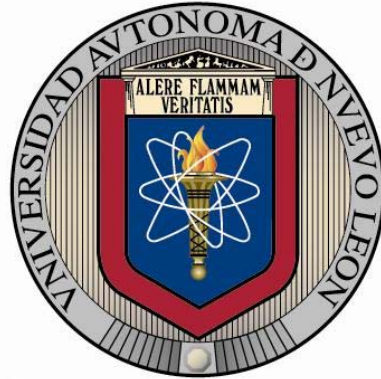


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



**ESTUDIO DE LAS COMUNIDADES DE ANÉLIDOS  
POLIQUETOS Y SU RESPUESTA A PERTURBACIONES  
AMBIENTALES EN LA LAGUNA DE TAMIAHUA,  
VERACRUZ, MÉXICO**

**TESIS**

**QUE PRESENTA**

**M.C. VLADIMIR SANCHEZ HERNÁNDEZ**

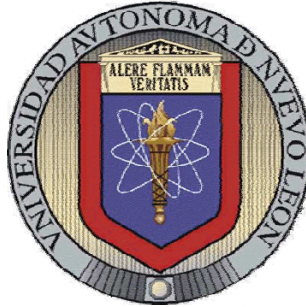
**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICAS CON ACENTUACIÓN  
EN MANEJO DE VIDA SILVESTRE Y DESARROLLO  
SUSTENTABLE**

**SAN NICOLÁS DE LOS GARZA, N.L.**

**DICIEMBRE 2009**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



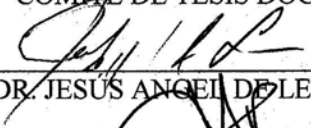
ESTUDIO DE LAS COMUNIDADES DE ANÉLIDOS POLIQUETOS Y SU  
RESPUESTA A PERTURBACIONES AMBIENTALES EN LA LAGUNA DE  
TAMIAHUA, VERACRUZ, MÉXICO

TESIS QUE PRESENTA  
**M.C. VLADIMIR SANCHEZ HERNÁNDEZ**

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICAS CON ACENTUACIÓN EN  
MANEJO DE VIDA SILVESTRE Y DESARROLLO SUSTENTABLE

COMITÉ DE TESIS DOCTORAL

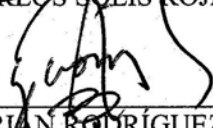
PRESIDENTE:

  
DR. JESÚS ÁNGEL DE LEÓN GONZÁLEZ

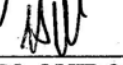
SECRETARIO:

  
DR. CARLOS SOLÍS ROJAS

VOCAL:

  
DR. GABINO ADRIÁN RODRÍGUEZ ALMARAZ

VOCAL:

  
DR. HUMBERTO QUIROZ MARTÍNEZ

VOCAL:

  
DRA. LOURDES LOZANO VILANO

# DEDICATORIA

*IN MEMORIAM*

***IRENE ZAVALA HERNANDEZ***

*Tasse Irene vy abha ko Boddhisatva*

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente las aportaciones que hicieron las siguientes personas, desde un grano de arena hasta mas, ésto permitió que el presente trabajo llegara como un barco, a buen puerto:

- Dr. Jesús Ángel de León González
- Dr. Carlos Solís Rojas
- Dr. Gabino Adrián Rodríguez Almaráz
- Dr. Humberto Quiróz Martínez
- Dra. Lourdes Lozano Vilano
- Dr. Roberto Mendoza Alfaro
- Dr. Pedro Cesar Cantú Martínez
- Dr. Roberto Mercado Hernández
- Dr. Sergio García Ibañez
- Dr. Raúl Torres Zapata
- Dra. Julia Verde Star
- Ing. Edgar Sánchez Zavala
- Biol. Eduardo Sánchez Zavala
- M.A. Yasodari Sánchez Zavala
- Lic. Estrella Sánchez Zavala
- M.C. Marcela Lugo Serrato
- Arq. Liliana González Flores

## TABLA DE CONTENIDO.

Indice de Tablas .....	vi
Indice de Figuras .....	xii
Resumen .....	xvi
Abstract .....	xviii
<b>I. Introducción.</b> .....	1
I.1.-Conceptos Preliminares.....	1
I.2.-Objetivos. ....	5
I.2.1.- Objetivos Generales. ....	5
I.2.2.- Objetivos Particulares. ....	5
I.3.-Hipótesis.....	5
I.4.-Importancia. ....	6
I.5.-Justificación. ....	6
<b>II. Antecedentes.</b> .....	6
<b>III. Materiales y Métodos.</b> .....	10
III.1.-Área de Estudio. ....	10
III.2.-Lluvia, Temperatura y Periodos de Lluvia y Estiaje. ....	13
III.3.-Campañas de Monitoreo y estaciones de Muestreo. ....	15
III.4.-Muestras Biológicas. ....	19
III.5.-Textura y Materia Orgánica. ....	19
III.6.-Profundidad. ....	19
III.7.-Temperatura del Bentos. ....	20
III.8.-Oxígeno Disuelto del Bentos. ....	20
III.9.-Salinidad. ....	20
III.10.-Conductividad Eléctrica. ....	21
III.11.-Textura del Sedimento. ....	22
III.12.-Clasificación de los suelos. ....	22
III.13.-Materia Orgánica. ....	25
III.14.-Métodos Estadísticos. ....	26
<b>IV. Resultados.</b> .....	29
IV.1.-Monitoreo. ....	29
IV.2.-Temperatura ambiental y del fondo. ....	29
IV.3.-Lluvia y Estiaje. ....	31
IV.4.-Riqueza específica y equitatividad. ....	32
IV.4.1.-Faunística. ....	32
IV.4.2.-Abundancia, Presencia y Frecuencia de Especies.....	33
IV.4.3.-Hábitos Alimenticios.....	38
IV.4.4.-Especies Dominantes, Ocasionales, Raras y Constantes: Estructura de la Comunidad. ....	40
IV.4.5.-Índice de Diversidad de Especies. ....	55
IV.5.-Profundidad. ....	60
IV.6.-Temperatura. ....	67

IV.7.-Oxigeno Disuelto. ....	70
IV.8.-Salinidad. ....	75
IV.9.-Conductividad Eléctrica. ....	81
IV.10.-Estructura del Suelo Bentel de la Laguna de Tamiahua. ....	87
IV.10.1.-Arena . ....	87
IV.10.2.-Arcilla. ....	89
IV.10.3.-Limo. ....	91
IV.10.4.-Grava. ....	93
IV.11.-Materia Orgánica. ....	93
IV. 12.-Suelos Bentales de la Laguna de Tamiahua. ....	98
<b>V.-Discusión. ....</b>	<b>103</b>
V.1.-Monitoreo. ....	103
V.2.-Temperatura Ambiental y del Fondo. ....	103
V.3.-Lluvia y Estiaje. ....	103
V.4.-Riqueza Específica y Equitatividad. ....	104
V.5.-Profundidad.....	106
V.6.-Temperatura. ....	106
V.7.-Oxígeno Disuelto ....	106
V.8.-Salinidad. ....	107
V.9.-Conductividad Eléctrica.....	107
V.10.-Estructura del Suelo del Bentos.....	107
V.11.-Materia Orgánica. ....	108
V.12.-Suelos Bentales de la Laguna de Tamiahua. ....	108
<b>VI.-Conclusiones. ....</b>	<b>109</b>
VI.1.-Monitoreo. ....	109
VI.2.-Temperatura Ambiental y del Fondo. ....	109
VI.3.-Lluvia y Estiaje.....	110
VI.4.-Riqueza Específica y Equitatividad. ....	110
VI.5.-Índice de Diversidad de Especies.....	118
VI.6.-Profundidad. ....	119
VI.7.-Temperatura. ....	120
VI.8.-Oxigeno Disuelto. ....	120
VI.9.- Salinidad. ....	121
VI.10.- Conductividad Eléctrica. ....	122
VI.11.-Estructura del Suelo del Bentos. ....	123
VI.11.1.-Arena y Arcilla. ....	123
VI.11.2.-Limo. ....	123
VI.11.3.-Grava. ....	123
VI.12.-Materia Orgánica. ....	124
VI. 13.-Suelos Bentales de la Laguna de Tamiahua. ....	124
<b>VII.-Recomendaciones. ....</b>	<b>126</b>
<b>VIII.-Literatura Citada. ....</b>	<b>126</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
1.- Campañas de monitoreo. ....	15
2.- Zonas, transectos y estaciones de muestreo en el área de estudio.....	16
3.- Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo. ....	18
4.- Características de 12 tipos de suelos. Según USDA (Carmona, 1990). ....	24
5.- Campañas de monitoreo. ....	29
6.- Temperatura Ambiental y del Fondo: Comparación entre la temperatura ambiental del mes estacional de muestreo y las temperaturas del ambiente y el bentos registradas en el día de toma de muestra de cada una de las siete campañas. ....	30
7.- mm de lluvia en cada mes estacional. (* Mes de Muestreo) .....	31
8.- Número de organismos en por ciento y presencia de especies durante siete campañas de monitoreo. (Letras diferentes indican diferencias significativas). ....	34
9.- Frecuencia de ocurrencia en por ciento y presencia porcentual de especies (tipos: Dominantes, ocasionales, raras, constantes, detritívoro-filtradoras, omnívoras y carnívoras) durante las siete campañas de monitoreo; la comparación entre datos de periodo de lluvia (I, III, V, VII) y datos de periodo de estiaje (II, IV, VI) permite la observación clara de ausencia de correlación entre ambos períodos. ....	36

10.- Comparación de los valores medios de 13 parámetros en cada estación de muestreo durante las siete campañas de monitoreo, siendo el acomodo de datos en base a la media en por ciento del número de organismos de mayor a menor. Ejemplo de la interpretación y uso de esta tabla es el siguiente: la media del por ciento del número de organismos 5.08 % de la estación 2 y su salinidad media 21.43 PPM, comparada con la estación 3 en donde la media del por ciento del numero de organismos fue de 0.35 % y su salinidad media 21.43 PPM, permite la observación clara de la ausencia de correlación, que en este caso es entre dos parámetros, sin embargo la comparación puede hacerse extensiva a cualquiera de los 13 parámetros. ....	37
11.- Valores medios en porciento de organismos con 3 habitos alimenticios durante siete campañas de monitoreo. ....	39
12.- Distribución del número de organismos en por ciento de 4 tipos de especies y 3 formas de hábitos alimenticios. ....	43
13.- Número de organismos en por ciento de 4 tipos de especies durante siete campañas de monitoreo. ....	44
14.- Comparación de valores medios de varios parámetros y el índice de diversidad Shannon-Weiner. ....	57
15.- Porcentajes del índice de diversidad bajo, medio y alto, por cada campaña. ....	58
16.- Media del índice de diversidad de especies, mínimos y máximos por estación (de mayor a menor). ....	60
17.- Comparación entre valores medios de profundidad, índice de diversidad y por ciento de organismos. ....	63



18.- Comparación entre valores medios de la profundidad, índice de diversidad de especies (de mayor a menor) y por ciento del número de organismos. ....	66
19.-Comparación entre valores medios de profundidad y por ciento del número de organismos, detritívoro-filtradores, omnívoros y carnívoros. ....	66
20.- Comparación entre valores medios de profundidad, en arreglo de mayor a menor, y media del número de organismos. ....	66
21.- Comparación entre valores medios de temperatura, índice de diversidad de especies (de mayor a menor) y por ciento del número de organismos. ....	68
22.- Período de lluvia. Comparación entre valores medios de temperatura, índice de diversidad de especies (de mayor a menor) y por ciento del número de organismos.....	69
23.- Período de estiaje. Comparación entre valores medios de temperatura, índice de diversidad de especies (de mayor a menor) y por ciento del número de organismos....	69
24.- Distribución de las concentraciones de oxígeno disuelto en 16 estaciones de muestreo. ....	71
25.- Comparación entre concentraciones de oxígeno disuelto e índice de diversidad de especies. ....	72
26.- Comparación entre concentraciones medias de oxígeno disuelto, por ciento del número de organismos e índice de diversidad de especies (mayor a menor). ....	72
27.- Período de lluvia. Comparación entre concentraciones medias de oxígeno disuelto, por ciento del número de organismos e índice de diversidad de especies (mayor a menor). ....	73

28.- Período de estiaje. Comparación entre concentraciones medias de oxígeno disuelto, por ciento del número de organismos e índice de diversidad de especies (mayor a menor). .....	73
29.- Comparación entre las concentraciones medias de oxígeno disuelto y la media del número de organismos en períodos de lluvia y estiaje .....	74
30.- Relación entre concentraciones medias de oxígeno disuelto y el número de organismos en 5 especies de poliquetos. ....	75
31.- Cantidad y porcentaje de estaciones de muestreo con dos tipos de salinidad a lo largo de siete campañas de monitoreo. ....	76
32.- Campañas de monitoreo con salinidad mixomesohalina. ....	76
33.- Campañas de monitoreo con salinidad mixopolihalina. ....	77
34.- Comparación entre salinidad, índice de diversidad (mayor a menor) y por ciento del número de organismos. ....	78
35.- Relación entre salinidad, especies y número de organismos (%). ....	80
36.- Relación entre conductividad eléctrica e índice diversidad de especies. ....	83
37.- Comparación de valores medios de conductividad eléctrica, índice de diversidad de especies (de mayor a menor) y por ciento del número de organismos. ....	83
38.- Período de lluvia. Comparación de valores medios de conductividad eléctrica, índice de diversidad de especies y por ciento del número de organismos. ....	84

39.- Período de Estiaje. Comparación de valores medios de conductividad eléctrica, índice de diversidad de especies y por ciento del número de organismos. ....	84
40.- Relación entre conductividad eléctrica y por ciento del número de organismos durante las campañas III a VII. ....	85
41.- Relación entre conductividad eléctrica y valores altos en por ciento del número de organismos. ....	85
42.- Período de lluvia: Relación entre conductividad eléctrica y por ciento del número de organismos de especies dominantes. ....	86
43.- Período de estiaje: Relación entre conductividad eléctrica y por ciento del número de organismos de especies dominantes. ....	86
44.- Valores medios del % de arena de cada una de las 16 estaciones de muestreo, transectos y zonas este y oeste. ....	87
45.- Valores medios del % de arena de 4 transectos, zonas este-oeste y 16 estaciones de muestreo (en círculo, valores entre 10 y 19% de arena). ....	88
46.- Comparación entre valores medios del por ciento de arena, índice de diversidad de especies y por ciento del número de organismos. ....	88
47.- Valores medios del % de arcilla de cada una de las 16 estaciones de muestreo, transectos y zonas este-oeste. ....	89
48.- Valores medios del % de arcilla de 4 transectos, zonas este-oeste y 16 estaciones de muestreo (en círculo, valores entre 61 y 69% de arcilla). ....	90

49.- Comparación entre valores medios del porcentaje de arcilla, índice de diversidad de especies y por ciento del número de organismos, de mayor a menor. ....	90
50.- Relación entre el % de limo y media del número de organismos. ....	91
51.- Valores medios del % de limo de transectos, zonas este-oeste y 16 estaciones de muestreo. (Letras diferentes indican diferencias significativas). ....	92
52.- Comparación entre valores medios del por ciento de limo, índice de diversidad de especies (de mayor a menor) y por ciento del número de organismos. ....	92
53.- Valores medios del % de materia orgánica de 4 transectos, zonas este-oeste y 16 estaciones de muestreo. (Letras diferentes indican diferencias significativas). ....	94
54.- Relación entre % de materia orgánica y % del número de organismos en las zonas este-oeste. (Letras diferentes indican diferencias significativas). ....	95
55.- Relación entre % de materia orgánica y el % del número de organismos de 4 transectos.(Letras diferentes indican diferencias significativas). ....	95
56.- Comparación entre materia orgánica en niveles bajo, medio y alto, e índice de diversidad de especies en períodos de lluvia y estiaje. ....	96
57.- Comparación entre niveles de materia orgánica en cada una de las estaciones y el índice de Shannon-Weiner. ....	97
58.- Comparación del índice de diversidad, el % del número de organismos y la media de la materia orgánica. ....	98
59.-Tipos de suelos bentales de la Laguna de Tamiahua, en siete campañas de monitoreo y 16 estaciones de muestreo, clasificados acorde a Folk. y USDA. ....	99

60.- Comparación entre suelos clasificados según dos autores, media del índice de diversidad de especies y por ciento del No. de organismos. ....	100
61.- Período de lluvia: comparación entre suelos clasificados según dos autores, media del índice de diversidad de especies y por ciento del número de organismos. ....	101
62.- Período de estiaje: comparación entre suelos clasificados según dos autores, media del índice de diversidad de especies y por ciento del número de organismos. ....	101
63.-Distribución de los diferentes tipos de suelos en cada una de las 16 estaciones de muestreo durante las siete campañas de monitoreo. Encerrado en un círculo las estaciones con tipos de suelos similares. (E=Estación) (S=Suelo) .....	102

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
1 (a).-Área de estudio: Vista satelital de la Laguna de Tamiahua. ....	2
1 (b).-Área de estudio: Ubicación geográfica de la Laguna de Tamiahua (Ayala-Castañares y Segura, 1981). ....	3
2 (a).-Área de estudio: Ubicación geográfica de la Laguna de Tamiahua. ....	12
2 (b).-Área de estudio: La Laguna de Tamiahua es un cuerpo de agua en el litoral del Golfo de México. ....	12
3.- Período de Lluvia.- Distribución en mm de lluvia de seis meses estacionales del año. ....	14

4.- Período de Estiaje.- Distribución en mm de lluvia de seis meses estacionales del año.....	15
5 (a).-Área de estudio: Ubicación de las 16 estaciones de muestreo en la Laguna de Tamiahua. (Mapa: INEGI, 2003). .....	17
5 (b).-Área de estudio: Ubicación de las 16 estaciones de muestreo.....	18
6.- Triángulo de clasificación y 12 tipos de suelos, de acuerdo a USDA. (Carmona, 1990). .....	23
7.- Triángulo de clasificación y 11 tipos de suelos (Folk, 1954). .....	25
8.- Ubicación de especies según el método Olmstead y Tukey. ....	28
9.- Temperatura en °C para ambiente y fondo de la Laguna de Tamiahua. ....	30
10.- Lluvia en mm en cada una de las siete campañas de monitoreo en la Laguna de Tamiahua. ....	31
11.- Media en por ciento del número de organismos, correspondientes a 3 grupos de especies, detritívoro-filtradoras, omnívoros y carnívoros durante siete campañas de monitoreo. ....	40
12.- Número de Organismos en por ciento para 4 diferentes tipos de especies y 3 hábitos alimenticios durante siete campañas de monitoreo. ....	42
13 (a).-Prueba de Olmstead y Tukey para la campaña I. ....	49
13 (b).-Prueba de Olmstead y Tukey para la campaña II. ....	49

13 (c).-Prueba de Olmstead y Tukey para la campaña III. ....	50
13 (d).-Prueba de Olmstead y Tukey para la campaña IV. ....	50
13 (e).-Prueba de Olmstead y Tukey para la campaña V. ....	51
13 (f).-Prueba de Olmstead y Tukey para la campaña VI. ....	51
13 (g).-Prueba de Olmstead y Tukey para la campaña VII. ....	52
14.- Media por campaña. Media de los valores de cada uno de los 4 tipos de especies de el total de siete campañas de monitoreo. ....	53
15.- Media por estación. Media de los valores de cada uno de los 4 tipos de especies por estación de muestreo, considerando la sumatoria de las siete campañas. ....	53
16.- Índice de Diversidad de especies de Shannon-Weiner en siete campañas de monitoreo. ....	56
17.- Índice de diversidad de especies bajo, medio y alto. ....	59
18.- Estaciones de muestreo con mayor profundidad media. (Están incluidas dentro de la línea). ....	61
19.- Profundidad media en siete campañas de monitoreo. ....	62
20.- Comparación entre profundidad e índice de diversidad. ....	63
21.- Comparación de valores medios entre profundidad y frecuencia de especies en por ciento (Lluvia, campañas I, III, V, VII. Estiaje, campañas II, IV, VI). ....	64

22.- Relación entre valores medios de profundidad y número de organismos. ....	65
23.- Temperatura bental en la Laguna de Tamiahua. ....	67
24.- Registros de oxígeno disuelto del fondo de la Laguna de Tamiahua durante siete campañas de monitoreo. ....	71
25.- Niveles de conductividad eléctrica a lo largo de siete campañas de monitoreo. ....	81
26.- Concentración de arena en cada una de las siete campañas. ....	87
27.- Concentración de arcilla en cada una de las siete campañas. ....	89
28.- Concentración del % de limo en cada una de las siete campañas. ....	91
29.- Concentración de materia orgánica en cada una de las siete campañas. ....	94



## **Resumen.**

La “Laguna de Tamiahua”, es una laguna costera localizada en el litoral del Golfo de México, entre los ríos Panuco y Tuxpan, en el estado de Veracruz, México. Esta laguna fue afectada por una intensa precipitación en 1999, el efecto de este fenómeno meteorológico se reflejó en varios aspectos, la remoción de los sedimentos, fuerte disminución de la salinidad y en general, variación física y química del ambiente acuático. El efecto más trascendental fue la intensa defaunación de las especies bénticas, con fuerte implicación en la desaparición de especies y contable baja en el número de organismos por especies. Los anélidos poliquetos habitantes del bentos y de hábitos detritívoros fueron las primeras especies impactadas por estos sucesos. Las especies de poliquetos detritívoros son componentes del primer estrato de la cadena trófica. Con el fin de estudiar estos eventos, se establecieron siete campañas de monitoreo en función a los periodos de lluvia y estiaje, y 16 estaciones de muestreo ubicadas sobre 4 transectos perpendiculares a la línea de costa continental. Se estudiaron variables bióticas y abióticas. Se estimó como variables bióticas, las especies y su abundancia; mientras que las abióticas fueron la lluvia, la temperatura, profundidad, salinidad, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y por ciento de arena, arcilla, limo, grava y materia orgánica. Como factores fueron consideradas las campañas en periodo de lluvia y estiaje, los transectos T1 Norte, T2 Centro Norte, T3 Centro Sur y T4 Sur y las zonas Lado Oeste (LO), Centro Oeste (CO), Centro Este (CE), y Lado Este (LE), tomando en cuenta las 16 estaciones. Los resultados obtenidos se evaluaron por técnicas estadísticas como correlación múltiple bivariada, análisis de cluster, análisis discriminante y diseño factorial. Por su trofismo se evaluaron especies detritívoras. Omnívoras y carnívoras. Con el modelo de Olmstead y Tukey se determinaron especies dominantes, ocasionales, raras y constantes. Se identificaron 16 especies detritívoras, 5 filtradoras, 5 omnívoras y 14 carnívoras. Se encontró que no hay correlación entre niveles altos o bajos del índice de diversidad de Shannon-Weiner y niveles altos o bajos de los parámetros abióticos. La evaluación de los 11 parámetros abióticos demostró que en algunos casos hay y en otros no hay diferencias significativas temporal o espacialmente en cuanto a las estaciones y transectos. Acorde a los datos encontrados se estableció que la asociación entre tipo de suelo (proporciones porcentuales de arena, arcilla, limo y grava) y la cantidad de materia

orgánica (expresada como la media de la concentración y nivel de materia orgánica desde 0.2% hasta 5%), ambos ejercen mayor influencia en la colonización del bentos por especies de poliquetos. Las especies más abundantes fueron las detritívoras, estas son la base fuerte del trofismo de las especies carnívoras, y en menor grado las especies omnívoras. Cada una de las especies presentó selectividad, expresada como mejor desarrollo del número de organismos, dentro de niveles de los parámetros que fueron estudiados, como la salinidad, conductividad eléctrica, materia orgánica entre otros. *Paraprionospio pinnata* y *Mediomastus californiensis* fueron especies dominantes que se desarrollaron muy bien en niveles de salinidad mixmesohalina y mixopolihalina, en todos los rangos de conductividad eléctrica (desde 8.06  $\mu\text{mhos/cm.}$  hasta 29.80  $\mu\text{mhos/cm.}$ ) y rangos de materia orgánica (desde 0.38% hasta 5.60 %).

## **Abstract.**

The “Laguna de Tamiahua” is a coastal lagoon, located in the littoral of The Gulf of México, between Panuco and Tuxpan rivers in the state of Veracruz, México. This coastal lagoon was affected by intense rainfall in 1999, whose effect started sediment remotion, strongly salinity decrease and becoming generalized physical and chemical aquatic environment variation. These events had wide effect to originated intense unfaunation of benthic species, it has involved loses of species and loses in quantity number of organism per species. The annelids Polichaeta are benthic inhabitants; they have detritivorous habits and were firstly impacted by these environmental events.

Detritivorous Polichaeta species are members in the first level of tropic chain; they are consumer of food particles included in the benthic organic matter. In order to study a development of these events, were established seven monitoring excursion by rain and drought seasons, and 16 sampling stations distributed on 4 straight line perpendicular to seashore. Biotic and no biotic measurements variables were studied. Species, amount of species and quantity of organisms per species were estimated biotic variables. Whereas, unbiotic variables were judged some one how rain, temperature, depth, salinity, electric conductivity, dissolved oxygen, sand, clay, slime, gravel and organic matter. Were judged how factors monitoring excursion by rain or drought seasons, 4 straight line perpendicular to seashore, T1 North, T2 North Center, T3 South Center and T4 south; 4 zones, West Side (LO), West Center (CO), East Center (CE) and East Side (LE); and sample stations 1 to 16. The results obtained were evaluated by statistics techniques (multiple bi-variant correlation, cluster analysis, discriminated analysis and factorial design). The trophism habits were evaluated, there were found detritivorous, omnivorous and carnivorous species. By the Olmstead and Tukey model were found dominant, opportunist, rare and constant species. In addition, were identified 16 detritivorous species, 5 filter feeder species, 5 omnivorous species and 14 carnivorous species. It was founded no correlation between high or low levels of shannon-weiner diversity index and high or low levels of unbiotic variables. 11 unbiotic parameter assessments had showed yes or no significant differences by time course, sample stations place, straight line seashore, zones, rain or drought. In agreement to results, were find relationship between

kind soil (percent of sand, clay, slime and gravel) and quantity of organic matter, (mean concentration and level since 0.2 % to 5 %) both have high influence in benthos colonization by Polichaeta species. Most abundant species were detritivorous, it is strongly base for food carnivorous species, and omnivorous species get food in less grade.

Each species showed selectivity, it was expressed best development how quantity organisms in levels of parameters was studied, how salinity, electric conductivity, organic matter, and others. *Paraprionospio pinnata* and *Mediomastus californiensis* was dominant species, they had best development in mixomesohaline and mixopolihaline levels of salinity, rank levels of electric conductivity (8.06  $\mu\text{mhos/cm}$  to 29.80  $\mu\text{mhos/cm}$ ) and rank levels of organic matter (0.38 % to 5.60 %).

## **I.- Introducción.**

### **I.1-Conceptos preliminares.**

En las costas mexicanas del Golfo de México, existen diversas lagunas costeras y estuarios que integran y dan forma a una gama de características ecológicas fundamentales y de suma importancia, puesto que son la base de la producción pesquera comercial; entre estas lagunas destacan la de Pueblo Viejo, Tamiahua y Tampamachoco. También hay lagunas que son parte del macrosistema denominado Laguna Madre, ubicadas en las costas del estado de Tamaulipas y son de gran importancia, sin embargo, por su producción es de especial interés la laguna de Tamiahua, en el estado de Veracruz, y la laguna de Términos en el estado de Campeche. (Contreras Espinoza, 1993). La laguna de Tamiahua se ubica al sur del estado de Tamaulipas y al norte del estado de Veracruz (Figura 1 (a), (b) ); en sus contornos existen muy diversos tipos de plantas, siendo vegetación importante los árboles de mangle, *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Langucularia racemosa* y *Conocarpus erectus*, también son importantes las palmeras y la vegetación pionera. (Ayala Castañares y Segura, 1981).

Las especies acuáticas habitantes del fondo en la laguna de Tamiahua mantienen una dinámica ecológica resultante de la estructura de las comunidades y la eficacia de las interacciones bióticas y ambientales observables en mayor o menor grado (Nava Montes, 1989). La funcionalidad ecológica de esta laguna fue deteriorada en 1999 por un fenómeno meteorológico, con graves efectos destructivos de la fauna béntica, cambios en la estructura del suelo del fondo y fuerte disminución de la salinidad. En el transcurso del tiempo devino una gradual recuperación de poblaciones específicas, de comunidades, reestructuración de comunidades ya existentes, colonización por poblaciones nuevas, estructuración de nuevas comunidades, así como cambios en la concentración de sustancias químicas e indicadores físicos del agua. El seguimiento y evaluación de este proceso de recuperación viene a ser la temática principal del presente estudio en el que fueron consideradas las especies de poliquetos, el número de organismos por cada especie, los períodos de lluvia y estiaje, la profundidad, y en el bentos registros de temperatura, conductividad eléctrica, salinidad, materia orgánica, arcilla, arena, limo y grava.



Figura 1 (a).-Área de estudio: Vista satelital de la Laguna de Tamiahua.

Las especies bénticas, debido a su ubicación y en función a su movilidad y desplazamiento, son más sensibles a cambios ambientales físico-químicos con repercusiones directas en sus ciclos de vida, riqueza específica o en su capacidad de colonización, éstas características los hace eficientes para ser usados en evaluación de cambios ambientales y efectos de contaminantes (APHA *et al*, 2002). Comúnmente los invertebrados bénticos son organismos que reciben los efectos de todas las variables ambientales de la columna de agua, su respuesta al ambiente que les rodea dependerá de su capacidad de colonización, su densidad ecológica y sus ciclos de vida; por sus características de poca movilidad y desplazamiento, los efectos ambientales se reflejarán como bajo o alto número de individuos, de especies, o aparición y desaparición de especies (James y Evison, 1979). Los organismos pueden ser útiles para demostrar la calidad del ambiente, puntualizar la naturaleza de un aspecto específico, mostrar una causa o indicar una posible acción o

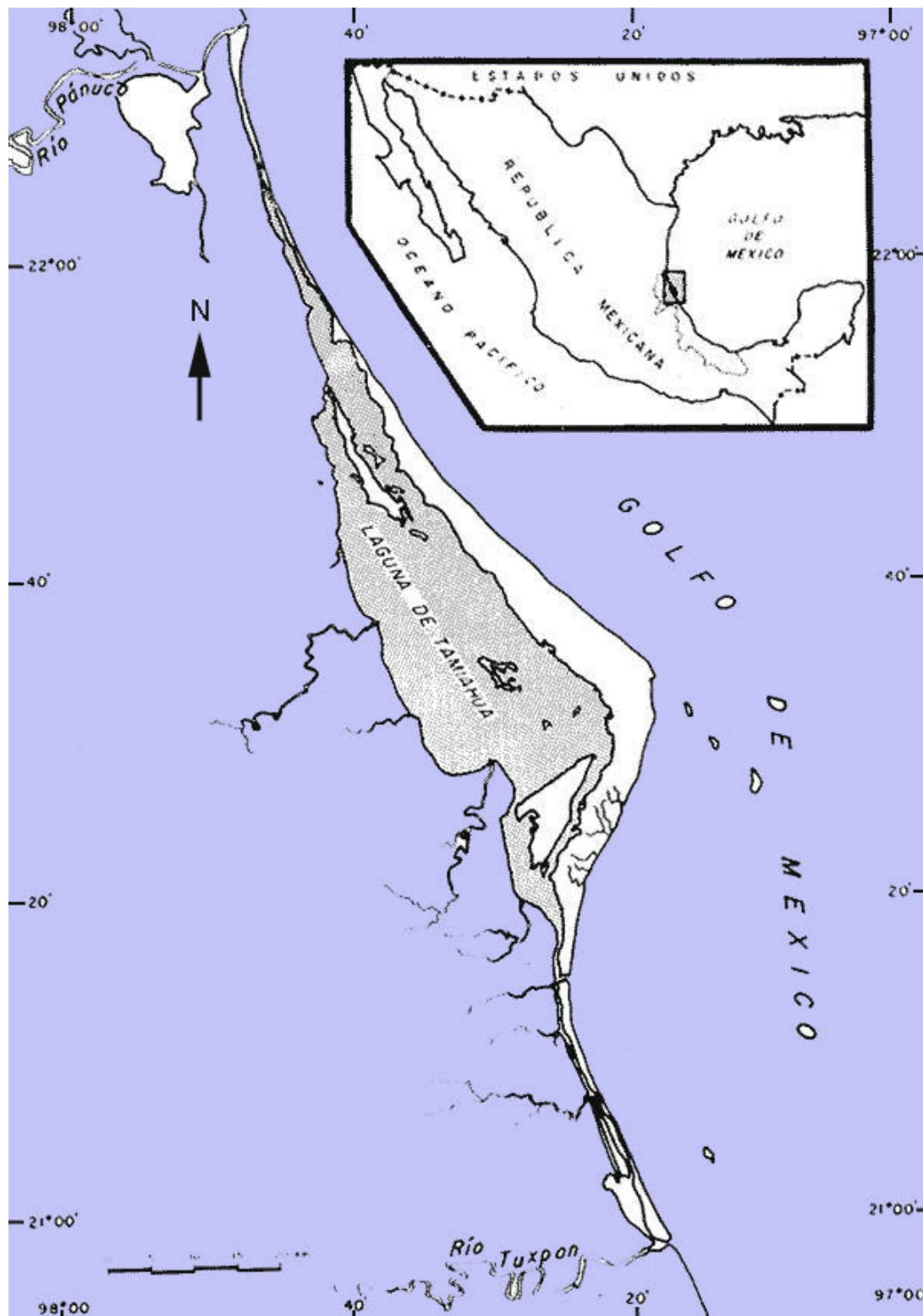


Figura 1 (b).-Área de estudio: Ubicación geográfica de la laguna de Tamiahua (Ayala-Castañares y Segura, 1981).

remedio ambiental (Burton, 1991). También es fundamental el estudio de las comunidades y la calidad ambiental, dado que la composición de las comunidades son un reflejo global de las condiciones ambientales, tanto las existentes durante la toma de muestra, como las que se registraron a lo largo del tiempo de establecimiento de los organismos en un sustrato (Pérez *et al*, 1980).

El phylum Annelida, establecido por Lamarck (1802), incluye a la clase Polychaeta, (Grube, 1850), que comprende más de 80 familias, con aproximadamente 1000 géneros y más de 8000 especies de hábitos planctónicos, perifíticos, bénticos y pelágicos (Fauchald y Rouse, 1997). Los poliquetos bénticos exhiben una complejidad estructural y variedad morfológica que comúnmente esta asociada a su capacidad de movilidad y sus hábitos alimenticios (Clark, 1977). Los poliquetos, moluscos y crustáceos, son los grupos macrofaunísticos dominantes en la mayoría de los fondos marinos y principalmente de ellos depende la productividad y dinámica de los ambientes bénticos, ellos son fundamentales en la incorporación, depósito y remineralización de nutrientes y materia orgánica (Mackie y Oliver, 1996).

Los poliquetos, pertenecientes al phylum Annelida, se caracterizan por presentar diferentes hábitos de vida; entre otros, algunas especies son depredadoras habitantes de superficies bénticas; en superficies perifíticas las hay herbívoras, omnívoras y depredadoras, otras especies son bénticas depredadoras, carroñeras y detritívoras excavando arenas suaves, algunas especies son bénticas, constructoras de tubos sobre fondos lodoso-arenosos (Ruppert y Barnes, 1984). Las especies que habitan en fondos blandos son muy abundantes y diversas. Estos organismos constituyen un eslabón trófico básico, los hay consumidores primarios que luego son alimento de consumidores secundarios, algunos de estos también son poliquetos; a la vez son el alimento de consumidores terciarios como peces y crustáceos. El comportamiento de estos organismos ante el ambiente es fundamental para estudiar y definir la estructura y dinámica de las comunidades del fondo (Fauchald y Jumars, 1979), estas especies por ser consumidoras de depósitos controlan la estabilidad del fondo y la estructura trófica de las comunidades (Rhoads y Young, 1970). Algunas especies viven dentro del sedimento y también las hay desplazándose sobre la superficie de éste. Hay



especies que se alimentan filtrando partículas nutritivas que están sobre el sustrato y otras lo hacen consumiendo el film bacteriano que cubre la materia orgánica en depósito, ésta materia se encuentra sobre el sustrato y esta compuesta por cadáveres y partículas de fitoplancton, zooplancton, macro fauna, macro algas y partículas arrastradas por las corrientes de agua dulce que entran al sistema estuarino (Eltringham, 1971). Comúnmente en el grupo de poliquetos del fondo pueden identificarse especies detritívoras, omnívoras y carnívoras. (Rouse y Pleijel, 2001; Fauchald y Jumars, 1979).

## **I.2.- Objetivos.**

### **I.2.1.- Objetivo General.**

Conocer la estructura y dinámica de las comunidades de poliquetos de fondos blandos a lo largo de un gradiente de perturbación a través del tiempo en la Laguna de Tamiahua, Veracruz.

### **I.2.2.- Objetivos Particulares.**

1. Realizar análisis faunísticos de los poliquetos habitantes de fondos blandos de la Laguna de Tamiahua.
2. Estudiar los cambios a través del tiempo de las comunidades de anélidos poliquetos en la zona de estudio.
3. Contribuir al conocimiento de los hábitos alimenticios de los poliquetos.

## **I.3.- Hipótesis.**

Las comunidades de anélidos poliquetos habitantes de fondos blandos de la Laguna de Tamiahua, se ven afectados por cambios producidos por la variación de parámetros físico-químicos de la columna de agua y del sedimento.

#### **I.4.- Importancia.**

La instalación, desarrollo, reproducción y colonización de áreas bénticas por diferentes especies de anélidos poliquetos, esta en función al nivel de concentración de variables fisico-químicas, así como la interacción entre variables y especies, a la vez que la interacción entre las mismas especies. En esta investigación se estudiaron algunas de estas interacciones que fundamentan futuras líneas de estudio de ciencia básica y aplicada.

#### **I.5.- JUSTIFICACION.**

En la Laguna de Tamiahua se han hecho escasos estudios sobre poliquetos, la presente contribución aunada a otros trabajos y estudios sobre este tipo de organismos, constituirán el fundamento teórico para futuras investigaciones dirigidas hacia la ciencia básica y aplicada, en una vertiente que conduce hacia el conocimiento científico de la laguna y sus perspectivas de explotación comercial.

#### **II Antecedentes.**

La distribución temporal y espacial de especies bénticas en las zonas tropicales esta determinada por la producción primaria en la columna de agua y el tipo de sedimentos asociados a condiciones fisico-químicas. Mientras que las comunidades bénticas son controladas por periodos de lluvia, temperaturas altas, hipersensibilidad, sedimentación y contaminación de carbonatos, variaciones de oxígeno, bajas de oxígeno, sedimentos de la rivera, erosión de bancos arenosos y estratificación del agua. Aspectos importantes de las comunidades bénticas para comparar ecosistemas de diferentes latitudes son la competencia, inhibición y concentración de alimentos, diferencias ocasionadas por condiciones climáticas y diferencias por niveles en la concentración de parámetros fisico-químico-biológicos de los fondos marinos. Las variaciones en la densidad de la fauna y riqueza de las especies son coincidentes con la variedad de habitats y condiciones ambientales (Alongi, 1990).

En cuanto a contaminación, se encontró que los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) son producto de la combustión incompleta de gasolinas y aceites de lanchas, quema de mangle y pastizales, y acarreo de los ríos; los niveles mas altos se han registrado en los esteros: La Laja, Tancochin y Cucharas, en la laguna de Tamiahua, con valores de 3 a 5 mg/l (Vázquez-Botello y Calva-Benítez, 1998). En la laguna de Tamiahua, entre el estero El Mamey y el estero Tancochin atraviesa un oleoducto de PEMEX (Vázquez-Botello y Calva-Benítez, 2000); en el año de 1997 un derrame de este oleoducto causo problemas en los fondos de la laguna. En el verano de 1999 una perturbación climática origino un cambio profundo en los fondos de la laguna de Tamiahua, removió sedimentos, arrastro sedimentos continentales a este cuerpo de agua, aumento la cantidad de agua dulce, disminuyo la salinidad a niveles oligohalinos y destruyo la fauna béntica.

