

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

U.A.C.P. y P. del CCH

I.I.M.A.S

03043
6
rey
RECEIVED
FEB 20 1996
HUMAS

"ZONIFICACION HIDROLOGICA DE LA LAGUNA TAMPAMACHOCO, VER. EMPLEANDO
TECNICAS MULTIVARIADAS "

TRABAJO FINAL

QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE

ESPECIALIZACIÓN EN ESTADISTICA APLICADA

PRESENTA

BIOL. LUZ DEL CARMEN VELAZQUEZ SIMENTAL
(EXP 55540)

ENERO 1996

1995



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

RESUMEN	3
INTRODUCCION	4
ANTECEDENTES	6
AREA DE ESTUDIO	8
OBJETIVO	9
METODOLOGIA	10
ANALISIS ESTADISTICO	11
RESULTADOS Y DISCUSION	15
EPOCA DE SECAS	16
EPOCA DE LLUVIAS	19
EPOCA DE NORTES	22
CONCLUSIONES	27
BIBLIOGRAFIA CITADA	28
ANEXO I	34
ANEXO II	55

RESUMEN

La laguna de Tampamachoco, objeto de este estudio, se ubica al norte del estado de Veracruz en la desembocadura del río Tuxpam a 8 kilómetros del poblado Tuxpam de Rodríguez, esta laguna ha sido objeto de diversos trabajos hidrológicos, biológicos y sedimentológicos.

En el presente trabajo se aplicaron técnicas multivariadas para ubicar zonas hidrológicas dentro de la laguna en las tres estaciones climáticas del año: secas, nortes y lluvias.

El análisis de componentes principales, permitió detectar las variables físico-químicas de mayor peso, en la formación de las zonas hidrológicas en cada época climática. Con el apoyo del análisis de agrupamiento (Cluster), se reunieron los sitios semejantes en cuanto a características físico-químicas y a través del análisis discriminante se corroboró la posición de los sitios en cada grupo, formando así las zonas hidrológicas dentro de la laguna.

En la época de secas se diferenciaron cuatro áreas o zonas hidrológicas abarcando el total de la laguna. En lluvias se presentó la mayor heterogeneidad, definiéndose únicamente dos zonas que cubren menos del 50% de la superficie de la laguna. En nortes se delimitaron cuatro zonas de menor extensión que las de secas y que no cubren toda la laguna. A lo largo de las épocas climáticas del año permanecen dos zonas hidrológicas, que varían en extensión. Las zonas hidrológicas fueron definidas principalmente por las variables: salinidad, temperatura, fosfatos y silicatos, variando en orden de importancia en cada época.

INTRODUCCION

Las lagunas costeras son cuerpos de agua en las márgenes continentales con aportes de agua epicontinentales y materia orgánica e inorgánica a través de arroyos y ríos de flujo intermitente o continuo, y aportes de agua marina a través de una comunicación continua o temporal con el mar. Estos embalses semicerrados son generalmente de poca profundidad y presentan características hidrológicas particulares, a través del espacio y del tiempo, auspiciadas principalmente por los cambios estacionales climáticos y los mecanismos biogeoquímicos en el ciclo de los nutrientes (Contreras, F. 1993). El análisis del comportamiento de los gases como el oxígeno disuelto a través de las variaciones temporales y espaciales tienen un alto significado ecológico dado que es el resultado de los procesos de fotosíntesis, respiración y degradación de los materiales autóctonos. De igual importancia son los estudios biogeoquímicos de los componentes del nitrógeno y fósforo ya que están asociados a la alta producción de recursos en las lagunas por ser esenciales para la micro y macrovegetación (De la Lanza, 1994), asimismo la salinidad y temperatura son parámetros altamente correlacionados que modifican la concentración del oxígeno disuelto y son empleados para la identificación de masas de agua (Aldeco y Salas, 1994).

Las lagunas costeras son ecosistemas altamente productivos, sus tasas de productividad primaria y secundaria se encuentran entre las más altas de los ecosistemas conocidos (UNESCO, 1981). Esto se debe, en gran medida a las comunidades de vegetación acuática y subacuática asociadas a estos ecosistemas, compuestas por el fitoplanctón, pastos marinos, manglares, popales tulares y carrizales.

Estos ecosistemas presentan un alto nivel de exportación de materia y energía a los sistemas adyacentes en virtud de la dinámica particular de sus aguas y de la interacción con la zona terrestre, lo cual permite el acarreo de diversos materiales orgánicos e inorgánicos debido al drenaje de aguas epicontinentales y al lavado por precipitación pluvial.

ANTECEDENTES

La laguna y el estuario de Tuxpam han sido objeto de estudios ecológicos e ictiológicos como los de Kobelkowsky (1981,1989) Ordoñez (1989) y Sánchez Rueda (1989); estudios sobre poblaciones bénticas como los de Quintana y Mulia (1981), Villalpando (1989) y Villarreal (1989) entre otros. También se han hecho estudios sobre la composición florística como los de Bonilla *et al.* (1989). Dentro de los estudios de fitoplanctón, productividad primaria y parámetros físico-químicos podemos nombrar, entre otros, los de Arregoitia (1980), Esquivel *et al.* (1980) y Esquivel (1981). García (1989) zonificó la laguna en 4 áreas de acuerdo a la productividad primaria fitoplanctónica y Bulit (1989) registró 2 zonas diferentes de productividad primaria. Sánchez (1994) relaciona la influencia de los factores climáticos con la salinidad y temperatura del agua.

En este trabajo se aplicaron técnicas multivariadas de agrupamiento y ordenación, para localizar zonas hidrológicas de la laguna, definidas por la salinidad, temperatura, oxígeno disuelto, nitritos, fosfatos y silicatos. El análisis multivariado en Biología se ha aplicado sobre todo en estudios ecológicos de comunidades vegetales terrestres, como el de Prentice y Cramer (1990) quienes utilizaron el análisis de correspondencia canónica para investigar la relación entre las variaciones genéticas y fenotípicas de la planta herbácea *Gypsophila fastigiata* y las variaciones del nicho. Ramírez-García y Segura-Zamorano (1994) emplearon el análisis de componentes principales para la ordenación de vegetación en mangle, otros trabajos donde utilizan este análisis aplicado a comunidades fitoplanctónicas oceánicas son el de Matta y Marshall (1984) y el de Allen y Konce, (1973). Afri *et al.* (1981) aplican el análisis de componentes principales en el estudio de efectos de la contaminación en las poblaciones fitoplanctónicas de la Bahía de Bietri,

Herrera-Silveira (1994) emplea análisis de componentes principales y de agrupamiento para describir la hidrología de la laguna de Celestun, Yucatán. Laë (1994) también utiliza el análisis de componentes principales y de correspondencia para mostrar los cambios en las comunidades de peces y crustáceos en la laguna de Togo, debidos al cierre y apertura de su comunicación con el mar.

AREA DE ESTUDIO

La laguna de Tampamachoco se ubica dentro de la cuenca Tamiahua-Poza Rica al norte del estado de Veracruz en la desembocadura del río Tuxpam, a 8 Km. del poblado de Tuxpam de Rodríguez Cano. Entre las coordenadas: 21° 00' latitud Norte y 97° 37' longitud Oeste (figura 1, pg. 35). Forma parte del complejo Laguna de Tamiahua y junto con el río Tuxpam constituyen el límite meridional de dicho sistema.

La laguna presenta un canal de comunicación con el río Tuxpam, conocido como canal de La Mata seguida del cuerpo principal de la laguna con una longitud aproximada de 6.7 Km. y una anchura de 2.8 Km.. En la porción noroeste se comunica con otros cuerpos más pequeños que en este estudio se les han denominado lagunetas, estos cuerpos junto con el principal cubren una superficie aproximada de 1500 hectáreas.

La profundidad media de la laguna es de 0.6 a 0.8 m, con un canal de navegación hacia la parte oriental del cuerpo principal con una profundidad de 2.5 a 3.0 m. Paralela al canal corre una barra de material extraído en dragados; esta barra tiene varios islotes, que al igual que las márgenes de la laguna están cubiertos por mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro (*Avicennia germinans*) y algunas matas ocasionales de botoncillo (*Conocarpus erectus*) (Esquivel, 1981).

La laguna presenta un fondo arcilloso en la región suroeste; limoso y limo-arcilloso en la región norte, central y este; en los canales el fondo es limoso con gran proporción de fragmentos de concha (Gutiérrez, 1977 y Villarreal, 1989).

El clima de la laguna es Aw2 (e), esto es cálido subhúmedo con régimen de lluvias en verano. Su temperatura media anual es de 25 °C, temperatura mínima de 19.8 °C en enero y máxima de 28.2 °C en junio. La precipitación anual es de 1358.6 mm, siendo enero el mes más seco con 14.8 mm y septiembre el más lluvioso con 3120.6 mm se considera una localidad extrema con marcha de temperatura intertropical (Sánchez-Santillan, 1994).

OBJETIVO

Ubicar zonas hidrológicas de la laguna de Tampamachoco, Ver. definidas por parámetros físico-químicos en cada estación climática del año, secas (marzo-abril), lluvias (mayo-octubre) y nortes (noviembre-febrero) .

METODOLOGÍA

Las muestras de agua se colectaron mensualmente durante dos años, a nivel superficial, con botella Van Dor en 19 estaciones o sitios ubicados a lo largo y ancho de la laguna (figura 2, pg. 36). La salinidad se midió en campo con un refractómetro American Optical (precisión $\pm 1 \text{‰}$), en el laboratorio se determinó con un salinómetro de inducción Beckman (precisión $\pm 0.001 \text{‰}$). La temperatura se midió con un termómetro de cubeta (precisión $\pm 0.1 \text{ °C}$), el oxígeno disuelto se determinó con la técnica de Winkler, las mediciones de nitritos y fosfatos se realizaron siguiendo las recomendaciones de Stricklan y Parsons (1972) y los silicatos se cuantificaron de acuerdo a Schwartz (1942).

La diferenciación estacional fue establecida a partir del origen y volumen de la precipitación, además de la dirección e intensidad del viento, en invierno que incluye nortes de noviembre a febrero, las lluvias se originan de las masas de aire polar modificadas con una precipitación promedio de 222 mm; en secas de marzo a abril las lluvias tienen origen conectivo con 92 mm y en verano o lluvias de mayo a octubre, las lluvias son producto de los vientos alisios con un volumen promedio de 1071 mm (García y Mosiño, 1966)

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos recabados se agruparon por épocas climáticas, en matrices primarias conteniendo los registros de cada variable en cada lugar o sitio de muestreo, los datos faltantes se estimaron considerando los registros de sitios vecinos, si éstos eran próximos, o bien con el promedio de ese sitio en los otros meses de la misma época, se calculó el valor promedio y desviación estándar de cada variable por sitio, construyendo una matriz que llamaremos secundaria.

A partir de la matriz secundaria y con objeto de observar las diferencias, entre las zonas formadas en las tres épocas climáticas a través del análisis de agrupamiento; y considerando las variables de mayor importancia encontradas en el análisis de componentes principales, se calculó, para dichas variables: el rango (r), valor promedio máximo (\bar{x}_{max}) y valor promedio mínimo (\bar{x}_{min}) con sus respectivas desviaciones estándar (d.s) tablas 1,2 y 3.(pgs. 56 a 58).

Con las matrices primarias, de cada época climática, se desarrolló un análisis multivariado de Componentes Principales (Jolliffe, 1986), de Agrupamiento (Chatfield y Collins, 1980; Hair, *et al.* 1992) y Discriminante (Chatfield y Collins, 1980 ; Hair, *et al.* 1992).

El análisis de Componentes Principales (ACP) es una técnica que transforma un conjunto de variables originales en un nuevo conjunto de variables no correlacionadas llamadas *componentes principales*, los cuales son una combinación lineal de las variables originales y son obtenidas en orden de importancia decreciente, esto es el primer componente explica la mayor cantidad posible de la variación de los datos originales.

Los objetivos del ACP son: la identificación de un conjunto de variables fundamentales; reducir la dimensionalidad del problema y eliminar las variables originales que contribuyen con poca información. Todo esto puede ser útil como un preámbulo para un análisis posterior.

El procedimiento general seguido para el ACP fue:

- Definir las variables y los registros de ellas en una matriz de datos originales, lo que llamamos matriz primaria.
- Calcular la matriz de covarianza y correlación.
- Calcular los valores característicos de las matrices.
- Calcular los coeficientes de las variables en cada componente.
- Calcular la varianza y el porcentaje de variación explicado por cada componente.
- Se eligieron los componentes que explicaran, al menos, el 75% de la variación de los datos.
- Se graficaron los componentes elegidos para observar la formación de agrupamientos.

El análisis de agrupamiento es una técnica multivariada, que tiene por objetivo encontrar el *agrupamiento natural* de cualquier conjunto de individuos, objetos, puntos o sitios de muestreo (Chatfield y Collins, 1980), en otras palabras, el análisis de agrupamiento ubica a un conjunto de sitios en grupos mutuamente excluyentes y exhaustivos, de tal manera que los sitios de un grupo son similares entre sí pero diferentes a los de los otros grupos.

En el presente trabajo se calcularon dos matrices de disimilitud, una a partir de los datos originales (DO) y otra considerando los cinco primeros componentes principales (CP).

