

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
IZTAPALAPA



CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
MAESTRÍA EN BIOLOGÍA

*Estructura de la Comunidad de Peces del Sistema Arrecifal Coralino
Akumal, Caribe Mexicano*

TESIS
Que para obtener el Grado Académico de:
MAESTRO EN BIOLOGÍA

P R E S E N T A

Enrique Cano-Quiroga

Directora de Tesis
M. en C. Silvia Díaz-Ruiz

Tutores:
M. en C. Arturo Aguirre-León
Dr. Manuel Castillo Rivera

Diciembre, 2005

La Maestría en Biología de la Universidad Autónoma Metropolitana Pertenece al Padrón de Posgrados de Excelencia del CONACYT

**EL JURADO DESIGNADO POR LA
DIVISION DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DE LA UNIDAD IZTAPALAPA APROBO LA TESIS QUE PRESENTO:**

ENRIQUE CANO QUIROGA

EL DIA 6 DE DICIEMBRE DEL AÑO 2005

COMITÉ TUTORIAL

TUTOR: M. en C. Silvia Díaz-Ruiz

ASESOR M. en C. Arturo Aguirre-León

ASESOR Dr. Manuel A. Castillo Rivera

SINODAL Dra. Ana Laura Lara Domínguez

SINODAL Dra. Lourdes Jiménez Badillo

Al motor diario de mi existencia y presencia en este planeta
Lupita, Erika y Emiliano

AGRADECIMIENTOS

Al departamento de Hidrobiología de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, por el apoyo institucional y económico en actividades de campo y laboratorio para realizar este estudio a través del proyecto de investigación adscrito al Laboratorio de Ictiología y Ecología Costera, particularmente los proyectos:

Caracterización Ecológica del Sistema Arrecifal Coralino de Akumal, Caribe Mexicano.
Primera Etapa, LIEC-CBS-UAMI, México, 2000

Caracterización Ecológica del Sistema Arrecifal Coralino de Akumal, Caribe Mexicano.
Segunda Etapa, LIEC-CBS-UAMI, México, 2002

A la M en C Silvia Díaz Ruiz por la dirección de esta tesis, asesoría y estímulo constante a lo largo del trabajo. A los profesores M en C Arturo Aguirre León, Dr. Manuel A. Castillo Rivera, Dra. Ana Laura Lara Domínguez, y Dra. Lourdes Jiménez Badillo por la cuidadosa revisión del manuscrito y sus valiosos comentarios y sugerencias.

Especialmente al M en C Arturo Aguirre León por su asesoría en el análisis estadístico de datos y sugerencias en el desarrollo de futuras líneas de investigación. Al Dr. J. Alejandro Zavala Hurtado e Isaías H. Salgado Ugarte por su apoyo en el préstamo de paquetes estadísticos.

A los compañeros del Laboratorio de Ictiología y Ecología Costera por sus críticas y comentarios en diferentes etapas de este estudio. Especial agradecimiento a Raúl Ortega Bernal, Oswaldo Pérez Solís, Christian Alva Basurto y Rosario Martínez Olvera, por su colaboración en las distintas campañas de campo y laboratorio

ÍNDICE

	PAG.
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN	4
OBJETIVO GENERAL	6
OBJETIVOS PARTICULARES	7
HIPÓTESIS	7
ÁREA DE ESTUDIO	8
MATERIAL Y MÉTODOS	13
Diseño de muestreo	13
Determinación taxonómica de los peces.....	13
Procesamiento de Datos en el Laboratorio y Análisis Estadístico.....	15
Ambiente arrecifal.....	16
Estructura de la comunidad.....	17
Dominancia.....	19
Relaciones peces/hábitat.....	20
RESULTADOS	21
Parámetros ambientales.....	21
Análisis de Clúster de parámetros físico-ambientales.....	25
Análisis discriminante de parámetros fisicoquímicos.....	31
COMPOSICIÓN DE LA ICTIOFAUNA	42
VARIACIÓN ESPACIAL DE LA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA	42
Variación Temporal de la Diversidad y Abundancia.....	60
ESPECIES DOMINANTES	65
Conjuntos de Peces.....	66
DISCUSIÓN	72
Ambiente Arrecifal.....	72
COMPOSICION DE LA COMUNIDAD	77
Diversidad.....	78
Abundancia.....	80
Distribución.....	81
Determinación de Especies Dominantes	83
Conjuntos Ictiofaunísticos.....	85
LITERATURA CITADA	87
ANEXO A	95
ANEXO B	97

RESUMEN

Durante el año 2001 se realizaron seis campañas de trabajo hacia el área de arrecifes del Caribe Mexicano en el estado de Quintana Roo, en este estado se encuentra a su vez el corredor Turístico Cancún-Tulum en donde se encuentra circunscrito el sistema arrecifal Akumal, el área de estudio es de aproximadamente 33.25 m² con una extensión longitudinal de 7Km y un ancho hacia mar abierto de 1Km. El arrecife está dividido por sus dimensiones en tres subsistemas que son Bahía Akumal, Bahía de Media Luna y Laguna de Yalkú. En forma ortogonal a la línea de costa se pueden precisar seis áreas en forma cualitativa entre las que están comprendidas la laguna arrecifal, el arrecife posterior, la cresta arrecifal, el frente arrecifal, la pendiente arrecifal y la zona de borde también llamada pared.

El objetivo de esta tesis consiste en caracterizar los aspectos de la estructura de la comunidad de peces con los procesos ambientales del sistema arrecifal. Estableciendo aquellos factores que son significativos en el comportamiento de la comunidad y su variación en espacio y tiempo. Así mismo, definir los conjuntos ictiofaunísticos y especies de importancia ecológica y/o económica.

Por medio de censos visuales se registró el número de individuos de las especies de peces identificadas, así como la cobertura biótica y abiótica. Se empleo buceo SCUBA en los sitios profundos (> 3m), y buceo libre en los sitios someros. Con los diferentes parámetros evaluados se creó una matriz de datos a la cual se le aplicaron diferentes pruebas estadísticas. Las observaciones en cada transecto se apoyaron con el uso de video y cámara submarina, Las estimaciones de cobertura en cada transecto se avaluaron por medio de un cálculo del porcentaje cubierto de un área estimada de sustrato.

Para determinar las posibles diferencias entre los parámetros de la comunidad se utilizaron diferentes técnicas estadísticas como para: 1) diferenciar los hábitats, debidos a las diferentes variables ambientales, se utilizaron análisis de varianza y Kruskal-Wallis y análisis discriminante. 2) Para el análisis de los parámetros de la comunidad se utilizaron los índices de Riqueza (D) Diversidad (H') equidad (E) y para calcular la abundancia se utilizó la cantidad de individuos censados por metro cuadrado. A cada uno de estos parámetros se les aplicó un análisis de varianza. 3) las especies dominantes fueron calculadas por medio de los índices de importancia biológica, Amplitud de nicho espacial, porcentaje en número y frecuencia y 4) Por último el análisis de los conjuntos ictiofaunísticos y asociaciones fue realizado por medio de los análisis de Olmstead-Tukey y el de Bray-Curtis. Todas estas variables fueron analizadas por medio de los siguientes paquetes estadísticos NCSS, STATISTICA, MVSP, XLStat, ANACOM entre otros con significancias de $p < 0.05$.

En forma mensual se detectaron tres ambientes en el sistema sin embargo en el análisis anual se detectan cinco ambientes determinados por factores bióticos y abióticos propios del sistema, la mayor riqueza se encuentra en el mes de abril (D=7.62), la mayor diversidad se encuentra en el mes de Agosto con valores de (H=3.32) la equidad se mantiene estable durante

los meses de estudio, la mayor abundancia esta representada en el mes de Abril con 5.11 ind/m².

En el estudio se censaron 112 especies que pertenecen a 36 familias, de las cuales 12 son especies dominantes entre las que se encuentran *Acanthurus chirurgus*, *Abudefduf saxatilis*, *Acanthurus coeruleus*, *Sparisoma viride*, *Haemulon sciurus*, *Acanthurus bahianus*, *Haemulon flavolineatum*, *Stegastes dorsopunicans*, *Thalassoma bifasciatum*, *Scarus taeniopterus*, *Halichoeres radiatus* y *Microspathodon chrysurus*.

Con base en los analisis realizados se formaron 4 grupos los cuales están constituidos de la siguiente manera: 1) 23 especies de baja densidad (especies en transito o irregulares). 2) 34 especies (típicas) que incluyen a las especies dominantes, 3) 46 especies (en transito) 4) constituido por 10 especies (raras).

ABSTRACT

During the year 2001 were carried out six work campaigns toward the area of reefs of the Mexican Caribbean in the state of Quintana Roo, in this state he is the Tourist corridor in turn Cancun-Tulum where the system reef is bounded Akumal, the study area is of approximately 33.25 m² with a longitudinal extension of 7Km and a wide one toward sea open of 1Km the reef this divided by its dimensions in three subsystems that are Bay Akumal, Bay of Half Moon and Lagoon of Yalkú. In form orthogonal to the coast line can be necessary six areas in qualitative form among those that are understood the lagoon reef, the later reef, the crest reef, the front reef, the pending reef and the border area also called wall.

The objective of this thesis consists on characterizing the aspects of the structure of the community of fish with the environmental processes of the system reef. Establishing those factors that are significant in the behavior of the community and their variation in space and time. Likewise, to define the combined ictiofaunistics and species of ecological and/or economic importance. A conceptual model of the behavior of the system and their resources ictiofaunistics that allow to propose to settle down alternative of use and handling of the coralline ecosystems and their resources bióticas.

By means of visual censuses he/she registered the number of individuals of the identified species of fish, as well as the covering biotic and abiótic. You uses diving SCUBA in the deep places (> 3m). Of the different parameters evaluated with that which one believes a womb of data to which were applied and free diving in the shallow places. The observations in each transect leaned on with the video use and submarine camera, The covering estimates in each transect were sized by means of a calculation of the percentage covered with a dear area of substrate.

To determine the possible differences among the parameters of the community different statistical techniques they were used as: 1) to differentiate the due habitats to the different

environmental variables variance analysis and Kruskal-Wallis and analysis they were used you discriminate against yourself. 2) for the analysis of the parameters of the community the indexes of Wealth were used (D) Diversity (H') justness (AND) and it stops it calculates the abundance you uses the quantity of individuals taken a census of by square meter. To each one of these parameters they are applied a variance analysis. 3) the dominant species were calculated by means of the indexes of biological importance, Width of space niche, percentage in number and frequency and 4) For I finish the analysis of the combined ictiofaunísticos and associations it was carried out by means of the analyses of Olmstead-Tukey and that of Bray-Curtis. All these variables were analyzed by means of the following statistical packages NCSS, STATISTICA, MVSP, XLStat, ANACOM among others with significant of $p < .05$.

In monthly form three atmospheres were detected however in the system in the annual analysis five atmospheres they are detected determined by factors bióticos and abióticos characteristic of the system, the biggest wealth is in the month of 7.62, the biggest diversity it is in the month of August with values of (H=3.32) the justness stays stable during the months of study, the biggest abundance this represented in the month of April with 5.11 ind/m².

In the study 112 species were taken a census of that belong to 36 families, of which 12 are dominant especies among those that *Acanthurus chirurgus*, *Abudefduf saxatilis*, *Acanthurus coeruleus*, *Sparisoma viride*, *Haemulon sciurus*, *Acanthurus bahianus*, *Haemulon flavolineatum*, *Stegastes dorsopunicans*, *Thalassoma bifasciatum*, *Scarus taeniopterus*, *Halichoeres radiatus* and *Microspathodon chrysurus*.

With base in the carried out analyses were formed 4 groups which are constituted in the following way: 1) 23 species of low density (species in I traffic or irregular). 2) 34 species (typical) that include to the dominant species, 3) 46 species (in I traffic) 4) constituted by 10 species (strange).

INTRODUCCIÓN

Los arrecifes de coral presentan actualmente una extensión del orden de 600,000 km² en los océanos tropicales (Arias-González, 1999). En México, los arrecifes de coral están presentes en tres diferentes regiones: en las costas del Golfo de México, el Océano Pacífico y los mejor representados en el Caribe Mexicano (Chávez e Hidalgo 1988). En la actualidad el estudio de los arrecifes coralinos en el Mar Caribe se ha incrementado en las últimas dos décadas, debido al impacto causado por fenómenos biogénicos y antropogénicos, como huracanes, anclaje, sobrepesca, contaminación (aceites y desechos orgánicos), tala de vegetación para agricultura y urbanismo.

En la región costera de Quintana Roo, se presenta un desarrollo arrecifal coralino tipo barrera que se extiende paralelo a la costa desde Isla Contoy hasta los límites territoriales con Belice y Honduras. Estos ecosistemas forman parte del Corredor turístico Cancún-Tulum y representan áreas de intensa actividad turística y pesquera, pero esencialmente son ecosistemas que requieren de evaluación para conservación, protección y manejo adecuado de los recursos que en el se encuentran (Díaz-Ruiz *et al*; 2002). El desarrollo turístico y urbano en la región de Quintana Roo, ha ocasionado la degradación de sistemas costeros adyacentes y muchas objeciones han sido hechas acerca del desarrollo a lo largo del Corredor, y en particular sobre la amenaza potencial a los arrecifes de coral y sus recursos bióticos (Choat y Bellwood. 1991)

Los arrecifes de coral constituyen uno de los ecosistemas más productivos del mundo, y esto se debe entre otras circunstancias a la variedad de ambientes que presentan, están asociados a

los manglares, lagunas arrecifales, pastos marinos, barrera coralina, además de que los procesos físico-ambientales, biológicos y ecológicos son altamente complejos, lo que permite a las comunidades alcanzar su máximo grado de diversidad. En estos ambientes funcionan como áreas de desove, crianza y alimentación de muchas especies de organismos del bentos (cangrejos, corales, erizos, gusanos y langostas) y necton (tortugas y peces). (Mejia y Garzon-Ferreira 2000).

El valor ecológico de los arrecifes de coral ha sido establecido sobre la base de su alta diversidad biótica y su gran variedad de hábitats ecológicos. En relación a las comunidades de peces se ha sugerido que la diversidad, abundancia y persistencia en el ecosistema dependen de: 1) Factores estocásticos, entre los que están, a) el reclutamientos de larvas de peces de origen pelágico, b) creación de sitios vacantes a través de la mortalidad y migración y c) establecimiento y/o colonización de juveniles en parches arrecifales (Sale y Steel 1986, Bohnsack 1989, Doherty y Fowler et al., 1992) y 2) Factores determinísticos que incluyen a) procesos de competencia, b) depredación y c) influencia de factores ambientales (Gladfelter y Gladfelter 1978, Orden y Ebersole 1981, Jones 1991, Hixon 1991, Diaz-Ruiz et al 2002).

En este contexto el estudio de la estructura de la comunidad de peces, también comprende el ambiente arrecifal que es una compleja matriz orgánica con muchas fisuras, oquedades y formaciones que dan lugar a una alta heterogeneidad espacial. Los arrecifes de coral presentan una de las mayores diversidades y abundancias orgánicas, debido a la zonación coralina, con base en sus aguas poco profundas, calidas y claras. Asimismo, en cada sustrato o zona, la distribución y abundancia de los peces se ve influenciada por el grado de exposición a las diferentes condiciones y recursos que sistema dispone. Muchos de los organismos del

ambiente arrecifal están vinculados a la estructura física de su hábitat, en particular esta asociación es cierta para los peces arrecifales, en diferentes grados, pero en alguna medida todos asociados. (Kajsa, *et al* 2003). Los peces están asociados a la heterogeneidad de cada zona, que es un producto del fraccionamiento físico, definido por la morfología de los corales y las comunidades bentónicas que se entremezclan con arenas, guijarros y otros tipos de sustratos. Las formaciones arrecifales interactúan con mareas y vientos generando corrientes que dan rasgos hidrológicos que favorecen la concentración de organismos de plancton, reteniendo nutrientes y material particulado. Esta acumulación de productos aunado al crecimiento y erosión de corales, modifican significativamente los patrones de estructura del hábitat afectando a las comunidades de peces (Wolasnki y Hammer 1988).

En conjunto ambiente arrecifal y las comunidades de peces interactúan en grados diferentes, lo que lleva a la interacción de un gran número de factores y procesos de las condiciones y recursos. Estas relaciones pez-hábitat pueden tomar diferentes formas generales, entre las que se encuentran las siguientes: 1) La relación directa entre la estructura arrecifal como sitio de refugio, actividad predominante (esta se puede observar principalmente en peces pequeños y medianos principalmente, aunque los adultos también hacen usos de estos), 2) La disponibilidad de alimento que involucra tanto la biota sésil como a la vágil, 3) los rasgos físicoambientales sobre los patrones de reclutamiento y abundancia.

ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

En México existen pocos trabajos sobre caracterización ecológica y de sistemas arrecifales coralinos y mucho menos, sobre su valor ecológico para las especies que lo habitan. Aún se desconocen los aspectos básicos de la dinámica ambiental del sistema, de la estructura y composición comunitaria, las relaciones ecológicas y biológicas especies-hábitat y la interpretación del sistema coralino y su dinámica ambiental, así como los cambios naturales del sistema y/o producidos por actividades antropogénicas (Díaz-Ruiz *et al.* 1996, 2000a, 2000b, 2002).

Con este contexto el presente estudio se realizó en el sistema arrecifal coralino de Akumal, el cual está sujeto a una moderada actividad pesquera y a un intenso uso turístico. Presenta una variedad de sistemas biológicos altamente complejos, como lo son la barrera coralina, manglares, pastos marinos, aguadas, cenotes, entre otros. Así como una gran variedad de poblaciones de recursos pesqueros potenciales de explotación (caracol, langosta, peces). No obstante, su importancia social, económica y ecológica la región costera de Akumal requiere de estudios básicos y de evaluación para su conservación y protección.

Por estas características el presente estudio tiene importancia ya que pretende contribuir a conocer las especies de peces presentes, así como las relaciones existentes entre estos y los diferentes hábitats que se encuentran en el sistema, en forma práctica ayudará a resolver problemas de uso y manejo del área.

Actualmente se desarrollan diversos estudios, a través de los siguientes proyectos de investigación:

“Caracterización Ecológica del Sistema Arrecifal Coralino de Akumal, Caribe Mexicano” (LIE/CBS/UAMI, 2001-2002), “Ecología y Evaluación de las comunidades y Poblaciones de peces en sistemas arrecifales Coralinos del Caribe Mexicano” (LIEC/CBS/UAMI, 2004-2005). La tesis de maestría forma parte de estos proyectos.

Estos proyectos han permitido obtener información sobre aspectos de la estructura y función de las comunidades de peces, así como, información detallada de las características fisicoquímicas y geológicas (Díaz-Ruiz et al; 2002) de los diferentes habitats (pastos marinos, barrera coralina, laguna asociada) de los sistemas coralinos, también información de ecología de comunidades algales (Senties, 2002), bentónicas (Barba-Macias 2000) y sobre contaminación (Díaz-Ruiz et al 2002).

Particularmente para la región del Caribe Mexicano se han realizado estudios sobre estructura comunitaria y aspectos bioecológicos en estos sistemas arrecifales, cabe citar a Álvarez-Guillen et al (1986), Fenner (1991), Díaz-Ruiz y Aguirre-León (1991, 1993), Díaz-Ruiz et al (1998, 2000, 2002) En estos estudios se han detectado con claridad las limitaciones y progresos al respecto de comunidades de alta diversidad, precisando la necesidad de estudios intensos sobre aspectos de estructura, función y biológicos particulares de poblaciones y comunidades de peces en sistemas arrecifales coralinos del caribe mexicano.

En la región de Akumal existen estudios que analizan de manera general aspectos ambientales, geomorfológicos y de estructura arrecifal, se pueden mencionar el de Goettsch (1990), Muñoz-Chagín y De la Cruz-Agüero (1993) Brush (1995). Los siguientes trabajos son referencias complementarias afines por regiones y/o con este tipo de investigaciones sobre dinámica ambiental, diversidad, abundancia (Hawkins y Roberts 2003), producción primaria, relaciones peces hábitat (Nagelkerken et al.:2001, Garpe y Öhman 2003), entre otros,

Con estos antecedentes el presente proyecto de tesis tiene relevancia, ya que son prácticamente inexistentes los trabajos de investigación que aborden de manera integral aspectos de ecología básica en ecosistemas y comunidades de arrecifes coralinos. La poca información respecto principalmente sobre los ecosistemas arrecifales de nuestro país, justifica el presente proyecto, puesto que contribuirá a la toma de decisiones sobre el ambiente, el ordenamiento y administración ecológica de usos y recursos de la zona costera. Los arrecifes de akumal son un ecosistema ecológico clave en el caribe mexicano.

OBJETIVO GENERAL

Caracterizar los aspectos de la estructura de la comunidad de peces con los procesos ambientales del sistema arrecifal. Estableciendo aquellos factores que son significativos en el comportamiento de la comunidad y su variación en espacio y tiempo. Así mismo, definir los conjuntos ictiofaunísticos y especies de importancia ecológica y/o económica.

OBJETIVOS PARTICULARES

1. Determinar espacial y temporalmente los factores bióticos y abióticos que caracterizan los hábitats del sistema arrecifal Akumal, Quintana Roo.
2. Analizar la estructura de la comunidad de peces del sistema coralino en términos de: diversidad, distribución y abundancia, discutiendo su variación en relación a la dinámica ambiental, los diferentes hábitats del sistema y meses del año.
3. Caracterizar dentro del análisis de estructura y función de las comunidades, las especies dominantes y/o de importancia económica, analizando las relaciones peces/hábitat para definir patrones de utilización del sistema arrecifal.
4. Determinar la afinidad ecológica de la comunidad de peces, definiendo grupos específicos de poblaciones y su variabilidad espacial y anual en el sistema.

HIPÓTESIS

Se ha observado que la comunidad de peces arrecifales está asociada a diferentes ambientes formados por la complejidad del sistema e interacción de los diferentes parámetros fisicoambientales. De manera que las especies han desarrollado diferentes estrategias o patrones de utilización de ambientes específicos de estos sistemas. Si esto es así, es posible encontrar diferencias en la estructura de la comunidad de los peces debidas a los ciclos de vida, la estructura del arrecife y de los factores ambientales, lo que permitirá establecer las

características de la estructura de la comunidad, sus mecanismos de producción y la persistencia de estos recursos ictiofaunísticos en sistemas arrecifales coralinos y sus variaciones en espacio y tiempo.

ÁREA DE ESTUDIO

El sistema Arrecifal coralino de Akumal, se localiza en la costa oriental de la Península de Yucatán frente al Mar Caribe. Se ubica entre los 20° 24' latitud norte y 87° 19' longitud oeste, en el Estado de Quintana Roo (Fig. 1). Forma parte del Sistema Arrecifal Mesoamericano que se inicia en Isla Contoy y se conecta al sur con la barrera arrecifal de Belice y Honduras. Por su ubicación tropical, el clima es cálido subhúmedo (Aw1 y Aw2). La temperatura media anual es de 27 °C y la precipitación anual de 1100 mm. La máxima temperatura se presenta en junio y julio y el mes más frío es enero.

El sistema cubre un área aproximada de 33.25 km² de ambiente costero, esta constituido por tres áreas arrecifales que varían de tamaño, distancia de la línea de costa (800-3500 m), desarrollo coralino, vientos predominantes (E-SE), circulación del agua (flujo neto S-N) y diferentes grados de protección a las actividades humanas (Fig. 1), estas tres áreas son:

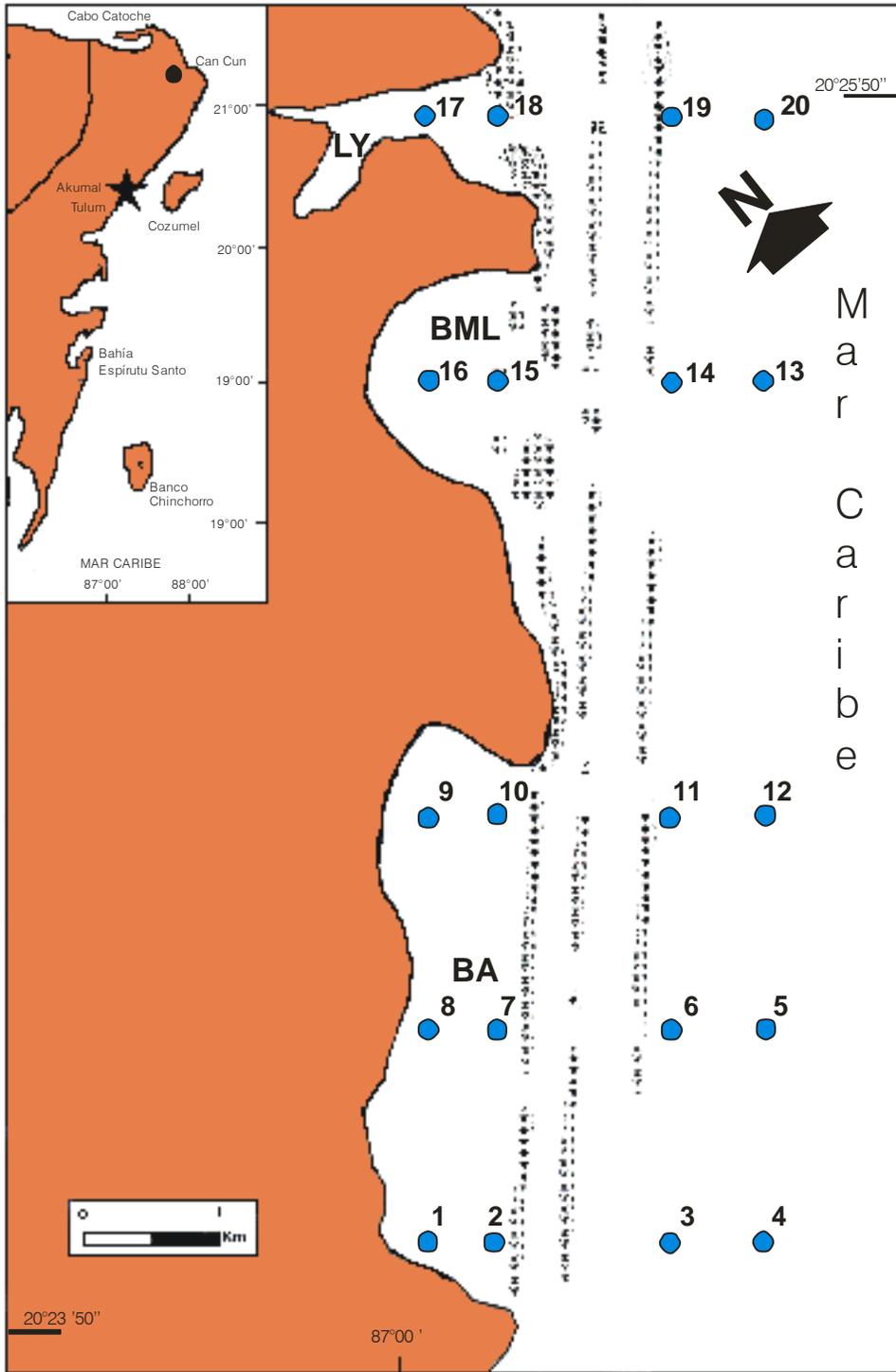


Figura 1. Ubicación geográfica, características fisiográficos y estaciones de muestreo. Bahía Akumal (BA), Bahía Media Luna (BML) y Laguna Yalku (LY) del sistema arrecifal coralino de Akumal, Quintana Roo.

1) Con una laguna de 4.0 km de longitud y de 100 a 800 m de la línea de costa a la cresta del arrecife y profundidad promedio de 3m. Está cubierta con arenas y grandes extensiones de pastos marinos (*Thalassia testudinum*), presenta importantes corales aislados, la parte frontal y la pendiente arrecifal están cubiertas por grupos mixtos de corales alcionarios y escleractinios y áreas bajas formando canales de arena.

2) Con una laguna de de 1.5 Km. de longitud, ancho de 800 m y una profundidad promedio de 2.0 m. Presenta sustrato arenoso, rocoso y parches de pastos marinos (*Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme*), microalgas y gorgonias. El arrecife posterior, la cresta, el frente y la pendiente arrecifal presentan ambientes que varían desde extensas zonas cubiertas de corales escleractinios a zonas de algas, gorgonias y esponjas incrustantes.

3) Es el área más pequeña, aunque no menos importante ya que presenta un significativo aporte de agua dulce, presenta una longitud de 800 m, de ancho y de 1.5 Km. de largo, un sustrato limo-arenoso y áreas rocosas cubiertas de algas y ocasionalmente pastos marinos, a una profundidad promedio de 1.5 m.