En la laguna de Tamiahua Cruz-Orozco (1966) realizó estudios sedimentológicos, distinguiendo 5 grupos, (I) de arenas finas en el norte y áreas cercanas a la barrera arenosa en sotavento, provenientes del transporte eólico de las dunas, (II) arenas muy finas, (III) limos en la porción occidental y sur de la laguna, procedentes de ríos y esteros, (IV) arcillas en la región subcentral de la laguna, y (V) arcillas en la porción central. En sus estudios geológicos, Cruz Orozco (1968), definió a la laguna de Tamiahua como una albufera salobre, con profundidades medias de 2 a 3 m, ligeramente más profunda hacia sotavento de la barrera arenosa. La barrera de Cabo Rojo con arenas de origen cuarcítico y dunas activas en la parte norte. Además reportó la única boca comunicante en la barra de corazones, y la evidencia de lo que fueron tres bocas que actualmente están cerradas: Tampachiche, Galindo y Tanhuijo. Respecto a las islas Juana Ramírez y del Toro, reportó la evidencia de antiguas dunas. Una síntesis de conceptos geológicos fueron presentados por Ayala-Castañares *et al*, (1969), destacando la presencia, en el subsuelo y fondo de la laguna, de arrecifes coralinos muertos, se supone que los arrecifes fueron de especial importancia en el origen de las barreras arenosas y el desarrollo de la laguna.

En estudios hidrológicos (Calvab y Torres, 2000), se han reportado contenidos de carbono orgánico de 1.32% para la laguna de Tamiahua, 1.59% para la laguna de Tampamachoco, y 1.03% para la laguna de Pueblo Viejo; en cuanto a carbohidratos Tamiahua con 23.23 mg/l, Tampamachoco 26.13mg/l y Pueblo Viejo 19.74mg/l. Las concentraciones de nitrógeno

registradas fueron 1889.16mg/g para Tamiahua, Tampamachoco 2406.74mg/g y Pueblo Viejo 1058.96mg/g. En general, se reportaron mayores concentraciones de nitrógeno en época de lluvias. Castillo *et al*, (1996) comparó éstas tres lagunas mediante análisis de clorofila alpha, fosfatos, nitrógeno y relación N/P en períodos de lluvia, sequía y nortes, encontrando mayor eficiencia en Pueblo Viejo, media en tampamachoco y baja en Tamiahua. Gutiérrez y Contreras (1981), en un estudio hidrológico y de nutrientes concluyeron que factores determinantes de la productividad primaria en la laguna de Tamiahua son principalmente de origen abiótico debido a que los nutrientes están presentes en concentraciones considerables todo el ciclo gracias a continuos aportes externos proporcionados por ríos y mar.

En investigaciones hidrobiológicas (Villalobos *et al*, 1976), en Tamiahua, se estudió la batimetría, sedimentología, meteorología, biomasa planctónica, fauna piscícola y recursos ostrícolas. En 50% del área béntica de la laguna los fondos fueron de tipo limo-arcillosos. Se encontró mayor influencia de agua de lluvia en la zona norte y mayor influencia de agua marina en la zona sur de la laguna. La temperatura registró muy poca variación diaria y anual. Se encontró relación muy estrecha entre oxígeno y fitoplancton. Contreras (1981) observó que los meses de noviembre y marzo están regidos por aspectos climáticos y son dos épocas en las que la productividad bruta, productividad neta y respiración difieren grandemente.

Gómez-Aguirre (1977), estudió, en Tamiahua, el florecimiento planctónico general y el microplancton considerando las variaciones estacionales del año. Gómez-Aguirre (1988) observó que la proliferación de dinoflagelados en la zona central de la laguna coincidieron con los cambios estacionales, no así en las zonas de influencia marina; en cambio Figueroa y Weiss (1988), encontraron niveles bajos de diversidad y abundancia de especies de dinoflagelados en observaciones hechas durante un año.

Flores-Coto (1987), comparó la estructura de la comunidad ictioplanctónica de las lagunas de Tamiahua, Alvarado y Términos mediante índices de afinidad y frecuencia de abundancia de especies ictioplanctónicas que desovan durante períodos específicos. Gaspar y Sánchez (1986), determinaron el potencial pesquero de la especie *Anchoa mitchillii* estableciendo áreas y épocas de desove, dinámica poblacional y biomasa desovante bajo

condiciones de temperaturas entre 22° a 33° c y salinidad desde 14% hasta 35%, habiéndose estimado la producción anual de huevos y biomasa de individuos, además desarrolló un modelo de crecimiento. Gaspar y Barba (1998), estudiaron la distribución abundancia y zonas de reproducción en relación a la temperatura y salinidad de peces estuarinos en la laguna de Tamiahua.

Arroyo y Ortega (1985) estudiaron gasterópodos y bivalvos de Tamiahua, observando que la zona central de sedimento fino fue afectada por variaciones de salinidad y temperatura del fondo.

Ayala y Segura (1981), establecieron las asociaciones de foraminíferos en tres biofacies: estero-ríos, lagunar y golfo abierto; habiendo encontrado el desarrollo de foraminíferos sobre sedimento limo-arcilloso agrupados en 5 tipos texturales del bentos en Tamiahua.

Un reporte de Nava Montes (1989) estableció para la laguna de Tamiahua un total de 69 especies de poliquetos distribuidas en 8 tipos de sedimentos, habiendo encontrado mayor abundancia y riqueza de especies en arena arcillosa ligeramente gravilenta y sugiere que un factor importante en la distribución de especies de poliquetos es la selección del tipo de sedimento, especialmente los fondos blandos.

En áreas del Golfo de México y el Pacífico han sido estudiados los poliquetos desde diversos puntos de vista, entre otros trabajos, en el caribe Mexicano se estudiaron las características taxonómicas de la familia Phyllodoceidae (Salazar-Vallejo, 1995), en cambio, en la plataforma continental del estado de Tamaulipas se estudió la distribución espacial y temporal de poliquetos bénticos (Delgado-Blaz, 2001), mientras que la fauna de poliquetos y moluscos asociados a pastos marinos y manglares fue estudiada en la laguna de Términos, Campeche (Cruz-Abrego *et al*, 1994). En el Pacífico Mexicano se han hecho muy diversas investigaciones, en una de éstas se estudió la estructura y composición de comunidades de poliquetos en las costas de Baja California México, (Díaz-Castañeda *et al*, 2005); de la misma manera, en otras latitudes del planeta hay gran diversidad de tópicos de estudio sobre poliquetos, por ejemplo en el estuario de Hooghly en Sundarbans, India, donde también fue estudiada la estructura y composición de comunidades de poliquetos (Chakraborty y Choudhury, 1994).

### **III. Materiales y Métodos.**

#### **III 1.- Área de Estudio.**

La laguna de Tamiahua es una laguna costera en el litoral del Golfo de México (Figura 2 (a), (b)), esta ubicada al norte del estado de Veracruz, entre los Ríos Panuco al norte y Tuxpan al sur; entre las coordenadas de 21° 15' a 22° 05' de latitud norte, y longitud oeste entre 97° 22' a 97° 46' (Resendez, 1970). Tiene forma irregular, alargada en sentido norte-sur, separada del Golfo de México por la barrera arenosa de la península denominada Cabo Rojo, ésta península es de forma angular, con vértice hacia el este, cuya longitud aproximada es de 80 Km., y anchura máxima de 6 Km., esta provista de grandes áreas de manglares, (Ayala-Castañares y Segura, 1981). La laguna se encuentra muy cercana al trópico de Cáncer, 23° 05' de latitud norte, y por lo tanto está dentro de la zona tropical, en donde las variaciones climáticas son muy pequeñas y las diferencias y variaciones perceptibles tienen origen en la forma asimétrica del contorno oceánico y los tamaños desiguales de los márgenes continentales, a la vez que, el efecto ambiental más fuerte incide sobre temperaturas, corrientes marinas y régimen de nutrientes (Deshmukh, 1986).

La laguna de Tamiahua tiene una longitud aproximada de 85 Km., una anchura máxima de 18 Km. y superficie de 88000 hectáreas; es la tercera más grande del país. En su lado oeste se encuentran cinco esteros importantes, cuyo origen es la desembocadura de los ríos La Laja, Cucharas, Carvajal, Tancochin, Tampaché y Milpas; los más importantes son Cucharas al centro y Tancochin al sur. Además, presenta diversas islas con nombre propio, las más grandes e importantes son Juana Ramírez al norte, Del Toro centro sur y Del Ídolo en el sur. Esta laguna está considerada como un sistema estuarino lagunar somero, con profundidades medias de 2 a 3 metros. Se comunica al mar por la Boca de Corazones en la parte sur; en cambio en la parte norte la boca de Tampachiche no es funcional (Contreras, 1993) (INEGI, 2003). Por el lado norte tiene comunicación con el río Panuco mediante el canal Chijol, por donde entra y sale agua dependiendo de las mareas. La salinidad en Boca de Corazones presenta dos fases, en lluvia es mixopolihalina, de 18 a 30 g/l, y en estiaje es eurihalina, de 30 a 40 g/l. Al interior de la laguna la salinidad es influida por causa de la

pleamar y bajamar, así como la entrada y salida de agua por el canal Chijol, sin que haya efectos drásticos por causa de lluvia o estiaje en períodos normales (CONAGUA, 2003).

En cuanto al clima, Steinhauser (1979) estableció las siguientes concentraciones medias para temperaturas en °C y mm de lluvia durante los 12 meses del año, como se observa en el siguiente cuadro:

	°C	mm			°C	mm
enero	16.50	25		julio	27.50	200
febrero	18.75	25		agosto	27.50	150
marzo	21.25	25		septiembre	25	300
abril	23.75	25		octubre	25	200
mayo	25	75		noviembre	20	50
junio	27.50	175		diciembre	18.75	37

Media anual: 22.50 °C y 107 mm.

Precipitación anual: 1600 mm.

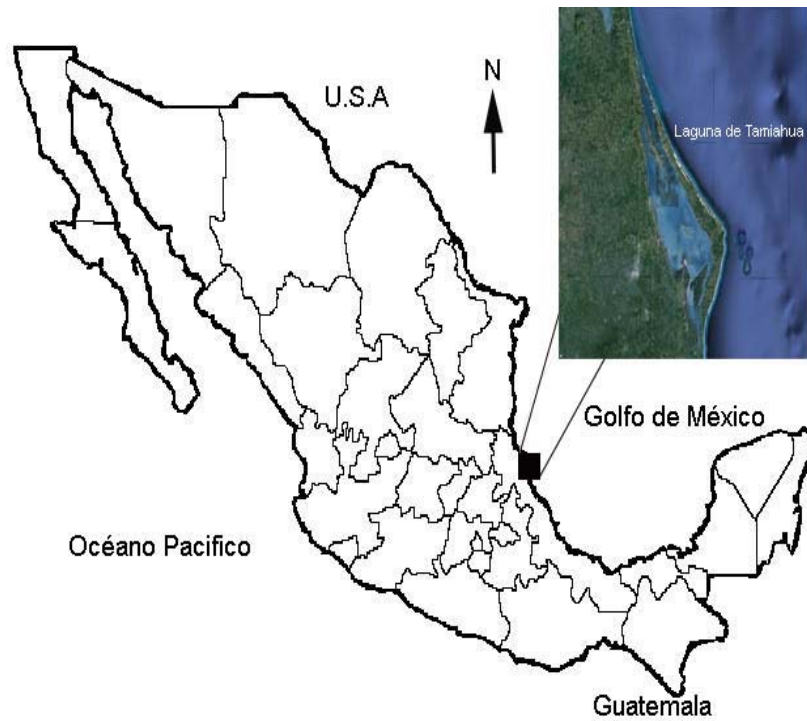


Figura 2 (a).-Área de estudio: Ubicación geográfica de la Laguna de Tamiahua.

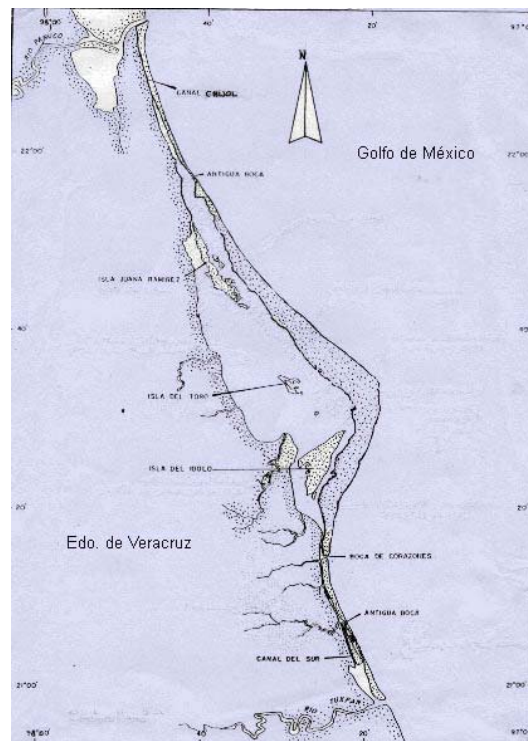


Figura 2 (b).-Área de estudio: La Laguna de Tamiahua es un cuerpo de agua en el litoral del Golfo de México.



La clasificación para el clima de la zona de la Laguna de Tamiahua, establecida por Koppen y modificada por Enriqueta García ( SPP. 1981), lo define como clima tipo A, del subgrupo climas calidos tipo A, con temperatura media anual de 22 °C y la temperatura mas fría mayor a 18 °C . Con clima calido, sub-húmedo, con lluvias en verano y el mes más seco menor a 60 mm de lluvia, tipo AW2 (X'), con lluvia invernal mayor a 10.5 %, temperatura anual de 24 °C a 26 °C, y precipitación anual de 1200 a 1500 mm.

Geológicamente, la laguna de Tamiahua se encuentra sobre suelos del cenozoico-cuaternario Q, con rocas sedimentarias y vulcano-sedimentarias. La isla Juana Ramírez presenta suelos regosol calcárico eutrico y vertisol arcilloso de colores claros y sin estratificaciones. La isla del Ídolo tiene suelos regosol eutricos, y vertisol arcilloso de colores rojizos y grises. La península cabo Rojo tiene suelo regosol eutricos y feozem háplico de colores oscuros, de consistencia suave y ricos en materia orgánica y nutrientes. En los fondos de la laguna hay suelos feozem calcárico, feozem háplico, gleysol y vertisol (SPP, 1981). La laguna presenta 5 diferentes tipos de sedimentos, principalmente limo-arcillosos (Contreras, 1993).

### **III. 2.- Lluvia, Temperatura y Períodos de Lluvia y Estiaje.**

Las concentraciones de lluvia y temperatura del ambiente fueron proporcionados por la oficina de climatología de CONAGUA en Ciudad Victoria, Tamaulipas. Los datos comprenden registros desde 1989 hasta 2002.

Para definir periodos de lluvia y estiaje, se procedió a separar los tres meses de primavera a partir del 21 de marzo; los tres meses de verano a partir de 21 de junio; los tres meses de otoño a partir del 21 de septiembre y los tres meses de invierno a partir del 21 de Diciembre. En esta forma se designaron 12 meses del año en función a las 4 estaciones. Utilizando el percentil 50 y datos de lluvia de 30 años se fijaron los dos períodos. El período de lluvia a partir del tercer mes de la primavera, desde el 20 de mayo hasta el segundo mes de otoño, 19 de noviembre (Figura 3) El período de estiaje fue establecido a

partir del tercer mes de otoño, desde el 20 de noviembre hasta el segundo mes de la primavera, 19 de mayo (Figura 4).

Empleando el percentil 50 y datos de catorce años, de 1987 a 2002, se encontró la misma distribución para ambos períodos de lluvia y estiaje.

En cuanto a la temperatura ambiental se encontró que la media para invierno fue de 19.7 °C; primavera 24.7 °C; verano 26.97 °C, y otoño 22.7 °C. Mediante el percentil 50 se establecieron dos períodos anuales de temperatura, al inicio del segundo mes de la primavera, desde el 20 de abril, hasta el primer mes de otoño que termina el 20 de octubre, esto es un total de 6 meses estacionales con una media de 26.17 °C; a diferencia de los restantes 6 meses, a partir del 21 de octubre, inicio del segundo mes de otoño, hasta el 19 de abril, fin del primer mes de primavera, con una media de 20.62 °C .

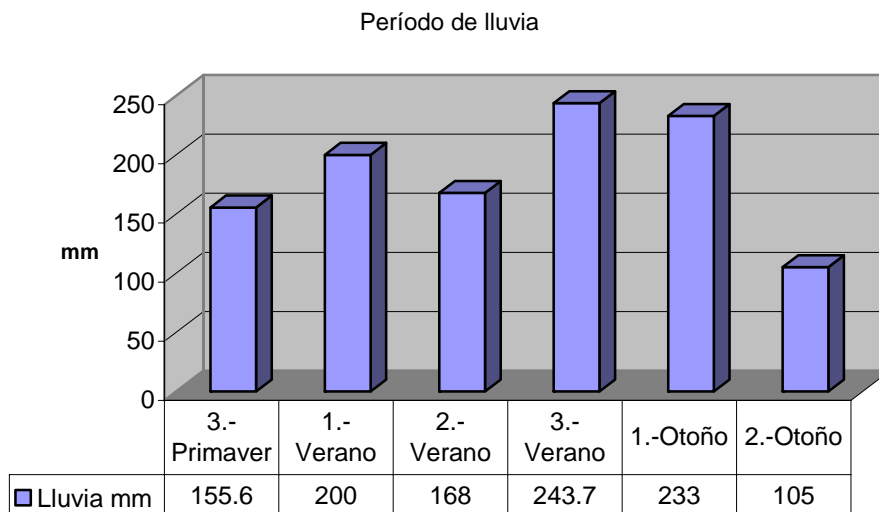


Figura 3.- Período de Lluvia.- Distribución en mm de lluvia de seis meses estacionales del año.

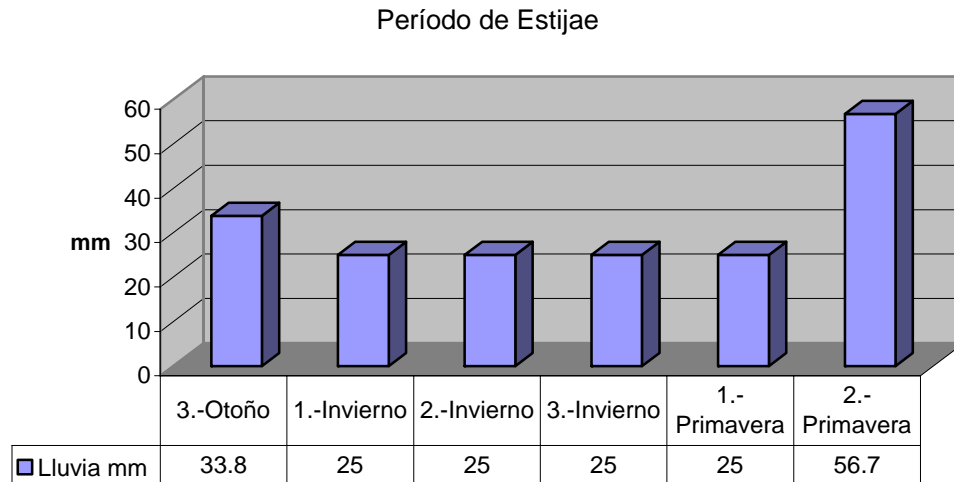


Figura 4.- Período de Estiaje.- Distribución en mm de lluvia de seis meses estacionales del año.

### III.3.- Campañas de Monitoreo y Estaciones de Muestreo.

Se establecieron siete campañas de monitoreo en base a periodos de lluvia y estiaje: I, III, V y VII en periodo de lluvia; y II, IV y VI en periodo de estiaje (Tabla 1).

I	04 noviembre	1999	lluvia	(2° mes de otoño)
II	07 marzo	2000	Estiaje	(3° mes de invierno)
III	16 agosto	2000	lluvia	(2° mes de verano)
IV	25 noviembre	2000	Estiaje	(3° mes de otoño)
V	12 julio	2001	lluvia	(1° mes de verano)
VI	23 febrero	2002	Estiaje	(3° mes de invierno)
VII	23 agosto	2002	lluvia	(3° mes de verano)

Tabla 1.- Campañas de monitoreo.

Se fijaron 4 transectos y 16 estaciones de muestreo (Figura 5 (a), (b)). Se establecieron transectos perpendiculares a la playa continental (lado oeste) y a la Barra de Cabo Rojo (lado este), barrera de separación con el mar. El Transecto 1 Norte, con estaciones 1,2, 3 y 4. Transecto 2 Centro-Norte, con estaciones 5, 6, 7 y 8. Transecto 3 Centro-Sur, con

estaciones 9, 10, 11 y 12. Y el Transecto 4 Sur, con estaciones 13, 14, 15 y 16. Aunado a la ubicación de las estaciones, se generaron 4 zonas de estudio, lado oeste, estaciones 1, 5, 9 y 13; Centro oeste, estaciones 2, 6, 10 y 14; Centro este, estaciones 3, 7, 11 y 15, y la zona lado este, estaciones 4, 8, 12 y 16 (Tabla 2 y 3).

		N				
		L O	C O	C E	L E	
O continente	T 1 Norte	E 1	E 2	E 3	E 4	E mar
	T 2 C.N.	E 5	E 6	E 7	E 8	
	T 3 C.S.	E 9	E 10	E 11	E 12	
	T 4 Sur	E 13	E 14	E 15	E 16	
		S				

Tabla 2.- Zonas, transectos y estaciones de muestreo en el área de estudio.



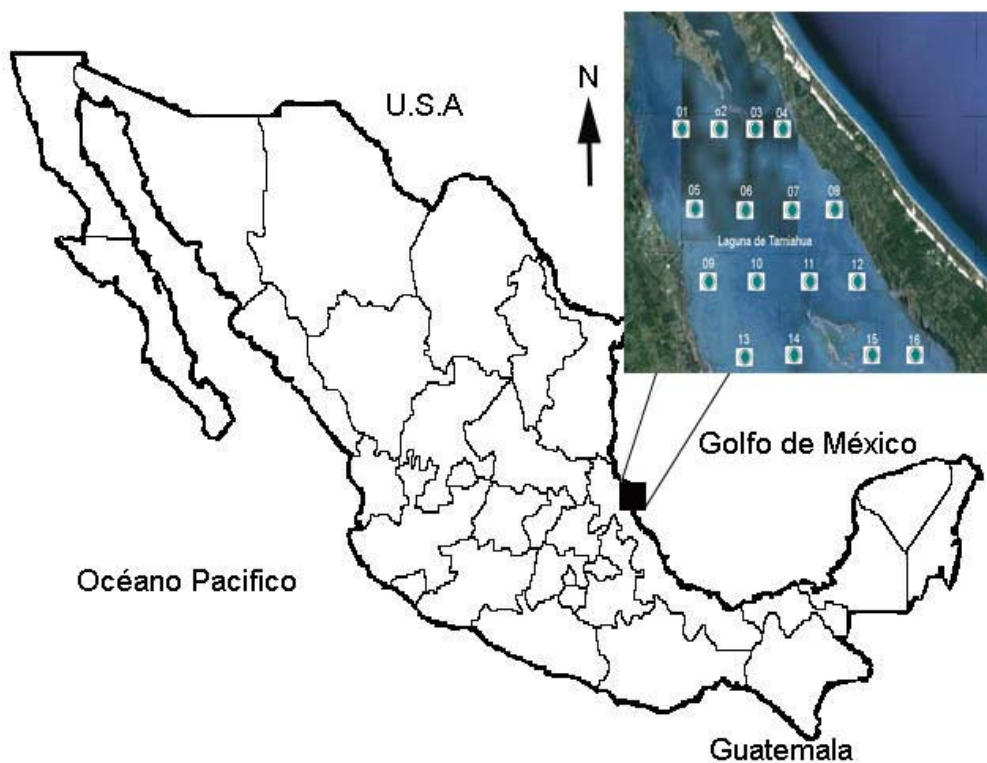


Figura 5 (b).-Área de estudio: Ubicación de las 16 estaciones de muestreo.

stación		Latitud (paralelo)	Longitud (meridiano)
T1 N	1	21° 42' 01'	97° 39' 00''
T1 N	2	21° 42' 01'	97° 35' 54''
T1 N	3	21° 42' 01'	97° 34' 19''
T1 N	4	21° 42' 01'	97° 32' 52''
T2 C N	5	21° 38' 47'	97° 39' 13''
T2 C N	6	21° 38' 47'	97° 36' 46''
T2 C N	7	21° 38' 47'	97° 34' 01''
T2 C N	8	21° 38' 47'	97° 31' 14''
T3 C S	9	21° 36' 10'	97° 37' 39''
T3 C S	10	21° 36' 10'	97° 34' 45''
T3 C S	11	21° 36' 10'	97° 32' 09''
T3 C S	12	21° 36' 10'	97° 28' 59''
T4 S	13	21° 32' 09'	97° 36' 04''
T4 S	14	21° 32' 09'	97° 32' 48''
T4 S	15	21° 32' 09'	97° 30' 47''
T4 S	16	21° 32' 09'	97° 27' 19''

Tabla 3.- Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo.

### **III. 4.- Muestras Biológicas.**

Los materiales biológicos fueron tomados de acuerdo a las especificaciones de la EPA para el bentos (APHA *et al*, 2002). Para obtener el material bentónico se usó una draga con capacidad de 7 litros, cuya área de muestreo fue de 343 cm cuadrados (15.24 cm. X 22.5 cm.), la draga penetró el suelo a profundidad aproximada de 4 a 5cm. El volumen de muestra obtenido fue de 1.4 litros a 1.7 litros. El sedimento colectado en esta forma fue procesado en un tamiz número 30, con luz de malla de 0.59 mm, medida incluida en las normas que establecen abertura de malla entre 0.5 mm hasta 1 mm para infauna béntica. El material retenido en el tamiz fue puesto en bolsas de plástico, se le coloreó con rosa de bengala 200mg/l, se fijó con formol al 10% y se etiquetó con los datos correspondientes. Para cada estación se tomaron tres réplicas. Posteriormente, de este material fueron separados los organismos presentes utilizando lámpara lupa y microscopio estereoscópico; luego se les conservó en alcohol etílico al 70%. (APH *et al*, 2002).

A estos ejemplares se les determinó hasta el nivel taxonómico de especie con ayuda de literatura especializada. Se determinó el número de especies o riqueza específica y el número de organismos por especie o abundancia de las especies.

### **III.5.-Textura y Materia Orgánica.**

En cada una de las estaciones se tomó sólo una réplica de muestra del sedimento para análisis de textura y materia orgánica la que fue puesta en bolsas de plástico etiquetadas con los datos correspondientes a cada estación. Luego fueron analizadas en el laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UANL, y a cada muestra se le determinó la textura mediante las respectivas concentraciones de arcilla, arena, limo y grava, así como también la concentración de materia orgánica.

### **III.6.- Profundidad.**

La profundidad en metros fue determinada utilizando una cuerda graduada unida a un plomo.

### **III.7.- Temperatura del bentos.**

La temperatura del fondo fue medida en grados centígrados y determinada mediante un oxímetro modelo 85 YSI calibrado.

### **III.8.- Oxígeno disuelto del Bentos.**

En éste estudio las concentraciones en mg/l de oxígeno disuelto se midieron con un oxímetro calibrado mediante la técnica química establecida en los Métodos Estándar para Aguas y Aguas de Desecho.

La técnica química tradicional para medir el oxígeno disuelto en el agua consiste en tomar una muestra en botella especial de DBO, con un muestreador winkler. A la muestra se le aplican en tres etapas 2 ml. de cada uno de los siguientes tres reactivos: 1. Sulfato manganoso, 2. Álcali yoduro nitruro y 3. Acido sulfúrico concentrado; posteriormente se le aplica solución de almidón para obscurecer la muestra y en esta forma observar claramente el vire al titular con tiosulfato de sodio 0.025 N, el color cristal determina el final del goteo con tiosulfato de sodio. La formula para calcular mg/l de oxígeno disuelto es:

$$\text{mg/l O}_2 = \frac{(\text{ml tiosulfato de Na gastados})(\text{Normalidad tiosulfato})(\text{Equi. Q. O}_2)(1000)}{(\text{ml de muestra titulada})}$$

(APHA *et al*, 2002).

### **III. 9.- Salinidad.**

La salinidad es la medida de la masa de sales disueltas en una solución dada. La determinación verdadera de la absoluta salinidad de agua de un lugar dado, sólo se obtiene haciendo un análisis químico completo, por esta razón la determinación se hace mediante métodos indirectos, como la conductividad eléctrica, densidad, velocidad del sonido o el índice refractivo. No obstante que la conductividad es de gran precisión, ésta sólo responde a ciertos solutos iónicos, mientras que la densidad que es menos precisa, sólo responde a todos los solutos disueltos. Años atrás la salinidad del mar se medía por el método hidrométrico y el argentométrico. (APHA *et al*, 2002).



El registro y lectura de salinidad mediante el modelo 85 YSI, esta basado en la conductividad y temperatura, debido a que la solución de iones esta en función de la temperatura. La lectura se fundamenta en el algoritmo de la salinidad práctica ( Métodos Standard para Aguas y Aguas de Desecho) que considera la temperatura, la presión atmosférica y la salinidad práctica del agua de mar que es igual a 35 g/l (PPM).

### III.-10.-Conductividad eléctrica.

La conductividad o conductancia específica es una medida de la capacidad del agua para transmitir la corriente eléctrica en función a la concentración total de sustancias ionizadas y a la temperatura ambiental a la que se hace la medición.

La conductancia específica es afectada por la naturaleza y concentración de sustancias, el aporte de iones liberados al agua por estas sustancias, y a la concentración de iones catiónicos  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^{+}$ ,  $K^{+}$ , y iones aniónicos,  $HCO_3^{-}$ ,  $SO_4^{2-}$  y  $Cl^{-}$ ; así como la temperatura ambiental.

Comúnmente el agua tiene una conductancia específica muy baja, por esta razón la unidad de medida son los micro mhos/cm (1 micro mhos/cm = 1micro s/cm). La conductancia específica es la reciproca de la resistencia que se mide entre dos electrodos separados 1 cm de distancia y una área de 1cm. Cuadrado. El registro se hace de 25° C y se calcula con la formula:

$$\text{Conduc. Especifico} = \frac{C}{R_s} = \frac{(R_{kcl}) (1411.8 \times 10^{-6})}{R_s} \text{ ohmios/cm.}$$

Si la medición de  $R_s$  y  $R_{kcl}$  se hacen entre 20° C a 30° C, la expresión a usar será:

$$\text{conduc. Especific.} = \frac{(1411.8) (R_{kcl})}{R_s} \text{ micro mhos/cm.}$$

En donde  $R_{kcl}$  es la resistencia en Ohmios de la solución patrón de KCL, la constante numérica  $1411.8 \times 10^{-6}$  es la conductancia específica en micro mhos/cm de la solución patrón de KCL, y  $R_s$  es la resistencia en Ohmios de la muestra. (APHA *et al*, 2002).

La conductividad fue determinada utilizando el modelo 85 YSI calibrado con una solución de 50 micro mhos/cm.

### **III. 11.-Textura del Sedimento.**

La textura del suelo es la proporción en por ciento de grupos dimensionales de partículas arregladas por sus diámetros: arenas de 0.05 mm a 2.00mm, limo de 0.002 a 0.05 mm y arcilla con proporción menor a 0.002 mm.

El método se basa en la relación existente entre la velocidad de sedimentación de una partícula y su tamaño, y se fundamenta en la ecuación de stokes para la caída de una esfera sólida en el seno de un fluido viscoso. El por ciento de arena, arcilla y limo definen y establecen la clasificación textural del suelo (Carmona, 1990).

Paralelamente los grupos dimensionales también permiten establecer otra clasificación textural del sedimento basado en el por ciento de arena, arcilla y grava (Folk y Ward, 1957) (Folk, 1954); las gravas pueden tener diámetros de 2.1mm, 2.5mm, 3.1mm, 6mm hasta 25.4mm; y se separan mediante tamices de diferente graduación, N° 5 y N° 6 para las mas finas.

La sedimentación de las partículas se logra en un hidrómetro de Bauyucos con escala de 0 a 60 g/l, y la dispersión de las partículas mediante una solución de hexametáfosfato de sodio. La interferencia de la materia orgánica se elimina mediante el agua oxigenada al 6%.

### **III.12.-Clasificación de Suelos.**

La estructura mineral de los suelos esta integrada por porcentajes definidos de arena, limo, arcilla y grava, estos son los componentes que dan forma, textura y características propias a los suelos del planeta. La combinación porcentual de estos 4 componentes origina diversos tipos de suelo con mayor o menor por ciento de arena, limo, arcilla o grava. USDA desde muchos años atrás, estableció una clasificación de suelos fundamentada en porcentajes de arena, limo y arcilla (Carmona, 1990) y comúnmente de uso agrícola, sin embargo su uso se ha hecho extensivo a suelos de los fondos de cuerpos de agua (Tabla 4). En esta

clasificación se fundamentó un triángulo de concentraciones en % de arena, (de 0 a 100), arcilla (de 0 a 100) y limo (de 0 a 100), que provee de 12 posibilidades de tipos de suelos (Figura 6).

Otro triángulo de identificación de suelos fue establecido sobre las bases de concentraciones porcentuales (desde 0 a 100) de arena, arcilla y grava en donde hay 11 posibilidades de tipos de suelos, (Folk, 1954). (Figura 7).

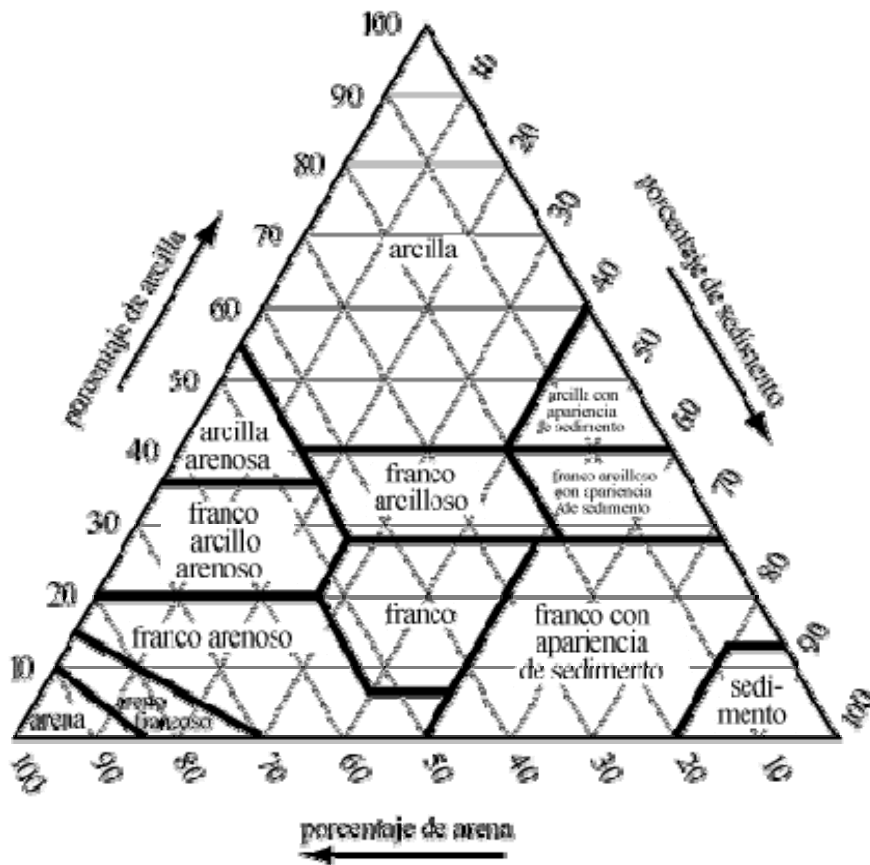
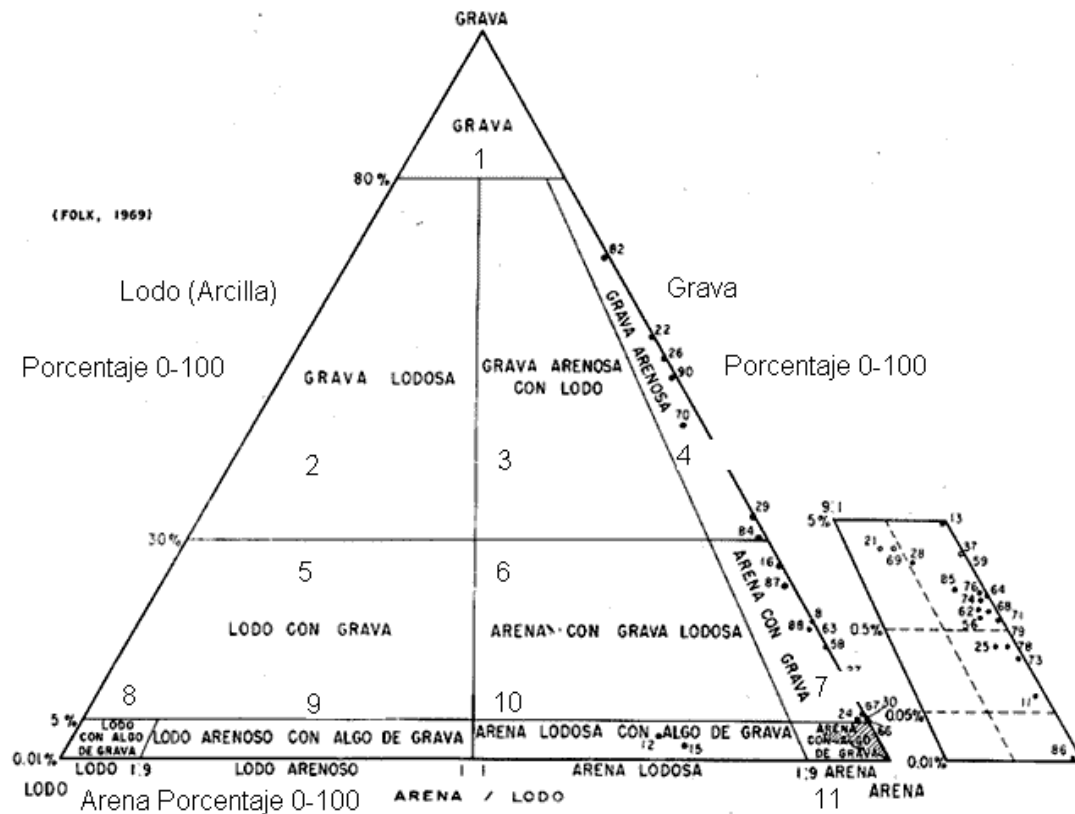


Figura 6.- Triángulo de clasificación y 12 tipos de suelos, de acuerdo a USDA. (Carmona, 1990).

Arena %	Limo %	Arcilla %
<b>1 Arcilloso</b>		
30-75	0-60	45-100
<b>2 Arcilloso-Arenoso</b>		
65-100	42-60	37-55
<b>3 Franco-Arcilloso-Arenoso</b>		
62-100	62-78	20-38
<b>4 Franco-Arcilloso</b>		
30-65	58-72	30-40
<b>5 Arcilloso-Limoso</b>		
20-35	48-58	40-57
<b>6 Franco-Arcillo-limoso</b>		
15-35	58-72	28-42
<b>7 Arenoso</b>		
86-100	90-100	0-10
<b>8 Arena-Franca</b>		
70-95	85-100	0-16
<b>9 Franco-Arenoso</b>		
45-93	0-50	0-20
<b>10 Franco</b>		
40-65	68-90	15-28
<b>11 Franco-Limoso</b>		
5-50	72-90	0-30
<b>12 limoso</b>		
0-20	90-100	0-15

Tabla 4.- Características de 12 tipos de suelos. Según USDA (Carmona, 1990).



Tipos de Suelos	
1	Grava
2	Grava-Lodosa
3	Grava-Arenosa-Lodosa
4	Grava-Arenosa
5	Lodo-Gravilenta
6	Arena- Lodosa -Gravilenta
7	Arena-Gravilenta
8	Lodo-arenoso-Ligeramente gravilento
9	Lodo-Arenoso
10	Arena- Lodosa
11	Arena-Ligera-Gravilenta

Figura 7.- Triángulo de clasificación y 11 tipos de suelos (Folk, 1954).

