

**ACERCAMIENTO A LA ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA
COMUNIDAD ÍCTICA ARRECIFAL DE LA ISLA DE MALPELO, UTILIZANDO
EL CENSO VISUAL RÁPIDO (RVC) EN EL MES DE MARZO DE 2002**

ROGER VENAIL

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA DE BIOLOGÍA
BOGOTÁ, D. C.
OCTUBRE DE 2002**

**ACERCAMIENTO A LA ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA
COMUNIDAD ICTICA ARRECIFAL DE LA ISLA DE MALPELO, UTILIZANDO
EL CENSO VISUAL RÁPIDO (RVC) EN EL MES DE MARZO DE 2002**

ROGER VENAIL

TRABAJO DE GRADO

**Presentado como requisito parcial
para optar al título de:**

BIOLOGO

Director:

**Fabio Gómez Delgado
Director del Museo Javeriano de Historia Natural
P.U.J**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA DE BIOLOGÍA
BOGOTÁ, D. C.
OCTUBRE DE 2002**

NOTA DE ADVERTENCIA

Artículo 23 de la Resolución N°13 de julio de 1946: "La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus tesis de grado".

**ACERCAMIENTO A LA ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA
COMUNIDAD ICTICA ARRECIFAL DE LA ISLA DE MALPELO, UTILIZANDO
EL CENSO VISUAL RÁPIDO (RVC) EN EL MES DE MARZO DE 2002**

ROGER VENAIL

Ángela Umaña Muñoz, M .Phil.
Decana Académica

Fabio Gómez - Director

Luz Mercedes Santamaría
Directora (E) Carrera de Biología

José Iván Mojica - Jurado

Saúl Prada - Jurado

BOGOTÁ D.C
OCTUBRE DE 2002

A mis papas, mis abuelos, mi tía y a mi hermano del alma...

*“Penetramos en el paraíso al deslizarnos bajo la piel del agua como peces....
...y quedamos atónitos”*

Anónimo

AGRADECIMIENTOS

A Fabio Gómez por la dirección de este trabajo y por su amistad.

A la fundación SALVAMAR, en especial a Ricardo Sánchez por su apoyo logístico y a Laurent Creuse por su ayuda incondicional.

Al Ministerio del Medio Ambiente y sus funcionarios: Joaquín Navas y Sandra Bessudo por su apoyo en la isla.

Al Museo Javeriano de Historia Natural por su apoyo técnico.

A Tina y Albert por su apoyo y amistad en campo.

A mis papas, mis abuelos y mi tía por creer ciegamente en mi y hacer de este sueño una realidad.

A mi hermano de alma por compartir esa pasión por la naturaleza.

A todos los que indirectamente me ayudaron.

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN

- 1. INTRODUCCIÓN**
- 2. MARCO TEÓRICO Y REVISIÓN DE LITERATURA**
3. 2.1 Arrecife
4. 2.2 Arrecifes del pacífico colombiano
- 2.3 Composición y estructura de las comunidades de peces
- 2.4 Área de estudio
- 2.5 Clima
- 2.6 Antecedentes
- 2.6.1 Internacionales
- 2.6.2 Nacionales

- 3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN**
- 3.1 Formulación del problema
- 3.2 Preguntas de investigación
- 3.3 Justificación de la investigación

- 4. OBJETIVOS**
- 4.1 Objetivo general
- 4.2 Objetivos específicos

- 5. HIPÓTESIS**
- 6. MATERIALES Y MÉTODOS**
- 6.1 Diseño de la investigación
- 6.1.1 Recopilación de información
- 6.1.2 Familiarización con las especies ícticas arrecifales
- 6.1.3 Trabajo de campo
- 6.1.4 Población de estudio y muestra
- 6.1.5 Variables del estudio
- 6.2 Métodos
- 6.3 Recolección de la información
- 6.4 Análisis de información

- 7. RESULTADOS**
- 7.1 Representatividad del muestreo
- 7.2 Riqueza y abundancia
- 7.3 Diversidad

- 8. DISCUSIÓN**

- 9. CONCLUSIONES**

- 10. RECOMENDACIONES**

- 11. REFERENCIAS**

12. [ANEXOS](#)

INDICE DE FIGURAS

[Figura 1](#). Mapa de distribución de las formaciones coralinas más importantes del pacífico colombiano

[Figura 2](#). Mapa de la isla de Malpelo

[Figura 3](#). Fotografía del sustrato alrededor de la isla

[Figura 4](#). Fotografía de coral hermatípico

[Figura 5](#). Mapa de corrientes en el mes de Marzo

[Figura 6](#). Formato de tabla de recolección de información

[Figura 7](#). Estabilización de la curva de riqueza acumulada

[Figura 8](#). Fotografías de las seis especies más abundantes

[Figura 9](#). Distribución de las abundancias de las especies en la comunidad

[Figura 10](#). Distribución de las abundancias de las familias

[Figura 11](#). Número de especies por familia

[Figura 12](#). Hábitos alimenticios en la comunidad

[Figura 13](#). Mapa de la isla con las riquezas de los sitios de buceo

INDICE DE TABLAS

[Tabla 1](#). Distribución y tipo de los arrecifes coralinos más importantes del pacífico colombiano

[Tabla 2](#). Especies registradas, puntajes proporciones(pi) abundancias y frecuencias

[Tabla 3](#). Familias registradas, número de especies por familia, puntajes, abundancias y frecuencias

[Tabla 4](#). Presencia–ausencia de las especies en los diferentes sitios de buceo.

INDICE DE ANEXOS

[Anexo 1.](#) *Odontaspis ferox* o “el monstruo

[Anexo 2.](#) Tabla de hábitos alimenticios de las especies

[Anexo 3.](#) *Sphyrna lewini* o tiburón martillo

[Anexo 4.](#) *Ogcocephalus darwini* o pez murciélago

RESUMEN

En la última semana del mes de Marzo de 2002 se realizó un estudio de tipo descriptivo explorativo en el Santuario de Flora y Fauna Isla de Malpelo, Pacífico colombiano, con el fin de realizar un acercamiento a la estructura y composición de la comunidad íctica arrecifal de la isla, utilizando el censo visual rápido (RVC): método de conteo de peces no destructivo, no extractivo y muy eficiente con respecto a otros. Haciendo de este trabajo el primero a nivel cuantitativo realizado en la isla, el cual en quince derivas realizadas se registraron 58 especies pertenecientes a 34 familias. Siendo *Holacanthus passer*, *Dermatolepis dermatolepis*, *Johnrandalia nigrirostris*, *Bodianus diplotaenia*, *Seriola rivoliana* y *Gymnothorax dovii* las especies más abundantes. Paralelamente, las familias CARANGIDAE y SERRANIDAE se presentan como las más abundantes y esta última con la familia CHAETODONTIDAE fueron las de mayor frecuencia encontrándose en todas las derivas realizadas. La comunidad íctica en esta época climática está constituida por un número pequeño de especies y por medio de los valores calculados de los índices de diversidad de Simpson y de Shannon-Wiener se evidencia que las abundancias relativas de las especies poseen una equitabilidad baja, con algunas especies dominantes y un número importante de especies raras. Las diferencias encontradas en cuanto a la composición de la comunidad referente a otros estudios puede deberse a las diferencias en la metodología para el conteo de peces, al mismo tiempo de muestreo y a la posible respuesta de las especies a los cambios ambientales, reclutándose o retirándose de la isla con la ayuda de las fuertes corriente oceánicas que llegan a esta.

1. INTRODUCCIÓN

Los arrecifes fueron alguna vez definidos por los navegantes como elevaciones del fondo marino que pudieran obstaculizar el paso de las embarcaciones, pero en realidad son estructuras constituidas por organismos vivos, modificando la topografía del lecho marino, conformando un hábitat para albergar organismos especialmente adaptados para ello. En algunos metros cuadrados del arrecife es posible encontrar centenares de especies y miles individuos de diferentes grupos taxonómicos (Díaz *et al.* 2000).

Krohne (1998) definió al arrecife como el sistema más diverso en el mundo, incluyendo las especies asociadas a este, tanto invertebrados como peces, la diversidad íctica se ha querido conocer a lo largo de los años en los diferentes arrecifes del mundo (Collete & Talbot 1998, Russ & Alcalá 1998, etc.) y de Colombia (Mejía 1997, Gómez 1995, Torres 1993, etc).

Sin embargo algunas zonas del país aunque han sido estudiadas, no brindan la información básica necesaria para establecer planes de manejo y evaluar la respuesta a las perturbaciones antrópicas y naturales (Kimmel 1985). Ese es el caso de la única isla de carácter oceánico del pacífico colombiano: el Santuario de Flora y Fauna Malpelo, el cual es el sitio con arrecifes coralinos menos estudiado de la costa pacífica colombiana debido a su difícil acceso y a sus condiciones extremas de fuertes corrientes y oleaje (Zapata 1992).

Debido a esta carencia de información sobre la comunidad íctica de la isla y sumado el impacto de otras diferentes actividades antrópicas como la pesca ilegal las cuales pueden estar generando cambios en dicha comunidad, se vio la necesidad de realizar este trabajo, con el fin de realizar un acercamiento a la estructura y la composición de la comunidad íctica arrecifal, tomando en cuenta el número de especies presentes (riqueza), sus abundancias relativas y frecuencias y la diversidad de dicha comunidad. Haciendo de este estudio de tipo descriptivo explorativo el primer trabajo cuantitativo realizado en la Isla de Malpelo.

Con el fin de obtener dicha información se realizaron 15 muestreo o derivas en la última semana del mes de Marzo de 2002, utilizando el método visual para el

conteo de peces Censo Visual Rápido (RVC), ya que este es un método no destructivo, no extractivo y altamente efectivo con respecto a otros métodos con el mismo fin (Kimmel 1985) reduciendo el tiempo de muestreo y el presupuesto, sin dejar de lado el hecho de que se adaptaba a las condiciones de Santuario de Flora y Fauna, en el cual no se permite la extracción de ejemplares.

Se pudo identificar cambios en la composición de la comunidad íctica, con respecto a los trabajos realizados en años anteriores por Rubio (1997), Prah (1989) y Mc Cosker (1975). Generados posiblemente por diferentes factores tales como la acción de las corrientes marinas en la isla, que pueden llevar y traer consigo larvas de muchas especies de peces entre otras, las cuales crecen en el arrecife estableciéndose permanentemente en este o utilizándolo como lugar de paso, como zona de reproducción o como zona de limpieza, como lo es para los tiburones martillo, *Sphyrna lewini*.

Debida a su importancia zoogeográfica, sirviendo de trampolín de muchas especies pelágicas, es necesario continuar con su investigación con el fin de implantar planes de manejo adecuados para las condiciones especiales de este Santuario de Flora y Fauna.

2. MARCO TEÓRICO Y REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Arrecife

Un arrecife es toda elevación del fondo marino compuesto de roca calcárea cubierta por algas coralinas, macroalgas, esponjas, anémonas, otros tipos de forma sésil, una cubierta de coral y/o arena, formando un sustrato duro (Sale 1991 a)

Esas porciones del paisaje marino dominadas por la presencia de formaciones coralinas se conocen como **arrecifes coralinos**, los cuales son estructuras calcáreas tropicales, de aguas poco profundas, hasta 60 m, constituidas por corales hermatípicos o formadores, dentro de los cuales viven zooxantelas (algas simbiotes) las cuales se encuentran al interior de sus células gastrodérmicas. Estas algas dependen de la luz solar para poder realizar la fotosíntesis, de esta forma ellas fijan carbono el cual pasa a los corales en forma de glicerol, glucosa o amina, no obstante los corales también se pueden alimentar de nutrientes libres traídos por las corrientes. Por lo tanto los arrecifes de coral están restringidos por la cantidad de luz, que en este caso sería determinada por la profundidad y por la temperatura del agua, ya que sólo se encuentran en donde la temperatura oscila entre 20 y 28° C. Además de dar alimento estas estructuras, dan refugio a muchos seres vivos (Ruppert & Barnes 1996).

Estas estructuras constituidas por organismos vivos que modifican la topografía del lecho marino, influyen las propiedades físicas y ecológicas del medio ambiente circundante, originando un lugar heterogéneo. Presentando gradientes en condiciones y en recursos, los cuales van a ser aprovechados por los organismos presentes, conformando un hábitat duradero, estable y característicamente estructurado para albergar organismos especialmente adaptados (Shuhmacher en Díaz *et al.* 2000, Begon *et al.* 1997).

Traduciéndose en la presencia no sólo de otros invertebrados, sino de vertebrados tales como peces, las larvas de muchas especies arrecifales son arrastradas por las corrientes hacia los arrecifes en donde se vuelven parte

esencial del ecosistema, ya sea siendo alimento de muchas otras especies o creciendo y madurando en él, para hacer de este su lugar fijo. De igual manera otras especies migran grandes distancias en busca ya sea de alimento, refugio, lugar de reproducción, según las necesidades, lo cual incrementa la diversidad de individuos (Lozano 1978) y la abundancia de especies presentes en un área (Glynn 1976).

Debido al movimiento constantes de las especies arrecifales, este ecosistema es uno de los más dinámicos en composición (Wilson 1992), haciendo que el arrecife coralino sea el sistema más diverso en el mundo (Krohne 1998)

“Los arrecifes de coral figuran entre las comunidades biológicamente más productivas, taxonómicamente más diversas y estéticamente más celebradas de todas” (Johannes 1970)

Sin embargo los arrecifes están expuestos a diferentes presiones; tanto antrópicas como ambientales. Las actividades humanas: de pesca y buceo indiscriminado, extracción de material de construcción, genético y con fines medicinales son las principales acciones que deterioran este ecosistema. Sin dejar de lado las alteraciones ambientales tales como cambios en la salinidad del agua, temperatura, pH , tipo de sustrato primario y las relaciones interespecificas (depredación, competencia) las cuales modifican la composición y la estructura de las comunidades arrecifales (Ramos 1998, Gómez *et al.* 1996)

2.2 Arrecifes del pacifico colombiano

Debido a que la distribución de los corales hermatípicos depende de: patrones de corrientes, temperatura del agua, pH, zonas de surgencias, clima y tipo de sustrato, en la costa Pacífica de Colombia se encuentran limitados a la parte norte de la costa y a los fondos insulares de Gorgona y Malpelo, ya que en esas zonas encontraron las condiciones apropiadas para su crecimiento (Prahl *et al.* 1990).

En el Pacífico colombiano los arrecifes coralinos son ecosistemas poco abundantes, ocupando un área de 0.5 km² (Tabla 1) y se encuentran distribuidos de la siguiente forma: Arrecifes franjeantes de la costa continental del chocó

Norte (Utría, Tebada, y Bahía Malaga), Arrecifes franjeantes de isla continental (Gorgona) y Arrecifes franjeantes de isla oceánica (Malpelo). (Figura 1). Los arrecifes franjeantes son aquellos que se desarrollan a lo largo del borde de la costa y los arrecifes de parche son aquellos arrecifes pequeños aislados en aguas someras y calmas (Díaz *et al.* 2000)

Tabla 1. Distribución y tipo de los arrecifes coralinos más importantes del Pacífico colombiano.

	Tipo de arrecife	Extensión total km ²	Área de coral vivo km ²
Chocó norte (Utría)	Franjeante y de parche	0.2	0.2
Gorgona	Franjeante, de parche y tapetes coralinos	14.1	0.3
Malpelo	Tapetes coralinos franjeante	0.4	0.01
Total		14.7	0.5

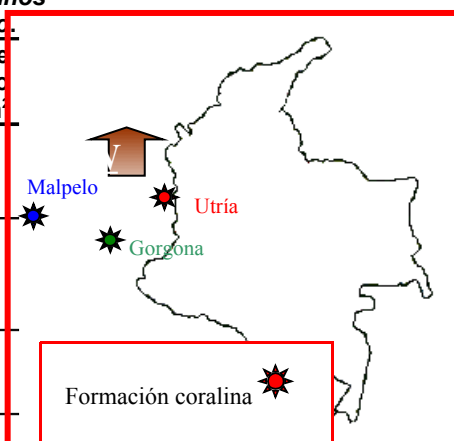


Figura 1. Mapa de distribución de las formaciones coralinas más importantes del Pacífico colombiano

En Utría proliferan variadas formaciones naturales como playas rocosas y arenosas, acantilados, cinturones de mangle, fuentes de agua dulce y algunas formaciones coralinas. En estas zonas se encuentran algunas especies de coral como *Pavona gigantea*, *Pavona varians*, *Pocillopora capitata*, *Pocillopora damicornis*, y *Psamocora stellata* (Vargas 1996, Estupiñán *et al.* 1990, Prah 1985)

En Gorgona (3° N 78° 1' W) se presentan las formaciones coralinas más grandes del Pacífico colombiano: 0.3 km², las más desarrolladas y diversas del Pacífico oriental tropical, teniendo tapetes coralinos sobre sustrato primario rocoso, presentándose algunas especies como *Gardinerosea planulata*, *Pavona elegans*, *P. clavus*, *P. gigantea*, *P. varians*, *Pocillopora capitata*, *P. damicornis*, *P. eydouxi*, y *Porites lobatus* (Díaz *et al.* 2000).