El sistema arrecifal Akumal ha sido descrito en su fisiografía por diversos autores desde el punto de vista del ambiente, desde homogéneo, hasta con diferentes sistemas. El sistema arrecifal Akumal es de tipo bordeante presenta cinco divisiones con base en su geomorfología, razgos físicos y biológicos del mismo. (Fig. 2). Estas divisiones son: 1) laguna arrecifal comprendida entre la línea de costa y las primeras formaciones coralinas en forma masiva, esta cubierta por pastos marinos y presencia de microalgas, algunos cabezos pequeños de coral y presencia de arena muy fina, 2) arrecife posterior: esta zona presenta generalmente una

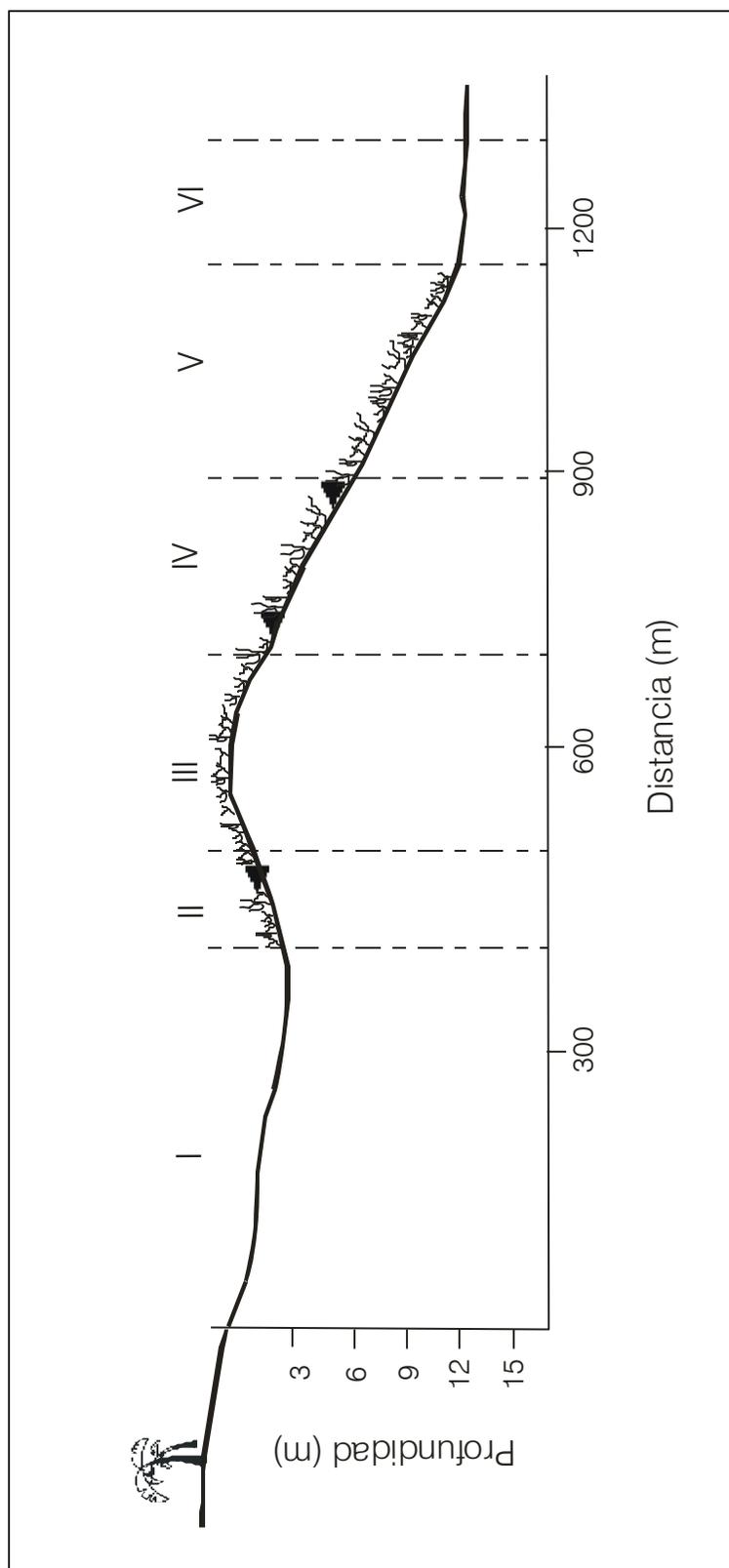


Figura 2. Se muestra el Perfil del Sistema Arrecifal de Akumal, Quintana Roo. En donde se muestran las diferentes zonas del sistema. I. Laguna Arrecifal; II. Arrecife Posterior; III. Barrera Arrecifal; IV. Arrecife Frontal; V. Pendiente Arrecifal y VI. Borde Arrecifal.

profundidad somera (1.5 m), con arrecifes poco elevados, se caracteriza por una gran cantidad de corales y extensas áreas de pastos marinos en una profundidad de 2 m, 3) barrera arrecifal, es una área somera que en ocasiones deja de estar cubierta por el vaivén de las olas, esta es el área en donde se presenta la mayor dinámica y energía generada por el oleaje el tipo de sustrato es rocoso cubierto por corales cuya elevación esta limitada por la columna de agua. 4) arrecife frontal: se encuentra en sotavento en donde rompen las olas, observando una pendiente poco pronunciada hacia mar abierto alcanzando los 50 m de profundidad, esta es una de las áreas arrecifales con una máxima complejidad arrecifal y biodiversidad (que no ha sido cuantificada del todo), 5) pendiente arrecifal: en esta zona se presentan las mayores complejidades arrecifales junto con la barrera arrecifal, en donde se puede percibir la mayor diversidad orgánica e inorgánica, la profundidad promedio es de 15 m, en la que se observan corales de grandes extensiones y alturas, en esta área podemos encontrar grandes islas arrecifales divididas por canales de arena gruesa. Por último el 6) borde arrecifal también llamada “pared” ubicada más allá de los 60 m de profundidad, es la más profunda en donde se pueden observar enormes organismos vivos.

La zonación que se presenta en este estudio es netamente convencional y cada autor la modifica según sus condiciones de muestreo, no son finitas, ya que el ambiente es continuo desde la línea de costa hasta la pared arrecifal (Aguilar *et al.*, 1997, Jordán 1993, Núñez-Lara 1993, Díaz-Ruiz 1993).

Amplios detalles de esta síntesis se pueden encontrar en los trabajos de Díaz-Ruiz *et al* (2002), Jordan (1993), Muñoz-Chagin y De la Cruz-Agüero (1993)

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño de Muestreo

Se realizaron salidas bimensuales de febrero a diciembre del 2001. Se utilizó la técnica de transectos lineales para el conteo de peces y evaluación de parámetros ambientales. Asimismo se precisaron cinco perfiles imaginarios perpendiculares a la línea de costa abarcando al sistema arrecifal. Con una ecosonda Furuno Mark III y una ecosonda Wide View para fondos someros, se ubicaron geográficamente con un posicionador de satélite portátil (Trimble Navigator) A lo largo de cada perfil se tendieron cuatro transectos paralelos a la costa de 100 m de largo por cuatro metros de ancho (400 m²). Se registró el número de individuos de las especies de peces identificadas, utilizando censos visuales (Sale y Sharp 1983). Los censos visuales se realizaron por los mismos buzos para evitar el sesgo en las estimaciones. El área del censo visual es completado un tiempo promedio de 25 minutos, manteniendo un rumbo continuo, siguiendo las estructuras coralinas lo más cerca posible para la identificación de los individuos pequeños y crípticos. Se empleó buceo SCUBA en los sitios profundos (>3.0 m) y buceo libre en los sitios someros. Las observaciones en cada transecto se apoyaron con el uso de video y cámara submarina.

Determinación taxonómica de los peces

El análisis de la composición de la comunidad de peces se basó en el registro total de cada censo visual efectuado en seis (6) meses de muestreo en la región durante el año 2001. La identificación taxonómica de los peces se realizó empleando literatura básica y específica del

Atlántico y Mar Caribe, principalmente los trabajos de Fischer (1978), Randall (1983), Böhlke y Chaplin (1993), Heemstra y Randall (1993), Cervigón (1991-1994), Froese y Pauly (2004). El orden sistemático se basó en el criterio de Greenwood *et al.*, (1966, 1967) modificado por Nelson (1994). Así como con el empleo de video y fotografías de peces del sistema. Asimismo, se utilizaron ejemplares capturados y depositados en el Laboratorio de Ictiología y Ecología Costera del Departamento de Hidrobiología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, para comprobar las características taxonómicas de las especies registradas.

En cada transecto utilizado como referencia para el conteo de peces, se efectuaron mediciones de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH de la columna de agua con un medidor de calidad de agua YSI 3800, calibrado de acuerdo a las técnicas de APHA. La profundidad fue registrada por la computadora de buceo a lo largo del transecto y una ecosonda para bajos fondos. La complejidad topográfica se describió con base en la escala cualitativa de seis puntos propuesta por Polunin y Roberts (1993) a) plano, b) relieve bajo y extendido c) semiplano, relieve bajo intermitente, d) moderadamente complejo, con algunos parches y colonias coralinas pequeñas e) complejo, con numerosas cuevas y fisuras, f) extremadamente complejo, con extensa cobertura de coral, quebrados y cantiles. Así mismo se obtuvo el porcentaje de cobertura de: pastos, algas, con un cuadrante de 30 x 30 cm, gorgonáceas, rocas, sedimentos (arenosos y limosos) con una draga Van Bean de tres litros de capacidad y de crecimiento coralino (masivos, ramosos e incrustante), (Polunin y Robert 1993, Brower y Zar 1977, Sokal y Rohlf 1981). Cada una de estas variables estuvieron basadas en análisis de videos y fotografías del sistema en estudio.

Procesamiento de Datos en el Laboratorio y Análisis Estadístico

Para el análisis de los datos ambientales fue generada una matriz que contiene información de las variables ambientales (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, coberturas etc.). Las variables están contenidas en las columnas mientras que las observaciones por estación, transecto y mes están en las filas (Anexo A).

La utilización de pruebas estadísticas paramétricas se determinó de acuerdo al cumplimiento de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas (homoscedasticidad). Para la determinación de la normalidad se llevó a cabo la prueba de Omnibus de Agostino-Person y para la homoscedasticidad se utilizó la prueba modificada de Levene, (ambas al 95%). En los casos en que no se cumpliera con alguno de estos supuestos se aplicó a los datos una transformación logarítmica ($\log_e (X+1)$), la cual cambia la escala y con esto la distribución, pretendiendo con ello acercarla a la distribución normal (Zar 1996; Krebs 1999). No obstante, si aun no se cumplían los supuestos, se aplicaron estadísticos equivalentes no paramétricos

Si se cumplía con la igualdad de varianzas entonces se utilizó análisis de varianza (ANDEVA) y si en este se observaban diferencias significativas entonces se realizó un análisis de comparaciones múltiples de Tukey.

Si no se cumplía con la igualdad de varianzas entonces se utilizó una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (Sokal y Rohlf 1981) y si esta presentaba diferencias entre los ambientes

propuesto entonces, se utilizó una prueba de comparación múltiple de Kruskal-Wallis de valores Z.

A cada uno de los parámetros ambientales salinidad, temperatura, oxígeno disuelto y pH se les aplicó el anterior análisis teniéndose las siguientes observaciones de dicho análisis.

Ambiente Arrecifal

A partir de los datos de las variables ambientales de los diferentes estratos del sistema se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) (Sokal y Rohlf 1981, Zar 1999) considerando los promedios mensuales. A partir de estos resultados se pudieron definir las variables ambientales que separan las zonas. Asimismo, para las estimaciones de cobertura y complejidad topográfica además de los censos visuales *in situ*, se realizó un análisis de los videos obtenidos en cada transecto por medio de los cuales se calculó el porcentaje de cobertura en función de la presencia de los diferentes tipos de sustrato, formas de vida, y relieve topográfico.

Para evaluar la posible formación de ambientes se utilizo los análisis de conglomerados (cluster), debido a que es una técnica analítica para desarrollar subgrupos discretos representativos de ambientes u objetos, el objetivo de este análisis fue clasificar una muestra de entidades en un numero pequeño de grupos mutuamente excluyentes basados en similitudes entre las entidades. Este agrupamiento de conglomerados se grafica de manera jerárquica para

conformar un dendrograma. La afinidad entre las muestras, el método de agrupación utilizado fue el de varianza mínima, ya que permite visualizar mejor los grupos formados (Zar 1999).

El análisis se realizó con base en los datos originales y promedios de los sitios de muestreo, indicando la similitud de acuerdo con la distancia euclidiana.

Así mismo para cuantificar las discrepancias entre los grupos se utilizó la técnica de análisis discriminante, el cual proporcionara un porcentaje de la variabilidad de los datos con base en las variables de mayor ponderación.

Los programas de cómputo que se utilizaron en este análisis fueron NCSS, STATISTICA, XLStat y MVSP .

Estructura de la comunidad

Se determinaron aquellas medidas que representan las características más cuantificables de la comunidad de peces tales como: (La riqueza específica (D) (Margalef 1969) que considera el número de especies identificadas por sitio de muestreo en la comunidad. La diversidad de especies (H'), que incluye dos factores importantes, el número de especies (riqueza de especies) y la abundancia proporcional de las especies (diversidad heterogénea) para medir la diversidad heterogénea en la literatura se sugieren dos métodos que son el de Shannon-Wiener

(H') y el otro es el índice de Simpson (1-D), los cuales están basados en la abundancia proporcional de especies y su principal objetivo es resumir la riqueza y la uniformidad en una expresión sencilla (Begon et al., 1996). Para este trabajo la diversidad fue calculada con el índice de Shannon-Wiener (Shannon y Wiener 1963, Krebs, 1999).

En los cálculos de diversidad de Shannon-Wiener frecuentemente se utiliza \log_2 , pero puede usarse cualquier base logarítmica, especialmente el logaritmo natural (\log_e) (Magurran 1988, Krebs, 1999). De este modo ha sido importante la utilización del índice de Shannon Wiener utilizando \log_e en estudios sobre la diversidad de especies en comunidades de peces (Hook 1991, Alvarez-Guillen et al., 1986, Chao 1985). La preferencia hacia este índice de diversidad, se debe principalmente a que presenta mayor sensibilidad a las especies menos abundantes, es decir, es más sensible a la riqueza de especies que a la dominancia (Segnini 1995, Lande 1996).

La equidad (E) es un parámetro que se refiere a la distribución de la abundancia entre las especies (la tendencia a la igualdad proporcional) y se obtiene a partir de la relación entre la diversidad observada H y la H_{max} (Pielou 1966).

Para el análisis de abundancia se determinó la densidad por unidad de área (ind/m^2). Los valores obtenidos en los censos visuales se dividieron entre el área de cada sitio de muestreo (400m^2).

Para la estimación de los parámetros de la comunidad fue utilizado el programa estadístico de computación “Análisis de Comunidades” (ANACOM) (De la Cruz –Agüero 1994, Ludwig y Reynolds 1988, Magurran 1989).

Una prueba de ANDEVA (Zar 1999) se realizó para comparar los valores de diversidad y abundancia registradas bimensualmente entre los parámetros ambientales y determinar si difieren significativamente entre si. Para este análisis se utilizaron los programas de cómputo STATISTICA, NCSS y XLstat.

Dominancia

La naturaleza multiespecífica de las comunidades arrecifales coralinas hizo necesario determinar las familias y especies de peces cuyos parámetros ecológicos predominen en la estructura de la comunidad.

La dominancia que implica la jerarquización y evaluación de la importancia relativa de las especies en la estructura de la comunidad, se determinó para cada una de las zonas y en una base anual a partir del Índice de Valor Biológico (IVB) propuesto por Sanders (1960). Las características del IVB se resumen como una secuencia definida de operaciones. En las que, con base en el registro de cada censo mensual se asignan valores del 20 al 1 en donde el número 20 pertenece a las especies que presentan mayor número de organismos y el uno a la especie que presenta dentro de las primeras 20 el menor número de organismos. Posteriormente se suman estos valores en los diferentes meses en los que se realizó el censo y las que obtienen mayor puntaje serán aquellas que se consideran dominantes, así mismo se consideró el índice de nicho espacial y las modificaciones realizadas al IVB (Sanders 1960, Loyola-Salinas y Escofet 1990, Castillo 1995).

Relaciones Peces/Hábitat

Para establecer las relaciones entre los hábitats y la comunidad de peces y determinar la persistencia de conjuntos de especies de peces, se empleó la asociación de los grupos de especies entre los hábitats o zonas se aplicó los índices se Asociación de Olmstead Tukey, en el cual se ubicaron los cuatro componentes comunitarios A) especies en tránsito, B) residentes, C) irregulares y D) raras. (Sokal y Rohlf 1981). Así mismo se utilizó el método de Disimilitud de Bray-Curtis (Clifford y Stepherson 1975), el cual considera las proporciones en abundancias relativas entre las especies, este método tiene un intervalo de respuesta de 0 (similar) a 1 (disímil). Los resultados son presentados en un dendrograma el cual se conformó con cada una de las densidades de cada una de las especies. (Gower 1971).

RESULTADOS

Parámetros Ambientales

Las variaciones espacio-temporales promedio de los parámetros de salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y profundidad, se resumen en la tabla uno (Tabla 1)

Salinidad

La salinidad promedio más alta del sistema, se registró en las estaciones 5 y 7 con valor de 37.1 ups, mientras que la mas baja se presentó en la estación 18 con un promedio de 23.3 ups. La salinidad promedio del agua presentó un intervalo de 35.9 ups en octubre, a 31.6 ups junio. (Tabla 1 y Fig. 3). El análisis estadístico (ANDEVA) no presentó diferencias significativas entre los meses de muestreo ($p > 0.05$). Sin embargo la prueba de Kruskal-Wallis indicó que existen diferencias significativas entre los habitats 3(3, 6, 11, 14 y 19), 4(4, 5, 12, 13 y 20) y 1(1, 8, 9, 15 y 17) (Tabla 2) .

Temperatura

La temperatura del agua presentó los valores promedio mas altos en las estaciones 6 y 10 con 28.3 °C y 28.1°C respectivamente, mientras que los mas bajos en las estaciones 19 y 20 con un promedio de 23.0 °C. En los meses de estudio la temperatura promedio fue mayor en octubre con 29.5 °C y un mínimo en febrero con 26.3°C. (Tabla 1 y Fig. 3) El ANDEVA no indico diferencias significativas entre los meses analizados (Tabla 2).

Oxígeno Disuelto

El oxígeno disuelto tuvo su valor promedio más alto en la estación 3 con 5.1 mg/l y el más bajo en la estación 19, con 3.6 mg/l. En el año el valor promedio más alto fue registrado en febrero con 6.28 mg/l el más bajo en diciembre con 2.97 mg/l (Tabla 1 y Fig. 4). El ANDEVA indicó diferencias significativas entre los meses analizados ($p < 0.05$) mientras que la prueba de Tukey señaló que solo fueron en los meses febrero, junio y agosto. El análisis de comparaciones múltiples mostró diferencias entre los estratos 1(1, 8, 9, 16 y 17)-3(3, 6, 11, 14 y 19), 2(2, 7, 10, 15, 18) -1(1, 8, 9, 16 y 17), 3(3, 6, 11, 14 y 19) y 3(3, 6, 11, 14 y 19)-2(2, 7, 10, 15, 18) (Tabla 2).

Profundidad

La profundidad máxima promedio de la columna de agua, del sistema se registró en la estación 5 con un promedio de 13.7 m, mientras que la mínima se presentó en la estación 16 con 1.7 m. La profundidad promedio mensual del agua presentó un intervalo de 2.1 m en junio a 5.7 m en febrero. (Tabla 1 y Fig. 3) El ANDEVA no indicó diferencias significativas entre los meses analizados, mientras que la prueba de Kruskal-Wallis señaló que las diferencias se presentaron entre 1(1, 8, 9, 16 y 17)- 2(2, 7, 10, 15, 18), 3(3, 6, 11, 14 y 19) y 4(4, 5, 12, 13 y 20); 2(2, 7, 10, 15, 18)-4(4, 5, 12, 13 y 20); 3(3, 6, 11, 14 y 19)-1(1, 8, 9, 16 y 17), 4(4, 5, 12, 13 y 20); y 4(4, 5, 12, 13 y 20)-1(1, 8, 9, 16 y 17), 2(2, 7, 10, 15, 18) y 3(3, 6, 11, 14 y 19) (Tabla 2).

TABLA 1. SE MUESTRAN LOS PROMEDIOS DE LAS VARIABLES FISICOQUIMICAS DEL SISTEMA ARRECIFAL AKUMAL QUINTANA ROO.

Estaciones	UPS	°C	O ₂ mg/l	Z
E1	34.5	27.6	4.9	2.9
E2	36.0	27.6	4.6	3.7
E3	36.7	27.6	5.1	4.7
E4	36.4	27.5	4.9	12.5
E5	37.1	27.7	4.5	13.7
E6	37.0	28.3	4.6	3.2
E7	37.1	28.0	4.5	2.7
E8	36.9	27.9	4.6	2.8
E9	36.6	27.9	4.5	1.9
E10	37.0	28.1	4.3	3.4
E11	37.1	27.9	4.6	3.3
E12	36.9	27.8	4.3	12.5
E13	36.6	27.2	4.5	12.1
E14	36.9	27.6	4.6	2.7
E15	37.0	28.0	4.3	2.9
E16	36.9	27.6	4.6	1.7
E17	24.0	27.2	4.5	2.3
E18	23.3	27.2	3.9	2.3
E19	30.7	23.0	3.6	3.0
E20	30.5	22.9	3.9	10.3

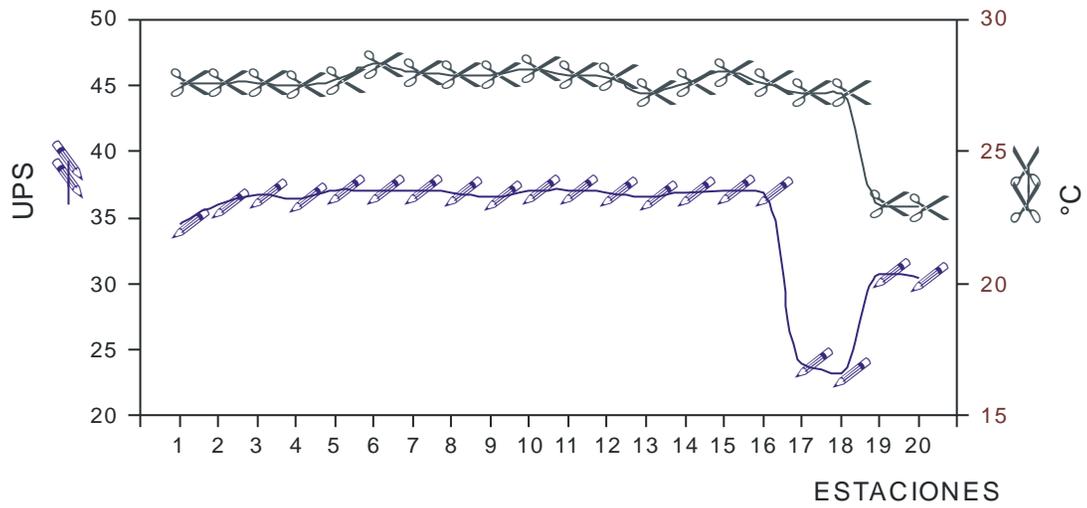


Figura. 3. Variación de los parámetros fisicoquímicos del Sistema Arrecifal de Akumal, salinidad (ups') y temperatura (°C).

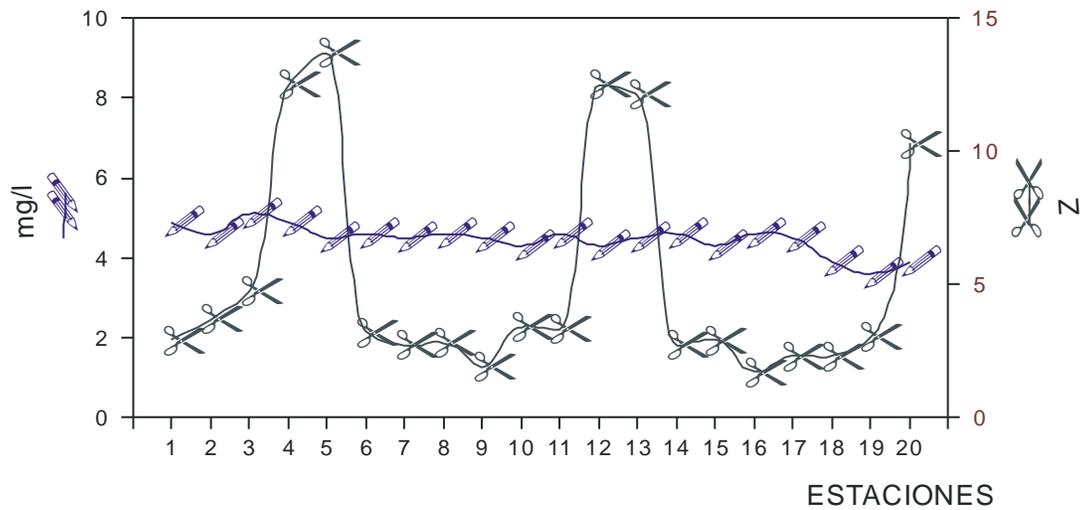


Figura. 4. Variación de los parámetros fisicoquímicos del Sistema Arrecifal de Akumal, oxígeno disuelto (mg/l) y profundidad (Z).

Análisis de Clúster de parámetros físico-químicos

Clusters mensuales

Se compararon los valores de las variables fisicoquímicas de las localidades de muestreo entre los meses estudiados para definir hábitats en el sistema coralino Akumal. Los resultados observados permiten distinguir en general para todos los meses, a tres grupos o ambientes caracterizados por su nivel de afinidad, que permiten identificar un evidente gradiente físico-ambiental en el sistema, relacionado con la salinidad, oxígeno, temperatura, profundidad, coberturas de pastos y corales en general.

El grupo uno formado por las estaciones 17 y 18 (Figs. 5-10) se caracteriza por presentar valores promedio de salinidad de 23.5 ups, temperatura 27.2 °C, oxígeno disuelto 3.8 g/l, asimismo el área presenta profundidades someras de 2.3m, fondo suave con sedimentos limo-arenosos (65%), y raíces de manglar, parches de *Thalassia testudinum*.

Un segundo grupo de cinco estaciones (Fig. 5-10) presentó valores promedio de salinidad de 35.5 ups, temperatura 26.6°C, oxígeno disuelto 4.4 mg/l y profundidad de 12.2 m.

Este grupo está representado por características de afinidad relacionadas principalmente por la profundidad, que a su vez influye en otras características como el tipo de sustrato que fue de tipo rocoso, con sedimentos arenosos, un relieve topográfico moderadamente complejo a muy complejo en el además se encontraron gorgonidos y macroalgas carnosas.

El grupo tres constituido por el resto de las estaciones (Figs. 5-10). Dentro de este grupo se observan subgrupos que permiten distinguir en general dos ambientes caracterizados por su

nivel de afinidad: 1) las áreas de pastos marinos (*Thalassia testudinum*), con valores promedio de salinidad 34.1 ups, temperatura 27.8 °C, oxígeno disuelto 4.3 mg/l y profundidades promedio de 3.0 m, fondo suave con sedimentos arenosos, parches de coral y microalgas y 2) las áreas de la barrera arrecifal, caracterizada por la presencia de colonias mixtas de corales racemosos y masivos, un fondo principalmente rocoso y de guijarros, con relieve moderadamente complejo. Los valores promedio de salinidad, temperatura, profundidad y oxígeno disuelto son 35.7 ups, 26.9 °C , 3.4 m y 4.5 mg/l respectivamente.

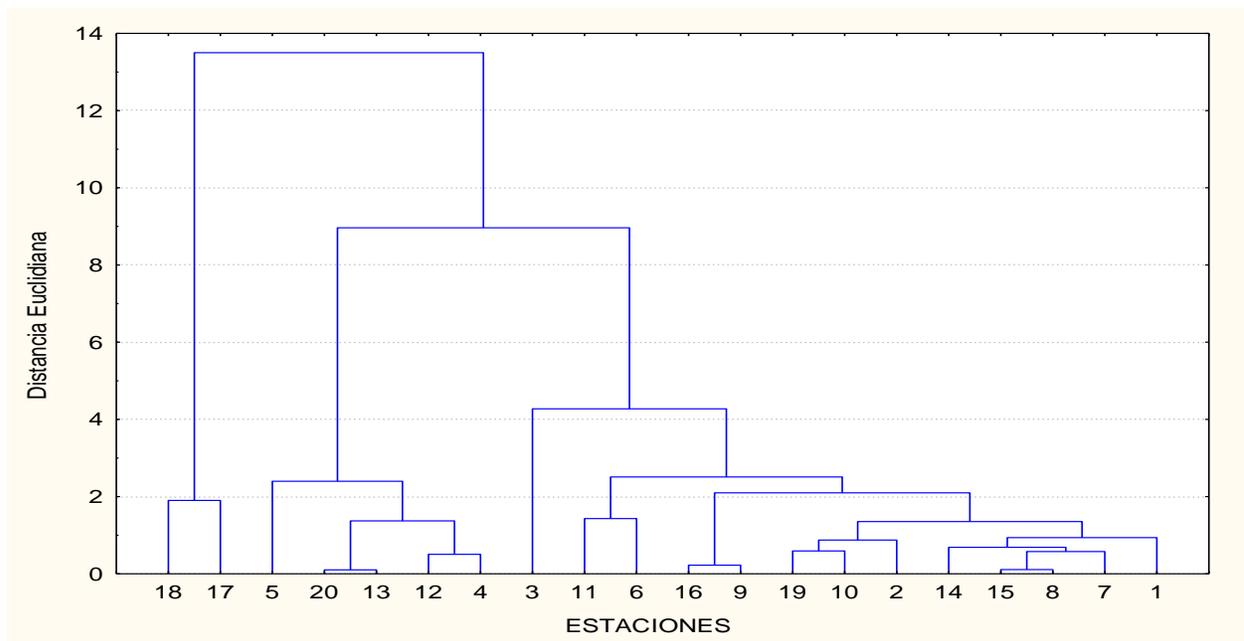


Figura 4. Análisis de clúster en donde se agrupan las variables ambientales de cada una de los sitios de muestreo por medio de distancias euclidianas con el método de promedio ponderado del mes de febrero

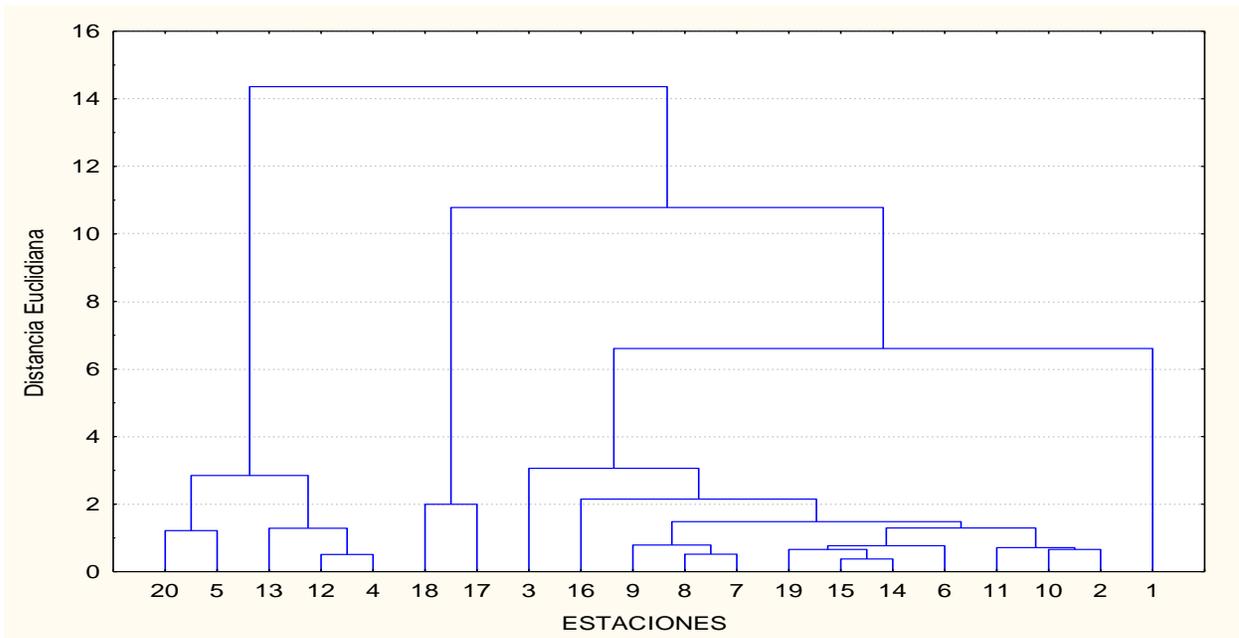


Figura 5. Análisis de clúster en donde se agrupan las variables ambientales de cada una de los sitios de muestreo por medio de distancias euclidianas con el método de promedio ponderado del mes de abril.