### III.13.- Materia Orgánica.

El método de Walkley y Black (Carmona, 1990), se basa en la oxidación del carbono de la materia orgánica por el dicromato de potasio y el ácido sulfúrico. Medio gramo de suelo seco al aire y pasado por un tamiz N.20 se le pone en matraz Erlenmeyer, (muestras

duplicadas), se añaden 5ml de dicromato de potasio 1 N y 10 ml de ácido sulfúrico concentrado. Se homogeniza, se reposa por media hora , luego se añaden 100ml de agua destilada, 5 ml de ácido fosfórico (85%) y 6 gotas del indicador sulfonato de bario-difenilamina; en seguida se titula con una solución de sulfato ferroso 0.5 normal; el color que determina el final de la reacción es el verde botella; este color es precedido por el azul oscuro o el violeta, cuando esto sucede el goteo de sulfato ferroso se hace mas lento, al llegar al vire, verde botella, se suspende el goteo. El contenido de materia orgánica se calcula en porciento de la siguiente manera:

$$a = [ ( \text{ml FeSO}_4 \text{ gastados})(\text{Normalidad})-(\text{ml K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)(\text{Normalidad})]$$

$$= [( \text{ml FeSO}_4 \text{ gastados} ) (0.5\text{N})-(5 \text{ ml K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)(1\text{N})]$$

$$b = \text{Mili equivalentes de carbono} = 0.003 \text{ meq}$$

$$\text{Peso equivalente C} = 12/4 = 3. \text{ Mili equivalentes} = 0.003$$

$$c = \text{Factor de corrección: constante } 1.33$$

$$\text{Promedio de recuperación de C. con este método} = 75\%$$

$$\text{Por lo tanto } 100/75 = 1.33$$

$$d = \text{Constante} = 1.724$$

$$\text{Relación: C / m orgánica que indica buena recirculación de nutrientes} = 1: 1.724$$

$$e = \text{Gramos de suelo (0.5 gramos).}$$

$$\% \text{ Materia Orgánica} = \frac{(a) (b) (c) (d) (100)}{(e)}$$

### III.14.- Métodos Estadísticos.

Para el presente estudio se determinaron como factores los siguientes aspectos: (a) campañas de monitoreo, en periodo de lluvia la I, III V y VII; en estiaje la II, IV, VI; (b) los transectos: 1, 2, 3 y 4; (c) las zonas L O, C O, C E y L E; (d) las estaciones por transecto; y (e) las estaciones por zona.

Se determinaron las siguientes variables abióticas: (a) lluvia, (b) profundidad, (c) temperatura, (d) oxígeno disuelto, (e) salinidad, (f) conductividad eléctrica, (g) arena, (h) arcilla, (i) limo, (j) grava y (k) materia orgánica.

Las variables bióticas fueron: (a) diversidad específica y (b) abundancia por especie.

La abundancia de organismos fue registrada como: (a) número de organismos por especie, (b) número de organismos por especie por campaña, (c) número de organismos por especie por campañas en lluvia, (d) número de organismos por especie por campaña en estiaje y (e) número total de organismos.

La variabilidad encontrada fue analizada mediante diferentes técnicas estadísticas. Se estudió el posible efecto de la ubicación de las estaciones, considerando los cuatro transectos: Norte, Centro-Norte, Centro-Sur y Sur. También se consideró la ubicación por zonas, Lado Oeste, Centro-Oeste, Centro-Este y Lado Este. Otro aspecto importante fueron los periodos de lluvias y estiaje. Para definir los efectos de la lluvia, estiaje y la ubicación de las estaciones con respecto a las variables bióticas y abióticas se utilizó el análisis factorial (Natrella, 1963) (Weber, 1973).

Se usó el programa computacional SPSS 2002. Varias técnicas estadísticas de este programa fueron empleadas para el análisis de los datos. El análisis de Cluster se empleó para obtener el dendograma de la media de asociación de las diferentes especies. El análisis discriminante sirvió para fundamentar el nivel de significancia de las variables abióticas. La correlación múltiple bivariada fue utilizada para definir el nivel de significancia entre variables bióticas y abióticas.

Se establecieron y definieron, a lo largo de siete campañas, cuales fueron especies dominantes, ocasionales (de presencia casual), raras (numerosas muy poco frecuentes) y constantes, utilizando el modelo de Olmstead y Tukey (Sokal y Rohlf, 1981) (Figura 8). Esta prueba bivariable establece estadísticamente la importancia relativa de cada especie y se basa en la mediana aritmética de la frecuencia relativa porcentual, eje de las "x"; así como la mediana del logaritmo natural de la abundancia, eje de las "y", o bien, el  $\log_{10} + 1$  de la mediana de la abundancia. De tal manera que en el cuadrante superior derecho quedan ubicadas las especies dominantes, en el cuadrante superior izquierdo las especies

ocasionales; en el cuadrante inferior izquierdo las especies raras y en el cuadrante inferior derecho las especies constantes. En las especies dominantes la densidad y la frecuencia son mayores a las medianas estadísticas de la frecuencia relativa porcentual y del Ln de la abundancia. En las especies ocasionales, la densidad es mayor y la frecuencia menor a las medianas estadísticas del Ln de la abundancia y de la frecuencia relativa porcentual. En las especies raras la abundancia y la frecuencia son menores a las medianas estadísticas de la frecuencia porcentual y del Ln de la abundancia. En las especies constantes la abundancia es menor y la frecuencia mayor a las medianas estadísticas del Ln de la abundancia y de la frecuencia relativa porcentual.

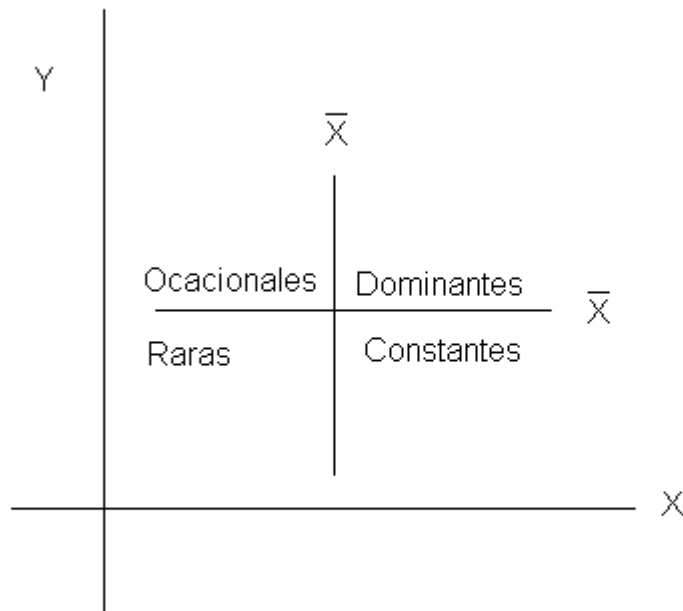


Figura 8.- Ubicación de especies según el método Olmstead y Tukey.

Para determinar la diversidad de especies en la laguna de Tamiahua se usó el índice de diversidad de Shannon-Weiner, el cual está fundamentado en el número total de especies y el número de organismos por especie, (Shannon y Weiner, 1963), (Franco, *et. al*, 2001); el resultado en unidades bits puede ser obtenido por la fórmula general; empleando el logaritmo base 2 o el factor correspondiente:



$$\text{Ind. Sh-W} = - \sum_{i=1}^n \frac{n_i}{N} \log_{10} \frac{n_i}{N} \quad (3.32193)$$

#### IV.- Resultados.

##### IV.1.-Monitoreo.

Se hicieron siete campañas de monitoreo en periodos de lluvia o de estiaje y contemplando uno de los 3 meses estacionales (Tabla 5). Se tomaron muestras para análisis biológicos y fisico-químicos en 16 estaciones de muestreo.

	I	II	III	IV	V	VI	VII
Lluvia	X	-	X	-	X	-	X
Estiaje	-	X	-	X	-	X	-
Mes 1°	-	-	-	-	Verano	-	-
Mes 2°	Otoño	-	Verano	-	-	-	-
Mes 3°	-	Invierno	-	Otoño	-	Invierno	Verano
Fecha	4 Noviembre 1999	7 Marzo 2000	19 Agosto 2000	25 Noviembre 2000	12 Julio 2001	23 Febrero 2002	21 Agosto 2002

Tabla 5.- Campañas de monitoreo.

Para análisis los análisis biológicos se tomaron muestras por triplicado en cada estación dando un total de 336 muestras de lodos bentales. Cada muestra fue de 1.714 litros, al triplicarse el volumen fue de 5.143 litros de lodos bentales por cada estación.

Para análisis de arena, arcilla, limo, grava y materia orgánica se tomaron un total de 112 muestras, cada una aproximadamente de 3 kg. De igual manera se hicieron análisis, in situ, de profundidad (m) salinidad (PPM), conductividad eléctrica (micro Mhos/cm), Oxígeno disuelto (mg/l) y temperatura (°c), en un total de 112 muestras por cada parámetro.

##### IV.2.-Temperatura ambiental y del fondo.

Para las siete campañas se registraron las temperaturas del fondo y ambiente (Tabla 6). La temperatura ambiental durante la toma de muestra siempre fue cálida, mientras que en el bentos ligeramente más baja (figura 9). Al considerar las estaciones del año, en el bentos

nunca se encontraron temperaturas extremas. Por otra parte, la comparación entre la temperatura registrada en el bentos y la temperatura ambiental del mes estacional en el que fue tomada la muestra demostró que se mantuvo dentro del rango establecido por el valor de la media y la máxima del mes estacionara (Tabla 6) (Figura 9).

Campaña	Ambiente	Bentos	Temperatura ambiental mensual			Mes
			Mínima	Media	Máxima	
I	27 °C	22 °C a 24 °C	10 °C	20 °C	27 °C	2° otoño
II	30 °C	25 °C a 27 °C	16 °C	22 °C	31 °C	3° invierno
III	35 °C	30 °C a 32 °C	20 °C	26 °C	37 °C	2° verano
IV	25 °C	19 °C a 21 °C	12 °C	17 °C	28 °C	3° Otoño
V	35 °C	30 °C a 32 °C	21 °C	26 °C	36 °C	1° verano
VI	24 °C	20 °C a 21 °C	7 °C	18 °C	24 °C	3° invierno
VII	36 °C	31 °C a 32 °C	21 °C	25 °C	37 °C	3° verano

Tabla 6.- Temperatura Ambiental y del Fondo: Comparación entre la temperatura ambiental del mes estacional de muestreo y las temperaturas del ambiente y el bentos registradas en el día de toma de muestra de cada una de las siete campañas.

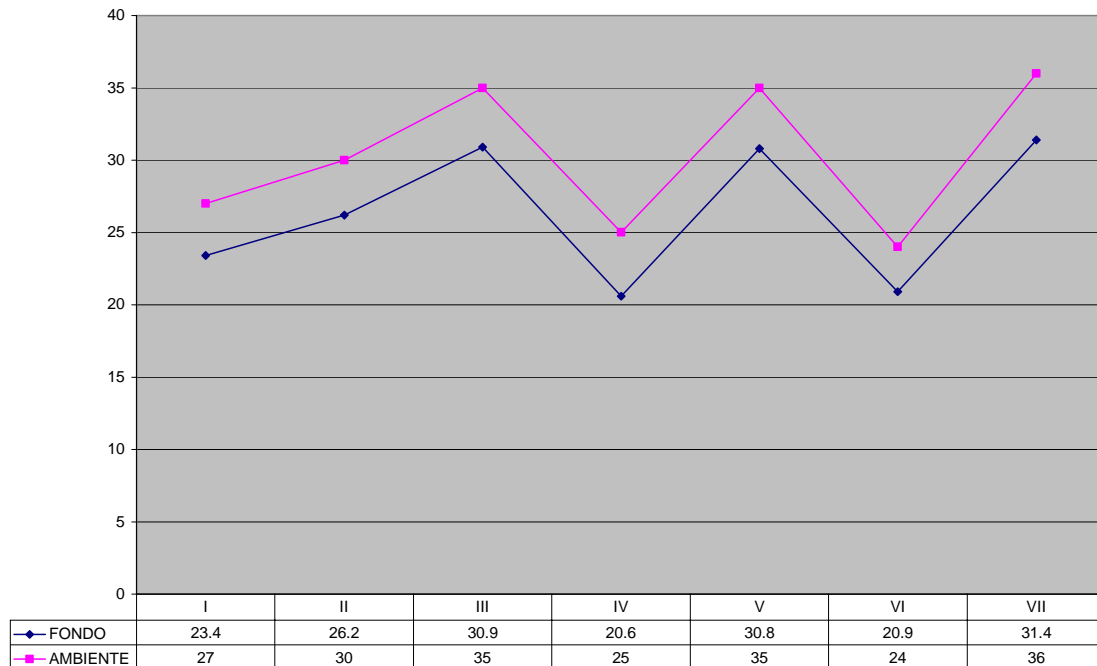


Figura 9.- Temperatura en °C para ambiente y fondo de la laguna de Tamiahua.

### IV.3.-Lluvia y Estiaje.

La laguna de Tamiahua se encuentra ubicada en la zona de transición templado-tropical, y debido a la influencia de las fuertes variaciones de lluvia, el clima presenta dos fases: Periodo de lluvia y periodo de estiaje. El efecto de la lluvia ejerció una presión más fuerte sobre el clima, que los cambios de temperatura que son poco drásticos.

El registro en mm de lluvia por mes estacional se observa en la tabla 7, mientras que en la figura 10 se muestran los mm de lluvia correspondientes a cada una de las siete campañas.

Otoño			Invierno			Primavera			Verano		
1ºmes	2ºmes	3ºmes	1ºmes	2ºmes	3ºmes	1ºmes	2ºmes	3ºmes	1ºmes	2ºmes	3ºmes
(1999)	(1999) *	(1999)	(1999)	(2000)	(2000) *	(2000)	(2000)	(2000)	(2000)	(2000) *	(2000)
239	105	22	8	12	11	40	56	151	107	119	135
(2000)	(2000)	(2000) *	(2000)	(2001)	(2001)	(2001)	(2001)	(2001)	(2001) *	(2001)	(2001)
107	42	9	11	12	6	31	102	95	82	233	257
(2001)	(2001)	(2001) *	(2001)	(2002)	(2002)	(2002)	(2002)	(2002)	(2002)	(2002)	(2002) *
143	56	11	2	2	0.8	2	18	138	275	155	143

Tabla 7.- mm de lluvia en cada mes estacional. (\*) Mes de Muestreo

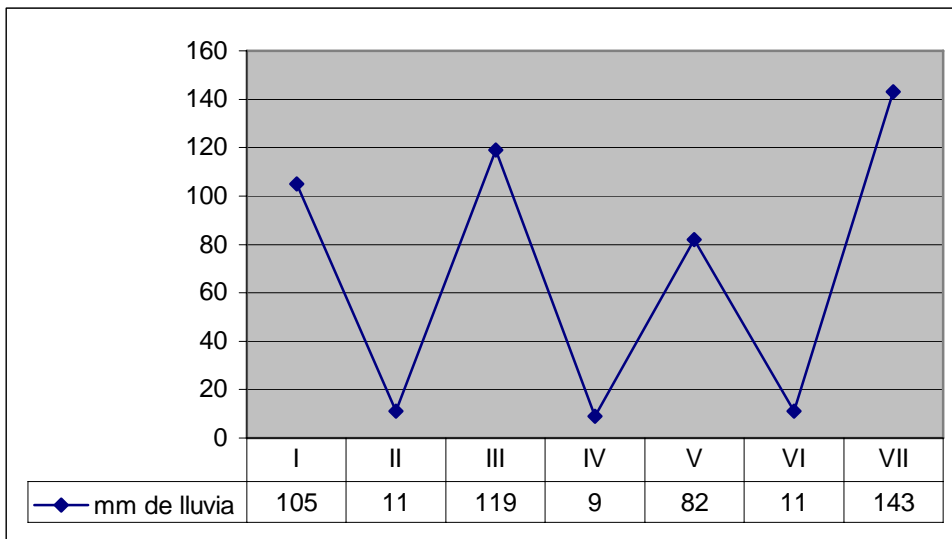


Figura 10.- Lluvia en mm en cada una de las siete campañas de monitoreo en la laguna de Tamiahua.

La comparación entre valores medios de lluvia, índice de diversidad de especies, porcentaje del número de organismos, salinidad y los restantes parámetros, presentaron correlación nula.

#### IV.4.- Riqueza Específica y Equitatividad.

##### IV.4.1.-Faunística.

Se registraron 40 especies distribuidas en dos grupos, (A) Sedentarias y (B) Errantes:  
(A)Sedentarias.- 8 Ordenes, 12 familias y 16 especies detritívoras y 5 filtradoras.

Grupo Taxonomico	Especie	Estrategia Alimenticia
<b>Ord. Spionida.</b>		
Fam. Spionidae	1.- <i>Paraprionospio pinnata</i> (Ehlers, 1901)	detritívoro
Fam. Spionidae	18.- <i>Pseudopolydora sp.</i> Czerniavsky 1881.	detritívoro
Fam. Spionidae	23.- <i>Streblospio sp.</i> (Webster, 1879 a)	detritívoro
Fam. Spionidae	29.- <i>Minuspio cirrifera</i> (Wiren, 1883)	detritívoro
Fam. Spionidae	33.- <i>Spio pettibonae</i> Foster, 1971.	detritívoro
Fam. Magelonidae	6.- <i>Magelona pettibonae</i> Hartman, 1944.	detritívoro
<b>Ord. Capitellida.</b>		
Fam. Capitellidae	2.- <i>Mediomastus californiensis</i> Hartman, 1944.	detritívoro
Fam. Capitellidae	22.- <i>Decamastus gracilis</i> Hartman, 1963.	detritívoro
Fam. Maldanidae	32.- <i>Maldane sp.</i> Grube, 1870.	detritívoro
<b>Ord. Orbiniida.</b>		
Fam. Orbiniidae	5.- <i>Leitoscoloplos fragilis</i> (Verrill, 1873)	detritívoro
<b>Ord. Terebellida.</b>		
Fam. Pectinariidae	8.- <i>Pectinaria (L) koreni</i> Malmgren, 1865.	detritívoro
Fam. Ampharetidae	28.- <i>Melinna maculata</i> (webster, 1879)	detritívoro
<b>Ord. Oweniida.</b>		
Fam. Oweniidae	7.- <i>Myriochele oculata</i> Zachs 1973.	detritívoro
Fam. Oweniidae	30.- <i>Galathowenia sp.</i> Kirkegaard 1959.	detritívoro
<b>Ord. Cossurida.</b>		
Fam. Cossuridae	17.- <i>Cossura delta</i> Reish 1958.	detritívoro
<b>Ord. Sabellida.</b>		
Fam. Sabellidae	19.- <i>Megalomma bioculatum</i> (Ehlers, 1887)	filtrador
Fam. Sabellidae	40.- <i>Chone infundibuliformis</i> (Kroyer, 1856)	filtrador
Fam. Serpulidae	20.- <i>Hydroides dianthus</i> Gunnerus, 1768.	filtrador
Fam. Serpulidae	21.- <i>Hydroides protulicola</i> Benedict, 1887.	filtrador
Fam. Serpulidae	27.- <i>Apomatus sp.</i> Philippi, 1844.	filtrador
<b>Ord. Ctenodrilida.</b>		
Fam. Ctenodrilidae	39.- <i>Ctenodrilus serratus</i> (Schmidt, 1857).	detritívoro

(B) Errantes.- 2 Ordenes, 10 familias y 19 especies; de éstas 14 especies carnívoras y 5 omnívoras.

Grupo Taxonomico	Especie	Estrategia Alimenticia
<b>Ord. Phyllodocida.</b>		
Fam. Pilargidae	3.- <i>Sigambra grubii</i> Muller 1858.	omnívora
Fam. Pilargidae	9.- <i>Parandalia fauveli</i> (Berkeley y Berkeley 1941).	omnívora
Fam. Goniadidae	4.- <i>Glycinde solitaria</i> (Webster, 1879).	carnívoro
Fam. Hesionidae	13.- <i>Podarkeopsis brevipalpa</i> (Hartmann-Schroeder, 1959)	carnívoro
Fam. Phyllodocidae	14.- <i>Nereiphylla castanea</i> (Marenzeller, 1879).	carnívoro
Fam. Glyceridae	24.- <i>Glycera americana</i> Leidy, 1855.	carnívoro
Fam. Syllidae	15.- <i>Sphaerosyllis glandulosa</i> Fauvel, 1923.	carnívoro
Fam. Syllidae	25.- <i>Syllis gracilis</i> Grube, 1840.	carnívoro
Fam. Syllidae	31.- <i>Brania sp.</i> Quatrefages, 1866.	carnívoro
Fam. Syllidae	34.- <i>Spermosyllis sp.</i> Claparede, 1863.	carnívoro
Fam. Nereididae	10.- <i>Ceratonereis irritabilis</i> (Webster, 1879)	carnívoro
Fam. Nereididae	36.- <i>Eunereis sp.</i> Malmgren 1867.	Carnívoro
Fam. Nereididae	11.- <i>Neanthes succinea</i> Frey y Leuckart, 1847.	omnívora
Fam. Nereididae	12.- <i>Nereis oligohalina</i> Rioja, 1946.	omnívora
Fam. Chrysopetalidae	35.- <i>Bhawania goodei</i> Webster, 1884.	carnívoro
<b>Ord. Eunicida.</b>		
Fam. Onuphidae	16.- <i>Diopatra cuprea</i> (Bosc, 1802).	omnívora
Fam. Eunicidae	26.- <i>Lysidice ninetta</i> (Audouin y Milne-Edwards, 1833).	carnívoro
Fam. Eunicidae	37.- <i>Marphysa aransensis</i> Treadwell, 1939.	carnívoro
Fam. Eunicidae	38.- <i>Nematonereis unicornis</i> (Grube, 1840).	carnívoro

#### IV.4.2.-Abundancia, Presencia y Frecuencia de Especies.

Durante las siete campañas se cuantificaron 6040 organismos. A la campaña I corresponde 2.55% y a la II 1.16% del número de organismos, estos fueron los registros mas bajos e indican reestructuración de las comunidades y clara tendencia a la estabilidad; a la vez, son el registro mas bajo de la presencia de especies, la I con 6% y la II con 4.5% (Tabla 8).

En la campaña III se encontró un mejoramiento general en donde se registró 17.93% del número de organismos y 19.7% en la presencia de especies (Tabla 8).

En cambio, en las campañas IV y V se observó un ligero descenso, en la IV 13.41% número de organismos y 12.9% presencia de especies. En la V 12.46% del número de organismos y 16.7% presencia de especies.

La tendencia hacia la estabilidad de la laguna se manifestó en las campañas VI y VII, en la campaña VI 26.42% del número de organismos y 18.9% presencia de especies, y en la VII 26.22% número de organismos y 21.2% presencia de especies (Tabla 8).

Los resultados encontrados mostraron un proceso de reestructuración con dirección hacia la estabilidad a partir de la campaña III. Los valores en la campaña III fueron significativamente diferentes a los valores en las restantes campañas. Entre IV y V no hubo diferencias significativas, así como entre VI y VII.

Por otra parte, la comparación entre los valores del periodo de lluvia (I, III, V, VII), y los valores del periodo de estiaje (II, IV, VI) mostraron que no hubo correlación.

En cuanto a la presencia de especies (%) se encontró lo siguiente: VII(a), III(b), VI(b), V(c), IV(d), I(e), II(f); ésto significa que la presencia de especies (%) fue mejor en la campaña VII que en la III, mientras que la cantidad en III fue igual a la registrada en VI; en tanto que VI fue mejor que V, mejor que IV, que I y que II.

Campaña	I	II	III	IV	V	VI	VII
% N° de organismos	2.55 d	1.16 e	17.93b	13.41c	12.46c	26.42a	26.22a
% Presencia de especies	6 e	4.5 f	19.7 b	12.9 d	16.7 c	18.9 b	21.2 a

Tabla 8.- Número de Organismos en Por ciento y Presencia de Especies Durante siete Campañas de Monitoreo. (Letras diferentes indican diferencias significativas).

La frecuencia de ocurrencia de especies (%) de cada una de las siete campañas fue:

I	II	III	IV	V	VI	VII
3.90%	2.76%	14.96%	15.61%	18.54%	23.41%	20.81%

La media de la frecuencia de ocurrencia de especies (%) para las siete campañas mostró el siguiente comportamiento:

I	II	III	IV	V	VI	VII
0.24% e	0.17% f	0.93% d	0.98% d	1.16% c	1.46% a	1.30% b

Hubo mejor frecuencia de ocurrencia de especies (%) en la campaña VI que en VII, que en V, que en IV; sin embargo IV se comportó igual que III, mientras que III fue mejor que I y que II, y I mejor que II (Letras diferentes indican diferencias significativas).

El valor medio de la frecuencia de ocurrencia de especies para los 2 periodos de muestreo fue, en época de lluvia 0.91%, en tanto que en época de estiaje 0.87%, ambos sin diferencias significativas (Tabla 9).

La observación de las características mostradas en la tabla 9 determinó aspectos interesantes, por ejemplo, la característica número (5), cuyos datos corresponden a la media porcentual de la frecuencia de ocurrencia de especies, permite ver claramente la ausencia de correlación entre los valores de periodo de lluvia (I, III, V, VII) y los valores en periodo de estiaje (II, IV, VI); este comportamiento es similar en cada una de las restantes características estipuladas en esa tabla.

No se encontró correlación entre la media de diversos parámetros, el por ciento del número de organismos y la frecuencia de especies (Tabla 10). Teniendo como base la media porcentual del número de organismos, los valores de la tabla 10 fueron acomodados de mayor a menor, de tal manera que para cada estación se registraron los valores correspondientes a 13 parámetros, siendo el último el tipo de suelo encontrado en cada una de las siete campañas; esta forma de presentación de estos datos permitió observar fácilmente la ausencia de correlación.

<b>CAMPAÑAS</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>	<b>VII</b>
<b>CARACTERISTICAS</b>							
(1) Presencia de especies	8	6	26	17	22	25	28
(2) Presencia porcentual de especies. %	6	4.5	19.7	12.9	16.7	18.9	21.2
(3) Presencia porcentual de un total de 40 esp. %	20	15	65	42.5	55	62.5	70
(4) Frecuencia de ocurrencia esp. %	3.90	2.76	14.96	15.61	18.54	23.41	20.81
(5) Media porcentual de la frec. de ocurr. esp. %	0.24	0.17	0.93	0.98	1.16	1.46	1.30
(6) Dominantes presencia porcentual de esp. %	1.52	1.52	5.31	4.54	6.07	7.58	6.82
(7) Presencia porcentual especies ocasionales. %	1.52	1.52	6.07	0.76	2.27	0.76	1.52
(8) Presencia porcentual especies raras. %	3.04	1.52	7.58	7.58	8.34	9.86	12.13
(9) Presencia porcentual especies constantes. %	0	0	0.76	0	0	0.76	0.76
(10) Detr-filtr. presencia porcentual dominantes	1.52	1.52	3.03	3.03	4.55	6.06	5.30
Ocasionales	1.52	1.52	4.55	0	2.77	0	0.76
Raras	1.52	0	3.03	4.55	2.27	4.55	6.06
Constantes	0	0	0	0	0	0	0
(11) Omnívoros presencia porcentual Dominantes	0	0	1.52	0.76	0.76	0.76	0.76
Ocasionales	0	0	0	0	0	0	0
Raras	0.76	1.52	1.52	0.76	1.52	1.52	1.52
Constantes	0	0	0	0	0	0	0
(12) Carnívoras presencia porcentual Dominantes	0	0	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76
Ocasionales	0	0	1.52	0.76	0	0.76	0.76
Raras	0.76	0	3.03	2.27	4.55	3.79	4.55
Constantes	0	0	0.76	0	0	0.76	0.76

Tabla 9.- Frecuencia de ocurrencia en por ciento y presencia porcentual de especies (tipos: Dominantes, ocasionales, raras, constantes, detritívoro-filtradoras, omnívoras y carnívoras) durante las siete campañas de monitoreo; la comparación entre datos de periodo de lluvia (I, III, V, VII) y datos de periodo de estiaje (II, IV, VI) permite la observación clara de ausencia de correlación entre ambos períodos.



Estaciones	Media del % No. de Organismos	Frecuencia de esp. en %	Media frecuencia esp. en %	Media de la profund. en M	Media de la salinidad PP mil	Media de la Conduct. $\mu$ mhos	Media de O2 mg/l	Media de °C	Media de Arena en %	Media de Arcilla en %	Media de Limo en %	Media de M. Org. en %	Tipos de suelos						
													I	II	III	IV	V	VI	VII
2	5.08	13.17	1.88	2.40	21.43	40.29	6.37	26.80	74.49	19.24	6.27	0.73	9	9	9	9	9	9	
13	2.03	9.76	1.39	2.09	20.11	34.16	5.76	26.06	20.31	43.17	36.51	2.46	1	5	4	1	1	5	5
4	1.09	8.84	1.28	2.08	21.59	32.46	5.44	26.40	64.19	28.34	7.47	1.42	2	3	3	3	3	3	3
9	0.86	6.18	0.88	2.52	20.33	34.69	6.02	26.41	29.63	39.10	31.27	2.17	1	4	4	4	1	4	1
5	0.81	6.67	0.95	2.42	21.48	39.83	6.25	26.74	10.77	63.64	18.90	3.13	1	1	1	1	1	1	1
1	0.80	6.34	0.91	3.06	21.83	34.41	5.94	26.33	11.99	69.36	18.66	3.56	1	1	1	1	1	1	1
8	0.75	6.83	0.98	2.81	21.41	32.61	6.41	26.26	21.59	57.46	20.96	3.71	1	1	4	1	1	1	1
12	0.73	7.64	1.09	3.64	19.88	32.18	5.90	26.23	19.40	61.91	18.69	2.78	1	1	4	1	1	1	1
15	0.44	5.53	0.79	2.53	22.48	34.16	5.42	26.17	15.36	64.13	20.51	3.41	1	1	1	1	1	1	1
3	0.35	5.04	0.72	3.23	21.43	32.70	5.97	26.50	36.96	47.77	15.27	2.07	1	1	1	1	1	1	3
7	0.35	4.88	0.70	3.44	21.96	33.19	5.80	26.35	16.59	63.96	19.47	3.29	1	1	1	1	1	1	1
6	0.27	3.74	0.53	3.17	20.15	34.04	5.98	26.34	14.29	62.51	18.90	3.08	1	1	1	1	1	1	1
11	0.24	3.74	0.53	3.50	21.59	33.61	6.09	26.20	17.06	64.20	18.61	4.25	1	1	1	1	1	1	1
10	0.22	3.25	0.46	3.37	21.46	35.11	5.94	26.50	14.91	66.99	18.10	4.43	1	1	1	1	1	1	1
16	0.18	4.55	0.65	2.70	20.22	32.75	6.16	26.34	14.39	59.31	26.33	2.79	1	4	1	1	1	1	1
14	0.11	3.74	0.53	3.07	20.47	36.09	6.06	25.80	9.00	69.46	21.54	3.73	1	1	1	1	1	1	1

Tabla 10.- Comparación de los valores medios de 13 parámetros en cada estación de muestreo durante las siete campañas de monitoreo, siendo el acomodo de datos en base a la media en por ciento del número de organismos de mayor a menor.

Ejemplo de la interpretación y uso de esta tabla es el siguiente: la media del por ciento del número de organismos 5.08 % de la estación 2 y su salinidad media 21.43 PPM, comparada con la estación 3 en donde la media del por ciento del número de organismos fue de 0.35 % y su salinidad media 21.43 PPM, permite la observación clara de la ausencia de correlación, que en este caso es entre dos parámetros, sin embargo la comparación puede hacerse extensiva a cualquiera de los 13 parámetros.

#### **IV.4.3.-Hábitos Alimenticios.**

Los ejemplares que se utilizaron para determinar la composición del contenido digestivo revelaron la existencia de 3 grupos, (A) detritívoro-filtradores, (B) omnívoros y (C) carnívoros.

(A) Detritívoro-filtradores, en donde el contenido digestivo mostró materia orgánica de grano irregular, restos de materia orgánica y trozos muy pequeños de lo que fueron diatomeas bentónicas.

(B) Omnívoros, en los que el material orgánico digestivo mostró partículas finas y de mediano tamaño con restos de partículas orgánicas no definidas que pertenecieron a algún organismo.

(C) Carnívoros, cuyo contenido digestivo mostró materia orgánica de grano muy fino y con trozos pequeños de estructuras que formaron parte del cuerpo de otros especímenes.

El apoyo de la literatura (Rouse y Pleisel, 2001) (Fauchald y Jumars, 1979), más la observación microscópica de los contenidos digestivos corroboró los hábitos alimenticios de las 40 especies registradas en el presente trabajo. De entre estas especies, 16 fueron detritívoras, 5 filtradoras, 5 omnívoras, y 14 carnívoras.

Durante las siete campañas el 89.04% de los organismos correspondió a especies detritívoro-filtradoras, 5.23% especies omnívoras y 5.93% especies carnívoras.

En el periodo de lluvia, la media en porcentaje del número de organismos fue para detritívoro-filtradoras 13% omnívoros 0.96% y carnívoros 0.90%. En estiaje se encontró 12.30% para detritívoro-filtradoras, omnívoros 0.67% y carnívoros 0.76%.

El número de organismos en porcentaje de especies detritívoro-filtradoras por campaña fue de la siguiente manera:

I	II	III	IV	V	VI	VII
2.46%	1.09%	14.55%	11.85%	10.30%	24.06%	24.69%

El porcentaje para especies omnívoras fue:

I	II	III	IV	V	VI	VII
0.07%	0.07%	1.56%	0.66%	1.49%	0.97%	0.45%

En cuanto el porcentaje para especies carnívoras fue:

I	II	III	IV	V	VI	VII
0.02%	0.00%	1.82%	0.89%	0.67%	1.39%	1.08%

Considerando la sumatoria de las siete campañas se obtuvo el valor medio por campaña, en organismos detritívoro-filtradores 0.79%, omnívoros 0.05% y carnívoros 0.05%. Los valores medios en cada una de las campañas mostraron un aumento decisivo en los organismos detritívoro-filtradores y un proceso estable en organismos omnívoros y carnívoros (Tabla 11) (Figura 11).

		I	II	III	IV	V	VI	VII
%	Detr-filtr	0.15	0.07	0.91	0.74	0.64	1.50	1.54
%	Omnívoras	0.004	0.004	0.10	0.04	0.09	0.06	0.03
%	Carnívoras	0.001	0.00	0.11	0.07	0.04	0.09	0.07

Tabla 11.- Valores medios en porcentaje de organismos con 3 hábitos alimenticios durante siete campañas de monitoreo.

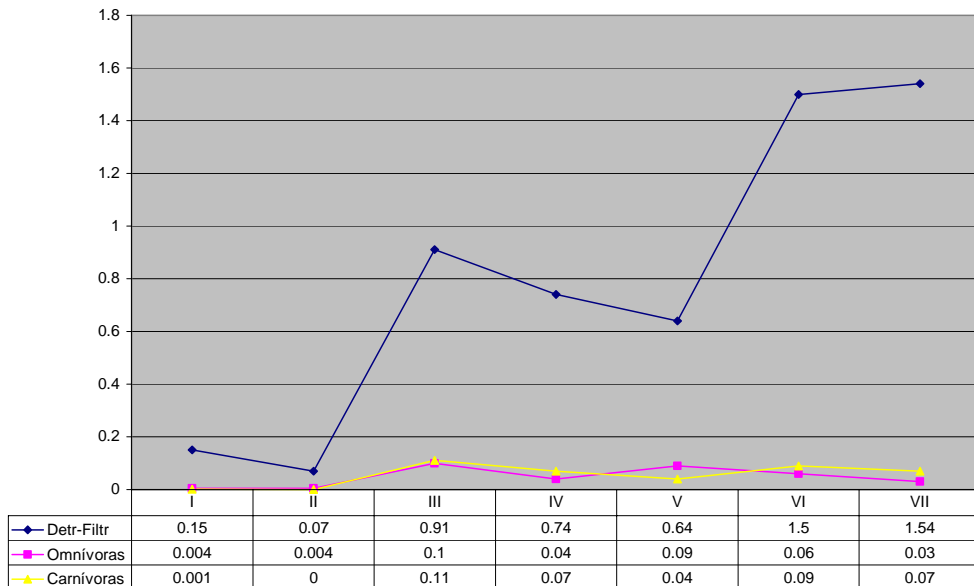


Figura 11.- Media en porciento del número de organismos, correspondientes a 3 grupos de especies, detritívoro-filtradoras, omnívoros y carnívoros durante siete campañas de monitoreo.

#### IV.4.4.-Especies Dominantes, Ocasionales, Raras y Constantes: Estructura de la comunidad.

Mediante el modelo de Olmstead y Tukey se calcularon 4 tipos de especies: (A) Dominantes, (B) Ocasiónales, (C) Raras y (D) Constantes. (Figura 13 (a), (b), (c), (d), (e), (f), (g)).

(A) Las especies dominantes se caracterizan por tener frecuencia de ocurrencia y abundancia altas, tienen a su favor todos los parámetros físico-químico-biológicos, sus valores se ubican por arriba de ambas medias, tanto de la frecuencia de ocurrencia de especies (%) como de la abundancia ( $\log 10 + 1$ ). En las campañas I y II se registraron dos especies dominantes en cada una, en la III siete, IV presentó seis, ocho en V, y en VI y VII nueve en cada una.

(B) Las especies ocasionales tienen baja frecuencia de ocurrencia y la abundancia es alta, ellas aprovechan parámetros físico-químico-biológicos favorables, están integradas por

organismos oportunistas que suceden por azar y la cantidad de especies puede ser baja o alta. En las campañas I y II se registraron dos especies ocasionales para cada una, III con ocho, IV con una, V con tres y en VI y VII con dos especies para cada una.

(C) Las especies raras tienen frecuencia de ocurrencia y abundancia bajas, sus valores se ubican por debajo de ambas medias, las especies son numerosas, con poca frecuencia, y de número bajo, también suceden por azar pero encuentran escasas oportunidades de desarrollo. En esta investigación se registraron cuatro especies raras en la campaña I, dos en la II, en la III y IV diez especies en cada una, V con once, VI con trece y VII con diez y seis especies.

(D) En cuanto a las especies constantes, estas tienen valores por debajo de la media de la abundancia y por arriba de la media de la frecuencia de ocurrencia, y es debido a la alta frecuencia de ocurrencia por lo que son constantes, aunque con bajo número de individuos. En el presente estudio se encontró que en las campañas III, VI y VII sólo hubo una especie en cada una de ellas.

Durante las siete campañas se calculó el porcentaje del número de organismos para cada uno de los 4 grupos. Se estimó 86.27% del total de organismos dominantes, de entre estos 79.05% correspondieron a detritívoro-filtradoras, 4.48% a omnívoras y 2.74% a carnívoras. En las especies ocasionales el número de organismos fue de 10.07% de los cuales 8.52% correspondió a organismos detritívoro-filtradoras, cero omnívoras y 1.55% para carnívoras. Para las especies raras se registró un total de 3.38%, correspondiéndole 1.47% a detritívoro-filtradoras, 0.75% a omnívoras y 1.16% carnívoras. El porcentaje más bajo se registró en las especies constantes en donde se estimó únicamente 0.48% en carnívoras, no encontrando detritívoro-filtradoras y omnívoras. (Tabla 12) (Figura 12).

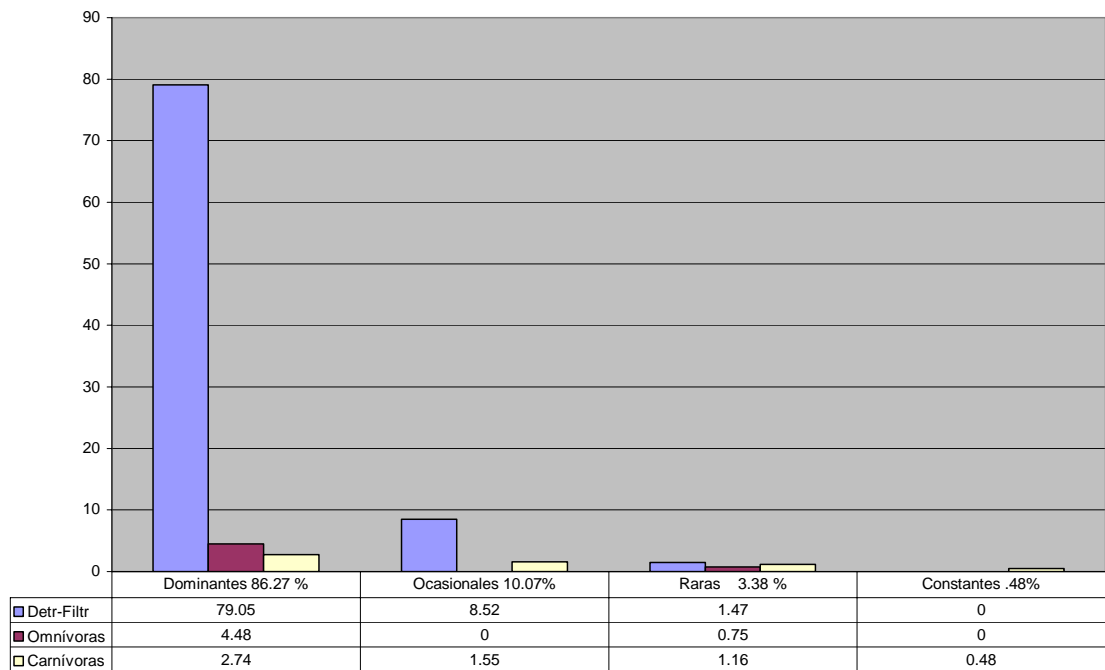


Figura 12.- Número de Organismos en porcentaje para 4 diferentes tipos de especies y 3 hábitos alimenticios durante siete campañas de monitoreo.

