrón	<i>Casearia corymbosa</i> H. B. K.	Flacourtiaceae	1	3.72	3.5
8	Rama de tinaja, Xopiltetl	<i>Trichilia havanensis</i> Jacq.	Meliaceae	3	5.27	10.26
9	Cruceto	<i>Randia obcordata</i> S. Watson	Rosaceae	7	4.56	8.61
10	Palo lechón, Lechoso	<i>Sapium macrocarpum</i> Müll.Arg	Euphorbiaceae	11	3.35	4.58
11	Escobilla, frutilla	<i>Eugenia capulí</i> Schlttd. & Cham.	Myrtaceae	2	3.54	3.65
12	-----	<i>Hyperbaena jalcomulcensis</i> Pérez & Castillo-Campo	Menispermaceae	4	5.2	11.21
13	Rosalía	<i>Jacquinia macrocarpa</i> Cav.	<i>Theophrastaceae</i>	2	3.82	7.31
14	Zapote mamey	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H	Sapotaceae	3	6.81	18.13
15	Ficus sp	-----	Moraceae	1	7.37	14.96
16	Coralillo	<i>Pithecellobium arboreum</i> (L.) urb.	Mimosaceae	3	6.38	20.05
17	Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam	Sterculiaceae	2	5.77	18.75
				590		

Anexo 4. Cuadro 7.- Índice de dominancia de las especies registradas para el margen derecho del canal nuevo.

Especie	Núm.	Frecuencia	Densidad	Área basal (m)	Índice de dominancia
<i>Avicennia germinans</i>	225	73	0.38	4.81	134.08
<i>Rhizophora mangle</i>	152	80	0.25	1.05	21.82
<i>Laguncularia racemosa</i>	3	6	0.05	0.01	0.05
<i>Conocarpus erectus</i>	98	100	0.16	2.18	36.33
<i>Bursera simaruba</i>	54	60	0.09	1.04	5.71
<i>Citharexylum berlandieri</i>	19	53	0.03	0.22	0.38
<i>Trichilia havanensis</i>	3	13	0.05	0.04	0.03
<i>Randia obcordata</i>	7	13	0.01	0.21	0.03
<i>Sapium macrocarpum</i>	11	26	0.01	0.01	0.08
<i>Casearia corymbosa</i>	1	6	0.01	0.09	9.78
<i>Eugenia capulí</i>	2	6	0.03	0.09	0.01
<i>Hyperbaena jalcomulcensis</i>	4	6	0.06	0.02	0.09
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	2	13	0.03	0.07	0.03
<i>Pouteria sapota</i>	3	13	0.05	0.04	0.02
<i>Ficus sp</i>	1	6	0.01	0.01	0.01
<i>Pithecellobium arboreum</i>	3	6	0.05	0.23	0.07
<i>Guazuma ulmifolia</i>	2	6	0.03	0.10	0.02
	590				

Anexo 5.- Formato para determinar tipo de vegetación arbórea.

Lugar _____ Fecha _____ Coordenadas _____

Nº de individuo	Nombre común	Nombre científico	Altura	DAP	Observaciones
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					

Anexo 6.- Técnica de herborizado

Para llevar a cabo la herborización se utilizara una prensa, la cual consiste en dos parrillas de madera 30cm de ancho y largo 50cm, en dicha prensa se colocaran los ejemplares colectados de la siguiente manera.

Para recolectar plantas debemos hacerlo en días con buen tiempo, cuando las plantas no tengan rocío ni gotas de agua en su superficie. La humedad excesiva puede llegar a podrir las plantas prensadas.

Las hierbas deben colectarse enteras, con raíces, tallos hojas, flores, etc. Sin flores, es prácticamente imposible identificar una planta con exactitud, y el ejemplar seco no tendrá valor alguno. Si las plantas tienen raíces o bulbos gruesos, se les debe cortar longitudinalmente. Guarde todos los trozos en bolsas e individualícelos.

Cada hoja del periódico con su respectiva planta se coloca entre dos láminas de cartón, tal como se aprecia en la imagen de la derecha.

Se hará el cambio de papel secante cada 12 o 24 horas y si fuera posible también el papel periódico. Para que el secado fuera mucho más rápido y por lo tanto no fuera cubierto por hongos.



Se amontonan varias plantas de la misma forma; debe quedar la secuencia: cartón-planta-cartón-planta-cartón-planta...cartón.

Todo el paquete se pone entre dos prensas de madera.