El procedimiento general aplicado en el análisis de agrupamiento fue:

- Calcular la matriz de medidas de disimilitud, a partir del Coeficiente de Correlación de Pearson empleando la matriz de datos originales
- Calcular la matriz de disimilitud a partir de la Distancia Euclídiana, empleando los primeros cinco Componentes Principales .
- A partir de las matrices de disimilitud se formaron las clases o grupos, por un procedimiento jerárquico aglomerativo, a través de ligadura promedio, donde el criterio de agrupamiento es la distancia promedio, dada en medidas de disimilitud, de los individuos de una clase a los individuos de otra.
- Se ordenaron jerárquicamente los grupos, en base a la medida de disimilitud, de tal manera que los sitios similares quedan en una clase que posteriormente se une a otra para formar un nuevo agrupamiento o clase.
- Se trazo una línea de corte a diferentes distancias de disimilitud, para apreciar la formación de los grupos

El análisis de agrupamiento se representa gráficamente por medio de un diagrama de árbol o dendograma, donde la escala se da en términos de índice de disimilitud (Hair *et al.*, 1992).

Otra técnica multivariada empleada en este trabajo fue la de análisis discriminante que involucra la derivación de una combinación lineal de dos o más variables independientes que mejor discriminen entre grupos definidos previamente, su objeto apunta a maximizar la separación entre grupos (Krzanowski, 1988).

Los objetivos principales del análisis discriminante son:

- Determinar la existencia de diferencias significativas entre los promedio de dos o más grupos definidos previamente.
- Establecer procedimientos para clasificar unidades estadísticas (individuos u objetos) con base en los registros de las diferentes variables.
- Determinar cuál de las variables independientes cuenta más para diferenciar dos o más grupos en términos del registro de sus promedios (Hair, *et al*, 1992).

El procedimiento general seguido para el análisis discriminante fue:

- Calcular la función discriminante.
- Valorar la significancia estadística de la función discriminante, con la distribución ji cuadrada.
- Desarrollar la matriz de clasificación.
- Definir el "criterio de corte" para clasificar a los sitios dentro de uno u otro grupo.
- Presentar la precisión de clasificación, en porcentaje (%), de la función discriminante (Hair, *et al.*, 1992).

En este caso el análisis discriminante se aplicó, únicamente, como una etapa de validación para confirmar la formación de grupos indicada por las gráficas de componentes principales y el análisis de agrupamiento.

Los cálculos de estadística básica se hicieron con Excel 5. Los análisis de Componentes Principales y de Agrupamientos se realizaron con el paquete SYSTAT para Windows y el Discriminante con SAS para PC.

RESULTADOS Y DISCUSION

En las tablas 1,2 y 3 (pgs. 56 a 58) se presentan los valores promedios máximo, mínimo, desviación estándar y rango, de las variables más importantes por zona hidrológica, para la época de secas, lluvias y nortes respectivamente, en la tabla 4 (pg. 59) se presentan los parámetros ambientales de la zona de estudio.

Del análisis de componentes principales, se consideraron únicamente los resultados de la matriz de covarianza ya que con la matriz de correlación se requiere de 4 a 5 componentes para explicar alrededor del 70% de la variación de los datos (tabla 5 y 6, pgs. 59 y 60).

EPOCA DE SECAS

Del ACP se deriva que los tres primeros componentes explican el 83.4% de la variación de los datos (tabla 6, pg. 60), el primer componente por sí sólo explica el 56.78% de la variación de los datos, siendo los silicatos y la salinidad las variables de mayor peso. El segundo y tercer componentes explican una proporción mucho menor, de 15.06% y 11.56% respectivamente, en ellos la salinidad y la temperatura son las variables de mayor peso.

Las gráficas de dispersión de los tres primeros componentes (figuras 3, 4 y 5, pg. 37 a 39) permiten visualizar la formación de grupos de sitios de muestreo.

El análisis de agrupamiento presentó con mayor claridad la separación de los grupos, en la figura 6 (pg. 40) se presenta el dendograma formado con los datos originales (DO) y la figura 7 (pg. 41) muestra el dendograma a partir de los componentes principales (CP); considerando una línea de corte de coeficiente de correlación de 0.004 en datos originales y distancia Euclidiana de 2.8 en componentes principales se formaron los siguientes grupos de sitios de muestreo:

DO	CP
6-8-4-3-5	6-8-4-5-3
9-13	9-13
7-11-12-10	11-12-7-10
14-16-15	14-16-15
19-18-17	18-19-17

Así podemos observar cierta consistencia en la formación de cinco grupos y que los sitios 1 y 2 quedan completamente fuera de ellos, lo cual se explica por ser los sitios más cercanos a la boca de la laguna y estar sujetos a la influencia mareal que causa menor estabilidad de las variables físico-químicas

En el análisis discriminante se unieron los sitios 9 y 13 al 14 15 y 16 de datos originales y al 11, 12, 7 y 10 de componentes principales, que son los grupos inmediatos a los que se agruparían según el dendograma respectivo, la razón de esta unión es la ubicación especial de los sitios

El análisis discriminante (tablas 7 y 8 pgs. 61 a 63) indica que los sitios fueron clasificados correctamente dentro de cada grupo, tanto al partir de datos originales como de componentes principales. Sin embargo al considerar la distribución espacial de los sitios de muestreo es más conveniente el agrupamiento que parte de los componentes principales.

El análisis de componentes principales seguido del de agrupamiento y discriminante permitieron diferenciar claramente 4 áreas en la época de secas (figura 8, pg. 42).

La primera área diferenciada se ubica frente al canal de la Mata y se extiende hasta cubrir una tercera parte del cuerpo principal de la laguna, en esta zona se presenta la mayor influencia mareal y el mayor rango de salinidad para esta época (24.1 ‰ a 30.8 ‰) además presenta un amplio rango de silicatos disueltos (5.2 a 12.8 ug-at/l), la temperatura presenta un rango máximo de variación de 3.4 °C (24.3°C a 28.5 °C).

El área 2 comprende el resto del cuerpo principal de la laguna y se caracteriza por presentar una salinidad estable entre 31.3 ‰ y 32.8 ‰ y alta fluctuación de silicatos (5.8 ug-at/l a 15.4 ug-at/l).

La tercer área corresponde a la intercomunicación entre el cuerpo de la laguna y las lagunetas con poca variación en la salinidad (31.5 ‰ a 32.7 ‰) y temperatura (26.1 °C a 27.5 °C), un máximo de silicatos de 14.13 ug-at/l.

Por último la cuarta área definida es la de las lagunetas donde la variación de salinidad se mantiene parecida a la del área anterior (31.4 ‰ a 32.4 ‰), la concentración de silicatos se presentan con poca variación (7.1 ug-at/l a 7.4 ug-at/l) al igual que la temperatura (26.03 °C a 24.4 °C). Esta es la zona que presenta la menor variación en las tres variables.

EPOCA DE LLUVIAS

El ACP indica que los tres primeros componentes explican un 76.3% de la variación de los datos (tabla 6, pg. 60), cabe señalar que es en esta época donde los tres primeros componentes explican menos la variación de los datos. El primer componente (42.2%) está asociado con altos valores de silicatos y salinidad, en el segundo componente (21.4%) las variables de mayor peso son la salinidad, los fosfatos y silicatos. En el tercer componente (12.7%) aparecen los fosfatos con un alto peso y en menor grado la salinidad y los silicatos.

En las gráficas de dispersión de los componentes principales (figuras 9, 10 y 11, pgs. 43 a 45) se aprecia el agrupamiento de algunos sitios y a través del análisis de agrupamiento se ve con mayor claridad la formación de grupos (figura 12 y 13, pgs. 46 y 47) quedando fuera de todos los grupos los sitios 1, 12 y 18, tanto con la matriz de datos originales como con la de componentes principales. Los grupos formados en una línea de corte de 0.02 del coeficiente de correlación en el caso de datos originales y de distancia Euclídiana de 6.9 para componentes principales son:

DO	CP
11-16-15-14-7	11-16-15-14-7
17-10-9-19	17-10-9-19
3-6-13-(8)	3-6-13
4-5-(8)	5-4-8

Los datos entre paréntesis indican que se unen al grupo a una distancia ligeramente mayor.

De acuerdo con el análisis discriminante (tablas 9 y 10, pgs. 64 y 66) los sitios fueron clasificados correctamente dentro de cada grupo para los datos originales. En el caso de componentes principales hay una discrepancia en la clasificación del grupo 3, observando el dendograma correspondiente (figura 13, pg. 47) los sitios 3 y 6 son muy similares y el sitio 13 se une a ellos a mayor distancia lo cual es registrado por el análisis discriminante. Lo mismo sucede en el grupo 5, clave dada a todos los sitios que no forman grupos definidos, el análisis discriminante indica que 2 sitios, probablemente el 12 y 18, forman un grupo y el sitio 1 es diferente a éste.

Al formar las áreas hidrológicas se han considerado los grupos formados en el análisis de agrupamiento, las indicaciones del análisis discriminante y la distribución espacial de los sitios.

En esta época se presenta la mayor heterogeneidad, considerando los grupos formados en el análisis de agrupamiento y la distribución espacial de los sitios de muestreo, definiéndose dos zonas que comprenden únicamente 10 sitios, el resto de los sitios de la laguna presentaron características físico-químicas o ubicación especial muy diferentes, por lo que no se pudieron agrupar para formar zonas.

La primera zona se localiza frente al canal de la Mata (figura 14, pg. 48) extendiéndose hasta la parte central del cuerpo principal de la laguna alineada al canal de navegación, esta zona se caracteriza por tener un alto rango de salinidad (21.4 ‰ a 29.9 ‰) comparado con las otras épocas climáticas, esto se debe a una mayor influencia del río, los silicatos se presentan en menor concentración que en la época de secas (3.7 ug-at/l a 10.0 ug-at/l), los fosfatos cobran importancia en esta época climática para la delimitación de las

áreas y en este caso presentan un rango bajo de (0.63 ug-at/l a 2.7 ug-at/l) y muy parecido en ambas áreas de la laguna (tabla 2, pg. 57).

La segunda zona delimitada comprende la parte norte de la laguna aunada a la intercomunicación con las lagunetas. Esta área se caracteriza por una mayor salinidad (24 ‰ a 32.6 ‰) un menor rango de concentración de silicatos (6.8 ug-at/l a 8.9 ug-at/l) y mayor de fosfatos (0.14 ug-at/l a 3.03 ug-at/l).

El resto de la laguna presentó una alta heterogeneidad espacial la cual se vio favorecida por factores externos como aportes de aguas epicontinentales contra aportes de agua marina, factores atmosféricos (vientos, precipitación) y factores internos biogeoquímicos (mineralización, producción primaria).

EPOCA DE NORTES

En esta época los tres primeros componentes principales explican el 87.75% de la variación de los datos (tabla 6, pg. 60). El primer componente (57.29%) donde el mayor peso lo tienen los silicatos y en menor grado la salinidad, en el segundo componente (19.41%) se repiten las mismas variables en importancia; en el tercer componente (11.04%) las variables de mayor importancia fueron la salinidad y la temperatura con valores parecidos.

Las gráficas de los componentes principales (figuras 15, 16 y 17, pgs. 49 a 51) indican el agrupamiento de algunos sitios, se eliminó el sitio 9 en el componente 1 por registrar un valor muy alejado de los demás y no permitir la formación clara de grupos con los otros sitios.

El análisis de agrupamiento, mostrado a través de dendogramas (figuras 18 y 19, pgs. 52 y 53), presenta la formación de cuatro grupos tanto con la matriz de datos originales como con componentes principales, en ambos casos los sitios 1, 9 y 19 quedan completamente fuera de los grupos. La línea de corte para formar los grupos de datos originales fué de 0.003 de coeficiente de correlación y para componentes principales de 2.6 de distancia Euclídiana. Los grupos formados fueron los siguientes:

DO	CP
7-8-6-11-(4)	6-8-7-11-(4)
3-5-(4)	10-12
10-12	3-5-(4)
17-18-(15)	17-18-(15)

Donde los números entre paréntesis indican que se unen a los grupos a un nivel o distancia ligeramente mayor que la de la línea de corte.

El análisis discriminante indica una correcta agrupación de las observaciones en cinco grupos, considerando en el quinto grupo a los sitios 1,9 y 19.(tablas 11 y 12 , pgs. 67 a 69) Considerando los resultados del análisis multivariado y la distribución espacial de los sitios, en la época de nortes se delimitan cuatro áreas.

La primera zona definida enfrente del canal de la Mata (figura 20, pg. 54) es la de menor extensión comparada con la misma zona en otras épocas del año, se caracterizó por mayores salinidades (30.6 ‰ a 30.7 ‰) a las de época de lluvias y en comparación con las otras zonas de la época de nortes, presenta menores rangos de fluctuación tanto en temperatura (22.7 °C a 22.8 °C) como en salinidad (tabla 3, pg. 58). Los silicatos disueltos se presentan en menor concentración que en las otras dos épocas del año y con menor rango de fluctuación (4.5 ug-at/l a 5.1 ug-at/l).