Malpelo (3° 51'07'' N, 81°25'40'' W) presenta poco desarrollo en formaciones coralinas (0.01 km²) debido al fuerte oleaje, causando derrumbes y dañando

dichas formaciones, estas son arrancadas de base o volteadas. Debido a esto las zonas menos profundas se encuentran desnudas, sin embargo otras presentan en sus pendientes y acantilados pequeñas agrupaciones de *Gardinerosenis planulata*, *Pavona clavus*, *P. varians*, *Pocillopora capitata*, *Porites lobatus*. (Diaz *et al.* 2000).

2.3 Composición y estructura de la comunidad de peces

Con el fin de poder abordar el problema de investigación y posteriormente interpretar los resultados es importante aclarar algunos de los conceptos presentados en este trabajo. Teniendo en cuenta que se desea realizar un acercamiento a la estructura y la composición de la comunidad de peces arrecifales de Malpelo, es necesario definir primero a la **comunidad** de peces, entendiendo por esta como la agrupación de varias poblaciones de individuos de diferentes especies que ocurren juntas en un mismo tiempo y espacio (Begon 1997).

Para poder determinar cómo esta constituida la comunidad de peces arrecifales primero es necesario conocer quienes la componen, mirando así la **composición** de la comunidad, la cual puede ser representada por un listado de especies presentes en un área determinada. A partir de este listado se obtiene la **riqueza** o número de especies en dicha área. Para Dodson *et al* (1998) cuenta cada una por igual sin mirar que tan abundante es, con respecto a otras especies . Para otros autores no se debería referir al número de especies en un área, sino dentro de una comunidad (Begon *et al.* 1997).

Sin embargo para Begon *et al.* (1997) no todas las especies presentes pueden ser contadas o vistas, dependiendo esto del número de muestreos y del volumen del hábitat, como no es suficiente saber quienes están presentes, es importante determinar si esas especies son raras o comunes, para ello se utiliza la **abundancia relativa**: número de individuos por especie con respecto al número total de individuos muestreados por cien. Begon *et al.* (1990) define la abundancia relativa como el número de especies en una población combinando “intensidad” (densidad) y “prevalencia” (número y tamaño de áreas habitadas)

Para Odum (1972) es el número de los individuos de una especie en un área determinada o la proporción de los mismos con respecto al área estudiada. Se habla de abundancia relativa cuando los datos son obtenidos del estudio de una muestra de la comunidad total, en dicho caso de estudiar la totalidad de esta se obtendría la abundancia absoluta (Krebs 1985).

Con el fin de determinar la **estructura** de la comunidad se debe tomar en cuenta el número de especies (riqueza) sus abundancias relativas, la distribución de dichas abundancias, sus hábitos alimenticios, y sus relaciones interespecíficas. Para algunos autores la estructura se conoce como el producto de procesos de orden y caos teniendo en cuenta las relaciones tróficas. Distribuyendo las especies según las características del arrecife, estas especies están representadas por individuos de diferentes edades y pertenecientes a diferentes tipos de alimentación (Hobson 1976).

Para otros autores la estructura de la comunidad es la organización en el número de especies y sus relaciones. Tomando como puntos importantes la competencia y la predación, las cuales permiten cambiar las densidades de las especies (Krohne 1998)

Una vez con el número de especies (riqueza) y sus abundancias relativas se puede determinar la **diversidad**. Dodson *et al.* (1998) define diversidad como variedad y riqueza en la composición de especies en una comunidad de un sitio determinado, tomando en cuenta su riqueza y abundancia relativa, o abundancia y Odum (1972) le añade la rareza de tales especies. Begon *et al.* (1997) plantea que lo importante es si las especies son abundantes o raras.

Tal concepto puede ser cuantificado por medio del índice de diversidad de Shannon–Wiener: $H = - \sum p_i \log p_i$, siendo p_i la proporción del número de individuos de una especie con respecto al número total de individuos muestreados. Este valor oscila entre 0 y 5, entre más alto sea, reflejara heterogeneidad (equitabilidad) en los valores estudiados. De esta manera la diversidad será mas alta, debido al gran número de recursos (Margalef 1995).

Otro índice utilizado para cuantificar la diversidad es el índice de Simpson: $D = 1 / \sum p_i^2$, siendo s el número de especies (riqueza) y p_i la proporción de cada especie en la comunidad; $p_i = n_i/N$, n_i es el número de individuos de una especie y N es el número total de individuos muestreados. Este índice tiene como valor máximo la unidad, al acercarse a ella representa dominancia por parte de algunas especies (Begon *et al.* 1997).

2.4 Área de estudio

La isla de Malpelo ($3^{\circ} 51' 07''$ N y $81^{\circ} 35' 40''$ W), está a 270 millas de la costa oeste colombiana (Graham 1975), pertenece a la prolongación emergida del relieve oceánico submarino del Pacífico colombiano, el cual se levanta desde los 4.000 m de profundidad. Alrededor de la isla al N y S a unos 500 m de distancia se izan diez islotes aislados. Malpelo es un promontorio rocoso abrupto con costas acantiladas, que alcanzan una altura máxima de 376 m.s.n.m y tiene una extensión de 35 Ha, teniendo como longitud máxima 1.850 m y 600 m en su parte más ancha. Las rocas de la isla son ígneas y se evidencian capas bien definidas de dacitas, traquitas, andesitas, tufas y basalto, sin embargo en el dorso de la isla se encuentra una capa de roca andesítica (Stead 1975 citado por Prahil 1989).

La geomorfología actual de la isla se caracteriza por los acantilados marcados debidos al impacto de las olas contra la costa, la cual está formada por roca traquítica, ya que esta es más blanda que el resto de rocas volcánicas. Al golpear las olas contra la pared de roca esta va creando una caverna la cual se va agrandando poco a poco hasta que la erosión es tan profunda que el techo no soporta más y se viene abajo formándose de esta manera los acantilados. Sin embargo esta no es la única forma de erosión presente en la isla, la lluvia, la meteorización, los cambios térmicos y la acción del guano depositado por las aves son otros tipos de erosión que permiten que su aspecto sea desolado (Prahil 1989).

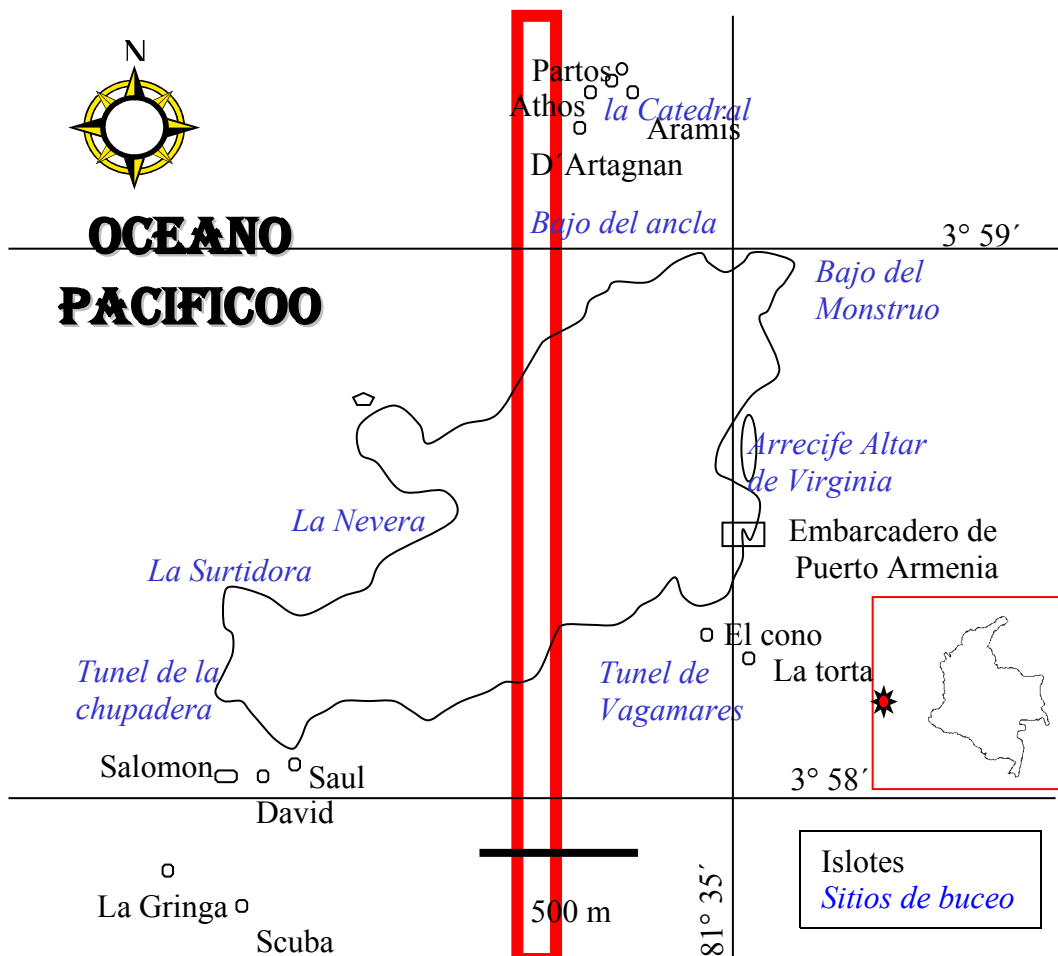


Figura 2. Mapa de la isla de Malpelo, en el que se observan su localización y los diferentes sitios de buceo

A pesar de este aspecto aparentemente desolado, isla posee una serie de organismos que se han adaptado a estas condiciones extremas, gracias al guano depositado por las aves marinas que viven en la isla y que algunas pendientes no son muy pronunciadas se ha formado suelo, en el cual han crecido algunas plantas, sin embargo no es la única función que cumple el guano; unas especies de insecto y una de lagarto se alimentan de él. Otros organismos se alimentan de estos insectos coprófagos y otros de las plantas presentes en la isla. Dando como habitantes de la isla: una especie de cangrejo: *Gecarcinus malpilensis*, dos de lagartos: *Anolis agassizi* y *Diploglossus millepunctatus*, una de geco: *Phyllodactylus transversalis* y varias aves marinas, las cuales utilizan la isla como lugar de anidamiento, como es el caso del piquero enmascarado azul: *Sula dactylatra granti* de la cual se han hecho cálculos de 25.000 individuos y ellos se alimentan exclusivamente de peces pequeños y calamares (Prahl 1989).

La parte marina de la isla es una prolongación de los acantilados de la parte emergida, debido al impacto de las fuertes olas contra la roca, causando erosión, de esta forma las paredes descienden hasta los 90 m de profundidad en forma casi vertical, luego se presenta una plataforma continental que va hasta los 126 m donde las caídas abruptas llegan a profundidades abismales. Dichas paredes están compuesta principalmente de roca como sustrato primario, cubierta por algunas especies como los balanos: *Balanus peninsularis*,, algas cafés *Lobophora variegata*, algunas esponjas negras: *Polyfibrospongia sp*, y tunicados como *Didemnum sp*. (Birkeland *et al* 1975) y erizos *Diadema mexicanus*, *Eucidaris thouarsii* entre muchos otros invertebrados. De igual forma se encuentran pequeñas colonias de coral naranja: *Tubastrea coccinea* y gorgonias, *Lophogorgia alba*. Los balanos en las paredes están vacíos debido a la acción predatora del caracol: *Muricanthus princeps* el cual se alimenta de ellos dejando sólo su esqueleto (Figura 3) (Prahl 1989).



Figura 3. Fotografía del sustrato encontrado alrededor de la isla: roca cubierta de pequeñas colonias de coral naranja: *Tubastrea coccinea*, erizos *Eucidaris thouarsii* y los balanos: *Balanus peninsularis* vacíos (izquierda) por la alta predación del caracol: *Muricanthus princeps* (derecha).

Dicho sustrato mixto se presenta alrededor de la isla sin embargo al oeste de esta hay una zona que presenta una inclinación menos pronunciada, lo cual permite la presencia de corales formadores o hermatípicos, como lo son los *Pocillopora*, este lugar se conoce como el Arrecife del Altar de Virginia, el cual representa la única formación coralina verdadera de la isla (Figura 4) (Prahl 1989).



Figura 4. Fotografía de coral hermatípico, *Pocillopora* sp. en el Arrecife del Altar de Virginia, en la cual se observa la presencia de dichos corales debido a la baja profundidad y a la pendiente menos pronunciada del fondo.

Una de las corrientes más importantes que afecta la isla es la Contracorriente Ecuatorial del Norte (CCEN) la cual se origina en el Pacífico central y se desplaza entre 5° y 7° N hasta 90° y 85° W, presentando su mayor fuerza en la época que comprende los meses de mayo y diciembre. Durante los meses de febrero y abril los vientos alisios del norte empujan las aguas del golfo de Panamá hacia el sur, generando que la corriente de Panamá sea más fuerte y de esta manera la CCEN se ve disminuida (Figura 5). Toda la zona se caracteriza por tener aguas calientes (25° a 26°C) y salinidades de 33.5 ppm. Debido a que las corrientes marinas arrastran organismos de diferentes zonas, la isla de Malpelo es un punto biogeográfico de gran importancia. Especialmente por su aislamiento y su ubicación (Prahl 1989).

La isla de Malpelo es una catapulta para las especies oceánicas que van de la costa colombiana hacia las islas de Cocos y Galápagos (Graham 1975)

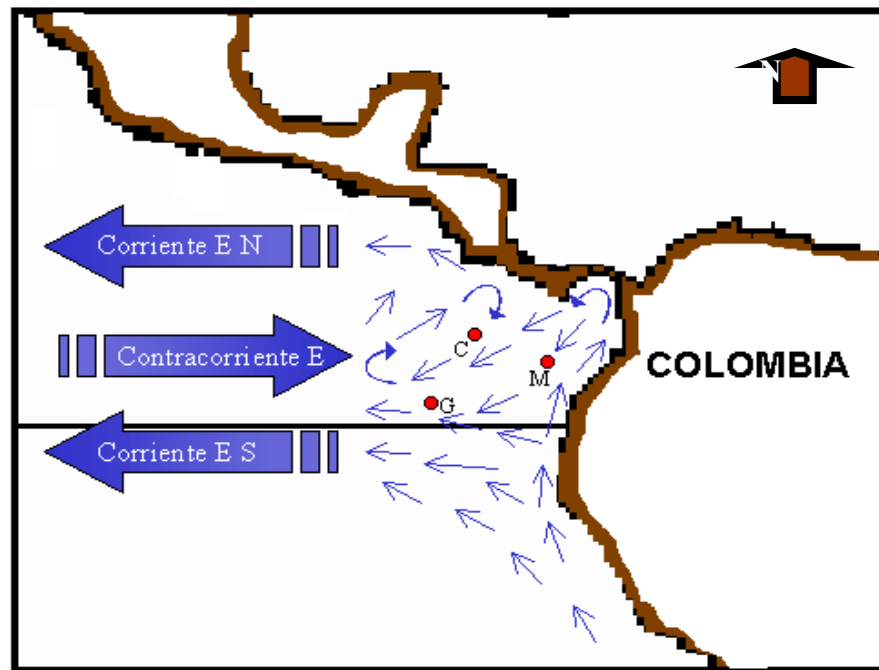


Figura 5. Mapa de corrientes en el mes de Marzo. Corriente Ecuatorial Sur, Corriente Ecuatorial Norte y Contracorriente Ecuatorial, islas Malpelo (M), Galápagos (G) y Cocos (C)

2.5 Clima

Las precipitaciones en la isla son constantes ya que esta se localiza dentro de la influencia de bajas presiones ecuatoriales, en donde convergen los vientos alisios del norte y del sur, y de esta forma se obtiene una banda nubosa del cinturón de convergencia intertropical. Por otro lado la altura de la isla permite que esta funcione como un gran condensador. Por lo tanto en la mayor parte del año se observa una bruma que cubre las partes más altas (Prahl 1989).