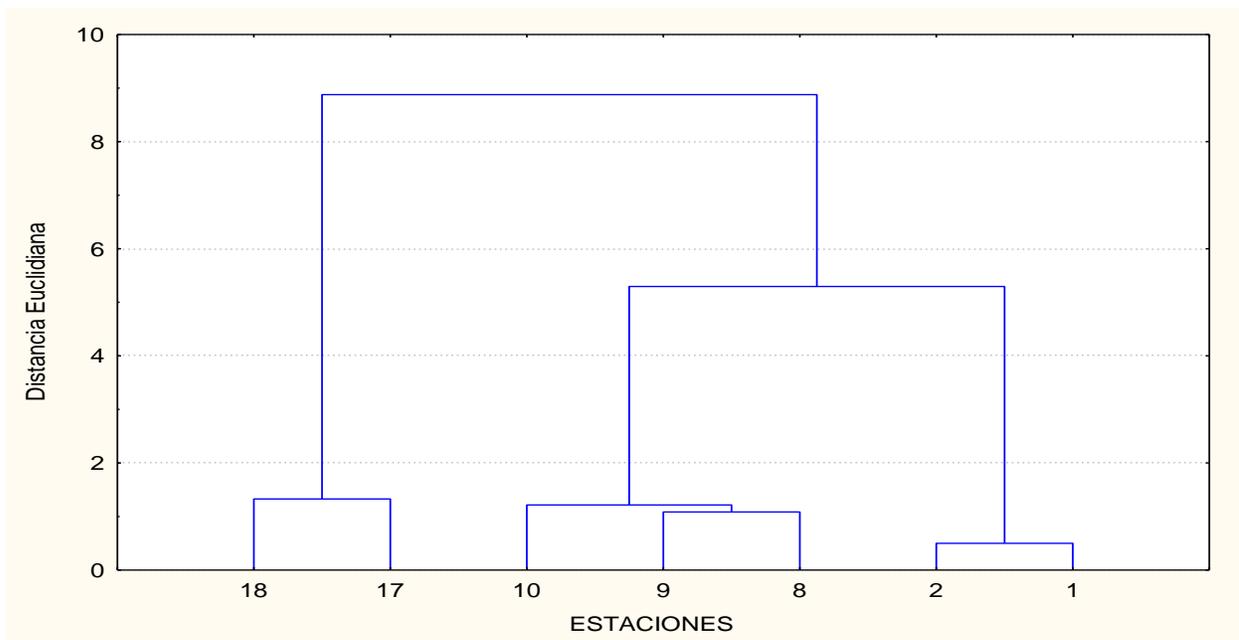


Figura 6. Análisis de clúster en donde se agrupan las variables ambientales de cada una de los sitios de muestreo por medio de distancias euclidianas por el método de promedio ponderado del mes de junio.

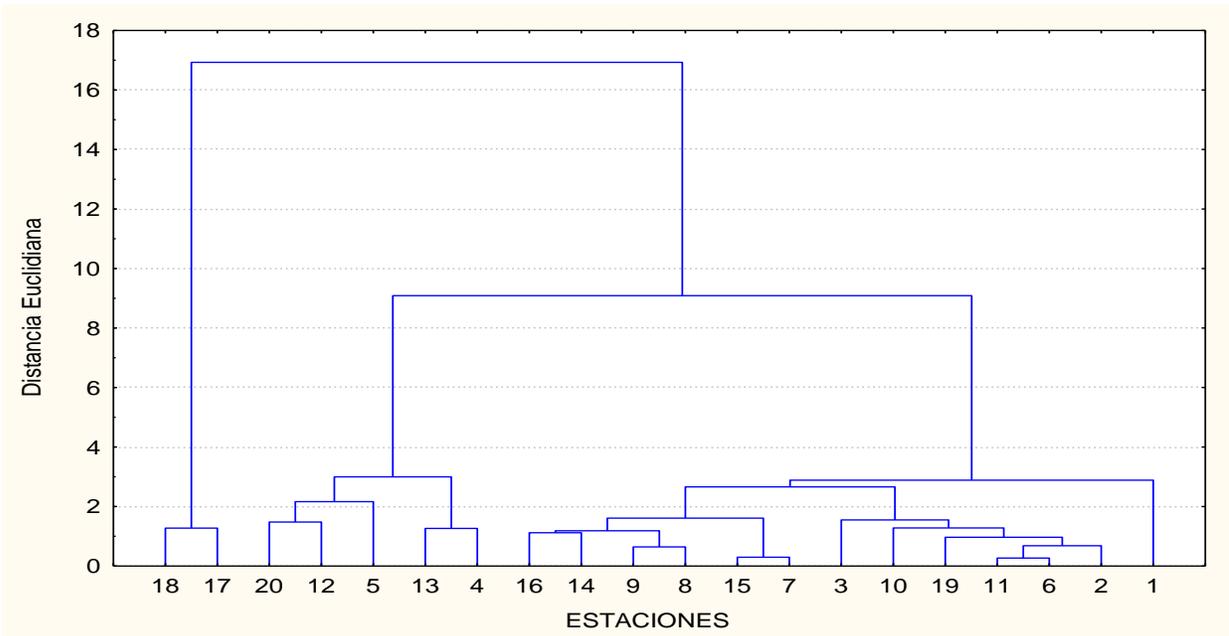


Figura 7. Análisis de clúster en donde se agrupan las variables ambientales de cada una de los sitios de muestreo por medio de distancias euclidianas con el método de promedio ponderado del mes de agosto.

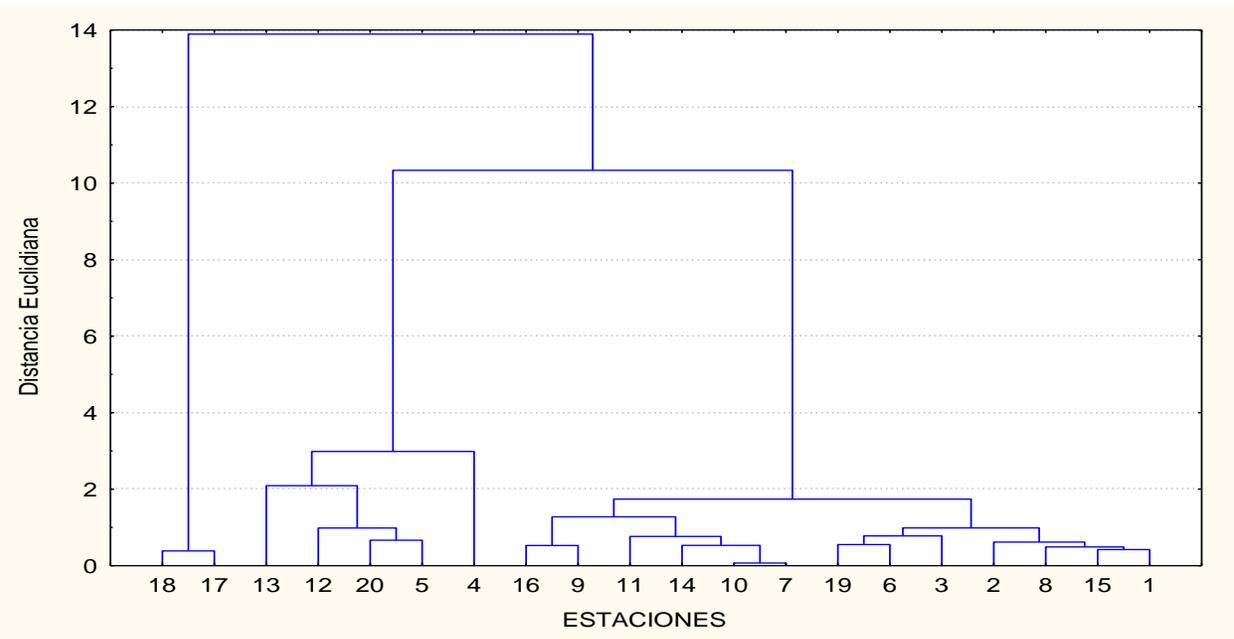


Figura 8. Análisis de clúster en donde se agrupan las variables ambientales de cada una de los sitios de muestreo por medio de distancias euclidianas con el método de promedio ponderado del mes de octubre.

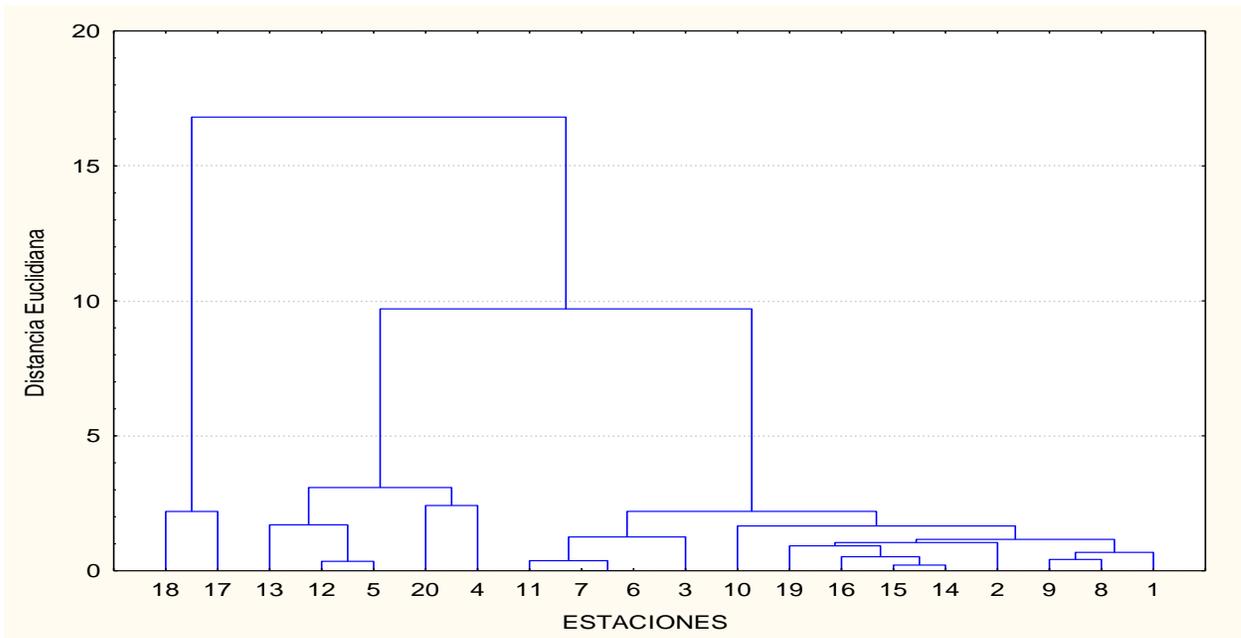


Figura 9. Análisis de clúster en donde se agrupan las variables ambientales de cada una de los sitios de muestreo por medio de distancias euclidianas con el método de promedio ponderado del mes de diciembre.

Clúster anual

En este análisis de cluster anual (Fig. 11) a diferencia de los mensuales se observan cuatro grupos diferenciados: 1) el primer grupo esta conformado por las estaciones 4, 5, 12, 13 y 20, cuyas características de afinidad en su valor promedio fueron la salinidad con 30.6 ups, temperatura de 22.9 °C, oxígeno disuelto 4.04 mg/l, y una profundidad de 10.5 m, este grupo de estaciones es el mas retirado de la línea de costa, fondo de tipo rocoso-arenoso, la presencia de gorgonaceos y corales incrustantes fue evidente en esta zona, algas carnosas, relieve topográfico muy complejo.

2) el segundo grupo (Fig. 11)esta conformado por las estaciones 17 y 18 cuyas afinidades entre estaciones están reflejadas en los promedios; salinidad 23.6 ups, temperatura de 27.2 °C, oxígeno disuelto 4.2 mg/l. el tipo de fondo que se encuentra en este grupo de estaciones es de tipo limoso-arenoso con una densidad de corales muy bajo, pero no así para las algas carnosas que cubren manchones de rocas. Una característica más es su relieve bajo y extendido con algunos parches rocosos principalmente en la boca de Yalkú.

3) El tercer grupo conformado por las estaciones 2, 6,7, 10, 15 y 19 principalmente, presentan asociaciones dadas por sus promedios de salinidad 33.0 ups, temperatura 25.1°C, oxígeno disuelto 4.2 mg/l y una profundidad de 2.6 m. el fondo que prevalece en esta área es principalmente arenoso, con gorgonidos y corales incrustantes, así como algas carnosas y pastos marinos principalmente, estas características le confieren un relieve topográfico muy complejo.

4) El último grupo de este cluster esta formado por las estaciones 1, 3, 8, 9, 11, 14 y 16, cuyas características de grupo son presentadas por sus valores promedios. salinidad 29.7 ups, temperatura de 23.7 °C, oxígeno disuelto 3.8 mg/l, y una profundidad de 7 m, son después del grupo 1 los más alejados de la línea de costa con aproximadamente 525m, el tipo de fondo que se encuentra en esta área es de tipo rocoso principalmente, con gorgonáceos, algas carnosas y corales incrustantes, por lo que su relieve topográfico es muy complejo.

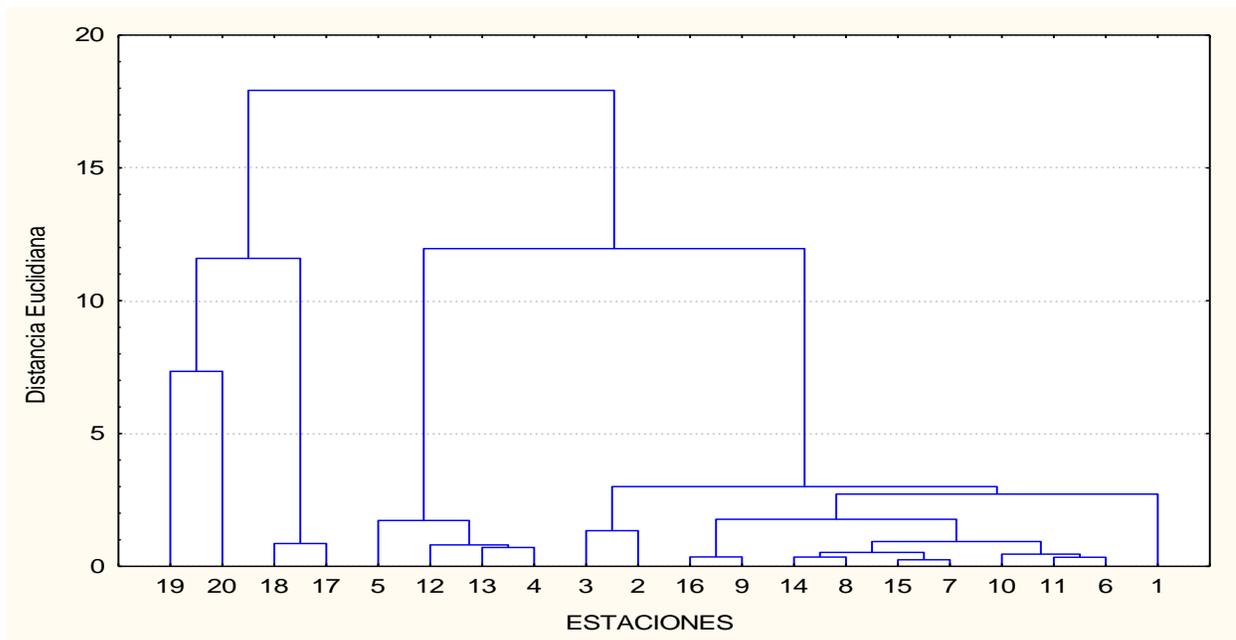


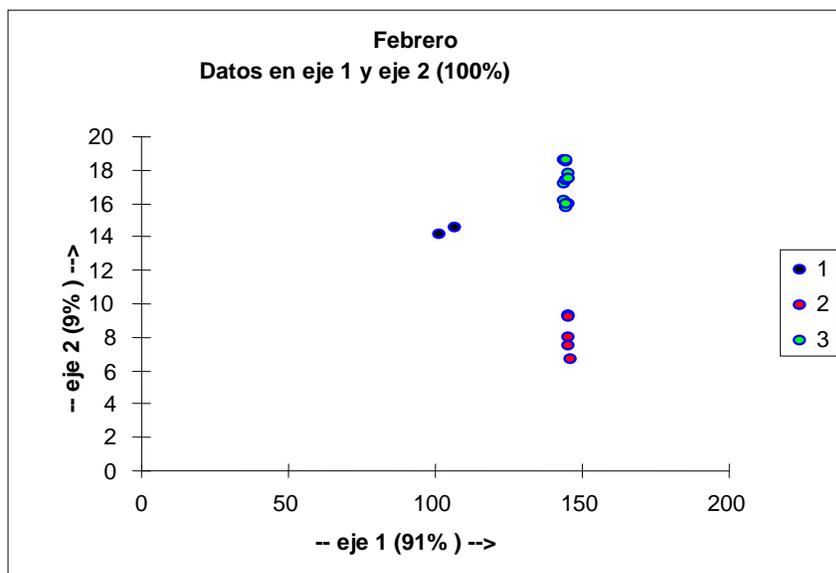
Figura 10. Análisis de clúster de los promedios anuales de los parámetros fisicoquímicos de cada una de los sitios de muestreo por medio de distancias euclidianas con el método de promedio ponderado. PROMEDIOS.

Análisis Discriminante De Parámetros Fisicoquímicos

Con base en este análisis fueron cuantificadas las variables físico-ambientales que permitieron separar a los diferentes habitats. En el presente estudio se pudieron observar la formación de tres grupos en donde los ejes uno y dos explicaron el 100% de la variabilidad de las variables físicas ambientales de los meses estudiados (Figuras 12-17).

Estos grupos están formados de la siguiente manera: 1) El primero está conformado por las estaciones 17 y 18, en donde la salinidad fue una de las principales variables, también se encuentran variables como son el tipo de sedimento limo-arenoso, algas incrustadas en manchones de rocas, por las que se discrimina de las demás estaciones,. 2) este segundo grupo está conformado por las estaciones 4, 5, 12, 13 y 20 en donde la variable principal que discrimina a este grupo fue la profundidad, así como la complejidad arrecifal. Por último el grupo 3) cuyas estaciones son el resto de los sitios muestreados, que son: 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15, 18 y 19 cuya característica principal son pertenecer a la barrera arrecifal en donde encontramos una gran complejidad arrecifal, baja profundidad y una dinámica ambiental importante. Estos grupos se ven reflejados en cada uno de los diferentes meses estudiados como se observa en las figuras 00 a 00. La separación de grupos está dada por los ejes uno y dos en donde ambos explican el 100% ($p < .05$, con lambdas de Wilks estadísticamente significativas, y sin rearrreglos en los grupos propuestos) de la variabilidad ambiental de los grupos y meses estudiados (Figuras 12-17).

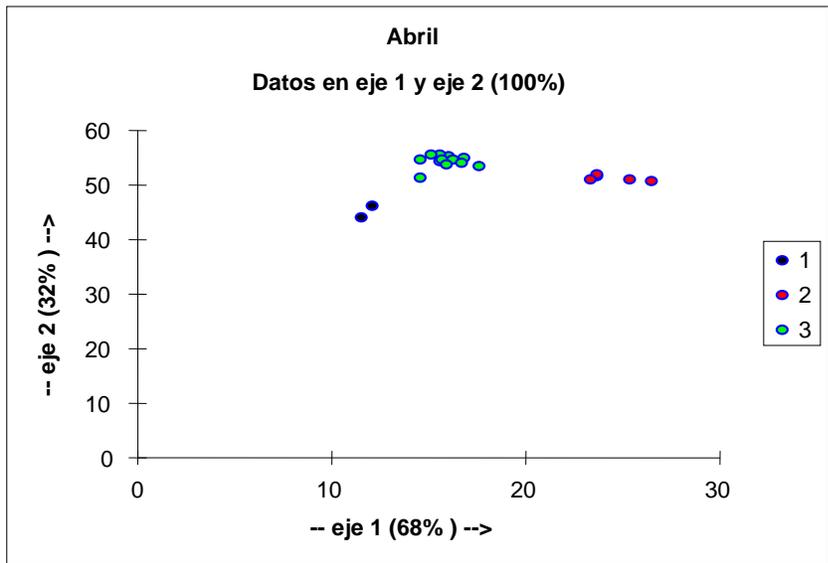
En contraste a los análisis discriminantes mensuales, en el anual se observan cinco grupos diferenciados de la siguiente manera: 1) el primero está compuesto por las estaciones 1, 8, 9 y 16, estas estaciones están asociadas por características que comparten en común como ser aquellas que están más cerca de la línea de costa, están en la laguna arrecifal, que contiene a su vez extensiones importantes de pastos marinos, manchones de corales y profundidades someras ($< 2\text{m}$). 2) este grupo está constituido por las estaciones 2, 7, 10 y 15 que representan a las estaciones de la barrera arrecifal en la parte interior de la laguna, en donde podemos



Probabilidad de rechazar los supuestos de distancia no-significante entre los grupos: **febrero**
(Prueba de Fisher con NDF = 4 y DDF = n1+n2 -3)

	1	2	3
1	1.0000	0.0016	0.0001
2	0.0016	1.0000	0.0001
3	0.0001	0.0001	1.0000

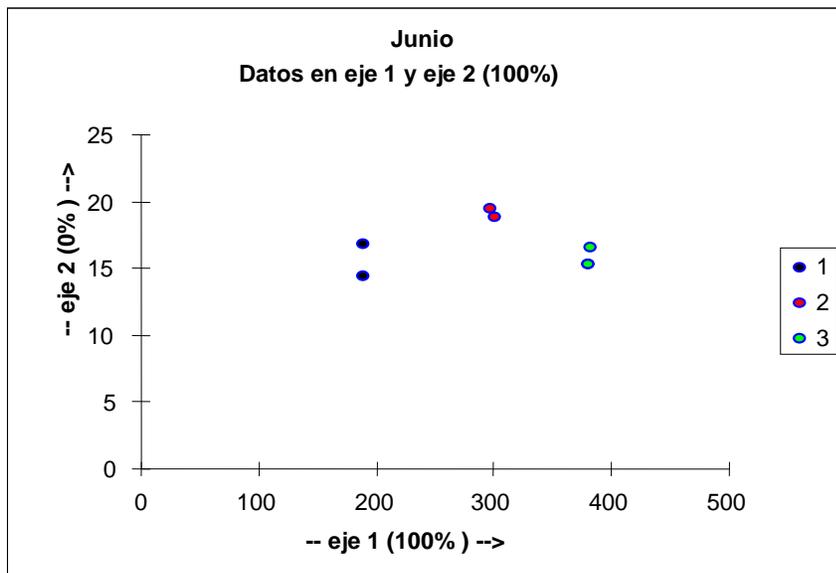
Fig. 12 Análisis discriminante en donde se observan las agrupaciones de las variables fisicoquímicas de cada una de los sitios de muestreo, así como, la tabla de valores de F del mes de febrero.



Probabilidad de rechazar los supuestos de distancia
no-significante entre los grupos: **abril**
(Prueba de Fisher con NDF = 4 y DDF = n1+n2-3)

	1	2	3
1	1.0000	0.0139	0.0001
2	0.0139	1.0000	0.0001
3	0.0001	0.0001	1.0000

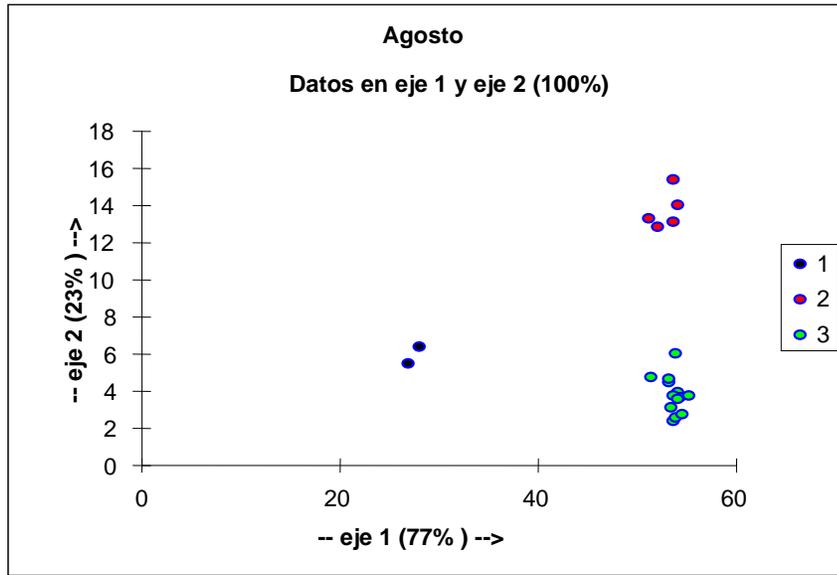
Fig. 13 Análisis discriminante en donde se observan las agrupaciones de las variables fisicoquímicas de cada una de los sitios de muestreo, así como, la tabla de valores de F del mes de abril.



Probabilidad de rechazar los supuestos de distancia
no-significante entre los grupos: **junio**
(Prueba de Fisher con NDF = 4 y DDF = $n_1+n_2 - 3$)

	1	2	3
1	1.0000	No computable	No computable
2	No computable	1.0000	No computable
3	No computable	No computable	1.0000

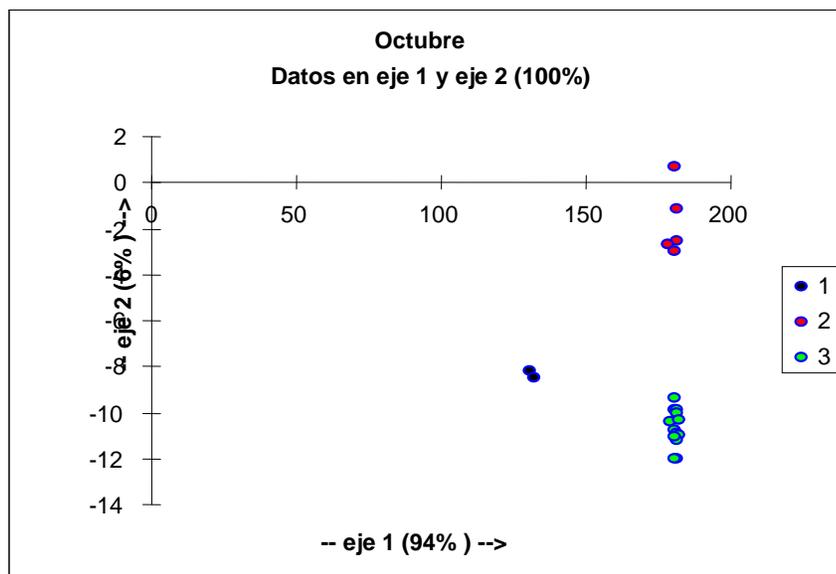
Fig. 14 Análisis discriminante en donde se observan las agrupaciones de las variables fisicoquímicas de cada una de los sitios de muestreo, así como, la tabla de valores de F del mes de junio.



Probabilidad de rechazar los supuestos de distancia
no-significante entre los grupos: **agosto**
(Prueba de Fisher con NDF = 4 y DDF = n1+n2 - 3)

	1	2	3
1	1.0000	0.0039	0.0001
2	0.0039	1.0000	0.0001
3	0.0001	0.0001	1.0000

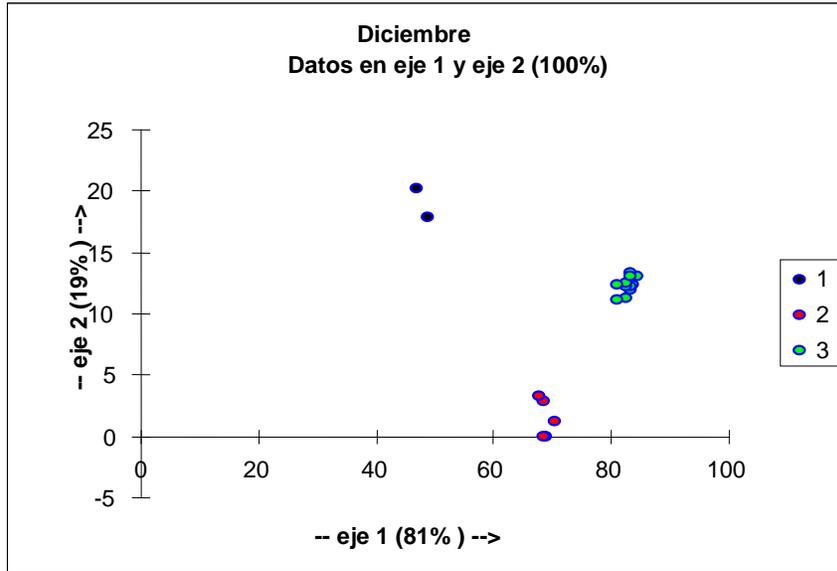
Fig. 15 Análisis discriminante en donde se observan las agrupaciones de las variables fisicoquímicas de cada una de los sitios de muestreo, así como, la tabla de valores de F del mes de agosto.



Probabilidad de rechazar los supuestos de distancia
no-significante entre los grupos: **octubre**
(Prueba de Fisher con NDF = 4 y DDF = n1+n2 - 3)

	1	2	3
1	1.0000	0.0011	0.0001
2	0.0011	1.0000	0.0001
3	0.0001	0.0001	1.0000

Fig. 16 Análisis discriminante en donde se observan las agrupaciones de las variables fisicoquímicas de cada una de los sitios de muestreo, así como, la tabla de valores de F del mes de octubre.