La segunda área se extiende sobre la mayor parte del cuerpo principal de la laguna (figura 20, pg. 54) y se caracterizó por un promedio máximo de salinidad ligeramente mayor que el de las otras áreas (29.0 ‰ a 32.9 ‰) y mayor rango de fluctuación (3.9 ‰) (tabla 3, pg. 58). La temperatura (20°C a 23.6°C) fue menor que en otras áreas y épocas climáticas. La concentración y fluctuación de silicatos (4.2 ug-at/l a 12.1 ug-at/l) fue similar a la de secas y mayor que en lluvias (tablas 1, 2 y 3, pgs. 56 a 58).

La parte noroccidental de la laguna que corresponde a la tercera zona, es una área de menor dimensión que la anterior, con mayores registros de temperatura (24.7 °C a 25.2 °C)

que las otras zonas, salinidad estable (30.1 ‰ a 30.4 ‰) y concentración de silicatos (5.8 ug-at/l a 6.8 ug-at/l), parecidos a los de la zona I aunque de mayores rangos.

La región de las lagunetas comprende la cuarta zona, donde la profundidad es menor al igual que la salinidad (28.1 ‰ a 29.7 ‰), con un nivel intermedio de silicatos pero alto rango de fluctuación (4.4 ug-at/l a 8.4 ug-at/l), la temperatura es parecida a la de la zona 3 (24.4°C a 24.8°C). Comparando la misma zona de lagunetas en la época de secas (tabla 1, pg. 56) con la de nortes, los registros de salinidad y temperatura son menores en esta última, del mismo modo la concentración y fluctuación de silicatos son menores en nortes.

Como se pudo observar a través de los resultados, la época de secas es donde las 4 zonas hidrológicas diferenciadas abarcan toda la laguna, esto es, las características fisico-químicas de los diferentes sitios fueron semejantes entre algunos de ellos de tal manera que permitieron dividir completamente a la laguna en 4 zonas. En la época de nortes también se tienen diferenciadas 4 zonas y en la de lluvias 2, pero en ninguna de estas épocas las zonas diferenciadas comprenden a toda la laguna, ya que se presentaron algunas localidades puntuales que no entraron en el comportamiento por área a consecuencia de sus diferencias fisico-químicas debidas a topografía, batimetría y composición textural de los sedimentos (Villarreal, 1989).

La época de nortes se caracteriza por disminución de la temperatura ambiente, ráfagas de viento de intensidad variable y un incremento en la precipitación, por lo tanto también un incremento en el gasto del río, estas variaciones ambientales se ven reflejadas en la salinidad y temperatura del agua, factores que fueron importantes para delimitar las zonas hidrológicas en esta época.

La época de lluvias se caracteriza por alta precipitación y en consecuencia mayor gasto del río $1825 \text{ m}^3/\text{seg.}$, en la masa de agua la salinidad y el fósforo son las variables más importantes para formar las zonas hidrológicas, ambas variables tienen una relación directa con los aportes de aguas epicontinentales.

Los silicatos es una variable que ha sido considerada como un nutriente no conservativo, sin embargo su consistencia e importancia en las tres épocas del año manifiesta que puede ser empleada para la definición hidroquímica espacial en condiciones climáticas distintas.

Los análisis multivariados de componentes principales, de agrupamiento y discriminante, permitieron ubicar las zonas hidrológicas dentro de la laguna en las tres épocas climáticas, en secas y nortes cuatro zonas, en lluvias se diferenciaron dos. Las zonas varían en cuanto a extensión, sin embargo a lo largo del año permanecen dos zonas:

La primera zona corresponde a la parte sur de la laguna, frente al estero de la Mata, es una zona estuarino-marina que presenta amplios gradientes de salinidad y silicatos por la influencia de las mareas y del aporte del río Tuxpam, su extensión máxima se encuentra en época de lluvias disminuyendo en nortes y secas.

La segunda zona es en la región norte, la intercomunicación del cuerpo principal de la laguna con las lagunetas, esta zona se caracteriza por una baja hidrodinámica, alta salinidad, niveles intermedios de silicatos y temperatura, en época de lluvias es donde se registra un ligero aumento en los fosfatos, está bien diferenciada en época de lluvias y

secas, en nortes la zona se ve muy reducida al grado de que en el análisis de agrupamiento se incorpora al área de las lagunetas.

Se diferenció una tercer zona que corresponde a las lagunetas, pero únicamente en las épocas nortes y secas, es una zona con profundidad promedio de 0.6 m a lo largo del año, por lo que los aportes de agua epicontinental en época de lluvias son un factor importante que no permite agrupar los sitios como una zona con características físico-químicas semejantes. Comparada con las otras dos zonas, presenta los menores gradientes de salinidad y silicatos.

CONCLUSIONES

El análisis multivariado de componentes principales permitió detectar las variables que mejor explican la variación de los datos en las tres épocas climáticas del año.

Las gráficas de los componentes principales permitieron visualizar el agrupamiento de algunos sitios.

El análisis de agrupamiento basado en la matriz de datos originales y de componentes principales, indicó los grupos de sitios con valores físico-químicos similares, mostrándose la consistencia en la formación de ellos.

El análisis discriminante permitió corroborar la consistencia de los sitios para la formación de los grupos.

Los resultados del análisis multivariado y la distribución espacial de los sitios, proporcionaron la información para ubicar distintas zonas hidrológicas, dentro de la laguna de Tampamachoco en las tres épocas climáticas del año.

En la laguna de Tampamachoco prevalecen, a lo largo de las épocas climáticas del año, dos zonas que varían en extensión a lo largo del año.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ARFI, R.; P. DUFOUR y D. MAURER. 1981. Phytoplankton et pollution: premières études en baie de Bietri (Côte d'Ivoire). Traitement mathématique des données. Oceanologica Acta 4(3):319-329.
- ALDECO, J. y D.A. SALAS DE LEON. 1994. Lagunas Costeras y el Litoral Mexicano: Física. Lagunas Costeras y el Litoral Mexicano. De la Lanza, E.G. y C. Cáceres (Ed.) Universidad de Baja California Sur. 525 P.
- ALLEN, T.F.H. y J.F. KOONCE. 1973. Multivariate Approaches to Algal. Stratagems and Tactics in Systems Analysis of Phytoplakton. Ecology 54(6):1234-1246.
- ARREGOITIA, N.E. 1980. Variación estacional de la clorofila 'a' en el nanofitoplancton y microfitoplancton y de algunos parámetros abióticos en la laguna costera de Tampamachoco, Ver. UAM-I, CBS, Zootecnia (Informe de Servicio Social), 42 p.
- BONILLA, J.R., G. Z. MORALES y M.G. PATO. 1989. Estudio florístico ecológico del Manglar de la Laguna de Tampamachoco, Ver. En: Coloquio de Investigaciones Hidrobiológicas. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, 27 y 28 de junio.

- BULLIT, C. 1989. Producción primaria fitoplanctonica en la laguna de Tampamachoco durante un ciclo anual. En Coloquio de Investigaciones Hidrobiológicas. Univ. Auton. Metropolitana Xochimilco 27 y 28 de junio.
- CONTRERAS, E.F. 1993. Hidrología y nutrientes en lagunas costeras . Figueroa, T.M.G.; C. Alvarez S.; A. Esquivel H.; M.E. Ponce Márquez. (Ed.) Física, química y biología de las lagunas costeras mexicanas. Univ. Auto. Metropolitana-Iztapalapa. 121 p.
- CONTRERAS, E.F. 1985. Lagunas Costeras Mexicanas. CECODES/PESCA, 253 P.
- CHATFIELD, C. y A.J. COLLINS. 1980. Introduction to multivariate analysis. Chapman and Hall. Londres. 245 p.
- DE LA LANZA, E.G. 1994. Química de las lagunas costeras y litoral mexicano. De la Lanza, E.G. y C. Cáceres M. (Ed.) Lagunas Costeras y el Litoral Mexicano. Universidad de Baja California Sur. 525 p.
- ESQUIVEL, A. 1981. Contribuciones al conocimiento del macro y mesozooplancton de la Laguna de Tampamachoco, Ver. UAM-Iztapalapa, CBS, Zootecnia (Informe de Servicio Social) 58 p.

- ESQUIVEL, A. H. SANTOYO y M. SIGNORET. 1980. Estudios ecológicos del zooplankton de la Laguna de Tampamachoco, Ver. IV Congreso Nacional de Zoología, Ensenada, B.C.N., México (Resumen) s/p.
- GARCIA, M.C. 1989. Productividad primaria determinada por los métodos de clorofilas totales (SCOR-UNESCO) y de oxígeno (Winkler), en la Laguna de Tampamachoco. En: Coloquio de Investigaciones Hidrobiológicas. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, 27 y 28 de junio.
- GARCIA, E. y P.A. MOSIÑO. 1966. Evaluación de la sequía intraestival en la República Mexicana. Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo. p 35-70.
- GUTIERREZ, M. 1977. Sedimentología del área de transición entre las provincias terrígenas y carbonatadas del sureste del Golfo de México. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.
- HAIR, J.F.; R.E. ANDERSON; R.L. TATHAM y W.C. BLACK. 1992. Multivariate data analysis with readings. Macmillan Publishing Company, Inc. Nueva York. 544 p.
- HERRERA-SILVEIRA, J.A. 1994. Spatial Heterogeneity and Seasonal Patterns in a Tropical Coastal Lagoon. Journal of Coastal Research. 10(3) 738-746.
- JOLLIFFE, I.T. 1986. Principal Component analysis. Springer-Verlag. Nueva York. 271 p.

- KOBELKOWSKY, A.1981. Estudio de los peces de la Laguna de Tampamachoco, Veracruz. VII Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica. Acapulco, Guerrero, México. Resúmenes 98 p.
- KOBELKOWSKY, A.1989. Estudio de los peces de la Laguna de Tampamachoco, desarrollado en el Laboratorio de Peces del Depto. de Biología de la UAM-I. En: Coloquio de Investigaciones Hidrobiológicas. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, 27 y 28 de junio.
- KRZANOWSKI, W.J. 1988. Principles of multivariate analysis. Clarendon Press. Oxford. 563 p.
- LAË, R. 1994. Evolution des peuplements (poissons et crustacés) dans une lagune tropicale, le lac. Togo, soumise à un régime alternatif de fermeture et d'ouverture du cordon lagunaire. Aquat. Living Resour. 7, 165-179.
- LANKFORD, R.R: 1977. Coastal lagoon of Mexico their Origin and Clasification. Wiley M. (Ed.) Estuarine Processes. Academic Press Inc. Nueva York, 182-215.
- MATTA, J.F. Y H.G.MARSHALL. 1984. A Multivariate Analysis of Phytoplankton Assemblages in the Western North Atlantic. Journal Plankton Research. 6(4):663-675
- ORDOÑEZ, V. 1098. Composición y Estructura de la Comunidad de Peces en el Sistema Lagunar de Tuxpam-Tampamachoco, Veracruz, México (1987-1988). En:

Coloquio de Investigaciones Hidrobiológicas. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, 27 y 28 de junio.

- PRENTICE, H.C. y W. CRAMER. 1990. The Plant community as a Nich Bioassay Environmental Correlates of Local Variation in *Gypsophila fastigiata*. Journal Ecology. 78:313-325.
- QUINTANA, M.J. y M. MULIA, 1981. Estudio de las poblaciones bentónicas del sistema estuarino Tuxpam-Tampamachoco, Ver. México. Mem. VII Simp. Latinoam. sobre Oceanogr. Biol. Acapulco, Gro. México. 34-57 p.
- RAMÍREZ-GARCÍA, P. y D. SEGURA-ZAMORANO. 1994. Ordenación de la Vegetación de Mangle de la Laguna de Panzacola Chis. Serías Grandes Temas de Hidrobiología. Los Sistemas Litorales. UAMI-UNAM 2:105-113.
- SANCHEZ -RUEDA, P. 1989. Ictiofauna representativa del sistema estuarino-lagunar de Tuxpam-Tampamachoco (1972-1986) En: Coloquio de Investigaciones Hidrobiológicas. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, 27 y 28 de junio.
- SANCHEZ-SANTILLAN, N.L. 1994. Influencia cualitativa y cuantitativa de los factores climáticos que inciden en la salinidad y temperatura del agua de la laguna de Tampamachoco, Veracruz (1979-1986). Tesis de Maestría en Ciencias (Biología) UNAM. 64 p.

- SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL. Cartas diarias del tiempo 1979.
- SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL. Cartas diarias del tiempo 1980.
- SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL. Cartas diarias del tiempo 1984.
- SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL. Cartas diarias del tiempo 1985.
- SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL. Cartas diarias del tiempo 1986.

- UNESCO. 1981. Coastal lagoon research present and future. Report and guidelines of the seminar. Duke University Marine Laboratory,. Beaufort. N.C. USA August 1978. UNESCO Technical Papers in Marine Science No. 32.

- VILLALPANDO, C.E. 1989. "Estudio de las poblaciones de ostión en la laguna de Tampamachoco, Veracruz" En: Coloquio de Investigaciones Hidrobiológicas. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, 27 y 28 de junio.

- VILLARREAL, G. 1989. Impacto por la depredación de *Melongena melongena* (L.) sobre las poblaciones del ostión *Crassostrea virginica* (Gmelin) en la Laguna de Tampamachoco, Veracruz. Ciencias Marinas , 11(2):55-65.