2.6 Antecedentes

En el campo de la ictiología marina se han realizado muchos estudios, en su mayoría han sido enfocados a la parte fisiológica y descriptiva de las diferentes especies presentes en los océanos, sin embargo en las últimas décadas la investigación se ha enfocado en el conocimiento de la estructura y la composición de las comunidades de peces dispersas por las diferentes zonas marítimas.

2.6.1 Internacionales

En la última década los trabajos han sido realizados con el fin de conocer algo más sobre la ecología de las comunidades de peces, utilizando técnicas que no alteren el entorno, ya que en años anteriores las investigaciones enfocadas a la descripción de las especies presentes en los diferentes sitios eran realizadas capturando los peces por medio de mallas, explosivos, icticidas, etc.

En 1998 Collette & Talbot determinaron el número de especies presente en las Islas Virgenes, Antillas menores, Caribe utilizando la técnica el Censo visual con el objetivo de conocer la riqueza de la zona, encontrando 107 especies (Collette & Talbot 1998)

En el mismo año Russ & Alcalá estudiaron las Islas Sumilon y Apo, en las Filipinas con el fin de encontrar las densidades de las diferentes familias de peces presentes en la zona, sin embargo no se presenta la metodología utilizada (Russ & Alcalá 1998).

En 1981 se realizó un trabajo en las Isla del Carmen, Laguna de Terminos, Sur del Golfo de México para determinar las abundancia de las especies presentes, para lo cual se utilizó red de arrastre de prueba camaronera de 10 m de longitud por 9 m de boca y 5 m de abertura, malla de $\frac{3}{4}$ '' , con lo cual se encontraron 46 especies; H': 1.62 época seca, H': 1.33 época húmeda (Vargas *et al.* 1981).

En 1979 Hobson determino el número de especies presentes en el Golfo de California,USA y sus contenidos estomacales con el fin de determinar cual son los hábitos alimenticios de las especies capturadas (35 especies). Para ello capturó los individuos con arpón y se ayudo de algunos conteos visuales (Hobson 1979).

2.6.2 Nacionales

Uno de los primeros reportes de peces Colombianos fue realizado por Fowler en 1938, el cual se realizó durante muchos años en diversas faenas de pesca a lo largo de las dos costas colombianas, reconociendo las especies presentes, sin embargo no se tiene acceso a su investigación. (Fowler 1938 en Graham 1975)

Debido a la distribución más amplia de los arrecifes coralinos en la **costa Caribe** colombiana los trabajos realizados sobre la ictiofauna asociada a estos es más numerosa que la zona Pacífica.

Se presentan algunos trabajos debido a su gran número: en 1997, Mejía estudió los arrecifes de San Andrés y Providencia utilizando el Método de muestreo estacionario con el fin de determinar la abundancia, riqueza y poder comparar las diferentes zonas de la isla. Se encontraron 111 especies (Mejía 1997).

En 1993, Torres, utilizando la técnica del Censo Visual Rápido (RVC) muestreó el Caribe colombiano encontrando 125 especies (Torres 1993)

En 1984 Lara capturó las especies comerciales en la Isla de San Andrés reportando 85 especies (Lara 1984).

En 1974, Palacio hizo un reporte de las especies en el Golfo de Urabá, de Morrosquillo y Desembocadura del Río Magdalena las cuales capturó por medio de icticidas a base de rotenona, y arpón, encontrando 290 especies pertenecientes a 68 familias y con un nuevo registro de 96 especies nuevas en las zonas (Palacio 1974)

En 1963 se realizaron 5 Cruceros de pesca exploratoria por medio de la National Marine Fisheries Service con el fin de describir las especies encontradas en el Caribe colombiano.

En el **Pacífico** colombiano dado que las áreas arrecifales son muy pocas los trabajos realizados en ellas son de igual forma reducido:

En 2001 Aguirre realizó un estudio en Utría con el fin de determinar la estructura de la comunidad íctica arrecifal utilizando el Método del Censo Visual Rápido RVC. Registró 58 especies con sus respectivas abundancias relativas (Aguirre 2002)

En 1997, Rubio realizó un trabajo en la isla de **Malpelo** en el cual por medio de colectas y observaciones reportó 295 especies, presentando una relación

taxonómica y la distribución de la Ictiofauna de la isla, de igual forma reporta la abundancia de las especies, en tres categorías (abundante, poco abundante y escasa), y las tallas promedio de los individuos capturados. En los resultados se presentan las familias y géneros más abundantes de la isla (Rubio 1997).

En 1992, Gómez en la Ensenada de Utría, Chocó, utilizando el Censo Visual Rápido (RVC) y observaciones adicionales reportó 101 especies. Se presentan las especies y las familias más abundantes (Gómez *et al.* 1996)

En 1994 Zapata & Morales en la Isla de Gorgona utilizando la técnica de Censo Visual reportaron 71 especies, 30 familias sus abundancias y diversidad (Zapata & Morales 1994)

En 1990, Rubio por medio de colectas y observaciones en el periodo de 1978 a 1988 hizo una reseña taxonómica de los peces de Gorgona, reportando 21 especies de origen Indopacífico (Rubio 1990). En el mismo año Estupiñán *et al.* dio un aporte importante en el conocimiento de la ictiofauna, su importancia comercial y distribución geográfica de la ictiofauna de la Ensenada de Utría. Por medio de las capturas determinó las afinidades zoogeográficas de la ictiofauna. Encontrando 97 especies de las gran mayoría tienen afinidad Panámica (Estupiñán *et al.* 1990)

En 1989 Prahel en **Malpelo** por medio de observaciones reportó 85 especies , con su hábitat y su distribución (Prahel 1989)

En 1987 Rubio reporta en Gorgona 206 especies con tipos de hábitat, distribución geográfica y tamaño de los individuos capturados por redes, anzuelos, etc (Zapata. 1992) .

En 1986, Rubio hace una reseña taxonómica de la Ictiofauna de la isla de Gorgona encontrando 175 especies capturadas con rieles, anzuelos, rotenona, etc. Presentando las familias y las especies mas abundantes y su origen, determinando que el 63% de los peces están asociados al coral (Rubio 1986)

En 1984, Arboleda muestreó Tumaco por medio de capturas, reportando 74 especies comprendidas en 38 familias, sus abundancia y riqueza, diferenciando las bentónicas de las pelágicas (Arboleda 1984)

En el año de 1975 se realizó la investigación más importante hasta ahora en la isla de **Malpelo**, realizada por el instituto Smithsonian, en el cual en 4 días de campo se capturaron 69 especies de peces, con el fin de aportar información necesaria sobre los procesos ecológicos y la historia natural peces de la isla (Mc Cosker *et al* 1975)

En 1968 se realizó la Allan Hancock Pacific Expedition para determinar cuales eran los peces intermareales (Zapata 1992)

3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

3.1 Formulación del problema

Datos bases en la estructura y composición de las comunidades ícticas arrecifales son necesarios para establecer planes de manejo y evaluar la respuesta a las perturbaciones antrópicas y naturales (Kimmel 1985).

Algunas de estas perturbaciones ya son bien conocidas por el común como lo es la pesca indiscriminada en la isla con la que “cientos de tiburones son mutilados semanalmente por pescadores que invaden el Parque Nacional Natural Isla Malpelo” (Huertas 2001), siendo esta practica prohibida por ser Santuario de Flora y Fauna, constituyendo esto un componente significativo de los cambios inducidos por las actividades humanas (Rodríguez 1998)

Como dicha información sobre las comunidades ícticas de la isla de Malpelo (la única isla oceánica del pacifico colombiano) no existe, debido a que ha sido poco estudiada por su difícil acceso y condiciones extremas (Zapata 1992)

Se hizo necesario realizar un estudio en el que se obtuvieran dichos datos bases, para ello se propuso en este trabajo realizar un **acercamiento a la estructura y a la composición de la comunidad de peces arrecifales de la isla de Malpelo** tomando en cuenta las abundancias, riqueza y diversidad de las diferentes especies presentes.

Haciendo de este el primer trabajo realizado a nivel cuantitativo sobre la comunidad de peces arrecifales de la isla. Con el objetivo final de utilizarlo como base para poder realizar en un futuro una serie de monitoreos y conocer la dinámica de la comunidad a lo largo del tiempo.

“El primer paso es conocer mejor nuestro medio, con el fin de saber hasta donde podemos ir sin alterarlo seriamente”

(Prahl 1989).

3.2 Preguntas de investigación.

Conociendo la problemática del Santuario de Flora y Fauna Isla de Malpelo en el Pacífico colombiano surgieron algunas preguntas:

¿Cómo es la estructura de la comunidad de peces arrecifales de la Isla de Malpelo en el mes de Marzo de 2002?

¿Cuál es la composición de la comunidad de peces arrecifales de la Isla en esta época?

¿Cuál es la riqueza de la comunidad de peces arrecifales de la Isla en dicho periodo?

¿Cuáles son las abundancias relativas de las especies de la comunidad de peces arrecifales de la Isla en dicha época?

¿Cuál es la equitabilidad en la comunidad íctica arrecifal en este periodo climático?

¿Cuál es la diversidad de la comunidad íctica arrecifal de la isla en esta época climática?

3.3 Justificación de la investigación.

La isla de Malpelo fue reconocida como Santuario de Flora y Fauna en el año de 1995 por el Ministerio del Medio Ambiente con el fin de “conservar áreas naturales poco intervenidas para la realización de investigaciones científicas, actividades recreativas y educación ambiental. Proteger espacios productores de bienes y servicios ambientales. Conservar y proteger los arrecifes coralinos y ecosistemas representativos del Santuario, así como la riqueza en fauna y flora”.
<<http://www.colparques.org/MALPELO.html#H>> [Consulta: 10 Junio 2002].

Datos bases en las comunidades de peces son necesarios para establecer planes de manejo, evaluar la respuesta de dichas agrupaciones a las perturbaciones antrópicas y naturales y ayudar a los ictiólogos en la localización de poblaciones (Kimmel 1985)

Los trabajos realizados con un interés ictiológico en la isla presentan poca información sobre la comunidad de peces, se limitan a mostrar una reseña taxonómica y la distribución de las especies de la isla, las cuales fueron capturadas con arpones y redes. Reportando las abundancias (escasa, poco abundante o abundante) y talla de cada especie capturada (Rubio 1997). Por otro lado Prah (1989) presenta el listado de especies, sus habitats y distribución en la isla, sin embargo en ninguno se presenta la estructura de la comunidad de peces arrecifales, ni la diversidad ni las abundancias relativas cuantificadas.

Debido a la carencia de dicha información básica es importante realizar un acercamiento tanto a la composición como a la estructura de la comunidad de peces arrecifales cuantificando las abundancias, riqueza y diversidad. Para llevar a cabo este primer trabajo cuantitativo realizado en la Isla de Malpelo, se utilizó el método de Censo Visual Rápido el cual es no destructivo, reduce el tiempo de muestreo, el presupuesto, es altamente eficiente comparado con otros métodos y cuantifica un mayor número de especies (Kimmel 1985).

Una vez definidas las comunidades arrecifales se podrá hacer preguntas más específicas como por ejemplo medir el impacto humano (Hobson 1979)

Con la información presentada en este trabajo no sólo se contribuirá a la creación de un plan de manejo que realizará el Ministerio del Medio Ambiente, ya que dicha entidad reconoce los cambios inducidos en el ecosistema por las actividades humanas como lo es la pesca ilegal en las aguas dentro de los límites establecidos del Santuario de Flora y Fauna. Al mismo también se podrá concientizar a los buzos que viajan a la isla; de la importancia de proteger la fauna íctica ya que de ella depende el ecosistema marino en la isla. Sin dicha fauna presente las actividades de buceo se verán afectadas de forma negativa, conduciendo a una pérdida económica importante.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general.

Realizar un acercamiento a la estructura y a la composición de la comunidad de peces arrecifales de la Isla de Malpelo, Pacífico colombiano, en el mes de Marzo de 2002

4.2 Objetivos específicos

- Realizar un inventario de las especies ícticas observables en esta época

- Determinar la riqueza de la comunidad íctica arrecifal de la isla de Malpelo en este periodo climático

- Determinar las abundancias relativas de las especies de peces arrecifales de la isla de Malpelo en dicha época y su equitabilidad

- Determinar la diversidad de la comunidad íctica arrecifal de la isla de Malpelo en esta época climática

- Realizar una aproximación a la estructura trófica de la comunidad íctica arrecifal de la isla de Malpelo en esta época climática obteniendo los hábitos alimenticios de las especies observadas a partir de la búsqueda en la base de datos de fishbase: <<http://www.fishbase.org/search.cfm> >

5. HIPOTESIS

Tomando como base otros trabajos realizados en el área de estudio y en general en el Pacífico colombiano:

- ✘ Ha 1: La riqueza de la comunidad de peces arrecifales en esta época climática es alta.
- ✘ Ha 2: La equitabilidad (en abundancias) en este periodo es alta.
- ✘ Ha 3: La diversidad de la comunidad íctica de la isla de Malpelo en esta época es alta.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

El tipo de investigación de este estudio es descriptiva explorativa y cuantitativa.

6.1 Diseño de la investigación

6.1.1 Recopilación de información

Se consultaron documentos de trabajos realizados con el mismo interés, planteados anteriormente, con el fin de poner a consideración del autor de este trabajo cual debía ser la mejor metodología a utilizar. De igual forma se indagó sobre el área de estudio y se consultaron mapas de la zona como reconocimiento previo.

6.1.2 Familiarización con las especies ícticas arrecifales

Dado el corto tiempo en campo y el alto costo de este, fue imposible poder tener un tiempo de familiarización de las especies en campo, debido a esto con el fin de reconocer las especies en el agua fácilmente se hizo un listado potencial (*a priori*) de especies que se esperaban encontrar en la isla, con la ayuda de los trabajos consultados. En este caso se tomó la lista de especies reportadas por Rubio (1997).

Sin embargo se hizo un reconocimiento de las especies por medio de registros fotográficos, el cual se realizó durante los seis meses anteriores al trabajo de campo, con el fin de ser más precisos en la identificación visual de las especies. En el momento que se observaron en campo algunas especies que no se encontraban en este listado original se identificaron por medio de un libro guía (Burguess 1994) y se añadieron a la lista.

6.1.3 Trabajo de campo

El trabajo se realizó en el mes de Marzo de 2002, durante 4 días (24 - 27 de Marzo) en campo, su corto tiempo fue debido al alto costo del viaje y a la corta estadía del barco en la isla puesto que no es permitido más tiempo por ser un

Santuario de flora y Fauna de la Unidad de Parques Nacionales Naturales, sin embargo se realizaron 15 muestreos o derivas.

Se realizaron muestreos hasta que no se registraron nuevas especies, hasta que el número de estos no aportaba nueva información (Ramírez 1998).

Se muestrearon nueve sitios de buceo alrededor de la isla: *el Arrecife del Altar de Virginia, el Bajo del Monstruo, El Bajo del Ancla, D'artagnan, La Catedral, La Nevera, La Gringa, Scuba y Vagamares*. Sin embargo dadas las condiciones cambiantes de corrientes en la isla no se muestreo dos veces el mismo sitio en la misma dirección.

6.1.4 Población de estudio y muestra

Debido a la imposibilidad de estudiar a totalidad la comunidad de peces arrecifales, no pudiendo determinar la abundancia absoluta en peces por su movilidad y comportamiento (agrupamiento en cardúmenes, territorialidad, preferencia del sustrato, etc.), se hace obligatorio extraer muestras de ellas (Ramírez 1999). Obteniendo abundancia relativas. Cada uno de los muestreos o derivas realizadas representa una muestra de la comunidad al sumar la totalidad de estas se obtiene un reflejo de la comunidad presente en la época climática estudiada.

6.1.5 Variables del estudio

Las variables independientes a estudiar son la riqueza o número de especies ícticas arrecifales y sus abundancia relativas. Con ellas se obtiene la variable dependiente, la diversidad de la comunidad íctica arrecifal.

6.2 Métodos

El método utilizado en este trabajo fue el RVC: Rapid Visual Census o Censo Visual Rápido descrito por Jones & Thompson (1978), el cual proporcionará las abundancias relativas de las especies, dadas en puntajes y no en número de individuos. Dada la imposibilidad de contar dicho número se hace necesario

estimar sus abundancias con puntajes bajo el supuesto de que las especies que se observan primero en un área son las más abundantes, por lo tanto recibirán los puntajes más altos, por otro lado las especies que se observan al final de cada muestreo son las menos abundantes recibiendo los puntajes mas bajos.