<b>CAMPAÑAS</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>	<b>VII</b>
<b>Tipos de Organismos</b>							
(1) Número de organismos %	2.55	1.16	17.93	13.41	12.46	26.42	26.22
(2) Número de organismos Dominantes %	1.85	0.63	11.92	12.83	10.76	22.98	25.30
(3) Número de organismos ocasionales %	0.56	0.46	5.28	0.18	1.04	2.23	0.32
(4) Números de organismos Raros %	0.14	0.07	0.53	0.40	0.66	1.03	0.50
(5) Números de organismos Constantes %	0	0	0.20	0	0	0.18	0.10
(6) <b>Detr-filtr</b> N° de Organismos en %							
<b>Dominantes</b>	1.85	0.63	9.85	11.64	9.04	21.84	24.20
<b>Ocasionales</b>	0.56	0.46	4.55	0	1.04	1.75	0.16
<b>Raros</b>	0.05	0	0.15	0.22	0.22	0.48	0.35
<b>Constantes</b>	0	0	0	0	0	0	0
(7) <b>Omnívoras</b> N° de Organismos en %							
<b>Dominantes</b>	0	0	1.31	0.63	1.39	0.74	0.41
<b>Ocasionales</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>Raros</b>	0.07	0.07	0.25	0.03	0.10	0.23	0.03
<b>Constantes</b>	0	0	0	0	0	0	0
(8) <b>Carnívoros</b> N° de Organismos en %							
<b>Dominantes</b>	0	0	0.76	0.56	0.33	0.40	0.69
<b>Ocasionales</b>	0	0	0.73	0.18	0	0.48	0.16
<b>Raros</b>	0.02	0	0.13	0.15	0.34	0.33	0.17
<b>Constantes</b>	0	0	0.20	0	0	0.18	0.10

Tabla 12.- Distribución del número de organismos en por ciento de 4 tipos de especies y 3 formas de hábitos alimenticios.

Empleando el valor de la sumatoria de las siete campañas se obtuvo el promedio en por ciento del número de organismos por campaña: Dominantes 12.32%, ocasionales 1.44%, raros 0.48% y constantes 0.07%. El valor medio en por ciento del número de organismos por estación de muestreo durante las siete campañas de monitoreo fue: dominantes 0.77%, ocasionales 0.09%, raros 0.03% y constantes 0.004%. (Tabla 13) (Figura 14).

	I	II	III	IV	V	VI	VII
Dominantes	1.85	0.63	11.92	12.83	10.76	22.98	25.30
Ocasionales	0.56	0.46	5.28	0.18	1.04	2.23	0.32
Raras	0.14	0.07	0.53	0.40	0.66	1.03	0.50
Constantes	0	0	0.20	0	0	0.18	0.10

Tabla 13.- Número de organismos en porciento de 4 tipos de especies durante siete campañas de monitoreo

### **Campañas y Características Particulares.**

Campaña I. En la campaña I (Figura 13 (a)), el bentos de la laguna de Tamiahua reveló la existencia de una comunidad pobre formada por ocho especies cuyo soporte estructural fueron dos especies detritívoras dominantes, *Paraprionospio pinnata* (1) y *Mediomastus californiensis* (2); paralelamente a éstas, se registró la presencia de dos especies detritívoras de tipo ocasional, *Magelona pettibonae* (6) y *Myriochele oculata* (7), a la vez, dos especies más de tipo detritívoro raro, *Leitoscoloplos fragilis* (5) y *Pectinaria (L) koreni* (8). Considerando la estructura de la comunidad como una pirámide trófica, la base se integró por especies detritívoras, en primer grado las dominantes, en segundo grado las especies ocasionales y en tercer grado las especies raras. Estas especies fueron el soporte para *Sigambra grubii* (3) especie omnívora registrada como rara, mientras que en la cúspide se ubicó a *Glycinde solitaria* (4) especie carnívora también de tipo raro.

Los muestreos de la campaña I se hicieron inmediatamente después de la contingencia ambiental de 1999, así que la estructura de las comunidades bentales se encontró muy deteriorada, por esta razón se estimó su abundancia 2.55%; no obstante que la abundancia fue baja, los valores numéricos encontrados demostraron equilibrio entre especies: dominantes 1.00 (1.85%), ocasionales 0.30 (0.56%) y raras 0.08 (0.14%).

Campaña II.- Mayor deterioro se registró en el bentos de la campaña II, en donde el valor de la abundancia fue 1.16%, el más bajo de las siete campañas, ésto significó que la descompensación sufrida durante la campaña I causó un fuerte daño y desequilibrio que se manifestó en la campaña II, con tan sólo 6 especies, en donde los valores numéricos de las



especies dominantes 1.00 (0.63%) no presentaron diferencias significativas con las especies ocasionales 0.73 (0.46%), en cambio, las especies raras presentaron un valor bajo y aceptable 0.11(0.07%).

En la campaña II (Figura 13 (b)) también el soporte estructural de la comunidad lo establecieron las especies detritívoras dominantes *P. pinnata* (1) y *M. californiensis* (2), así como las especies detritívoras ocasionales *M. pettibonae* (6) y *M. oculata* (7). Estas especies constituyeron la base de la pirámide trófica y sobre ellas se sustentaron las especies omnívoras de tipo raro *S. grubii* (3) y *Parandalia fauveli* (9).

Campaña III.- El mejoramiento ambiental del bentos de la laguna de Tamiahua lo reflejaron ampliamente los datos de la campaña III, ésto marcó el inicio de la recuperación de las comunidades bentales; aquí se registraron 26 especies, de éstas, siete fueron dominantes, ocho ocasionales, diez raras y una especie constante (Figura 13(c)). La base de la pirámide trófica la constituyeron varias especies agrupadas como detritívoro-filtradoras dominantes, *P. pinnata* (1), *M. californiensis* (2), *L. fragilis* (5) y *P. (L) koreni* (8); detritívoro-filtradoras ocasionales, *M. oculata* (7), *Pseudopolydora sp.* (18), *Hydroides dianthus* (20), *Hydroides protulicola* (21), *Decamastus gracilis* (22) y *Apomatus sp.* (27); y especies detritívoro-filtradoras raras, *Cossura delta* (17), *Megalomma bioculatum* (19), *Streblospio sp.* (23) y *Melinna maculata* (28). El siguiente estrato de la pirámide trófica estuvo constituido por especies omnívoras; entre las dominantes, *S. grubii* (3) y *Neanthes succinea* (11); y omnívoras raras, *Nereis oligohalina* (12) y *Diopatra cuprea* (16). La estructura formada por estas especies soportó a las especies carnívoras dominantes, *G. solitaria* (4); carnívoras ocasionales, *Ceratonereis irritabilis* (10) y *Nereiphylla castanea* (14); carnívoras raras, *Sphaerosyllis glandulosa* (15), *Glycera americana* (24), *Syllis gracilis* (25) y *Lysidice ninetta* (26); y carnívoras constantes *Podarkeopsis brevipalpa* (13).

La abundancia de la campaña III se estimó en 17.93%, valor bastante alto, que indicó reacomodo de las estructuras de la comunidad sin llegar a la estabilidad, como puede observarse por los siguientes valores numéricos, en donde las especies dominantes 1.00 (11.92%) fueron significativamente diferentes a las restantes, sin embargo, aún el valor de las especies ocasionales 0.44 (5.28%) fue bastante alto y muy próximo a la mitad de uno, ésto indica cierto grado de competencia entre dominantes y ocasionales; mientras que

valores bajos y buenos se registraron en especies raras 0.04 (0.53%) y constantes 0.02 (0.20%).

En las campañas IV y V los datos registrados mostraron la consolidación de la estabilidad estructural de las comunidades bentales, en cambio las campañas VI y VII reflejaron estabilidad y fuerte recuperación como se ve a continuación.

Campaña IV.- En la campaña IV (Figura 13(d)) se encontraron 17 especies, en donde la base de la pirámide trófica estuvo constituida por organismos agrupados como detritívoro-filtradoras dominantes, *P. pinnata* (1), *M. californiensis* (2), *L. fragilis* (5) y *Streblospio sp.* (23); y detritívoro-filtradoras raras, *M. oculata* (7), *P. (L) koreni* (8), *C. delta* (17), *M. bioculatum* (19), *D. gracilis* (22) y *Minuspio cirrifera* (29). Las especies omnívoras constituyentes del siguiente estrato fueron, dominantes *S. grubii* (3); y raras *N. succinea* (11). Mientras que el estrato superior de organismos carnívoros estuvo integrado por *G. solitaria* (4) dominante; *G. americana* (24), ocasional; y especies raras, *C. irritabilis* (10), *P. brevipalpa* (13) y *S. glandulosa* (15).

En la campaña IV el valor de la abundancia fue 13.41%, que aunque no es muy alto, con respecto a la campaña anterior, aquí se inició el proceso de estabilidad del bentos, como puede verse en los siguientes valores numéricos registrados, en donde las especies dominantes 1.00 (12.83%) mostraron diferencias significativas respecto a las restantes, habiéndose encontrado para las especies ocasionales 0.01 (0.18%), y las especies raras 0.03 (0.40%); ambos valores muy bajos y buenos.

Campaña V.- En cuanto a la campaña V, la abundancia descendió ligeramente a 12.46%, y no hubo diferencias significativas respecto a la abundancia de la campaña IV. Esta campaña también reflejó estabilidad de la estructura de la comunidad como se ve al comparar los siguientes valores; especies dominantes 1.00 (10.76%), y con valores bajos y buenos las especies ocasionales 0.10 (1.04) y raras 0.06 (0.66%).

La campaña V (Figura 13 (e)) presentó 22 especies. El grupo detritívoro-filtradores estuvo integrado por las siguientes especies, dominantes, *P. Pinnata* (1), *M. californiensis* (2), *L.*

*fragilis* (5), *M. oculata* (7), *Streblospio sp.* (23) y *Galathowenia sp.* (30); detritívoro-filtradoras ocasionales, *D. gracilis* (22), *Apomatus sp.* (27) y *M. cirrifera* (29); y detritívoro-filtradoras raras, *M. pettibonae* (6), *P. (L) koreni* (8) y *C. delta* (17). En el siguiente estrato, especies omnívoras, dominantes, *S. grubii* (3), y raras, *N. succinea* (11) y *D. cuprea* (16); en la cúspide de la pirámide las especies carnívoras, dominantes, *G. solitaria* (4), y carnívoras raras, *C. irritabilis* (10), *P. brevipalpa* (13), *S. glandulosa* (15), *G. americana* (24), *S. gracilis* (25) y *Brania sp.* (31).

Campaña VI.- Durante la campaña VI se encontraron 25 especies, 9 dominantes, 2 ocasionales, 13 raras y 1 constante (Figura 13 (f)). Especies detritívoras dominantes, *P. pinnata* (1), *M. californiensis* (2), *L. fragilis* (5), *M. oculata* (7), *D. gracilis* (22), *Streblospio sp.* (23) y *Galathowenia sp.* (30). Especies detritívoras ocasionales, *P. (L) koreni* (8). Especies detritívoras raras, *M. pettibonae* (6), *C. delta* (17), *M. maculata* (28), *M. cirrifera* (29), *Maldane sp.* (32) y *Spio pettibonae* (33). El estrato de las especies detritívoras soportó a los organismos omnívoros, dominantes *S. grubii* (3), y raros, *N. succinea* (11) y *N. oligohalina* (12). El estrato superior se integró por especies carnívoras, dominantes, *G. solitaria* (4); carnívoras ocasionales *G. americana* (24); carnívoras raras, *C. irritabilis* (10), *N. castanea* (14), *S. glandulosa* (15), *Brania sp.* (31) y *Spermosyllis sp.* (34); y carnívoras constantes, *P. brevipalpa* (13).

En la campaña VI se registró 26.42% de abundancia, de este porcentaje correspondió 22.98% a las especies dominantes, 2.23% a las especies ocasionales, 1.03% en raras y 0.18% en constantes; éstos valores demostraron estabilidad de la estructura de la comunidad y fuerte recuperación del bentos, siendo las especies dominantes (1.00) significativamente diferentes a las ocasionales (0.10), raras (0.04) y constantes (0.01).

Campaña VII.- Aspectos similares a la campaña VI, se observaron en la campaña VII, cuya abundancia fue 26.22%, en donde las especies dominantes registraron 25.30%, ocasionales 0.32%, en especies raras 0.50% y para constantes 0.10%; también en esta campaña las especies dominantes (1.00) fueron significativamente diferentes a las especies ocasionales (0.01), raras (0.02) y constantes (0.004). La abundancia de ambas campañas demostró que no hubo diferencias significativas entre éstas.

En la campaña VII se registraron 28 especies, de entre ellas, 9 fueron dominantes, 2 ocasionales, 16 raras y 1 constante (Figura 13 (g)). Las especies detritívoras dominantes fueron *P. pinnata* (1), *M. californiensis* (2), *M. oculata* (7), *D. gracilis* (22), *Streblospio sp.* (23), *M. cirrifera* (29) y *Galathowenia sp.* (30). Detritívora ocasional, *L. fragilis* (5). Detritívoro-filtradoras raras, *M. pettibonae* (6), *P. (L) koreni* (8), *C. delta* (17), *M. bioculatum* (19), *Maldane sp.* (32), *Spio pettibonae* (33), *Ctenodrilus serratus* (39) y *Chone infundibuliformis* (40). En el estrato superior integrado por organismos omnívoros se encontró, dominantes *S. grubii* (3); y en raras *N. succinea* (11) y *D. cuprea* (16). En la cúspide de la pirámide trófica los organismos carnívoros, dominantes *G. solitaria* (4); carnívoros ocasionales *Brania sp.* (31); carnívoras raras *G. americana* (24), *S. gracilis* (25), *Bhawania goodei* (35), *Eunereis sp.* (36), *Marphysa aransensis* (37) y *Nematonereis unicornis* (38). Única especie carnívora constante fue *P. brevipalpa* (13)

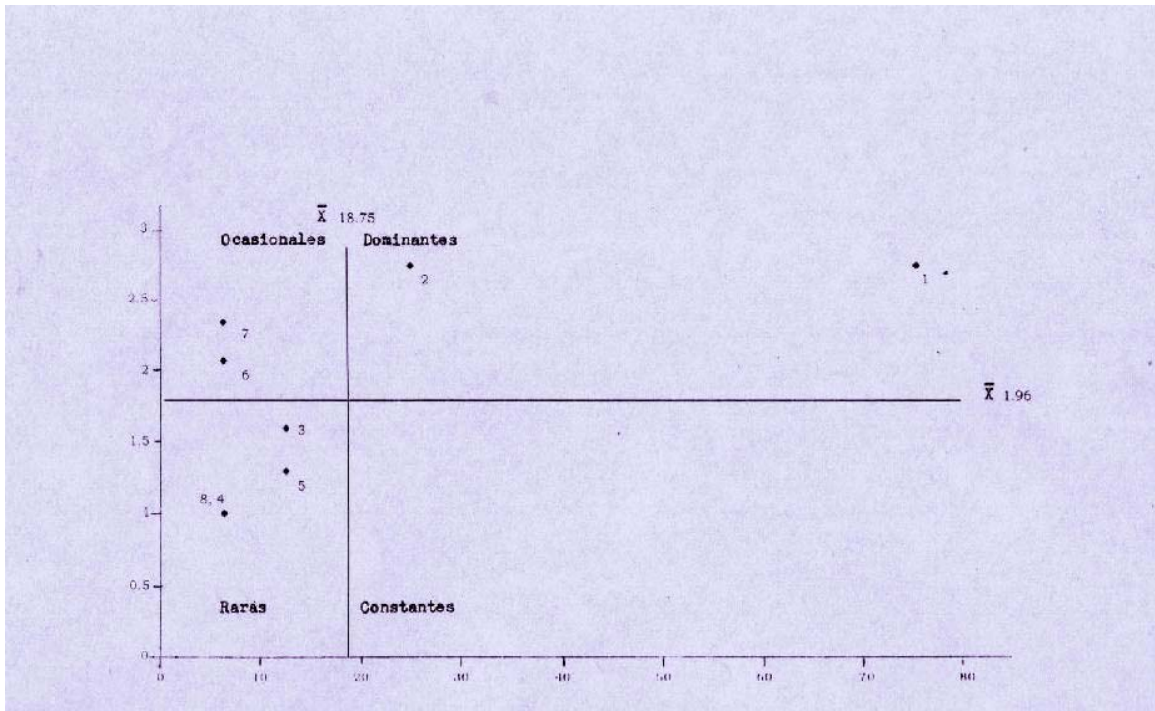


Figura 13 (a).-Prueba de Olmstead y Tukey para la campaña I.

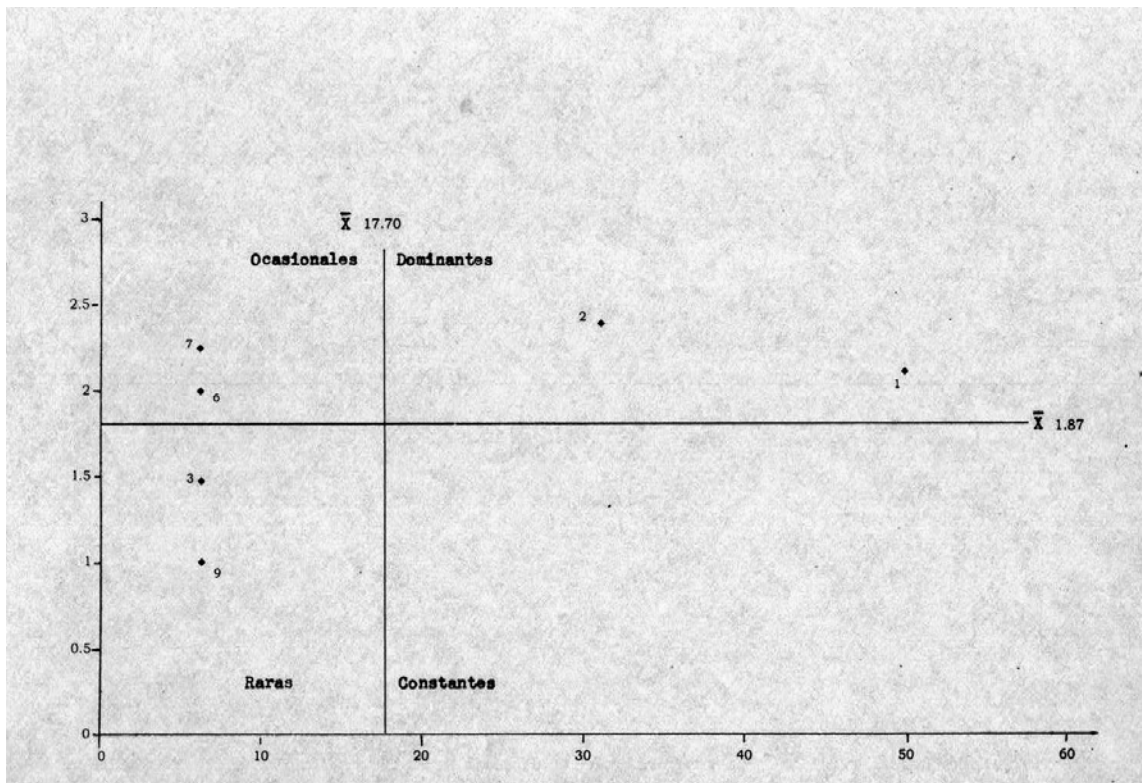


Figura 13 (b).-Prueba de Olmstead y Tukey para la campaña II.



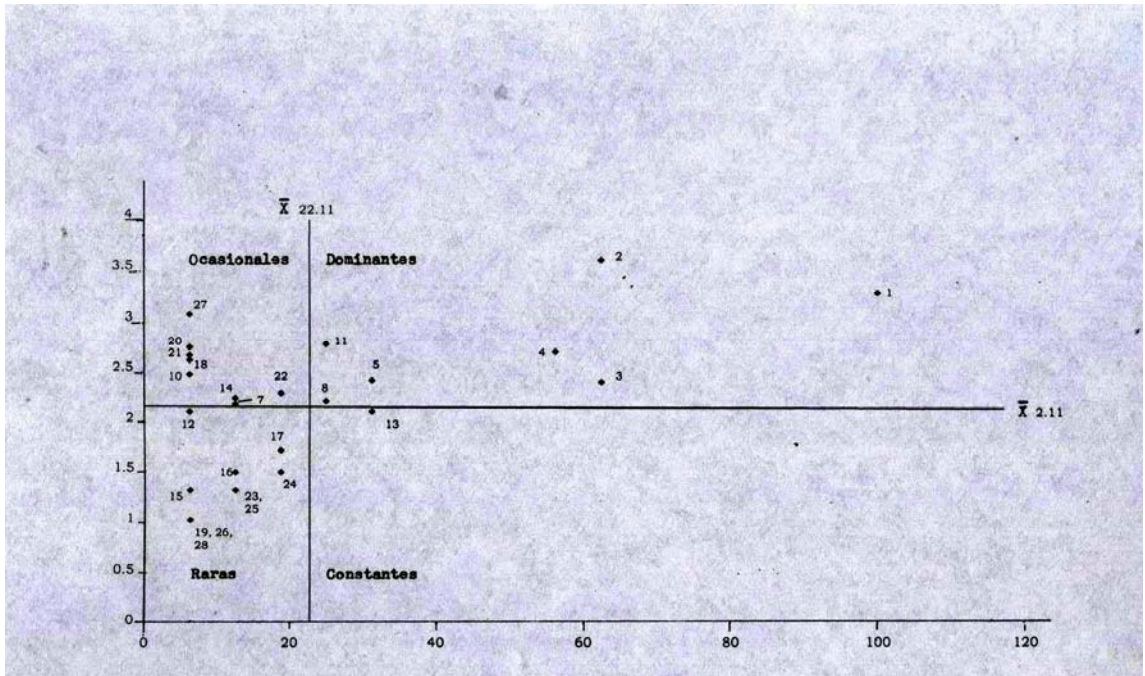


Figura 13 (c).-Prueba de Olmstead y Tukey para la campaña III.

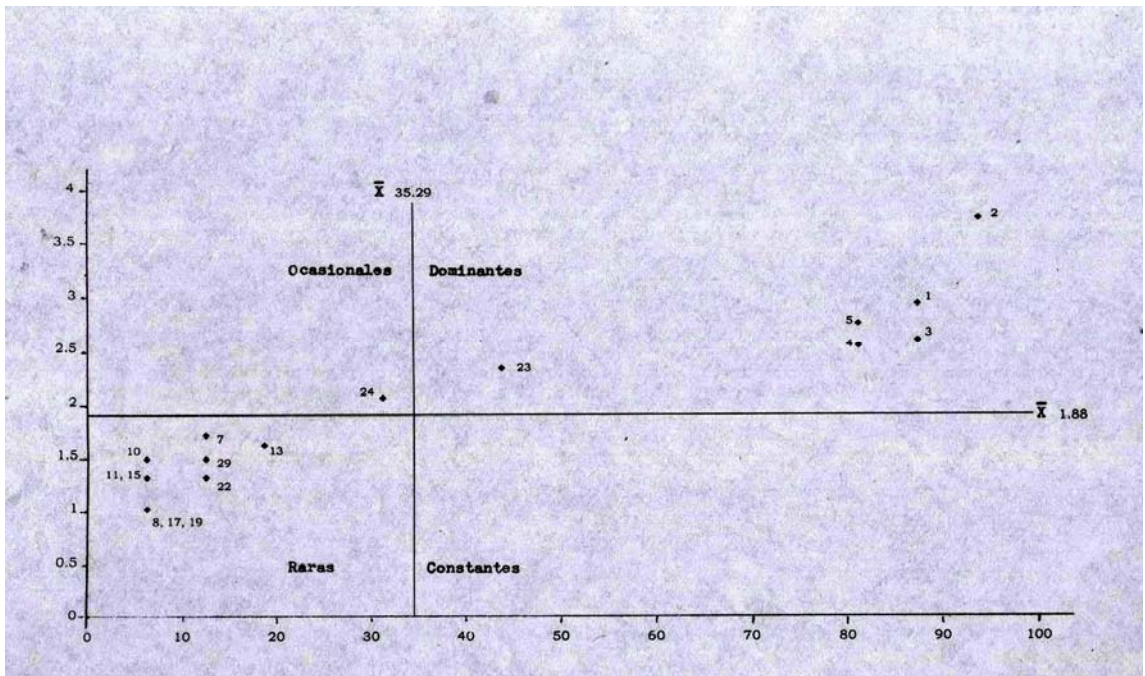


Figura 13 (d).-Prueba de Olmstead y Tukey para la campaña IV.



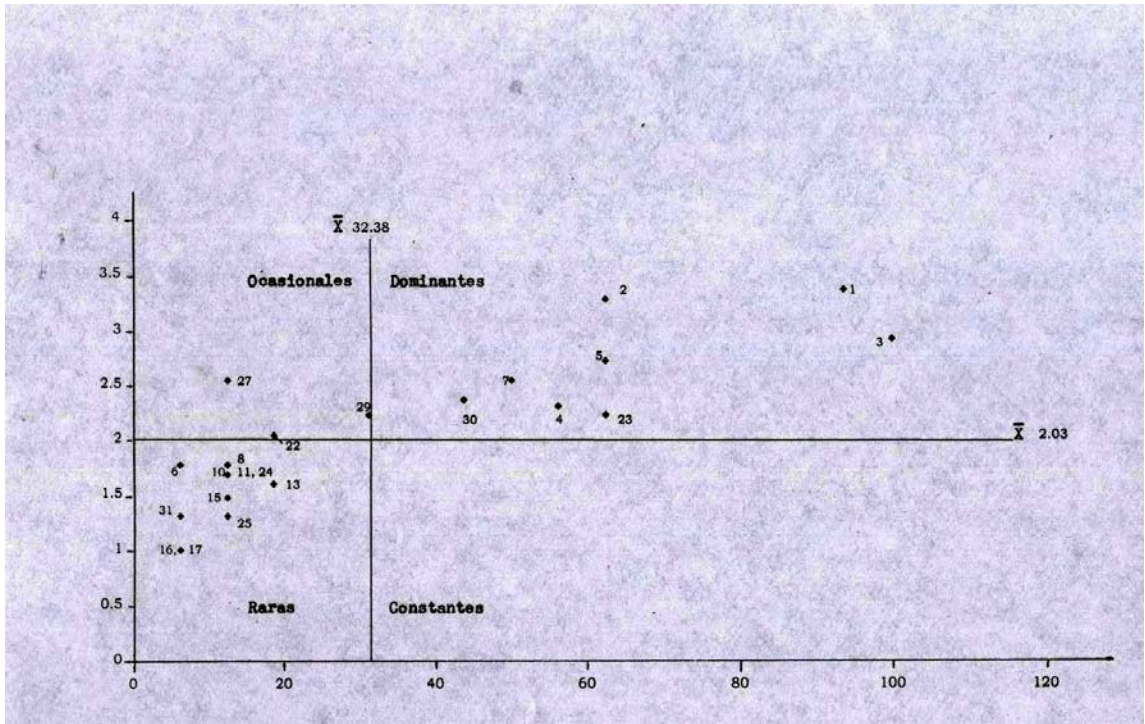


Figura 13 (e).-Prueba de Olmstead y Tukey para la campaña V.

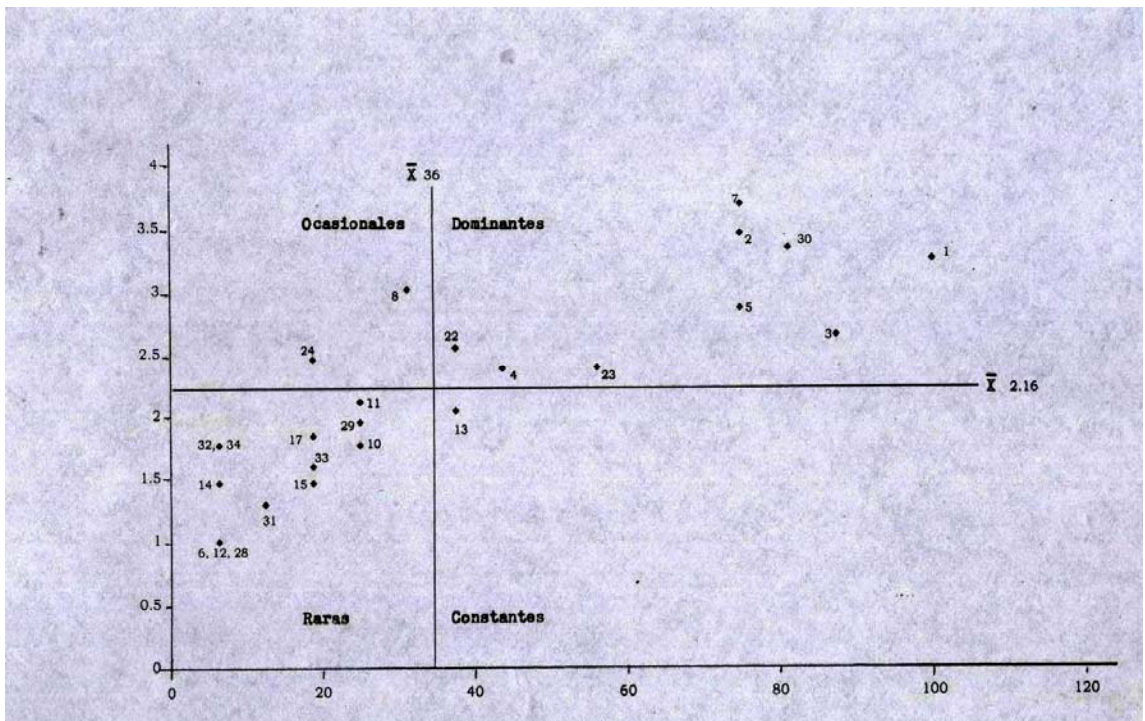


Figura 13 (f).-Prueba de Olmstead y Tukey para la campaña VI.

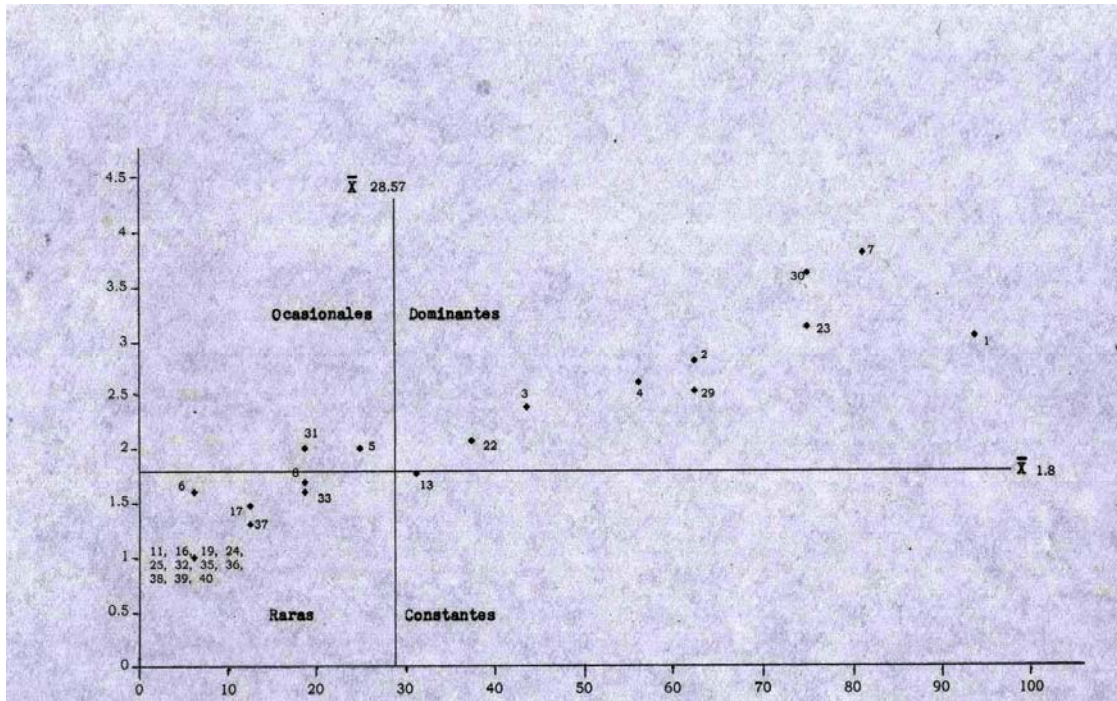


Figura 13 (g).-Prueba de Olmstead y Tukey para la campaña VII.

En periodo de lluvia se encontraron los siguientes valores medios del numero de organismos en porciento: Dominantes 12.46%, ocasionales 1.81%, raros 0.45% y constantes 0.08%. La concentración media por estación de muestreo fue para dominantes 0.78%, ocasionales 0.11%, raros 0.03% y constantes 0.005% (Figura 15).

Durante el estiaje los valores medios fueron para dominantes 12.68%, ocasionales 0.37%, raros 0.49% y constantes 0.06%, mientras que las concentraciones medias por estación de muestreo fueron para dominantes 0.79%, ocasionales 0.02%, raros 0.03% y constantes 0.004% (Figura 15).



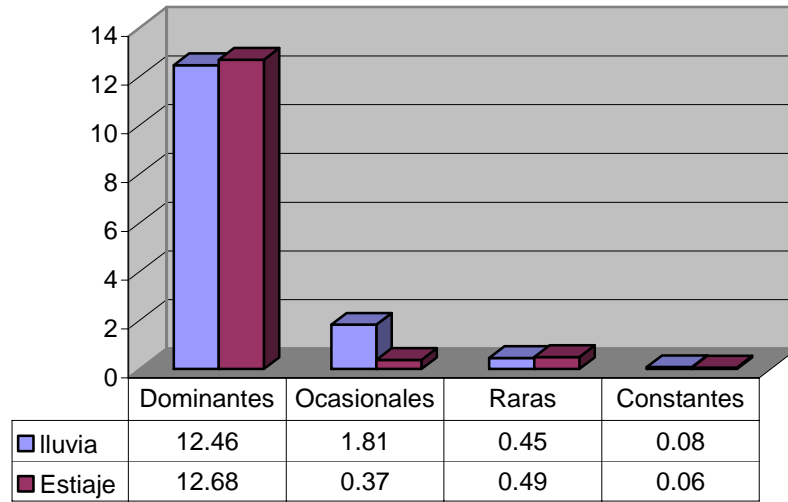


Figura 14.- Media por campaña. Media de los valores de cada uno de los 4 tipos de especies de el total de siete campañas de monitoreo.

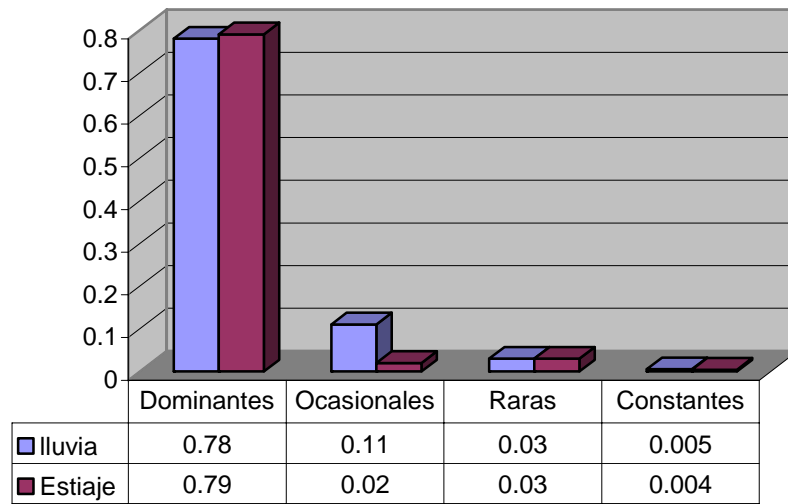


Figura 15.- Media por estación. Media de los valores de cada uno de los 4 tipos de especies por estación de muestreo, considerando la sumatoria de las siete campañas.

Las zonas de la laguna de Tamiahua, lado oeste, centro oeste, centro este y lado este, presentaron los siguientes valores medios porcentuales del número de organismos:

	LO	CO	CE	LE
Dominantes	0.80 %	1.16 %	0.96 %	0.49 %
Ocasionales	0.04 %	0.07 %	0.01 %	0.06 %
Raras	0.17 %	0.10 %	0.002 %	0.008 %
Constantes	0.11 %	0.09 %	0.05 %	0.13 %

El valor medio porcentual del número de organismos por transecto, T1 Norte, T2 Centro Norte, T3 Centro Sur, y T4 Sur fue el siguiente:

	T1 Norte	T2 CN	T3 CS	T4 Sur
Dominantes	1.45 %	0.43 %	0.41 %	0.41 %
Ocasionales	0.107 %	0.034 %	0.015 %	0.028 %
Raras	0.11 %	0.001 %	0.001 %	0.175 %
Constantes	0.16 %	0.072 %	0.078 %	0.077 %

Con un nivel de confianza de 95 % y  $\alpha$  de 0.05 se analizaron las siete campañas y se encontraron las siguientes características:

(A) Las especies dominantes no mostraron diferencias significativas por causa de periodo de lluvia o estiaje o por ubicación de las estaciones, pero si se registró gradual recuperación y mejoramiento a lo largo del tiempo, con fuerte incremento de la abundancia y riqueza de especies como se observa en los siguientes datos:

	I	II	III	IV	V	VI	VII
Dominantes media %	0.12	0.4	0.74	0.80	0.67	1.44	1.58

(B) Las especies ocasionales no mostraron diferencias significativas por periodos de lluvia o estiaje, por ubicación de estaciones o por el transcurso del tiempo. A lo largo de las siete campañas no se encontraron diferencias significativas, mostrando el siguiente comportamiento:

	I	II	III	IV	V	VI	VII
Ocasionales media %	0.03	0.03	0.33	0.01	0.06	0.14	0.02

(C) Las especies raras no presentaron diferencias significativas por lluvia, estiaje, por el transcurso del tiempo o posición de la estación de muestreo. A lo largo de las siete campañas se encontraron los siguientes resultados:

	I	II	III	IV	V	VI	VII
Raras media %	0.009	0.004	0.03	0.02	0.04	0.06	0.03

(D) Las especies constantes no mostraron diferencias significativas por lluvia, estiaje o posición de la estación. A lo largo de las siete campañas se encontraron los siguientes resultados:

	I	II	III	IV	V	VI	VII
Constantes media %	0	0	0.01	0	0	0.01	0.006

#### IV.4.5.-Índice de Diversidad de Especies.

El índice de diversidad Shannon-Weiner mostró diferencias significativas a lo largo del tiempo, lo que equivale a una gradual recuperación (Figura 16). Los valores medios del índice de diversidad, en Bits y en Porcentaje, fueron de la siguiente manera:

	I <sub>c</sub>	II <sub>c</sub>	III <sub>b</sub>	IV <sub>b</sub>	V <sub>a</sub>	VI <sub>a</sub>	VII <sub>a</sub>
I.D. %	0.19	0.14	0.98	1.06	1.28	1.30	1.28
I.D Bits	0.32	0.23	1.62	1.74	2.11	2.14	2.11

(Letras diferentes indican diferencias significativas). Esto se resume así:

V	VI	VII	III	IV	I	II
2.11 <sub>a</sub>	2.14 <sub>a</sub>	2.11 <sub>a</sub>	1.62 <sub>b</sub>	1.74 <sub>b</sub>	.32 <sub>c</sub>	.23 <sub>c</sub>

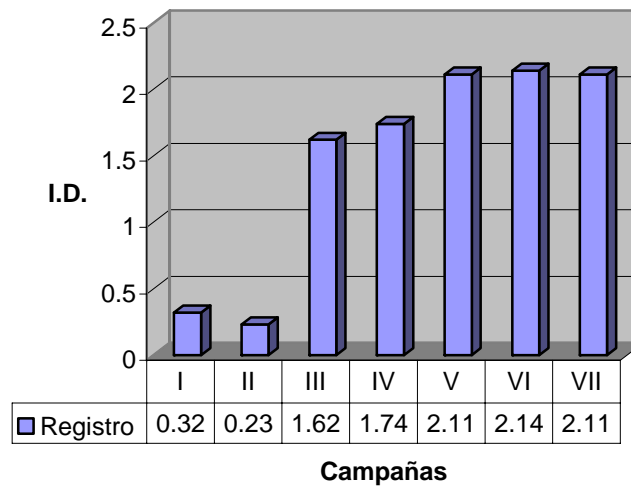


Figura 16.- Índice de Diversidad de especies de Shannon-Weiner en siete campañas de monitoreo.