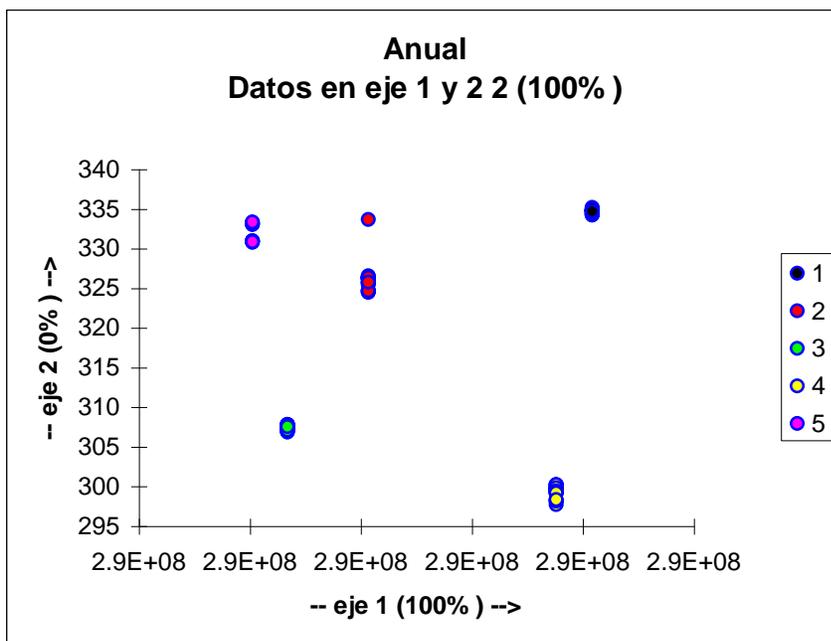


Probabilidad de rechazar los supuestos de distancia
no-significante entre los grupos : **diciembre**
(Prueba de Fisher con NDF = 4 y DDF = n1 + n2 - 3)

	1	2	3
1	1.0000	0.0037	0.0001
2	0.0037	1.0000	0.0001
3	0.0001	0.0001	1.0000

Fig. 17 Análisis discriminante en donde se observan las agrupaciones de las variables fisicoquímicas de cada una de los sitios de muestreo, así como, la tabla de valores de F del mes de diciembre.

encontrar conspicuamente rocas con algas carnosas incrustadas en ellas, pastos marinos en menor medida que en el grupo anterior, profundidades no mayores a los 4 m el grupo 3) esta comprendido por las estaciones 3, 6, 11, 14 y 19 que corresponden al arrecife exterior a la laguna arrecifal también llamado arrecife frontal, en esta área podemos encontrar una dinámica ambiental muy activa dado que el oleaje es un factor importante para la dinámica de estas estaciones, a diferencia de los ambientes anteriores aquí observamos pedacera de coral, corales muertos, guijarros, la profundidad de esta area arrecifal esta comprendida en los 3 m en promedio, que son las estaciones cuya profundidad es una variable importante que discrimina a este grupo, en este mismo podemos encontrar una mayor complejidad arrecifal en la que encontramos principalmente el siguiente grupo 4) esta constituido por las estaciones 4, 5, 12, 13 y 20 que son las estaciones que mas alejadas de la línea de costa se encuentran, como consecuencia las mas profundas del sistema estudiado, estas estaciones se discriminan de los demás grupos por tener la complejidad arrecifal mas conspicua, fondo rocoso, con corales incrustantes, gorgonidos, y algas carnosas principalmente. El ultimo grupo: 5) constituido por las estaciones 17 y 18 cuyas características principales son un ambiente mixohalino con salinidades promedio de 23.6 ups, un fondo limo-arenoso, con una gran cantidad de algas carnosas adheridas a manchones rocosos, el relieve topográfico es de tipo plano sin mayor complejidad. En este análisis el eje uno y dos explican el 100% de la variabilidad encontrada en los cinco grupos discriminados ($p < 0.05$, con lambdas de Wilks estadísticamente significativas, y sin rearrreglos en los grupos propuestos). (Fig. 18)



Probabilidad de rechazar los supuestos de distancia
no-significante entre los grupos : **anual**
(Pruueba de Fisher con NDF = 22 and DDF = n1 + n2 - 21)

	1	2	3	4	5
1	1.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
2	0.0001	1.0000	0.0001	0.0001	0.0001
3	0.0001	0.0001	1.0000	0.0001	0.0001
4	0.0001	0.0001	0.0001	1.0000	0.0001
5	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	1.0000

Fig. 18 Análisis discriminante en donde se observan las agrupaciones de las variables fisicoquímicas de cada una de los sitios de muestreo, así como, la tabla de valores de F del comportamiento anual.

Tabla 3. Se muestran los análisis de los discriminantes de los parámetros físico-ambientales del sistema arrecifal Akumal mensual y anual

MES	REARREGLOS	LAMBDA WILKS	P	EJE1 %	EJE2 %	GRUPOS
FEBRERO	NINGUNO	0.0003	p<0.05	91	9	3
ABRIL	NINGUNO	0.0044	p<0.05	68	32	3
JUNIO						3
AGOSTO	NINGUNO	0.0006	p<0.05	77	23	3
OCTUBRE	NINGUNO	0.0002	p<0.05	94	6	3
DICIEMBRE	NINGUNO	0.0002	p<0.05	81	19	3
ANUAL	NINGUNO	0.000	p<0.05	67	33	5

COMPOSICIÓN DE LA ICTIOFAUNA

Se registraron un total de 31,396 individuos pertenecientes a 112 especies de peces 62 géneros y 36 familias (Anexo B).

Para la región del caribe se han reportado 450 especies (Tilmant 1984) y en estudios realizados en arrecifes de Cozumel, México 161 especies de peces han sido reportadas (Díaz-Ruiz y Aguirre-Leon, 1993) en Puerto Morelos 169 especies de peces (Perez-Solis, 1996), Nuñez-Lara en 1998 encuentra 134 especies.

VARIACIÓN ESPACIAL DE LA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA

Febrero

Durante el mes de febrero el valor más alto de la diversidad de especies ($H' = 3.14$), se obtuvo en la estación 12 y el más bajo ($H' = 1.41$) en la estación 9, solo se presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre los estratos 2 – 1 y 3. La riqueza de especies registro el el valor mas alto ($D = 6.23$) en la estación 4, mientras que el mas bajo ($D = 2.95$) se presento en la estación 1. Presentado diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre os estratos 2 - 1 y 3. La equitatividad registro los valores máximo y mínimo en las estaciones 2 ($J = 0.92$) y 10 (0.44) respectivamente (Tabla 4, Figs. 19 y 20). No se presentaron diferencias estadísticas

entre los estratos. El mayor número de peces, 441(8.6%), se registró en la estación 9, mientras 65 individuos (1.27%) fueron registrados en la estación 2. La densidad presentó el valor más alto (1.10 ind/m²) en la estación 9, y el menor (0.16 ind/m²) en la estación 2. No se observaron diferencias estadísticas entre los estratos (Tabla 4, Figs. 19 y 20)

Abril

En el mes de abril el valor más alto de la diversidad de especies ($H'=3.26$), se obtuvo en la estación 20 mientras que el más bajo ($H'= 0.93$) en la estación 17. Las diferencias estadísticamente significativas se presentaron entre los estratos 1 – 2 y 3. La riqueza de especies registró el valor más alto ($D= 7.62$) en la estación 4, mientras que el más bajo ($D= 3.19$) se presentó en la estación 1. Las diferencias estadísticas ($p<0.05$) se presentaron entre los estratos 2 – 1 y 3. La equitatividad registró dos puntos altos ($J=0.9$) en las estaciones 13 y 20, mientras que el mínimo ($J= 0.26$) en la estación 17 (Tabla 5, Figs. 21 y 22). Solo se encontraron diferencias significativas ($p<0.05$) entre 1 – 2 y 3. El mayor número de peces, 2045(30.4%), se registró en la estación 17, mientras 43 individuos (0.64%) fueron registrados en la estación 1. La densidad presentó el valor más alto (5.11 ind/m²) en la estación 17, y el menor (0.11 ind/m²) en la estación 1. Se observaron diferencias estadísticas entre los estratos 2 – 3. (Tabla 5, Figs. 21 y 22).

TABLA 4. DISTRIBUCIÓN DE LA DIVERSIDAD, ABUNDANCIA NUMÉRICA Y FRECUENCIA DE LA COMUNIDAD DE PECES DEL SISTEMA ARRECIFAL DE AKUMAL, QUINTANA ROO, FEBRERO-2001

Especies	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	Total	N	F	
	No.	(%)	(%)																					
<i>Abudefduf saxatilis</i>	11	3	11	14		6	15	12		7	10		40	54	15	123	26	4	3	4	361	7.04	85	
<i>Acanthurus bahianus</i>	22	2	10	5	39	8	2	16	11	5	2	5	12	32	8	2	3	4	16	21	209	4.08	95	
<i>Acanthurus coeruleus</i>	5	7	6	5	9	16	21	7	1	21	20	5	14	86	16	5	3	1	31	21	297	5.79	95	
<i>Acanthurus chirurgus</i>	75	8	168	29	22	38	35	8	2	276	51	13	12	10	15	4		6	15	7	794	15.49	95	
<i>Aluterus scriptus</i>																	11				1	1	0.02	5
<i>Aulostomus maculatus</i>																					1	16	0.31	20
<i>Auostomus virginicus</i>																					1	40	0.78	60
<i>Balistes vetula</i>																					1	1	0.02	5
<i>Bodianus rufus</i>																					1	63	1.23	65
<i>Canthigaster rostrata</i>																					1	7	0.14	30
<i>Caranx bartholomaei</i>																					1	1	0.21	20
<i>Caranx ruber</i>																					1	1	0.21	20
<i>Chromis fulva</i>																					17	0.33	20	
<i>Chaetodon capistratus</i>																					4	5	0.1	15
<i>Chaetodon ocellatus</i>																					5	0.1	15	
<i>Chaetodon striatus</i>																					2	2	0.04	5
<i>Chromis cyanea</i>																					2	2	0.04	5
<i>Chromis multilineata</i>																					70	332	4.53	30
<i>Clepticus parrae</i>																					2	2	0.04	5
<i>Epinephelus guttatus</i>																					10	10	0.2	20
<i>Epinephelus adscensionis</i>																					5	15	0.29	25
<i>Gamna loreto</i>																					6	63	1.23	30
<i>Gerrus cinereus</i>																					2	2	0.04	5
<i>Heterodon flavolineatum</i>																					1	10	0.2	20
<i>Heterodon macrostomum</i>																					5	5	0.1	15
<i>Heterodon nigrum</i>																					2	6	0.12	15
<i>Heterodon plumieri</i>																					4	7	0.14	25
<i>Haemulon sciurus</i>																					2	2	0.04	5
<i>Haemulon sciurus</i>																					1	1	0.04	5
<i>Haemulon sciurus</i>																					4	70	1.37	80
<i>Haemulon sciurus</i>																					4	4	0.08	20
<i>Haemulon sciurus</i>																					6	66	1.29	35
<i>Haemulon sciurus</i>																					10	48	0.94	35
<i>Haemulon sciurus</i>																					10	63	1.23	40
<i>Haemulon sciurus</i>																					1	10	0.19	70
<i>Haemulon sciurus</i>																					2	42	0.82	15
<i>Haemulon sciurus</i>																					33	33	0.64	30
<i>Haemulon sciurus</i>																					26	26	0.51	30
<i>Haemulon sciurus</i>																					112	2.18	30	
<i>Haemulon sciurus</i>																					4	4	0.08	15
<i>Haemulon sciurus</i>																					10	10	0.2	20
<i>Haemulon sciurus</i>																					9	0.18	20	
<i>Haemulon sciurus</i>																					2	2	0.04	5
<i>Haemulon sciurus</i>																					3	3	0.06	10
<i>Haemulon sciurus</i>																					26	26	0.51	30
<i>Haemulon sciurus</i>																					1	2	0.04	10
<i>Haemulon sciurus</i>																					13	13	0.25	5
<i>Haemulon sciurus</i>																					6	92	1.79	80
<i>Haemulon sciurus</i>																					2	19	0.37	35
<i>Haemulon sciurus</i>																					2	2	0.04	10
<i>Haemulon sciurus</i>																					64	64	1.25	50
<i>Haemulon sciurus</i>																					9	9	0.16	20
<i>Haemulon sciurus</i>																					11	11	0.21	35
<i>Haemulon sciurus</i>																					14	14	0.27	45
<i>Haemulon sciurus</i>																					5	5	0.1	15
<i>Haemulon sciurus</i>																					3	16	0.31	30
<i>Haemulon sciurus</i>																					19	19	0.37	15
<i>Haemulon sciurus</i>																					66	66	1.29	30
<i>Haemulon sciurus</i>																					4	4	0.08	15
<i>Haemulon sciurus</i>																					26	26	0.51	25
<i>Haemulon sciurus</i>																					2	2	0.04	10
<i>Haemulon sciurus</i>																					44	44	0.84	95
<i>Haemulon sciurus</i>																					30	30	0.6	25
<i>Haemulon sciurus</i>																					4	4	0.08	15
<i>Haemulon sciurus</i>																					34	34	0.64	30
<i>Haemulon sciurus</i>																					4	4	0.08	15
<i>Haemulon sciurus</i>																					8	8	0.16	20
<i>Haemulon sciurus</i>																					5	5	0.1	15
<i>Haemulon sciurus</i>																					11	11	0.21	35
<i>Haemulon sciurus</i>																					3	3	0.06	10
<i>Haemulon sciurus</i>																					2	2	0.04	10
<i>Haemulon sciurus</i>																					11	11	0.21	35
<i>Haemulon sciurus</i>																					3	3	0.06	10
<i>Haemulon sciurus</i>																					1	1	0.02	5
<i>Haemulon sciurus</i>																					1	1	0.02	5
<i>Haemulon sciurus</i>																					1	1	0.02	5
<i>Haemulon sciurus</i>																					1	1	0.02	5
<i>Haemulon sciurus</i>																					1	1	0.02	5
<i>Haemulon sciurus</i>																					1	1	0.02	5
<i>Haemulon sciurus</i>																					1	1	0.02	5
<i>Haemulon sciurus</i>																					1	1	0.02	5
<i>Haemulon sciurus</i>																					1	1	0.02	5
<i>Haemulon sciurus</i>																					1	1	0.02	5
<i>Haemulon sciurus</i>																					1	1	0.02	5
<i>Haemulon sciurus</i>																					1	1	0.02	5
<i>Haemulon sciurus</i>																					1	1	0.02	5
<i>Haemulon sciurus</i>																					1	1	0.02	5
<i>Haemulon sciurus</i>																					1	1	0.02	5
<i>Haemulon sciurus</i>																					1	1	0.02	5
<i>Haemulon sciurus</i>																					1	1	0.02	5
<i>Haemulon sciurus</i>																					1	1	0.02	5
<i>Haemulon sciurus</i>																					1	1	0.02	5
<i>Haemulon sciurus</i>																								

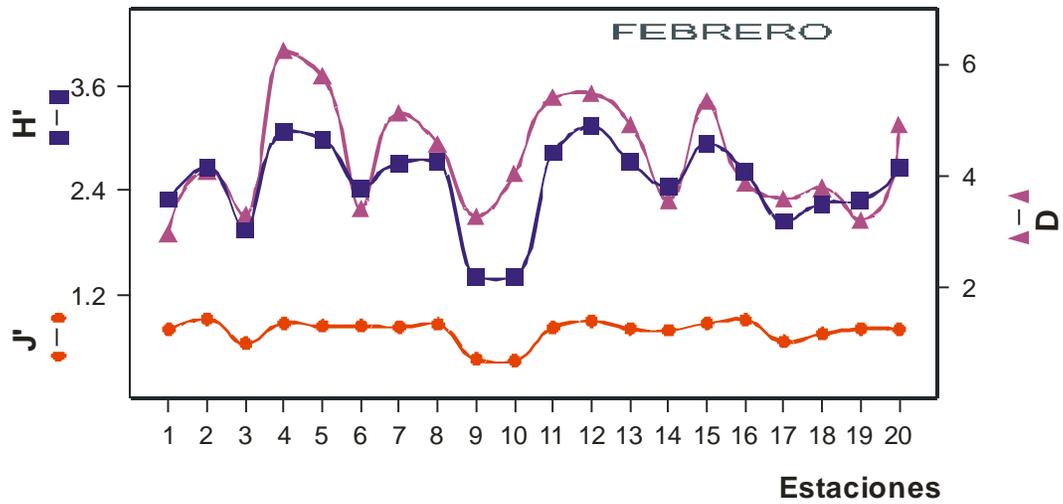


Figura. 19. Variación espacial de la comunidad de peces del Sistema Arrecifal de Akumal, diversidad numérica (H'), riqueza de especies (D) y equitatividad (J'). Febrero.

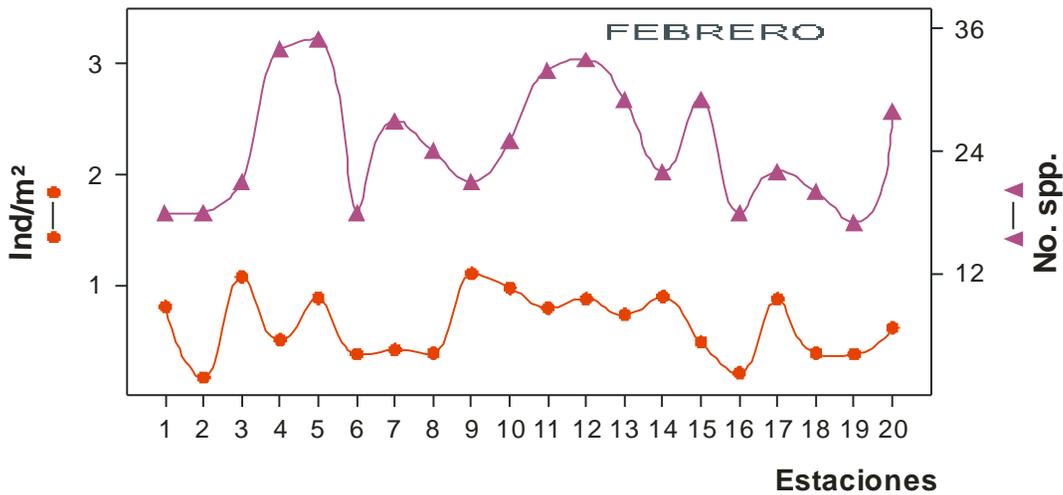


Figura. 20. Variación espacial de la abundancia de la comunidad de peces del sistema arrecifal Akumal. Densidad (Ind/m²) y número de especies (No. spp.). Febrero.

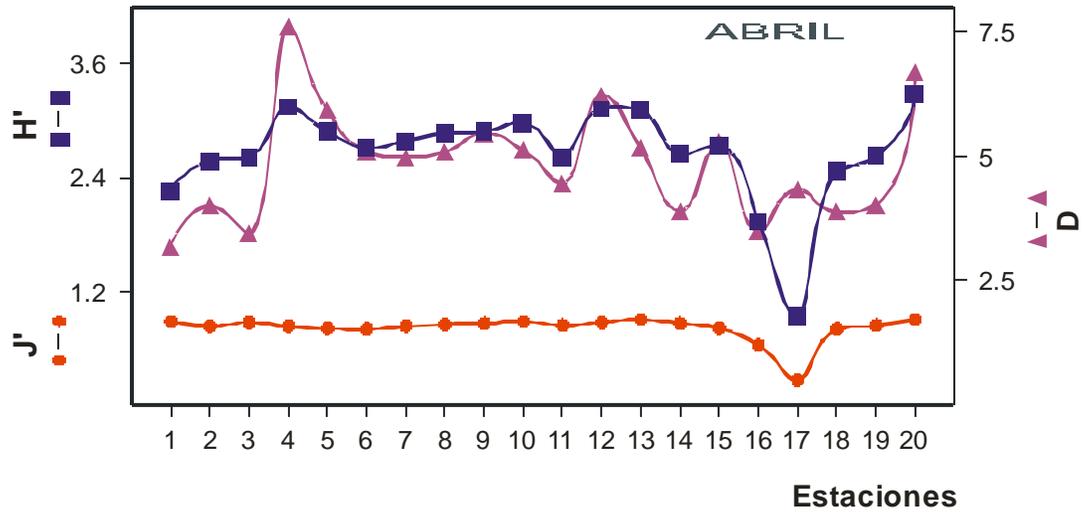


Figura. 21. Variación espacial de la comunidad de peces del Sistema Arrecifal de Akumal, diversidad numérica (H'), riqueza de especies (D) y equitatividad (J'). Abril

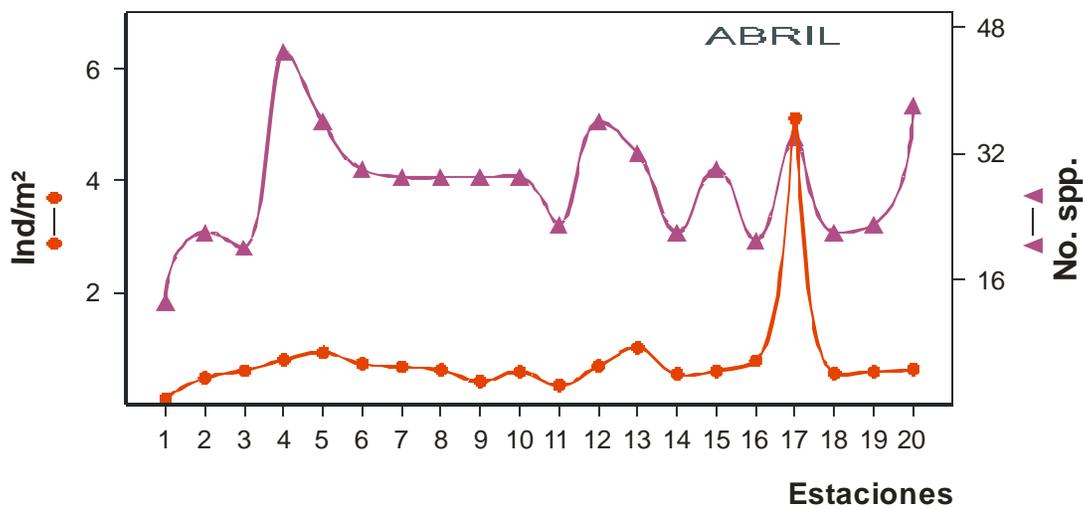


Figura. 22. Variación espacial de la abundancia de la comunidad de peces del sistema arrecifal Akumal. Densidad (Ind/m²) y número de especies (No. Spp.). Abril

Junio

Para este mes el punto más alto de la diversidad de especies ($H'=2.88$), se obtuvo en la estación 8 mientras que el más bajo ($H'= 1.39$) en la estación 2. La riqueza de especies registró el valor más alto ($D= 6.07$) en la estación 8, mientras que el más bajo ($D= 1.41$) se presentó en la estación 2. La equitatividad registró su máximo ($J=0.91$) en la estación 17, mientras que el mínimo ($J= 0.69$) en la estación 17 (tabla 00, figs. 00 y 00). El máximo número de peces, 461 (33.6%), se registró en la estación 17, mientras 35 individuos (2.55%) fueron registrados en la estación 2. La densidad presentó el valor más alto (1.15 ind/m^2) en la estación 17, y el mínimo (0.09 ind/m^2) en la estación 2. En este mes no se encontraron diferencias estadísticas significantes entre las diferentes variables. (Tabla 6 y Figs. 23 y 24).

Agosto

Los resultados para este mes en cuanto a diversidad especies, el máximo ($H'=3.32$), se obtuvo en la estación 5 mientras que el más bajo ($H'= 1.76$) en la estación 2. el análisis estadístico mostró diferencias ($p<0.05$) entre los estratos 2 -1 y 3. La riqueza de especies registró su valor máximo ($D= 7.02$) en la estación 5, mientras que el mínimo ($D= 2.35$) se presentó en la estación 2. se observaron diferencias significativas entre los estratos 2 – 1 y 3 La equitatividad registró su punto máximo ($J=0.89$) en la estación 5, mientras que el mínimo ($J= 0.62$) en la estación 18 (tabla 00, figs. 00 y 00). Se mostraron diferencias estadísticas ($p<0.05$) entre los estratos 3 -1 y 2. El valor máximo del número de peces, 692 (12.4%), se registró en la estación 14, mientras que un mínimo de 46 individuos (0.82%) fueron registrados en la

estación 2. La densidad presentó el valor más alto (1.73 ind/m^2) en la estación 14, y el mínimo (0.12 ind/m^2) en la estación 2.(Tabla 7, Figs. 25 y 26). Las diferencias estadísticas significantes ($p < 0.05$) se mostraron entre 1 -2.

TABLA 6. DISTRIBUCIÓN DE LA DIVERSIDAD, ABUNDANCIA NUMÉRICA Y FRECUENCIA DE LA COMUNIDAD DE PECES DEL SISTEMA ARRECIFAL DE AKUMAL, QUINTANA ROO. JUNIO-2001.

Especies	E-1 No.	E-2 No.	E-8 No.	E-9 No.	E-10 No.	E-17 No.	E-18 No.	Total No.	N (%)	F (%)
<i>Abudefduf saxatilis</i>			1	4		174	25	204	14.88	57
<i>Acanthurus bahianus</i>		9	13	5	12	23	15	77	5.62	86
<i>Acanthurus chirurgus</i>	15		16	7	4	7	7	56	4.08	86
<i>Acanthurus coeruleus</i>	17	17	8	10	10	8	3	73	5.32	100
<i>Alostomus maculatus</i>				2				2	0.15	14
<i>Anisotremus surinamensis</i>	1							1	0.07	14
<i>Anisotremus virginicus</i>			7					7	0.51	14
<i>Bodianus rufus</i>	3			1				4	0.29	29
<i>Canthigaster rostrata</i>	1		1	1				3	0.22	43
<i>Caranx bartholomaei</i>							2	2	0.15	14
<i>Caranx ruber</i>			1	2	2	6	4	15	1.09	71
<i>Chaetodon capistratus</i>	4		2	1	4			11	0.8	57
<i>Chaetodon ocellatus</i>		2	2					4	0.29	29
<i>Chaetodon striatus</i>	3				3			6	0.44	29
<i>Coryphopterus glaucofraenum</i>			2					2	0.15	14
<i>Elagatis bipinnulata</i>						2	2	4	0.29	29
<i>Epinephelus adscensionis</i>			1					1	0.07	14
<i>Epinephelus guttatus</i>	1							1	0.07	14
<i>Gerres cinereus</i>						96	47	143	10.43	29
<i>Gramma loreto</i>			5					5	0.36	14
<i>Haemulon carbonarium</i>	18							18	1.31	14
<i>Haemulon chrysargyreum</i>			1	1				2	0.15	29
<i>Haemulon flavolineatum</i>	12		17	23	1	49	7	109	7.95	86
<i>Haemulon plumieri</i>	3			3				6	0.44	29
<i>Haemulon sciurus</i>	12		5	16	5	7	32	77	5.62	86
<i>Halichoeres bivittatus</i>		3			3		2	8	0.58	43
<i>Halichoeres garnoti</i>	3		2					5	0.36	29
<i>Halichoeres maculipinna</i>			2					2	0.15	14
<i>Halichoeres pictus</i>	2							2	0.15	14
<i>Halichoeres poeyi</i>			1					1	0.07	14
<i>Halichoeres radiatus</i>	3		3			5		11	0.8	43
<i>Kyphosus sectatrix</i>							2	2	0.15	14
<i>Labrisomus gobio</i>			1					1	0.07	14
<i>Lutjanus jocu</i>							1	1	0.07	14
<i>Lutjanus analis</i>			2			18		20	1.46	29
<i>Lutjanus apodus</i>	1			11			1	13	0.95	43
<i>Lutjanus griseus</i>	1			2			1	4	0.29	43
<i>Lutjanus mahogoni</i>			2	1				3	0.22	29
<i>Microspathodon chrysurus</i>	2		3				1	6	0.44	43
<i>Mulloidichthys martinicus</i>	2		2		3	2	3	12	0.88	71
<i>Ocyurus chrysurus</i>			3	4				7	0.51	29
<i>Pomacanthus arcuatus</i>						2		2	0.15	14
<i>Pomacanthus paru</i>						1	4	5	0.36	29
<i>Stegastes diencaeus</i>	1		1					2	0.15	29
<i>Pseudupeneus maculatus</i>	2		1					3	0.22	29
<i>Scarus taeniopterus</i>	17		19	15		9	36	96	7	71
<i>Serranus tigrinus</i>	1							1	0.07	14
<i>Sparisoma aurofrenatum</i>	2				2	6	3	13	0.95	57
<i>Sparisoma chrysopterygum</i>					3			3	0.22	14
<i>Sparisoma radians</i>					7	2	7	16	1.17	43
<i>Sparisoma rubripinne</i>	1	3	2	1	3			10	0.73	71
<i>Sparisoma viride</i>	19	1	25	16	11	19	27	118	8.61	100
<i>Scarus vetula</i>	5							5	0.36	14
<i>Sphyrnaena barracuda</i>						7	3	10	0.73	29
<i>Stegastes dorsopanicans</i>	28		33	22	13	18	11	125	9.12	86
<i>Stegastes leucostictus</i>			3		5			8	0.58	29
<i>Stegastes partitus</i>	2				1			3	0.22	29
<i>Stegastes variabilis</i>					1			1	0.07	14
<i>Thalassoma bifasciatum</i>	9		7	1	2			19	1.39	57
TOTAL DE ESPECIES	30	6	33	22	20	20	24	59		
TOTAL DE INDIVIDUOS	191	35	194	149	95	461	246	1371		
H'	2.86	1.39	2.88	2.59	2.72	2.07	2.55	3.03		
D	5.52	1.41	6.07	4.2	4.17	3.1	4.18	8.03		
J'	0.84	0.78	0.82	0.84	0.91	0.69	0.8	0.74		
DENSIDAD	0.48	0.09	0.49	0.37	0.24	1.15	0.62	0.49		
AREA MUESTREADA (m ²)	400	400	400	400	400	400	400	2800		

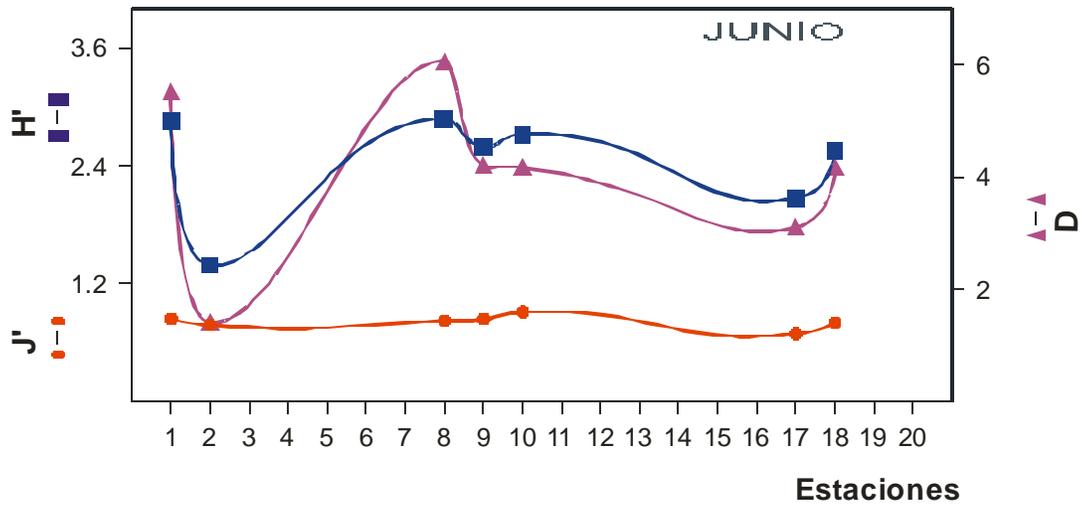


Figura. 23. Variación espacial de la comunidad de peces del Sistema Arrecifal de Akumal, diversidad numérica (H'), riqueza de especies (D) y equitatividad (J'). Junio.