A este método, Gómez *et al.* (1996) le realizó una modificación, tomando en cuenta las normas de seguridad para los buzos, en las que se dice que es aconsejable realizar una parada de seguridad de tres minutos a cinco metros de profundidad, por lo que se requiere de un cierto volumen de aire comprimido en el tanque para ello, disminuyendo el tiempo de la inmersión. El RVC modificado consiste en el conteo del mayor número de especies que se pueda. Basándose en la idea que cuanta más área se recorra más especies se ven. Reduciendo el tiempo de muestreo y el presupuesto ya que se recorre más área que con un método estático. Al ser más eficiente que otros métodos de conteo de peces y al ser no destructivo, hace que este método sea ideal para los objetivos de este trabajo y las condiciones de Santuario de Flora y Fauna de la isla, en el cual no es permitida la extracción de ejemplares fuera del agua.

Con el uso del equipo Scuba de buceo autónomo, un reloj con tiempo regresivo y alarma (timer), una tabla acrílica y un lápiz. Se bucea libremente a la deriva por una zona homogénea, la profundidad es determinada según las características y condiciones del sitio de buceo. Cada deriva consta de un lapso de tiempo de treinta minutos, dividida en seis intervalos de cinco minutos cada uno. La tabla de acrílico lleva la lista potencial de especies, cada especie se anota únicamente en el primer intervalo que fue vista por primera vez (Kimmel 1985)

Cada intervalo recibe un valor o puntaje de la siguiente manera: Intervalo 1 con 6 puntos, Int 2 con 5, Int 3 con 4, Int 4 con 3, Int 5 con 2, e Int 6 con 1, bajo el supuesto de que las especies vistas por primera vez son las más abundantes, recibiendo el puntaje más alto, y las vistas en los últimos intervalos son las menos abundantes, recibiendo los puntajes más bajos. Ese es el valor que recibe una especie en cada deriva, al finalizarlas dichos puntajes son sumados, por ejemplo una especie fue censada en la deriva 1 en el Int 1, por lo tanto tiene 6 puntos, pero en la deriva 2 fue censada en el Int 3, (4 puntos), por lo tanto los

6 puntos de deriva 1 y los 4 puntos de la segunda suman 10 puntos. El puntaje total para la especie es de 10. Este procedimiento se hizo con cada una de las especies. El problema de subestimar como los son algunas especies que son registradas en los últimos intervalos recibiendo puntajes bajos siendo abundantes en el área o de sobrevolar algunas especies como las que son registradas en los primeros intervalos recibiendo puntajes altos cuando en realidad son raras, este posible error causado por el azar se corrige incrementando el número de derivas.(Kimmel 1985)

Sin embargo es importante aclarar que este método tiene algunas desventajas ya que representa poco o nada las especies crípticas y nocturnas puesto que al recorrer un área a la deriva las especies que se encuentran mimetizadas en el sustrato se pasan por alto y en la noche se hace difícil llevar a cabo el método por las condiciones de luminosidad escasa. Otra desventaja es que las abundancias se presentan no en número de individuos por especies sino en puntajes, sin embargo dadas la imposibilidad de contar los individuos por las condiciones extremas de la isla y que el método es no destructivo, tiene una visión mas amplia (por nadar a la deriva), aumenta el número de especies vistas, es más eficiente que otros métodos destinados al conteo de peces, y hace que el tiempo de muestreo y el presupuesto disminuyan considerablemente es el método ideal para llevar a cabo este trabajo. Por otro lado es un método repetitivo en cualquier zona lo cual lo hace ideal para comparaciones posteriores (Kimmel 1985).

6.3 Recolección de la información

Para recolectar la información se realizó un listado potencial de especies de la isla, la cual fue añadida a una tabla acrílica, con un formato como el presentado en la Figura 6. Al empezar la deriva (30 min) con el primer intervalo (5 min) se registra la presencia de las especies vistas en este tiempo, al terminar los primeros 5 min se continua con el Intervalo 2 en donde se registran las especies vistas en este y así sucesivamente hasta el intervalo 6. Cada especie es registrada sólo en el primer intervalo en el cual es vista. Al terminar todas las derivas se suman los puntajes obtenidos por cada una de las especies obteniendo puntajes totales para cada una de ellas.

ESPECIES	DERIVA 1						DERIVA 2						TOTAL
	I 1 (6)	I 2 (5)	I 3 (4)	I 4 (3)	I 5 (2)	I 6 (1)	I 1 (6)	I 2 (5)	I 3 (4)	I 4 (3)	I 5 (2)	I 6 (1)	
Intervalo puntaje													
Sphyrna lewini	X						X						12
<i>Alectis ciliaris</i>			X									X	5
<i>Arcos decoris</i>						X			X				5

Figura 6. Formato de tabla de recolección de información, mostrando el cálculo de la abundancia en puntajes con base en los valores asignados a cada intervalo

6.4 Análisis de información

Con dicha tabla se pudo determinar cuales son las especies observables en esta época climática en la isla, con ello se determinó la riqueza o número de especies. Posteriormente con los puntajes totales obtenidos de cada una de las especies se calculó la abundancia relativa siendo esta la proporción del puntaje por especie con respecto al puntaje total de todas las especies muestreadas por cien. Con dichas abundancias se calculó el índice de diversidad de Simpson ya que trabaja independiente del tamaño muestral. De igual manera se calculó el índice de Shannon- Wiener justificando su utilización con el hecho de que se desconoce la totalidad de la comunidad debido a su gran tamaño (Ramírez 1999).

Con el fin de determinar cual es la frecuencia de cada una de las especies se tomó la proporción del número de apariciones de cada especie sobre el total de muestreos (15) por cien.

Con el fin de realizar una aproximación a la estructura trófica de la fauna íctica arrecifal de la isla en esta época climática se obtuvieron los hábitos alimenticios de cada una de las especies observadas, a partir de la búsqueda en la base de datos de fishbase: <<http://www.fishbase.org/search.cfm>>.

7. RESULTADOS

7.1 Representatividad del muestreo.

Se realizaron 15 derivas en 9 sitios de buceo alrededor de la isla, a pesar de ser este un número reducido de muestreos se determinó por medio de la estabilización de la curva de riqueza acumulada, la cual demuestra que el incremento en el esfuerzo de muestreo aporta muy poca información (Ramírez 1999), que a partir del muestreo # 9 no hay especies nuevas registradas y dando un margen de algunas derivas (3), es decir, a la deriva #12 ya los datos son representativos para la época climática de este estudio utilizando este método, sin embargo se realizaron algunos otros con el fin de comprobar la no aparición de especies nuevas. (Figura 7).

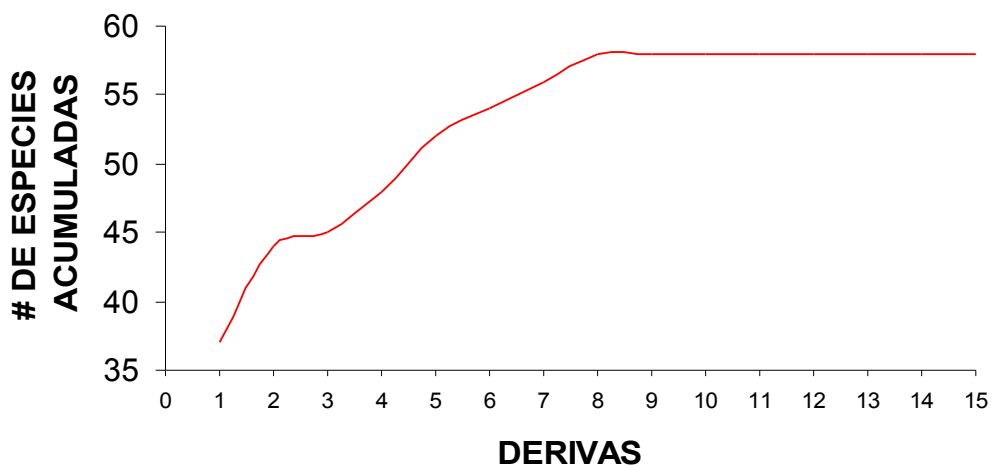


Figura 7. Estabilización de la curva de riqueza acumulada en donde puede verse que a partir de la deriva #9 la pendiente es cero y no aparecen nuevas especies en los muestreos subsiguientes.

7.2 Riqueza y abundancia

Se registraron 58 especies pertenecientes a 51 géneros y 34 familias, en la Tabla 2 se presentan los puntajes obtenidos, proporciones y abundancias relativas en porcentaje. La especie más abundante es *Holacanthus passer* (6.45 %) y las menos abundantes son *Trianodon obesus*, *Elacatinus sp.*, *Arcos decoris*, *Thunnus albacares* y *Sphyaena idiastes* (0.16 %).

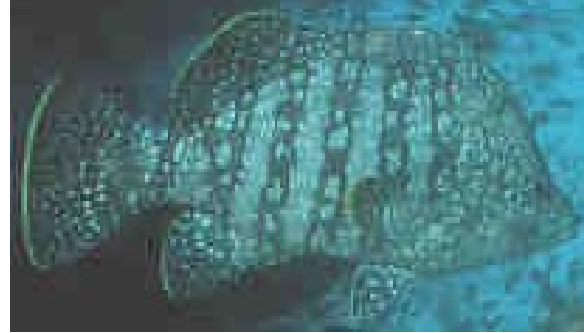
Tabla 2. Especies registradas, puntajes, proporciones (pi), abundancias y frecuencias.

	ORDEN	FAMILIA	Especie	PUNTAJE	pi	ABUN %	FREC %	
TIBURONES	CARCHARHINIFORMES	CARCHARHINIDAE	1 <i>Trienodon obesus</i>	2	0,002	0,16	7	
		SPHYRNIDAE	2 <i>Sphyrna lewini</i>	36	0,029	2,87	53	
	LAMNIFORMES	ODONTASPIDAE	3 <i>Odontaspis ferox</i>	4	0,003	0,32	7	
RAYAS	ANGUILIFORMES	MURAENIDAE	4 <i>Echidna zebra</i>	3	0,002	0,24	7	
		"	5 <i>Gymnothorax dovii</i>	62	0,049	4,94	73	
	RAJIFORMES	MYLIOBATIDAE	6 <i>Aetobatus narinari</i>	5	0,004	0,40	7	
PECES OSEOS	BERYCIFORMES	HOLOCENTRIDAE	7 <i>Myripristis leiognathus</i>	5	0,004	0,40	7	
	GOBIESOCIFORMES	GOBIESOCIDAE	8 <i>Arcos decoris</i>	2	0,002	0,16	7	
	GONORYNCHIFORMES	CHANIDAE	9 <i>Chanos chanos</i>	9	0,007	0,72	20	
	LOPHIIFORMES	OGCOCEPHALIDAE	10 <i>Ogcocephalus darwini</i>	6	0,005	0,48	7	
	PERCIFORMES	ACANTHURIDAE	11 <i>Acanthurus nigricans</i>	4	0,003	0,32	13	
		"	12 <i>Acanthurus triostegus</i>	4	0,003	0,32	7	
	"	"	13 <i>Acanthurus xanthopterus</i>	12	0,010	0,96	20	
	"	"	14 <i>Prionurus laticlavus</i>	38	0,030	3,03	53	
	"	APOGONIDAE	15 <i>Apogon atradorsatus.</i>	58	0,046	4,62	73	
	"	BLENNIIDAE	16 <i>O. steindachneri</i>	46	0,037	3,66	73	
	"	CARANGIDAE	17 <i>Alectis ciliaris</i>	3	0,002	0,24	7	
	"	"	18 <i>Elagatis bipinnulata</i>	28	0,022	2,23	53	
	"	"	19 <i>Caranx lugubris</i>	4	0,003	0,32	7	
	"	"	20 <i>Caranx melampygus</i>	12	0,010	0,96	20	
	"	"	21 <i>Caranx vinctus</i>	18	0,014	1,43	20	
	"	"	22 <i>Seriola rivoliana</i>	64	0,051	5,10	80	
	"	"	23 <i>Trachinotus stilbe</i>	3	0,002	0,24	7	
	"	CIRRHITIDAE	24 <i>Cirrhitichthys oxyce.</i>	38	0,030	3,03	67	
	"	"	25 <i>Cirrhitus rivulatus</i>	25	0,020	1,99	40	
	"	"	26 <i>Oxycirrhites typus</i>	6	0,005	0,48	7	
	"	CHAETODONTIDAE	27 <i>Johnrandalia nigrirostris</i>	72	0,057	5,73	100	
	"	GOBIIDAE	28 <i>Elacatinus sp.</i>	2	0,002	0,16	7	
	"	"	29 <i>Lythrypnus sp.</i>	5	0,004	0,40	13	
	"	KYPHOSIDAE	30 <i>Kyphosus elegans</i>	6	0,005	0,48	7	
	"	"	31 <i>Sectator ocyurus</i>	9	0,007	0,72	13	
	"	LABRIDAE	32 <i>Bodianus diplotaenia</i>	67	0,053	5,33	87	
	"	LUTJANIDAE	33 <i>Lutjanus viridis</i>	19	0,015	1,51	33	
	"	MULLIDAE	34 <i>Mulloidichthys dentatus</i>	8	0,006	0,64	20	
	"	POMACANTHIDAE	35 <i>Holacanthus passer</i>	81	0,064	6,45	93	
	"	POMACENTRIDAE	36 <i>Chromis atrilobata</i>	32	0,025	2,55	53	
	"	"	37 <i>Stegastes acapulcoensis</i>	6	0,005	0,48	7	
	"	"	38 <i>Stegastes arcifrons</i>	4	0,003	0,32	7	
	"	SCARIDAE	39 <i>Scarus ghobban</i>	5	0,004	0,40	7	
	"	SCOMBRIDAE	40 <i>Thunnus albacares</i>	2	0,002	0,16	7	
	"	SERRANIDAE	41 <i>Dermatolepis dermatolepis</i>	76	0,061	6,05	93	
	"	"	42 <i>Mycteroperca olfax</i>	51	0,041	4,06	67	
	"	"	43 <i>Mycteroperca xenarcha</i>	20	0,016	1,59	27	
	"	"	44 <i>Paranthias colonus</i>	72	0,057	5,73	87	
	"	SPHYRAENIDAE	45 <i>Sphyrna idiaestes</i>	2	0,002	0,16	7	
	"	ZANCLIDAE	46 <i>Zanclus cornutus</i>	20	0,016	1,59	40	
	"	SCORPAENIFORMES	SCORPAENIDAE	47 <i>Scorpaena mystes</i>	4	0,003	0,32	7
	"	SYNGNATIFORMES	AULOSTOMIDAE	48 <i>Aulostomus chinensis</i>	25	0,020	1,99	40
	"		FISTULARIDAE	49 <i>Fistularia commersonii</i>	5	0,004	0,40	7
	"	TETRAODONTIFORMES	BALISTIDAE	50 <i>Balistes polylepis</i>	4	0,003	0,32	7
	"		"	51 <i>Melichthys niger</i>	5	0,004	0,40	13
	"		"	52 <i>P. naugfragium</i>	5	0,004	0,40	7
	"		"	53 <i>Sufflamen verres</i>	57	0,045	4,54	80
	"		"	54 <i>Xanthichthys mento</i>	3	0,002	0,24	7
	"		DIODONTIDAE	55 <i>Diodon holocanthus</i>	20	0,016	1,59	33
	"		"	56 <i>Diodon hystrix</i>	27	0,021	2,15	40
	"		MONACANTHIDAE	57 <i>Aluterus scriptus</i>	18	0,014	1,43	40
	"	TETRAODONTIDAE	58 <i>Arothron meleagris</i>	27	0,021	2,15	40	
					1256	1	100 %	

47 especies (81 %) poseen una abundancia menor al promedio (3.3 %), de las 11 restantes sólo 6 especies (10.3 %) tienen un abundancia mayor al 5 %: *H. passer* (6.45 %), *Dermatolepis dermatolepis* (6.05 %), *Paranthias colonus*, *Jonhrandalia nigrirostris* (5.73%), *Bodianus diplotaenia* (5.33%).y *Seriola rivoliana* (5.1 %). (Figura 8 y en naranja Figura 9). Son 31 especies las que tienen un abundancia relativa menor al 1% siendo esto el 53% de la comunidad.