No se encontraron diferencias significativas por causa de ubicación de las estaciones o por periodos de lluvia y estiaje.

Los valores medios porcentuales por zona y transecto fueron:

Zona	L. Oeste	CO	CE	L. Este
Media %	0.99	0.82	0.79	0.97

Transecto	T.1 Norte	T.2 C. N.	T.3 C. S.	T.4 Sur
Media %	1.02	0.81	0.84	0.94

No se encontró correlación entre el índice de diversidad de especies de Shannon-Weiner y parámetros, como el porcentaje del número de organismos, frecuencia de especies, profundidad, salinidad, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, temperatura, arena, arcilla, limo y materia orgánica, como se observa en la tabla 14.

Las estaciones 2 y 13 presentaron los mejores índices de diversidad durante las siete campañas:

Estación	Mínima	Media	Máxima
2	1.57 Bits	2.10 Bits	2.67 Bits
13	1.20 Bits	2.27 Bits	3.22 Bits

Estaciones	Media del ID Shannon Weiner Bits	% del N° de Organismos	Media % del N° de Organismos	Media frecuencia Esp. %	Media Profundidad metros	Media salinidad PPM.	Media $\mu$ Mhos cm	Media O2 mg/l	Media °C	Media del % de arena	Media del % de Arcilla	Media del % de Limo	Media del % de M. Org.
13	2.27	14.18	2.03	1.39	2.09	20.11	31.16	5.76	26.06	20.31	43.17	36.51	2.46
2	2.10	35.53	5.08	1.88	2.40	21.43	40.29	6.37	26.80	74.49	19.24	6.27	0.73
4	1.82	7.66	1.09	1.28	2.08	21.59	32.46	5.44	26.40	64.19	28.34	7.47	1.42
12	1.70	5.10	0.73	1.09	3.46	19.88	32.18	5.90	26.33	19.40	61.91	18.69	2.78
8	1.58	5.22	0.75	0.98	2.81	21.41	32.61	6.41	26.26	21.59	57.46	20.96	3.71
5	1.44	5.65	0.81	0.95	2.42	21.48	39.83	6.25	26.74	10.77	63.64	18.90	3.13
1	1.39	5.60	0.80	0.97	3.06	21.83	34.41	5.94	26.33	11.99	69.36	18.66	3.56
3	1.39	2.44	0.35	0.72	3.23	21.43	32.70	5.97	26.50	36.96	47.77	15.27	2.07
9	1.38	6.02	0.86	0.88	2.52	20.33	34.69	6.02	26.41	29.63	39.10	31.27	2.17
14	1.36	0.80	0.11	0.53	3.07	21.47	36.09	6.06	25.80	9.00	69.46	21.54	3.73
7	1.34	2.42	0.35	0.70	3.44	21.96	33.19	5.8	26.35	16.59	63.96	19.47	3.29
16	1.32	1.27	0.18	0.65	2.70	20.22	32.75	6.16	26.34	14.39	59.31	26.33	2.79
15	1.25	3.07	0.44	0.79	2.53	22.48	34.16	5.42	26.17	15.36	64.13	20.51	3.41
11	1.21	1.66	0.24	0.53	3.50	21.59	33.61	6.09	26.20	17.06	64.20	18.01	4.25
6	0.99	1.86	0.27	0.53	3.17	20.15	34.04	5.98	26.34	14.29	62.51	18.90	3.08
10	0.95	1.52	0.22	0.46	3.37	21.46	35.11	5.94	26.50	14.91	66.99	18.10	4.43

Tabla 14.- Comparación de valores medios de varios parámetros y el índice de diversidad Shannon-Weiner.

En el presente trabajo el índice de diversidad varió desde 0 hasta 3.24, bajo este criterio y empleando el percentil 33 se establecieron 3 categorías:

Bajo	desde	0 Bits hasta	1.149 Bits
Medio	desde	1.15 Bits hasta	1.559 Bits
Alto	desde	1.56 Bits hasta	4 Bits

Desde este punto de vista las siete campañas fueron ubicadas como:

Bajo	Campaña I (0.32) y II (0.23)
Medio	No se presento
Alto	Campaña III (1.62), IV (1.74), V (2.11), VI (2.14) y VII (2.11)

Considerando el valor de la media del índice de diversidad de cada una de las estaciones de muestreo, durante las siete campañas, se encontró que únicamente las estaciones 13, 2, 4, 12 y 8 alcanzaron nivel alto, desde 1.58 hasta 2.27 Bits; en nivel medio las estaciones 5, 1, 3, 9, 14, 7, 16, 15 y 11, desde 1.21 hasta 1.144 Bits; y en nivel bajo la estación 6 con 0.99 y la 10 con 0.95 Bits.

Teniendo como base las 16 estaciones de cada campaña se calculó la frecuencia porcentual de niveles bajos, medio y altos del índice de diversidad de especies durante las siete campañas como se observa en la tabla 15.

	Bajo %	Medio %	Alto %
I	75	25	0
II	87.5	12.5	0
III	18.70	56.30	25
IV	0	81.20	18.80
V	0	56.30	43.70
VI	0	43.70	56.30
VII	0	37.50	62.50

Tabla 15.- Porcentajes del índice de diversidad bajo, medio y alto, por cada campaña.

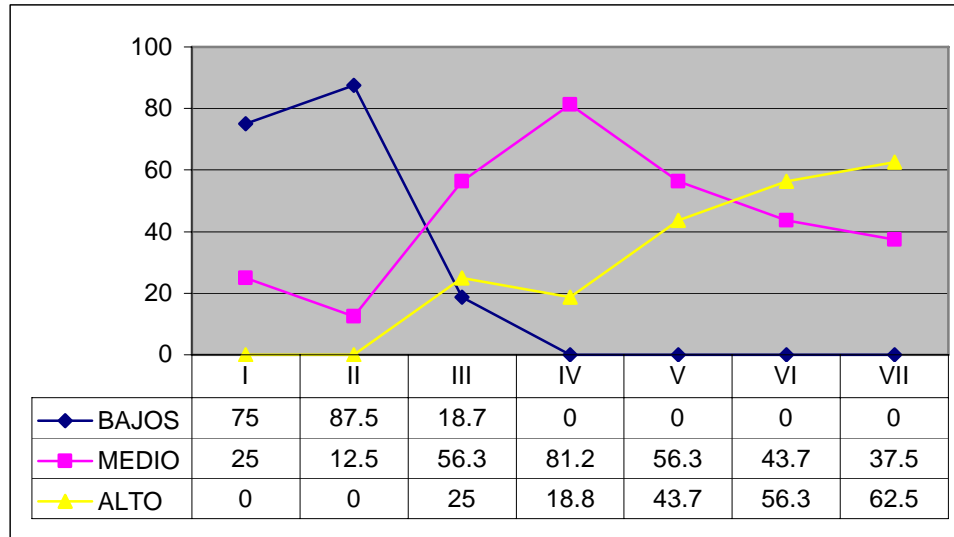


Figura 17.- Índice de diversidad de especies bajo, medio y alto.

Los niveles bajos del índice de diversidad de especies se registraron en las campañas I y II. En la campaña III lo dominante fue el nivel medio, con ligero equilibrio en los niveles bajo y alto. En las campañas IV y V el nivel alto fue muy dominante y el nivel medio subdominante. Las campañas VI y VII con nivel alto dominante y nivel medio subdominante; como se ve en la figura 17.

Por otra parte, las 16 estaciones presentaron diferencias (Bits) entre los valores medios de cada estación, así como entre los rangos mínimo y máximo como observamos en la tabla 16.

Índice de Diversidad Bits			
Estación	Medio	Mínimo	Máximo
13	2.27	1.20	3.22
2	2.10	1.57	2.67
4	1.82	0	3.08
12	1.70	0	2.88
8	1.58	0	3.24
5	1.44	0	2.43
1	1.39	0	2.62
3	1.39	0	2.22
9	1.38	0	2.47
14	1.36	0	2.24
7	1.34	0	2.27
16	1.32	0	2.17
15	1.25	0	2.81
11	1.21	0	1.99
6	0.99	0	1.68
10	0.95	0	1.66

Tabla 16.- Media del índice de diversidad de especies, mínimos y máximos por estación (de mayor a menor).

#### IV.5.-Profundidad.

Se encontraron diferencias significativas por ubicación de las estaciones, ya sea por transecto o por zona. La profundidad menor se registró de la siguiente manera:

Estación	2	4	5	8	9	13	15	16
Media (m)	2.40	2.09	2.44	2.81	2.53	2.12	2.54	2.74

Las estaciones con mayor profundidad fueron:

Estación	1	3	6	7	10	11	12	14
Media (m)	3.07	3.24	3.26	3.46	3.37	3.50	3.64	3.09

Las diferencias de profundidad mostraron un perfil definido de estaciones con baja o alta profundidad como se ve en la figura 18.



	ESTE				
	4	8	12	16	L. Este
NORTE	3	7	11	15	C. E
	2	6	10	14	C. O
	1	5	9	13	L. Oeste
	T1 N	T2 CN	T3 CS	T4 Sur	
	OESTE				
					SUR

Figura 18.- Estaciones de muestreo con mayor profundidad media. (Están incluidas dentro de la línea).

Considerando los registros de profundidad, el rango varió desde 1 metro hasta 4.10 metros, y se establecieron 3 niveles de profundidad en base al percentil 33: Bajo desde 1 m. hasta 2.0329 m; nivel Medio desde 2.033 m hasta 3.0659 m y Alto desde 3.066 m hasta 4.10 m. Teniendo como fundamento esta perspectiva, no hubo registros para nivel bajo. En nivel medio quedaron ubicadas las campañas I (2.93m), IV (2.78m), V (2.84m), VI (2.25m) y VII (2.55m); y en el nivel alto las campañas II (3.38m) y III (3.43m). Registrándose diferencias significativas de la siguiente manera:

II <sub>a</sub>	III <sub>a</sub>	I <sub>b</sub>	V <sub>b</sub>	IV <sub>b</sub>	VII <sub>c</sub>	VI <sub>d</sub>
3.38m	3.43m	2.93m	2.84m	2.78m	2.55m	2.25m

(Letras diferentes indican diferencias significativas)

Las estaciones de nivel medio fueron la 2, 4, 5, 8, 9, 13, 15 y 16; y de nivel alto la 1, 3, 6, 7, 10, 11, 12 y 14. Para las zonas y transectos se registró lo siguiente:

Zonas, (media de valores)

Centro Este > 3.18 m	Centro Oeste > 3.03 m	Lado Este > 2.82 m	Lado Oeste 2.54 m
-------------------------	--------------------------	-----------------------	----------------------

Transectos (media de valores)

T3 C Sur > 3.26 m	T2 CN > 2.99 m	T1N > 2.7 m	T4 Sur 2.62 m
----------------------	-------------------	----------------	------------------

La comparación de medias determinó que no se presentaron diferencias significativas por lluvia o estiaje, mientras que el tiempo si fue significativo como puede verse en la figura 19.

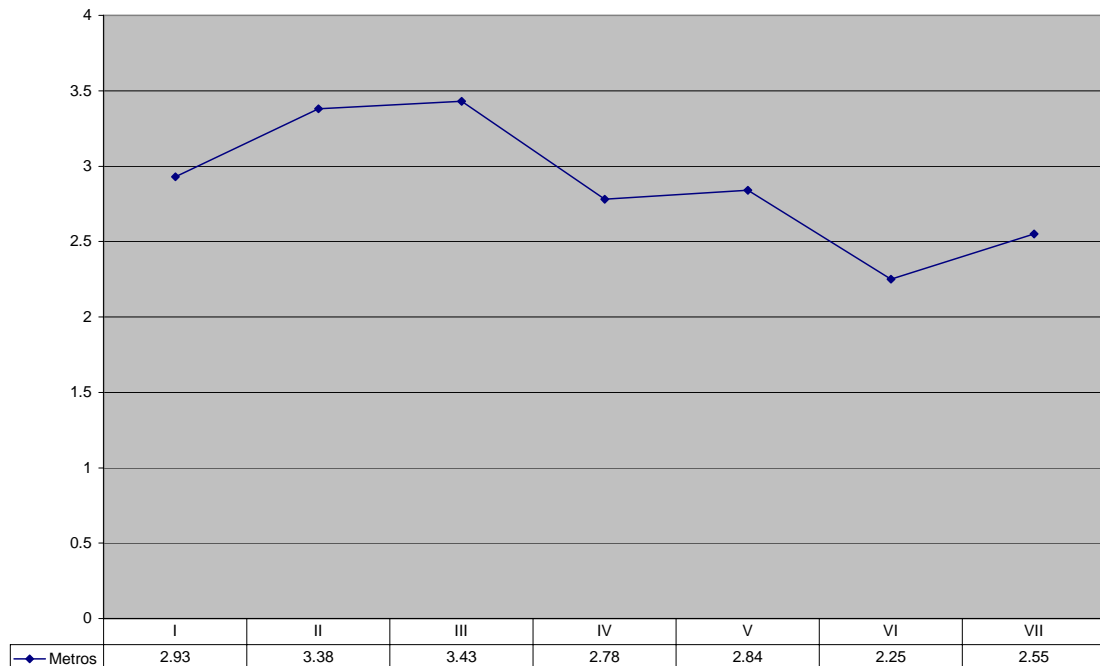


Figura 19.- Profundidad media en siete campañas de monitoreo.

La comparación de valores medios entre profundidad e índice de diversidad mostró una tendencia de índices bajos a profundidad alta, e índices altos a profundidad baja, como se observa en la figura 20.

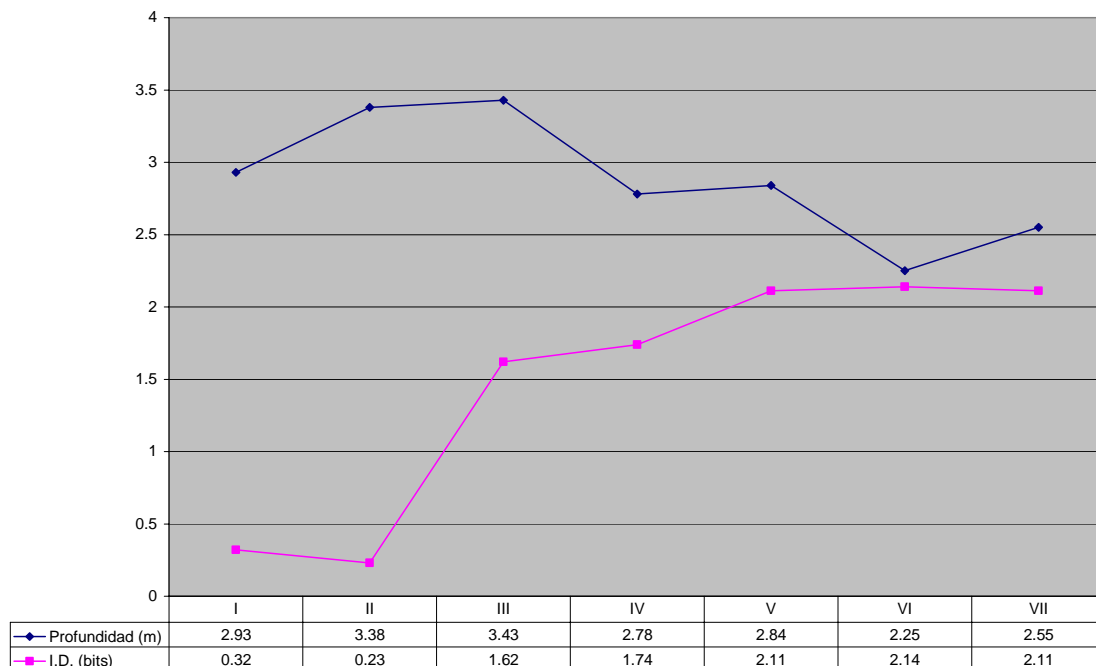


Figura 20.- Comparación entre profundidad e índice de diversidad.

La comparación entre valores medios del índice de diversidad, porcentaje de organismos y profundidad de las 16 estaciones mostró que no hay correlación entre estos parámetros (Tabla 17).

Est	Media (Bits) I. Diversidad	Suma en % organismos	Media (m) profundidad	Est	Media (Bits) I. Diversidad	Suma en % organismos	Media (m) profundidad
13	2.27	14.18	2.12	9	1.38	6.02	2.53
2	2.10	35.53	2.40	14	1.36	0.80	3.09
4	1.82	7.66	2.09	7	1.34	2.42	3.44
12	1.70	5.10	3.64	16	1.32	1.27	2.74
8	1.58	5.22	2.81	15	1.25	3.07	2.54
5	1.44	5.65	2.44	11	1.21	1.66	3.50
1	1.39	5.60	3.07	6	0.99	1.86	3.26
3	1.39	2.44	3.24	10	0.95	1.52	3.37

Tabla 17.- Comparación entre valores medios de profundidad, índice de diversidad y porcentaje de organismos.

La comparación entre valores medios de la profundidad (m) y la frecuencia de especies (%) mostró que no hay correlación entre ambos parámetros como se ve a continuación:

III	II	I	V	IV	VII	VI	
3.43	3.38	2.93	2.84	2.78	2.55	2.25	metros
0.93	0.17	0.24	1.16	0.98	1.30	1.46	Frecuencia sp %

Los valores medios de ambos parámetros también mostraron que no hay diferencias significativas por causa de períodos de lluvia o estiaje como puede observarse en la figura 21.

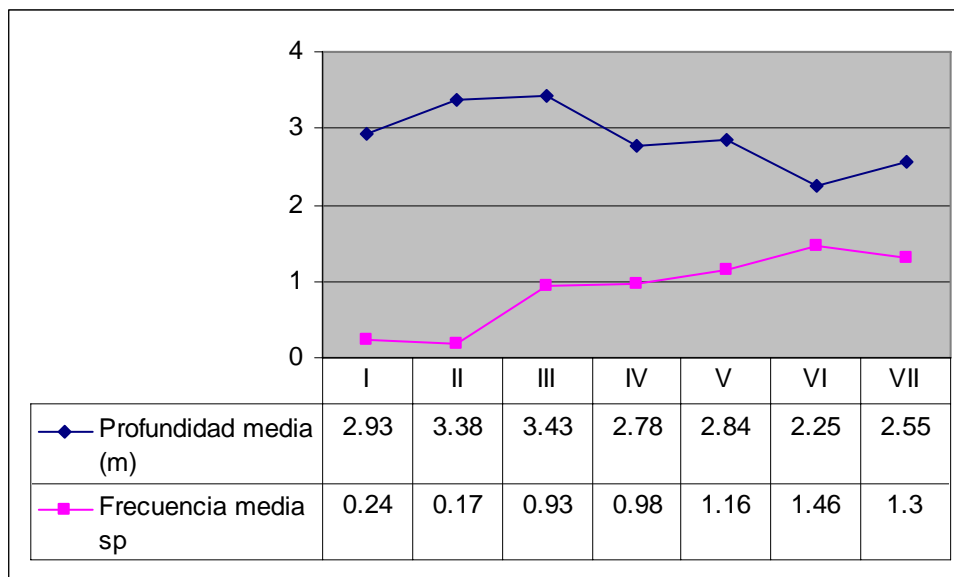


Figura 21.- Comparación de valores medios entre profundidad y frecuencia de especies en porciento (Lluvia, campañas I, III, V, VII. Estiaje, campañas II, IV, VI).

Comúnmente las especies presentaron preferencias por la profundidad (3.43 m III, 3.38 m II, 2.93 m I, 2.84 m V, 2.78 m IV, 2.55 m VII, 2.25 m VI), esto se observa por el mayor o menor número de organismos y la profundidad respectiva, por ejemplo *Paraprionospio pinnata* (1) se desarrolló bien en todas las campañas; en la campaña II con 0.81 media del número de organismos y el valor mas grande en la campaña V con 14.51 media del numero de organismos. *Mediomastus californiensis* (2) con buen desarrollo en las siete campañas, siendo el valor mas bajo en la campaña II, 1.56 media del número de organismos, y el valor mas alto en la campaña IV, 33.25 media del número de organismos. Ambas especies de tipo dominante durante las 7 campañas. *Sigambra grubii* (3) con valores bajos en la campaña I (0.25) y II (0.19), calificada como rara en ambas campañas, mientras que en las campañas III y VII con valores altos y calificada como dominante. *Glycinde solitaria* (4), en I con valor 0.06 y calificada como rara, en la II con cero, y de la III a la VII, con valores altos y de tipo dominante.

El análisis comparativo de cada una de las 40 especies, la profundidad media de cada una de las siete campañas y el valor medio del número de organismos por campaña/especie, no estableció correlación entre profundidad media y valor medio del número de organismos. Esto mismo sucedió al comparar en forma independiente a especies detritívoras, omnívoras y carnívoras en cada una de las siete campañas. (Tablas 19 y 20).

Sin embargo, la comparación entre valores medios de la profundidad y el valor medio del número de organismos de cada una de las siete campañas reveló que valores medios altos de profundidad tienen relación con valores medios bajos del número de organismos, a la vez que valores medios bajos de profundidad tienen relación con valores medios altos de número de organismos (Figura 22).

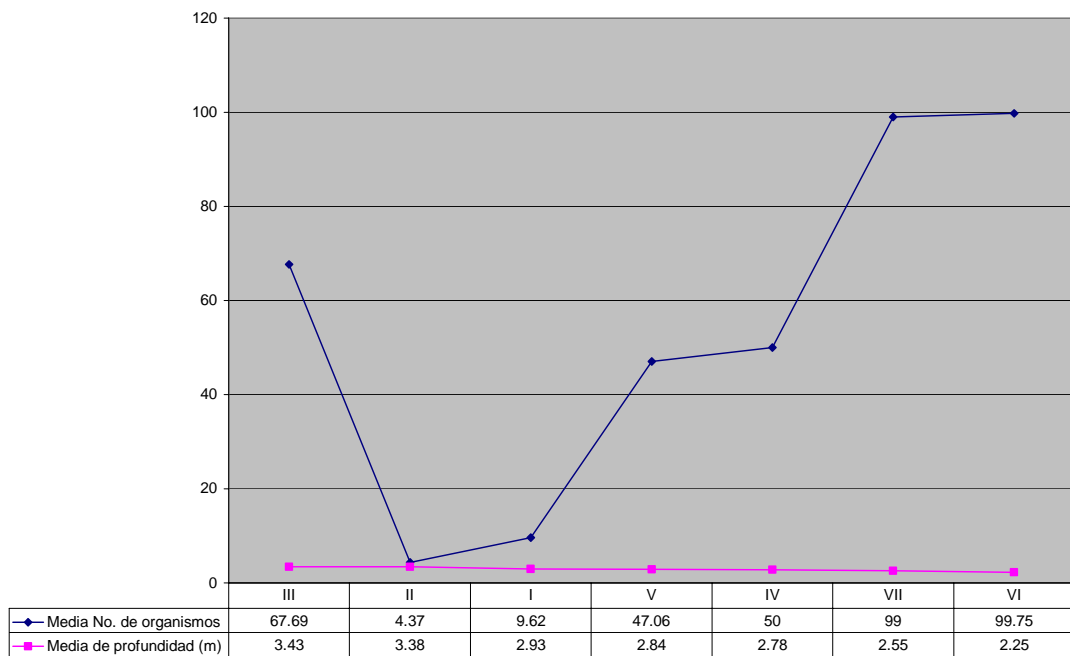


Figura 22.- Relación entre valores medios de profundidad y número de organismos.

Por otra parte, no se encontró correlación entre profundidad, índice de diversidad de especies de Shannon y por ciento del número de organismos (Tabla 18).

Estación	Media I.D. Shannon	Suma en % del num. De org.	Media de la profundidad (m)
13	2.27	14.18	2.09
2	2.10	35.53	2.40
4	1.82	7.66	2.08
12	1.70	5.10	3.64
8	1.58	5.22	2.81
5	1.44	5.65	2.42
1	1.39	5.60	3.06
3	1.39	2.44	3.23
9	1.38	6.02	2.52
14	1.36	0.80	3.07
7	1.34	2.42	3.44
16	1.32	1.27	2.70
15	1.25	3.07	2.53
11	1.21	1.66	3.50
6	0.99	1.86	3.17
10	0.95	1.52	3.37

Tabla 18.- Comparación entre valores medios de la profundidad, índice de diversidad de especies (de mayor a menor) y por ciento del número de organismos

	I	II	III	IV	V	VI	VII
Media Profundidad (m)	2.93	3.38	3.43	2.78	2.84	2.25	2.55
Media Detr-filtr %	0.15	0.07	0.91	0.74	0.64	1.50	1.54
Media Omnívoros %	0.004	0.004	0.10	0.04	0.09	0.06	0.03
Media Carnívoros %	0.001	0	0.11	0.07	0.04	0.09	0.07

Tabla 19.- Comparación entre valores medios de profundidad y porcentaje del número de organismos, detritívoro-filtradores, omnívoros y carnívoros.

	III	II	I	V	IV	VII	VI
Media Profundidad (m)	3.43	3.38	2.93	2.84	2.78	2.55	2.25
Media No. De Org. Detr-filtr	54.94	4.12	9.31	38.87	44.75	93.25	90.81
Media No. De Org. Omnívoros	5.87	0.25	0.25	5.62	2.50	1.69	3.69
Media No. De Org. Carnívoros	6.87	0.00	0.06	2.56	3.37	4.06	5.25
Media No. De Org. 7 campañas	67.68	4.37	9.62	47.05	50.62	99.00	99.75

Tabla 20.- Comparación entre valores medios de profundidad, en arreglo de mayor a menor, y media del número de organismos.

#### IV.6.-Temperatura.

Los registros de temperatura mostraron que hubo diferencias significativas a lo largo del tiempo y en periodo de lluvia y estiaje (Figura 23).

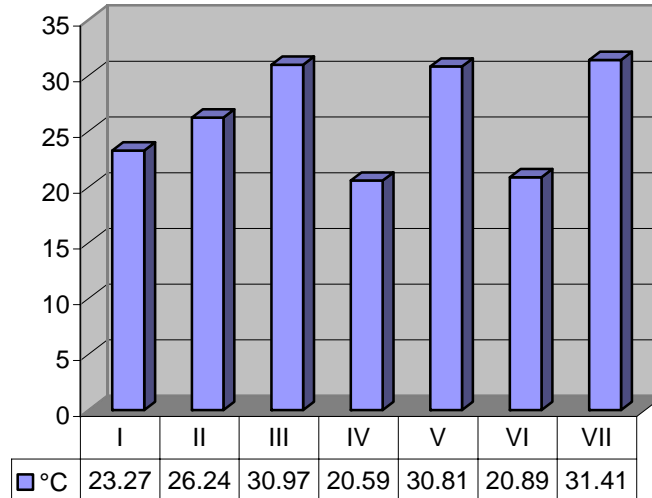


Figura 23.- Temperatura bental en la Laguna de Tamiahua.

Las diferencias significativas mostraron la siguiente relación (Letras diferentes indican diferencias significativas):

VII	III	V	II	I	VI	IV
31.41°C a	30.97°C a	30.81°C a	26.24°C b	23.27°C c	20.89°C d	20.59°C d

Durante periodo de lluvia se presentaron temperaturas que comparadas con la media porcentual del número de organismos revelaron la siguiente relación:

VII	III	V	I	
31.41°C a	30.97°C a	30.81°C a	23.27°C b	Media 21.26°C
26.22 % Org. a	17.93 % Org. b	12.46 % Org. c	2.55 % Org. d	Media 14.79 % Org.

En periodo de estiaje las temperaturas registradas y luego comparadas con la media porcentual del número de organismos mostraron lo siguiente:

II	VI	IV	
26.24°C a	20.89°C b	20.59°C b	Media 22.57°C
1.16 % No. Org. c	26.42 % No. Org. a	13.24 % No. Org. b	Media 13.66 % Org.

Ambas relaciones mostraron que hay diferencias significativas en temperatura, mas no en la media porcentual del número de organismos en donde media 14.79 (lluvia) = 13.66 (estiaje).

La temperatura no presentó diferencias significativas por ubicación de las estaciones, por zona o por transecto.

La comparación entre los valores medios de temperatura de cada una de las 16 estaciones demostró que no hay diferencias significativas a lo largo de las siete campañas. También, la comparación entre valores medios de tres parámetros, temperatura, índice de diversidad de especies y número de organismos (%), indicó nula correlación entre ellos (Tabla 21). El comportamiento de estos tres parámetros durante periodos de lluvia y estiaje también resultó con correlación nula como puede verse en las tablas 22 y 23.

Estación	Media I.D. Shannon	Media °C	Suma % de Org.
13	2.27	26.06	14.18
2	2.10	26.80	35.53
4	1.82	26.40	7.66
12	1.70	26.23	5.10
8	1.58	26.26	5.22
5	1.44	26.74	5.65
1	1.39	26.33	5.60
3	1.39	26.50	2.44
9	1.38	26.41	6.02
14	1.36	25.80	0.80
7	1.34	26.35	2.42
16	1.32	26.34	1.27
15	1.25	26.17	3.07
11	1.21	26.20	1.66
6	0.99	26.34	1.86
10	0.95	26.50	1.52

Tabla 21.- Comparación entre valores medios de temperatura, índice de diversidad de especies (de mayor a menor) y por ciento del número de organismos.



Lluvia			
Estación	Media I.D. Shannon	°C	Suma % de Org.
13	2.49	28.82	12.38
2	2.14	29.47	19.74
4	1.91	28.10	2.50
12	1.87	29.07	2.93
5	1.61	29.57	2.24
9	1.61	29.22	4.71
8	1.60	29.15	2.41
14	1.57	28.72	0.45
3	1.52	29.25	1.03
1	1.47	22.90	3.21
7	1.41	29.27	1.29
16	1.29	28.95	0.74
11	1.19	29.20	0.94
15	1.12	28.85	2.24
6	1.02	29.30	1.37
10	0.85	29.17	0.99

Tabla 22.- Período de lluvia. Comparación entre valores medios de temperatura, índice de diversidad de especies (de mayor a menor) y por ciento del número de organismos.

Estiaje			
Estación	Media I.D. Shannon	°C	Suma % de Org.
2	2.04	23.23	15.79
13	1.97	22.37	1.80
4	1.70	22.80	5.16
8	1.56	22.33	2.81
12	1.48	22.43	2.17
15	1.43	22.50	0.83
16	1.35	22.67	0.53
1	1.30	22.53	2.37
7	1.25	22.45	1.13
11	1.23	22.20	0.72
3	1.22	22.80	1.41
5	1.21	22.97	3.41
10	1.09	22.93	0.53
14	1.09	21.90	0.25
9	1.07	22.67	0.76
6	0.95	22.40	0.16

Tabla 23.- Período de estiaje. Comparación entre valores medios de temperatura, índice de diversidad de especies (de mayor a menor) y por ciento del número de organismos.

Teniendo un rango de temperatura desde 19.9 °C hasta 31.9 °C, utilizando el percentil 33, se establecieron 3 niveles de temperatura: bajo (19.9 °C a 23.92 °C) medio (23.93 °C a

27.959) y alto (27.960 °C a 31.999 °C). En el nivel bajo quedaron registradas las campañas I, IV y VI, correspondientes a otoño e invierno. En el nivel medio la campaña II, que corresponde a invierno y en el nivel alto las campañas III, V y VII, correspondiente al verano. La relación entre temperatura (°C) y media del No. De organismos (%) fue de la siguiente manera:

Nivel Bajo (19.99 °C-23.92 °C)				
	I	IV	VI	
Campañas (Media °C)	23.27	20.59	20.89	Media 21.58°C
Detr-filtr (Media No. Org. %)	0.15	0.74	1.50	
Omnívoros (Media No. Org. %)	0.004	0.04	0.06	
Carnívoros (Media No. Org. %)	0.001	0.07	0.09	
	Media 0.05 No.	Media 0.28 No.	Media 0.55 No.	

Nivel Medio (23.93 °C-27.959 °C)				
	II			
Campañas (Media °C)	26.24			Media 26.24°C
Detr-filtr (Media No. Org. %)	0.07			
Omnívoros (Media No. Org. %)	0.004			
Carnívoros (Media No. Org. %)	0.000			
	Media 0.02 No.			

Nivel Alto (27.96 °C-31.999 °C)				
	III	V	VII	
Campañas (Media °C)	30.97	30.81	31.41	Media 31.06°C
Detr-filtr (Media No. Org. %)	0.91	0.64	1.54	
Omnívoros (Media No. Org. %)	0.10	0.09	0.03	
Carnívoros (Media No. Org. %)	0.11	0.04	0.07	
	Media 0.37 No.	Media 0.26 No.	Media 0.55 No.	

#### IV.7.-Oxígeno Disuelto.

La ubicación de las estaciones, las zonas o los transectos, no presentaron diferencias significativas en la concentración de oxígeno disuelto bentel (Tabla 24). A lo largo del tiempo sí hubo diferencias significativas como se ve en la figura 24. Por otra parte, únicamente en las campañas III, V, VI y VII se registraron valores mínimos de oxígeno del bentos por abajo de 4 mg/l límite aeróbico establecido por la EPA (Figura 24).

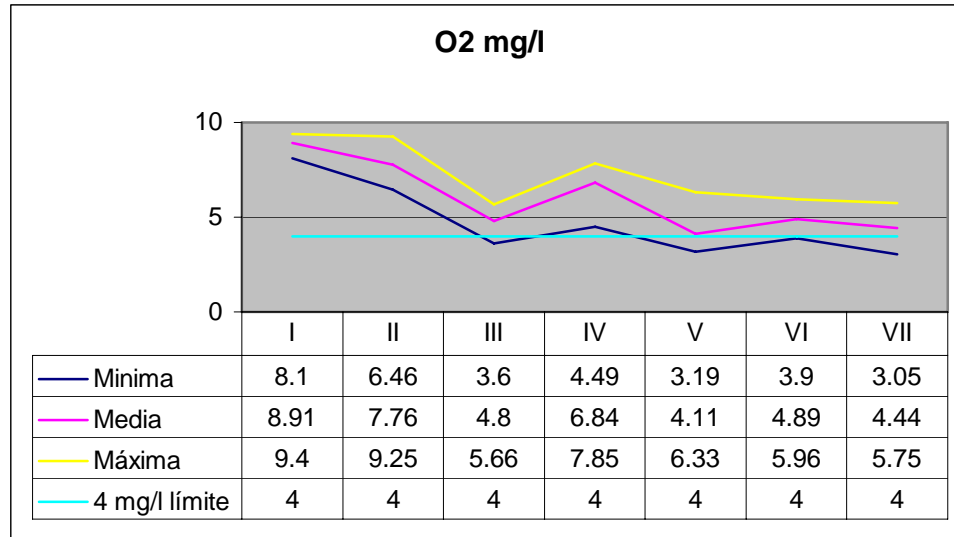


Figura 24.- Registros de oxígeno disuelto del fondo de la Laguna de Tamiahua durante siete campañas de monitoreo.

Los periodos de lluvia y estiaje fueron significativamente diferentes. El valor medio en lluvia, campañas I, III, V y VII, fue 5.57 mg/l, mientras que en estiaje, campañas II, IV y VI, el registro fue de 6.50 mg/l

La sumatoria de valores de la concentración de oxígeno obtenida en cada una de las 16 estaciones de muestreo durante las 7 campañas de monitoreo reveló que no hay diferencias significativas (Tabla 24).

		E				E			
		E	Media O <sub>2</sub>	E	Media O <sub>2</sub>	E	Media O <sub>2</sub>	E	Media O <sub>2</sub>
N	4	5.44	8	6.41	12	5.90	16	6.16	S
	3	5.97	7	5.80	11	6.09	15	5.42	
	2	6.37	6	5.98	10	5.94	14	6.06	
	1	5.94	5	6.25	9	6.02	13	5.76	
		O							

Tabla 24.- Distribución de las concentraciones de oxígeno disuelto en 16 estaciones de muestreo.

El rango de concentraciones de oxígeno varió desde 3 mg/l hasta 9.8 mg/l durante las siete campañas. Utilizando el percentil 33 se establecieron 3 niveles de concentración:

Bajo (3 a 5.29 mg/l), Medio (5.3 a 7.59 mg/l) y Alto (7.6 a 9.8 mg/l). Las campañas I (8.91 mg/l) y II (7.76 mg/l) quedaron registradas en nivel alto. La campaña IV (6.84 mg/l) se

ubicó en nivel medio. En tanto que de nivel bajo fueron las campañas III (4.80 mg/l), V (4.11 mg/l), VI (4.89 mg/l) y VII (4.44 mg/l).

La comparación entre los valores medios de la concentración de oxígeno disuelto de las siete campañas de monitoreo y el valor medio del índice de diversidad Shannon-Weiner reveló que niveles altos de oxígeno presentaron estrecha relación con niveles bajos del índice de diversidad especies y niveles medios y bajos de oxígenos en relación con niveles más altos del índice de diversidad de especies (Tabla 25).

Nivel Alto	Nivel Medio	Nivel Bajo
I 8.91 mg/l...0.32 Bits II 7.76 mg/l...0.23 Bits	IV 6.84 mg/l...1.74 Bits	III 4.80 mg/l...1.62 Bits V 4.11 mg/l...2.11 Bits VI 4.89 mg/l...2.14 Bits VII 4.44 mg/l...2.11 Bits

Tabla 25.- Comparación entre concentraciones de oxígeno disuelto e índice de diversidad de especies.

La comparación de los valores medios de las concentraciones de O<sub>2</sub>, el valor porcentual del No. de organismos y el índice de diversidad Shannon-Weiner demostró nula correlación entre estos parámetros al analizar las 16 estaciones de muestreo y las siete campañas de monitoreo, como puede verse en las tablas 26, 27 y 28.

Estación	Media I.D. Shannon	Suma % de Org.	Oxigeno Media mg/l
13	2.27	14.18	5.76
2	2.10	35.53	6.37
4	1.82	7.66	5.44
12	1.70	5.10	5.90
8	1.58	5.22	6.41
5	1.44	5.65	6.25
1	1.39	5.60	5.94
3	1.39	2.44	5.97
9	1.38	6.02	6.02
14	1.36	0.80	6.06
7	1.34	2.42	5.80
16	1.32	1.27	6.16
15	1.25	3.07	5.42
11	1.21	1.66	6.09
6	0.99	1.86	5.98
10	0.95	1.52	5.94

Tabla 26.- Comparación entre concentraciones medias de oxígeno disuelto, por ciento del número de organismos e índice de diversidad de especies (mayor a menor).

Estación	Media I.D. Shannon	% del No. De org.	Oxigeno Media mg/l
13	2.49	12.38	4.72
2	2.14	19.74	6.28
4	1.91	2.5	5.49
12	1.87	2.93	5.41
5	1.61	2.24	5.95
9	1.61	4.71	5.44
8	1.60	2.41	6.27
14	1.57	0.45	5.35
3	1.52	1.03	5.69
1	1.47	3.21	5.65
7	1.41	1.29	5.48
16	1.29	0.74	5.93
11	1.19	0.94	5.55
15	1.12	2.24	5.02
6	1.02	1.37	5.55
10	0.85	0.99	5.41

Tabla 27.- Período de lluvia. Comparación entre concentraciones medias de oxígeno disuelto, por ciento del número de organismos e índice de diversidad de especies (mayor a menor).

Estación	Media I.D. Shannon	% del No. De org.	Oxigeno Media mg/l
2	2.04	15.79	6.49
13	1.97	1.80	7.14
4	1.70	5.16	5.53
8	1.56	2.81	6.60
12	1.48	2.17	6.54
15	1.43	0.83	5.95
16	1.35	0.53	6.46
1	1.30	2.37	6.32
7	1.25	1.13	6.23
11	1.23	0.72	6.81
3	1.22	1.41	6.34
5	1.21	3.41	6.64
10	1.09	0.53	6.65
14	1.09	0.25	7.00
9	1.07	0.76	6.82
6	0.95	0.16	6.55

Tabla 28.- Período de estiaje. Comparación entre concentraciones medias de oxígeno disuelto, por ciento del número de organismos e índice de diversidad de especies (mayor a menor).