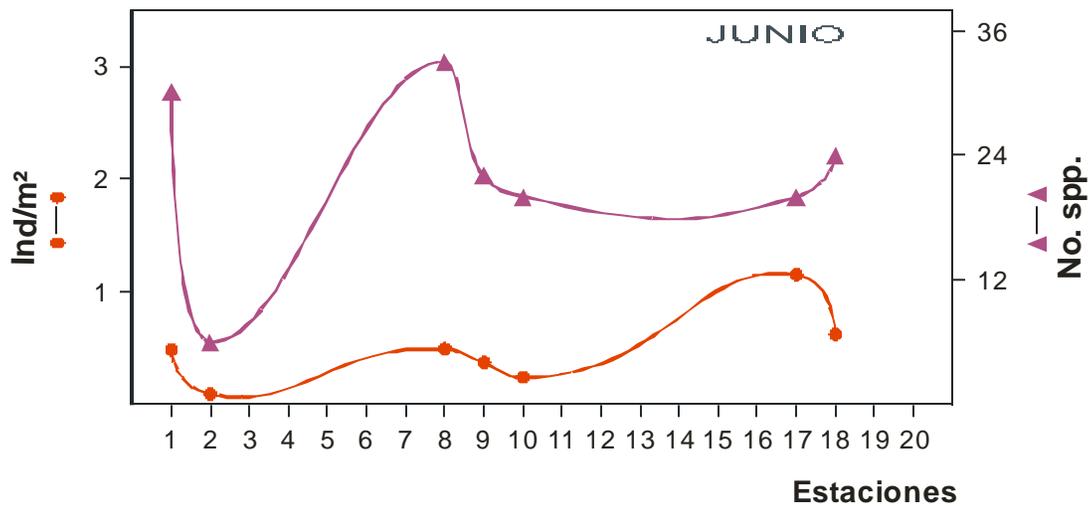


Figura. 24. Variación espacial de la abundancia de la comunidad de peces del sistema arrecifal Akumal. Densidad (Ind/m²) y número de especies (No. Spp.). Junio.

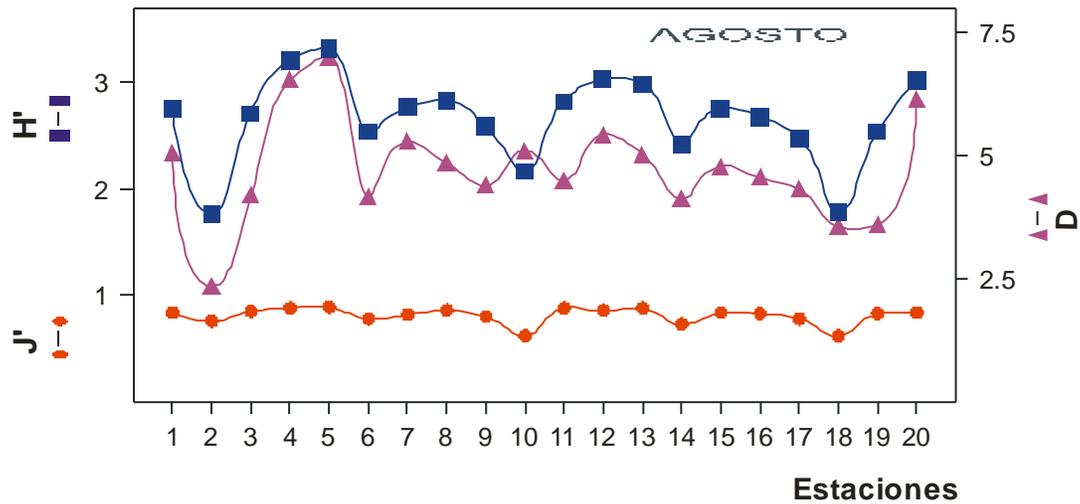


Figura. 25. Variación espacial de la comunidad de peces del Sistema Arrecifal de Akumal, diversidad numérica (H'), riqueza de especies (D) y equitatividad (J'). Agosto

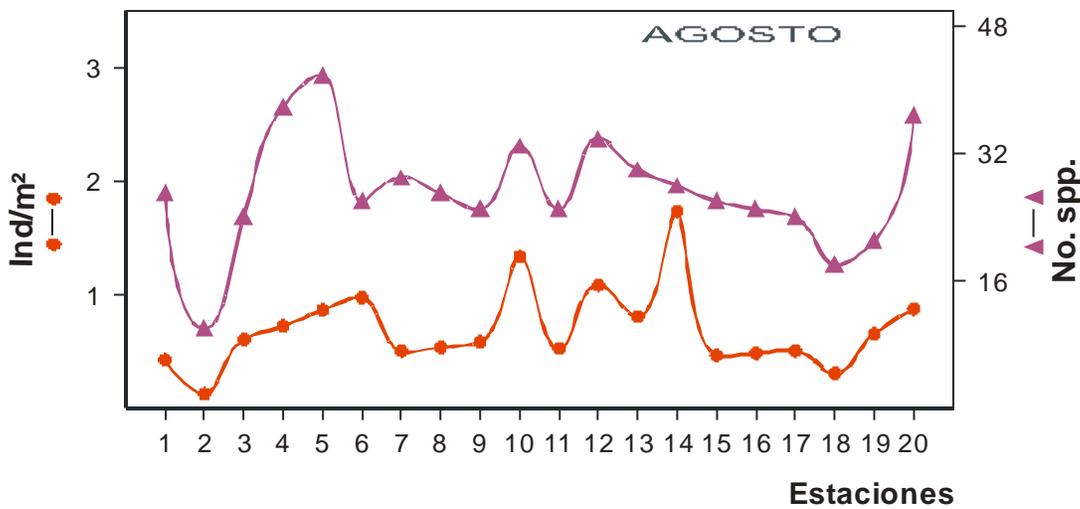


Figura. 26. Variación espacial de la abundancia de la comunidad de peces del sistema arrecifal Akumal. Densidad (Ind/m^2) y número de especies (No. Spp.). Agosto

Octubre

En este mes los resultados en cuanto al máximo diversidad especies ($H'=3.26$), se obtuvo en la estación 4 mientras que el mínimo ($H'= 1.91$) en la estación 3. Las diferencias estadísticamente significativas se mostraron entre los estratos 2 - 3 y 1. La riqueza de especies registró su valor máximo ($D= 6.55$) en la estación 13, mientras que el mínimo ($D= 2.15$) se presentó en la estación 1. las diferencias estadísticas se encontraron entre los estratos 3 -2. La equitatividad registró su punto máximo ($J=0.92$) en la estación 20, mientras que el mínimo ($J= 0.65$) en la estación 14 (Tabla 8, Figs. 27 y 28). En este parámetro no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los estratos. El máximo en cuanto a individuos, 1008 (16.3%), se registro en la estación 14, mientras que el mínimo de 66 individuos (1.07%) fueron registrados en la estación 1. En cuanto a la densidad presentó el valor máximo (2.52 ind/m^2) en la estación 14, y el mínimo (0.17 ind/m^2) en la estación 1. No se presentaron diferencias estadísticas entre los estratos. (Tabla 8, Figs. 27 y 28).

Diciembre

Los resultados para el mes de diciembre en cuanto a la diversidad especies, tenemos que el máximo ($H'=3.26$) se obtuvo en la estación 13, mientras que el mínimo ($H'= 2.08$) en la estación 1. las diferencias estadísticas ($p<0.05$) entre los estratos 3 – 2. La riqueza de especies registró su valor mas alto ($D= 6.07$) en la estación 12, mientras que el mas bajo ($D= 2.52$) se presentó en la estación 1. se presentaron diferencias estadísticas ($p<0.05$) entre los estratos 3 – 2. La equitatividad registró su punto mas alto ($J=0.92$) en la estación 13, mientras que el

mínimo ($J= 0.69$) en la estación 15 (Tabla 9, Figs. 29 y 30). No se observaron diferencias estadísticas significativas entre los estratos. En cuanto número de individuos encontramos el máximo, 563 (8.8%), se registro en la estación 5, mientras que el mínimo de 53 individuos (0.83%) fueron registrados en la estación 1. La densidad presentó el valor máximo (1.41 ind/m²) en la estación 5, y el mínimo (0.13 ind/m²) en la estación 1. Para esta variable no se observaron diferencias estadísticas. (Tabla 9, Figs. 29 y 30).

TABLA 8. DISTRIBUCIÓN DE LA DIVERSIDAD, ABUNDANCIA NUMÉRICA Y FRECUENCIA DE LOS PECES DE ARRECIFES EN AKUMAL, Q. ROO. OCTUBRE 2001

Especies	E-1 No.	E-2 No.	E-3 No.	E-4 No.	E-5 No.	E-6 No.	E-7 No.	E-8 No.	E-9 No.	E-10 No.	E-11 No.	E-12 No.	E-13 No.	E-14 No.	E-15 No.	E-16 No.	E-17 No.	E-18 No.	E-19 No.	E-20 No.	Total No.	N (%)	F (%)		
<i>Abudefduf saxatilis</i>	1		67	14	3	67	98	22	10	23	8	15	5	113	24	4	72	11	26	15	598	9.66	95		
<i>Acanthurus bahianus</i>	17	42	10	8	4	23	11	25	21	57	48	5	7	121	11	3	22	11	19	5	470	7.6	100		
<i>Acanthurus chirurgus</i>	22	58	24	21	28	20	21			41	85	9	4	85	18	5	11	3	50	22	527	8.52	90		
<i>Acanthurus coeruleus</i>	9	6	1	28	11	40	12	72	11	13	19	21	12	83	38	15	3		13	28	435	7.03	95		
<i>Aluterus schoepfii</i>				3							1		2						1		7	0.11	20		
<i>Anisotremus surinamensis</i>				2							1										3	0.05	10		
<i>Anisotremus virginicus</i>				4	6	1	2	2		2		5	3		1				3	4	33	0.53	55		
<i>Aulostomus maculatus</i>				1			1		1	1				1						19	24	0.39	30		
<i>Balistes vetula</i>			1																		1	0.02	5		
<i>Bodianus rufus</i>		2	2	1	11	4	2	2		2	7	5	11	2	1				4	12	68	1.1	75		
<i>Bothus ocellatus</i>																			1		1	0.02	5		
<i>Calamus calamus</i>										2											2	0.03	5		
<i>Cantharhines pullus</i>				3																	3	0.05	5		
<i>Canthigaster rostrata</i>																				1	1	0.02	5		
<i>Caranx bartholomaei</i>						75															75	1.21	5		
<i>Caranx ruber</i>	2		14		1		2	4	6	3		2	2	4			2	3		7	52	0.84	65		
<i>Cephalopholis fulva</i>			8	4						5	8	6								9	40	0.65	30		
<i>Chaetodon capistratus</i>			5	9		3				4	9	7	8						3	3	51	0.82	45		
<i>Chaetodon ocellatus</i>									2	9											11	0.18	10		
<i>Chaetodon striatus</i>			4				4			3	6	1	2	6	2	5			4	6	43	0.69	55		
<i>Chaetodipterus faber</i>										2									2		4	0.06	10		
<i>Chromis multilineata</i>					19								4							22	45	0.73	15		
<i>Chromis cyanea</i>				24	73							34	32								163	2.63	20		
<i>Clepticus parrae</i>			1			1															2	0.03	10		
<i>Dasyatis americana</i>	1		1																1		3	0.05	15		
<i>Epinephelus adscensionis</i>						1														1	1	0.02	5		
<i>Epinephelus guttatus</i>								2			4	3	1								1	0.02	5		
<i>Gramma loreto</i>			3											1							1	0.02	5		
<i>Gerres cinereus</i>	1						1		19	4									82	20	127	2.05	30		
<i>Haemulon chrysargyreum</i>																				1	1	0.02	5		
<i>Haemulon flavolineatum</i>		16		21	19	4	18	12	49	5		15	14	33	3	2	34	28		8	281	4.54	80		
<i>Haemulon macrostomum</i>										1			4								5	0.08	10		
<i>Haemulon melanurum</i>										2					1	1	2				6	0.1	20		
<i>Haemulon plumieri</i>		1		5	6		5		19	3	2		8				3			7	59	0.95	50		
<i>Haemulon sciurus</i>	5	21	3	31	152	3	8	25	34	6	13	3	8	415	1	5	13	9	2	5	762	12.31	100		
<i>Halichoeres garnoti</i>	2		1	23	12			11		7		4	16	1						2	12	91	1.47	55	
<i>Halichoeres radiatus</i>		9	22	9	9	4	17	12	7	5	13	14	6	8	2	7	59		16	17	236	3.81	90		
<i>Holacanthus ciliaris</i>										1											1	0.02	5		
<i>Holacanthus tricolor</i>					6							4									10	0.16	10		
<i>Holocentrus rufus</i>				12	5							2	6							6	31	0.5	25		
<i>Kyphosus sectatrix</i>					1					31				10							43	0.69	20		
<i>Lactophrys bicaudalis</i>													1						1		1	0.02	5		
<i>Lactophrys trigonus</i>							1			1			1								3	0.05	15		
<i>Lutjanus jocu</i>					10								1								11	0.18	10		
<i>Lutjanus analis</i>				1					2												3	0.05	10		
<i>Lutjanus apodus</i>				1	5											1	1	2			10	0.16	25		
<i>Lutjanus griseus</i>					7			2													9	0.15	10		
<i>Lutjanus mahogoni</i>		1		14	11		1	2	7	4			1	4	3	4	27			1	80	1.29	65		
<i>Malacanthus plumieri</i>				3																	4	0.11	10		
<i>Melichthys niger</i>					5																5	0.08	5		
<i>Microspathodon chrysurus</i>			5	3	8	7	3	1		5	4	7		13	9	7			4	13	89	1.44	70		
<i>Mulloidichthys martinicus</i>					13		1			6			1					2	3		26	0.42	30		
<i>Ocyurus chrysurus</i>				10	27	4			26	7			13	2				2		3	16	1.78	50		
<i>Pomacanthus arcuatus</i>													2					32	1		35	0.57	15		
<i>Pomacanthus paru</i>				2			1		1									2	1		2	0.18	35		
<i>Stegastes diencaeus</i>	1			3		5			4		3									2	18	0.29	30		
<i>Pseudupeneus maculatus</i>					2		1		4	2	2	1	4			1					17	0.27	40		
<i>Stegastes planifrons</i>				2																	2	0.03	5		
<i>Scarus coelestinus</i>				3																	3	0.05	5		
<i>Scarus taeniopterus</i>		3	11	18	16	24	5	13	3		8	11	8	4		3	10	14		9	160	2.59	80		
<i>Serranus tigrinus</i>							3					6	1							3	13	0.21	20		
<i>Sparisoma aurofrenatum</i>										7	3										10	0.16	10		
<i>Sparisoma chrysopterygum</i>				5	1		5				18		7	8			2			2	18	0.66	107		
<i>Sparisoma radians</i>				3	2		9			4			2							2	6	0.45	35		
<i>Sparisoma rubripinne</i>				2	12	4				3	7			11						6	45	0.73	35		
<i>Sparisoma viride</i>				8	7	2	24	23	29	16	23	21	5	62	21	17	36	24	21	51	18	28	451	7.29	100
<i>Sphyaena barracuda</i>						2	1												2			5	0.08	15	
<i>Stegastes dorsopunicans</i>	9	4	2	23	10	19	25	19	21	19	8	12	16	20	13	6	8	15	5	15	269	4.35	100		
<i>Stegastes leucostictus</i>					8																8	0.13	5		
<i>Stegastes parvius</i>					3							6			1			36	1		4	51	0.82	30	
<i>Stegastes variabilis</i>				9		23		5				1	5	12					1		56	0.9	35		
<i>Strongylura notata</i>							3		7												10	0.16	10		
<i>Thalassoma bifasciatum</i>	12		12	36	52	8	4	11		3	11	23	37	17	1	5	1	3	3	5	244	3.94	90		
TOTAL DE ESPECIES	10	14	16	40	37	21	31	20	20	35	23	27	38	24	18	19	24	20	24	32	73				
TOTAL DE INDIVIDUOS	66	136	202	406	588	368	290	284	269	291	351	244	284	1008	157	100	494	144	192	314	6188				
H'	1.99	2.06	1.91	3.26	2.9	2.44	2.6	2.51	2.6	2.91	2.53	2.95	3.21	2.07	2.27	2.62	2.57	2.48	2.53	3.18	3.24				
D	2.15	2.65	2.83	6.49	5.65	3.39	5.29	3.36	3.4	5.99	3.75	4.73	6.55	3.33	3.36	3.91	3.71	3.82	4.37	5.39	8.25				
J'	0.86	0.78	0.69	0.88	0.8	0.8	0.76	0.84	0.87	0.82	0.81	0.9	0.88	0.65	0.79	0.89	0.81	0.83	0.8	0.92	0.76				
DENSIDAD	0.17	0.34	0.51	1.02	1.47	0.92	0.73	0.71	0.67	0.73	0.88	0.61	0.71	2.52	0.39	0.25	1.24	0.36	0.48	0.79	0.77				
AREA MUESTREADA (m ²)	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	8000			

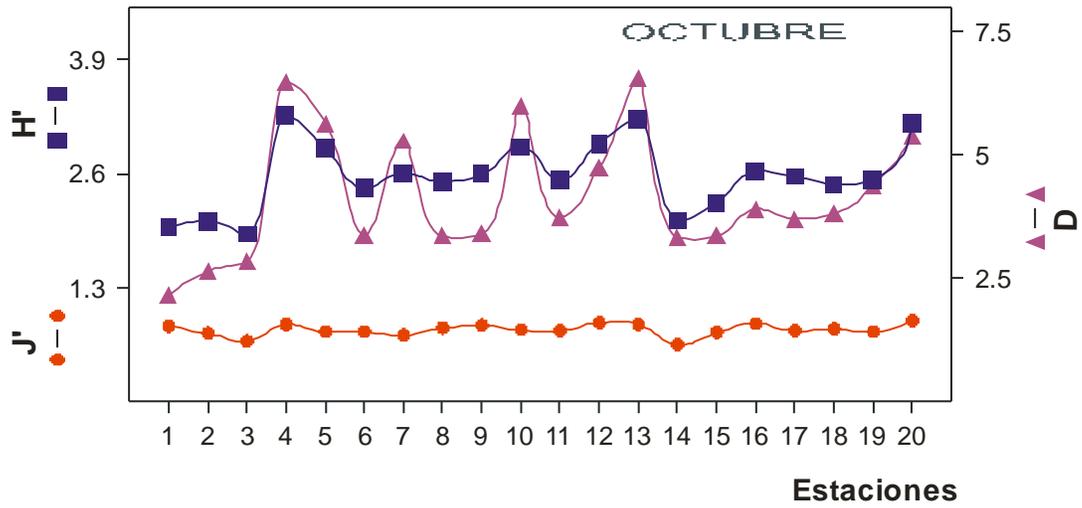


Figura. 27. Variacion espacial de la comunidadde pees del Sistema Arrecifal de Akumal, diversidad numerica(H'), riqueza de especies(D) y equitatividad (J'). Octubre

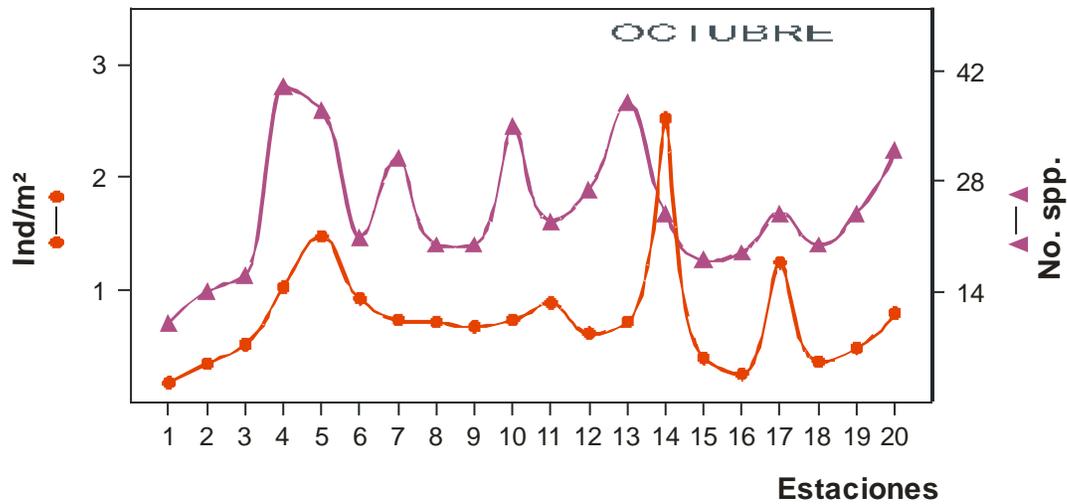


Figura.28. Variacion espacial de la abundancia de la comunidad de la comunidad de peces del sistema arrecifal Akumal. Densidad(Ind/m²) y numero de especies (No. Spp).Octubre

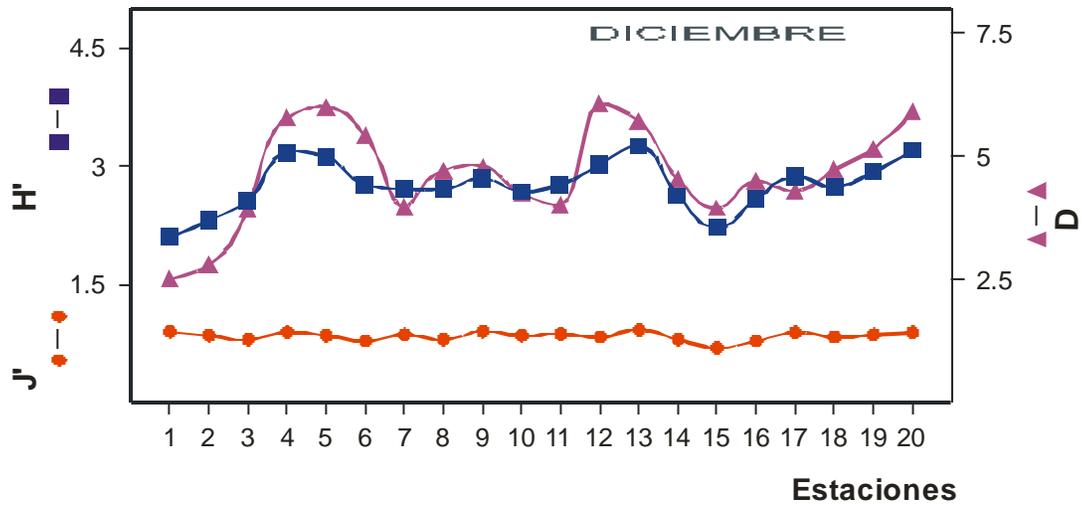


Figura. 29. Variación espacial de la comunidad de peces del Sistema Arrecifal de Akumal, diversidad numérica (H'), riqueza de especies (D) y equitatividad (J'). Diciembre

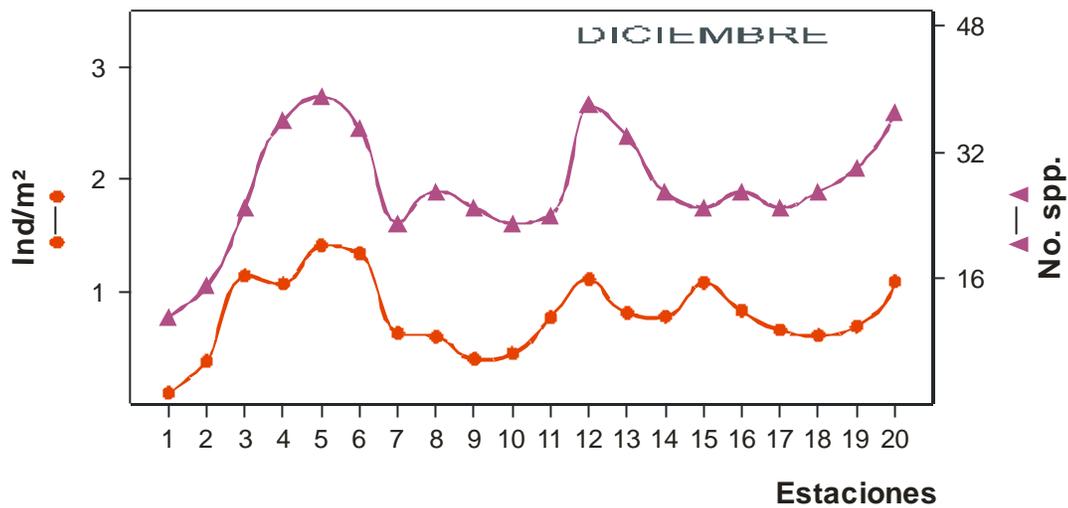


Figura. 30. Variación espacial de la abundancia de la comunidad de peces del sistema arrecifal Akumal. Densidad (Ind/m^2) y número de especies (No. Spp.). Diciembre

Variación Temporal de la Diversidad y Abundancia

Comparando la diversidad entre los meses de muestreo, se observó que el valor más alto de diversidad de especies ($H' = 3.20$) se registró en los meses de agosto (lluvias) y diciembre (nortes) respectivamente, y el más bajo ($H' = 2.98$) en el mes de junio (lluvias). La riqueza de especies registró el valor más alto ($D = 9.98$) durante el mes de abril (secas) y el más bajo ($D = 7.96$) en febrero (nortes). La equitatividad mostró un comportamiento similar al de H' con los valores más altos ($J' = 0.74$) en el mes de agosto y diciembre respectivamente, el mínimo valor se registró en el mes de abril ($J' = 0.67$). (Tabla 10, Fig. 31). El análisis estadístico no mostró diferencias entre las variables de los meses estudiados.

Con respecto a la abundancia, el mayor número de peces 6380 (100%) se registró en el mes de diciembre mientras que 1371 individuos (21%) fueron registrados en junio. La densidad presentó el valor más alto en el mes de abril (secas) con 0.84 ind/m^2 durante el mes de junio (lluvias) (Tabla 10 Fig. 32). El análisis estadístico no mostró diferencias significativas entre los meses de muestreo.

En el análisis estadístico anual de las variables ecológicas podemos observar que existen diferencias significativas ($p < 0.05$).

La diversidad presenta diferencias significativas entre el estrato IV con respecto a los otros tres estratos, se observa que el máximo se presenta en la zona profunda ($H' = 3.08$) mientras que el mínimo en el estrato II (zona posterior). La riqueza mostró un comportamiento similar al de H' mostrando diferencias significativas entre los estratos I, II y III con respecto al IV, cuyo máximo se presentó en el estrato IV ($D = 5.9$), mientras que el mínimo se presentó en el estrato I. Con respecto a la equitatividad se observa que los estratos que están dentro de la parte

interior del arrecife presentan diferencias con respecto al exterior de este, mostrando su valor máximo ($J'=0.87$) en el estrato IV, mientras que el mínimo se observa en el estrato II ($J'=0.079$) (Tabla 10)

En cuanto a la abundancia, el número de individuos y densidad presentan diferencias significativas ($p<0.05$) entre los estratos interiores y exteriores, ya que los valores máximos (24.0 y 35.4 individuos y 0.88 y 0.83 ind/m² respectivamente) se registran en los estratos III y IV, y los mínimos (23.1 individuos y 0.52 y 0.73 ind/m²) en los estratos I y II .

TABLA 10. DISTRIBUCIÓN DE LA DIVERSIDAD, ABUNDANCIA NUMÉRICA Y FRECUENCIA DE LA COMUNIDAD DE PECES DEL SISTEMA ARRECIFAL DE AKUMAL, QUINTANA ROO. ANUAL-2001.