Holacanthus passer o pez ángel



Dermatolepis dermatolepis (adulto) o mero rayado



Paranthias colonus o mero rojo



Jonhrandalia nigrirostris o pez mariposa de nariz negra



Bodianus diplotaenia (macho) o vieja



Seriola rivoliana o bravo

Figura 8. Fotografías de las seis especies más abundantes en la comunidad íctica arrecifal.

Jonhrandalia nigrirostris es la especie más frecuente (100 %), presentándose en la totalidad de muestreos (15), seguida por *D. dermatolepis* y *H. passer* con 93%, *B. diplotaenia* y *P. colonus* con 87%, siendo las más frecuentes. Por otro lado el 41 % de las especies (24) obtuvieron las frecuencias mas bajas, 7 %, reflejando su presencia en una sola de las derivas.

Una de la especies más importantes dentro de la comunidad de peces de la isla es el tiburón martillo *Sphyrna lewini*, su abundancia es de 2.87 % (en azul Figura 9). Y su frecuencia es del 53 %. Se avistaron escuelas de cientos de individuos.(Anexo 3)

Dos especies no habían sido reportados antes en la isla, en trabajos a nivel ictiológico: una especie de tiburón de profundidad conocida como “el Monstruo” *Odontaspis ferox* (en rojo Figura 9 Y Anexo 1) presentando una abundancia de 0.32 % La otra especie es un pez murciélago de nariz roja *Ogcocephalus darwini* (Anexo 4) teniendo una abundancia de 0.48 %. Ambas presentan una frecuencia del 7%, siendo vistas en un solo sitio.

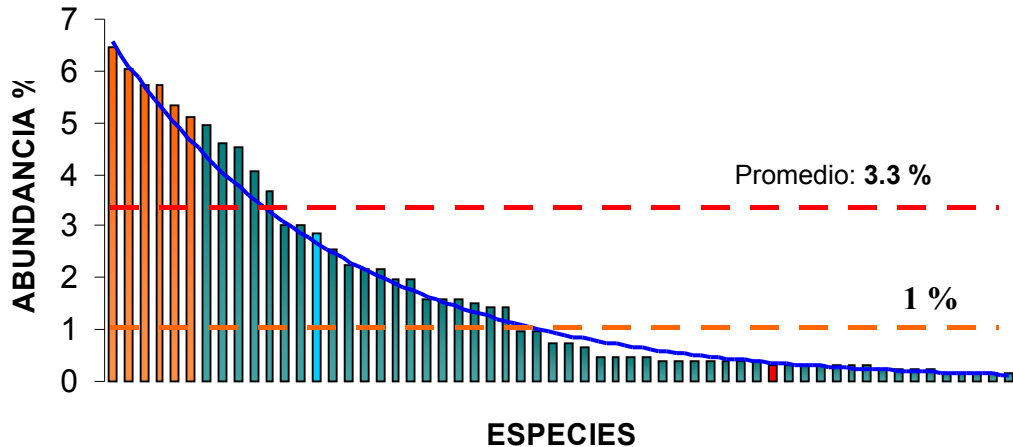


Figura 9. Distribución de las abundancias de las especies en la comunidad, en donde puede verse un baja homogeneidad en las abundancias relativas, con dominancia importante mayor al promedio (3.3 %) de unas especies sobre otras. Y la presencia de un gran número de especies con abundancias por debajo del 1%.

Se registraron 34 familias, siendo las familias SERRANIDAE con una abundancia del 17.4 % y CARANGIDAE con 10.5 %, las más abundantes y las únicas dos que sobrepasan al 10 % en abundancia (Tabla 3) y (Figura 10).

Tabla 3. Familias registradas, número de especies por familia, puntajes acumulados, abundancias % y frecuencias %.

	ORDEN		FAMILIA	# DE SP	PUNT ACUM	ABUN %	FREC %
TIBURONES	CARCHARHINIFORMES	1	CARCHARHINIDAE	1	2	0,2	7
		2	SPHYRNIDAE	1	36	2,9	53
	LAMNIFORMES	3	ODONTASPIDAE	1	4	0,3	7
RAYAS	ANGUILIFORMES	4	MURAENIDAE	2	65	5,2	73
	RAJIFORMES	5	MYLIOBATIDAE	1	5	0,4	7
PECES OSEOS	BERYCIFORMES	6	HOLOCENTRIDAE	1	5	0,4	7
	GOBIESOCIFORMES	7	GOBIESOCIDAE	1	2	0,2	7
	GONORYNCHIFORMES	8	CHANIDAE	1	9	0,7	20
	LOPHIIFORMES	9	OGCOCEPHALIDAE	1	6	0,5	7
		10	ACANTHURIDAE	4	58	4,6	67
	PERCIFORMES	11	APOGONIDAE	1	58	4,6	73
		12	BLENNIIDAE	1	46	3,7	73
		13	CARANGIDAE	7	132	10,5	87
		14	CIRRHITIDAE	3	69	5,5	73
		15	CHAETODONTIDAE	1	72	5,7	100
		16	GOBIIDAE	2	7	0,6	20
		17	KYPHOSIDAE	2	15	1,2	13
		18	LABRIDAE	1	67	5,3	87
		19	LUTJANIDAE	1	19	1,5	33
		20	MULLIDAE	1	8	0,6	20
		21	POMACANTHIDAE	1	81	6,4	93
		22	POMACENTRIDAE	3	42	3,3	53
		23	SCARIDAE	1	5	0,4	7
		24	SCOMBRIDAE	1	2	0,2	7
		25	SERRANIDAE	4	219	17,4	100
	26	SPHYRAENIDAE	1	2	0,2	7	
	27	ZANCLIDAE	1	20	1,6	40	
	SCORPAENIFORMES	28	SCORPAENIDAE	1	4	0,3	7
	SYNGNATIFORMES	29	AULOSTOMIDAE	1	25	2,0	40
		30	FISTULARIDAE	1	5	0,4	7
	TETRAODONTIFORMES	31	BALISTIDAE	5	74	5,9	93
		32	DIODONTIDAE	2	47	3,7	60
		33	MONACANTHIDAE	1	18	1,4	40
34		TETRAODONTIDAE	1	27	2,1	40	
					1256	100 %	

*Los puntajes acumulados son la sumatoria de los puntajes de las especies pertenecientes a cada familia, con los cuales se determino la abundancia de cada familia.

Las familias CHAETODONTIDAE y SERRANIDAE son las más frecuentes (100%) encontrándose en todos los muestreos (15). Son seis las familias que poseen una frecuencia mayor al 80 %: las dos ya mencionadas, BALISTIDAE Y POMACANTHIDAE con 93 %, CARANGIDAE y LABRIDAE con 87 % (Tabla 3)

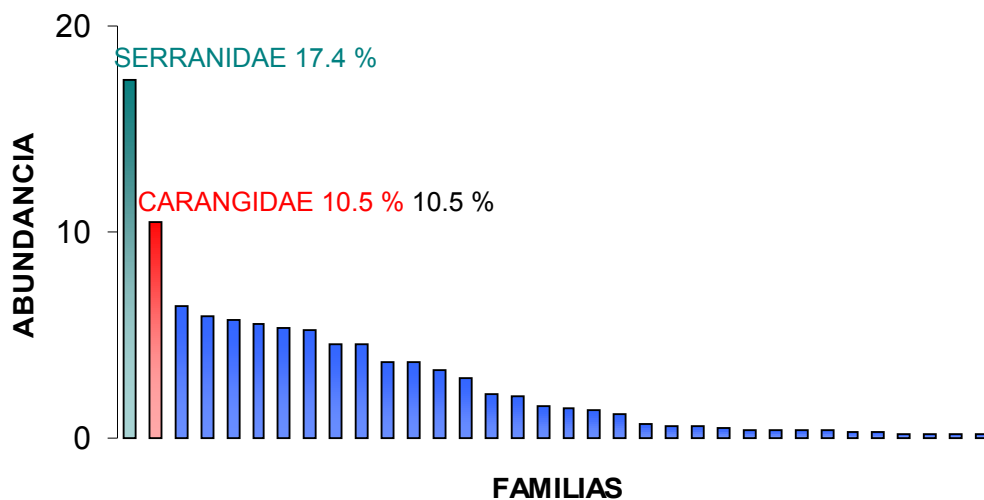


Figura 10. Distribución de las abundancias de las familias en donde puede verse una marcada diferencia entre las familias SERRANIDAE y CARANGIDAE sobre las demás.

Dentro de las 34 familias encontradas, el 70.6% (24 familias) están representadas por una sola especie, el restante 29.4% (10 familias) presentan más de una, siendo las familias con una mayor representatividad: CARANGIDAE con siete especies, BALISTIDAE con cinco, ACANTHURIDAE y SERRANIDAE con cuatro y CIRRHITHIDAE y POMACENTRIDAE con tres.(Figura 11)

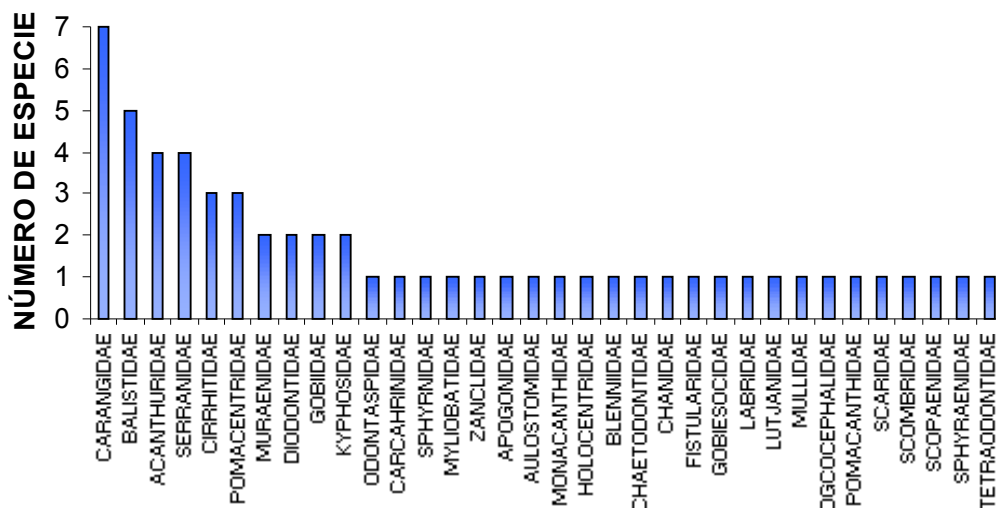


Figura 11. Número de especies por familia, donde puede verse la mayor riqueza de 10 familias sobre las demás y la presencia de 24 familias monoespecíficas.

Al tomar en cuenta los hábitos alimenticios de cada una de las 58 especies registradas (<<http://www.fishbase.org/search.cfm> >[Consulta 30 Junio 2002]), la estructura trófica general presenta diferentes tipos de ellos, teniendo una mayor representatividad el de ser carnívoro generalista con 31 especies siendo esto el 53 % de la comunidad. Las especies pertenecientes a este hábito se alimentan tanto de peces, como de moluscos, crustáceos y otros invertebrados.

Las especies omnívoras presentes (17 %) consumen tanto algas como invertebrados, peces, y hasta plancton, el 30 % restante limita su dieta a algas (5 especies), peces (3), coral (2), plancton (2) y a la carroña (2), sin embargo hay un hábito alimenticio alternativo para tres especies: *Jonhrandalia nigrirostris*, *Holacanthus passer* y *Bodianus diplotaenia*, los cuales son limpiadores de parásitos de otras especies ícticas, las dos primeras complementan su omnivoría limpiando a los tiburones martillo *Sphyrna lewini* , la última especie aun siendo carnívora limpia a sus congéneres de dichos parásitos. (Figura 12)

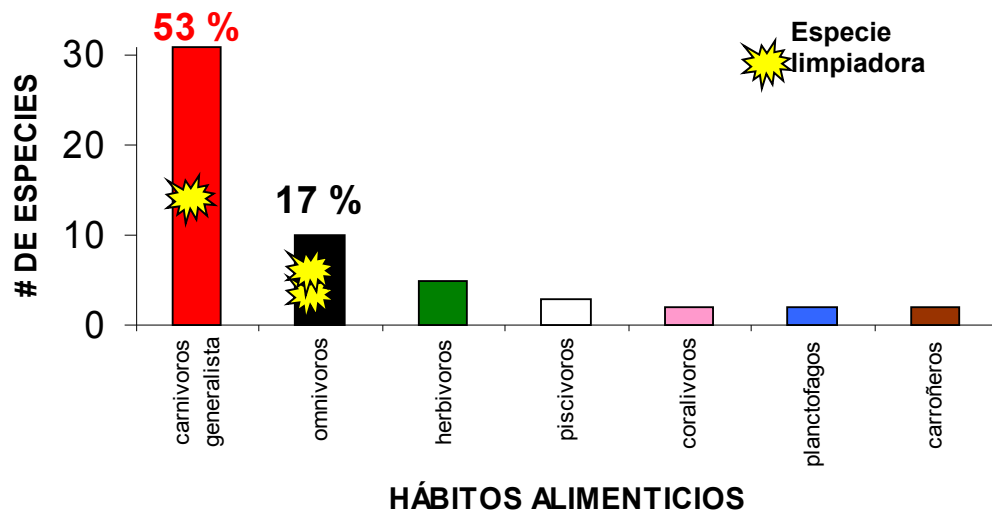


Figura 12. Hábitos alimenticios en la comunidad, puede notarse la gran variedad de ítems que componen de manera general las dietas, siendo los carnívoros generalistas los más abundantes.

A partir de los registros obtenidos en cada una de las derivas se creó un mapa en el que se presentan los sitios de buceo estudiados con el número de especies observadas en ellos, siendo el Arrecife el Altar de Virginia el sitio con mayor número de ellas (37), concentrando el 63% de las especies registradas en este estudio.

La Nevera y Dartagnan poseen 23 especies y los sitios restantes tienen desde 14 hasta 18 especies, siendo el Bajo del Ancla el lugar con menor riqueza (14 especies) (Figura 13).

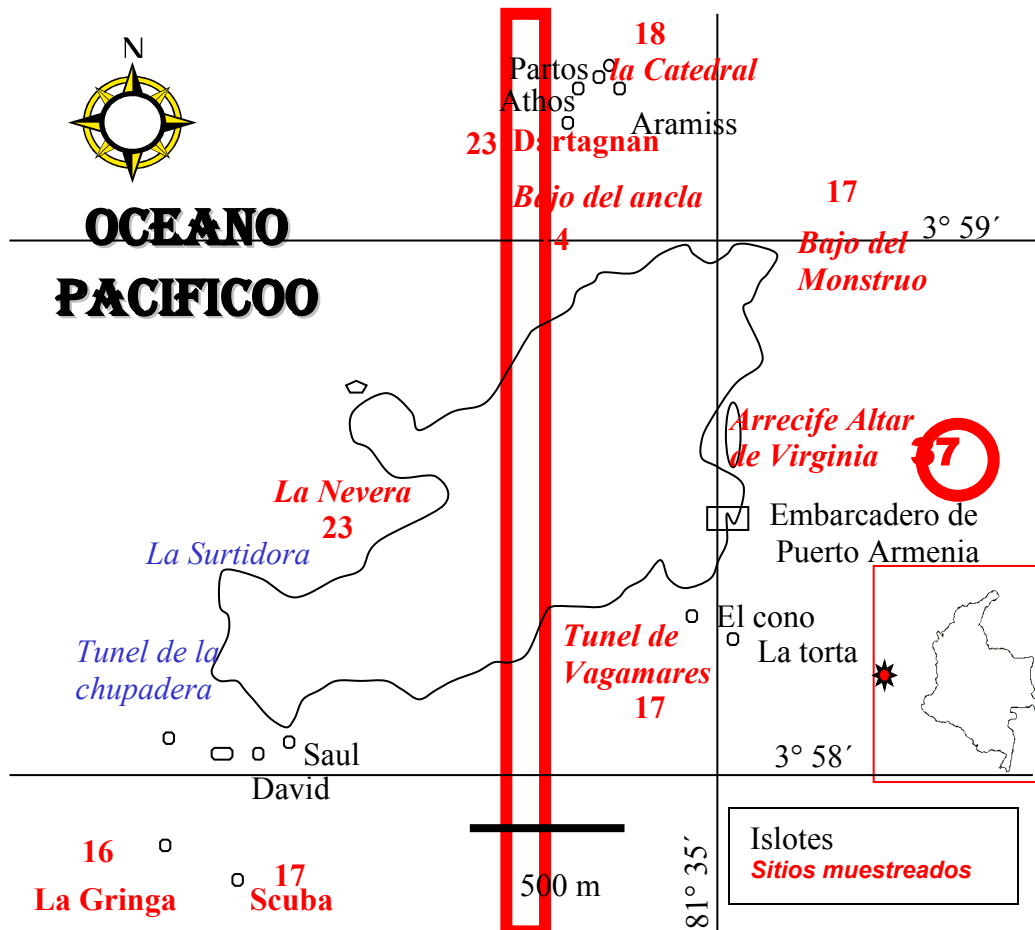


Figura 13. Mapa de la isla con las riquezas de los sitios de buceo, nótese el alto valor de especies para el Arrecife Altar de Virginia

En la Tabla 4 se presentan las especies encontradas en cada uno de los sitios, (**Arrecife del Altar de Virginia**, **La Nevera**, **La Gringa**, **Bajo del Monstruo**, **Scuba**, **Vagamares**, **Bajo del ancla**, **Dartagnan**) son 24 especies las que sólo se registran una sola vez (en rojo), siendo exclusivas de un solo lugar, es el arrecife del Altar de Virginia el que presenta un mayor número, 13 de ellas, el Bajo del Mounstro, la Catedral, Scuba y Dartagnan con 2, y la Nevera, la Gringa y el Bajo del Ancla con 1. Y las **Abundancias** relativas de cada especie en porcentaje.