Con respecto al trofismo de los organismos, la relación entre concentración de oxígeno y la media del número de organismos en períodos de lluvia o estiaje se presentó de la siguiente manera:

Estación	Lluvia				Estiaje		
	I	III	VII	V	II	IV	VI
O <sub>2</sub> mg/l	8.91	4.80	4.44	4.11	7.76	6.84	4.89
Detr-filtr Media No.	9.31	54.94	93.25	38.87	4.12	44.75	90.81
Omnívoros Media No.	0.25	5.87	1.69	5.62	0.25	2.50	3.69
Carnívoros Media No.	0.06	6.87	4.06	2.56	0	3.37	5.25

La comparación de medias entre la concentración de oxígeno disuelto y el número de organismos mostró que no hay diferencias significativas entre período de lluvia o estiaje (Tabla 29).

Período de lluvia.

Campaña	I >	III >	VII >	V	
O <sub>2</sub>	8.91	4.80	4.44	4.11	Media 5.56 mg/l
No.	9.62	67.69	99	47.06	Media 55.84 No. org.

Período de Estiaje:

Campaña	II	IV	VI	
O <sub>2</sub>	7.76	6.84	4.89	Media 6.50 mg/l
No.	4.37	50	99.75	Media 51.37 No. org.

Tabla 29.- Comparación entre las concentraciones medias de oxígeno disuelto y la media del número de organismos en períodos de lluvia y estiaje.

Cada una de las 40 especies mostró valores medios del número de organismos altos o bajos, desarrollados a concentraciones medias, altas o bajas de oxígeno disuelto, tanto en períodos de lluvia como de estiaje; un ejemplo de estas relaciones se ve en la tabla 30.

		Lluvia				Estiaje		
		I	III	VII	V	II	IV	VI
	mg/l	8.91 >	4.80 >	4.44 >	4.11 >	7.76 >	6.84 >	4.89
2. <i>Mediomastus californiensis</i>	Media No.	3.5	23.69	4.19	11.75	1.56	33.25	17.87
7. <i>Myriochele oculata</i>	Media No.	1.37	0.87	41.31	2.19	1.12	0.31	31.19
1. <i>Paraprionospio pinnata</i>	Media No.	3.50	11.06	7.19	14.51	0.81	5.31	11.12
3. <i>Sigambra grubii</i>	Media No.	0.25	1.44	1.56	5.25	0.19	2.37	2.81
4. <i>Glycinde solitaria</i>	Media No.	0.06	2.87	2.62	1.25	0	2.12	1.50

Tabla 30.- Relación entre concentraciones medias de oxígeno disuelto y el número de organismos en 5 especies de poliquetos.

#### IV.8.-Salinidad.

Si hubo diferencias significativas respecto al tiempo, de manera que gradualmente se presentó un incremento de salinidad en la laguna.

En las campañas I, II, III la concentración (PPM) se presentó de menor a mayor, en las tres campañas se registraron niveles de salinidad de tipo mixomesohalina (de 5 a 17.99 PPM) y mediante la comparación de medias se estableció lo siguiente:

III a      II b      I b  
 17.87    14.62    13.76 (Letras diferentes indican diferencias significativas).

En las campañas IV, V, VI y VII, las concentraciones de salinidad se encontraron dentro de los rangos de mixopolihalina (de 18 a 30 PPM), también se observó gradual aumento de la salinidad, en este caso la comparación de concentraciones medias mostró el siguiente resultado:

VII a    V a    VI b    IV b  
 28.06   28.27   22.97   21.99 (Letras diferentes indican diferencias significativas).

Los datos obtenidos permitieron definir los niveles significativos entre las campañas, mediante el auxilio de la comparación de medias y el comportamiento de la salinidad media de las siete campañas (nivel de confianza 95%), estableciéndose la siguiente relación: VII a, V a, VI b, IV b, III c, II d, I d. (Letras diferentes indican diferencias significativas).

En otro aspecto del estudio, no se encontraron diferencias significativas entre periodos de lluvia o estiaje. De la misma manera, no hubo diferencias significativas por posición o ubicación de las estaciones en la laguna (zona y transectos).

De entre las 16 estaciones de cada una de las siete campañas, se encontró un número definido de estaciones de tipo mixomesohalina y mixopolihalina (Tabla 31).

CAMPAÑAS	No. de estaciones			
	Mixomesohalina		Mixopolihalina	
	No. Estaciones	%	No. Estaciones	%
I	13	11.61	3	2.68
II	15	13.39	1	0.89
III	9	8.04	7	6.25
IV	0	0	16	14.29
V	0	0	16	14.29
VI	0	0	16	14.29
VII	0	0	16	14.29

Tabla 31.- Cantidad y porcentaje de estaciones de muestreo con dos tipos de salinidad a lo largo de siete campañas de monitoreo.

El registro total fue de 37 estaciones con concentraciones de salinidad de tipo mixomesohalina, que equivalen a 33.04% y 75 estaciones de tipo mixopolihalina equivalente al 66.96%. Únicamente en las campañas I, II y III se registraron concentraciones medias de salinidad mixomesohalina (Tabla 32).

	Mínima	Media	Máxima
I	8.06	13.76	19.72
II	11.50	14.62	20.00
III	15.00	17.91	22.00

Tabla 32.- Campañas de monitoreo con salinidad mixomesohalina.



En las campañas IV, V, VI y VII las concentraciones medias fueron de tipo totalmente mixopolihalina (Tabla 33).

	Mínima	Media	Máxima
IV	21.50	21.99	22.30
V	27.30	28.27	29.80
VI	19.60	22.98	23.80
VII	22.30	26.06	28.50

Tabla 33.- Campañas de monitoreo con salinidad mixopolihalina.

Los registros indicaron gradual recuperación de la salinidad en la laguna de Tamiahua y son confirmados por las diferencias significativas a lo largo del tiempo. En ninguno de los casos se encontraron concentraciones de tipo eurihalino (de 30 a 40 PPM).

Considerando un rango de salinidad (PPM) para la laguna de Tamiahua desde 8 hasta 29.99 y utilizando el percentil 33 se establecieron 3 niveles de salinidad:

Bajo	desde	8.00	hasta	12.00 PPM
Medio	desde	13.00	hasta	19.00 PPM
Alto	desde	20.00	hasta	29.00 PPM

En base a estos niveles las 7 campañas se ubicaron de la siguiente manera:

Nivel medio	Campaña I	Media	PPM	13.76	Mixomesohalina
Nivel medio	Campaña II	Media	PPM	14.62	Mixomesohalina
Nivel medio	Campaña III	Media	PPM	17.91	Mixomesohalina
Nivel Alto	Campaña IV	Media	PPM	21.99	Mixopolihalina
Nivel Alto	Campaña V	Media	PPM	28.87	Mixopolihalina
Nivel Alto	Campaña VI	Media	PPM	22.98	Mixopolihalina
Nivel Alto	Campaña VII	Media	PPM	26.06	Mixopolihalina

Las campañas I y II corresponden al nivel medio de salinidad y coinciden con los índices de diversidad de especies de nivel bajo, además entre ambas campañas no hubo diferencias significativas. La campaña III presentó niveles medios de salinidad e índice de diversidad alto; además fue significativamente diferente a las campañas II y I. Considerando otro punto de vista las campañas I, II, y III se ubicaron como mixomesohalinas.

En las campañas IV y VI, se encontró que ambas tienen nivel alto de salinidad, fueron mixopolihalinas, con nivel alto de índice de diversidad, sin diferencias significativas, pero significativamente diferentes a las campañas III, II y I.

En las campañas V y VII no hubo diferencias significativas, ambas se ubicaron en el nivel alto de salinidad, tipo mixopolihalina, con índice de diversidad alto. La comparación entre la salinidad e índice de diversidad de especies indicó mejores índices cuando la salinidad es alta como se ve a continuación (Letras diferentes indican diferencias significativas):

Salinidad	VII a	V a	VI b	IV b	III c	II d	I d
p.p. mil	26.06	28.87	22.98	21.99	17.91	14.62	13.76
I. Diversidad	VII a	VI a	V a	IV b	III b	II c	I c
Bits	2.11	2.14	2.11	1.74	1.62	0.23	0.32

La relación entre la media de salinidad de cada campaña y la media del índice de diversidad Shannon-Weiner al igual que los índices de diversidad de cada una de las 16 estaciones, el No. de organismos (%) y la salinidad no guardaron correlación alguna, como se ve en la tabla 34.

Estación	Media I.D. Shannon	Suma % de Org.	Media Salinidad PPM
13	2.27	14.18	20.11
2	2.10	35.53	21.43
4	1.82	7.66	21.59
12	1.70	5.10	19.88
8	1.58	5.22	21.41
5	1.44	5.65	21.48
1	1.39	5.60	21.83
3	1.39	2.44	21.43
9	1.38	6.02	20.33
14	1.36	0.80	20.47
7	1.34	2.42	21.96
16	1.32	1.27	20.22
15	1.25	3.07	22.48
11	1.21	1.66	21.59
6	0.99	1.86	20.15
10	0.95	1.52	21.46

Tabla 34.- Comparación entre salinidad, índice de diversidad (mayor a menor) y por ciento del número de organismos.

La relación entre especies, número de organismos (%) y niveles de salinidad mostró las características que se ven en la tabla 35.

Estos resultados indicaron que las especies detritívoro-filtradoras, omnívoras y carnívoras se desarrollaron mejor en niveles mixopolihalinos (18 a 30 P.P.M.), que en mixomesohalinos (5 a 17.99 P.P.M.).

El número de organismos convertido a por ciento y agrupado de mayor a menor reveló que los mejores porcentajes se registraron en las especies *Mediomastus californiensis* (2), *Myriochele oculata* (7), *Paraprionospio pinnata* (1), *Galathowenia sp.* (30). De entre estas especies, únicamente *Mediomastus californiensis* y *Paraprionospio pinnata* mostraron porcentajes altos en ambos tipos de salinidad, esto explica su permanencia como especies dominantes durante las siete campañas de monitoreo.

Especies	No. Organismos en %	
	Mixopolihalina (18 a 30 PPM)	Mixomesohalina (5 a 17.99 PPM)
<b>Detritívoro-filtradoras</b>		
2- <i>Mediomastus californiensis</i>	20.98	1.41
7- <i>Myriochele oculata</i>	19.88	0.89
1- <i>Paraprionospio pinnata</i>	11.40	2.71
30- <i>Galathowenia sp.</i>	11.21	0
23- <i>Streblospio sp.</i>	3.36	0.017
5- <i>Leitoscoloplos fragilis</i>	3.23	0.40
27- <i>Apomatus sp.</i>	2.40	0
8- <i>Pectinaria (L) Koreni</i>	2.12	0.10
22- <i>Decamastus gracilis</i>	1.167	0.13
29- <i>Minuspio cirrifera</i>	1.06	0
20- <i>Hydroides dianthus</i>	0.86	0
18- <i>Pseudopolydora sp.</i>	0.71	0
21- <i>Hydroides protulicola</i>	0.63	0
17- <i>Cossura delta</i>	0.22	0.07
6- <i>Magelona pettibonae</i>	0.187	0.37
33- <i>Spio pettibonae</i>	0.13	0
32- <i>Maldane sp.</i>	0.117	0
19- <i>Megalomma bioculatum</i>	0.034	0.017
28- <i>Melinna maculata</i>	0.034	0
39- <i>Ctenodrilus serratus</i>	0.017	0
40- <i>Chone infundibuliformis</i>	0.017	0
<b>Omnívoras</b>		
3- <i>Sigambra grubii</i>	3.24	0.437
11- <i>Neanthes succinea</i>	1.164	0.10
12- <i>Nereis oligohalina</i>	0.217	0
16- <i>Diopatra cuprea</i>	0.064	0.017
9- <i>Parandalia fauveli</i>	0	0.017
<b>Carnívoras</b>		
4- <i>Glycinde solitaria</i>	2.50	0.267
24- <i>Glycera americana</i>	0.767	0.047
10- <i>Ceratonereis irritabilis</i>	0.697	0
13- <i>Podarkeopsis brevipalpa</i>	0.52	0.10
14- <i>Nereiphylla castanea</i>	0.30	0.017
31- <i>Brania sp.</i>	0.23	0
15- <i>Sphaerosyllis glandulosa</i>	0.13	0.03
34- <i>Spermosyllis sp.</i>	0.10	0
26- <i>Lysidice ninetta</i>	0.017	0
37- <i>Marphysa aransensis</i>	0.034	0
25- <i>Syllis gracilis</i>	0.017	0
35- <i>Bhawania goodei</i>	0.017	0
36- <i>Eunereis sp.</i>	0.017	0
38- <i>Nematonereis unicornis</i>	0.017	0

Tabla 35.- Relación entre salinidad, especies y número de organismos (%).

*Sigambra grubii* (3) y *Neanthes succinea* (11) son especies omnívoras cuyo porcentaje registrado fue relativamente alto en ambos tipos de salinidad. Sin embargo *Sigambra grubii* fue dominante en las campañas III a VII, mientras que *Neanthes succinea* no estuvo

presente en las campañas I y II, sólo en la campaña III fue dominante y en las campañas IV a VII fue rara.

#### IV.9.-Conductividad eléctrica.

A lo largo del tiempo se encontraron diferencias significativas expresadas por aumento y disminución de los valores de la conductividad eléctrica, en micro mhos/cm, entre una y otra campaña. (Figura 25).

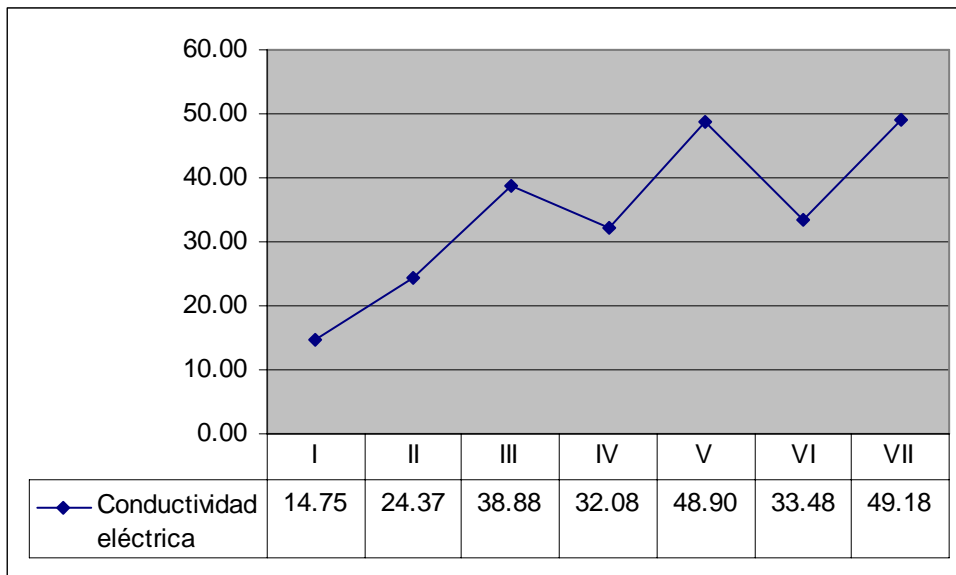


Figura 25.- Niveles de conductividad eléctrica a lo largo de siete campañas de monitoreo.

También se encontraron diferencias significativas por ubicación de las estaciones, no así por transecto y por zona. Los transectos T1 Norte (34.96) y T2 Centro N (34.92), T3 Centro S (33.90) y T4 Sur (34.29), no presentaron diferencias significativas. Al igual que los transectos, las zonas, Lado Este (32.50) y Centro E (33.42), centro Oeste (36.38) y Lado O. (35.77), no presentaron diferencias significativas.

La interacción entre ubicación de estaciones y tiempo, fue altamente significativa; la relación tan estrecha de ambos parámetros estadísticos explica altas y bajas de conductividad eléctrica relacionadas con períodos de lluvia o estiaje.

La comparación de valores medios mostró diferencias significativas entre campañas, como puede observarse (Letras diferentes indican diferencias significativas):

Campañas	VII a	V a	III b	VI c	IV c	II d	I e
Micro Mhos/cm.	49.18	48.90	38.88	33.48	32.08	24.37	14.75

Se encontraron diferencias significativas por periodos de lluvia y estiaje. Se determinó que las campañas I (Lluvia) y II (Estiaje) muestran una tendencia de aumento a los niveles de conductividad y son significativamente diferentes. Posteriormente se encontró aumento en la conductividad en período de lluvia (III, V, VII) y en período de estiaje (IV y VI).

En período de lluvia se encontraron los siguientes valores medios porcentuales:

Campaña	I c	III b	V a	VII a
micro Mhos/cm	0.38 %	1.00 %	1.26 %	1.27 %

(Letras diferentes indican diferencias significativas).

En período de estiaje los valores fueron:

Campaña	II b	IV a	VI a
micro Mhos/cm	0.63%	0.83%	0.86%

(Letras diferentes indican diferencias significativas).

La ubicación de las estaciones, por sí solas, no son significativas, es la interacción con el tiempo lo que les hace significativas. En período de lluvia no se encontraron diferencias significativas como se observa a continuación:

<b>ZONA</b>	Lado Este	Centro Este	Centro Oeste	Lado Oeste
micro Mhos/cm	0.97	0.99	0.99	0.98
<b>TRANSECTO</b>	T1 Norte	T2 Centro N	T3 Centro S	T4 Sur
micro Mhos/cm	0.98	0.98	0.99	0.98

En período de estiaje los valores son más diferenciales como puede verse:

<b>ZONA</b>	Lado Este	Centro Este	Centro Oeste	Lado Oeste
micro Mhos/cm	0.67 b	0.70 b	0.87 a	0.85 a

(Letras diferentes indican diferencias significativas).

En cuanto a los transectos se encontró lo siguiente:

<b>TRANSECTO</b>	T1 Norte	T2 Centro N	T3 Centro S	T4 Sur
micro Mhos/cm	0.82 a	0.80 a	0.72 b	0.76 b

(Letras diferentes indican diferencias significativas).

Tanto los valores de zona como de transecto tienen diferencias significativas en períodos de estiaje.

La comparación entre conductividad eléctrica e índice de diversidad de especies demostró que no hay correlación entre ambos parámetros (Tabla 36).

<b>Campaña</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>	<b>VII</b>
I.D. Bits	0.32	0.23	1.62	1.74	2.11	2.14	2.11
micro Mhos/cm	14.75	24.37	38.88	32.08	48.90	33.48	49.18

Tabla 36.- Relación entre conductividad eléctrica e índice diversidad de especies.

Al considerar los valores de cada una las 16 estaciones, el análisis reveló que no hay correlación entre índice de diversidad, por ciento del número de organismos y conductividad eléctrica (Tabla 36 y 37). De igual manera, no se encontró correlación por período de lluvia o estiaje (Tabla 38 y 39).

<b>Siete campañas de monitoreo</b>			
<b>Estación</b>	<b>Media I.D. Shannon</b>	<b>% del No. Organismos</b>	<b>μ mhos/cm</b>
13	2.27	14.18	34.16
2	2.10	35.53	40.29
4	1.82	7.66	32.46
12	1.70	5.10	32.18
8	1.58	5.22	32.61
5	1.44	5.65	39.83
1	1.39	5.60	34.41
3	1.39	2.44	32.70
9	1.38	6.02	34.69
14	1.36	0.80	36.09
7	1.34	2.42	33.19
16	1.32	1.27	32.75
15	1.25	3.07	34.16
11	1.21	1.66	33.61
6	0.99	1.86	34.04
10	0.95	1.52	35.11

Tabla 37.- Comparación de valores medios de conductividad eléctrica, índice de diversidad de especies (de mayor a menor) y por ciento del número de organismos.

Período de Lluvia			
Estación	Media I.D. Shannon	% del No. Organismos	$\mu$ mhos/cm
13	2.49	12.38	37.89
2	2.14	19.74	37.50
4	1.91	2.50	37.11
12	1.87	2.93	37.50
5	1.61	2.24	37.89
9	1.61	4.71	38.27
8	1.60	2.41	37.50
14	1.57	0.45	38.27
3	1.52	1.03	37.89
1	1.47	3.21	37.11
7	1.41	1.29	37.89
16	1.29	0.74	37.11
11	1.19	0.94	38.27
15	1.12	2.24	38.66
6	1.02	1.37	37.89
10	0.85	0.99	38.66

Tabla 38.- Período de lluvia. Comparación de valores medios de conductividad eléctrica, índice de diversidad de especies y por ciento del número de organismos.

Período de Estiaje			
Estación	Media I.D. Shannon	% del No. Organismos	$\mu$ mhos/cm
2	2.04	15.79	43.68
13	1.97	1.80	29.38
4	1.70	5.16	26.29
8	1.56	2.81	25.90
12	1.48	2.17	25.13
15	1.43	0.83	28.22
16	1.35	0.53	27.45
1	1.30	2.37	30.54
7	1.25	1.13	26.67
11	1.23	0.72	27.06
3	1.22	1.41	25.90
5	1.21	3.41	42.14
10	1.09	0.53	30.15
14	1.09	0.25	33.25
9	1.07	0.76	29.77
6	0.95	0.16	28.61

Tabla 39.- Período de Estiaje. Comparación de valores medios de conductividad eléctrica, índice de diversidad de especies y por ciento del número de organismos.



El número más bajo de organismos se registró en las campañas I y II. En la campaña I se registro un valor de 2.55% de organismos con rangos de conductividad estrechos, desde 13.55 hasta 15.34. En la campaña II el valor encontrado fue el más bajo, de 1.16%; en esta campaña el rango de conductividad eléctrica fue muy extremo, desde 10 hasta 64.10 micromhos/cm, con un recorrido muy irregular (10, 12, 14, 19, 20, 24, 27, 61, 64 micromhos/cm).

A partir de la campaña III, el número de organismos fue bastante alto, con rangos de conductividad eléctrica muy estrechos (Tabla 40).

III	37, 38, 39, 40 micromhos/cm	17.93 % del No. de Org.
IV	31, 32, 34 micromhos/cm	13.41 % del No. de Org.
V	46, 47, 48, 49, 50, 51 micromhos/cm	12.46 % del No. de Org.
VI	28, 32, 33, 34 micromhos/cm	26.42 % del No. de Org.
VII	47, 48, 49 micromhos/cm	26.22 % del No. de Org.

Tabla 40.- Relación entre conductividad eléctrica y por ciento del número de organismos durante las campañas III a VII.

En ciertos niveles de conductividad eléctrica se encontraron los porcentajes más altos de organismos (Tabla 41).

	Micromhos/cm	% del No. de Organismos
I	13	1.34
II	64	0.61
	61	0.15
	27	0.18
III	39	11.30
	38	5.70
IV	34	1.51
	32	7.33
	31	4.40
V	48	5.61
	51	2.15
VI	34	20.05
	33	4.30
VII	49	20.84
	48	4.14

Tabla 41.- Relación entre conductividad eléctrica y valores altos en por ciento del número de organismos.

La frecuencia media porcentual de aparición de especies dominantes en períodos de lluvia registró mejores porcentajes del número de organismos cuando la conductividad eléctrica fue entre 45 a 49 y 35 a 39 micromhos (Tabla 42). Mientras que en período de estiaje los mejores porcentajes del número de organismos se registraron en conductividad eléctrica de 30 a 34 micromhos (Tabla 43).

1. <i>P. pinnata</i>	45-49	35-39	10-14	50-54	15-19	40-44	μMhos/cm
	1.11 >	0.62 >	0.37 >	0.12 =	0.12 >	0.04	% N. Org.
2. <i>M.californiensis</i>	45-49	35-39	50-54	10-14	25-29	20-24	μMhos/cm
	0.74 >	0.41 >	0.08 =	0.08 >	0.04 =	0.004	% N. Org.
5. <i>L. fragilis</i>	45-49	35-39	50-54				μMhos/cm
	0.37 >	0.21 >	0.04				% N. Org.
7. <i>M. oculata</i>	45-49	50-54					μMhos/cm
	0.83 >	0.04					% N. Org.
8. <i>P. (L) koreni</i>	35-39						μMhos/cm
	0.16						% N. Org.
22. <i>D. gracilis</i>	45-49						μMhos/cm
	0.25						% N. Org.
23. <i>Streblospio sp.</i>	45-49	50-54					μMhos/cm
	0.78 >	0.12					% N. Org.
29. <i>M. cirrifera</i>	45-49						μMhos/cm
	0.41						% N. Org.
30. <i>Galathowenia sp.</i>	45-49	50-54					μMhos/cm
	0.49 >	0.04					% N. Org.

Tabla 42 .- Período de lluvia: Relación entre conductividad eléctrica y por ciento del número de organismos de especies dominantes.

1. <i>P. pinnata</i>	30-34	60-64	25-29	20-24	10-14	15-19	μMhos/cm
	1.60 >	0.11 =	0.11 =	0.11 =	0.11 >	0.05	% N. Org.
2. <i>M.californiensis</i>	30-34	60-64	25-29	20-24	10-14		μMhos/cm
	1.43 >	0.11 =	0.11 >	0.05 =	0.05		% N. Org.
5. <i>L. fragilis</i>	30-34	25-29					μMhos/cm
	1.32 >	0.05					% N. Org.
7. <i>M. oculata</i>	30-34	25-29					μMhos/cm
	0.61 >	0.05					% N. Org.
22. <i>D. gracilis</i>	30-34	25-29					μMhos/cm
	0.28 >	0.05					% N. Org.
23. <i>Streblospio sp.</i>	30-34	25-29					μMhos/cm
	0.83 >	0.05					% N. Org.
30. <i>Galathowenia sp.</i>	30-34	25-29					μMhos/cm
	0.66 >	0.05					% N. Org.

Tabla 43.- Período de estiaje: Relación entre conductividad eléctrica y por ciento del número de organismos de especies dominantes.

#### IV.10.-Estructura del suelo Bental de la Laguna de Tamiahua.

##### IV.10.1.-Arena.

La comparación entre valores medios del registro de arena durante las siete campañas reveló que no hay diferencias significativas por ubicación de las estaciones, transectos, zonas, lluvia, estiaje o transcurso del tiempo. Los valores medios de cada campaña no presentan diferencias significativas como se muestra en la figura 26.

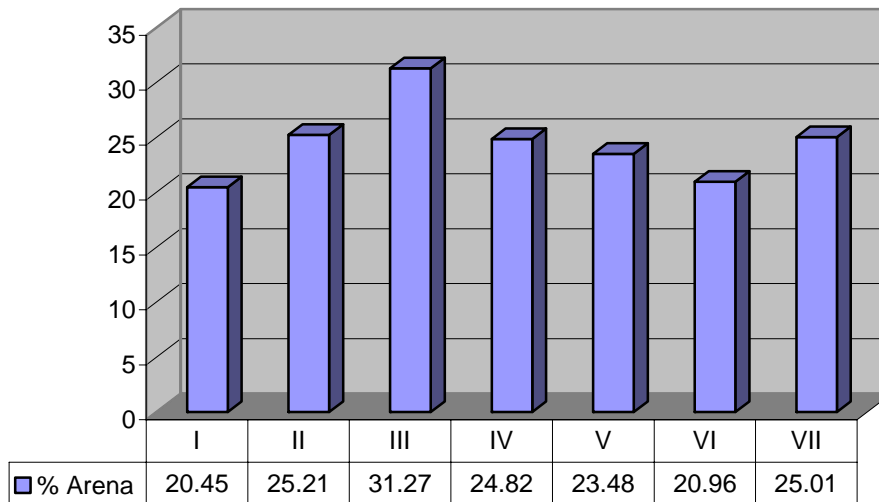


Figura 26.- Concentración de arena en cada una de las siete campañas.

Las 16 estaciones de muestreo presentaron concentraciones medias de arena, y aunque se registraron diferencias significativas entre algunas estaciones, estos valores diferenciales no tienen relación con el mayor o menor porcentaje del número de organismos. La distribución de los valores medios registrados se muestra en la tabla 44.

					E						
		4.-64.19	8.-21.59	12.-19.40	16.-14.39	L Este Media 29.89					
N		3.-36.96	7.-16.59	11.-17.06	15.-15.36	C E Media 21.49		S			
		2.-74.49	6.-14.29	10.-14.91	14.-9	C O Media 28.17					
		1.-11.99	5.-10.72	9.-29.63	13.-20.31	L Oeste Media 18.17					
		T1 Norte Media 46.91	T2 CN Media 15.81	T3 C Sur Media 20.19	T4 Sur 14.76						
					O						

Tabla 44.- Valores medios del % de arena de cada una de las 16 estaciones de muestreo, transectos y zonas este y oeste.

		E			
	4.-64.19	8.-21.59	12.-19.40	16.-14.39	L Este Media 29.89
N	3.-36.96	7.-16.59	11.-17.06	15.-15.36	C E Media 21.49
	2.-74.49	6.-14.29	10.-14.91	14.-9	C O Media 28.17
	1.-11.99	5.-10.72	9.-29.63	13.-20.31	L Oeste Media 18.17
	T1 Norte Media 46.91	T2 CN Media 15.81	T3 C Sur Media 20.19	T4 Sur 14.76	
		O			

Tabla 45.- Valores medios del % de arena de 4 transectos, zonas este-oeste y 16 estaciones de muestreo (en círculo, valores entre 10 y 19% de arena).

Los valores medios de las zonas (L Oeste, CO, CE, L ESTE) no presentaron diferencias significativas, mientras que el transecto T1 Norte fue significativamente diferente a los transectos T2 CN, T3 CS y T4 Sur (Tabla 45). No obstante, ésto no influyó, ni tuvo efecto en el índice de diversidad de especies o el % del número de organismos.

Con respecto a la comparación entre arena, índice de diversidad de especies, y por ciento del número de organismos, no se encontró ninguna correlación (Tabla 46).

Estación	Media I.D. Shannon	% de No. De org.	Arena %
13	2.27	14.18	20.31
2	2.10	35.53	74.49
4	1.82	7.66	64.19
12	1.70	5.10	19.40
8	1.58	5.22	21.59
5	1.44	5.65	10.77
1	1.39	5.60	11.99
3	1.39	2.44	36.96
9	1.38	6.02	29.63
14	1.36	0.80	9.00
7	1.34	2.42	16.59
16	1.32	1.27	14.39
15	1.25	3.07	15.36
11	1.21	1.66	17.06
6	0.99	1.86	14.29
10	0.95	1.52	14.91

Tabla 46.- Comparación entre valores medios del por ciento de arena, índice de diversidad de especies y por ciento del número de organismos.

#### IV.10.2-Arcilla.

La comparación entre valores medios del registro de arcilla durante las siete campañas reveló que no hay diferencias significativas por ubicación de las estaciones, transectos, zonas, lluvia, estiaje o transcurso del tiempo. Los valores medios de cada campaña no presentan diferencias significativas como se muestra en la figura 27.

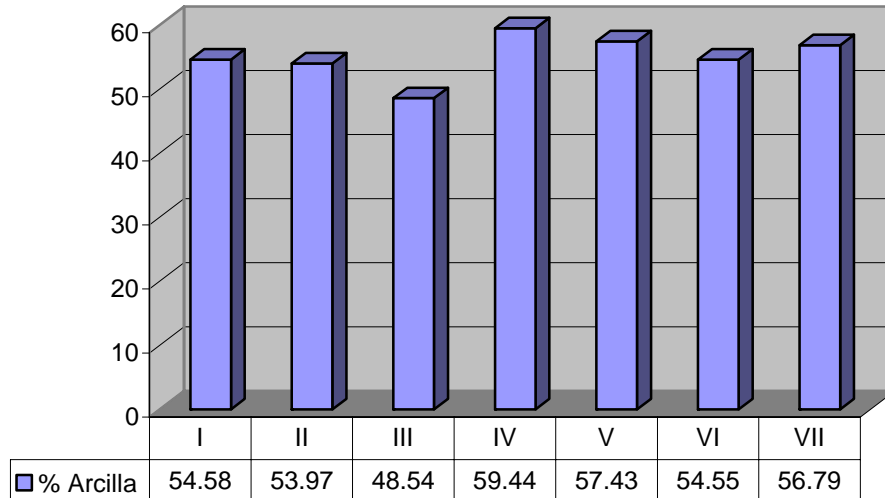


Figura 27.- Concentración de arcilla en cada una de las siete campañas.

Las 16 estaciones de muestreo presentaron concentraciones medias de arcilla y aunque se registraron diferencias significativas entre algunas estaciones, estos valores diferenciales no tuvieron relación con el mayor o menor porcentaje del número de organismos. La distribución de los valores medios registrados se muestra en la tabla 47.

			E		
	LE	4.-28.34	8.-57.46	12.-61.91	16.-59.31
	CE	3.-47.77	7.-63.96	11.-64.20	15.-64.13
N	CO	2.-19.24	6.-62.51	10.-66.99	14.-69.46
	LO	1.-69.36	5.-63.64	9.-39.10	13.-43.17
		T1 N	T2 CN	T3 CS	T4 SUR
			O		
					S

Tabla 47.- Valores medios del % de arcilla de cada una de las 16 estaciones de muestreo, transectos y zonas este-oeste.

			E		
	LE	4.-28.34	8.-57.46	12.-61.91	16.-59.31
N	CE	3.-47.77	7.-63.96	11.-64.20	15.-64.13
	CO	2.-19.24	6.-62.51	10.-66.99	14.-69.46
	LO	1.-69.36	5.-63.64	9.-39.10	13.-43.17
		T1 N	T2 CN	T3 CS	T4 SUR
			O		

Tabla 48.- Valores medios del % de arcilla de 4 transectos, zonas este-oeste y 16 estaciones de muestreo (en círculo, valores entre 61 y 69% de arcilla).

Los valores medios de las zonas (L Oeste, CO, CE, L Este) no presentaron diferencias significativas, mientras que el transecto T1 Norte fue significativamente diferente a los transectos T2 CN, T3 CS y T4 Sur (Tabla 48). No obstante, esto no influyó, ni tuvo efecto en el índice de diversidad de especies o el % del número de organismos.

Con respecto a la comparación entre arcilla, índice de diversidad de especies y por ciento del número de organismos, no se encontró ninguna correlación (Tabla 49).

Estación	Media I.D. Shannon	Media Arcilla	% No. de organismos			Media Arcilla	Media I.D. Shannon	% No. de Org.
13	2.27	43.17	14.18		14	69.46	1.36	0.80
2	2.10	19.24	35.53		1	69.36	1.39	5.60
4	1.82	28.34	7.66		10	66.99	0.95	1.52
12	1.70	61.91	5.10		11	64.20	1.21	1.66
8	1.58	57.46	5.22		15	64.13	1.25	3.07
5	1.44	63.64	5.65		7	63.96	1.34	2.42
1	1.39	69.36	5.60		5	63.64	1.44	5.65
3	1.39	47.77	2.44		6	62.51	0.99	1.86
9	1.38	39.10	6.02		12	61.91	1.70	5.10
14	1.36	69.46	0.80		16	59.31	1.32	1.27
7	1.34	63.96	2.42		8	57.46	1.58	5.22
16	1.32	59.31	1.27		3	47.77	1.39	2.44
15	1.25	64.13	3.07		13	43.17	2.27	14.18
11	1.21	64.20	1.66		9	39.10	1.38	6.02
6	0.99	62.51	1.86		4	28.34	1.82	7.66
10	0.95	66.99	1.52		2	19.24	2.10	35.53

Tabla 49.- Comparación entre valores medios del porcentaje de arcilla, índice de diversidad de especies y por ciento del número de organismos, de mayor a menor.

#### IV.10.3-Limo.

La comparación entre valores medios del registro de limo durante las siete campañas reveló que si hay diferencias significativas por ubicación de las estaciones, transectos, zonas y por transcurso del tiempo. Sin embargo, no hay diferencia significativa por lluvia o estiaje. El valor medio del limo en cada una de las siete campañas se observa en la figura 28.

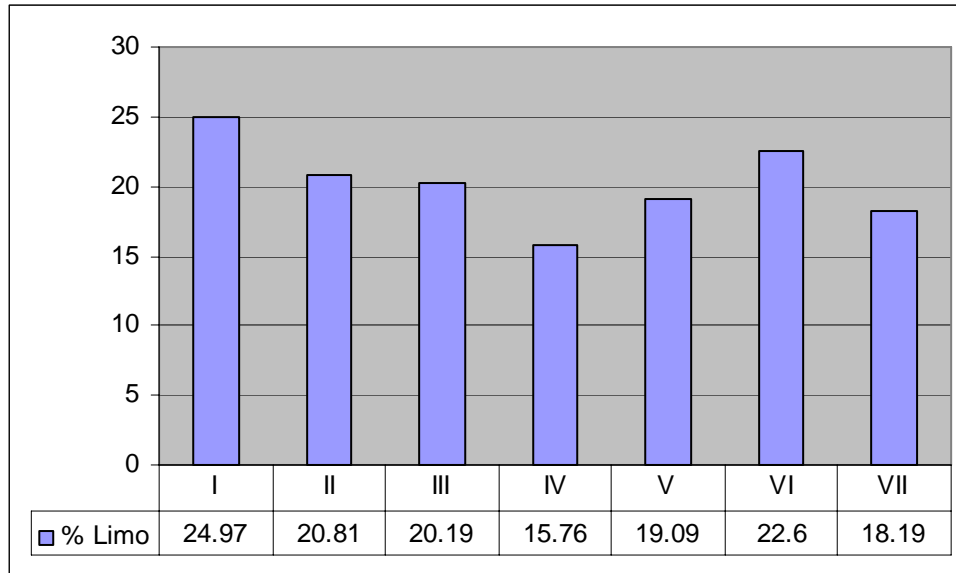


Figura 28.- Concentración del % de limo en cada una de las siete campañas.

En este caso, no se encontró correlación entre las variables limo y media del número de organismos, así como entre campañas (Tabla 50).

	I	VI	II	III	V	VII	IV
Limo	24.97	22.60	20.81	20.19	19.09	18.19	15.76
Detr-filtr	9.31	90.81	4.12	54.94	38.87	93.25	44.75
Omnívoras	0.25	3.69	0.25	5.87	5.62	1.69	2.50
Carnívoras	0.06	5.25	0	6.87	2.56	4.06	3.37

Tabla 50.- Relación entre el % de limo y media del número de organismos.

Las 16 estaciones de muestreo presentaron concentraciones medias de Limo y aunque se registraron diferencias significativas entre algunas estaciones, estos valores diferenciales no tuvieron relación con el mayor o menor porcentaje del número de organismos. La distribución de los valores medios registrados se muestra en la tabla 51.

		E				
N	4.-7.47	8.-20.96	12.-18.69	16.-26.33	LE: 18.36 b	S
	3.-15.27	7.-19.47	11.-18.61	15.-20.51	CE: 18.46 b	
	2.-6.27	6.-18.90	10.-18.10	14.-21.54	CO: 16.20 b	
	1.-18.66	5.-18.90	9.-31.27	13.-36.51	LO: 26.33 a	
	T1N: 11.92 c	T2CN: 19.56 b	T3CS: 21.67 b	T4S: 26.22 a		
		O				

Tabla 51.- Valores medios del % de limo de transectos, zonas este-oeste y 16 estaciones de muestreo. (Letras diferentes indican diferencias significativas).

En este caso, los transectos T1N (norte) y T4S (sur) fueron significativamente diferentes a los transectos centrales T2CN y T3CS. Mientras que el lado oeste LO, fue significativamente diferente al lado este LE y a la zona central CE y CO.

En forma similar a lo registrado en las 16 estaciones, sucedió con los transectos y las zonas, en donde las diferencias significativas encontradas no tienen relación con el mayor o menor porcentaje del número de organismos.

La comparación entre Limo, índice de diversidad de especies y por ciento del número de organismos no tienen correlación (Tabla 52).

Estación	Media I.D. Shannon	Limo	% No. de Organismos
13	2.27	36.51	14.18
2	2.10	6.27	35.53
4	1.82	7.47	7.66
12	1.70	18.69	5.10
8	1.58	20.96	5.22
5	1.44	18.90	5.65
1	1.39	18.66	5.60
3	1.39	15.27	2.44
9	1.38	31.27	6.02
14	1.36	21.54	0.80
7	1.34	19.47	2.42
16	1.32	26.33	1.27
15	1.25	20.51	3.07
11	1.21	18.61	1.66
6	0.99	18.90	1.86
10	0.95	18.10	1.52

Tabla 52.- Comparación entre valores medios del porcentaje de limo, índice de diversidad de especies (de mayor a menor) y por ciento del número de organismos.