Especies	F No.	A No.	J No.	A No.	O No.	D No.	Total No.	N (%)	F (%)
<i>Ablennes hians</i>						2	2	0.01	17
<i>Abudefduf saxatilis</i>	361	278	204	214	598	580	2235	7.12	100
<i>Acanthurus bahianus</i>	209	378	77	222	470	440	1796	5.72	100
<i>Acanthurus chirurgus</i>	794	354	56	422	527	511	2664	8.49	100
<i>Acanthurus coeruleus</i>	297	317	73	703	435	652	2477	7.89	100
<i>Albula vulpes</i>		56					56	0.18	17
<i>Aluterus schoepfii</i>		1		7	7	14	29	0.09	67
<i>Aluterus scriptus</i>	1	5				1	7	0.02	50
<i>Anchoa lyolepis</i>		1700					1700	5.41	17
<i>Anisotremus surinamensis</i>		10	1		3	15	29	0.09	67
<i>Anisotremus virginicus</i>	40	32	7	45	33	94	251	0.8	100
<i>Aulostomus maculatus</i>	16	1	2	2	24	8	53	0.17	100
<i>Balistes vetula</i>	1	1			1	2	5	0.02	67
<i>Bodianus rufus</i>	63	40	4	60	68	87	322	1.03	100
<i>Bothus ocellatus</i>		2		2	1	1	6	0.02	67
<i>Calamus calamus</i>		14		7	2		23	0.07	50
<i>Cantherhines macrocerus</i>				1			1	0.003	17
<i>Cantherhines pullus</i>		14			3		17	0.05	33
<i>Canthigaster rostrata</i>	7	17	3	4	1	9	41	0.13	100
<i>Caranx bartholomaei</i>	11	29	2	34	75	9	160	0.51	100
<i>Caranx ruber</i>	40	49	15	35	52	37	228	0.73	100
<i>Cephalopholis fulva</i>	17	38		64	40	55	214	0.68	83
<i>Chaetodipterus faber</i>					4		4	0.01	17
<i>Chaetodon capistratus</i>	59	52	11	40	51	66	279	0.89	100
<i>Chaetodon ocellatus</i>	5	16	4	18	11	17	71	0.23	100
<i>Chaetodon striatus</i>	40	37	6	38	43	40	204	0.65	100
<i>Chromis cyanea</i>	232	232		98	163	262	987	3.14	83
<i>Chromis multilineata</i>	32	5		98	45	18	198	0.63	83
<i>Clepticus parrae</i>	8	4			2	35	49	0.16	67
<i>Coryphopterus glaucofraenum</i>		9	2	1		1	13	0.04	67
<i>Dasyatis americana</i>		2		5	3	5	15	0.05	67
<i>Doratonotus megalepis</i>		1					1	0.0032	17
<i>Echeneis neucratiodes</i>		1					1	0.0032	17
<i>Elagatis bipinnulata</i>			4				4	0.0127	17
<i>Ephinephelus guttatus</i>	2		1		1	7	11	0.035	67
<i>Epinephelus adscensionis</i>	10	1	1	1	1	1	15	0.0478	100
<i>Epinephelus cruentatus</i>		1					1	0.0032	17
<i>Epinephelus morio</i>		7					7	0.02	17
<i>Eucinostomus melanopterus</i>		10					10	0.03	17
<i>Gerres cinereus</i>	63	61	143	103	127	44	541	1.72	100
<i>Gramma loreto</i>	15	5	5	12	15	41	93	0.3	100
<i>Haemulon carbonarium</i>			18				18	0.06	17
<i>Haemulon chrysargyreum</i>		5	2	5	1	7	20	0.06	83
<i>Haemulon flavolineatum</i>	615	235	109	346	281	295	1881	5.99	100
<i>Haemulon macrostomum</i>	7			18	5	11	41	0.13	67
<i>Haemulon melanurum</i>	4			2	6	2	14	0.04	67
<i>Haemulon parra</i>		1					1	0.003	17
<i>Haemulon plumieri</i>	70	57	6	50	59	59	301	0.96	100
<i>Haemulon sciurus</i>	191	425	77	546	762	323	2324	7.4	100
<i>Halichoeres bivittatus</i>	66	85	8				159	0.51	50
<i>Halichoeres garnoti</i>	63	35	5	88	91	111	393	1.25	100
<i>Halichoeres maculipinna</i>	48	2	2	2		19	73	0.23	83
<i>Halichoeres pictus</i>			2				2	0.01	17
<i>Halichoeres poeyi</i>			1	1			2	0.01	33
<i>Halichoeres radiatus</i>	101	16	11	324	236	145	833	2.65	100
<i>Hemiramphus brasiliensis</i>	42			18			60	0.19	33

CONTINUACION

<i>Holacanthus tricolor</i>	33	14		6	10	8	71	0.23	83
<i>Holacanthus ciliaris</i>	26			2	1		29	0.09	50
<i>Holocentrus ascensionis</i>		12				2	14	0.04	33
<i>Holocentrus rufus</i>	26	16		25	31	55	153	0.49	83
<i>Hypoplectrus gemma</i>						5	5	0.02	17
<i>Kyphosus sectatrix</i>	112	97	2	84	43	47	385	1.23	100
<i>Labrisomus gobio</i>			1	1			2	0.01	33
<i>Lachnolaimus maximus</i>	4						4	0.01	17
<i>Lactophrys bicaudalis</i>	6				1		7	0.02	33
<i>Lactophrys trigonus</i>	10	3		7	3	7	30	0.1	83
<i>Lactophrys triqueter</i>		3		3		1	7	0.02	50
<i>Lutjanus jocu</i>	2	1	1	2	11	1	18	0.06	100
<i>Lutjanus analis</i>	9	2	20	5	3		39	0.12	83
<i>Lutjanus apodus</i>	42	14	13	6	10	23	108	0.34	100
<i>Lutjanus griseus</i>	3	20	4		9	2	38	0.12	83
<i>Lutjanus mahogoni</i>	26	37	3	64	80	42	252	0.8	100
<i>Malacanthus plumieri</i>	2	7		14	7	7	37	0.12	83
<i>Malacoctenus triangulatus</i>						1	1	0.003	17
<i>Mellichthys niger</i>	13	3		11	5	8	40	0.13	83
<i>Microspathodon chrysurus</i>	92	117	6	113	89	185	602	1.92	100
<i>Mugil curema</i>		10					10	0.03	17
<i>Mulloidichthys martinicus</i>	19	35	12	47	26	52	191	0.61	100
<i>Mycteroperca bonaci</i>	2			2			4	0.01	33
<i>Mycteroperca interstitialis</i>						1	1	0.003	17
<i>Mycteroperca tigris</i>		1					1	0.003	17
<i>Neoniphon marianus</i>				2			2	0.01	17
<i>Nes longus</i>		1					1	0.0032	17
<i>Ocyurus chrysurus</i>	64	78	7	72	110	157	488	1.55	100
<i>Ophioblenius atlanticus</i>		1				4	5	0.02	33
<i>Pempheris schomburgki</i>						1	1	0.003	17
<i>Pomacanthus arcuatus</i>	9	7	2	5	35	3	61	0.19	100
<i>Pomacanthus paru</i>	5	5	5	7	11	11	44	0.14	100
<i>Stegastes diencaeus</i>	11	5	2	43	18	22	101	0.32	100
<i>Pseudupeneus maculatus</i>	14	35	3	23	17	34	126	0.4	100
<i>Remora remora</i>				3			3	0.01	17
<i>Scarus coelestinus</i>		1		2	3		6	0.02	50
<i>Scarus coeruleus</i>				1			1	0.003	17
<i>Scarus guacamaia</i>	19	11		7		3	40	0.13	67
<i>Scarus iserti</i>	5	79				27	111	0.35	50
<i>Scarus taeniopterus</i>	66	147	96	110	160	233	812	2.59	100
<i>Serranus tigrinus</i>	16	12	1	12	13	16	70	0.22	100
<i>Sparisoma aurofrenatum</i>	76	181	13	72	10	56	408	1.3	100
<i>Sparisoma chrysopterus</i>	4	22	3	1	66	64	160	0.51	100
<i>Sparisoma radians</i>		92	16	142	28	15	293	0.93	83
<i>Sparisoma rubripinne</i>	26	53	10	79	45	45	258	0.82	100
<i>Scarus vetula</i>	2	2	5				9	0.03	50
<i>Sparisoma viride</i>	443	255	118	390	451	461	2118	6.75	100
<i>Sphyræna barracuda</i>	8	10	10	8	5	9	50	0.16	100
<i>Stegastes dorsopunicans</i>	140	216	125	258	269	370	1378	4.39	100
<i>Stegastes leucotictus</i>	14	10	8	2	8		42	0.13	83
<i>Stegastes partitus</i>	25	61	3	76	51	89	305	0.97	100
<i>Stegastes planifrons</i>		8		7	2		17	0.05	50
<i>Stegastes variabilis</i>		12	1	20	56	20	109	0.35	83
<i>Strongylura notata</i>		35		3	10		48	0.15	50
<i>Strongylura timucu</i>		1					1	0.003	17
<i>Thalassoma bifasciatum</i>	223	360	19	224	244	267	1337	4.26	100
TOTAL DE ESPECIES	69	89	59	77	73	76	112		
TOTAL DE INDIVIDUOS	5127	6733	1371	5597	6188	6380	31396		
H'	3.11	3.02	2.98	3.20	3.11	3.20	3.32		
D	7.96	9.98	8.03	8.81	8.25	8.56	10.72		
J'	0.73	0.67	0.73	0.74	0.72	0.74	0.70		
DENSIDAD	0.64	0.84	0.17	0.70	0.77	0.80	0.65		
AREA MUESTREADA (m ²)	8000	8000	8000	8000	8000	8000	48000		

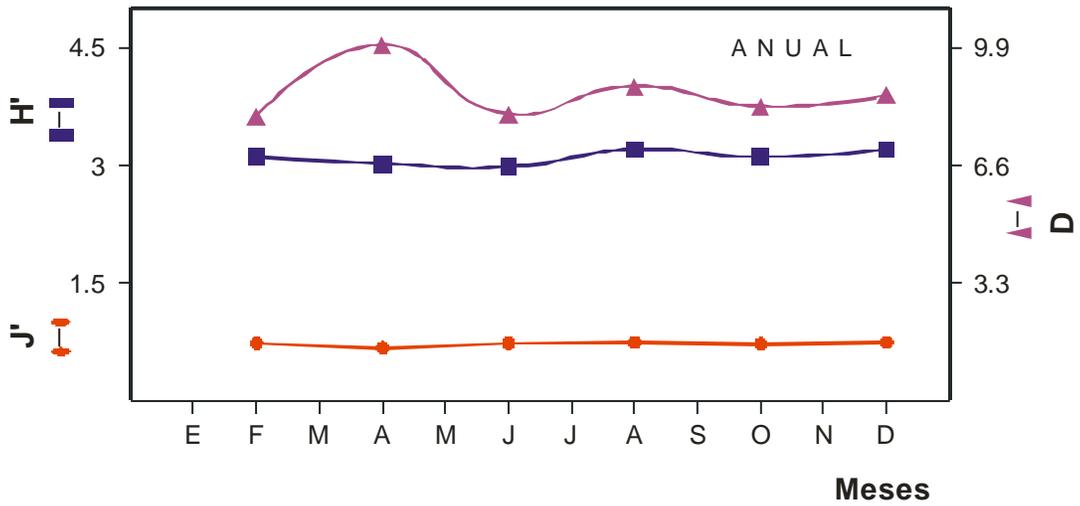


Figura. 31. Variación espacial de la comunidad de peces del Sistema Arrecifal de Akumal: diversidad numérica (H'), riqueza de especies (D) y equitatividad (J'). Anual.

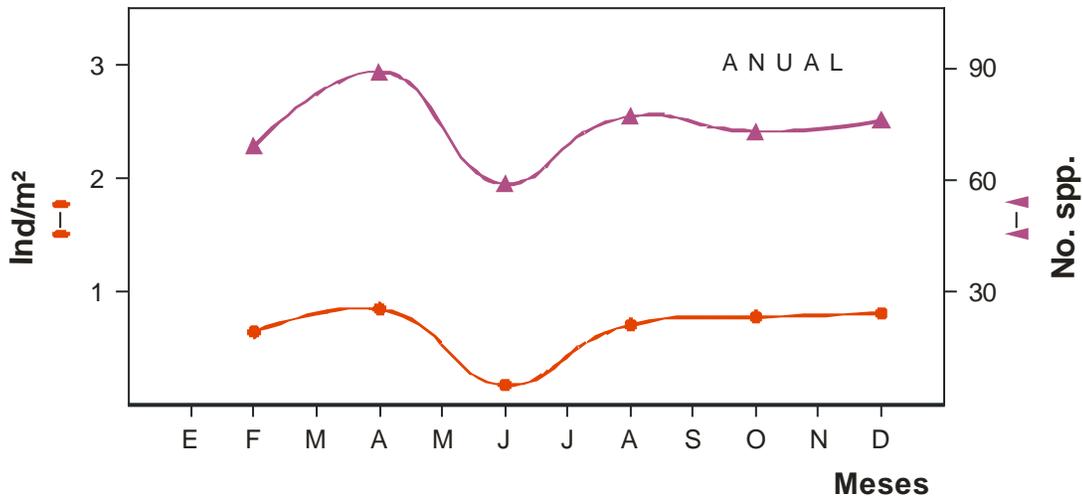


Figura. 32. Variación espacial de la abundancia de la comunidad de peces del sistema arrecifal Akumal. Densidad (Ind/m²) y número de especies (No. spp.). Anual.

ESPECIES DOMINANTES

El análisis de abundancia numérica, peso y frecuencia (Sanders 1960) mostró 12 especies dominantes de la comunidad, estas son en orden de importancia: *Acanthurus chirurgus*, *Abudefduf saxatilis*, *Acanthurus coeruleus*, *Sparisoma viride*, *Haemulon sciurus*, *Acanthurus bahianus*, *Haemulon flavolineatum*, *Stegastes dorsopunicans*, *Thalassoma bifasciatum*, *Scarus taeniopterus*, *Halichoeres radiatus* y *Microspathodon chrysurus*. Estas 12 especies pertenecen a las familias *Acanthuridae*, *Pomacentridae*, *Haemulidae*, *Scaridae*, *Labridae*. Las cuales representan el 66% de la abundancia numérica total (31396) de organismos censados. (Tabla 11). El resto de las especies presentaron valores muy bajos en los índices utilizados esto debido a su baja frecuencia y abundancia.

TABLA 11. ESPECIES DOMINANTES DE LA COMUNIDAD DE PECES DEL SISTEMA ARRECIFAL AKUMAL. NUECERO DE INDIVIDUOS (N.Ind.), PORCENTAJE EN NÚMERO (N%), FRECUENCIA (F) Y AMPLITUD DE NICHOS ESPACIAL (ANE)

Especie	N. Ind.	N(%)	F	ANE
<i>Acanthurus chirurgus</i>	2664	8.49	95	1.39
<i>Abudefduf saxatilis</i>	2235	7.12	89	1.36
<i>Acanthurus coeruleus</i>	2477	7.89	95	1.35
<i>Haemulon sciurus</i>	2324	7.4	93	1.29
<i>Sparisoma viride</i>	2118	6.75	95	1.29
<i>Haemulon flavolineatum</i>	1881	5.99	87	1.2
<i>Acanthurus bahianus</i>	1796	5.72	94	1.13
<i>Stegastes dorsopunicans</i>	1378	4.39	91	1.01
<i>Thalassoma bifasciatum</i>	1337	4.26	88	0.88
<i>Scarus taeniopterus</i>	812	2.59	70	0.71
<i>Halichoeres radiatus</i>	833	2.65	71	0.6
<i>Microspathodon chrysurus</i>				
Total	20457	66		

Conjuntos de Peces

En la figura 33 se muestran la distribución anual de los componentes comunitarios utilizando los cuadrantes de clasificación y en la tabla 12 se presentan las especies con numero correspondiente en la figura 33. con base en este análisis se obtuvieron 23 especies en transito (cuadrante A) 13 especies residentes (cuadrante B), las especies residentes en orden de importancia fueron *Lutjanus mahogoni*, *Microspathodon chrysurus*, *Scarus taeniopterus*, *Halichoeres radiatus*, *Thalassoma bifasciatum*, *Stegastes dorsopunicans*, *Acanthurus bahianus*, *Haemulon flavolineatum*, *Sparisoma viride*, *Abudefduf saxatilis*, *Haemulon sciurus*, *Acanthurus coeruleus* y *Acanthurus chirurgus*, en donde quedan incluidas las 12 especies dominantes definidas para el sistema (tabla 12). En el cuadrante C se encuentran la mayor cantidad de especies (77) dadas sus características de baja densidad y frecuencia. Por ultimo el cuadrante D en donde no se observan especies raras (figura 33)

Considerando la abundancia espacial y temporal de los peces, se analizo el indice de similitud de Bray-Curtis para definir conjuntos de especies (Fig. 33)

Así mismo se utilizó el análisis paramétrico del índice de Disimilitud de Bray-Curtis (Clifford y Stepherson 1975), el cual considera las proporciones en abundancias relativas entre las especies, los resultados son presentados en un dendrograma, el cual se conformo con las densidades de cada uno de las especies. (Fig 33) en esta figura se aprecia la formación de cuatro grupos de peces con un niveles bajos de similitud. El conjunto I agrupa 23 especies de baja densidad (0.00010 a 0.00110 ind/m²) y frecuencia (17 a 67%), consideradas especies

irregulares. Este grupo conformado por *Balistes vetula*, *Bothus ocellatus*, *Coryphopterus glaucofraenum*, *Doratonotus megalepis*, *Echeneis neucratiodes*, *Epinephelus cruentatus*, *Haemulon parra*, *Halichoeres pictus*, *Halichoeres poeyi*, *Labrisomus gobio*, *Lactophrys triqueter*, *Malacoctenus triangulatu*, *Mycteroperca bonaci*, *Mycteroperca interstitialis*, *Mycteroperca tigris*, *Neoniphon marianus*, *Nes longus*, *Scarus coelestinus*, *Strongylura timucu*. Son especies que se encuentran asociadas a áreas profundas con una complejidad arrecifal muy alta, distribuidas entre fisuras, hendiduras y grietas que les permiten ocultarse y

TABLA 12. SE MUESTRA LA LISTA DE ESPECIES DE PECES Y SU FRECUENCIA RELATIVA DEL ANALISIS DE OLMSTEAD-TUKEY DEL SISTEMA ARRECIFAL CORALINO, AKUMAL

No.	especie	FREC RELATIVA	No.	especie	FREC RELATIVA
1	<i>Cantherhines macrocerus</i>	0.93	57	<i>Haemulon macrostomum</i>	14.95
2	<i>Doratonotus megalapis</i>	0.93	58	<i>Stegastes leucotictus</i>	11.21
3	<i>Echeneis neucratiodes</i>	0.93	59	<i>Pomacanthus paru</i>	28.04
4	<i>Epinephelus cruentatus</i>	0.93	60	<i>Strongylura notata</i>	4.67
5	<i>Haemulon parra</i>	0.93	61	<i>Clepticus parrae</i>	6.54
6	<i>Malacoctenus triangulatus</i>	0.93	62	<i>Sphyaena barracuda</i>	16.82
7	<i>Mycteroperca interstitialis</i>	0.93	63	<i>Aulostomus maculatus</i>	17.76
8	<i>Mycteroperca tigris</i>	0.93	64	<i>Albula vulpes</i>	1.87
9	<i>Nes longus</i>	0.93	65	<i>Hemiraphus brasiliensis</i>	4.67
10	<i>Pempheris schomburgki</i>	4.67	66	<i>Pomacanthus arcuatus</i>	14.02
11	<i>Scarus coeruleus</i>	3.74	67	<i>Serranus tigrinus</i>	29.91
12	<i>Strongylura timucu</i>	0.93	68	<i>Chaetodon ocellatus</i>	26.17
13	<i>Ablennes hians</i>	0.93	69	<i>Holacanthus tricolor</i>	14.95
14	<i>Halichoeres pictus</i>	0.93	70	<i>Halichoeres maculipinna</i>	11.21
15	<i>Halichoeres poeyi</i>	1.87	71	<i>Grama loreto</i>	31.78
16	<i>Labrisomus gobio</i>	1.87	72	<i>Stegastes dieneaeus</i>	35.51
17	<i>Neoniphon marianus</i>	0.93	73	<i>Lutjanus apodus.</i>	28.04
18	<i>Remora remora</i>	0.93	74	<i>Stegastes variabilis</i>	28.04
19	<i>Chaetodipterus faber</i>	1.87	75	<i>Scarus iserti</i>	17.76
20	<i>Coryphopterus glaucofraenum</i>	2.80	76	<i>Pseudupeneus maculatus</i>	39.25
21	<i>Elagatis bipinnulata</i>	1.87	77	<i>Holocentrus rufus</i>	26.17
22	<i>Lachnolaimus maximus</i>	0.93	78	<i>Halichoeres bivittatus</i>	22.43
23	<i>Mycteroperca bonaci</i>	2.80	79	<i>Caranx bartholomei</i>	23.36
24	<i>Balistes vetula</i>	4.67	80	<i>Sparisoma chrysopterum</i>	28.97
25	<i>Hypoplectrus gemma</i>	0.93	81	<i>Mulloidichthys martinicus</i>	42.06
26	<i>Ophioblennius atlanticus</i>	2.80	82	<i>Chromis multilineata</i>	11.21
27	<i>Bothus ocellatus</i>	4.67	83	<i>Chaetodon striatus</i>	54.21
28	<i>Scarus coelestinus</i>	2.80	84	<i>Cephalopholis fulva</i>	28.97
29	<i>Aluterus scriptus</i>	3.74	85	<i>Caranx ruber</i>	85.98
30	<i>Epinephelus morio</i>	0.93	86	<i>Anisotremus virginicus</i>	44.86
31	<i>Lactophrys bicaudalis</i>	3.74	87	<i>Lutjanus mahogoni</i>	57.01
32	<i>Lactophrys triqueter</i>	3.74	88	<i>Sparisoma rubripinne</i>	42.99
33	<i>Scarus vetula</i>	4.67	89	<i>Chaetodon capistratus</i>	58.88
34	<i>Eucinostomus melanopterus</i>	0.93	90	<i>Sparisoma radians</i>	33.64
35	<i>Mugil curema</i>	0.93	91	<i>Haemulon plumieri</i>	63.55
36	<i>Epinephelus guttatus</i>	4.67	92	<i>Stegastes partitus</i>	35.51
37	<i>Haemulon melanurum</i>	6.54	93	<i>Bodianus rufus</i>	64.49
38	<i>Holocentrus ascensionis</i>	3.74	94	<i>Kyphosus sectatrix</i>	24.30
39	<i>Dasyatis americana</i>	7.48	95	<i>Halichoeres garnoti</i>	42.99
40	<i>Epinephelus adscensionis</i>	8.41	96	<i>Sparisoma aurofrenatum</i>	41.12
41	<i>Cantherhines pullus</i>	5.61	97	<i>Ocyurus chrysurus</i>	56.07
42	<i>Stegastes planifrons</i>	8.41	98	<i>Gerres cinereus</i>	31.78
43	<i>Haemulon carbonarium</i>	0.93	99	<i>Microspathodon chrysurus</i>	71.96
44	<i>Lutjanus jocu</i>	6.54	100	<i>Scarus taeniopterus</i>	71.03
45	<i>Haemulon chrysargyrum</i>	8.41	101	<i>Halichoeres radiatus</i>	71.96
46	<i>Calamus calamus</i>	8.41	102	<i>Chromis cyanea</i>	24.30
47	<i>Aluterus schoefii</i>	13.08	103	<i>Thalassoma bifasciatum</i>	88.79
48	<i>Anisotremus surinamensis</i>	14.02	104	<i>Stegastes dorsopunicans</i>	91.59
49	<i>Holacanthus ciliaris</i>	6.54	105	<i>Anchoa lyolepis</i>	0.93
50	<i>Lactophrys trigonus</i>	16.82	106	<i>Acanthurus bahianus</i>	94.39
51	<i>Malacanthus plumieri</i>	14.02	107	<i>Haemulon flavolineatum</i>	87.85
52	<i>Lutjanus griseus</i>	12.15	108	<i>Sparisoma viride</i>	96.26
53	<i>Lutjanus analis</i>	12.15	109	<i>Abudefduf saxatilis</i>	89.72
54	<i>Mellichthys niger</i>	5.61	110	<i>Haemulon sciurus</i>	93.46
55	<i>Scarus guacamaia</i>	6.54	111	<i>Acanthurus coeruleus</i>	96.26
56	<i>Canthigaster rostrata</i>	23.36	112	<i>Acanthurus chirurgus</i>	95.33

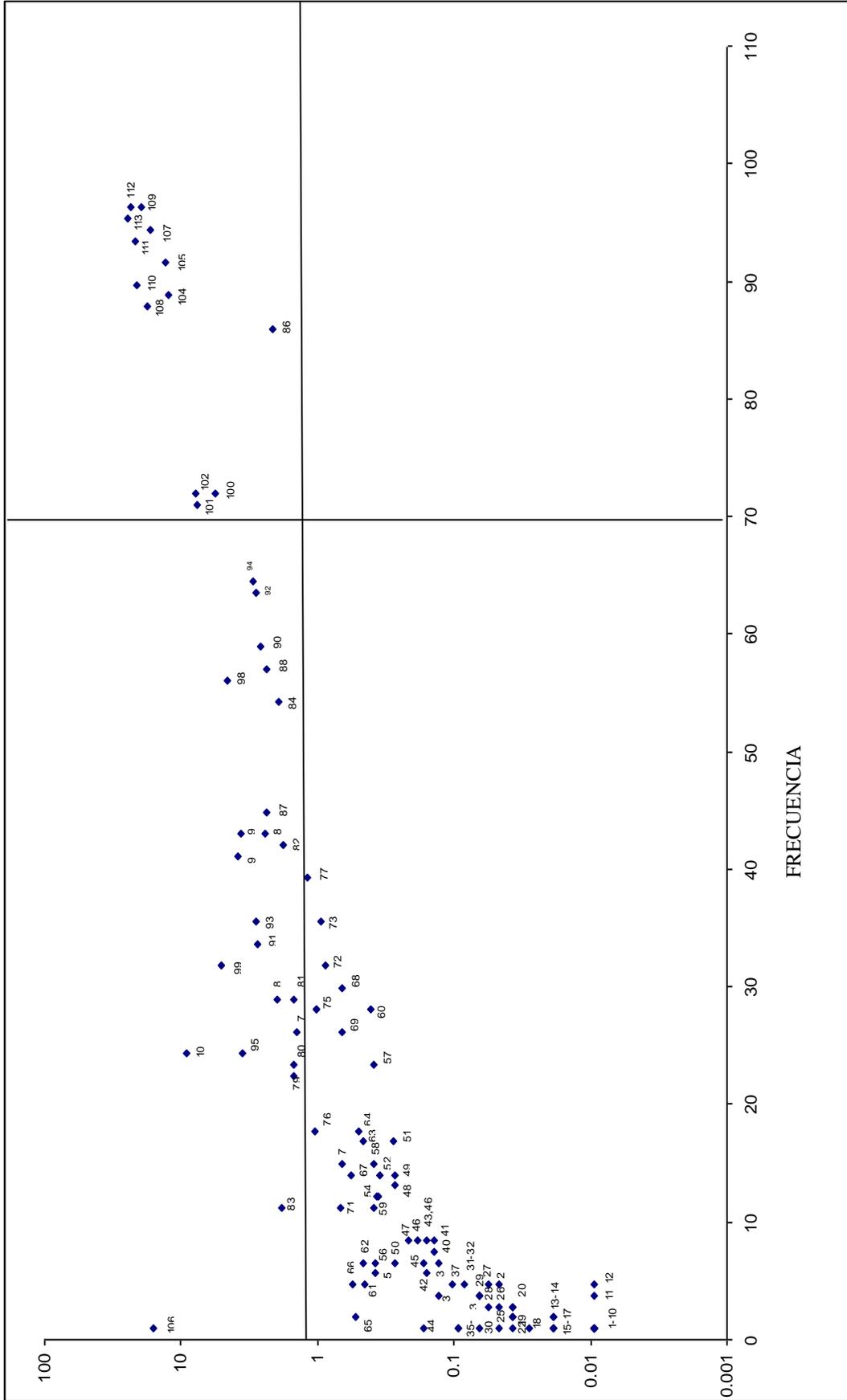


Figura 33. Análisis gráfico de la prueba de Olmstead-Tukey. Se muestran los cuatro grupos de componentes comunitarios; especies en tránsito (cuadrante A), residentes (cuadrante B), irregulares (cuadrante C) y raras (cuadrante D).

resguardarse. Las familias mejor representadas en este grupo son: *Balistidae*, *Bothidae*, *Gobiidae*, *Haemulidae*, *Holocentridae*, *Labridae*, *Labrisomidae*, *Ostraciidae*, *Pempheridae*, *Scaridae*, *Serranidae* que representan un 33% del total de familias estudiadas.

El segundo grupo considerado como especies típicas está comprendido por 34 especies con distribuciones amplias, altas abundancias (0.01360 a 0.33318 ind/m²) y frecuencias (83-100%). Estas especies se caracterizan por distribuirse en áreas poco profundas, en ambientes de la barrera arrecifal. Las especies como *Gerres cinereus* presentan una distribución en áreas de la laguna arrecifal y la parte cubierta del arrecife o como en el caso de las estaciones de la laguna de Yalku, prefiriendo áreas limoarenosas, con coberturas amplias de pastos y algas, del orden de 70 y 100%, profundidades someras (<3.0m). Otras especies importantes de este grupo son: *Abudefduf saxatilis*, *Acanthurus coeruleus*, *Haemulon flavolineatum*, *Acanthurus chirurgus*, *Sparisoma viride*, *Haemulon sciurus*, *Acanthurus bahianus*, *Thalassoma bifasciatum*, *Stegastes dorsopunicans*, *Chromis cyanea*, *Stegastes variabilis*, *Sparisoma chrysopteron*, *Lutjanus mahogoni*, *Stegastes partitus*, *Sparisoma rubripinne*, *Mulloidichthys martinicus*, *Chaetodon striatus*, *Haemulon plumieri*, *Anisotremus virginicus*, *Halichoeres garnoti*, *Sparisoma aurofrenatum*, *Kyphosus sectatrix*, *Sparisoma radians*, *Ocyurus chrysurus*, *Microspathodon chrysurus*, *Scarus taeniopterus*, *Halichoeres radiatus* entre otros, que ocuparon el área arrecifal como área de crecimiento en sus estadios juveniles, presentándose principalmente en áreas con gran cobertura de pastos marinos así como fondos arenosos, y parches coralinos en profundidades menores a 3 m.

Un tercer grupo esta formado por 46 especies con base en su densidad (0.00010 a 0.01990 ind/m²) y frecuencia (17 a 100 %) son consideradas como visitantes o irregulares ya que sus características son demersopelagicas, y que usan el arrecife con fines de alimentación como *Sphyraena barracuda*, *Mugil curema*. entre otras especies. En este grupo se encuentra un subgrupo de especies que estan delimitadas por su asociación con el arrecife como: *Pomacanthus paru*, *Pomacanthus arcuatus*,, *Holacanthus tricolor*, *Holacanthus ciliaris*, *Eucinostomus melanopterus*, *Coryphopterus glaucotraenum* y *Nes longus*.

El ultimo grupo (4) esta conformado por 10 especies las cuales están consideradas como esporádicas o raras en el sistema, ya que se presentan bajas densidades (0.00050 a 0.21250 ind/m²) y frecuencias que oscilan su mayoría entre el 17%. A estas especies las podemos encontrar en ambientes como en el frente arrecifal, en donde encontramos guijarros y extensiones amplias coral muerto, tal es el caso de la familia Blennidae con la especie *Ophioblennius atlanticus* que prefieren este tipo de ambientes. Otra especie que se presentó en un solo sitio de muestreo fue *Anchoa lyolepis* la cual se presentó en el mes de abril con una alta abundancia en número pero con baja frecuencia, esta especie no presentó un patrón regular de distribución dadas los atributos anteriores. De una forma similar las demás especies se presentan con bajas densidades y frecuencias, por lo que se les ha considerado en este trabajo como raras

DISCUSIÓN

Ambiente Arrecifal

Las variables fisicoquímicas y las de la estructura arrecifal son determinantes en la distribución y abundancia de las especies, estableciéndose asociaciones diferentes de acuerdo a las distintas zonas de la fisiografía del arrecife.

Los arrecifes han sido divididos y/o clasificados en zonas de acuerdo a sus características fisiográficas, recursos y condiciones, Los arrecifes del caribe han sido clasificadas previamente por Glynn (1973), Millman (1973), específicamente para el caribe mexicano Jordan (0000), Nuñez-Lara 1998, Díaz-Ruiz et al (2002). Con base en las variables fisicoquímicas, ambientales y de estructura del arrecife estudiadas en el sistema Akumal se pueden clasificar cinco ambientes que son : la laguna arrecifal (estrato I: estaciones 1, 8, 9 y 16) , arrecife posterior (estrato II: estaciones 2, 7, 10 y 15), arrecife frontal (estrato III, estaciones 3, 6 11 14 y 19), zona profunda (estrato IV, estaciones 4, 5, 12, 13 y 20) y el area mixohalina (17 y 18) en el área de Yalku. A continuación se describen los diferentes ambientes con base en esto las variables fisicoquímicas, ambientales y estructurales del arrecife de Akumal:

La laguna arrecifal: Este ambiente esta constituido por las estaciones 1, 8, 9 y 16. Los análisis realizados muestran que la salinidad es un parámetro que mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) entre este ambiente y el estrato III. El oxígeno presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) entre este ambiente y la zona posterior del arrecife (estrato II). La temperatura no presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los ambientes estudiados. La

profundidad presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) con respecto a los otros tres ambientes (arrecife posterior, arrecife frontal, profundo y mixohalino). Esto concuerda con lo propuesto por Diaz Ruiz *et al* (2002). Otras características observadas y cuantificadas que permitieron diferenciar este ambiente son: pastos marinos, cabezos y parches arrecifales, macroalgas, raíces de manglares, sedimento arenoso principalmente, El relieve topográfico es regularmente plano, profundidades que permiten una zona con mayor intercambio de luz y aire entre vegetales y la atmósfera, todas estas características permiten que esta área arrecifal sea una zona diversa en donde encontramos organismos principalmente juveniles, los cuales encuentran en esta zona resguardo, protección de depredadores, abundancia de alimento, esta zona se encuentra alejada de la barrera arrecifal lo cual permite poco oleaje y como consecuencia menor energía, la cual se observa regularmente tranquila, Nagelkerken y colaboradores (2001) describen esta área como área de protección y/o resguardo para estadios juveniles de especies típicas de estas áreas.

El arrecifal posterior: esta zona esta comprendida por las estaciones 2, 7, 10 y 15 en la parte protegida del arrecife (estacato II) que corresponde a la zona propuesta por Alevizon *et al* (1985), la cual llama cresta arrecifal. Esta area no presento diferencias significativas con respecto a la salinidad, oxigeno y temperaura, solo la profundidad presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los ambientes 1 (laguna arrecifal) y 4 (arrecife profundo).