ANEXO I

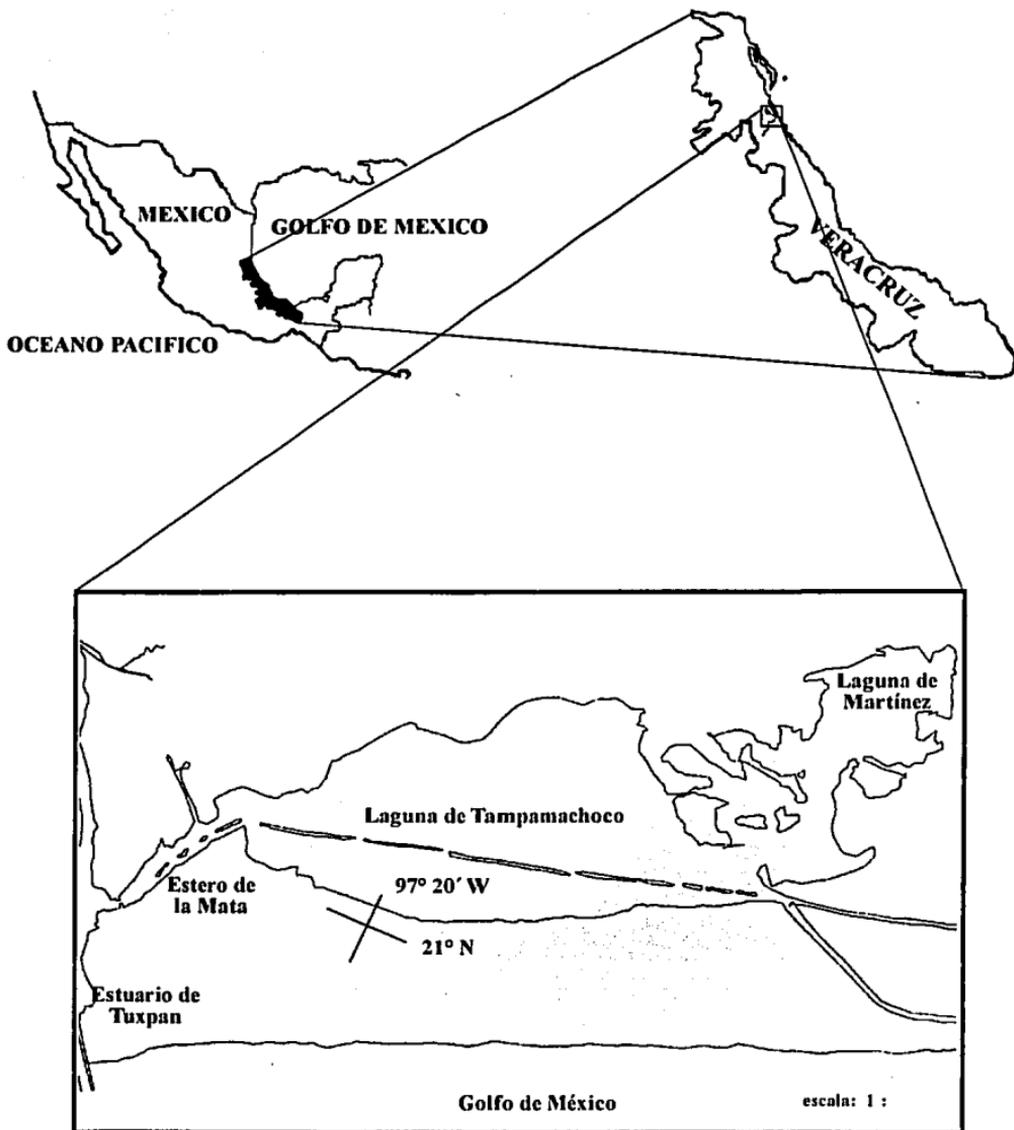


Figura 1. Area de estudio. Laguna de Tampamachoco.

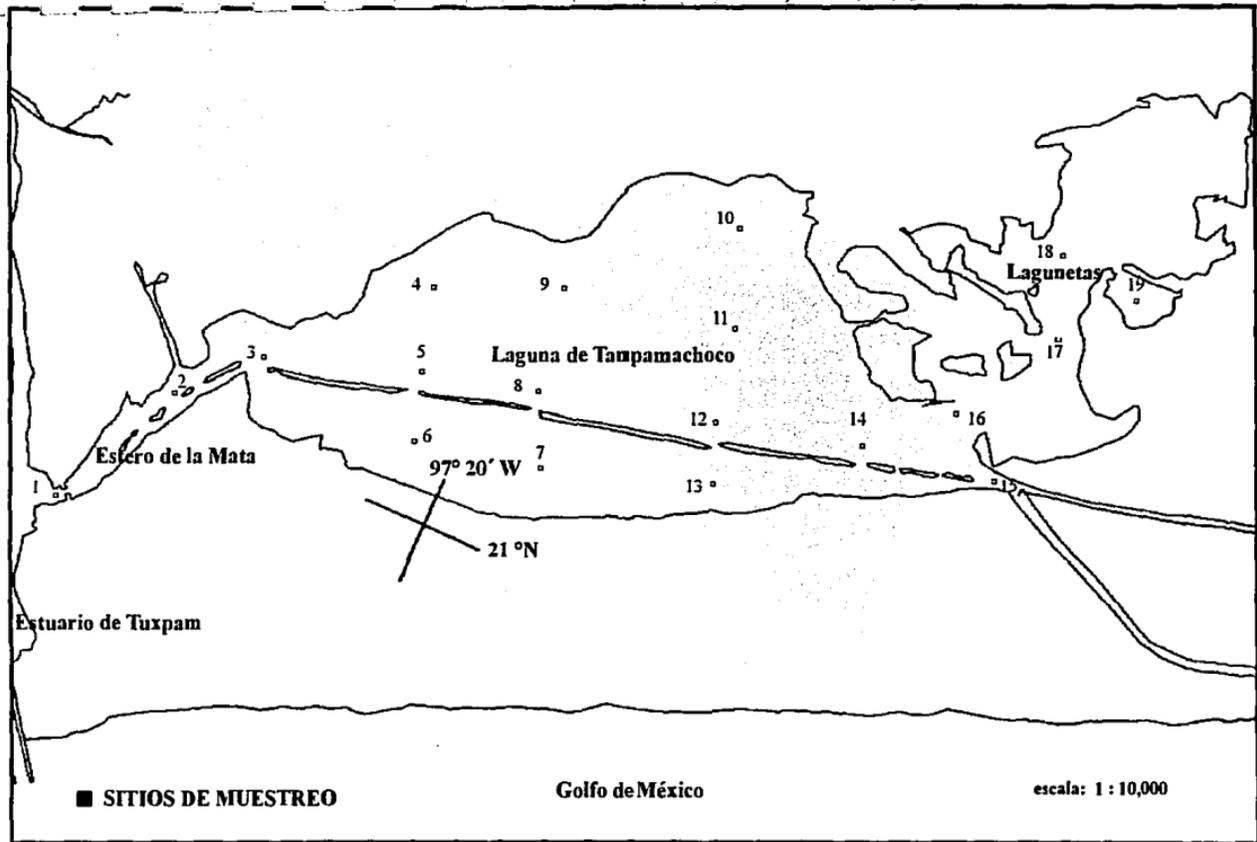


Figura 2. Estaciones hidrológicas en Laguna de Tampamachoco.

EPOCA DE SECAS

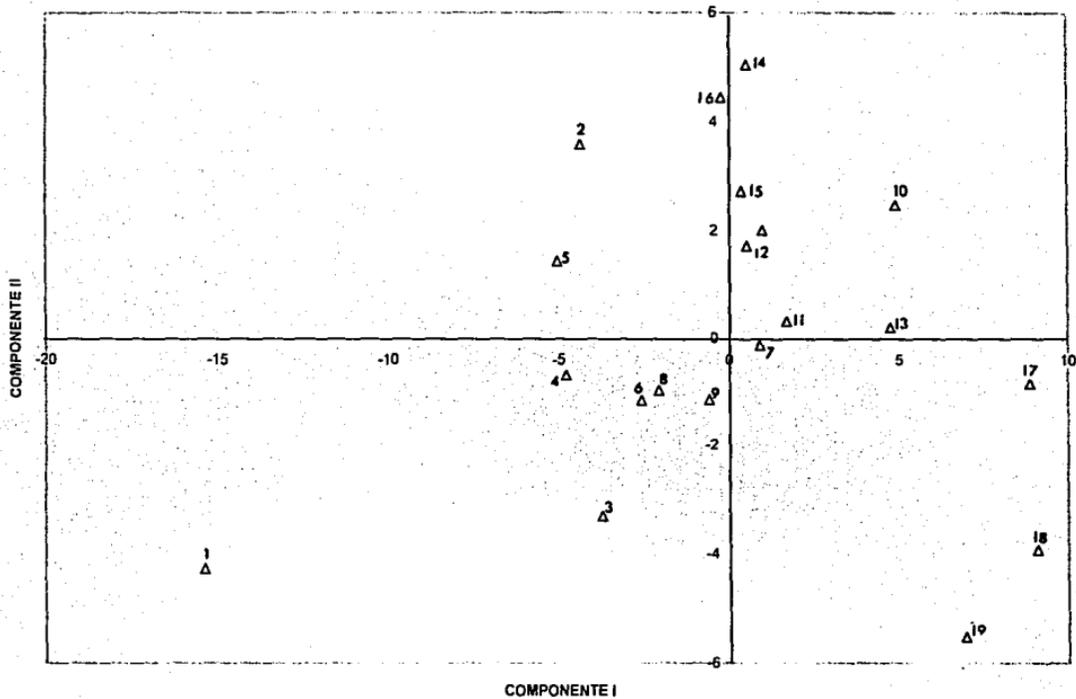


Figura 3. Gráfica de dispersión de los Componentes Principales I vs II de época de secas

EPOCA DE SECAS

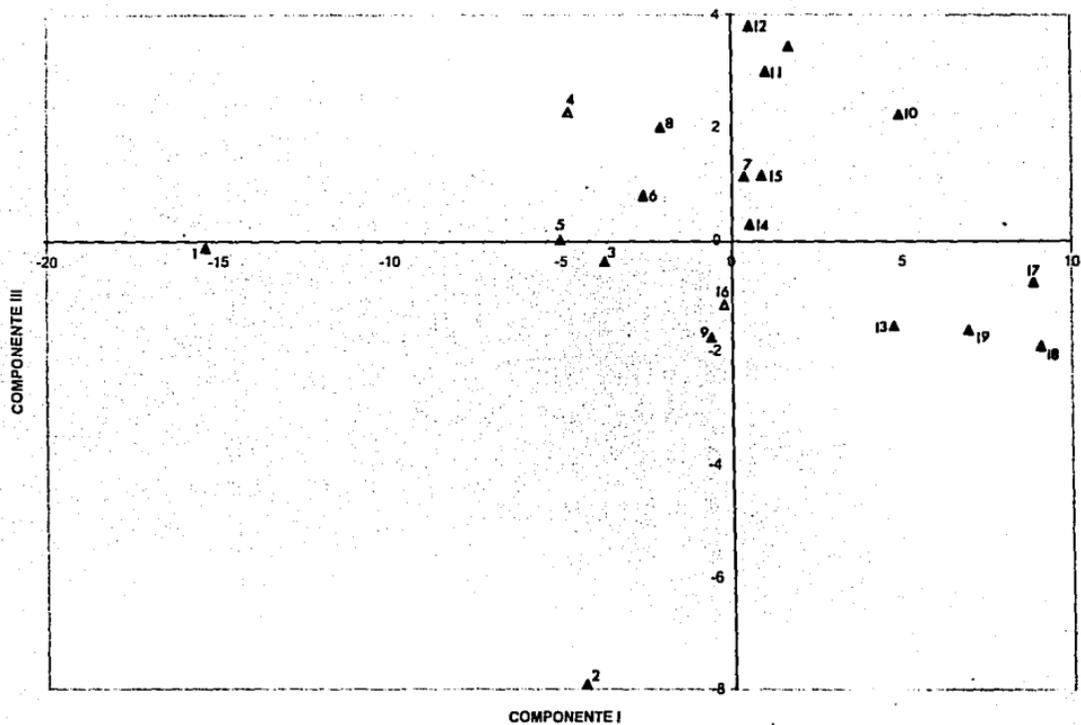


Figura 4. Gráfica de dispersión de los Componentes Principales I vs III de época de secas