Tabla 4. Presencia - ausencia de las especies en los diferentes sitios buceo

FAMILIA	Especie	Ar	La Nev	La Grin	Bajo Mo	La Cat	Scu	Vaga	Bajo ancla	Dart	Ab %
CARCHARHINIDAE	1 <i>Triaenodon obesus</i>	X									0,16
SPHYRNIDAE	2 <i>Sphyrna lewini</i>	X	X	X				X	X		2,87
ODONTASPIDAE	3 <i>Odontaspis ferox</i>				X						0,33
MURAENIDAE	4 <i>Echidna zebra</i>	X									0,24
"	5 <i>Gymnothorax dovii</i>	X	X		X	X	X	X	X	X	4,94
MYLIOBATIDAE	6 <i>Aetobatus narinari</i>	X									0,4
HOLOCENTRIDAE	7 <i>Myripristis leiognathus</i>				X						0,4
GOBIESOCIDAE	8 <i>Arcos decoris</i>					X					0,16
CHANIDAE	9 <i>Chanos chanos</i>	X	X								0,72
OGCOCEPHALIDAE	10 <i>Ogcocephalus darwini</i>						X				0,48
ACANTHURIDAE	11 <i>Acanthurus nigricans</i>	X	X								0,32
"	12 <i>Acanthurus triostegus</i>	X									0,32
"	13 <i>Acanthurus xanthopterus</i>				X					X	0,96
"	14 <i>Prionurus laticlavus</i>	X	X	X				X	X		3,03
APOGONIDAE	15 <i>Apogon atradorsatus.</i>	X			X	X	X	X	X	X	4,62
BLENNIIDAE	16 <i>O. steindachneri</i>		X		X	X		X	X	X	3,66
CARANGIDAE	17 <i>Alectis ciliaris</i>		X								0,24
"	18 <i>Elagatis bipinnulata</i>		X	X	X		X			X	2,23
"	19 <i>Caranx lugubris</i>	X									0,32
"	20 <i>Caranx melampygus</i>	X					X				0,96
"	21 <i>Caranx vinctus</i>				X					X	1,43
"	22 <i>Seriola rivoliana</i>	X	X	X	X	X		X		X	5,1
"	23 <i>Trachinotus stilbe</i>									X	0,24
CIRRHITIDAE	24 <i>Cirrhitichthys oxyce.</i>	X	X	X		X	X	X		X	3,03
"	25 <i>Cirrhitus rivulatus</i>	X				X		X		X	1,99
"	26 <i>Oxycirrhites typus</i>	X									0,48
CHAETODONTIDAE	27 <i>Johnrandalia nigrostris</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	5,73
GOBIIDAE	28 <i>Elacatinus sp.</i>			X							0,16
"	29 <i>Lythrypnus sp.</i>					X				X	0,4
KYPHOSIDAE	30 <i>Kyphosus elegans</i>								X		0,48
"	31 <i>Sectator ocyurus</i>								X	X	0,72
LABRIDAE	32 <i>Bodianus diplotaenia</i>	X	X	X	X	X	X	X	X		5,33
LUTJANIDAE	33 <i>Lutjanus viridis</i>	X					X			X	1,51
MULLIDAE	34 <i>Mulloidichthys dentatus</i>	X	X								0,64
POMACANTHIDAE	35 <i>Holacanthus passer</i>	X		X	X	X	X	X	X	X	6,45
POMACENTRIDAE	36 <i>Chromis atrilobata</i>	X	X			X	X			X	2,55
"	37 <i>Stegastes acapulcoensis</i>	X									0,48
"	38 <i>Stegastes arcifrons</i>	X									0,32
SCARIDAE	39 <i>Scarus ghobban</i>	X									0,4
SCOMBRIDAE	40 <i>Thunnus albacares</i>						X				0,16
SERRANIDAE	41 <i>Dermatolepis dermatolepis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X		6,05
"	42 <i>Mycteroperca olfax</i>	X		X		X	X	X		X	4,06
"	43 <i>Mycteroperca xenarcha</i>		X		X						1,59
"	44 <i>Paranthias colonus</i>	X	X	X	X	X		X	X	X	5,73
SPHYRAENIDAE	45 <i>Sphyraena idiaestes</i>	X									0,16
ZANCLIDAE	46 <i>Zanclus cornutus</i>	X	X	X						X	1,59
SCORPAENIDAE	47 <i>Scorpaena mystes</i>					X					0,32
AULOSTOMIDAE	48 <i>Aulostomus chinensis</i>	X	X			X	X				1,99
FISTULARIDAE	49 <i>Fistularia commersonii</i>									X	0,4
BALISTIDAE	50 <i>Balistes polylepis</i>	X									0,32
"	51 <i>Melichthys niger</i>		X					X			0,4
"	52 <i>P. naugfragium</i>	X									0,4
"	53 <i>Sufflamen verres</i>		X	X		X	X	X	X	X	4,54
"	54 <i>Xanthichthys mento</i>	X									0,24
DIODONTIDAE	55 <i>Diodon holocanthus</i>	X	X	X							1,59
"	56 <i>Diodon hystrix</i>	X		X					X	X	2,15
MONACANTHIDAE	57 <i>Aluterus scriptus</i>		X		X			X			1,43
TETRAODONTIDAE	58 <i>Arothron meleagris</i>	X			X		X			X	2,15
		37	23	16	17	18	17	17	14	23	100 %

7.3 Diversidad

Al calcular los índices de diversidad se obtuvieron los siguientes valores:

Índice de Simpson.....	0.96
Índice de Shannon-Wiener.....	1.54

El índice de Simpson representa la posibilidad de escoger al azar dos individuos de la misma especie dentro de una comunidad, al ser este valor alto 0.96 refleja la concentración de la comunidad en pocas especies. Ya que dicho valor se acerca a la unidad haciendo que dicha posibilidad sea más alta. De igual manera refleja el grado de dominancia por parte de algunas especies sobre otras dada su sensibilidad a las especies dominantes. Son 11 especies las que presentan abundancias mayores al promedio siendo 6 las más abundantes, con una abundancia mayor al 5% (Colinvaux 1993)

Por otro lado el índice de Shannon-Wiener representa la uniformidad o equitabilidad de los valores encontrados, al ser este bajo:1.54 refleja que las abundancias de las especies pertenecientes a la comunidad poseen una equitabilidad baja. Ya que oscilan entre 6.45 % de *H. passer* y 0.16 % *Arcos decoris*, presentando 32 especies con valores por debajo de 1%, 11 especies por arriba del promedio (3.3%) y las restantes entre dichos valores. Confirmando la baja equitabilidad de los datos (Colinvaux 1993)

8. DISCUSIÓN

Al estudiar la comunidad íctica arrecifal de la isla de Malpelo en la última semana del mes de marzo del año 2002 se registraron 58 especies comprendidas en 34 familias y 51 géneros. En años anteriores se habían realizado censos de peces en la isla, sin embargo el presente trabajo es el único que se ha realizado con un método de conteo no destructivo y no extractivo, el RVC. Dicho método tiene como ventaja censar un mayor número de especies presentes, sin embargo el número reportado de estas en este trabajo es pequeño, a comparación de las anteriores investigaciones: Rubio en 1997 reportó 295 especies y Prael en 1989: 85 y en 1975 Mc Cosker *et al.* registraron 69 especies, este número mas alto es debido a que ellos realizaron sus censos por medio de capturas. Los trabajos de Rubio y Prael fueron realizados durante años de campo, en los cuales a bordo de embarcaciones pesqueras determinaban las especies extraídas con redes, anzuelos, etc. (Rubio 1997, Prael 1989, Mc Cosker *et al.* 1975)

Es importante anotar que dadas las diferencias en metodologías utilizadas entre las investigaciones anteriores y la presente se hacen poco comparables a nivel cuantitativo; ya que las primeras fueron realizadas con métodos destructivos tales como redes, anzuelos y rotenona, registrando especies de diversos hábitos como nocturnas, abisales, crípticas, pelágicos, etc. Por el contrario el presente trabajo fue realizado con un método NO destructivo, realizado sólo de día, menospreciando las especies nocturnas y las crípticas por el hecho de desplazarse en una zona en cada deriva, registrando sólo las especies observables no registrando la totalidad de la comunidad. Esto posiblemente puede explicar la baja riqueza de especies registradas en este trabajo. Sumando el hecho de haberse muestreado una sola época climática y a tomar sólo en cuenta las especies asociadas al arrecife, no registrando el total de especies presentes en la isla a lo largo del año.

Sin embargo conociendo estas desventajas del método igual se utilizó ya que es ideal para las condiciones de Santuario de Flora Y Fauna de la isla, en donde está prohibida la extracción de individuos, en donde el costo del viaje es muy alto y el tiempo en la isla es mínimo.

Se podría especular que el esfuerzo de muestreo no fue representativo en esta época climática sin embargo se realizó una curva en donde se expone el acumulado de las especies encontradas, arrojando que en la deriva número 12 ya no hay nuevos registros, demostrando su representatividad.

Debido al tiempo de muestreo este trabajo se hace sólo comparable con el trabajo de Mc Cosker *et al.* en cuanto al número de especies reportadas ya que ambos fueron realizados en la misma época climática (Enero -Marzo) y durante el mismo periodo de tiempo: cuatro días de expedición. Sólo se comparten 34 especies de las reportadas en 1975 con respecto al 2002. Las 35 especies restantes no fueron vistas en este trabajo sin embargo si han sido reportadas por Rubio (1997) y por Prah (1989), lo que muestra una variación en la presencia de especies en la isla de Malpelo a lo largo del tiempo. Krohne (1998), determina que son diferentes fuerzas como la competencia y la predación las que cambian la presencia y las densidades de las especies en un arrecife.

Como las características del arrecife definen quienes están presentes, haciendo que la fauna sea predecible (Hobson 1976) y las condiciones ambientales cambian dichas características, las especies presentes en cada época responden a ese cambio, desplazándose a otras zonas o ingresando al arrecife, haciendo de este un sistema abierto con un flujo de especies (Sale 1991b)

Tal flujo está posiblemente determinado por las fuertes corrientes del Pacífico que afectan las aguas de la isla, ya que las larvas de muchas especies son llevadas por estas corrientes de la costa colombiana y panameña a aguas oceánicas. Lo cual hace de la isla una catapulta para las especies hacia las islas de Cocos y Galápagos (Graham 1975) determinando así su importancia zoogeográfica. Referente a esto, Rubio (1986) plantea que el 73 % de las especies presentes en la isla de Gorgona (3° N 78° 1 'W) tienen como sitio de origen Panamá. Lo cual confirma la presencia de algunas especies en esta época climática, debido a la fuerte corriente panameña empujada por los intensos vientos alisios del norte durante los meses de Febrero y Abril, sacando de la costa los peces y llevándolos mar adentro. Como ejemplo de esto están *Apogon atradorsatus* y *Stegastes arcifrons*, especies encontradas sólo en Malpelo, Cocos y Galápagos. (Rubio 1986).

Las especies más abundantes registradas en este trabajo son: *Holacanthus passer* (omnívoro limpiador de tiburones martillo), *Dermatolepis dermatolepis* (piscívoro), *Paranthias colonus* (planctófago), *Jonhrandalia nigrirostris* (omnívoro limpiador de tiburones martillo), *Bodianus diplotaenia* (carnívoro generalista limpiador), *Seriola rivoliana* (carnívoro generalista) y *Gymnothorax dovii* (carroñero). Sólo dos de ellas no fueron registradas en el trabajo de Mc Cosker *et al.* en 1975: *S. rivoliana* y *P. colonus*, el primero es un predador de gran tamaño el cual se alimenta de peces e invertebrados y el segundo es uno de los peces mas importantes en la isla gracias a su función recicladora, ya que se alimenta de plancton y su materia fecal es muy rica en compuestos carbonados los cuales son utilizados tanto por otros peces como por invertebrados (<<http://www.fishbase.org/search.cfm> >[Consulta 30 Junio 2002])

A pesar de no haber sido registrados en el año de 1975, si lo fueron en los posteriores trabajos de 1989 y 1997, lo que indica la entrada a la comunidad de nuevas especies en un termino de 15 años aproximadamente, para Sale (1991b) los cambios que se realizan en 10 años dentro de una comunidad son minúsculos. Muy posiblemente el predador pelágico encontró las características necesarias para su supervivencia en la isla; poca competencia o baja predación sobre él, ya que debido a su gran tamaño carece de predadores. Por otro lado *P. colonus* aparentemente pudo desplazar a *P. furcifer*, el cual ocupaba su hábitat y ahora no hace parte de la comunidad de peces arrecifales de Malpelo. (Rodríguez 1998)

Al encontrar que el 81 % de las especies registradas están por debajo de la abundancia promedio (3.3%) y que sólo el 10 % de la comunidad tiene una abundancia alta mayor al 5 %, esto refleja que son pocas las especies abundantes y muchas las raras; 32 especies poseen abundancias relativas por debajo del 1%. Esto puede ser apoyado por el hecho de que 24 especies fueron registradas sólo en una deriva, lo que lleva a pensar en una distribución puntual por parte de algunas de ellas. Las especies más abundantes coinciden con ser las más frecuentes como es el caso de *J. nigrirostris*, presente en todas las derivas y siendo la tercera especie más abundante. Por otro lado las menos abundantes son las menos frecuentes como es el caso de *Arcos decoris* quien fue visto en una sola ocasión y posee una abundancia de 0.16 % siendo la

menor de todas. Confirmando así la idea de la distribución amplia de unas pocas especies y limitada o puntual de muchas (41%). Este fenómeno puede estar dado por la aparente homogeneidad del sustrato alrededor de la isla vista a nivel macro, el cual consta de paredes rocosas en su gran mayoría, teniendo un 38.6 % de espacios no ocupados (Prahl 1989) o de roca desnuda, dichas paredes están cubiertas predominantemente por algas y algunas colonias de octocorales, corales ahermatípicos y hermatípicos como *Pocillopora capitata*, *Porites lobata*, *Pavona clavus* y *Gardinerosis planulata* dispersos en forma aislada a lo largo de la isla (Diaz *et al.* 2000)

Como las condiciones son aparentemente similares alrededor de la isla (tomándola como un conjunto a nivel macro), la competencia ínterespecífica es más fuerte, por ello algunas especies encontraron en la segregación en el hábitat la mejor forma de sobrevivir en ella, reduciendo la competencia. Haciendo que las especies más frecuentes sean aquellas que aprovechan varios recursos, como alimento y refugio. Con respecto al recurso alimento, en la comunidad hay tres especies que son limpiadoras de parásitos: *J. nigrirostris*, *H. passer* y *B. diplotaenia*, las dos primeras son las más frecuentes y están dentro de las más abundantes, una posible explicación a esto es que complementan su hábito alimenticio de ser omnívoras, siendo limpiadores de los tiburones martillo *S. lewini*. La última es limpiadora de sus congéneres e igual que las dos anteriores es una de las más abundantes (5.33 %) y más frecuentes (83 %). Con respecto al refugio hay algunas especies que aprovechan las fracturas en el relieve submarino, como es el caso de la morena *Gymnothorax dovii*, la cual se aloja en hoyos y lugares oscuros. Al haber la disponibilidad de ese recurso por la compleja topografía de fondo marino esta especie obtiene refugio, haciéndola una especie muy abundante 4.94 % y muy frecuente 73 %. Mostrando que la aparente homogeneidad del fondo a mayor escala, se torna en heterogeneidad ambiental a una escala menor. Generando esta irregularidad del fondo, microhabitats para las especies lo cual se ve reflejado en el hecho de que 24 familias estén representadas con una sola especie, mostrando que la competencia es muy fuerte. Aislando tanto algunas especies hasta el punto de tener una distribución puntual para evitar dicha competencia (Ault *et al.* 1998)