Este ambiente es uno de los de mayor complejidad estructural, en la que podemos encontrar arrecifes racemosos, pastos marinos, en menor cobertura y proporción que en el primer ambiente, el tipo de sustrato es principalmente semiplano haciéndose complejo hacia la barrera arrecifal.

Asimismo se observó una mayor influencia de la barrera arrecifal, proporcionada por la dinámica ambiental que genera el oleaje. Sin embargo no es tan estática como la laguna. Esta área está contemplada dentro de la parte protegida, en donde podemos encontrar organismos juveniles en menor cantidad que en la laguna, pero considerable, ya que esta área al igual que la laguna arrecifal protege, resguarda de depredadores (Nagelkerken *et al* 2001) . La diferencia entre estas dos áreas (lagunar y posterior) radica en la cobertura de pastos marinos en donde la mayor cobertura se presenta en la laguna arrecifal, mientras que la estructura arrecifal es mayor en el ambiente frontal del arrecife, la topografía es más plana y extendida en la laguna que en esta parte del arrecife, el tipo de suelo es más duro en este ambiente que en la zona lagunar. (Nuñez y Arias 1998, Diaz-Ruiz 2002)

En la zona del *Arrecife frontal* comprendida por las estaciones 3, 6, 11, 14 y 19 (estrato III) que también es parte de la cresta arrecifal (Alevizon 1985) se presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en cuanto a la salinidad con respecto a la zona profunda (estrato IV) y la laguna arrecifal (estrato I) ya que el mayor promedio de salinidad (35.7 ups) se presentó en

esta área. Así mismo con el oxígeno este estrato y el I presentaron máximos que permitieron diferenciarlos significativamente ($p < 0.05$) con respecto al estrato 2.

Los análisis multivariados permiten observar que la diferencia entre los estratos estudiados está en función de las características de estructura del arrecife. En esta área una de las características es el deterioro del sistema debido a que observaron grandes coberturas de corales muertos y guijarros (40%) estos debido a diversas situaciones entre las que encontramos eventos como, la contaminación bacteriana, producida por los desechos de los diferentes hoteles del área lo cual es similar a lo señalado por Díaz-Ruiz *et al.*, 2001, el blanqueamiento producido por bacterias y efectos fisicoquímicos (Booth y Beretta 2002). Se debe mencionar que este tipo de destrucción se presenta en toda esta área arrecifal principalmente en los sitios de muestreo 6, 11, 14 en donde la cobertura por corales muertos es significativa.

La *Pendiente arrecifal* está comprendida por las estaciones 4, 5, 12, 13 y 20, esta zona presentó diferencias significativas con respecto a la salinidad y la profundidad, en donde los promedios máximos de profundidad fueron de 12.2m. Esta característica permitió diferenciarla de las otras zonas (<5m). Esto ha sido observado por Núñez-Lara (1998) y Díaz Ruiz (2001), quienes han sugerido que este parámetro es el que permite distinguir específicamente esta área, además de su distancia a la orilla (800m) que es la mayor en el sistema de estudio y su menor variación en los parámetros fisicoquímicos. Con base en los análisis multivariados las variables que mayor destacaron fueron algas carnosas, corales incrustantes y gorgonáceos. El relieve topográfico de estos sitios de muestreo fue

completamente complejo sin olvidar que existen grandes canales en el sistema que interrumpen a las grandes complejidades arrecifales que incluso llegan a ser de cientos de metros, lo anterior concuerda con lo propuesto por Graus y Macintyre (1989) que indican que los factores físicos que determinan esta zonación son la profundidad y el grado de exposición al oleaje.

Ambiente mixohalino conformado por las estaciones 17 y 18, en esta zona se evidencia que la salinidad presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) con los demás zonas arrecifales, debido a que en esta area existe aporte de agua dulce que modifica significativamente las condiciones salinas (23.6 ups) del area de Yalku, (Charles 2000). En los análisis realizados para la temperatura no se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) sin embargo se observan en esta zona los promedio mas bajos (27.2 °C). La profundidad mostró diferencias (2.33) significativas ($p < 0.05$) con respecto a los estratos III y IV (Arrecife frontal y pendiente arrecifal). Los valores de cada una de las variables estudiadas se presentaron mínimas, dando lugar a la diferenciación de esta zona con respecto a las demás.

Dentro de los análisis multivariados las características que permitieron agrupar a estas estaciones además de las variables anteriores, fueron el tipo de sustrato es limo-arenoso con una gran cobertura de algas carnosas, y pastos marinos, estos últimos ubicados principalmente en las zonas muy aledañas a la orilla norte de esta caleta, el relieve topográfico es completamente plano presentando pequeñas formaciones rocosas las

cuales están cubiertas principalmente por algas carnosas, lo cual concuerda con lo reportado por Díaz-Ruiz et al (2002)

La determinación del ambiente puede estar basada seguramente en muchas más variables que las expuestas aquí, como es el caso de los estudios realizados por Adams y Ebersole (2002) en St. Croix, US Virgin Islands, Sin embargo estos estudios se realizaron en otra perspectiva como los realizados por Díaz-Ruiz *et al.*, 2002, en donde se observan cinco ambientes estudiados, Pérez-Solís, 1995 menciona mas un ambiente mas a los propuestos en este estudio al cual llama cresta arrecifal, la cual podría estar comprendida por las zonas arrecifales posterior y frontal del area de estudio de este proyecto.

COMPOSICION DE LA COMUNIDAD

En el área estudiada se censaron 113 especies. Este número es comparable con la riqueza íctica de diversos arrecifes del Caribe, donde se ha encontrado un número similar de especies como en los casos de Mejia y Garzon-Ferreira (2000) obtuvieron en su estudio 98 especies, Chittaro & Sale (2003) que observaron 90 especies en las islas Vírgenes y 142 en el arrecife One Tree Ref en Australia, encontrando que existen diferencias de la estructura en función de las características ambientales de las áreas estudiadas. En particular para el caribe mexicano Pérez-Solís (1995) reporta 169 especies en el sistema de Puerto Morelos, superior a los registrados en este proyecto, debido a la intensidad tanto

espacial como temporal en el número de muestreos realizados, Nuñez-Lara (1998) en el arrecife del sur del Caribe mexicano reporta 134 especies, el cual no encontró diferencias significativas en los ambientes estudiados, siendo la complejidad y grupos específicos de ambientes los que generaban mayor diversidad, por último Díaz-Ruiz et al., 2002 describe un número de especies parecido al reportado por este estudio, mencionando que es un arrecife sano.

Las familias que mejor representan al sistema arrecifal Akaumal son: Acanthuridae, Pomacentridae, Haemulidae, Scaridae y Labridae principalmente, estas familias también son reportadas como típicas de ambientes arrecifales como los estudiados por Nuñez-Lara y (1998), Díaz-Ruiz (2000), Chittaro y Sale (2003).

DIVERSIDAD

Con base en los análisis estadísticos realizados se observó que los parámetros de la comunidad estudiada presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en los índices analizados, donde se observa que los mayores valores espaciales y temporales se encontraron en los ambientes de la parte frontal y profundos esto debido a las complejidades que se pueden observar en estas áreas, lo cual es reportado por Nuñez-Lara (1998), circunstancias similares son reportadas por Manthachitraa y Sudarab (2002), que indica que aunque el área revisada (Golfo de Tailandia) por su investigación no mostró diversidad como el de los arrecifes de Australia o el Caribe, menciona que la diversidad está asociada a un crecimiento de corales, una mayor amplitud de profundidades y una alta complejidad estructural del arrecife. Si bien la zona del arrecife profundo es una de las más

diversas no es la única ya que podemos encontrar diversidades similares en el área de la barrera en las zonas del arrecife posterior y el frontal (estratos dos y tres), esto debido a que las mayores diversidades arrecifales se encuentran en áreas con estructuras complejas como lo revisado en los trabajos de Hatcher (1981 y 1990). La menor diversidad se presentó en el estrato de la zona mixohalina, pero encontramos la mayor cantidad de individuos, esto debido a que el ambiente de la laguna de Yalkú es una zona de crianza en donde podemos encontrar una cantidad considerable de individuos juveniles. Esto indica que no es circunstancial (accidental) la distribución de los organismos sino más bien una distribución de los recursos en forma optima. Asimismo los ambientes diversos permiten la mayor complejidad de riqueza y diversidad de organismos en donde la mayor cantidad de organismos esta representada por especies en transito o visitantes del sistema. Si bien es cierto que la diversidad varía en función de la complejidad y profundidad del arrecife, no son las únicas variables que afectan a esta, Beukers-Stewart y Jones (2003) mencionan que la diversidad esta afectada también por factores ecológicos como la depredación y competencia en una escala alfa (local).

La diversidad, en forma mensual presenta un comportamiento diferenciado por el perfil arrecifal, en donde la cantidad de espacios proporcionados por el ambiente complejo, proporciona a su vez un ambiente con mayor riqueza íctica esto es que los ambientes de los estratos tres y cuatro presentan mayor diversidad y riqueza de especies, estos estratos pertenecen a ambientes de la parte frontal y profunda del arrecife, esto nos permite predecir que estos ambientes soportan tal cantidad de especies importantes

debido a que no existen recursos y condiciones que limiten la diversidad de los organismos.

ABUNDANCIA

Díaz-Ruiz et al (2002) mencionan que la abundancia esta controlada por factores como reclutamiento y especies visitantes del arrecife, en el presente estudio se observan en el análisis realizado con Olmstead Tukey una gran cantidad de organismos visitantes e inclusive raros para el sistema, lo cual nos indica un alto intercambio de especies que provocan probablemente a su vez un intercambio energético entre sistemas.

La abundancia en este estudio esta determinada por el numero de organismos censados por unidad de área, para este parámetro se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las zonas I y II con respecto a las zonas III y IV es decir que las zonas de la parte lagunar presentan menores (0.72 y 0.52 ind/m² respectivamente) densidad mientras que las de la parte frontal y profunda las mayores (0.83 y 0.88 ind/m² respectivamente).

Esto debido a que si bien las mayores densidades se presentaron en las áreas profundas, la mayor parte de individuos juveniles se presentaron en las áreas protegidas del sistema esto debido a que en estas zonas encuentran protección y/o resguardo así como disponibilidad de alimento y protección de depredadores, estas áreas están constituidas principalmente por las estaciones del estrato uno que fueron específicamente las que se encuentran en el área de la laguna arrecifal y la caleta de Yalkú. (Ginsburg *et al.*, 2000).

Las densidades encontradas concuerdan con lo propuesto por Aguilar *et al.*, (1997) en donde observa tres áreas de distribución de la densidad, una con baja correspondiente a la zona lagunar, intermedia en la zona de la cresta arrecifal y alta en la parte profunda.

DISTRIBUCIÓN

La distribución de los organismos esta determinada por múltiples situaciones, entre las que se encuentran la diversidad de ambientes, que dependen a su vez de la fineza con que se realice esta división, como ejemplo tenemos lo realizado por Adams y Ebersole (2002) que dividieron la laguna arrecifal en cinco ambientes. Dado el amplio intervalo de de escalas para mesurar las interacciones entre los peces y el hábitat es necesario precisar que en este estudio se realizaron solo a dos niveles, la que corresponde al área estudio y la que abarca las cuatro o cinco zonas del perfil arrecifal.

En general el patrón de distribución de las especies con base en su tamaño o talla fue muy similar entre las diferentes especies. Los individuos pequeños y juveniles prefirieron áreas someras con coberturas de pastos o algas que están representados en la laguna arrecifal, mientras que los adultos se observaron en áreas profundas, alta diversidad de la comunidad bentónica como los estratos III y IV.

Entonces las especies presentan una distribución en función de una serie de variables ambientales importantes, por ejemplo se observa en los meses de abril y octubre una gran cantidad de individuos de las especies *Anchoa lyolepis* y *Haemulon sciurus* cuyos

tamaños sugieren individuos juveniles, se desplazan a áreas que están provistas si no con una alta complejidad arrecifal, si con características que permiten que las especies permanezcan protegidas durante estadios tempranos de su historia de vida, tal es el caso de estas estaciones de muestreo en las que se encontraron raíces de manglares, céspedes de algas, pastos marinos que propician estas situaciones. Estos casos se presentaron en las estaciones 17 y 18 que cumplen con las características anteriormente descritas. Con respecto a los demás sitios de muestreo se puede decir que se sigue una regla o estrategia biológica de los organismos en donde los juveniles prefieren ambientes como las lagunas arrecifales de Akumal y Media Luna así como la de Yalkú.

Los géneros como: *Stegastes*, *Acanthurus*, *Haemulon*, *Sparisoma*, *Holocanthus*, *Kyphosus*, *Microspathodon*, que incluyen especies territorialistas, prefirieron los estratos II y III en donde se encuentra la cresta arrecifal que provee bastantes huecos y fisuras en donde pueden ovodepositar proveyéndoles a su descendencia resguardo y protección. Lo cual es similar a lo reportado por Núñez Lara (1993) y Díaz-Ruiz (2002).

En la zona profunda (estrato IV) se observaron principalmente especies de talla importante como los de la familia serranidae (*Mycteroperca bonaci*, *M. interstitialis*), Lutjanidae (*Lutjanus jocu* y *L. analis*).

Carangidae (*Caranx ruber*), Dasyatidae (*Dasyatis americana*) además de estas especies Nuñez-Lara (1998) menciona que en estas zonas se encuentran especies de talla grande como las mantas de la familia Myliobatidae.

Del área mixohalina en los sitios 17 y 18 se observa con base en su frecuencia y número los organismos que mejor se distribuyen en esta área son los de las especies: *Abudefduf saxatilis*, *Gerres cinereus*, *Haemulon flavolineatum* y del género *Sparisoma* que encuentran en estas áreas resguardo que les brindan las raíces del manglar, pastos marinos, múltiples fisuras que se generan entre las rocas, así como un sustrato de limo-arenoso.

DETERMINACIÓN DE ESPECIES DOMINANTES

En comunidades de alta diversidad como el caso de los arrecifes coralinos, las especies coexisten presentando estrechas relaciones inter e intraespecíficas, también lo hacen con el ambiente y sus variaciones, con base en esto algunas especies presentan mayor éxito y dominancia que otras, donde se refleja su adaptaciones biológicas y ecológicas que a su vez se manifiestan en mayor abundancia y frecuencia y como consecuencia en su amplia distribución en el sistema estudiado.

Con base en los análisis realizados se definieron doce especies dominantes entre las que se encuentran especies de importancia económica y/o ecológica como son: *Lutjanus mahogoni*, *Haemulon sciurus* y *H. flavolineatum* cuyos organismos están sujetas a consumo local, ya que siendo una pesquería potencial no se utiliza el recurso adecuadamente. Otras especies como el caso de los pomacentridos (*Abudefduf saxatilis*) se capturan para ornamento. Estas

especies presentaron su mayor abundancia en áreas de resguardo del arrecife ocupando principalmente sitios como la laguna arrecifal, el arrecife posterior y la cresta arrecifal.

Además de las especies anteriormente citadas tenemos especies como *Acanthurus bahianus*, *Acanthurus coeruleus* y *Acanthurus chirurgus*, que se encuentran distribuidas ampliamente así como densidades altas en casi cualquier área del sistema. Las especies como *Halichoeres radiatus*, *Scarus taeniopterus*, *Sparisoma viride*, *Abudefduf saxatilis* y *Stegastes dorsopunicans* se encontraron principalmente en áreas con alta cantidad de pastos marinos, algas carnosas y céspedes de algas, que se encuentran principalmente en el área protegida del sistema, esto es en la parte lagunar y posterior en donde encuentran alimento y resguardo. Estas especies presentan distribuciones no solo correspondientes a estas áreas sino que se presentan asimismo en sitios profundos, pero con menor densidad.

Las familias más abundantes fueron *Acanthuridae*, *Pomacentridae*, *Labridae*, *Scaridae*, *Pomacentridae*, *Haemulidae* y Las tres primeras se encuentran dentro de las cinco familias más abundantes en los arrecifes del Caribe (Jones y Thompson 1978, Gladfelter *et al.*, 1980, Phillips y Pérez-Cruet 1984). La familia *Acanthuridae* es también muy abundante, estando por lo general dentro de las diez familias dominantes. En años anteriores, las familias Serranidae y Haemulidae aparecían como dominantes en el Caribe (Jones y Thompson 1978, Gladfelter *et al.*, 1980, Phillips y Pérez-Cruet 1984), pero en este estudio fueron relativamente escasas. Es probable que debido a la sobreexplotación pesquera, actualmente se haya reducido la abundancia de estas familias como en otras áreas arrecifales (Roberts 1995). Los serránidos son especialmente vulnerables ya que son hermafroditas protogínicos, y la población de machos disminuye considerablemente bajo una alta presión pesquera (Koslow *et al.*, 1988).

CONJUNTOS ICTIOFAUNISTICOS

La zonación es un modelo común en los arrecifes de coral, como lo indican Graus y Macintyre (1989), Manthachitra y Sudara (2002). En este estudio se corrobora y cuantifica ya que no solo se determinan las zonaciones sino que se determinan y ponderan los diferentes ambientes que existen en el sistema coralino lo cual es una contribución importante para este tipo de estudios en áreas del Caribe Mexicano.

En su trabajo Manthachitra y Sudara (2002) mencionan que el ensamble entre peces y ambiente tiene que ver con el área muestreada y son un punto importante como factores ecológicos y determinantes de la asociación de los peces y el ambiente.

Es posible observar que la afinidad íctica responde a los cinco diferentes ambientes descritos, como lo corroboran los diferentes análisis realizados, se observa la afinidad en términos de grupos de especies característicos de los ambientes, como el de la laguna arrecifal en donde la asociación se presenta principalmente por la protección y alimentación de especies y es habitado por un conjunto principalmente juvenil o de adultos en busca de lugares de desove, tal es el caso de especies de *Haemulon sciurus* y *H. flavolineatum*

Como se menciona en la sección anterior tenemos especies asociadas a las áreas de la cresta arrecifal tanto anterior y posterior las cuales permanecen en estas dado su régimen de territorialidad, como lo son las especies *Abudefduf saxatilis* y *Stegastes dorsopunicans*

Tenemos especies relacionadas específicamente con el ambiente profundo dadas sus características de alta complejidad, que proveen alimentación, protección y resguardo de depredadores como las especies *Cromis cianea*, *Mycteroperca bonaci*, *M. interstitialis*, *Abudefduf saxatilis* y *Stegastes dorsopunicans*

Además podemos decir que las preferencias de las especies reflejan una abundancia oscilante espacialmente, es decir que la heterogeneidad de la distribución y abundancia esta basada en la complejidad estructural de cada sitio de muestreo esto igualmente comprobado por Alevizon *et al.*, (1985) y McGehee (1994) en las Bahamas y Puerto Rico respectivamente. Asi como en el caribe mexicano aunque con larvas por Graus y Macintyre 1989, Quintal-Lizama y Vásquez-Yeomans 2001.

Muchas de las especies que aquí se censaron se encuentran en otros sistemas y se utilizan como especies de ornato dados los colores, y bellas formas de los individuos (Tissot y Hallacher 2003). En este y los diferentes tipos de sistemas es importante continuar realizando este tipo de estudios para conocer entre otras circunstancias importantes, el impacto que se esta causando al sistema por el uso de este y otros recursos para fines de alimentación y ornamentación ya que son factores que poco se estudian en nuestro territorio, y que debería dársele importancia tanto más o igual que a especies de aves, mamíferos reptiles y otros grupos taxonómicos del necton.

LITERATURA CITADA

- Adams A. J. y J. P. Ebersole. 2002. Use of back-reef and lagoon habitats by coral reef fishes. *Marine Ecology Progress Series* **228**: 213–226.
- Alevizon, W.S., R. Richardson, P. Pitts y G. Serviss. 1985. Coral zonation and patterns of community structure in Bahamian reef fishes. *Bulletin of Marine Science*. 36: 304-318.
- Alvarez-Guillen, H., Garcia-Abad, M. C., M. Villalobos Zapata, G. J. y Yañez-Arancibia, A. 1986. Prospección ictiológica en la zona de pastos marinos de la laguna arrecifal de Puerto Morelos, Q. Roo, *Anales del Instituto de Ciencias del Mar Limnoogia*. UNAM 13, 317-336.
- Arias-González, 1999. Nuestra responsabilidad ante los arrecifes coralinos en el tercer milenio. *Ciencia Arte y Cultura*. IPN 2(25)56-64.
- Bloom, S.A., 1981. Similarity indices in community studies: Potential pitfalls. *Marine Ecology Progress Series* , **5**: 125-128.
- Böhlke, J.E. y C.C.G. Chaplin. 1993. Fishes of the Bahamas and Adjacent Tropical Waters, 2nd edition. University of Texas Press, Austin.
- Bohnsack, J. A. 1989. Effects of piscivorous predator removal on coral reef fish community structure. In *Gutshop '81: Fish Food Habits Studies*. (Caillet, G. M., Simesstad, C. A. eds.) pages 258-267. Wash. Sea Grant Publ. Seattle, Washintong.
- Bohnsack, J.A. y S.P. Bannerot. 1986. A stationary visual census technique for quantitatively assessing community structure of coral reef fishes. NOAA Technical Report NMFS 41: 1-15.
- Brock, V.E. 1982. A critique of the visual census method for assessing coral reef fish populations. *Bulletin of Marine Science*, 32: 269-276.
- Brower, J. E. y J. H. Zar, 1977. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. W. C. Brown Co. Publishers, Dubuque, Iowa, 194 p.
- Buckley, R.M. y Hueckel, G.J. 1989. Analisis of visual transects for fish assessment on artificial reefs. *Bulletin of Marine Science*, 44(2): 893-898.

- Castillo R. M. , 1995. Aspectos Ecológicos de la Ictiofauna de la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz. Tesis de maestría. UNAM. México DF. 96 p.
- Cervigón, F. y W. Fischer. 1979. INFOPECA. Catálogo de especies marinas de interes económico actual o potencial para América Latina. Parte 1. Atlántico centro y suroccidental. FAO/UNDP, SIC/79/1. 372 p. FAO, Rome.
- Charbonnel, E., Francour, P. y Harmelin, J.G. 1998. Finfish populations assessment techniques on artificial reefs: a review in the European Union. En: European Artificial Reefs (Jensen, A. Eds.), EARRN.
- Chavez, E. y E. Hidalgo, 1988. Los arrecifes coralinos del Caribe Noroccidental y Golfo de México en el contexto socioeconómico. *Anales del Insituto de Ciencias del Mar Limnoogia*. UNAM 15(1):167-176.
- Choat, J. H. Y D.R. Bellwood, 1991. Reef fishes: their history and evolution. *In: P. Sale (Ed.). The Ecology of Fishes on Coral Reefs*. Academic Press, Inc., San Diego, California, 754 p.
- Clifford, H. T. y W.W. Stepheson, 1975. An Introduction to Numerical Classification. *Academic Press, London*, 229p.
- Colwell, R. K. y D. J. Futuyma . 1971. On the measurement of niche breadth an overlap. *Ecology*, 52(4): 567-576.
- Davis, G.E. y Anderson, T.W. 1989. Population estimates of four kelp forest fishes and an evaluation of three in situ assessment techniques. *Bulletin of Marine Science*, 44(3): 1138-1151.
- De La Cruz-Agüero, G., 1994. ANACOM: *Sistema para el Análisis de las Comunidades en computadoras personales*. Versión 3.0, 99p
- Díaz, Ruíz, S. y A. Aguirre León, Diversidad e ictiofauna de los arrecifes del sur de Cozumel, Quintana Roo, en *Biodiversidad marina y costera*, CIQRO-CONABIO, 1993.
- Díaz-Ruiz, S. y A. Aguirre-León, 1991. Fish assemblages and patterns of fish habitat utilization from de Cozumel coral reef system, Mexican Caribbean. *Bull. Zool. Mus. Univ. Amst.*, 98 p.

- Díaz-Ruiz, S. y A. Aguirre-Leon, 1993. Diversidad e Ictiofauna de los arrecifes del sur de Cozumel, Quintana Roo. 817-832 p. *In*: Salazar, S. I. y N. E. González (Eds.) *Biodiversidad Marina y Costera de México*. CONABIO/CIQRO, México, 865 p.
- Díaz-Ruiz, S., 2002. Caracterización Ecológica del Sistema Arrecifal Coralino de Akumal, Caribe Mexicano. Informe Final- Segunda Etapa, LIEC-CBS-UAMI, México, 178 p.
- Díaz-Ruiz, S., A. Aguirre-León, C. Macuitl-Montes y O. Pérez-Solís, 1996. Seasonal patterns of distribution and abundance of snappers in the Mexican Caribbean. *IN*: Arreguín-Sánchez, F., J. L. Munro, M. C. Balgos y D. Pauly (Eds.) *Biology Fisheries and Culture of Tropical Groupers and Snappers*. ICLARM Conf. Proc. 48: 449 p.
- Díaz-Ruiz, S., A. Márquez-García y E. Barba-Macias, 2000. Caracterización Ecológica del Sistema Arrecifal Coralino de Akumal, Caribe Mexicano. Informe Final- Primera Etapa, LIEC-CBS-UAMI, México, 98 p.
- Díaz-Ruiz, S., O. Pérez-Solís, A. Aguirre-León, J. Chavez y J. R. Ramos, 1995. Estructura y dinámica de la comunidad de peces del sistema arrecifal coralino de Puerto Morelos, Quintana Roo. *In*: Proyecto Final. Proyecto de Investigación. "Evaluación Ecológica y Dinámica de los Recursos Ictiofaunísticos en los Arrecifes Coralinos de Quintana Roo." LIEC/CBS-UAMI (IF. SP), 90p. 13 tablas, 27 figs., un Anexo.
- Doherty, P. & Fowler, T. 1994. An empirical test of recruitment limitation in coral reef fish. *Science* 263, 935-939.
- Fischer, W. 1978. FAO species identification sheets for fishery purposes. Western Central Atlantic (fishing area 31). Vols. 1-7. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. pag. var.
- Fowler, A. J., P. J. Doherty, AND D. MCB. Williams. 1992. Multi-scale analysis of recruitment of a coral reef fish on the Great Barrier Reef. *Marine Ecology Progress Series* 82:131-141.
- Fowler, A. J. 1987. The development of sampling strategies for population studies of coral reef fishes. A case study. *Coral Reefs*, 6: 49-58.
- Froese, R. y D. Pauly. 1994. FishBase as a tool for comparing the life history patterns of flatfish. *Neth. J. Sea Res.* 32(3-4):235-239.
- García, E., 1988. Modificación al Sistema de Clasificación Climática de Köppen *Instituto Geografía Universidad Nacional Autónoma de México*, 346 p.

- Ginsburg, R., Alcolado, P., Arias, E., Bruckner, A., Claro, R., Curran, A., Deschamps, A., Fonseca, A., Feingold, J., Garcia - Saez, C., Gilliam, D., Gittings, S., D., Glasspool, A., Horta-Puga, G., Klomp, K., Kramer, P. A., Kramer, P. R., A., Leao, Z., Lang, J., Manfrino, C., Nemeth, R., Pattengill-Semmens, C., Peckol, P., Posada, J., Riegl, B., Robinson, J., Sale, P., Steneck, R., Vargas, J., Villamizar, E. 2000. Status of Caribbean Reefs: Initial results from the Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (AGRRA) Program. Abstr. Proc. 9th Intern. Coral Reef Symp. Abstr. 211.
- Gladfelter, W.B. y Gladfelter, E. H. 1978. Fish community structure as a function of habitat structure on West Indian patch reefs. *Rev. Biol. Trop.* 26, 65-84.
- Gladfelter, W.B., J.C. Ogden y E.H. Gladfelter. 1980. Similarity and diversity among coral reef fish communities: A comparison between tropical western Atlantic (Virgin Islands) and tropical central Pacific (Marshall Islands) patch reefs. *Ecology* 61: 1156-1168.
- Gower, J. C. 1971. A general coefficient of similarity and some of its properties. *Biometrics*. 27: 857-871.
- Graus, R.R. y I.G. Macintyre. 1989. The zonation patterns of Caribbean coral reefs as controlled by wave and light energy input, bathymetric setting and reef morphology: computer simulation experiments. *Coral Reefs* 8: 9-18.
- Greene, L.E. y Alevizon, W.S. 1989. Comparative accuracies of visual assessment method for coral reef fishes. *Bulletin of Marine Science*, 44: 899-912.
- Hatcher; B.G. 1988. Coral reef primary productivity: a beggar's banquet. *TREE* 3:106-111.
- Hatcher; B.G. 1990. Coral reefs primary productivity: a hierarchy of pattern and process. *TRIPE* 5:149-155.
- Heemstra, P.C. y J.E. Randall. 1993. FAO species catalogue. Vol. 16. Groupers of the world. (Family Serranidae, Subfamily Epinephelinae). An annotated and illustrated catalogue of the grouper, rockcod, hind, coral grouper and lyretail species known to date. FAO Fish. Synops. No. 125, Vol. 16.

- Hixon, M. A. 1991. Predation as a process structuring coral reef fish communities. En *The ecology of fishes on coral reefs*. (Sale, P. F. ed.) pags 475-508. academia Press, San Diego.
- Humann, P. 1994a. Reef fish identification Florida, Caribbean, Bahamas. New World Publications, Jacksonville, Florida, 426 p.
- Humann, P. 1994b. Reef Creatures Identification: Florida, Caribbean and Bahamas. Paramount Miller Graphics, Florida. 320 p.
- Humann, P. 1994c. Reef Coral Identification: Florida, Caribbean and Bahamas. Paramount Miller Graphics, Florida. 240 p.
- Jordán D., E., *Atlas de los arrecifes coralinos del Caribe Mexicano*, ICMyl-UNAM y CIQRO, 1993.
- Jones, G. P. 1991 Postrecruitment processes in the ecology of coral reef fish population: a multifactorial perspective. En *The ecology of fishes on coral reefs*. (Sale, P.F. ed.) pags. 294-328. Academic Press, San Diego.
- Jones, R.S. y M.J. Thompson. 1978. Comparison of Florida reef fish assemblages using a rapid visual technique. *Bulletin of Marine Science* 28: 159-172.
- Koslow, J.A., F. Hanley y R. Wicklund. 1988. Effects of fishing on reef fish communities at Pedro Bank and Port Royal cays, Jamaica. *Marine Ecology Progress Series* 43: 201-212.
- Lincoln Smith, M.P. 1989. Improving multispecies rocky reef fish censuses by counting different groups of species using different procedures. *Environmental Biology of Fishes.*, 26: 29-37.
- Loyola-Salinas, D. H. y Escofet, A. 1990. Aportaciones al calculo del Índice de Valor Biológico (Sanders, 1960). Contribution to the calculation to the Biological Value Index (Sanders, 1960). *Ciencias Marinas*, 16(2): 97-115.
- Ludwing, A. J. y J.F. Reynolds. 1988. *Statistical Ecology. A Primer on Methods and Computing*. John Wiley & Sons, 337p.
- Magurran, A. E. 1989. *Diversidad ecológica y su medición*. Ed. Vedral, Barcelona España 200p.
- Margalef, R. 1969. El Ecosistema pelágico del Mar Caribe. *Memoria. Fundación "La Salle"*M, 29: 5-36.