EPOCA DE SECAS

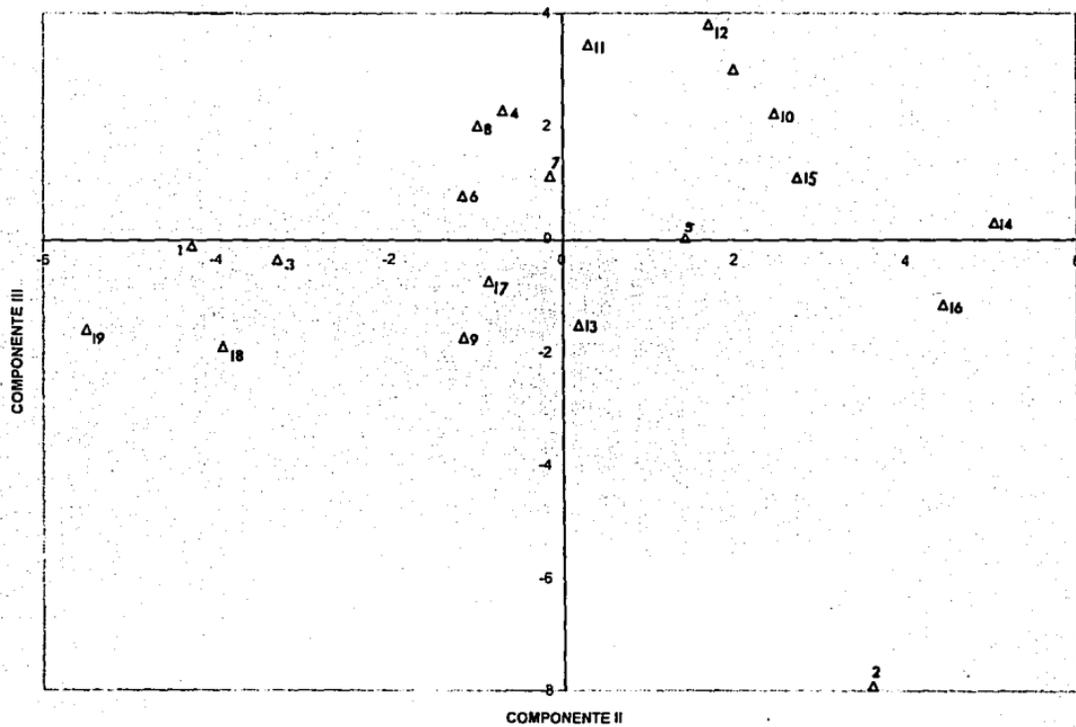


Figura 5. Gráfica de dispersión de los Componentes Principales II vs III de época de secas

ISTANCE METRIC IS 1-PEARSON CORRELATION COEFFICIENT
VERAGE LINKAGE METHOD

REE DIAGRAM

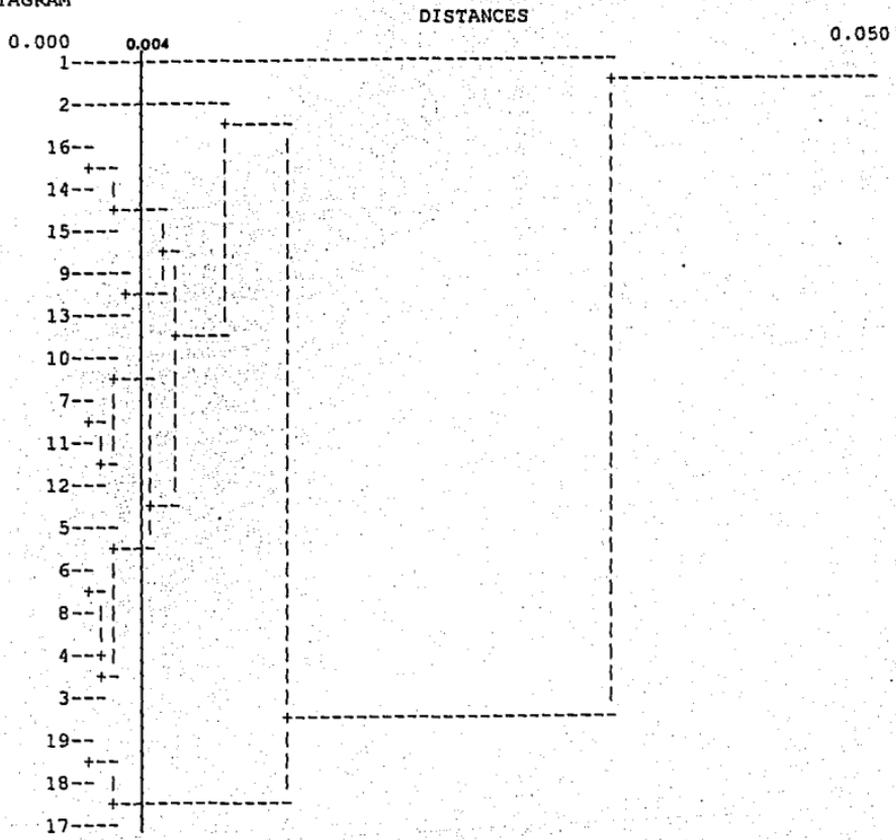


Figura 6. Dendrograma de datos originales de época de secas.

DISTANCE METRIC IS EUCLIDEAN DISTANCE
 AVERAGE LINKAGE METHOD

TREE DIAGRAM

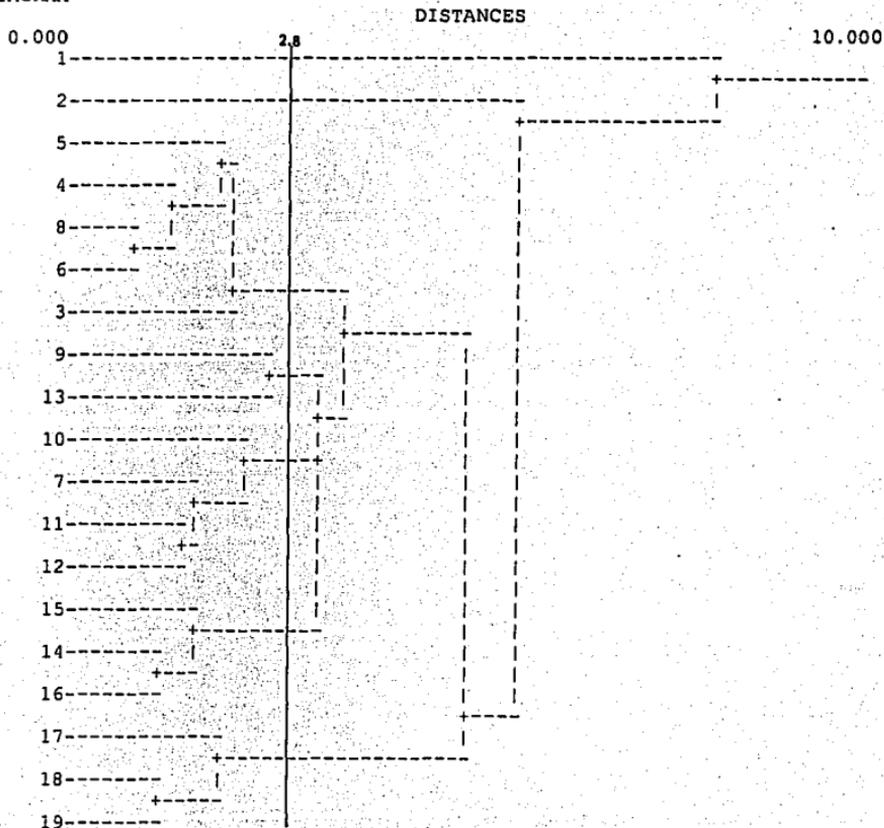


Figura 7. Dendrograma de Componentes Principales de época de secas.

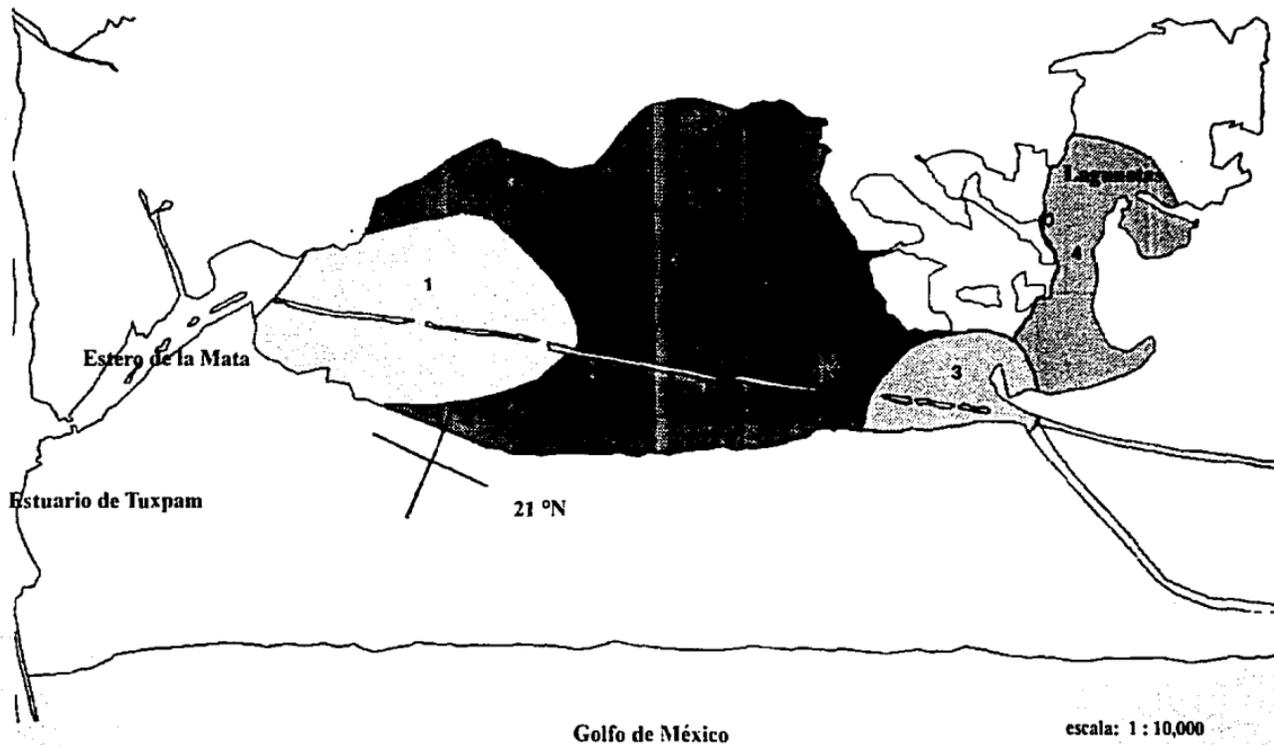


Figura 8. Zonas hidrológicas diferenciadas durante época de secas.

EPOCA DE LLUVIA

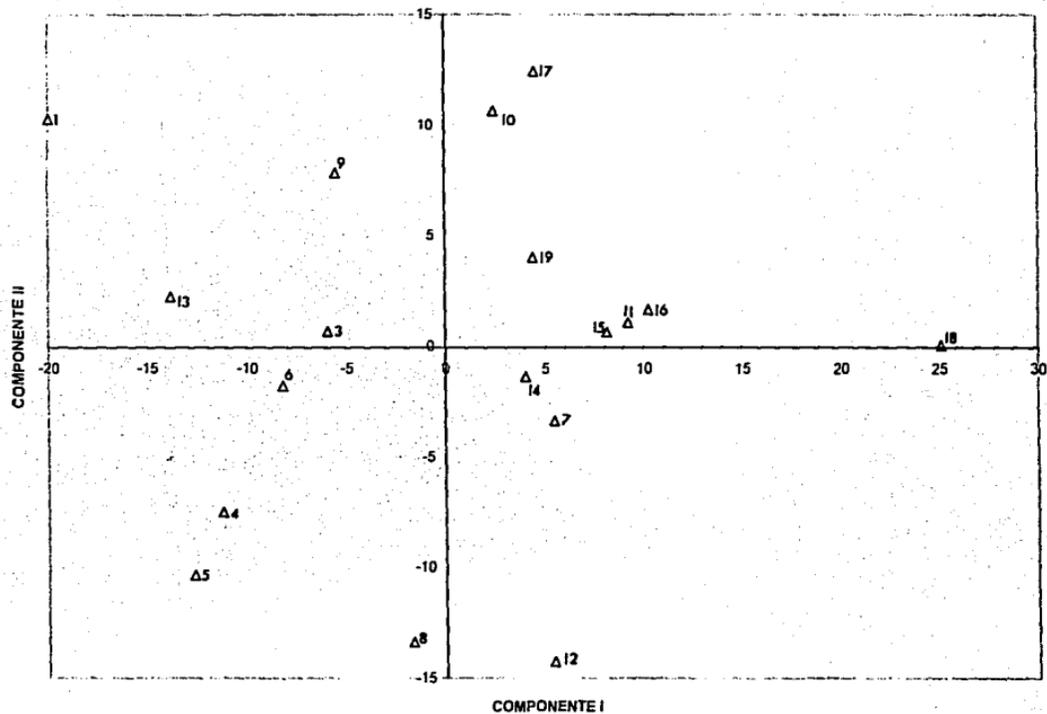


Figura 9. Gráfica de dispersión de los Componentes Principales I vs II de época de lluvia