Es importante resaltar el hecho que el 53 % de las especies reportadas son carnívoros, consumiendo oportunamente peces e invertebrados, seguido del 17 % de omnívoros y un 8% de herbívoros. A primera vista el porcentaje de predadores es muy alto en un ecosistema, sin embargo se han realizado trabajos en los cuales se presentan similares porcentajes: Bakus (1969) reporta 69 % de carnívoros, 22 % herbívoros y 9% de omnívoros, y Talbot *et al.* (1972) 70%, 16 % y 14 % respectivamente en un arrecife de Australia, siendo los carnívoros los más abundantes, pero Goldman *et al.* (1976) reportan en otro arrecife de Australia una distribución de 54 %, 18 % y 18% , siendo esta más cercana a la registrada en el presente trabajo. Mostrando de esta manera que la comunidad tiene una estructura trófica bien constituida pero contrariando la tradicional pirámide de estructura trófica. El hecho de que la pirámide este invertida, siendo los carnívoros los mas abundantes, refleja que hay muchos recursos alimenticios de segundo y tercer nivel. Estos invertebrados y peces de otros hábitos alimenticios son la principal fuente de alimento de los predadores lo cual permite la numerosa presencia de dichos predadores. El problema es que se esta tomado sólo en cuenta la fauna íctica dejando de lado el resto de fauna arrecifal, al tomarla en cuenta (invertebrados) si se obtiene la pirámide trófica tradicional (Goldman *et al.* 1976)

Hay una zona en la isla que alberga un mayor número de fauna asociada al coral, no toda la isla posee paredes rocosas o acantilados que van hasta los 120 metros de profundidad, esta zona está localizada al noreste y presenta una menor pendiente, en donde se facilita el anclaje de las colonias formando verdaderas agrupaciones coralinas de hasta dos metros y la presencia de crustáceos y equinodermos como estrellas de mar: *Mithrodia bradleyi* y *Pentaceros cumingii* (Prahl 1989). Esta zona es conocida como el Arrecife El Altar de Virginia, siendo el sitio con mayor riqueza de especies ícticas debido a su heterogeneidad por la presencia de *Pocillopora capitata* con una cobertura del 80 al 94 % en los primeros 15 metros de profundidad, hasta los 18 metros domina *Porites lobata*, y *Pavona clavus* con una cobertura de 80 % y 54 % respectivamente, después de los 27 metros se encuentra con una cobertura del 53 % *Gardineropsis planulata*. Dicha complejidad permite que en este arrecife coralino se encuentren 37 especies de peces, concentrando el 63 % de las reportadas para la isla y teniendo el mayor número de especies exclusivas (13),

como lo son *Stegastes acapulcoensis*, *Stegastes arcifrons*, *Scarus ghobban*, *Oxycirrhites typus*, *Pseudoballistes naufragium* y *Acanthurus triostegus*, los cuales aprovechan los corales tanto para refugio como alimento (<<http://www.fishbase.org/search.cfm> >[Consulta 30 Junio 2002])

De igual manera se encuentran algunos predadores típicos merodeadores del arrecife coralino como los son el tiburón aletiblanco de arrecife *Trianodon obesus*, el chucho pintado *Aetobatus narinari*, y la barracuda *Sphyraena idiastes*. En los trabajos realizados con anterioridad, esta zona también había sido definida como la más importante a nivel de especies dadas sus condiciones de heterogeneidad (Rubio 1997 y Prah 1989)

En este trabajo se reporta una nueva especie que no había sido registrada con anterioridad para Colombia ni para la parte sur del Pacífico Este, es el tiburón de profundidad *Odontaspis ferox* (Risso. 1810), perteneciente a la familia ODONTASPIDAE del Orden Lamniformes. Es una especie cosmopolita pero con distribución puntual, la cual ha sido reportada en el Atlántico Oeste: en México. En el Atlántico Este: Madeira, Marruecos, en el Mediterráneo y en Cabo Verde, en el Indo Pacífico: Sudáfrica, las Maldivas, Madagascar, al sur de Japón, Australia y Nueva Zelanda y en el Pacífico este en California y en México. Habita en fondos rocosos y profundos hasta los 420 metros en mar abierto y se alimenta de crustáceos y peces. Es muy similar a *O. taurus*, con diferencia de poseer la aleta dorsal avanzada.(Anexo 1).

(<<http://www.fishbase.org/Summary/SpeciesSummary.cfm?ID=749&genusname=Odontaspis&speciesname=ferox> >[Consulta 29 Junio de 2002])

Es tan puntual su distribución que solamente es visto en un sólo sitio en la isla da Malpelo: el Bajo del Mounstro, el cual ha sido llamado así por la presencia de este gigantesco predador. A pesar de ser una especie no registrada en los trabajos ictiológicos realizados en la isla, los buzos que la frecuentan lo han visto desde hace más de 15 años, pero dada la profundidad a la cual es divisado (70 metros y más) su encuentro es poco probable. Sin embargo en este trabajo se observaron dos hembras y un macho, en este momento se realiza un trabajo de identificación con el fin de determinar si efectivamente es *O. ferox*. y poder conocer más sobre su biología y ecología en la isla.

Este nuevo registro es un reflejo de la poca o ninguna investigación que se está llevando a cabo en la isla no sólo por el difícil acceso y sus condiciones extremas sino al valor que se le da por parte de los biólogos, ya “*que la diversidad tiene un valor neutro pero debido a que la alta diversidad normalmente es más interesante que la baja diversidad*” (Ratcliffe 1977 en Magurron 1983), dejando de lado algunos lugares con poca diversidad como Malpelo, a nivel investigativo.

Obviando su valor ecológico y social.

Otra especie que no había sido reportada es *Ogcocephalus darwini* (Hubbs. 1952), o pez murciélago perteneciente a la familia OGCOEPHALIDAE y al orden LOPHIIFORMES, la cual es fácilmente reconocible por su apariencia de murciélago, de color café claro con bandas más oscuras, sus aletas pélvicas en forma de apéndices similares a brazos, su pronunciado cuerno óseo en la frente, y sus labios de color rojo (Gerald *et al.* 1994). Esta especie es sólo vista en un solo sitio en la isla: Scuba, sin embargo en el trabajo de Rubio 1997 se encuentra un *Ogcocephalus sp.* en La chupadera, un sitio diferente, pero dada la cercanía entre los dos puntos se podría asumir que es la misma especie, la cual Rubio registra como de abundancia escasa y en este trabajo posee una abundancia relativa muy baja (0.48 %).

Sin duda alguna una de las especies más importantes para la isla no solo por su abundancia relativa 2.87 % cercana a la media (3.3%), o por su frecuencia de 53 %, sino por ser una de las principales atracciones de la isla de Malpelo, la cual es bien conocida por sus escuelas de centenares de tiburones martillo, *Sphyrna lewini*. Esta es una de las especies de tiburones más abundantes en las aguas cálidas tropicales y subtropicales, se alimentan de peces, calamares, camarones, rayas y otros tiburones de menor tamaño, se han registrado desde la superficie hasta los 275 metros de profundidad. Se les encuentra solos, en parejas y en escuelas, en la isla se observan grupos de más de doscientos individuos, con una formación muy particular, los juveniles y las hembras de menor tamaño en el centro y las hembras de mayor tamaño escoltadas de los grandes machos en las zonas externas de la escuela. Una posible explicación de esto puede ser que hay una jerarquización en la población de martillos. Su agrupación en grandes números es todavía un misterio, sin embargo se cree que

puede deberse a dicha jerarquización vista en la isla o al hecho de que al reunirse reducen la predación por parte de tiburones más grandes.

(http://www.shark.ch/cgi-bin/Sharks/spec_conv.pl?E+Sphyrna.lewini) [Consulta: 2 agosto de 2002]

Esta forma de agrupamiento les permite realizar grandes migraciones para reproducirse, llegando a aguas más cálidas, como lo hacen en el mes de Marzo, llegando a la isla en donde se registraron en más de la mitad de los sitios muestreados, en números de hasta 300 individuos aproximadamente ocupando en algunos lugares toda la columna de agua desde los 7 metros hasta el fondo rocoso, a unos 30 metros de profundidad. Este número tan alto no es común a lo largo del año según los instructores de buceo que visitan la isla, siendo Marzo el mes cuando dicha cantidad es vista con más frecuencia. Al ser en esta época climática cuando la contracorriente ecuatorial se ve disminuida por la panameña, empujada por los fuertes vientos alisios provenientes del norte, las aguas costeras que son más cálidas son llevadas mar adentro calentando las aguas oceánicas, aumentando la temperatura del agua en la isla, logrando hasta 20 grados Celsius (datos de inmersiones en este trabajo). Sin embargo no se registraron apareamientos por parte de los individuos, pero se observó que se acercaban a las paredes rocosas de la isla para ser limpiados de sus parásitos. Siendo *H. passer* y *J. nigrirostris* los encargados de dicha labor, en algunas ocasiones era *B. diplotaenia* el que lo hacía. En todas las ocasiones en que se registraron como presentes los tiburones martillo, se observó dicho comportamiento, lo que lleva a pensar en otro motivo por el cual viajan hasta la isla: siendo esta una estación de limpieza. Permitiendo de esta manera que las especies limpiadoras aprovechen este recurso alterno permitiendo que sean unas de las más abundantes en la isla como lo son *H. passer*, *J. nigrirostris* y *B. diplotaenia*. (http://www.shark.ch/cgi-bin/Sharks/spec_conv.pl?E+Sphyrna.lewini) [Consulta: 2 agosto de 2002]

Otra de las especies más abundantes en la comunidad de peces de la isla es *Dermatolepis dermatolepis* o mero rayado, teniendo una abundancia relativa del 6.05%, siendo el segundo más abundante, lo cual puede ser explicado con el hecho de que en las etapas juveniles esta asociado a los erizos, de esta manera evita la predación por parte de otros peces. Cuando llega a una talla mayor en

donde la predación sobre él es mínima él mismo se convierte en uno de los predadores de otras especies. Otorgándole cierta ventaja sobre otras especies menos favorecidas. Lo cual se ve reflejado en su alta abundancia y frecuencia (93%) (Gerald *et al.* 1994).

Con respecto a las familias; son seis las que poseen un mayor número de especies: CARANGIDAE (7), BALISTIDAE (5), ACANTHURIDAE (4), SERRANIDAE (4), CIRRITHIDAE (3) y POMACENTRIDAE (3). Las familias BALISTIDAE, ACANTHURIDAE y POMACENTRIDAE tienen como hábito alimenticio la omnivoría, aprovechando cualquier recurso disponible, ya sean los invertebrados, las algas, y hasta plancton, debido a eso están bien representadas ya que tienen un abanico de posibilidades para aprovechar distintos recursos (Ault *et al.* 1998)

Por otro lado las familias CARANGIDAE, SERRANIDAE Y CIRRITHIDAE son predadoras exclusivas, aprovechando el gran número de peces e invertebrados presentes en las aguas de la isla. Al sumar las abundancias de las especies pertenecientes a cada familia se encuentra que dos de ellas dominan contundentemente: la familia SERRANIDAE con una abundancia acumulada de 17.4 % y la familia CARANGIDAE con un 10.5 %. Los carángidos son predadores rápidos de aguas sobre arrecifes en alta mar y los serránidos se caracterizan por ser predadores de profundidad, permitiendo que cada familia explote los recursos disminuyendo la competencia sin solapar nichos (<<http://www.fishbase.org/search.cfm> >[Consulta 30 Junio 2002])

En los trabajos realizados con anterioridad como no presentan las abundancias relativas cuantificadas de las especies, se hacen incomparables dichos trabajos, sumando a esto el periodo de muestreo del cual ya se hicieron algunas anotaciones. Por ello no se puede comparar la riqueza de familias entre investigaciones. Solo se podría hacer con lo encontrado con Mc Cosker (1975): 29 familias, pero dada la diferencia de técnicas de muestreo se hace imposible la explicación del cambio en la presencia de algunas nuevas en el presente trabajo. Sin embargo la riqueza de especies por familia si se registra. Rubio (1997) reporta como familias más ricas a CARANGIDAE con 23 especies, SERRANIDAE con 14, y POMACENTRIDAE y BALLISTIDAE con 9 .Para Prah

(1989) son MURAENIDAE con 6 , ACANTHURIDAE, CARANGIDAE Y BALLISTIDAE con 5. Mc Cosker (1975) reporta a CARANGIDAE, BALLISTIDAE con 5, ACANTHURIDAE, MURAENIDAE, POMACENTRIDAE y SERRANIDAE con 4. Lo que lleva pensar que la composición en cuanto a familias no ha sufrido muchos cambios durante las últimas tres décadas.

Ejemplo de ello es una familia muy importante para la isla, la cual ha sido registrada en los tres trabajos anteriores, se trata de la familia de los peces mariposa, o CHAETODONTIDAE, la cual está representada sólo por una especie: *J. nigrirostris*, Prael (1989) también la registra como familia monoespecífica. Haciendo de esta junto con la de los serránidos las más frecuentes. La alta frecuencia de los chaetodontidos es debida a la explotación de muchos recursos alimenticios como lo son las algas, los gasterópodos, crustáceos, moluscos y sin dejar de lado los parásitos de los tiburones martillo.

Sin embargo la familia CHAETODONTIDAE no es la única en estar representada por una sola especie, son 24 familias las monoespecíficas, siendo esto el 70.6 % del total de familias. En los trabajos anteriores se habían reportado familias monoespecíficas: Rubio (1997): 10, Prael (1989): 11 y Mc Cosker (1975): 9. Reflejando de esta manera la alta competencia existente entre especies pertenecientes a condiciones ambientales similares. Generando una distribución puntual por parte de algunas especies, debido a que las características definen quienes están presentes y quienes no (Hobson. 1979)

Es importante decir que las diferencias encontradas con los anteriores trabajos puede ser explicada por el método utilizado y la duración de la investigación, factores que hacen que los datos obtenidos puedan variar. Esto puede extrapolarse a la riqueza en cuanto a especies se refiere, las técnicas utilizadas anteriormente extraían todo lo que había en el agua, aumentando el número de especies y familias encontradas.

Al ver la diversidad de la isla tomando en cuenta los índices calculados a partir de los datos registrados, se obtuvo un valor para el índice de Simpson de 0.96 y para el índice de Shannon-Wiener de 1.54. Siendo el primero muy alto, reflejando una concentración de la comunidad en un número pequeño de

especies y en la dominancia de unas pocas (Colinvaux 1993) ya que este índice es sensible a las especies dominantes (Margalef 1995) confirmándose esto con los datos obtenidos en este trabajo ya que se encontraron 58 especies y con el 10.3% de especies (6) dominantes con abundancias muy altas. Haciendo que la posibilidad de escoger al azar dos individuos de la misma especie sea alta (Colinvaux 1993).

Con respecto al valor relativamente bajo del índice de Shannon – Wiener, el cual representa una baja uniformidad o equitabilidad en los valores asumiendo que al azar todas las especies fueron representadas (Colinvaux 1993) lo cual se obtuvo en este trabajo ya que las abundancias relativas no son uniformes. Como este índice es sensible a las especies raras (Margalef 1995) y su valor es bajo, esto representaría un buen número de especies raras o poco abundantes en la comunidad, lo cual es confirmado por la presencia de 24 especies exclusivas (41%) y de 32 especies con abundancias relativas menores al 1 %. Con el fin de confirmar la baja equitabilidad de los datos se calculó el índice de Equitabilidad de Pielou: $E = H' / \ln S$, siendo H' el valor de diversidad de Shannon y S el número de especies. ($H' : 1.54$ y $S: 58$ especies). Arrojando un valor $E: 0.38$. Como este valor E , se sitúa entre 0 y 1, donde 1 representa una situación en que todas las especies son igualmente abundantes, haciendo que el valor encontrado $E: 0.38$ sea bajo. Los índices calculados confirman que la comunidad está compuesta por un número pequeño de especies con abundancias relativas con una baja equitabilidad reflejándose en unas pocas dominantes y un número alto de especies raras.