- Mccormick, M.I. y Choat, J.H. 1987. Estimating total abundance of large temperate reef fish using visual strip-transects. *Marine Biology*, 96: 469-478.
- Mcgehee, M.A. 1994. Correspondence between assemblages of coral reef fishes and gradients of water motion, depth and substrate size off Puerto Rico. *Marine Ecology Progress Series* 105: 243-255.
- Mejia, Luz Stella y Garzon-Ferreira, Jaime. 2000. Estructura de comunidades de peces arrecifales en cuatro atolones del Archipiélago de San Andrés y Providencia (Caribe sur occidental). *Revista de Biología Tropical* dic. 2000, vol.48, no.4, p.883-896.
- Merino, M., 1986. Aspectos de la circulación costera superficial del Caribe Mexicano con base en observaciones usando tarjetas de deriva. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar Limnología*. UNAM, 13 (2): 31-46.
- Muñoz-Chagin, R. F. y G. de la Cruz-Agüero, 1993. Corales del arrecife de Akumal, Quintana Roo. 761-771 p. In: Salazar, S. y N. González (Eds.) *Biodiversidad Marina y Costera de México*. CONABIO/CIQRO, 865 p.
- Nagelkerken I., S. Kleijnen, T. Klop, R. A. C. J. Van Den Brand, E. Cocheret de la Morinière, G. Van Der Velde. 2001. Dependence of Caribbean reef fishes on mangroves and seagrass beds as nursery habitats: a comparison of fish faunas between bays with and without mangroves/seagrass beds. *Marine Ecology Progress Series* 214: 225-235.
- Nelson J.S. 1994. *Fishes of the World*, 3rd edn. Wiley, New York.
- Odum W.E. y Heald E. J. 1972. Trophic analyses of an estuarine mangrove community. *Bulletin of Marine Science* 22:671-738.
- Ogden, J. C. y Ebersole, J.P. 1981. Scale and community structure of coral reef fishes: a long-term study of a large artificial reef. *Marine Ecology Progress Series* 4, 97-104.
- Parrish J.D. 1989. Fish communities of interacting shallow water habitats in tropical oceanic regions. *Marine Ecology Progress Series* 58:143-160.
- Parrish, J. D. 1987. The tropic biology of snappers and groupers. En *tropical snappers and groupers: Biology and Fisheries Management*. (Polovina y Ralson, eds) pags 405-463. West-view Press, Boulder.
- Phillips, P.C. y M.K. Perez-Cruet. 1984. A comparative survey of reef fishes in Caribbean and Pacific Costa Rica. *Revista Biología Tropical* 32: 95-102.
- Pielou, E. C., 1966. The measurements of diversity in different types of biological collections. *Journal Theoret. Biology*, 13:131-144.

- Polulin, N. V. C. y Roberts, C. M., 1993. Greater biomass and value of target coral-reef fishes in two small Caribbean marine reserves. *Marine Ecology Progress Series* 100, 167-176.
- Quintal-Lizama, C. y Vasquez-Yeomans, L. 2001 Asociaciones de larvas de peces en una bahía del Caribe mexicano. *Revista de Biología Tropical*, jun. 2001, vol.49, no.2, p.559-570.
- Randall, J.E. 1983. Caribbean Reef Fishes. T.F.H. Publications, Inc. Ltd., Hong Kong. 2nd ed. 350 p.
- Roberts, C. 1995. Effects of fishing on the ecosystem structure of coral reefs. *Conservation Biology*. 9: 988-995.
- Robertson A.I. y Blaber S.J.M. 1992 Plankton, epibenthos and fish communities. *Coastal Estuaries Study*. 41:173-224.
- Russell, B.C., Talbot, F.H., Anderson, G.R.V., y Goldman, B. 1978. Collection and sampling of reef fishes. *In: Coral Reefs: research methods.* (Stoddart, D.R. y Johannes, R.E., ed.), pp. 329-345. UNESCO.
- Sale, P. F. 1991. Reef fish communities: Open Nonequilibrium systems. *En The ecology of fishes on coral reefs.* (Sale, P.F. ed.) pags. 594-600. Academic Press, San Diego.
- Sale, P. F. y W. A. Douglas, 1984. Temporal variability in the community structure of fish on coral patch reef and relation of community structure to reef structure. *Ecology* 65 : 409-422
- Sale, P. F. y W. J. Stell, 1986. Temporal variability in patterns of association among fish species on coral patch reefs. *Marine Ecology Progress Series* 51: 35-47
- Sale, P.F. 1991. Reef fish communities: open nonequilibrium systems. Capítulo 19:564-598. *In: Sale, P.F. (Ed.). The ecology of fishes on coral reefs.* Academic Press, San Diego, California. 754 p.
- Sale, P.F. 1997. Visual census of fishes: how well do we see what is there? Proc. 8th Int. Coral Reef Symposim, Panamá 2: 1435-1440.
- Sale, P.F. y Douglas, W.A. 1981. Precision and accuracy of visual census techniques for fishes assemblages on coral patch reefs. *Environmental Biology of Fishes.*, 6: 333-339.

- Sale, P.F. y Sharp, 1983. Correction for bias in visual transect censuses of coral reef fishes. *Coral Reefs*, 2: 37-42
- Sale, P.F. y Sharp, B.J. 1983. Correction for bias in visual transect censuses of coral reef fishes. *Coral Reefs*, 2: 37-42.
- Shannon, E.C. y W. Wiener, 1963. The mathematical theory of communication. University Illinois Press, *Urbana*, 119p.
- Shulman M.J, 1985. Recruitment of coral reef fishes: effects of distribution of predators and shelter. *Ecology* 66:1056–1066.
- Sokal R.R. y Rohlf F.J. 1995. *Biometry*, 3rd Ed. W.H. Freeman and Company, New York.
- Sorokin Y.I. (1993) Coral reef ecology. Ecological studies. Springer, Berlin Heidelberg New York.
- Stjohn, J., Russ, G.R. y Gladstone, W. 1990. Accuracy and bias of visual estimates of numbers, size structure and biomass of a coral reef fish. *Marine Ecology Progress Series* , 64: 253-262.
- Watson, R.A., Carlos, G.M. y Samoilys, M.A. 1995. Bias introduced by the non-random movement of fish in visual transect surveys. *Ecology Modelling*, 77: 205-214
- Wolansky, E. y Hammer, W. M. 1988. Topographically controlled fronts in the ocean and their biological influence. *Science*. 241: 177-181.
- Yáñez-Arancibia, A., A. L. Lara-Dominguez, a. Aguirre-León, S. Díaz-Ruiz, F. Amezcua, D. Flores y P. Chavance, 1985. Ecology of Dominant Fish Population in Tropical Estuaries: Environmental Factors Regulating Biological Estrategies and Production. 311-366 p. *In: Yáñez-Arancibia, A. (Ed.) Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons: Towards and Ecosystem Integration*. UNAM Press., México, 654 p.
- ZAR, J.H., 1999 Biostatistical Análisis. *Prentice-Hall*, Englewood Cliffs, N. J. 620p.

CONTINUACION

61	8	1	27	167	2.76	5.08	0.64	0.42	35	28.6	5.14	3	200	50	0	50	0	2	15	6	0	24	43	0	10	0	80	20	0	0	0				
62	8	2	10	46	1.76	2.35	0.76	0.12	37.5	28.8	3.82	3.5	400	25	0	25	50	25	22	5	6	11	28	0	3	20	0	0	0	0					
63	8	3	24	239	3.21	4.2	0.85	0.6	37.2	29.2	4.4	5	650	0	0	42	58	15	15	12	14	23	21	0	0	0	0	41	59	0	0				
64	8	4	38	287	3.21	6.54	0.88	0.72	36.1	29.1	4.81	11	900	72	0	32	24	9	5	11	17	0	44	16	7	0	0	6	43	0	51				
65	8	5	42	345	3.32	7.02	0.89	0.86	37.6	29.1	4.28	14	800	44	0	28	0	5	27	7	37	10	5	0	0	0	0	0	0	0	100				
66	8	6	26	388	2.54	4.19	0.78	0.97	37.6	29.3	4.1	2	350	5	0	0	95	1	0	6	45	36	10	2	0	0	0	0	100	0	0				
67	8	7	29	199	2.77	5.29	0.82	0.5	37.4	29.6	3.71	2	600	18	0	32	50	9	22	9	9	24	1	22	4	19	0	0	0	0	0				
68	8	8	27	204	2.82	4.05	0.86	0.33	37.4	29.6	3.71	2	350	18	0	32	50	9	22	9	9	24	1	22	4	19	0	0	0	0	0				
69	8	9	26	213	2.69	4.25	0.86	0.68	36.6	29.4	4.54	2.5	200	100	0	0	40	0	0	4	2	12	6	0	15	73	85	15	0	0					
70	8	10	33	230	2.69	4.25	0.86	0.68	36.6	29.4	4.54	2.5	200	100	0	0	40	0	0	4	2	12	6	0	15	73	85	15	0	0					
71	8	11	25	206	2.17	5.1	0.62	1.33	37.5	30.1	3.65	4	400	55	0	45	0	13	19	12	11	21	6	0	18	0	0	0	0	0	0				
72	8	12	34	432	2.82	4.5	0.88	0.52	37.5	29.1	3.95	3	650	17	83	0	0	2	8	15	2	27	40	6	0	0	0	0	80	0	20				
73	8	13	30	320	2.99	5.44	0.86	1.08	37.7	29.2	3.95	12	900	0	0	100	0	11	15	33	4	21	6	10	0	0	0	0	0	0	0	0			
74	8	14	28	692	2.42	4.13	0.73	1.73	37	29.2	5.3	11	950	65	0	25	0	3	8	31	3	19	12	24	0	0	0	0	0	0	0	0			
75	8	15	26	184	2.75	4.79	0.84	0.46	37.8	29.8	3.93	2	400	25	0	75	0	10	12	7	7	19	24	21	0	0	10	65	25	0	0				
76	8	16	25	191	2.68	4.57	0.83	0.48	36.8	28.4	5.09	1.5	200	25	0	75	0	11	9	0	31	24	24	0	0	100	0	0	0	0	0	0			
77	8	17	24	200	2.48	4.34	0.78	0.5	20.8	27.4	4.88	2.5	50	8	44	24	0	7	8	10	25	3	40	7	70	30	0	0	0	0	0	0			
78	8	18	18	119	1.79	3.56	0.62	0.3	20.9	27.4	3.81	2.5	50	8	44	24	0	7	8	10	25	3	40	7	70	30	0	0	0	0	0	0			
79	8	19	21	161	2.54	3.59	0.63	0.65	37	28.0	4.54	4	950	25	0	75	0	0	0	2	0	0	6	68	23	100	0	0	0	0	0	0			
80	8	20	27	241	2.64	4.77	0.65	0.77	28.0	29.0	5.14	4	950	25	0	75	0	0	0	2	0	0	6	68	23	100	0	0	0	0	0	0	0		
81	10	1	27.45	27.85	2.659	4.7565	0.6095	0.701	35.33	29.965	4.3454	5.125	510	30.7	10.1	41.5	17.2	7.3	11.1	12.65	7.3	24.4	13.65	16.25	7.4	23.2	13.05	26.5	13.7	23.55	0	0			
82	10	2	14	136	1.99	2.15	0.86	0.17	37	29.8	2.82	4	200	50	0	50	0	2	15	6	0	24	43	0	10	0	80	20	0	0	0	0			
83	10	3	16	202	1.91	2.83	0.69	0.51	36.7	29.8	2.82	4.5	400	25	0	25	50	25	22	5	6	11	28	0	3	20	0	0	60	0	0	0			
84	10	4	40	406	3.26	6.49	0.88	1.02	36.9	29.1	3.44	4	650	0	0	42	58	15	15	12	14	23	21	0	0	0	0	41	59	0	0	0			
85	10	5	37	588	2.9	5.65	0.8	1.47	37.2	29.4	3.04	15	900	72	0	28	0	5	11	17	0	44	16	7	0	0	0	6	43	0	51	0			
86	10	6	21	368	2.44	3.39	0.8	0.82	37.1	29.4	3.1	3.5	600	5	0	32	24	9	5	27	7	37	10	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
87	10	7	31	290	2.6	5.29	0.76	0.73	37.4	29.8	2.67	3	350	18	0	32	50	9	22	9	9	24	1	22	4	19	0	0	100	0	0	0	0		
88	10	8	20	284	2.51	3.36	0.84	0.71	37.4	29.8	2.67	4	150	60	0	40	16	12	8	2	32	8	15	8	70	0	10	20	0	0	0	0			
89	10	9	20	269	2.6	3.4	0.87	0.67	37.4	29.8	2.74	2	200	100	0	0	0	0	4	1	2	11	0	6	73	85	15	0	0	0	0	0			
90	10	10	23	351	2.62	4.14	0.81	0.82	37.3	29.8	2.74	3	650	17	83	0	0	2	8	12	2	27	40	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
91	10	11	23	351	2.63	3.75	0.81	0.68	37.3	29.8	2.74	3	650	17	83	0	0	2	8	12	2	27	40	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
92	10	12	27	244	2.95	4.73	0.81	0.61	36.4	29.4	2.9	13	900	0	0	100	0	11	15	33	4	21	6	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
93	10	13	38	284	3.21	6.55	0.88	0.71	37.2	29.4	3.14	13	950	65	0	25	0	3	8	31	3	19	12	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
94	10	14	24	1008	2.07	3.33	0.65	2.52	37	29.6	2.99	3	700	0	0	100	0	9	19	8	15	41	2	4	2	0	0	100	0	0	0	0	0		
95	10	15	18	157	2.27	3.36	0.79	0.39	37.1	30.2	2.91	4	400	25	0	75	0	10	12	7	7	19	24	21	0	0	10	65	25	0	0	0	0		
96	10	16	19	100	2.62	3.91	0.89	0.25	37.1	30.2	2.91	2	200	25	0	75	0	11	9	0	10	24	21	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	
97	10	17	24	484	2.57	3.71	0.81	1.24	25.3	29	3.5	2.5	50	8	44	24	0	7	8	10	25	3	40	7	70	30	0	0	0	0	0	0	0	0	
98	10	18	20	144	2.48	3.52	0.83	0.36	25.6	29.1	3.72	2.5	50	0	75	25	0	0	2	0	0	0	6	68	23	100	0	0	0	0	0	0	0	0	
99	10	19	24	192	2.53	4.37	0.8	0.48	37.3	29.5	3.16	4	700	25	0	75	0	2	8	12	7	18	13	40	0	0	0	80	20	0	0	0	0	0	
100	10	20	32	314	3.18	5.39	0.92	0.79	36.9	29.2	3.16	11.5	950	20	0	77	3	13	9	22	2	24	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
promedio			27.45	368.4	2.5785	4.626	0.819	0.715	35.935	29.47	3.075	5.95	510	30.7	10.1	41.5	17.2	7.3	11.1	12.65	7.3	24.4	13.65	16.25	7.4	23.2	13.05	26.5	13.7	23.55	0	0			
101	12	1	15	150	2.31	2.79	0.85	0.38	36.4	26	2.35	3	400	25	0	25	50	25	22	5	6	11	28	0	3	20	0	0	0	0	0	0	0	0	
102	12	2	15	150	2.31	2.79	0.85	0.38	36.4	26	2.35	3	400	25	0	25	50	25	22	5	6	11	28	0	3	20	0	0	0	0	0	0	0	0	
103	12	3	25	454	2.56	3.92	0.8	1.14	36	26.7	4.66	2.5	650	0	0	42	58	15	15	12	14	23	21	0	0	0	0	41	59	0	0	0	0		
104	12	4	36	427	3.18	5.78	0.89	1.07	34.8	26.7	4.99	11.5	900	72	0	28	0	5	11	17	0	44	16	7	0	0	0	6	43	0	51	0	0		
105	12	5	39	563	3.12	6	0.85	1.41	36.4	27	3.89	14	800	44	0	32	24	9	5	27	7	37	10	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
106	12	6	35	537	2.77	5.41	0.78	1.34	36.5	26.9	3.85	3	600	5	0	0	95	1	0	6	45	36	10	2	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	
107	12	7	23	250	2.71	3.98	0.86	0.63	36.5	26.9	3.85	3	350	18	0	32	50	9	22	9	9	24	1	22	4	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0
108	12	8	27	249	2.71	4.71	0.82	0.62	36.6	26.6	2.34	2	150	60	0	40	16	12	8	2	32	8	15	8	70	0	10	20	0	0	0	0	0	0	
109	12	9	25	150	2.84	4.79	0.88	0.38	36.2	26.7	2.26	2	200	100	0	0	0	4	2	11	0	6	73	85	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
110	12	10	23	178	2.68	4.25	0.85	0.45	36.2	26.7	2.26	2	2																						

ANEXO B

CLASE CHONDREICHTHYES

Orden Rajiformes

1 Familia Dasyatidae

Género 1. *Dasyatis* Rafinesque, 1810

- 1) *Dasyatis americana* Hildebrand & Schroeder, 1928

CLASE OSTEICHTHYES

Orden Elopiformes

2 Familia Albulidae

Género 2. *Albula* Scopoli 1777

- 2) *Albula vulpes* (Linnaeus, 1758)

3 Familia Engraulidae

Género 3. *Anchoa* Jordan & Evermann 1927

- 3) *Anchoa lyolepis* (Evermann & Marsh, 1902)

Orden Beloniformes

4 Familia Belonidae

Género 4. *Strongylura* Van Hasselt, 1823

- 4) *Strongylura notata* (Poey, 1861)
5) *Strongylura timucu* (Walbaum, 1792)

Género 5. *Ablennes* Jordan & Fordice 1887

- 6) *Ablennes hians* (Valenciennes, 1846)

5 Familia Hemiramphidae

Género 6. *Hemiramphus* Gill 1859

- 7) *Hemiramphus brasiliensis* (Linnaeus, 1758)

Orden Beryciformes

6 Familia Holocentridae

Género 7. *Holocentrus* Scopoli (ex Gronow) 1777

- 8) *Holocentrus adscensionis* (Osbeck, 1765)
9) *Holocentrus rufus* (Walbaum, 1792)

Género 8. *Neoniphon* Castelau, 1875

10) *Neoniphon marianus* (Cuvier, 1829)

Orden Gasterosteiformes

7 Familia Aulostomidae

Género 9. *Aulostomus* Lacépède, 1803

11) *Aulostomus maculatus* (Valenciennes, 1845)

Orden Perciformes

8 Familia Serranidae

Género 10. *Cephalopholis* Bloch & Schneider, 1801

12) *Cephalopholis fulva* (Linnaeus, 1758)

Género 11. *Epinephelus* Bloch, 1793

13) *Epinephelus adscensionis* (Osbeck, 1765)

14) *Epinephelus guttatus* (Linnaeus, 1758)

15) *Epinephelus cruentatus* (Lacépède, 1802)

16) *Epinephelus morio* (Valenciennes, 1828)

Genero 12 *Hypoplectrus* Gill 1861

17) *Hypoplectrus gemma* (Goode & Bean, 1882)

Género 13. *Mycteroperca* Gill, 1863

18) *Mycteroperca bonaci* (Poey, 1860)

19) *Mycteroperca tigris* (Valenciennes, 1833)

20) *Mycteroperca interstitialis* (Poey, 1860)

Género 14. *Serranus* Cuvier, 1817

21) *Serranus tigrinus* (Bloch, 1790)

9 Familia Grammatidae

Género 15. *Gramma* Poey, 1868

22) *Gramma loreto* Poey, 1868

10 Familia Malacanthidae

Género 16. *Malacanthus* Cuvier, 1829

23) *Malacanthus plumieri* (Bloch, 1787)

11 Familia Carangidae

Género 17. *Caranx* Lacépède, 1802

24) *Caranx ruber* (Bloch, 1793)

25) *Caranx bartholomaei* (Cuvier, 1833)

Genero 18) *Elagatis* Bennett 1840

26) *Elagatis bipinnulata* (Quoy and Gaimard, 1825)

12 Familia Lutjanidae

Género 19. *Lutjanus* Bloch, 1790

27) *Lutjanus analis* (Cuvier, 1828)

- 28) *Lutjanus apodus* (Walbaum, 1792)
 29) *Lutjanus griseus* (Linnaeus, 1758)
 30) *Lutjanus jocu* (Bloch & Schneider, 1801)
 31) *Lutjanus mahogani* (Cuvier, 1828)
 Género 20. *Ocyurus* Gill, 1862
 32) *Ocyurus chrysurus* (Bloch, 1790)

13 Familia Gerreidae

- Género 21. *Gerres* Quoy & Gaimard, 1824
 33) *Gerres cinereus* (Walbaum, 1792)
 Genero 22. *Eucinostomus* Baird & Girard in Baird 1855
 34) *Eucinostomus melanopterus* (Blecker, 1863)

14 Familia Haemulidae

- Género 23. *Anisotremus* Gill, 1861
 35) *Anisotremus surinamensis* (Bloch, 1791)
 36) *Anisotremus virginicus* (Linnaeus, 1758)
 Género 24. *Haemulon* Cuvier, 1829
 37) *Haemulon carbonarium* Poey, 1860
 38) *Haemulon chrysargyreum* Gunther, 1859
 39) *Haemulon flavolineatum* (Desmarest, 1823)
 40) *Haemulon macrostomun* Gunther, 1859
 41) *Haemulon melanurum* (Linnaeus, 1758)
 42) *Haemulon parra* (Desmarest, 1823)
 43) *Haemulon plumieri* (Lacépède, 1802)
 44) *Haemulon sciurus* (Shaw, 1803)

15 Familia Sparidae

- Género 25. *Calamus* Swainson, 1839
 45) *Calamus calamus* (Valenciennes, 1830)

16 Familia Mullidae

- Género 26. *Mulloidichthys* Longley, 1889
 46) *Mulloidichtys martinicus* (Cuvier, 1829)
 Género 27. *Pseudupeneus* Bleeker, 1862
 47) *Pseudupeneus maculatus* (Bloch, 1793)

17 Familia Kyphosidae

- Género 28. *Kyphosus* Lacépède, 1802
 48) *Kyphosus sectatrix* (Linnaeus, 1766)

18 Familia Chaetodontidae

- Género 29. *Chaetodon* Linnaeus, 1758
 49) *Chaetodon capistratus* Linnaeus, 1758
 50) *Chaetodon ocellatus* Bloch, 1787

51) *Chaetodon striatus* (Linnaeus, 1758)

19 Familia Pomacanthidae

Género 30. *Holacanthus* Lacépède, 1803

52) *Holacanthus ciliaris* (Linnaeus, 1758)

53) *Holacanthus tricolor* (Bloch, 1795)

Género 31. *Pomacanthus* Lacépède, 1803

54) *Pomacanthus arcuatus* (Linnaeus, 1758)

55) *Pomacanthus paru* (Bloch, 1787)

20 Familia Pomacentridae

Género 32. *Abudefduf* Förskal, 1775

56) *Abudefduf saxatilis* (Linnaeus, 1758)

Género 33. *Chromis* Cuvier, 1815

57) *Chromis cyanea* (Poey, 1860)

58) *Chromis multilineata* (Guichenot, 1855)

Género 34. *Microspathodon* Günther, 1862

59) *Microspathodon chrysurus* Cuvier, 1830

Género 35. *Stegastes* (Lacépède, 1803)

60) *Stegastes dorsopunicans* (Poey, 1867)

61) *Stegastes leucostictus* (Müller & Troschel, 1848)

62) *Stegastes dienaecus* (Jordan and Rutter, 1897)

63) *Stegastes partitus* (Poey, 1867)

64) *Stegastes planifrons* (Cuvier, 1830)

65) *Stegastes variabilis* (Castlenau, 1885)

21 Familia Sphyraenidae

Género 36. *Sphyraena* Rose, 1793

66) *Sphyraena barracuda* (Walbaum, 1792)

22 Familia Labridae

Género 37. *Bodianus* Bloch, 1790

67) *Bodianus rufus* (Linnaeus, 1758)

Género 38. *Clepticus* Cuvier, 1829

68) *Clepticus parrae* (Bloch & Schneider, 1801)

Género 39. *Halichoeres* Rüppell, 1835

69) *Halichoeres bivittatus* (Bloch, 1791)

70) *Halichoeres garnoti* (Valenciennes, 1839)

71) *Halichoeres maculipinna* (Müller & Troschel, 1848)

72) *Halichoeres radiatus* (Linnaeus, 1758)

73) *Halichoeres pictus* (Poey, 1860)

74) *Halichoeres poeyi* (Steindachner, 1867)

Género 40. *Lachnolaimus* Valenciennes, 1839

75) *Lachnolaimus maximus* (Walbaum, 1792)

Género 41. *Thalassoma* Swainson, 1839

76) *Thalassoma bifasciatum* (Bloch, 1791)

Género 42) *Doratonotus* Günther 1861

77) *Doratonotus megalepis* (Günther, 1862)

23 Familia Scaridae

Género 43. *Scarus* Forskal, 1775

78) *Scarus coelestinus* Valenciennes, 1839

79) *Scarus coeruleus* (Bloch, 1786)

80) *Scarus guacamia* Cuvier, 1829

81) *Scarus iserti* (Bloch, 1789)

82) *Scarus taeniopterus* Demarest, 1831

83) *Scarus vetula* Bloch & Schneider, 1801

Género 44. *Sparisoma* Swainson, 1831

84) *Sparisoma aurofrenatum* (Valenciennes, 1839)

85) *Sparisoma chrysopteron* (Bloch & Schneider, 1801)

86) *Sparisoma rubripinne* (Valenciennes, 1839)

87) *Sparisoma viride* (Bonnaterre, 1788)

88) *Sparisoma radians* (Valenciennes, 1839)

24 Familia Acanthuridae

Género 45. *Acanthurus* Forskal, 1775

89) *Acanthurus bahianus* Castelnau, 1855

90) *Acanthurus chirurgus* (Bloch, 1787)

91) *Acanthurus coeruleus* Bloch & Schneider, 1801

25 Familia Ephippidae

Genero 46. *Chaetodipterus* Lacepède 1802

92) *Chaetodipterus faber* (Broussonet, 1782)

26 Familia Echeneidae

Genero 47. *Echeneis* Jordan & Evermann 1896

93) *Echeneis neucratoides* (Zouieu, 1786)

Genero 48. *Remora* Jordan & Evermann 1896

94) *Remora remora* (Linnaeus, 1758)

27 Familia Labrisomidae

Genero 49. *Labrisomus* Swainson 1839

95) *Labrisomus gobio* (Valenciennes, 1836)

Genero 50. *Malacoctenus* Gill 1860

96) *Malacoctenus triangulatus* (Springer, 1959)

28 Familia Mugilidae

Genero 51. *Mugil* Linnaeus, 1758

97) *Mugil curema* (Valenciennes, 1836)

29 Familia Pempheridae

Genero 52. *Pempheris* Cuvier, 1829

98) *Pempheris schomburgki* (Müller and Troschel, 1848)

30 Familia Gobiidae

Genero 53. *Nes* Ginsburg 1933

99) *Nes longus* (Nichols, 1914)

Genero 54. *Coryphopterus* Gill 1863

100) *Coryphopterus glaucotraenum* (Gill, 1863)

31 Familia Blenniidae

Genero 55. *Ophioblennius* Gill 1860

101) *Ophioblennius atlanticus* (Valenciennes, 1836)

32 Familia Bothidae

Género 56. *Bothus* Rafinesque, 1810

102) *Bothus acellatus* (Agassiz, 1831)

33 Familia Balistidae

Género 57. *Balistes* Linnaeus, 1758

103) *Balistes vetula* (Linnaeus, 1758)

Género 58. *Melichthys* Cuvier, 1817

104) *Melichthys niger* (Bloch, 1786)

34 Familia Monacanthidae

Género 59. *Aluterus* Cuvier, 1817

105) *Aluterus scriptus* (Osbeck, 1765)

106) *Aluterus schoephtii* (Walbaum, 1792)

Género 60. *Cantherhines* Swainson, 1839

107) *Cantherhines macrocerus* (Hollard, 1854)

108) *Cantherhines pullus* (Ranzani, 1842)

35 Familia Ostraciidae

Género 61. *Lactophrys* Swainson, 1839

109) *Lactophrys trigonus* (Linnaeus, 1758)

110) *Lactophrys triqueter* (Linnaeus, 1758)

111) *Lactophrys bicaudalis* (Linnaeus, 1758)

36 Familia Tetraodontidae

Género 62. *Canthigaster* Swainson, 1839

112) *Canthigaster rostrata* (Bloch, 1782)



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

ACTA DE EXAMEN DE GRADO

No. 00017

ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE PECES DEL SISTEMA ARRECIFAL CORALINO AKUMAL, CARIBE MEXICANO.

En México, D.F., se presentaron a las 11:00 horas del día 6 del mes de diciembre del año 2005 en la Unidad Iztapalapa de la Universidad Autónoma Metropolitana, los suscritos miembros del jurado:

M. EN C. SILVIA DIAZ RUIZ
 M. EN C. ARTURO AGUIRRE LEON
 DRA. MARIA DE LOURDES JIMENEZ BADILLO
 DRA. ANA LAURA LARA DOMINGUEZ
 DR. MANUEL ARNOLDO CASTILLO RIVERA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
 DIVISION DE SISTEMAS ESCOLARES

Casa abierta al tiempo



ENRIQUE CANO QUIROGA
 FIRMA DEL ALUMNO

Bajo la Presidencia de la primera y con carácter de Secretario el último, se reunieron para proceder al Examen de Grado cuya denominación aparece al margen, para la obtención del grado de:

MAESTRO EN BIOLOGIA
 DE: ENRIQUE CANO QUIROGA

De acuerdo con el artículo 78 fracción III del Reglamento de Estudios Superiores de la Universidad Autónoma Metropolitana, los miembros del jurado resolvieron:

REVISÓ

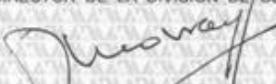


LIC. CAREN LLORENS FABREGAT
 DIRECTORA DE SISTEMAS ESCOLARES

APROBAR

Acto continuo, la presidenta del jurado comunicó al interesado el resultado de la evaluación y, en caso aprobatorio, le fue tomada la protesta.

DIRECTOR DE LA DIVISION DE CBS



DR. OSCAR ARMAUNO MONROY
 HERMOSILLO

PRESIDENTA



M. EN C. SILVIA DIAZ RUIZ

VOCAL



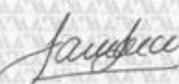
M. EN C. ARTURO AGUIRRE LEON

VOCAL



DRA MARIA DE LOURDES JIMENEZ
 BADILLO

VOCAL



DRA. ANA LAURA LARA DOMINGUEZ

SECRETARIO



DR. MANUEL ARNOLDO CASTILLO
 RIVERA