EPOCA DE LLUVIA

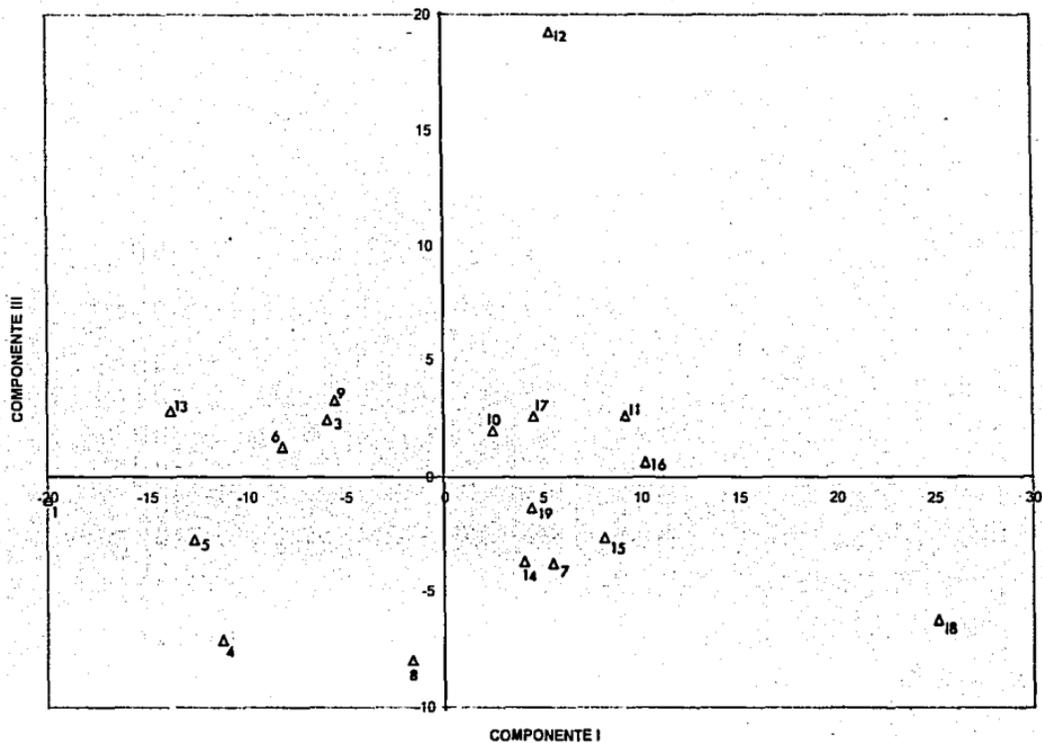


Figura 10. Gráfica de dispersión de los Componentes Principales I vs III de época de lluvia

EPOCA DE LLUVIA

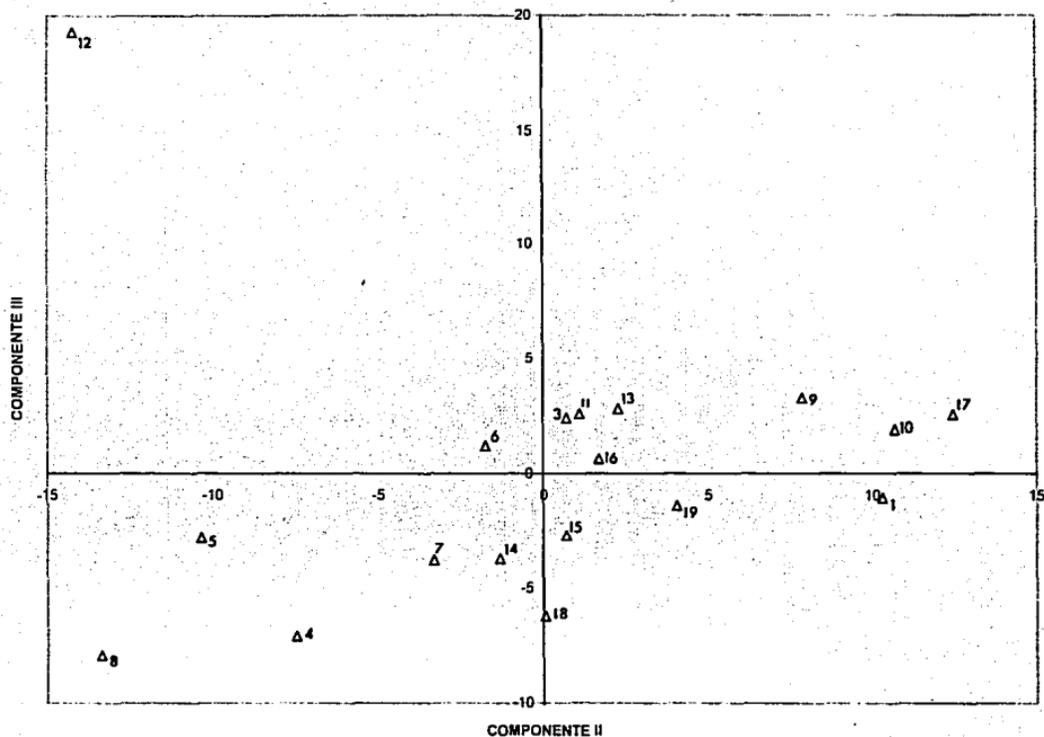


Figura 11. Gráfica de dispersión de los Componentes Principales II vs III de época de lluvia

DISTANCE METRIC IS 1-PEARSON CORRELATION COEFFICIENT
 AVERAGE LINKAGE METHOD

TREE DIAGRAM

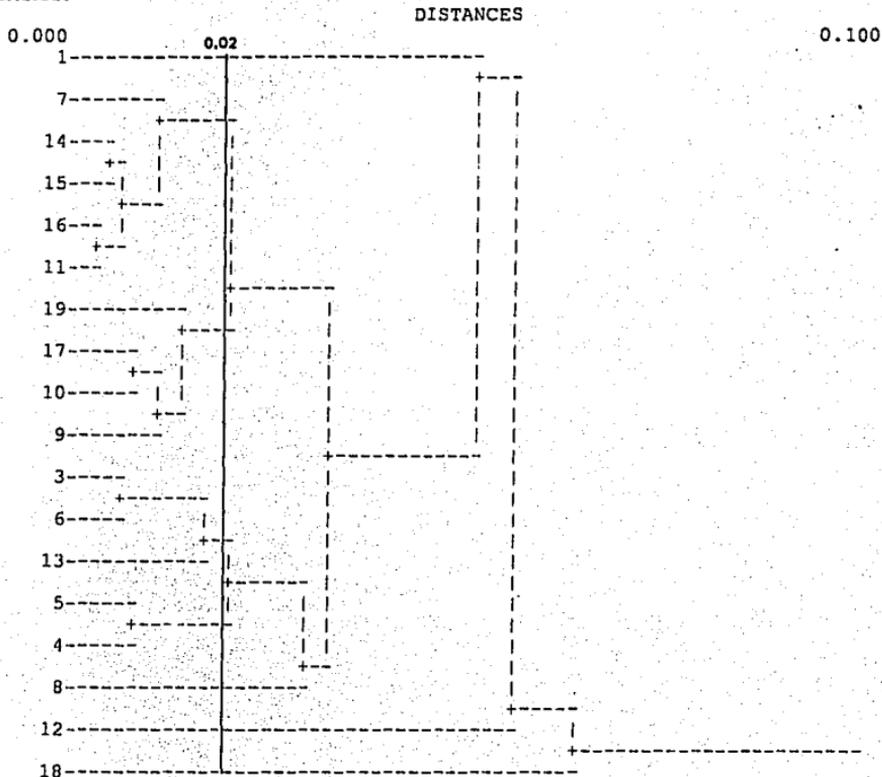


Figura 12. Dendrograma de datos originales de época de lluvia.

DISTANCE METRIC IS EUCLIDEAN DISTANCE
AVERAGE LINKAGE METHOD

TREE DIAGRAM

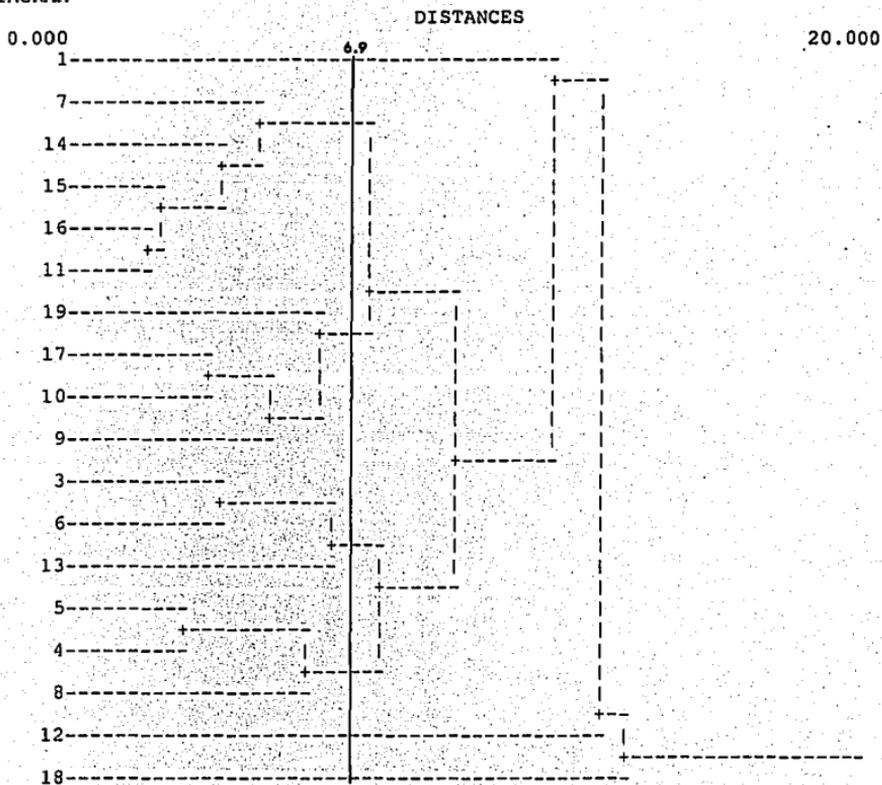


Figura 13. Dendrograma de Componentes Principales de época de lluvia.

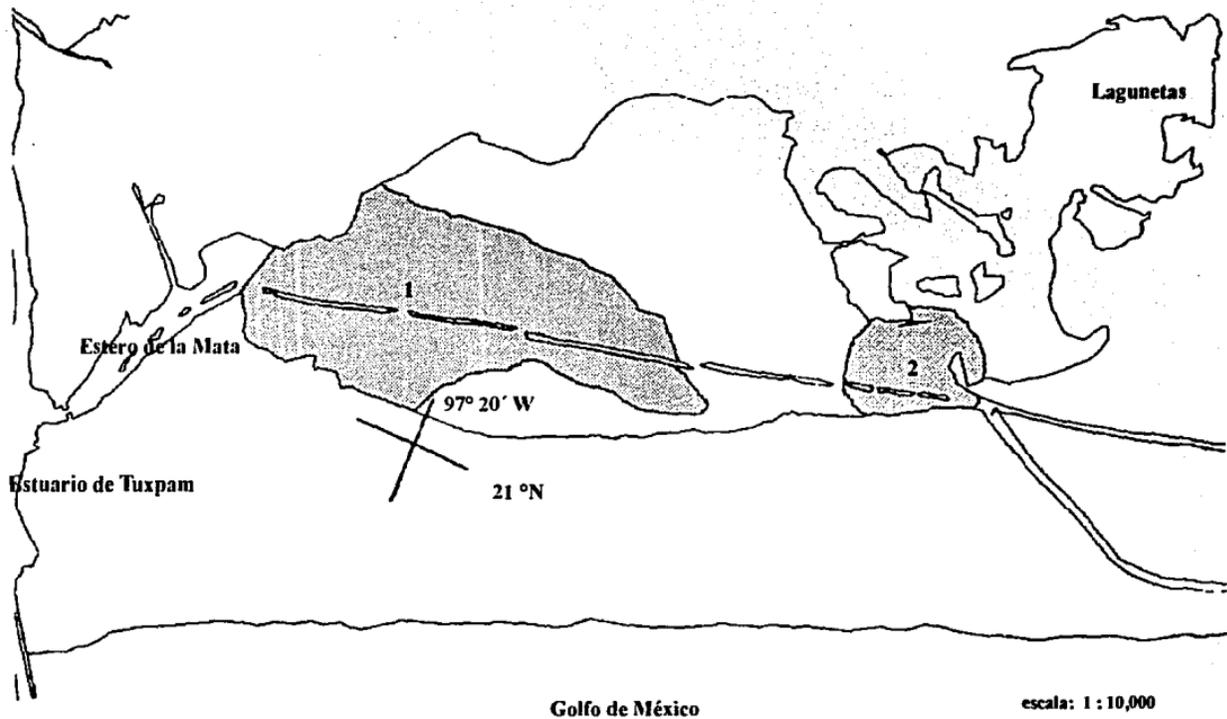


Figura 14. Zonas hidrológicas diferenciadas durante época de lluvias.