#### **IV.10.4.-Grava.**

La concentración en por ciento de grava para cada una de las estaciones, en cada una de las campañas fue similar a la registrada para limo. Se encontró grava catalogada como muy fina de 2 mm a 2.5 mm, y grava fina de 2.5 mm a 3.18 mm. El análisis estadístico de grava fue similar al efectuado para limo. El porcentaje de arena y arcilla (lodo) usados para determinar tipo de suelos en el sistema Folk, son los mismos porcentajes para hacer la determinación en el sistema USDA, de tal manera que el porcentaje de limo es idéntico al porcentaje de grava. Sin embargo, el manejo de datos de grava en el triangulo de suelos del sistema Folk, es diferente al manejo de datos de limo en el sistema USDA.

Por lo anterior, se asume que las diferencias significativas encontradas para limo son las mismas para grava: No hubo correlación entre por ciento de grava, índice de diversidad de especies y por ciento del número de organismos; no hubo diferencias significativas por causa de períodos de lluvia o estiaje; hubo diferencias significativas por ubicación de estaciones y transcurso del tiempo, sin que ésto haya afectado el mayor o menor porcentaje del número de organismos.

#### **IV.11.-Materia Orgánica.**

La materia Orgánica presentó valores que fueron jerarquizados acorde al manejo que hace USDA en los suelos, y por otra parte al percentil 33, que permitió agruparlos en tres niveles: Bajos, medios y altos. Se consideró nivel bajo de 0.26% a 0.99%, nivel medio de 1% a 2.99%, y alto de 3% a 5% (Tabla 57). A lo largo del tiempo se presentaron altas y bajas en sus respectivas concentraciones como se ve en la figura 29.

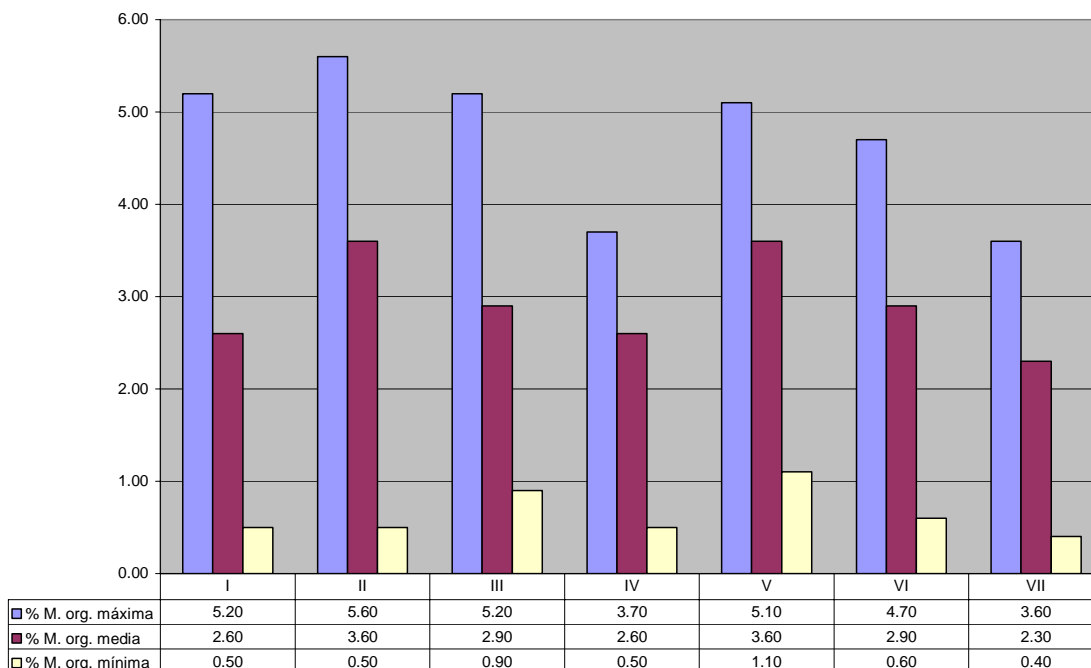


Figura 29.- Concentración de materia orgánica en cada una de las siete campañas.

La materia orgánica presentó cambios por causa del transcurso del tiempo que fueron significativamente diferentes. No hubo diferencias significativas por causa de lluvia, estiaje o zonas (L. Este, CE, C. O. y L. Oeste). De entre los transectos, solo el transecto T1 Norte fue significativamente diferente a los restantes. Zonas y transectos mostraron registros de materia orgánica como se observa en la tabla 53.

	T1N	T2CN	T3CS	T4S	Media Zonas
LE	1.42 % E4	3.71 % E8	2.78 % E12	2.79 % E16	2.67 % a
CE	2.07 % E3	3.29 % E7	4.25 % E11	3.41 % E15	3.25 % a
CO	0.73 % E2	3.08 % E6	4.43 % E10	3.72 % E14	2.99 % a
LO	3.56 % E1	3.13 % E5	2.17 % E9	2.46 % E13	2.83 % a
Media de transectos	1.94 % b	3.30 % a	3.41 % a	3.09 % a	

Tabla 53.- Valores medios del % de materia orgánica de 4 transectos, zonas este-oeste y 16 estaciones de muestreo. (Letras diferentes indican diferencias significativas).

No obstante que la concentración de materia orgánica en zonas carece de diferencias significativas, la media porcentual del número de organismos sí presentó valores diferenciales como se ve en la tabla 54.

Transecto	L O	C O	C E	L E
Media M. Orgánica %	2.83 a	2.99 a	3.25 a	2.67 a
Media % No. de Organismos Dominantes	.80	1.16	.26	.49
Media % No. de Organismos Ocasionales	.042	.07	.01	.06
Media % No. de Organismos Raros	.17	.104	.002	.008
Media % No. de Organismos Constantes	.11	.09	.05	.13

Tabla 54.- Relación entre % de materia orgánica y % del número de organismos en las zonas este-oeste. (Letras diferentes indican diferencias significativas).

Por otra parte, solo el transecto T1N fue significativamente diferente a los restantes 3, además mostró mayor concentración en el número de organismos (Tabla 55).

Transecto	T1 N	T2 CN	T3 CS	T4 S
Media M. Orgánica %	1.94 b	3.3 a	3.41 a	3.09 a
Media % No. de Organismos Dominantes	1.45	.43	.41	.41
Media % No. de Organismos Ocasionales	1.07	.034	.015	.028
Media % No. de Organismos Raros	.11	.001	.001	.173
Media % No. de Organismos Constantes	.16	.072	.078	.077

Tabla 55.- Relación entre % de materia orgánica y el % del número de organismos de 4 transectos. (Letras diferentes indican diferencias significativas).

No se registraron diferencias significativas para períodos de lluvia y estiaje, sin embargo, la comparación entre ambos períodos esclarece algunos eventos del fondo, por ejemplo, no hay estrecha relación entre nivel de materia orgánica e índice de diversidad, comúnmente los índices de diversidad son mas altos en lluvia que en estiaje, excepto en las estaciones 10, 11,15 y 16, como se ve en la tabla 56. La relación entre materia orgánica e índice de diversidad de especies por estación, mostró variaciones de materia orgánica en un rango de 0.26 % hasta 5 % (Tabla 57).

Materia Orgánica %	P. Lluvia		P. Estiaje	
	Estac. I. Div medio Bits		Estac. I Div	
Bajo 0 a 0.99	E 2	2.14	E 2	2.04
Medio 1 a 1.99	E 4	1.91	E 4	1.70
Medio 2 a 2.99	E 13	2.49	E 13	1.97
	E 12	1.89	E 3	1.22
	E 5	1.61	E 9	1.07
	E 9	1.61	E 6	0.95
	E 3	1.52		
	E 16	1.29		
Alto 3 a 3.99	E 8	1.60	E 8	1.56
	E 14	1.57	E 12	1.48
	E 1	1.49	E 15	1.43
	E 7	1.41	E 16	1.35
	E 15	1.12	E 1	1.30
	E 6	1.02	E 7	1.25
			E 11	1.23
			E 5	1.21
			E 10	1.09
			E 14	1.09
Alto 4 a 4.99	E11	1.19		
	E10	0.85		

Tabla 56.- Comparación entre materia orgánica en niveles bajo, medio y alto, e índice de diversidad de especies en períodos de lluvia y estiaje.

No se encontró correlación alguna entre el índice de diversidad de especies Shannon-Weiner, el porciento del No. de organismos y la media de la materia orgánica. (Tabla 58).

La comparación entre la media de materia orgánica de cada campaña y la media del número de organismos de algunas especies mostró la siguiente relación:

Campañas	II	V	VI	III	IV	I	VII
Media Mat. Org. %	3.61	3.61	2.93	2.86	2.64	2.61	2.28
<i>2.M. californiensis</i>	1.56	11.75	17.87	23.69	33.25	3.50	4.19
<i>7.M. oculata</i>	1.12	2.19	31.19	0.87	0.31	1.37	41.31
<i>1.P. pinnata</i>	0.81	14.51	11.12	11.06	5.31	3.50	7.19
<i>3.S. grubii</i>	0.19	5.25	2.81	1.44	2.37	0.25	1.56
<i>4.G. solitaria</i>	0	1.25	1.50	2.87	2.12	0.06	2.62

En estas especies, que son las más importantes del estudio, se registraron las siguientes características:

2.-*M. californiensis*, especie detritívora, presente desde 0.01 hasta 3.99 M. org %, dominante durante las siete campañas. Con alto número de organismos.

7.-*M. oculata*, detritívora, presente desde 0.01 hasta 3.99 M.org %; especie rara en las campañas I, II y III, en la IV ocasional, en la V constante y en las campañas VI y VII dominante. Con alto número de organismos.

1.-*P. pinnata*, detritívora, presente desde 0.01 hasta 5 M.org %, especie dominante durante las 7 campañas. Con alto número de organismos.

3.-*S. grubii*, omnívora, ocasional en las campañas I y II, en la campaña III dominante y constante en IV, V, VI y VII. Desde 2 a 2.99 M. org. %. Alto número de organismos.

4.-*G. solitaria*, carnívora, rara en I, ausente en II y dominante en III, IV, V, VI y VII. Desde 0.01 hasta 4 M. org. %. Alto número de organismos.

Estación	Bajo		Medio		Alto			Media I.D. Shannon
	0.26 %	0.05 %	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %	
1				2.47	M 3.56	4.38		1.39
2	0.47	M 0.73	1.14					2.10
3			1.17	M 2.07	3			1.39
4	0.48		1.42	1.89				1.82
5			1.21		M 3.13	4.63		1.44
6				2.55	M 3.08	4.17		0.99
7			1.61		M 3.29	4.46		1.34
8				2.76	M 3.71		5.14	1.58
9			1.58	2.17	2.97			1.38
10					3	M 4.43	5.24	0.95
11					3.10	M 4.25	5.6	1.21
12		0.93		M 2.78		4.30		1.70
13			1.06	M 2.46	3.19			2.27
14					3.14	3.73	4.38	1.36
15				2.60	M 3.41		5.21	1.25
16	0.38			M 2.79	3.70			1.32

Tabla 57.- Comparación entre niveles de materia orgánica en cada una de las estaciones y el índice de Shannon-Weiner.

Estación	Media I.D. Shannon	% del No. Organismos	Media de Materia Org.
13	2.27 <b>alto</b>	14.18	2.46 <b>media</b>
2	2.10 <b>alto</b>	35.53	0.73 <b>baja</b>
4	1.82 <b>alto</b>	7.66	1.42 <b>media</b>
12	1.70 <b>alto</b>	5.10	2.78 <b>media</b>
8	1.58 <b>alto</b>	5.22	3.71 <b>alta</b>
5	1.44 <b>medio</b>	5.65	3.13 <b>alta</b>
1	1.39 <b>medio</b>	5.60	3.56 <b>alta</b>
3	1.39 <b>medio</b>	2.44	2.07 <b>media</b>
9	1.38 <b>medio</b>	6.02	2.17 <b>media</b>
14	1.36 <b>medio</b>	0.80	3.73 <b>alta</b>
7	1.34 <b>medio</b>	2.42	3.29 <b>alta</b>
16	1.32 <b>medio</b>	1.27	2.79 <b>media</b>
15	1.25 <b>medio</b>	3.07	3.41 <b>alta</b>
11	1.21 <b>medio</b>	1.66	4.25 <b>alta</b>
6	0.99 <b>bajo</b>	1.86	3.08 <b>alta</b>
10	0.95 <b>bajo</b>	1.52	4.43 <b>alta</b>

Tabla 58.- Comparación del índice de diversidad, el % del número de organismos y la media de la materia orgánica.

#### **IV. 12.-Suelos Bentales de la Laguna de Tamiahua.**

Son 11 los tipos de suelos clasificados en base a porcentajes de arena, arcilla y grava (Folk., 1954) de entre éstos, a lo largo de las siete campañas, se registraron en los fondos de la laguna de Tamiahua solamente 3: (2) Grava arcillosa, (5) Arcilla gravilenta y (6) Arena arcillosa gravilenta. (Tabla 59 y 63) (Figura 7).

La clasificación establecida por USDA (Carmona, 1990) permite 12 posibilidades de tipo de suelos. Con respecto a los fondos de la Laguna de Tamiahua, se identificaron seis de ellos: (1) Arcilloso, (2) Arcilloso-arenoso, (3) Migajón (franco) -arcilloso-arenoso, (4) Migajón (franco)-arcilloso, (5) Arcilloso-limoso y (9) Migajón (franco)-arenoso. (Tabla 59 y 63) (Figura 6).

Considerando ambas clasificaciones, se encontró que hubo diferencias significativas por el transcurso del tiempo, pero no por causa de ubicación de estaciones, periodo de lluvia o estiaje (Tabla 61 y 62).

La comparación de 3 parámetros, índice de diversidad de especies, % del No. de organismos y tipo de suelos no presentaron correlación (Tabla 60). Los niveles más altos de índice de diversidad y % del número de organismos se registraron en las estaciones 13, 2 y 4; los tipos de suelo fueron 2 y 6 (acorde a Folk) y 1,2,3,4,5 y 9 (USDA) (Tabla 60).

Suelos según Folk., 1954

Est.	I	II	III	IV	V	VI	VII
1	5	5	5	5	5	5	5
2	6	6	6	6	6	6	6
3	5	5	5	5	5	5	5
4	6	6	6	6	6	6	6
5	5	5	5	5	5	5	5
6	5	5	5	5	5	5	5
7	5	5	5	5	5	5	5
8	2	5	5	5	5	5	5
9	2	5	5	5	5	2	2
10	5	5	5	5	5	5	5
11	5	5	5	5	5	5	5
12	5	5	5	5	5	5	5
13	2	5	5	2	2	2	2
14	5	5	5	5	5	5	5
15	5	5	5	5	5	5	5
16	2	5	5	5	5	2	5

Suelos según USDA. Carmona 1990

I	II	III	IV	V	VI	VII
1	1	1	1	1	1	1
9	9	9	9	9	9	9
1	1	1	1	1	1	3
2	3	3	3	3	3	3
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	4	1	1	1	1
1	4	4	4	1	4	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	4	1	1	1	1
1	5	4	1	1	5	5
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	4	1	1	1	1	1

Tabla 59.-Tipos de suelos bentales de la Laguna de Tamiahua, en siete campañas de monitoreo y 16 estaciones de muestreo, clasificados acorde a Folk. y USDA.

Folk.- Arena, Arcilla, Grava: (2) Grava Arcillosa, (5) Arcilla Gravilenta,(6) Arena-Arcillosa-Gravilenta.

USDA.- Arena, Arcilla, Limo: (1) Arcilloso, (2) Arcillo-Arenoso, (3) Migajón-Arcillo-Arenoso, (4) Migajón-Arcilloso, (5) Arcillo-Limoso, (9) Migajón-Arenoso.

Est.	Media I.D. Shannon-Weiner	% del No. Organismos	Suelos acorde a Folk							Suelos acorde a USDA						
			I	II	III	IV	V	VI	VII	I	II	III	IV	V	VI	VII
			ID Media <b>0.32</b>	ID Media <b>0.23</b>	ID Media <b>1.62</b>	ID Media <b>1.74</b>	ID Media <b>2.11</b>	ID Media <b>2.14</b>	ID Media <b>2.11</b>	ID Media <b>0.32</b>	ID Media <b>0.23</b>	ID Media <b>1.62</b>	ID Media <b>1.74</b>	ID Media <b>2.11</b>	ID Media <b>2.14</b>	ID Media <b>2.11</b>
13	2.27	14.18	2	5	5	2	2	2	2	1	5	4	1	1	5	5
2	2.10	35.53	6	6	6	6	6	6	6	9	9	9	9	9	9	9
4	1.82	7.66	6	6	6	6	6	6	6	2	3	3	3	3	3	3
12	1.70	5.10	5	5	5	5	5	5	5	1	1	4	1	1	1	1
8	1.58	5.22	2	5	5	5	5	5	5	1	1	4	1	1	1	1
5	1.44	5.65	5	5	5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1
1	1.39	5.60	5	5	5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1
3	1.39	2.44	5	5	5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	3
9	1.38	6.02	2	5	5	5	5	2	2	1	4	4	4	1	4	1
14	1.36	0.80	5	5	5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1
7	1.34	2.42	5	5	5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1
16	1.32	1.27	2	5	5	5	5	2	5	1	4	1	1	1	1	1
15	1.25	3.07	5	5	5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1
11	1.21	1.66	5	5	5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1
6	0.99	1.86	5	5	5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1
10	0.95	1.52	5	5	5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1

Tabla 60.- Comparación entre suelos clasificados según dos autores, media del índice de diversidad de especies y por ciento del No. de organismos.



Est.	Media I.D. Shannon	% del No. Organismos	Suelos según Folk				Suelos según USDA			
			I	III	V	VII	I	III	V	VII
13	2.49	12.38	2	6	2	2	1	4	1	5
2	2.14	19.74	6	6	6	6	9	9	9	9
4	1.91	2.50	6	6	6	6	2	3	3	3
12	1.87	2.93	5	5	5	5	1	4	1	1
5	1.61	2.24	5	5	5	5	1	1	1	1
9	1.61	4.71	2	5	5	2	1	4	1	1
8	1.60	2.41	2	5	5	5	1	4	1	1
14	1.57	0.45	5	5	5	5	1	1	1	1
3	1.52	1.03	5	5	5	5	1	1	1	3
1	1.47	3.21	5	5	5	5	1	1	1	1
7	1.41	1.29	5	5	5	5	1	1	1	1
16	1.29	0.74	2	5	5	5	1	1	1	1
11	1.19	0.94	5	5	5	5	1	1	1	1
15	1.12	2.24	5	5	5	5	1	1	1	1
6	1.02	1.37	5	5	5	5	1	1	1	1
10	0.85	0.99	5	5	5	5	1	1	1	1

Tabla 61.- Período de lluvia: comparación entre suelos clasificados según dos autores, media del índice de diversidad de especies y por ciento del número de organismos.

Est.	Media I.D. Shannon	% del No. Organismos	Suelos según Folk			Suelos según USDA		
			II	IV	VI	II	IV	VI
2	2.04	15.79	6	6	6	9	9	9
13	1.97	1.80	2	2	2	5	1	5
4	1.70	5.16	6	6	6	3	3	3
8	1.56	2.81	5	5	5	1	1	1
12	1.48	2.17	5	5	5	1	1	1
15	1.43	0.83	5	5	2	1	1	1
16	1.35	0.53	5	5	5	4	1	1
1	1.30	2.37	5	5	5	1	1	1
7	1.25	1.13	5	5	5	1	1	1
11	1.23	0.72	5	5	5	1	1	1
3	1.22	1.41	5	5	5	1	1	1
5	1.21	3.41	5	5	5	1	1	1
10	1.09	0.53	5	5	5	1	1	1
14	1.09	0.25	5	5	5	1	1	1
9	1.07	0.76	5	5	2	4	4	4
6	0.95	0.16	5	5	5	1	1	1

Tabla 62.- Período de estiaje: comparación entre suelos clasificados según dos autores, media del índice de diversidad de especies y por ciento del número de organismos.

		Folk										USDA														
		E		S		E		S		E		S		E		S		E		S						
I	4	6	8	2	12	5	16	2	I	4	2	8	1	12	1	16	1	I	4	2	8	1	12	1	16	1
	3	5	7	5	11	5	15	5		3	1	7	1	11	1	15	1		3	1	7	1	11	1	15	1
	2	6	6	5	10	5	14	5		2	3	6	1	10	1	14	1		2	3	6	1	10	1	14	1
	1	5	5	5	9	2	13	2		1	1	5	1	9	1	13	1		1	1	5	1	9	1	13	1
II	4	6	8	5	12	5	16	5	II	4	3	8	1	12	1	16	4	II	4	3	8	1	12	1	16	4
	3	5	7	5	11	5	15	5		3	1	7	1	11	1	15	1		3	1	7	1	11	1	15	1
	2	6	6	5	10	5	14	5		2	9	6	1	10	1	14	1		2	9	6	1	10	1	14	1
	1	5	5	5	9	5	13	5		1	1	5	1	9	4	13	5		1	1	5	1	9	4	13	5
III	4	6	8	5	12	5	16	5	III	4	3	8	1	12	4	16	1	III	4	3	8	1	12	4	16	1
	3	5	7	5	11	5	15	5		3	1	7	1	11	1	15	1		3	1	7	1	11	1	15	1
	2	6	6	5	10	5	14	5		2	9	6	1	10	1	14	1		2	9	6	1	10	1	14	1
	1	5	5	5	9	5	13	5		1	1	5	1	9	4	13	4		1	1	5	1	9	4	13	4
IV	4	6	8	5	12	5	16	5	IV	4	3	8	1	12	1	16	1	IV	4	3	8	1	12	1	16	1
	3	5	7	5	11	5	15	5		3	1	7	1	11	1	15	1		3	1	7	1	11	1	15	1
	2	6	6	5	10	5	14	5		2	9	6	1	10	1	14	1		2	9	6	1	10	1	14	1
	1	5	5	5	9	5	13	2		1	1	5	1	9	4	13	1		1	1	5	1	9	4	13	1
V	4	6	8	5	12	5	16	5	V	4	3	8	1	12	1	16	1	V	4	3	8	1	12	1	16	1
	3	5	7	5	11	5	15	5		3	1	7	1	11	1	15	1		3	1	7	1	11	1	15	1
	2	6	6	5	10	5	14	5		2	9	6	1	10	1	14	1		2	9	6	1	10	1	14	1
	1	5	5	5	9	5	13	2		1	1	5	1	9	1	13	1		1	1	5	1	9	1	13	1
VI	4	6	8	5	12	5	16	2	VI	4	3	8	1	12	1	16	1	VI	4	3	8	1	12	1	16	1
	3	5	7	5	11	5	15	5		3	1	7	1	11	1	15	1		3	1	7	1	11	1	15	1
	2	6	6	5	10	5	14	5		2	9	6	1	10	1	14	1		2	9	6	1	10	1	14	1
	1	5	5	5	9	2	13	2		1	1	5	1	9	4	13	5		1	1	5	1	9	4	13	5
VII	4	6	8	5	12	5	16	5	VII	4	3	8	1	12	1	16	1	VII	4	3	8	1	12	1	16	1
	3	5	7	5	11	5	15	5		3	3	7	1	11	1	15	1		3	3	7	1	11	1	15	1
	2	6	6	5	10	5	14	5		2	9	6	1	10	1	14	1		2	9	6	1	10	1	14	1
	1	5	5	5	9	2	13	2		1	1	5	1	9	1	13	5		1	1	5	1	9	1	13	5

Tabla 63.-Distribución de los diferentes tipos de suelos en cada una de las 16 estaciones de muestreo durante las siete campañas de monitoreo. Encerrado en un círculo las estaciones con tipos de suelos similares. (E=Estación) (S=Suelo)

## **V.-Discusión.**

### **V.1.- Monitoreo.**

La ubicación geográfica de la laguna de Tamiahua es un factor que le permite mayor expresividad de respuestas ambientales cuando son originadas por períodos de lluvia o estiaje, mientras que las respuestas ambientales causadas por alguna de las cuatro estaciones del año son de mínima importancia. El efecto por estación se observa en el segundo y tercer mes estacional; el primer mes tiene características ambientales ligeramente similares a la estación que le precede. Debido a estas circunstancias ambientales, la toma de muestra se llevó a cabo en uno de los tres meses de la estación, en período de lluvia o estiaje. En verano se realizaron las campañas V, III y VII, respectivamente en el primero, segundo y tercer mes. En otoño, campaña I en el segundo mes, y campaña IV en el tercer mes. En invierno, las campañas II y VI durante el tercer mes.

### **V.2.- Temperatura Ambiental y del Fondo.**

La temperatura registrada el día de toma de muestra para ambiente y bentos se ubicó dentro de los rangos mínimo, medio y máximo establecidos para cada mes; esto reveló que no hay cambios drásticos de temperatura en cualquiera de las estaciones del año.

### **V.3.- Lluvia y Estiaje.**

Los períodos de lluvia y estiaje son muy extremos, ejercen fuerte influencia en el clima de la región. En período de lluvia se registraron milímetros de lluvia, mínima 82 mm., media 112.25 mm. y máxima 143 mm. En estiaje, mínima 9 mm., media 10.33 mm. y máxima 11 mm. Esta es la razón de que las campañas se hayan realizado en ambos períodos, a la vez, que la lluvia fuese tomada como variable abiótica. Sin embargo, ni lluvia, ni estiaje, tuvieron correlación con el índice de diversidad de especies, por ciento del número de organismos, salinidad y restantes parámetros.

#### V.4.- Riqueza Específica y Equitatividad.

En el presente estudio se registraron 40 especies de poliquetos, en el grupo sedentarias, 16 especies detritívoras y 5 filtradoras, y en el grupo errantes, 14 especies carnívoras y 5 omnívoras. Nava (1989) reportó, para la laguna de Tamiahua 69 especies de poliquetos. Siete especies fueron las más abundantes en todos los estratos, de entre éstas sólo *Glycinde solitaria*, *Glycera sp.*, *Leitoscoloplos fragilis*, *Neanthes succinea* y *Sigambra sp.*, fueron comunes al presente estudio, aunque no absolutamente abundantes. Un recuento general indica que especies comunes a ambos estudios, (A) sedentarias y (B) errantes, fueron:

(A). Organismos sedentarios, 7 especies y 5 géneros de hábitos detritívoros (d) y filtradores (f).

1 - <i>Paraprionospio pinnata</i>	(d)	33- <i>Spio pettibona</i>	(d)
2 - <i>Mediomastus californiensis</i>	(d)	6 - <i>Magelona sp.</i>	(d)
5 - <i>Leitoscoloplos fragilis</i>	(d)	8 - <i>Pectinaria sp.</i>	(d)
17- <i>Cossura delta</i>	(d)	23- <i>Streblospio sp.</i>	(d)
19- <i>Megalomma bioculatum</i>	(f)	32- <i>Maldane sp.</i>	(d)
29- <i>Minuspio cirrifera</i>	(d)	40- <i>Chone sp.</i>	(f)

(B). Organismos errantes, 7 especies y 4 géneros de hábitos carnívoros (c) y omnívoros (o); sin embargo *Diopatra cuprea* observa hábitos muy diferenciales y puede ser herbívora, detritívora, omnívora y aún carroñera, por ésta razón y para fines estadísticos se le agrupó como omnívora.

4- <i>Glycinde solitaria</i>	(c)
10- <i>Ceratonereis irritabilis</i>	(c)
24- <i>Glycera americana</i>	(c)
25- <i>Syllis gracilis</i>	(c)
26- <i>Lysidice ninetta</i>	(c)
14- <i>Nereiphylla sp.</i>	(c)
37- <i>Marphysa sp.</i>	(c)
11- <i>Neanthes succinea</i>	(o)
16- <i>Diopatra cuerea</i>	(o)
3- <i>Sigambra sp.</i>	(o)
9- <i>Parandalia sp.</i>	(o)

Las diferencias significativas encontradas entre valores del por ciento del número de organismos por campaña, no presentó correlación respecto a los valores porcentuales de frecuencia o presencia de especies; tampoco hubo correlación entre éstos valores registrados en período lluvia o estiaje. La frecuencia de especies y el por ciento del número de

organismos, no guardaron correlación al compararlos con los valores medios de diversos parámetros.

Los períodos de lluvia y estiaje no afectaron la presencia y abundancia de especies detritívoro-filtradoras, omnívoras o carnívoras. No hubo diferencias significativas por causa de lluvia o estiaje. Las especies detritívoro-filtradoras siempre presentaron los porcentajes más altos, en cambio, las especies omnívoras y carnívoras tuvieron porcentajes similares y bajos.

Las especies dominantes presentaron los valores más altos (1), mientras que las especies ocasionales (0.12) y raras (0.04) registraron valores bajos, siendo aún más bajos los valores registrados en las especies constantes (0.006). En cuanto a trofismo, las especies detritívoro-filtradoras, dominantes ocasionales y raras, siempre presentaron valores altos (1), no así las especies constantes con valor cero.

Los valores altos de las especies detritívoro-filtradoras, registrados en las siete campañas constituyeron el fundamento de la base trófica de la estructura de las comunidades y fueron el soporte de omnívoras y carnívoras, ambas con valores bajos. Sin embargo, las especies omnívoras mostraron diferencias, las dominantes con valor muy bajo (0.06), ocasionales con valor muy alto (0.85) y raras con valor medio (0.43), en cambio, cero en constantes. Mientras que, especies carnívoras dominantes (0.03) y ocasionales (0.15), presentaron valores más bajos que raras (0.34) y constantes (0.48).

La campaña I con 8 especies (abundancia 2.55%) y la II con 6 especies (abundancia 1.16 %) fueron los registros más bajos, resultado de los efectos de la perturbación climática en el bentos de Tamiahua en 1999. La recuperación se inició en la campaña III con 26 especies (abundancia 17.93%), sin embargo, la estabilidad estructural de las comunidades se manifestó ampliamente en las campañas IV con 17 especies (abundancia 13.41%) y V con 22 especies (abundancia 12.46%). La estabilidad estructural de las comunidades con fuerte tendencia de recuperación se presentó en las campañas VI con 25 especies y VII con 28 especies, ambas con abundancia similar (26%). La estabilidad estructural de las

comunidades del bentos fue certificada por el índice de diversidad de especies de las campañas V, VI y VII, en los que no hubo diferencias significativas.

A lo largo del transcurso del tiempo hubo gradual recuperación en la abundancia y riqueza de especies, así como del índice de diversidad, sin embargo, no se registraron diferencias significativas por lluvia, estiaje o ubicación de las estaciones. A la vez, no se encontró correlación entre índice de diversidad de especies, y parámetros como por ciento del número de organismos, frecuencia de especies, profundidad, salinidad, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, temperatura, arena, arcilla, limo y materia orgánica.

#### **V.5.- Profundidad.**

Se encontraron diferencias significativas por ubicación de estaciones, entre campañas y por transcurso del tiempo, pero no por lluvia o estiaje, sin embargo, esto no causó efecto en el índice de diversidad de especies, por ciento del número de organismos o frecuencia de especies. Tampoco se encontró correlación entre profundidad y éstos parámetros.

#### **V.6.- Temperatura.**

Se presentaron diferencias significativas a lo largo del tiempo y por períodos de lluvia o estiaje, más no por ubicación de estaciones. No se encontró correlación entre temperatura e índice de diversidad de especies.

#### **V7.- Oxígeno Disuelto.**

Se presentaron diferencias significativas a lo largo del tiempo y por períodos de lluvia o estiaje, más no por ubicación de estaciones.

En las campañas III, V, VI y VII, con niveles bajos de oxígeno disuelto (3 a 5.2 mg/l), se encontraron los mejores índices de diversidad de especies que los registrados en las campañas I y II, con niveles altos de oxígeno disuelto (7.6 a 9.8 mg/l).

### **V.8.- Salinidad.**

Se encontraron diferencias significativas a lo largo del tiempo, no así por lluvia, estiaje o ubicación de estaciones.

En las campañas I, II y III, algunas estaciones registraron valores de salinidad mixomesohalina (5 a 17.99 PPM), y otras mixopolihalina (18 a 30 PPM); mientras que en las campañas IV, V, VI y VII, todas las estaciones fueron mixopolihalinas.

Las campañas I y II presentaron nivel medio de salinidad (13 a 19 PPM) e índices de diversidad de especies de nivel bajo (0 a 1.14 bits). La campaña III registró niveles medios de salinidad (13 a 19 PPM) e índices de diversidad de especies de nivel alto (1.5 a 4 bits). Las campañas IV, V, VI y VII tuvieron niveles altos de salinidad (20 a 29 PPM) e índice de diversidad de especies alto (1.5 a 4 bits).

Las especies detritívoro-filtradoras, omnívoras y carnívoras se desarrollaron mejor en niveles de salinidad mixopolihalina (18 a 30 PPM) que en mixomesohalina (5 a 17 PPM).

### **V.9.- Conductividad Eléctrica**

Se encontraron diferencias significativas por causa del transcurso del tiempo, entre campañas, por lluvia, por estiaje y por ubicación de estaciones. A la vez, fue significativa la interacción entre ubicación de estaciones y tiempo, la relación entre ambas medidas estadísticas explica la existencia de valores altos y bajos de conductividad eléctrica en períodos de lluvia o estiaje.

### **V.10.- Estructura del Suelo del Bentos.**

Los valores de arena y arcilla no presentaron diferencias significativas por transcurso del tiempo, ubicación de estaciones, lluvia o estiaje.

Los valores de arena y arcilla no tuvieron correlación con el índice de diversidad de especies o el por ciento del número de organismos.

Los valores de limo y grava presentaron diferencias significativas por transcurso del tiempo y ubicación de estaciones, más no por lluvia o estiaje. Las diferencias significativas de los valores, de limo y grava, entre las estaciones, no tuvieron efecto en el mayor o menor porcentaje del número de organismos.

Los valores de limo y grava no tuvieron correlación con el índice de diversidad de especies o el por ciento del número de organismos.

#### **V.11.- Materia Orgánica.**

Los valores de la materia orgánica mostraron diferencias significativas por el transcurso tiempo, no así, por lluvia, estiaje o zona (LE, CE, CO, LO). Sólo el transecto T1N fue significativamente diferente a los restantes tres transectos.

No hubo correlación entre media de materia orgánica, índice de diversidad de especies o por ciento del número de organismos.

#### **V.12.- Suelos Bentales de la Laguna de Tamiahua.**

Nava (1989) encontró que el mayor número de individuos por especie y número de especies se registraron en el suelo tipo (6) Arena lodosa gravilenta, en éste estudio, al igual que en el de Nava, el mayor número de individuos por especie y número de especies, se registró en el suelo tipo (6), sin embargo, también en el presente estudio, ésta característica se observó en el suelo tipo (2) Grava lodosa.

Con respecto a los diferentes tipos de suelo, Nava (1989) reportó ocho tipos de suelos, siendo los más abundantes el tipo (6) Arena lodosa gravilenta, y el (8) Lodo arenoso ligeramente gravilento; en éste estudio únicamente se encontraron tres tipos de suelos, siendo el más abundante el (5) Lodo gravilento. Es muy seguro que el cambio de suelos haya sido causado por el evento climático perturbador de 1999. No obstante, en ambos estudios se encontró que la preferencia de los poliquetos fue por suelos tipo (6) Arena lodosa gravilenta.



Considerando la clasificación de suelos establecida por USDA, fundamentada en arena, arcilla y limo, se identificaron 6 tipos de suelos a lo largo de las siete campañas. Los suelos donde se desarrolló el mayor número de individuos por especies y número de especies fueron, el tipo (9) Migajón-arenoso, el (3) Migajón-arcilloso-arenoso y la combinación de arcilloso (1) con Arcillo-limoso (5). Los suelos más abundantes fueron el tipo (1) Arcilloso, en los que se registró el menor número individuos por especies y número de especies.

Acorde a los datos encontrados, la asociación entre tipo de suelo y materia orgánica expresada como la media de la concentración y nivel de materia orgánica (desde 0.2 % hasta 5 %) registrada en cada una de las estaciones, ejerció mayor influencia en la colonización del bentos que algunos otros parámetros, como por ejemplo salinidad, temperatura, etc., sin que por esta razón sean desestimados. Los parámetros estudiados, ejercieron sobre los poliquetos influencia no muy significativa, lo que hizo que dichos parámetros perdieran la posibilidad de actuar como factores limitantes.

Los tipos de suelos registrados, no mostraron diferencias significativas por el transcurso del tiempo, ubicación de estaciones, lluvia o estiaje. Además, no hubo correlación entre tipo de suelos, índice de diversidad de especies o por ciento del número de organismos.

## **VI.-Conclusiones.**

### **VI.1.- Monitoreo.**

Las siete campañas de monitoreo siempre se llevaron a cabo durante períodos de lluvia o estiaje. Las estaciones del año no influyeron las variables de estudio.

### **VI .2.- Temperatura Ambiental y del Fondo.**

No se presentaron variaciones drásticas de temperatura, entre el ambiente y el fondo o entre períodos de lluvia y estiaje; los cambios de temperatura no fueron significativos. Los rangos en el ambiente se presentaron desde 24°C hasta 36°C y en el bentos desde 19°C hasta 32°C.

### **VI .3.- Lluvia y Estiaje.**

Los períodos de lluvia y estiaje fueron definidos eficientemente por el uso de meses estacionales, de manera que cada campaña quedo correctamente ubicada en su periodo correspondiente: I, III, V y VII, lluvia y II, IV y VI estiaje. Los valores medios en mm. de lluvia, para ambos períodos, fueron muy significativos; en lluvia muy altos (media 112 mm.) y en estiaje muy bajos (media 10 mm.). Siendo la lluvia variable abiótica, no se encontró correlación entre ésta y por ciento del número de organismos, índice de diversidad de especies, salinidad y restantes parámetros

### **VI .4.- Riqueza Específica y Equitatividad.**

A lo largo del estudio se determinaron 40 especies y un total de 6040 ejemplares. Dentro de las sedentarias se encontraron 12 familias y 21 especies (detritívoras y filtradoras). Integrando al grupo de errantes, se registraron 10 familias, 21 especies (carnívoras y omnívoras).

En las campañas I y II se registró la presencia de especies y número de organismos más bajos, ésto se debe a que después de la perturbación climática, la Laguna de Tamiahua inició su recuperación, lo que fue más perceptible en las restantes campañas. La estabilidad se observó mejor en las campañas VI (estiaje), con 26.42 por ciento del número de organismos y 18.9 frecuencia de especies, y en la campaña VII (lluvia), con 26.22 por ciento del número de organismos y 21.2 frecuencia de especies.

No se encontró correlación entre las concentraciones medias de índices de diversidad de especies, por ciento del número de organismos, frecuencia de especies, profundidad, salinidad, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, temperatura, arena, arcilla, limo, grava y materia orgánica. Sin embargo, teniendo un nivel de confianza 90 % y  $\alpha$  0.10 se encontró la tendencia de aumento en el número total de organismos cuando el oxígeno baja y disminución del número total de organismos cuando el oxígeno aumenta. En la misma forma, se encontró aumento del número de organismos cuando hay aumento de salinidad y

disminución del número de organismos cuando hay disminución de la salinidad, con nivel de confianza de 90%.

Las especies de tipo dominante fueron significativamente diferentes a las ocasionales, raras o constantes. Las especies dominantes (1.00) siempre fueron numéricamente mayores que las ocasionales (0.1), raras (0.04) o las constantes (0.006). Las especies detritívoras (1.00) también fueron significativamente diferentes a las omnívoras (0.06) y carnívoras (0.07).

Sólo hubo especies detritívoro-filtradoras de tres tipos, dominantes (79.05%), ocasionales (8.52%) y raras (1.43%); fueron las más abundantes en las 7 campañas, con presencia porcentual 89.00%, la más alta; en este caso las dominantes (1.00) fueron significativamente diferentes a ocasionales (0.11) y raras (.0.02).

Únicamente hubo especies omnívoras de dos tipos, dominantes (4.48%) y raras (0.79%), cuya presencia porcentual fue 5.27%. En este caso las especies omnívoras dominantes (1.00) fueron significativamente diferentes a las omnívoras raras (0.18).

Las especies carnívoras alcanzaron 5.87% presencia porcentual, y estuvieron integradas por dominantes (2.74%), ocasionales (1.55%), raras (1.10%) y constantes (0.48%). De entre éstas, las carnívoras dominantes (1.00) numéricamente fueron muy similares y compitieron con las carnívoras ocasionales (0.64), no así a las carnívoras raras (0.4) y las carnívoras constantes (0.2), cuya presencia numérica fue muy baja.