La prensa se amarra con dos trozos de cuerda de modo que el conjunto quede muy apretado.

Una vez amarrada y bien apretada, la prensa se coloca en un lugar cálido y seco para que se deshidraten las plantas.

Se deben cambiar las hojas de papel y los cartones cada dos días aproximadamente, dependiendo de la humedad de las plantas.



Una vez secas, las plantas pueden montarse en una cartulina.

Cada planta montada debe llevar una etiqueta con:

Nombre común de la planta: _____
Nombre científico: _____
Color de las flores/ fruto: _____
Descripción de la planta: _____ _____
Número de placa: _____
Numero de especie: _____
Número de cuadrante: _____
Lugar de recolección: _____
Fecha de recolección: _____
Nombre del recolector: _____

La exactitud de los datos de la ficha es muy importante: así en caso de necesidad, se puede ubicar la planta en plena floración gracias a la fecha y en el mismo sitio; así mismo, se puede consultar detalles a la persona que al recolectó, etc.

Volviendo a la forma de la herborización, indicaremos que si la muestra del ejemplar colectado es grande conviene doblarlo o cortarlo en 2, 3 ó más partes, las cuales no pueden quedar separadas como si fueran pertenecientes a otros especímenes, debiendo todos estos elementos, que se han separado, llevar el mismo número de su precedencia original.



Anexo 7.- Formato para registrar la Microtopografía.

Lugar _____ Fecha _____ Coordenadas _____

Numero de cuadrante _____ Orientación N-S _____

LECTURAS	LECTURA 1	LECTURA 2	L1-L2	DISTANCIAS	MICRORELIEVE	OBSERVACIONES
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

Anexo 9.- Coordenadas geográficas y número de individuos por cuadrante en el Canal Nuevo de Navegación de la Laguna de Tampamachoco Veracruz.

Coordenadas	Margen izquierdo	Total de individuos	# de sp	Coordenadas	Margen derecho	Total de individuos	# de sp
N 21° 01' .790 W 97° 21' .328	Cuadrante # 1	31	2	N 21° 02' .046 W 97° 21' .346	Cuadrante # 16	27	3
N 21° 01' .932 W 97° 21' .366	Cuadrante # 2	76	3	N 21° 02' .282 W 97° 21' .407	Cuadrante # 17	50	5
N 21° 02' .198 W 97° 21' .435	Cuadrante # 3	59	3	N 21° 02' .544 W 97° 21' .474	Cuadrante # 18	35	5
N 21° 02' .443 W 97° 21' .490	Cuadrante # 4	5	2	N 21° 02' .653 W 97° 21' .498	Cuadrante # 19	47	4
N 21° 02' .697 W 97° 21' .551	Cuadrante # 5	6	4	N 21° 02' .779 W 97° 21' .531	Cuadrante # 20	37	4
N 21° 02' .917 W 97° 21' .605	Cuadrante # 6	16	6	N 21° 02' .851 W 97° 21' .549	Cuadrante # 21	34	4
N 21° 03' .102 W 97° 21' .649	Cuadrante # 7	40	9	N 21° 02' .998 W 97° 21' .583	Cuadrante # 22	44	3
N 21° 03' .447 W 97° 21' .736	Cuadrante # 8	23	10	N 21° 03' .209 W 97° 21' .637	Cuadrante # 23	20	5
N 21° 03' .529 W 97° 21' .758	Cuadrante # 9	48	11	N 21° 03' .291 W 97° 21' .659	Cuadrante # 24	20	4
N 21° 03' .598 W 97° 21' .773	Cuadrante # 10	42	7	N 21° 03' .440 W 97° 21' .696	Cuadrante # 25	46	4
N 21° 03' .696 W 97° 21' .797	Cuadrante # 11	22	5	N 21° 03' .625 W 97° 21' .741	Cuadrante # 26	64	6
N 21° 03' .953 W 97° 21' .860	Cuadrante # 12	21	3	N 21° 03' .759 W 97° 21' .763	Cuadrante # 27	57	6
N 21° 04' .074 W 97° 21' .691	Cuadrante # 13	103	10	N 21° 03' .933 W 97° 21' .815	Cuadrante # 28	45	4
N 21° 04' .191 W 97° 21' .919	Cuadrante # 14	68	4	N 21° 04' .283 W 97° 21' .898	Cuadrante # 29	34	8
N 21° 04' .247 W 97° 21' .937	Cuadrante # 15	90	5	N 21° 04' .317 W 97° 21' .905	Cuadrante # 30	30	10
	Total	650			Total	590 =1,240 individuos	

Anexo 10.- Vegetación arbórea del canal nuevo de navegación.