EPOCA DE NORTES

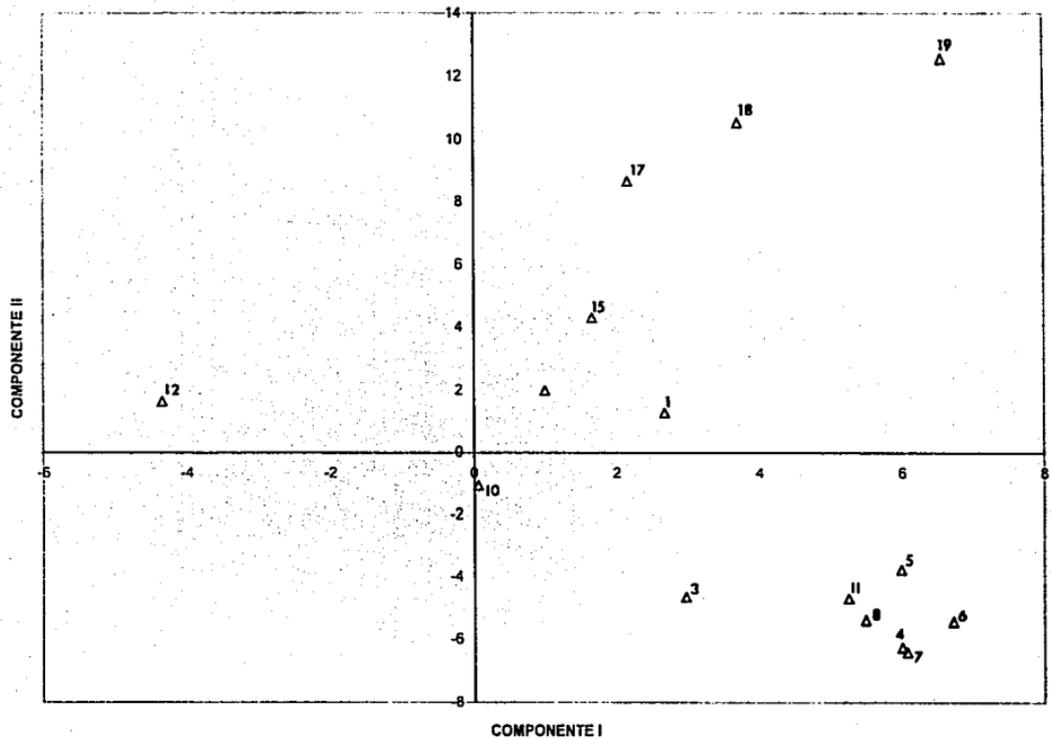


Figura 15. Gráfica de dispersión de los Componentes Principales I vs II de época de nortes

EPOCA DE NORTES

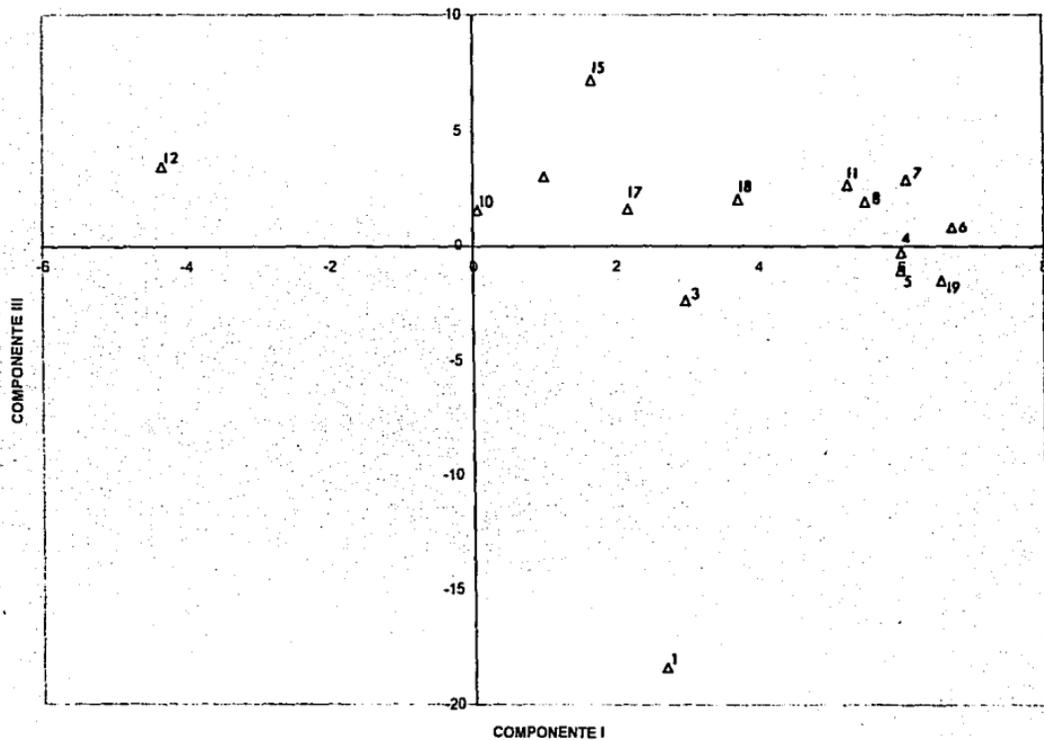


Figura 16. Gráfica de dispersión de los Componentes Principales I vs III de época de nortes

EPOCA DE NORTES

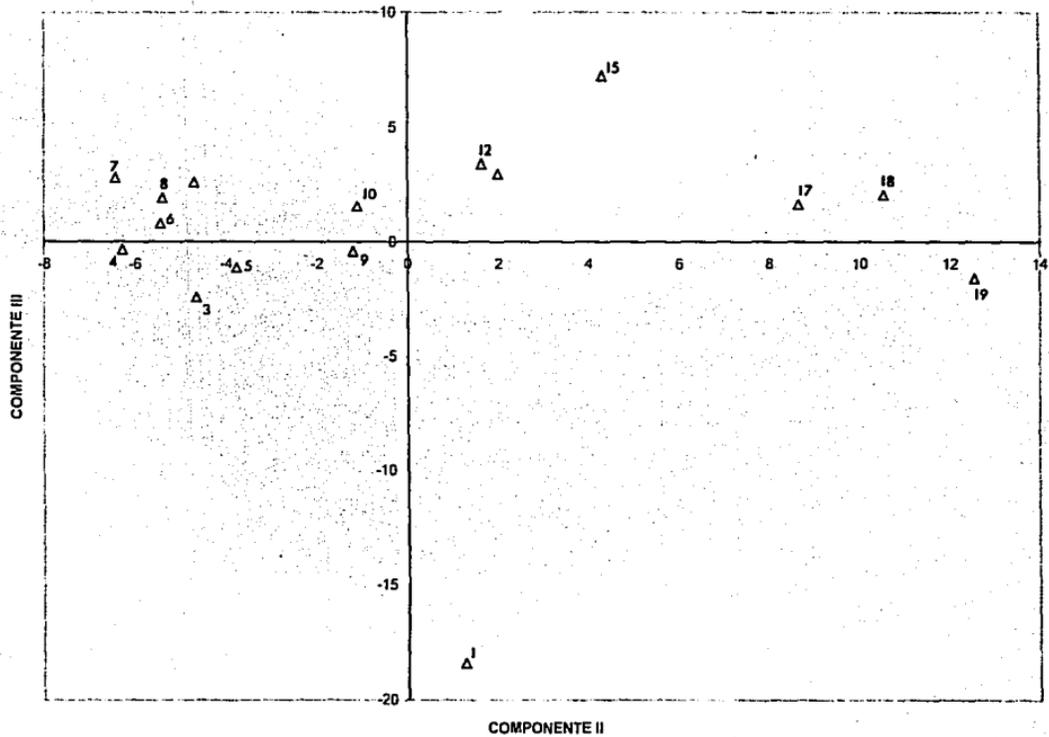


Figura 17. Gráfica de dispersión de los Componentes Principales II vs III de época de nortes

DISTANCE METRIC IS 1-PEARSON CORRELATION COEFFICIENT
 AVERAGE LINKAGE METHOD

TREE DIAGRAM

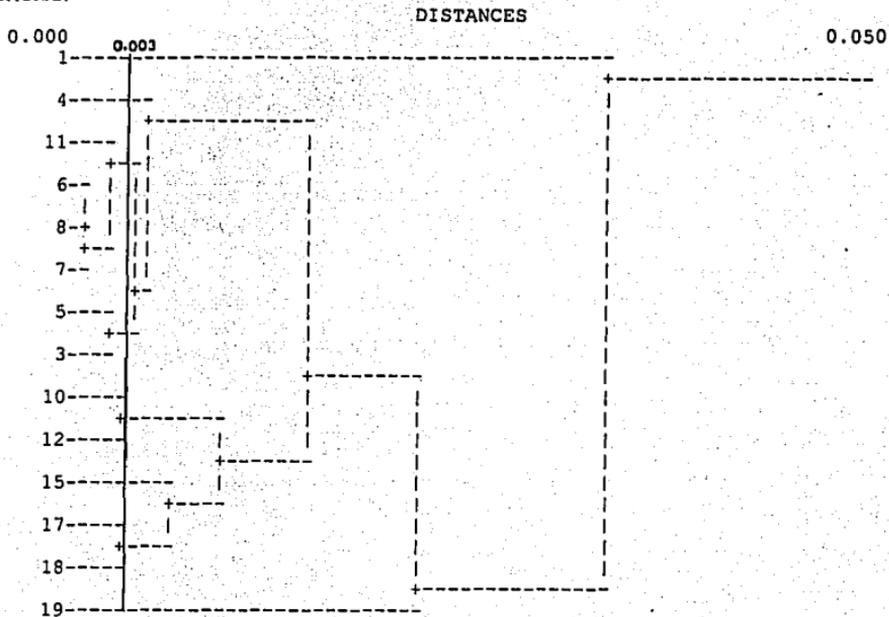


Figura 18. Dendrograma de datos originales de época de nortes.

DISTANCE METRIC IS EUCLIDEAN DISTANCE
AVERAGE LINKAGE METHOD

TREE DIAGRAM

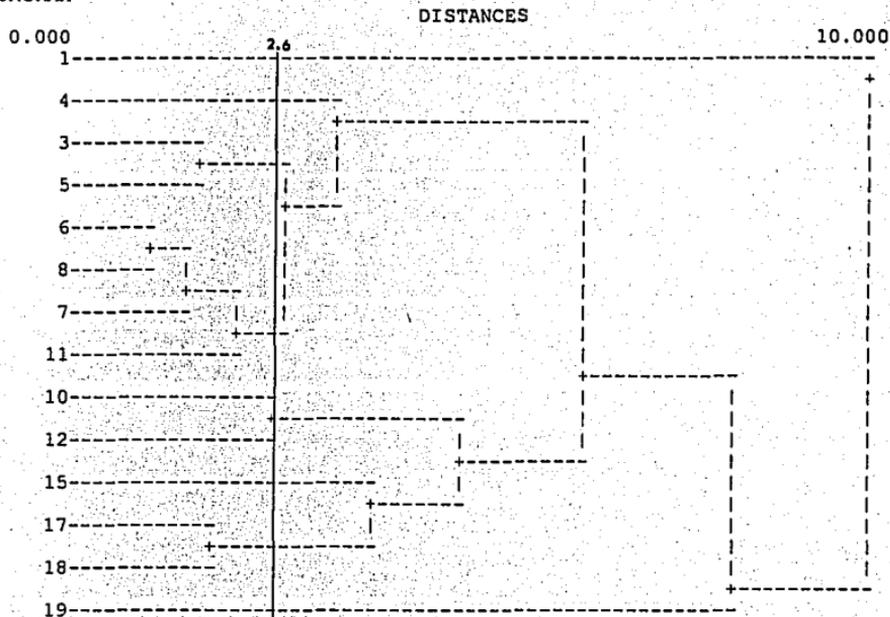


Figura 19. Dendrograma de Componentes Principales de época de nortes.

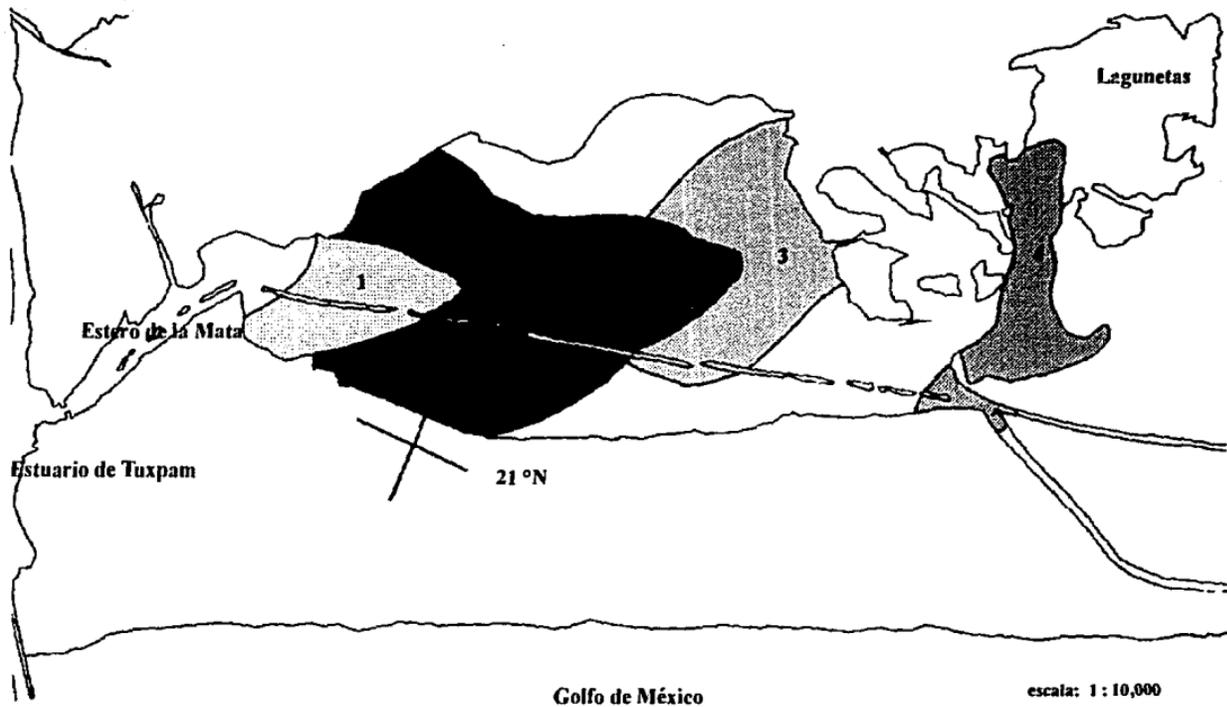


Figura 20. Zonas hidrológicas diferenciadas durante época de nortes.