En especies dominantes, el registro fue de 79.05 % para detritívoro-filtradoras (1.00), 4.48 % omnívoras (0.06) y 2.74 % carnívoras (0.04).

En especies ocasionales el registro fue 8.52 % detritívoro-filtradoras (1.00), cero omnívoras y 1.55 % carnívoras (0.18).

En especies raras se encontró 1.43 % detritívoro-filtradoras (1), 0.79 % omnívoras (0.55) y 1.10 % carnívoras (0.77). En este caso, los valores indicaron desequilibrio entre especies de

hábitos detritívoro-filtradoras (1.00) y carnívoras (0.77), así como competencia entre carnívoras y omnívoras (0.55).

El porcentaje más bajo se registró en especies constantes, con únicamente 0.48 % de carnívoras.

La lluvia o estiaje no afectó significativamente los porcentajes de especies dominantes, ocasionales, raras o constantes.

Se encontró que la estructura de las comunidades de poliquetos bénticos estuvo soportada por especies con hábitos detritívoro-filtradores de tipo dominante, ocasional y raro; en todas las campañas este soporte fue ejercido principalmente por las especies dominantes; las especies ocasionales y raras sólo fueron complementarias. Los organismos de hábitos omnívoros formaron el segundo estrato trófico integrado por especies dominantes, ocasionales y raras. En el estrato superior se ubicaron los organismos carnívoros integrado por especies dominantes, ocasionales, raras y constantes.

### **Campañas y Características Particulares.**

Campaña I.- En la campaña I se registraron seis especies detritívoras, una omnívora y una carnívora, y se encontró que la estructura trófica de poliquetos del bentos estuvo integrada por organismos detritívoros; en primer grado especies dominantes, *P. pinnata* (1), *M. californiensis* (2); en segundo grado ocasionales *M. pettibonae* (6), *M. oculata* (7), y en tercer grado raras *L. fragilis* (5) y *P. (L.) koreni* (8). El segundo estrato fue integrado por organismos omnívoros, de tipo raro la especie *S. grubii* (3). En la cúspide de la estructura trófica organismos carnívoros, de tipo raro la especie *G. solitaria* (4).

La relación entre especies detritívoras demostró que las dominantes (1.00) fueron la base de la pirámide trófica, y que las detritívoras ocasionales (0.30) y detritívoras raras (0.03) sólo fueron un complemento lateral; sin embargo, este conjunto de organismos detritívoros fue el soporte para especies omnívoras raras (0.04) y carnívoras raras (0.01).

Campaña II.- En la campaña II se encontraron cuatro especies detritívoras y dos especies omnívoras. En esta campaña la base de la estructura trófica la integraron primeramente organismos detritívoros dominantes, *P. pinnata* (1), *M. californiensis* (2), y secundariamente organismos detritívoros ocasionales, *M. pettibonae* (6) y *M. oculata* (7). El siguiente estrato lo integraron organismos omnívoros raros, *S. grubii* (3) y *P. fauveli* (9).

En esta campaña no hubo diferencias significativas entre especies detritívoras dominantes (1.00) y detritívoras ocasionales (0.73), esta proporción implicó competencia entre ambos grupos, sin embargo, éstos grupos fueron el soporte para las especies omnívoras raras (0.11) con valor bajo y aceptable; a la vez, las especies omnívoras fueron significativamente diferentes a detritívoras dominantes y ocasionales. El mayor deterioro del bentos se registró en esta campaña.

Campaña III.- En la campaña III el aumento de especies fue notable, se registraron catorce especies detritívoro-filtradoras, cuatro omnívoras y ocho carnívoras.

La base de la estructura trófica estuvo integrada por organismos detritívoro-filtradores; primeramente especies dominantes, *P. pinnata* (1), *M. californiensis* (2), *L. fragilis* (5) y *P. (L.) koreni* (8); en segundo lugar especies detritívoro-filtradora ocasionales *M. oculata* (7), *Pseudopolydora sp.* (18), *H. dianthus* (20), *H. protulicola* (21), *D. gracilis* (22) y *Apomatus sp.* (27); y en tercer grado especies detritívoro-filtradoras raras, *C. delta* (17), *M. bioculatum* (19), *Streblospio sp.* (23) y *M. maculata* (28).

El siguiente estrato trófico lo integraron organismos omnívoros; especies omnívoras dominantes *S. grubii* (3) y *N. succinea* (11); y especies omnívoras raras *N. oligohalina* (12) y *D. cuprea* (16).

El estrato superior lo integraron organismos carnívoros, especies carnívoras dominantes *G. solitaria* (4), carnívora ocasionales *C. irritabilis* (10) y *N. castanea* (14), especies

carnívoras raras *S. glandulosa* (15), *G. americana* (24), *S. gracilis* (25) y *L. ninetta* (26), y especies carnívoras constantes *P. brevipalpa* (13)

La III campaña marcó el inicio de la recuperación de los organismos del bentos de la laguna de Tamiahua sin lograr la estabilidad, como se observa en los siguientes valores numéricos, en donde las especies detritívoro-filtradoras dominantes (1.00), compitieron en cierto grado con las detritívoro-filtradoras ocasionales (0.46), no así con las especies detritívoro-filtradoras raras (0.01) con valor bajo. Las especies detritívoro-filtradoras fueron el soporte trófico para organismos omnívoros integrados por especies dominantes (0.13) y raras (0.02). Teniendo en la cúspide trófica organismos carnívoros, en donde especies dominantes (0.08) tuvieron fuerte competencia con ocasionales (0.07); mientras que especies raras (0.01) y constantes (0.02) presentaron valores bajos y buenos. El valor total de organismos detritívoro-filtradores (14.55%) constituyeron un buen fundamento trófico en esta campaña, sin embargo se encontró fuerte competencia entre organismos omnívoros (1.56%) y carnívoros (1.82%).

Campaña IV.- En la campaña IV se registraron diez especies detritívoro-filtradoras, dos omnívoras y cinco carnívoras.

En la base de la estructura trófica, integrada por organismos detritívoro-filtradores se encontraron especies dominantes, *P. pinnata* (1), *M. californiensis* (2), *L. fragilis* (5) y *Streblospio sp.* (23); detritívoro-filtradoras raras *M. oculata* (7), *P. (L.) koreni* (8), *C. delta* (17), *M. bioculatum* (19), *D. gracilis* (22) y *M. cirrifera* (29).

El siguiente estrato estuvo integrado por organismos omnívoros; especies dominantes *S. grubii* (3) y raras *N. succinea* (11).

En el estrato superior, integrado por organismos carnívoros, se registraron especies, dominantes *G. solitaria* (4), ocasionales *G. americana* (24) y raras *C. irritabilis* (10), *P. brevipalpa* (13) y *S. glandulosa* (15).

En esta campaña la estabilidad de la estructura de las comunidades del bentos se observa claramente en los valores numéricos, las especies detritívoro-filtradoras dominantes (1.00) fueron significativamente diferentes a especies detritívoro-filtradoras raras (0.02). Las especies omnívoras dominantes (0.05) y omnívoras raras (0.003) presentaron valores bajos y buenos, a la vez, estuvieron en competencia con las especies carnívoras dominantes (0.05), carnívoras ocasionales (0.02) y carnívoras raras (0.01). En esta campaña las especies dominantes fueron significativamente diferentes a las restantes.

Campaña V.- En la campaña V hubo doce especies detritívoro-filtradoras, tres omnívoras y siete carnívoras.

En el grupo de detritívoro-filtradoras se encontraron especies dominantes *P. pinnata* (1), *M. californiensis* (2), *L. fragilis* (5), *M. oculata* (7), *Streblospio* sp. (23) y *Galathowenia* sp. (30); detritívoro-filtradoras ocasionales *D. gracilis* (22), *Apomatus* sp. (27) y *M. cirrifera* (29); y especies detritívoro-filtradoras raras *M. pettibonae* (6), *P. (L.) koreni* (8) y *C. delta* (17).

El estrato de organismos omnívoros fue integrado por especies dominantes *S. grubii* (3) y raras *N. succinea* (11) y *D. cuprea* (16).

En el estrato superior organismos carnívoros, especies dominantes *G. solitaria* (4) y carnívoras raras *C. irritabilis* (10), *P. brevipalpa* (13), *S. glandulosa* (15), *G. americana* (24), *S. gracilis* (25) y *Brania* sp. (31).

También en esta campaña se observa claramente la estabilidad de la estructura de las comunidades del bentos, las especies detritívoro-filtradoras dominantes (1.00) fueron significativamente diferentes a todas las restantes, detritívoro-filtradoras ocasionales (0.11), detritívoro-filtradoras raras (0.02), omnívoras dominantes (0.15), omnívoras raras (0.01) y especies carnívoras dominantes (0.04) y carnívoras raras (0.04). En el caso de especies carnívoras, las dominantes compitieron fuertemente con las ocasionales.

Campaña VI.- En la campaña VI se encontraron catorce especies detritívoras, tres especies omnívoras y siete carnívoras.

Entre las especies detritívoras, dominantes fueron *P. pinnata* (1), *M. californiensis* (2), *L. fragilis* (5), *M. oculata* (7), *D. gracilis* (22), *Streblospio sp.* (23) y *Galathowenia sp.* (30); detritívoras ocasionales *P. (L.) koreni* (8), y especies detritívoras raras *M. pettibonae* (6), *C. delta* (17), *M. maculata* (28), *M. cirrifera* (29), *Maldane sp.* (32) y *S. pettibonae* (33).

En el estrato de especies omnívoras, fueron dominantes *S. grubii* (3), y raras *N. succinea* (11) y *N. oligohalina* (12).

En el estrato superior de especies carnívoras se registraron, dominantes *G. solitaria* (4), carnívoras ocasionales *G. americana* (24), carnívora raras *C. irritabilis* (10), *N. castanea* (14), *S. glandulosa* (15), *Brania sp.* (31) y *Spermosyllis sp.* (34); y carnívoras constantes *P. brevipalpa* (13).

Las especies detritívoras dominantes (1.00) fueron significativamente diferentes a las restantes, detritívoras ocasionales (0.08), detritívoras raras (0.02), omnívoras dominantes (0.03), omnívoras raras (0.01), así como carnívoras dominantes (0.02), carnívoras ocasionales (0.02), carnívoras raras (0.01) y carnívoras constantes (0.008). Aquí también hubo competencia fuerte entre especies carnívoras dominantes, ocasionales y raras. Los valores numéricos reflejaron estabilidad de la estructura de las comunidades del bentos.

Campaña VII.- En la campaña VII se registraron diez y seis especies detritívoro-filtradoras, tres omnívoras y nueve carnívoras.

Especies detritívoro-filtradoras fueron, dominantes *P. pinnata* (1), *M. californiensis* (2), *M. oculata* (7), *D. gracilis* (22), *Streblospio sp.* (23), *M. cirrifera* (29) y *Galathowenia sp.* (30); detritívoro-filtradoras ocasionales *L. fragilis* (5); y detritívoro-filtradoras raras, *M.*



*pettibonae* (6), *P. (L.) koreni* (8), *C. delta* (17), *M. bioculatum* (19), *Maldane sp.* (32), *S. pettibonae* (33), *C. serratus* (39) y *C. infundibuliformis* (40).

Especies omnívoras fueron, dominantes *S. grubii* (3), raras *N. succinea* (11) y *D. cuprea* (16).

En el estrato superior las especies carnívoras, dominantes *G. solitaria* (4), ocasionales *Brania sp.* (31), raras *G. americana* (24), *S. gracilis* (25), *B. goodei* (35), *Eunereis sp.* (36), *M. aransensis* (37) y *N. unicornis* (38); y especies constantes *P. brevipalpa* (13).

En esta campaña los valores numéricos también reflejaron estabilidad de la estructura de las comunidades del bentos; las especies detritívoro-filtradoras dominantes (1.00) fueron significativamente diferentes a las restantes: detritívoro-filtradoras ocasionales (0.007), detritívoro-filtradoras raras (0.014), omnívoras dominantes (0.02), omnívoras raras (0.001), carnívoras dominantes (0.03), carnívoras ocasionales (0.007), carnívoras raras (0.007) y carnívoras constantes (0.004).

### **Comparación entre Campañas.**

No se encontraron diferencias significativas al comparar la abundancia entre las campañas VI (26.42%) y VII (26.22%), pero fueron significativamente diferentes a las restantes campañas. La campaña VI (1.00) presentó 25 especies, distribuidas como dominantes (1.00), ocasionales (0.10), raras (0.04) y constantes (0.008); esta distribución fue un tanto diferente a la registrada en la campaña VII (1.00) donde hubo 28 especies; dominantes (1.00), ocasionales (0.01), raras (0.02) y constantes (0.004).

La campaña III (0.68) fue significativamente diferente a las restantes campañas, presentó 26 especies distribuidas como dominantes (1.00), ocasionales (0.44), raras (0.04) y constantes (0.02).

Las campañas IV (0.50) y V (0.47) no presentaron diferencias significativas, pero fueron significativamente diferentes a las restantes. En la campaña IV hubo 17 especies distribuidas como dominantes (1.00), ocasionales (0.01) y raras (0.03). En cambio en la campaña V con 22 especies, la distribución fue un tanto diferente, encontrando dominantes (1.00), ocasionales (0.10) y raras (0.06).

Dos fueron las campañas con registros muy pobres, I (0.10) y II (0.04); aunque ambas mostraron diferencias significativas, a la vez fueron significativamente diferentes a las restantes campañas. La campaña I presentó 8 especies distribuidas como dominantes (1.00), ocasionales (0.30) y raras (0.08). Por otra parte, en la campaña II se registraron 6 especies que estuvieron distribuidas como dominantes (1.00), ocasionales (0.73) y raras (0.11).

#### **VI.5.-Índice de Diversidad de Especies.**

A lo largo del tiempo la recuperación gradual de la Laguna de Tamiahua fue certificada por los valores del índice de diversidad de especies Shannon-Weiner que registraron un aumento continuo a partir de la campaña III.

Los valores medios de los índices de diversidad más altos se registraron en las estaciones 2 y 13.

Por otra parte, no hubo efectos significativos por lluvia, estiaje y ubicación de estaciones, ni correlación con los valores medios de parámetros como, por ciento del número de organismos, frecuencia de especies, profundidad, salinidad, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, temperatura, arena, arcilla, limo, grava y materia orgánica.

El uso del percentil 33 permitió establecer 3 niveles del índice de diversidad, ubicando las campañas de la siguiente manera:

Bajo de 0 a 1.149	Campañas I (0.32) y II (0.23)
Medio de 1.15 a 1.559	
Alto de 1.56 a 4	Campañas III (1.62), IV (1.74), V (2.11), VI (2.14) y VII (2.11)

## VI .6.-Profundidad.

La profundidad presentó diferencias significativas por ubicación de estaciones, sea por zona o por transecto. El área del centro de la laguna fue la más profunda, desde 3.07 m. hasta 3.64 m. Con nivel medio de profundidad (esto es desde 2.03 m hasta 3.06 m), quedaron registradas las campañas I (2.93 m), IV (2.78 m), V (2.84 m), VI (2.25 m) y VII (2.55 m). En cuanto a las estaciones de nivel medio fueron la 2, 4, 5, 8, 9, 13, 15 y 16. En el nivel alto de profundidad (desde 3.06 m hasta 4.10 m), fueron registradas las campañas II (3.38 m) y III (3.43 m); mientras que las estaciones fueron la 1, 3, 6, 7, 10, 11, 12 y 14, que corresponden principalmente al centro de la Laguna. No hubo registros para nivel bajo.

Al comparar los niveles medios de profundidad y los niveles medios del índice de diversidad de especies se reveló una tendencia: A profundidades altas-índices de diversidad bajos; a profundidades bajas-índices de diversidad altos. Las zonas este-oeste también reflejan ésta tendencia como se ve a continuación:

CE	CO	LE	LO
3.18m	3.03 m	2.82 m	2.54 m
1.30 bits	1.35 bits	1.60 bits	1.62 bits

El análisis de los transectos norte-sur mostraron algo similar como puede observarse enseguida:

T1 N	T2 CN	T3 CS	T4 S
2.70 m	2.99 m	3.26 m	2.62 m
1.62 bits	1.34 bits	1.31 bits	1.55 bits

No obstante, la tendencia encontrada tanto en zonas como en transectos no es confiable puesto que tiene 42 % de confianza y  $\alpha$  0.58.

Con respecto a la lluvia y estiaje no hubo diferencias significativas; y por otra parte, la comparación entre la profundidad, porcentaje del número de organismos e índice de diversidad mostró que no hay correlación entre estos parámetros.

### VI .7.-Temperatura.

La temperatura registró fluctuaciones con diferencias significativas a lo largo del tiempo y en periodos de lluvia y estiaje. No obstante, las fluctuaciones registradas no tienen relación con la mayor o menor cantidad de organismos, por ejemplo, se observó en las campañas VII, III y V lo siguiente (letras diferentes indican diferencias significativas):

	VII	III	V
Temperatura °C	31.4 a	30.97 a	30.81 a
Por ciento del número de organismos	26.22 a	17.93 b	12.46 c

No hubo diferencias significativas por ubicación de estaciones, zonas o transectos.

La comparación de concentraciones medias entre temperatura, índice de diversidad de especies y por ciento del número de organismos no presentó correlación. En período de lluvia o estiaje, las fluctuaciones registradas no afectaron en ningún sentido.

### VI .8.-Oxígeno Disuelto.

El oxígeno disuelto presentó fluctuaciones con diferencias significativas a lo largo del tiempo y en periodo de lluvia y estiaje, no así por ubicación de estaciones, zonas y transectos. En temporada de lluvia la concentración media fue de 5.57 mg/l, en estiaje 6.50 mg/l.

El uso del percentil 33 permitió establecer 3 niveles de concentración de oxígeno, esto reveló que los índices de diversidad de especies altos (1.56 bits en adelante) estuvieron ligados a niveles bajos de oxígeno (de 3 a 5.29 mg/l), a la vez niveles bajos del índice de diversidad (de 0 a 1.149 bits) estuvieron asociados a niveles altos de oxígeno (de 7.6 a 9.80 mg/l); esta característica también es observable en las diferentes especies, por ejemplo: *Mediomastus californiensis* (2), *Paraprionospio pinnata* (1), *Sigambra grubii* (3) y otras, en las que el número de organismos es alto a niveles bajos de oxígeno, o bien número de organismos bajo y niveles altos de oxígeno.

Por otro lado, no se encontró correlación entre concentraciones medias de oxígeno, índice de diversidad y por ciento del número de organismos.

## VI .9.- Salinidad.

La salinidad registrada inicialmente mostró aumentos a lo largo de las campañas; permaneció mixomesohalina (5 a 17.99 p.p. mil) incrementándose gradualmente:

13.76 (I), 14.62 (II) y 17.87 (III). Posteriormente la Laguna se volvió mixopolihalina (18 a 30 p.p. mil), con altas y bajas: 21.99 (IV), 28.27 (V), 22.97 (VI) y 28.06 (VII). Durante las 7 campañas se encontró que 33.04 % de las estaciones fueron mixomesohalinas y 66.96 % mixopolihalinas. Nunca se encontraron concentraciones de tipo eurihalino (30 a 40 PPM).

Aunque los índices de diversidad de las campañas VII, VI y V no tienen diferencias significativas, la salinidad si registró diferencias como se observa a continuación (letras diferentes indican diferencias significativas)

	VII	V	VI
Salinidad p.p. mil	26.06 a	28.87 a	22.98 b
I.D. en Bits	2.11 a	2.11 a	2.14 a

También en el siguiente caso se muestra ésta misma tendencia:

	VI a, IV a
Salinidad p.p. mil	22.98 a, 21.99 a
I.D. en Bits	2.14 a, 1.74 b

Estas relaciones reflejaron que no hay correlación entre los valores de salinidad e índices de diversidad y lo mismo sucede al comparar los valores de cada una de las 16 estaciones respecto a salinidad, porcentaje del número de organismos e índice de diversidad.

Las especies detritívoro-filtradoras, omnívoras y carnívoras se desarrollaron mejor en niveles de salinidad mixopolihalina que en mixomesohalina. *Mediomastus californiensis* (2) y *Paraprionospio pinnata* (1), registraron cantidades altas del número de organismos en ambos tipos de salinidad, esto explica su permanencia como especies dominantes durante las 7 campañas de monitoreo.

Por otro lado la correlación bi-variada determinó que, a salinidad alta-oxígeno bajo y viceversa. De la misma manera, el aumento en la salinidad implicó aumento en la

conductividad eléctrica. El aumento de salinidad influyó en el aumento del número de organismos, pero con nivel de confianza 90 % y  $\alpha$  0.10.

No se encontró correlación entre lluvia y salinidad.

#### **VI .10.- Conductividad Eléctrica.**

Los cambios de conductividad fueron altamente significativos a lo largo del tiempo. Los períodos de lluvia y estiaje también presentaron diferencias significativas al igual que las estaciones de muestreo. Tanto el transcurso del tiempo como la posición de las estaciones guardan una estrecha relación; la interacción altamente significativa de ambos parámetros explica parcialmente los valores diferenciales encontrados. Mientras que en período de estiaje la conductividad eléctrica es baja, en período de lluvia es alta. En cambio, zonas y transectos no presentaron diferencias significativas a lo largo de las siete campañas, en lluvia o estiaje. En lluvia los valores de zonas este-oeste fueron similares, en estiaje fueron más diferenciales; CO (.87 micromhos/cm.) y LO (0.85 micromhos/cm.) fueron mayores que CE (0.70 micromhos/cm.) y LE (0.67 micromhos/cm.). En los transectos no se encontraron valores diferenciales.

No se encontró correlación entre valores medios de conductividad eléctrica, porcentaje del número de organismos e índice de diversidad de especies, tanto entre campañas de monitoreo como en estaciones de muestreo. La correlación bi-variada mostró que cuando hay aumento de conductividad eléctrica el oxígeno baja, y que a conductividad eléctrica baja el oxígeno aumenta. También se encontró que cuando aumenta la salinidad aumenta la conductividad eléctrica.

*Mediomastus californiensis* (2) y *Paraprionospio pinnata* (1), se desarrollaron bien en rangos desde 10 micromhos/cm. hasta 64 micromhos/cm., en ambos períodos, lluvia o estiaje. Ambas especies presentaron mejor desarrollo en rangos de 45 a micromhos/cm. a 49 micromhos/cm. durante periodo de lluvia, y en estiaje de 30 a 34 micromhos/cm. Las restantes especies se desarrollaron bien en rangos estrechos, en periodo de lluvia presentaron mejor desarrollo entre 45 a 49 micromhos/cm., con rangos desde 35 hasta 54

micromhos/cm. y en período de estiaje se desarrollaron bien de 30 a 34 micromhos/cm., con rangos desde 25 hasta 34 micromhos/cm.

## **VI .11.-Estructura del Suelo del Bentos.**

### **VI .11.1.-Arena y Arcilla.**

No hubo diferencias significativas por ubicación de las estaciones, transectos, zonas, lluvia, estiaje o transcurso del tiempo.

Mientras que la arcilla le da cohesión al suelo la arena al contrario lo disocia, sin embargo, los porcentajes de arcilla siempre fueron mayores equilibrando la disociación, esta característica permite la entrada y salida de organismos en el sustrato así como la acumulación de materia orgánica por adsorción.

### **VI .11.2.-Limo.**

Sí hubo diferencias significativas por ubicación de las estaciones, transectos, zonas y transcurso del tiempo. Lluvia y estiaje no presentaron diferencias significativas. La mayor o menor cantidad del número de organismos no se relacionó directamente con la concentración mayor o menor de limo.

La comparación entre limo, índice de diversidad de especies y por ciento del número de organismos no guardan ninguna correlación.

El limo es una especie de arcilla pero con otras características y aunque da cohesión al suelo sus valencias (+) y (-) permiten la granulación al asociarse a la arcilla y arena, ésto facilita el desplazamiento de organismos en el sustrato. Los valores porcentuales del limo son similares a las concentraciones de grava.

### **VI .11.3.-Grava.**

Las concentraciones de grava no obstante que presentaron diferencias significativas por ubicación de estaciones, transectos, zonas y transcurso del tiempo, no tienen ninguna correlación con el índice de diversidad de especies o el por ciento del número de organismos. Tampoco tuvieron diferencias significativas por causa de lluvia o estiaje.

Las concentraciones porcentuales de grava aunque son similares a las de limo, su función es diferente al darle estructura granulada al suelo a causa de los diferentes tamaños milimétricos de las mini rocas que la integran; esta característica permite un buen acomodo de los poliquetos y otros organismos dentro y sobre el sustrato.

#### **VI .12.-Materia Orgánica.**

Se encontraron diferencias significativas a lo largo del tiempo, pero no por lluvia, estiaje, posición de las estaciones o zonas. En cuanto a los transectos sólo el transecto T1N fue significativamente diferente a los restantes tres transectos, y presentó el más alto número de organismos y la concentración de materia orgánica más baja, respecto a los tres restantes; sin embargo esta característica es tan sólo una tendencia con 75 porciento de nivel de confianza y  $\alpha$  0.25.

Aunque por lluvia y estiaje la materia orgánica no presentó diferencias significativas, el análisis de los datos reveló que los índices de diversidad son más altos en lluvia que en estiaje, pero con nivel de confianza de 75 % y  $\alpha$  0.25.

Se encontró que no hay correlación entre concentraciones medias de materia orgánica, índice de diversidad de especies y porciento del número de organismos.

#### **VI .13.-Suelos Bentales de la Laguna de Tamiahua.**

Se utilizaron dos clasificaciones de suelos para estudiar la relación que guarda suelo y poliquetos bentales.

En el sistema Folk se ubicó a los poliquetos en tres tipos de suelos: (2) Grava lodosa, (5) Lodo gravilento (6) Arena lodosa gravilenta. En los tipos de suelo (6) y (2) se encontró el mayor número de individuos por especie y número de especies. En el suelo tipo (5), el índice de diversidad de especies varió desde .095 bits hasta 1.70 bits.



En el sistema de suelos USDA, el mayor número de individuos por especie y número de especies correspondió al suelo tipo (9) Migajón arenoso, y al suelo tipo (3) Migajón arcillo-arenoso, así como a la incidencia, en la misma estación, de tres tipos de suelo, (1) Arcilloso, (4) Migajón arcilloso (5) Arcillo-limoso. Las concentraciones más bajas del número de individuos por especie y número de especies se encontraron en suelos tipo (1) Arcilloso.

Mediante el sistema USDA se identificaron 6 tipos de suelo: (1) Arcilloso, (2) Arcillo-arenoso, (3) Migajón arcilloso-arenoso, (4) Migajón arcilloso, (5) Arcillo-limoso y (9) Migajón arenoso.

El uso de ambos sistemas de clasificación de suelos reveló que la colonización por poliquetos en un sustrato dado esta en función a la granulometría y la combinación de los componentes del suelo: arena, arcilla, limo y grava. Estos cuatro componentes fundamentan los diferentes tipos de suelos, y vienen a ser importantes al asociarse a niveles de materia orgánica cuyos rangos fueron desde 0.2 % hasta 5 %; de tal manera que, tipos de suelo y niveles de materia orgánica actuaron como factores limitantes, asociados en mayor o menor grado a otros parámetros. Esto se ejemplifica en las estaciones 12 y 16, en donde en la estación 12 se registraron 2 tipos de suelo, uno de ellos común a la estación 16, como se ve a continuación (letras diferentes indican diferencias significativas):

	I. D.	Media M Org.	Suelo	Nivel M Org.
E 12	1.87 bits a	2.33 % b	(1) (4)	2%, 3% 0.05%
E 16	1.29 bits b	2.56 % a	(1)	1%, 2%, 3%

En este ejemplo se observa que el mayor número de individuos por especie y número de especies está en función a la relación entre tipo de suelo, niveles de materia orgánica y la concentración media de la materia orgánica.

El evento climático de 1999, deteriorante del bentos físico, químico y biótico de La laguna de Tamiahua cambió el tipo de suelos; mientras que Nava (1989) reportó 8 tipos de suelos

en el sistema Folk, en éste estudio sólo se encontraron 3 tipos de suelo. Sin embargo, en ambos estudios la preferencia de los poliquetos fue por suelos tipo (6) Arena lodosa gravilenta.

## **VII.-Recomendaciones.**

El seguimiento y evaluación de futuros estudios, similares al presente, se fundamentarán en observaciones establecidas por la EPA y Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water, para equipo, toma y manejo de muestras. Sí el cuerpo de agua está ubicado al sur del Trópico de Cáncer, las campañas deberán realizarse en la parte media de los meses estacionales, procurando llevar a cabo las actividades en los meses centrales a los periodos de lluvia y estiaje. Parámetros importantes además del material biológico se consideraran la DBO del fondo, DQO del fondo, carbono orgánico total, y como complemento temperatura, pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, potencial Redox y tipos de suelos.

## **VIII.-Literatura Citada.**

Alongi, D.M. 1990. The Ecology of Tropical Soft Bottom Benthic Ecosystems. Oceanogr. Mar. Averdeen univ. Press. Biol. Ann. Rev. 28: 281-496.

APHA, AWWA, WPCF. 2002. Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water. Sección 10500. Joint Editorial Board.

Ayala-Castañares, A., R. Cruz, A. García Cubas Jr., L.R. Segura 1969. Síntesis de los Conocimientos Sobre la Geología Marina de la Laguna de Tamiahua, Ver. Mex. Lagunas Costeras. Inst. Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.

Ayala-Castañares, A. y L.R. Segura. 1981. Foraminíferos Recientes de la Laguna de Tamiahua Veracruz México. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM. 8 (1): 103-158.

Arroyo-Hernández, J. y S. O. Segura. 1985. Abundancia y Distribución de los Moluscos Bentónicos en la Laguna de Tamiahua, Ver. Mex. VII Congreso Nac. Zool. Memorias II: 704-712.

Barnes, R.D. 1986. Zoología de Invertebrados. Ed. 4º Edit Interamericana. pp: 503-524.

- Blake, J.A., B. Hilbig, P.H. Scott. 1995. Taxonomic Atlas. Vol. 4, 5, 7. Edit. Sta. Barbara Museum of Natural History. Sta. Barbara, Cal.
- Burton Jr, A.G. 1991. Assessing the Toxicity of Fresh Water Sediments. Annual Review Environmental Toxicology and Chimestri (10): 1585-1627.
- Calvab, L.G., R. Torres A. 2000. Distribución de carbohidratos, Carbono y Nitrógeno en sedimentos de tres lagunas costeras del Golfo de México. Hidrobiológica 10 (2):101-114.
- Carmona, G. 1990. Manual de Laboratorio para Edafología y Suelo. Edit. Fac. Agronomía, UANL.
- Carrera-Parra, L. F. y S.I. Salazar-Vallejo. 1997. Eunucidos (Polichaeta) del Caribe Mexicano con Claves para las Especies del Gran Caribe: Eunice. Mex. Rev. Biol. Trop. 45 (4): 1499-1521.
- Castillo, F.S., E. Flores, F. Contreras. 1996. Comparación Hidrológica de tres lagunas costeras del norte del estado de Veracruz: Pueblo Viejo, Tamiahua y Tampamachoco. Memorias del X Congreso Nacional de Oceanografía.
- Chakraborty, S.K. and A. Choudhury. 1994. Community Structure of Macrobenthic Polychaetes of Intertidal Region of Sagar Island, Hoogly Estuary, Sundarbends, India. Tropical Ecology. 35 (1): 97-104.
- Clark, R.B. 1977. Reproduction, Speciation and Polychaete Taxonomy. In: Reish, D.J. and K. Fauchald (eds.) Essays on polychaetous Annelids in the Memory of Dr Olga Hartman. Allan Hancock Foundation. Publ. Sp. pp: 477-501.
- CONAGUA, 2003. Banco de datos de diversos años, obtenidos por comunicado personal.
- Contreras-Espinosa, F. 1993. Ecosistemas Costeros Mexicanos. CONABIO-UAM . P: 415.
- Contreras, F. 1981. Algunos índices y relaciones de la productividad primaria en la laguna de Tamiahua, Ver. México. Memorias del VII Simp.Latinoamericano Oceanográfico. Biol: 183-200.
- Cruz-Abrego, F. M., P. Hernández-Alcantara, V. Solís-Weiss. 1994. Estudio de la Fauna de Poliquetos (Annelida) y Moluscos (Gastropoda y Bivalvia) Asociada con Ambientes de Pastos Marinos (*Thalassia testudinum* y Manglares *Rhizophora mangle*) en la Laguna de Términos, Campeche, México. Anales del Instituto de Ciencias del Mar. UNAM.
- Cruz-Orozco, R. 1966. Sedimentología de la Laguna de Tamiahua Ver. Tesis profesional. IPN. Mex. DF. pp: 100.
- Cruz-Orozco, R. 1968. Geología Marina de la Laguna de Tamiahua, Ver. Mex. Bol. Inst. Geol. UNAM. Vol. 88: 1-47.

- Delgado-Blas, V.H. 2001. Distribución Espacial y Temporal de Poliquetos (Polychaeta) Bénticos de la Plataforma Continental de Tamaulipas, Golfo de México. *Rev. Biol. Trop.* 49 (1): 141-147.
- Deshmukh, I. 1986. *Ecology and Tropical Biology*. Blackwell Scientific Publishers, Palo Alto. P: 387.
- Díaz-Castañeda, V., A. de León-González and E. Solana-Arellano. 2005. Estructure and Composition of the Polichaete Community from Bahía San Quintín, Pacific Coast of Baja California, México. *Bull. Southern California Acad. Sci* 104 (2): 75-99.
- Eltringham, S.K. 1971. *Life in Mude and Sand*. Edit. English Univ. Press. L.T.D. pp: 15-54, 128-130.
- Fauchald, k. 1977. The Polichaeta Worms. Definition and Keys to Orders, Families and Genera. Natural History Museum of los Angeles County. Science Series, 28: 1-190
- Fauchald, K. and P. A. Jumars. 1979. The Diet of Worms a Study of Polychate Feeding Guilds. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* (1): 193-284.
- Fauchald, K. and G.Rouse 1997. Polychaeta Systematics: Past and Present. *Zool. Scripta*. 26: 71-138.
- Figueroa, M.G., I. Weiss. 1988. Sistemática y distribución de los dinoflagelados de la laguna de Tamiahua, Veracruz. IX Reunión SOMPAC. II Reunión Internacional de Planctología. Mérida, Yuc. México.
- Flores-Coto, C. 1987. Estudio Comparativo de la Comunidad Ictioplanctónica de Tres Lagunas Costeras del Sur del Golfo de México. *An. Inst. Biol. UNAM*. 58 series Zoo. (2): 707-726.
- Folk, R.L. 1954. The Distinction Between Gran Size and Mineral Composition in Sediment-Rock Nomenclature. *Jour. Geol.* 32: 344-351.
- Folk, R.L. and W.C. Ward. 1957. Brazos Bar, a Study in the Significance of Grain Size Parameters. *Jour. Sedim. Petrol.* 27: 3-27.
- Franco, L. G., de la Cruz Agüero, A. Cruz Gómez, A Rocha Ramírez, N. Navarrete Salgado, G. Flores Martínez, E. Kato Miranda, S. Sánchez Colon, L. G. Abarca Arenas, L. M. Bedia Sánchez. 2001. Manual de Ecología Edit. Trillas. pp:128-131.
- Gaspar-Dillanes, M.T. y A. Sánchez-Iturbide. 1986. Determinación del Potencial Pesquero de *Anchon Mitchilli* Cuvjer-Valenciennes 1848 (Pisces: Engraulidae) a Partir de Estudios Ictioplanctónicos de la Laguna de Tamiahua, Ver. México. Informe Fac. Ciencias, UNAM.
- Gaspar-Dillanes, M.T. y J.F. Barba-T. 1998. Peces estuarinos de la laguna de Tamiahua, Ver. Memorias VI Congreso Nacional de Ictiología. Tuxpan, Ver. México.

- Gómez-Aguirre, A.S. 1977. Observaciones Comparativas de Resultados de Estudios del Plancton de las Lagunas Costeras del Golfo de México. Memorias II Simp. Lat. Amer. Oceanog. Biológica. Univ. Oriente. Cumona, Venezuela. 1: 21-35.
- Gómez-Aguirre, A.S. 1988. Dinoflagelados de la laguna de Tamiahua durante el período abril 1984-abril 1986. II. SOMPAC: 53.
- Gutierrez, F., F. Contreras. 1981. Comportamiento Estacional de la Hidrología y Nutrientes de la laguna de Tamiahua, Ver. Memorias del VII Simp.Latinoamericano Oceanográfico. Biol: 23-27.
- INEGI. 2003. Cartas geográficas de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. F 14 D 14, F14 D15, F 14 D 24, F 14 D 25 y F 14 D 35. Edit. INEGI.
- James, I. and L. Evinson. 1979. Biological Indicators of Water Quality. Edit. John Wiley and Sons. pp: 4-57.
- Mackie, A.S.Y. and P.G. Oliver. 1996. Marine Macrofauna: Polychaetes, Molluscs and Crustaceans. In: Hall. G.S. (ed). Methods for the Examination of Organismal Diversity in soils and sediments. CAB Internacional. N.Y. pp: 263-284.
- Mayen-Estrada, R. y M.A. Aladro-Lubel. 1994. Primer registro de *Conidophris piteikae* (Ciliophora: Apostomatia: Polisuctorida) en Crustáceos Decapados de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. An. Inst. Biol. UNAM. Serie 2001 65(1): 1-10.
- Natrella, MG. 1963. Experimental Statistics. National Bureau of Standards Handbook 91. U.S. Govt. Printing Office.
- Nava-Montes, A.D. 1989. Los Anélidos Poliquetos de la Laguna de Tamiahua, Ver. Tesis prof. Fac. de Ciencias UNAM México D.F. pp 71.
- Pérez, J. M., B. F. Ramade, J. Ancellin, L. Lourd, P.M. Michele, M. Gauthier, F. Soudane, D. Bellan-Santini. 1980. La Polución de las Aguas Marinas. Edit. Omega. pp : 240-260.
- Resendez-Medina, A. 1970. Estudio de los Peces de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. An. Inst. Biol. UNAM. Serie Ciencias del Mar y limnología 4l. (1): 79-111.
- Rhoads, D.C. and N.K. Young. 1970. Animal Sediment Relations in Cope Code Bay, Massachusetts. II Reworking by *Malpadia aolitica* (Holothuroidea). Mar. Biol. 11: 255-261.
- Rouse, G.W. and F. Pleisel. 2001. Polychaetes. Edit. Oxford University Press.
- Ruppert, E.E. y R.D. Barnes, 1996. Zoología de Invertebrados Ed. 6a. Edit. Mc. Graw Hill. Interamericana Editores. pp: 514-558.

- Salazar-Vallejo, I. 1995. Filodosidos (Polychate: Phyllodocidae) del Caribe Mexicano con Claves para Identificar Especies del Gran Caribe. *Ecología Acuática*. Centro de Investigaciones de Quintana Roo. Mex.
- Shannon, C.E. 1948. A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Tech. Jour.* 27: 379-423, 623-656.
- Shannon, C.E. and W. Weiner. 1963. *The Mathematical Theory of Communication*. Univ. of Illinois. Press. Urbana. p:117.
- Sokal, R. R. and F. J. Rohlf. 1981. *Biometry*. W. H. Freeman Co. U.S.A. pp: 859.
- SPP. 1981. *Atlas Nacional del Medio Físico*. Edit. SPP.
- SPSS 2000. Programa Computacional. Fac. Ciencias Biológicas. UANL.
- Steinhausser, F. 1979. Mapas de Temperaturas y Precipitaciones Medias. *Atlas Climático de América del Norte y América Central. I Cartes des Temperaturas et des Precipitations Moyennes*. Edit. OMM. WMO, UNESCO-Cartografía.
- Vázquez-Botello, A. y L.G. Calva Benítez. 1998. Evaluación Geoquímica Ambiental y Diagnósis de la zona Costera de Pueblo Viejo Tamiahua y Tampamachoco. *Bulletin Environmental contamination and Toxicology*.
- Vázquez-Botello, A. y L.G. Calva Benítez. 2000. Contaminación por Hidrocarburos en la Zona costera de Veracruz. *Investigación y Tecnología. Periodismo de Ciencia y tecnología* (Julio).
- Villalobos, A. S., V. Arenas, A. Resendez, G. de la Lanza. 1976. Estudios Hidrobiológicos en la Laguna de Tamiahua. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* (3): 139-180.
- Weber, C.I. 1973. *Biological Field and Laboratory Methods for Measuring the Quality of Surface Waters and Effluents*. U.S. Env. Protec. Agency EPA 670/A. 73.001.