Rhizophora mangle (Mangle rojo).



Avicennia germinans (Mangle negro).



Conocarpus erectus (Mangle botoncillo).



Bursera simaruba (Chaca o palo mulato).



Laguncularia racemosa (Mangle blanco).



Randia obcordata (Cruceto).



Trichilia havanensis (Rama de tinaja, Xopiltetl).



Citharexylum berlandieri (Sauco hediondo).



Conocarpus erectus var. *sericeus* (Mangle cenizo).

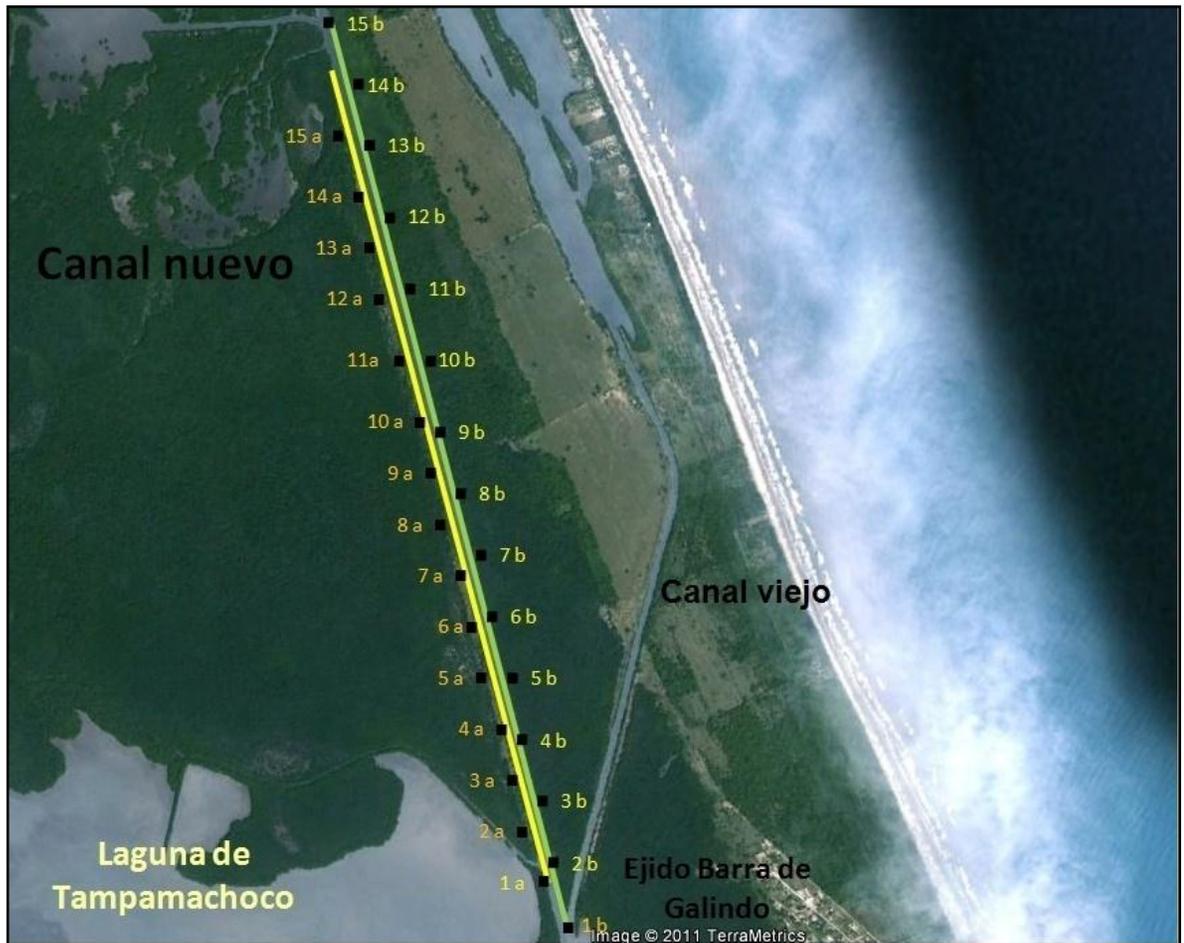


Figura 104.- Área de muestreo, distribución de los cuadrantes en ambos márgenes del canal, para la elaboración del estudio de Vegetación arbórea.