ANEXO II

EPOCA DE SECAS

ZONA	SITIO	VARIABLE	$\bar{x}_{\min} \pm d.s$	$\bar{x}_{\max} \pm d.s$	r
1	3-4-5-6-8	TEMP.	24.8 ± 1.93	28.5 ± .707	3.4
		SALINIDAD	29.1 ± 1.57	30.8 ± 2.01	1.7
		SILICATOS	5.21 ± 4.39	12.84	7.6
2	7-9-10-11-12-13	TEMP.	26.1 ± 3.3	29.4 ± 2.6	3.3
		SALINIDAD	31.3 ± 2.67	32.8 ± 2.67	1.5
		SILICATOS	5.8 ± 6.41	15.41	9.6
3	14-15-16	TEMP.	26.1 ± 2.8	27.5 ± 12.8	1.4
		SALINIDAD	31.5 ± 1.1	32.7 ± 1.8	1.2
		SILICATOS	4.5 ± 5.6	14.13	9.63
4	17-18-19	TEMP.	26.03 ± 2.5	26.4 ± 2.8	0.37
		SALINIDAD	31.4 ± 4.0	32.4 ± 3	1
		SILICATOS	7.1 ± 9.9	7.4 ± 10.5	0.3

Tabla 1. Promedios máximos (\bar{x}_{\max}) y mínimos (\bar{x}_{\min}) por zonas ± desviación estándar (d.s.) y rangos (r) por zonas (conjunto de sitios) de las variables de mayor importancia de acuerdo al análisis de componentes principales: temperatura (°C), salinidad (‰) y silicatos ($\mu\text{g at/l}$).

EPOCA DE LLUVIAS

ZONA	SITIO	VARIABLE	$\bar{x}_{\min} \pm d.s$	$\bar{x}_{\max} \pm d.s$	r
1	3-4-5-6-8-9	FOSFATOS	0.63 ± 0.99	2.7 ± 3.1	2.07
		SALINIDAD	21.4 ± 11.6	29.9 ± 0.3	8.5
		SILICATOS	3.7 ± 4.4	10.0 ± 13.7	6.3
2	11-14-15-16	FOSFATOS	0.14 ± 0.15	3.03 ± 3.9	2.89
		SALINIDAD	24 ± 10.5	32.6 ± 3.4	8.6
		SILICATOS	6.81 ± 9.03	8.9 ± 12.1	2.1

Tabla 2. Promedios máximos (\bar{x}_{\max}) y mínimos (\bar{x}_{\min}) por zonas \pm desviación estándar (d.s.) y rangos (r) por zonas (conjunto de sitios) de las variables de mayor importancia de acuerdo al análisis de componentes principales: fosfatos ($\mu\text{g at/l}$), salinidad ($\%$) y silicatos ($\mu\text{g at/l}$).

EPOCA DE NORTES

ZONA	SITIO	VARIABLE	$\bar{x}_{\min} \pm d.s$	$\bar{x}_{\max} \pm d.s$	r
		TEMP.	22.7 \pm 3.1	22.8 \pm 3.1	0.1
1	3-5	SALINIDAD	30.6 \pm 3.0	30.7 \pm 3.6	0.1
		SILICATOS	4.5 \pm 5.7	5.1 \pm 7.3	0.6
		TEMP.	20	23.6 \pm 1.8	3.6
2	4-6-7-8	SALINIDAD	29.0 \pm 0.05	32.9 \pm 4.5	3.9
		SILICATOS	4.2 \pm 5.8	12.1 \pm 13.2	7.9
		TEMP.	24.7 \pm 3.5	25.2 \pm 3.3	0.5
3	10-12	SALINIDAD	30.1 \pm 3.2	30.4 \pm 3.6	0.3
		SILICATOS	5.8 \pm 7.7	6.8 \pm 7.7	1.0
		TEMP.	24.4 \pm 3.0	24.8 \pm 3.4	0.4
4	15-17-18	SALINIDAD	28.1 \pm 4.1	29.7 \pm 3.3	1.6
		SILICATOS	4.4 \pm 3.3	8.4 \pm 13.4	4.0

Tabla 3. Promedios máximos (\bar{x}_{\max}) y mínimos (\bar{x}_{\min}) por zonas \pm desviación estándar (d.s.) y rangos (r) por zonas (conjunto de sitios) de las variables de mayor importancia de acuerdo al análisis de componentes principales: temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (‰) y silicatos ($\mu\text{g al/l}$)

	SECAS	LLUVIAS	NORTES
TEMPERATURA (°C)	23.7	27.0	19.32
VELOCIDAD DEL VIENTO (m/seg)	6-8	6-8	> 8
PRECIPITACION (mm)	65.4	1214	191

Tabla 4. Valores promedio de las variables ambientales en la Planicie Tuxpam-Tampamachoco, de los años 1979, 1980, 1984, 1985 y 1986. Fuente Servicio Meteorológico Nacional.

COMPONENTE	SECAS	LLUVIAS	NORTE
I	27.2	23.52	31.44
II	16.84	13.35	17.66
III	14.67	12.34	12.36
IV	10.82	11.20	9.59
V	7.96	6.15	6.84
TOTAL	77.49	66.56	77.89

Tabla 5. Porcentaje (%) de varianza explicada por cada uno de los cinco Componentes Principales, a partir de matriz de correlación, en las tres épocas climáticas.

COMPONENTE	SECAS	LLUVIAS	NORTES
I	56.78	42.23	57.29
II	15.06	21.37	19.41
III	11.56	12.75	11.05
TOTAL	83.4	76.35	87.75

Tabla 6. Porcentaje (%) de **varianza explicada** por cada uno de los tres primeros Componentes Principales, a partir de **matriz de covarianza**, en las tres épocas climáticas.

Number of Observations and Percent Classified into CLAVE: para EPOCA DE SECAS

From CLAVE	1	2	3	4	5	Total
1	5	0	0	0	0	5
	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2	0	4	0	0	0	4
	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3	0	0	5	0	0	5
	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00
4	0	0	0	3	0	3
	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	100.00
5	0	0	0	0	2	2
	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
Total	5	4	5	3	2	19
Percent	26.32	21.05	26.32	15.79	10.53	100.00
Priors	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	

Error Count Estimates for CLAVE:

	1	2	3	4	5	Total
Rate	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Priors	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	

Tabla 7. Epoca de secas. Análisis discriminante. Porcentaje de clasificación de grupos formados con datos originales.

Number of Observations and Percent Classified into CLAVE 1: para EPOCA DE SECAS

From CLAVE1	1	2	3
1	5 100.00	0 0.00	0 0.00
2	0 0.00	6 100.00	0 0.00
3	0 0.00	0 0.00	3 100.00
4	0 0.00	0 0.00	0 0.00
5	0 0.00	0 0.00	0 0.00
Total	5	6	3
Percent	26.32	31.58	15.79
Priors	0.2000	0.2000	0.2000

Number of Observations and Percent Classified into CLAVE1:

From CLAVE1	4	5	Total
1	0 0.00	0 0.00	5 100.00
2	0 0.00	0 0.00	6 100.00
3	0 0.00	0 0.00	3 100.00
4	3 100.00	0 0.00	3 100.00
5	0 0.00	2 100.00	2 100.00
Total	3	2	19
Percent	15.79	10.53	100.00
Priors	0.2000	0.2000	

Continua ...

Tabla 8. Epoca de secas. Análisis discriminante. Porcentaje de clasificación de grupos formados con Componentes Principales.

Error Count Estimates for CLAVE1:

	1	2	3	4	5
Rate	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Priors	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000

Error Count Estimates for CLAVE1:

Total

Rate 0.0000

Priors

Tabla 8 (continuación). Época de secas. Análisis discriminante. Porcentaje de clasificación de grupos formados con Componentes Principales.

Number of Observations and Percent Classified into CLAVE1: para EPOCA DE LLUVIA

From CLAVE1	1	2	3
1	5 100.00	0 0.00	0 0.00
2	0 0.00	4 100.00	0 0.00
3	0 0.00	0 0.00	3 100.00
4	0 0.00	0 0.00	0 0.00

Number of Observations and Percent Classified into CLAVE1:

From CLAVE1	1	2	3
5	0 0.00	0 0.00	0 0.00
Total Percent	5 27.78	4 22.22	3 16.67
Priors	0.2000	0.2000	0.2000

Number of Observations and Percent Classified into CLAVE1:

From CLAVE1	4	5	Total
1	0 0.00	0 0.00	5 100.00
2	0 0.00	0 0.00	4 100.00
3	0 0.00	0 0.00	3 100.00
4	2 100.00	0 0.00	2 100.00

Continua ...

Tabla 9 . **Epoca de lluvia.** Análisis discriminante. Porcentaje de clasificación de grupos formados con **datos originales.**

Number of Observations and Percent Classified into CLAVE1:

From CLAVE1	4	5	Total
5	0 0.00	4 100.00	4 100.00
Total Percent	2 11.11	4 22.22	18 100.00
Priors	0.2000	0.2000	

Error Count Estimates for CLAVE1:

	1	2	3	4	5
Rate	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Priors	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000

Error Count Estimates for CLAVE1:

Total	
Rate	0.0000
Priors	

Tabla 9 (continuación). **Epoca de lluvia.** Análisis discriminante. Porcentaje de clasificación de grupos formados con **datos originales.**

Number of Observations and Percent Classified into CLAVE1: para EPOCA DE LLUVIA

From CLAVE1	1	2	3	4	5	Total
1	5 100.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	5 100.00
2	0 0.00	4 100.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	4 100.00
3	0 0.00	0 0.00	2 66.67	0 0.00	1 33.33	3 100.00
4	0 0.00	0 0.00	0 0.00	3 100.00	0 0.00	3 100.00
5	0 0.00	0 0.00	1 33.33	0 0.00	2 66.67	3 100.00
Total	5	4	3	3	3	18
Percent	27.78	22.22	16.67	16.67	16.67	100.00
Priors	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	

Error Count Estimates for CLAVE1:

	1	2	3	4	5	Total
Rate	0.0000	0.0000	0.3333	0.0000	0.3333	0.1333
Priors	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	

Tabla 10. **Epoca de lluvia.** Análisis discriminante. Porcentaje de clasificación de grupos formados con **Componentes Principales.**

Number of Observations and Percent Classified into CLAVE1: para EPOCA DE NORTES

From CLAVE1	1	2	3
1	5 100.00	0 0.00	0 0.00
2	0 0.00	2 100.00	0 0.00
3	0 0.00	0 0.00	2 100.00
4	0 0.00	0 0.00	0 0.00
5	0 0.00	0 0.00	0 0.00
Total	5	2	2
Percent	33.33	13.33	13.33
Priors	0.2000	0.2000	0.2000

Number of Observations and Percent Classified into CLAVE1:

From CLAVE1	4	5	Total
1	0 0.00	0 0.00	5 100.00
2	0 0.00	0 0.00	2 100.00
3	0 0.00	0 0.00	2 100.00
4	3 100.00	0 0.00	3 100.00
5	0 0.00	3 100.00	3 100.00
Total	3	3	15
Percent	20.00	20.00	100.00
Priors	0.2000	0.2000	

Continua ...

Tabla 11. Epoca de nortes. Análisis discriminante. Porcentaje de clasificación de grupos formados con datos originales.

...

Error Count Estimates for CLAVE1:

	1	2	3	4	5
Rate	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Priors	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000

Error Count Estimates for CLAVE1:

Total

Rate 0.0000

Priors

Tabla 11 (continuación). Epoca de nortes. Análisis discriminante. Porcentaje de clasificación de grupos formados con datos originales.

Number of Observations and Percent Classified into CLAVE3: para EPOCA DE NORTES

From CLAVE3	1	2	3	4	5	Total
1	4 100.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	4 100.00
2	0 0.00	2 100.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	2 100.00
3	0 0.00	0 0.00	3 100.00	0 0.00	0 0.00	3 100.00
4	0 0.00	0 0.00	0 0.00	3 100.00	0 0.00	3 100.00
5	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	2 100.00	2 100.00
Total	4	2	3	3	2	14
Percent	28.57	14.29	21.43	21.43	14.29	100.00
Priors	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	

Error Count Estimates for CLAVE3:

	1	2	3	4	5	Total
Rate	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Priors	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	

Tabla 12. Epoca de nortes. Análisis discriminante. Porcentaje de clasificación de grupos formados con Componentes Principales.