9. CONCLUSIONES

La estructura de la comunidad íctica arrecifal de la isla de Malpelo en el mes de Marzo de 2002 está conformada por un número pequeño de especies abundantes y uno alto de especies raras, con una alta presencia de predadores indicando la alta disponibilidad de variados recursos.

Según lo observado en esta época climática: la hipótesis Ha 1 fue rechazada ya que la riqueza de la comunidad para esta época del año es pequeña. La hipótesis Ha 2 fue rechazada ya que la equitabilidad de las abundancias relativas es baja. (Algunas especies poseen abundancias relativas altas y otras bajas). Como la hipótesis Ha 3 es dependiente de las dos anteriores; esta se rechaza, ya que la diversidad observada en este periodo es baja.

El método utilizado, el RVC, posee algunas desventajas, como es el hecho de representar poco o nada algunas especies, no obstante conociendo estas limitaciones es un método que se adapta muy bien a las condiciones de Santuario de Flora y Fauna de la isla.

La explotación de variados recursos alimenticios y de refugio en este medio aparentemente homogéneo (tomando la isla como unidad, a nivel macro) posiblemente determinan la alta abundancia y frecuencia de algunas especies, sin embargo a una menor escala se presenta una heterogeneidad ambiental la cual permite una especialización por parte de otras permitiendo la presencia de especies raras.

La diferencia en tiempo de muestreo y de metodología de conteo, hace que el número de especies registradas en este trabajo sea menor con respecto a la encontrada en los trabajos realizados con anterioridad.

Cambios en la composición de la comunidad de peces puede deberse al impacto de las fuertes corrientes oceánicas las cuales aparentemente alteran en el tiempo la composición y la estructura íctica de la isla llevando y trayendo consigo varias especies de peces, haciendo de la isla un lugar de importancia zoogeográfica.

La complejidad física y biológica permite que el Arrecife el Altar de Virginia sea el lugar más rico en cuanto a especies, concentrando el mayor número de las reportadas.

La alta temperatura del agua en esta época climática, llevada por las corrientes y la posible existencia de una estación de limpieza de parásitos posiblemente determina la presencia de centenares de tiburones martillo, *Sphyrna lewini* en la isla .

El registro de una nueva especie de tiburón: *Odontaspis ferox* la cual no había sido reportada en los trabajos ictiológicos anteriores, pero dado que los buzos si la reconocen desde hace muchos años demuestra la poca o nula investigación que se realiza en la isla.

10. RECOMENDACIONES

Continuar con los monitoreos utilizando la misma metodología del RVC abarcando todas las épocas climáticas del año con el fin de determinar como es la dinámica de la comunidad y poder realizar comparaciones a futuro.

Modificar las políticas del Sistema de Parques Nacionales Naturales con el fin de poder extraer ejemplares de colección con fines investigativos. Tomando en cuenta que dicha extracción altera insignificadamente la comunidad íctica. Y con ello poder tener registros de las especies no observadas con el RVC (crípticas, nocturnas, etc.)

Estudiar el impacto de las corriente oceánicas en la comunidad íctica determinando patrones y tasas de migración y de reclutamiento.

Considerando al Arrecife del Altar de Virginia como una estructura arrecifal verdadera realizar monitoreos con el fin de determinar su estado de conservación.

Estudiar más a fondo las visitas a la isla por parte de los tiburones martillo *Sphyrna lewini* con el fin de crear patrones de migración en las aguas del pacifico.

Georeferenciar los sitios de buceo con el fin de poder realizar mapas de estructura y composición de sustratos primarios y secundarios, de comunidades de peces, dicha información de base es necesaria para realizar o implantar planes de manejo dadas las características de Santuario de flora y Fauna de la isla.

Teniendo en cuenta que "*debido a que la alta diversidad normalmente es más interesante para los biólogos que la baja diversidad*" (Ratcliffe 1977 en Magurron 1983) es importante no olvidar las zonas con baja diversidad por lo tanto es imperativo seguir realizando investigaciones en la isla de Malpelo.

11. REFERENCIAS

Aguirre, G. 2002. *Estructura de la comunidad íctica arrecifal en el PNN Utría, Chocó- Pacífico colombiano.* Tesis de grado. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Estudios ambientales y rurales. Carrera de Ecología, Bogota. 61 pp

Arboleda, E. 1984. *Inventario preliminar y algunas consideraciones ecológicas de la ictiofauna presente en la ensenada de Tumaco. Pacífico colombiano.* Tesis de grado. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

Ault , T & Johnson C. 1998. *Spatial variation in fish species richness on coral reefs: habitat fragmentation and stochastic structuring processes.* Oikos 82: 354-364

Bakus G.J. 1969. en Goldman B. & Talbot, F.H 1976. *Aspects of the ecology of coral reefs fishes.* 125-152

Begon, M, Harper, J.L & Townsend, C.R. 1997. *Ecology: Individuals, Population and Communities.* Blackwell Scientific Publications. Cambridge. London. Cap 17, The Nature of the community. 679-709

Burgess, W.E 2000. *Dr Burgess's Atlas of Marine Aquarium Fishes* TFH Publications; 3rd edition, 736 pp

Colinvaux, P. 1993. *Ecology 2.* Jhon wiley & Sons, Inc. US 648 pp

Collette, B.B. & Talbot, F.H. 1998. *Activity patterns of coral reef fishes whit emphasis on Nocturnal –diurnal changeover.* Bulletin of the Natural History Museum of Los Angeles County. N° 14.

Diaz. J.M, L.M. Barrios, M.M Censales, J.Garzón.Ferreira, J. Geister, M. LopezVictoria, G.H. Ospina, E. Parra, J. Pinzón, B. Angel, E.A. Zapata, S. Zea. 2000. *Areas coralinas de Colombia.* Invemar, Serie Publicaciones Especiales N° 5. santa Marta. 176 pp

Dodson, S. 1998. *Ecology*. Oxford University Press. Inc. USA

Estupiñan F, Prahil, H , & Rubio E.1990. *Ictiofauna de la ensenada de Utría. Pacífico colombiano*. En Zapata (1992)

Gerald , R. & Robertson, D. 1994. *Fishes of the Tropical eastern Pacific*. University of Hawaii Press Honolulu. 332 pp

Glynn, P.W. 1976. *Some physicals and biological determinants of coral community structure in the eastern pacific*. 46 (4): 431-456. Ecological Monographs Smithsonian Research Institute. Balboa. Canal Zone Panama.

Goldman B. & Talbot, F.H 1976. *Aspects of the ecology of coral reefs fishes*. 125-152 en: Jones, O & Endean, R. Biology and geology of coral reefs. Vol 3, Biology 2 Academic Press, NY.

Gómez F. & Vieira C. 1996. *Ictiofauna asociada a los arrecifes coralinos hermatípicos de la Ensenada De Utría, Chocó, Pacífico Colombiano*. Universitas Scientiarum. Vol 2. #2 1995

Graham J.B. 1975. The biological investigation of Malpelo Island, Colombia. Smithsonian Institution Press. 98 pp

Hobson, E.S. 1979. *Predatory behavior of some shore fishes in the Gulf of California*. Research report 73. Bureau of Sport Fisheries and Wild -life. USA.

Huertas, C. 2001. *Masacre ecológica en Malpelo*. 20 de julio de 2001 Periódico El Tiempo.

Johannes. 1970. en Odum, E. 1972. *Ecología*. Nueva editorial Interamericana. México

Jones, R.S. & Thompson, M.J 1978. *Comparison of Florida reef fish assemblages using a Rapid Visual Technique*. Bulletin of marine Science, 28(1): 159-172. 1978.

Kimmel, J. 1985. *A new species-time methods for visual assessment of fishes and its comparison with established methods.* Environmental biology of fishes. Vol 12. N°1. 23-32.

Krebs. C.J. 1985. *Ecología: Estudio de la distribución y la abundancia.* Segunda edición. Ed Harla. México. 420 pp.

Krohnes, D. 1998. *General ecology.* Wadsworth Publishing Company. Cap 11: 429-465

Lara, G . 1984. *Dinámica y distribución de larvas y juveniles de peces de las especies pelágicas de interés comercial en el archipiélago de San Andrés y Providencia.* Tesis de grado. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano

Lozano F. 1978. *Oceanografía. Biología Marina y Pesca.* Ed Paraninfo. España

Magurron A.E. 1983. *Índices de diversidad y modelos de abundancias de especies* 10-51 Cap 2 , *Valor empírico de las medidas de seguridad.* 111-125 Cap 6 en *Diversidad ecológica y su medición.* Ed Vedra.

Margalef, R. 1995. *Ecología.* Ed Omega. S.A. Barcelona. Cap 11: 359 –382. España.

Mc Cosker J. E. & Rosenblatt R. 1975. *Fishes collected at Malpelo Island* en Graham 1975.

Mejia, L.E. 1997. *Comunidades ícticas de los cayos colombianos de San Andrés y Providencia y su relación con la estructura y salud arrecifal: informe final.* Instituto para la investigación y la tecnología.

Odum, E.P. 1972. *Ecología.* Nueva editorial Interamericana. Mexico.

Palacio, F.J. 1974. *Peces colectados en el Caribe colombiano por la Universidad de Miami. Museo del Mar. Boletín #6.* Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Colombia.

Prahl. H., J. Escobar & E. Peña. 1990. *Biogeografía de los corales hermatípicos del Pacífico colombiano.* Revista de ciencias. Junio 1990. 55-63.

Prahl. H. 1989. *Malpelo la roca viviente.* Editorial Presencia Ltda. p 7-57

Prahl.H. & Erhardt H. 1985. *Colombia: corales y arrecifes coralinos.* Ed Presencia FEN COLOMBIA. Pp 267-291

Ramos A. 1998. *Instrumentos políticos y normativos en el manejo de los ecosistemas de manglar y coral.* En: Manejo de ecosistemas de manglar y arrecifes de coral, Memorias. Instituto colombiano para el fomento de la educación superior–ICFES. Santa Marta. 200 pp

Ramírez. A. 1999. *Ecología aplicada. Diseño y análisis estadístico.* Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Colombia. 109-113.

Rodríguez J.P. 1998. *La amenaza de las especies exóticas para la conservación de la biodiversidad.* Centro de Ecología Instituto Venezolano de Investigación científicas.11pp

Rubio. E.1997. *Los recursos ictiológicos de la isla Malpelo (Colombia). Una revisión de su conocimiento y nuevos reportes para la Ictiofauna de la isla.* En Memorias del VIII Seminario de Ciencias del mar. 642-658.

Rubio. E 1990. *Ictiofauna Indo pacífica asociadas a los corales de la isla de Gorgona.* Revista de ciencias. Junio. 97-106.

Rubio. E. 1986. *Notas sobre la Ictiofauna de la isla de Gorgona.* Pacífico colombiano. Boletín ecotrópica. N° 13. 86-112.

Ruppert, E.E & Barnes, R.D. 1996. *Zoología de los Invertebrados*. Mc Graw – Hill Interamericana Editores. Sexta Edición. Mexico.

Russ, G.R. & Alcalá, A.C. 1998. *Natural fishing experiments in marine reserves 1983- 1993: roles of life history and fishing intensity in family responses*. Coral Reefs(1998) 17: 399-416.

Sale, P. 1991 a. *Habitat structure and recruitment in coral reef fishes*. Cap 10 en *Habitat structure. The physical arrangement of objects in space*. Ed Capman & Hall. 197-210.

Sale, P. 1991 b *Reef fish communities: open nonequilibrium systems*. Cap 19 en *The ecology of fishes on coral reefs*. Academic Press. 564-598

Talbot F.H & Goldman B. 1972. en Goldman B. & Talbot, F.H 1976. *Aspects of the ecology of coral reefs fishes*. 125-152

Torres, D. 1993. *Abundancia y diversidad de 25 familias arrecifales del costado oeste del Caribe Colombiano*. Trabajo de grado. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Colombia

Wilson E.O. 1992. *The diversity of life*. College edition with study materials. W.W. Norton company. NY 424 pp

Vargas B. 1996. *Distribution and community structure of the corals reef of ensenada de Utria, Pacific coast of Colombia*. Rev. Biol. Trop. 44(2): 643-651.

Vargas B et al. 1981. *Ecología y estructura de las comunidades de peces en Áreas de Rhyzophora mangle y Thalassia testudinum de la isla del Carmen, Laguna de Terminos, sur del Golfo de Mexico*. An. Inst. Cienc. Del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. Mexico, 8 (1):241-266 (1981).

Zapata, F. & Morales, Y. A. 1994. *Abundancia, distribución y diversidad de peces en un Arrecife coralino de la Isla Gorgona*. Informe final. Universidad del Valle. Colombia.

Zapata, F. 1992. *El estado del conocimiento sobre la biología de peces de arrecifes coralinos del pacífico colombiano y recomendaciones para su estudio.* Boletín Ecotrópica. 1992. Suplemento N° 1. 67-72

<<http://www.colparques.org/MALPELO.html#H>> [Consulta: 10 Junio 2002].

<<http://www.fishbase.org/search.cfm> >[Consulta 30 Junio 2002]

<<http://www.fishbase.org/Summary/SpeciesSummary.cfm?ID=749&genusname=Odontaspis&speciesname=ferox> >[Consulta 29 Junio de 2002]

<http://www.shark.ch/cgi-bin/Sharks/spec_conv.pl?E+Sphyrna.lewini>[Consulta: 2 agosto de 2002]

12. ANEXOS.

Anexo 1. *Odontaspis ferox* o "el Monstruo"



Fotografías: Laurent Creuse

Anexo 2. Tabla de hábitos alimenticios de las especies.

	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	HABITO ALIM	
TIBURONES	CARCHARHINIFORMES	CARCHARHINIDAE	1 <i>Triaenodon obesus</i>	CARNIVORO	
		SPHYRNIDAE	2 <i>Sphyrna lewini</i>	CARNIVORO	
		ODONTASPIDAE	3 <i>Odontaspis ferox</i>	CARNIVORO	
RAYAS	ANGUILIFORMES	MURAENIDAE	4 <i>Echidna zebra</i>	CARRONERO	
		"	5 <i>Gymnothorax dovii</i>	CARRONERO	
	RAJIFORMES	MYLIOBATIDAE	6 <i>Aetobatus narinari</i>	CARNIVORO	
PECES OSEOS	BERYCIFORMES	HOLOCENTRIDAE	7 <i>Myripristis leiognathus</i>	CARNIVORO	
	GOBIESOCIFORMES	GOBIESOCIDAE	8 <i>Arcos decoris</i>	OMNIVORO	
	GONORYNCHIFORMES	CHANIDAE	9 <i>Chanos chanos</i>	CARRONERO	
	LOPHIIFORMES	OGCOEPHALIDAE	10 <i>Ogcocephalus darwini</i>	CARNIVORO	
		PERCIFORMES	ACANTHURIDAE	11 <i>Acanthurus nigricans</i>	HERBIVORO
	"	"	12 <i>Acanthurus triostegus</i>	HERBIVORO	
	"	"	13 <i>Acanthurus xanthopterus</i>	OMNIVORO	
	"	"	14 <i>Prionurus laticlavus</i>	HERBIVORO	
	"	APOGONIDAE	15 <i>Apogon atradorsatus.</i>		
	"	BLENNIIDAE	16 <i>O. steindachneri</i>	OMNIVORO	
	"	CARANGIDAE	17 <i>Alectis ciliaris</i>	CARNIVORO	
	"	"	18 <i>Elagatis bipinnulata</i>	CARNIVORO	
	"	"	19 <i>Caranx lugubris</i>	CARNIVORO	
	"	"	20 <i>Caranx melampygus</i>	CARNIVORO	
	"	"	21 <i>Caranx vinctus</i>	CARNIVORO	
	"	"	22 <i>Seriola rivoliana</i>	CARNIVORO	
	"	"	23 <i>Trachinotus stilbe</i>	CARNIVORO	
	"	CIRRHITIDAE	24 <i>Cirrhitichthys oxyce.</i>	CARNIVORO	
	"	"	25 <i>Cirrhitus rivulatus</i>	CARNIVORO	
	"	"	26 <i>Oxycirrhites typus</i>	CARNIVORO	
	"	CHAETODONTIDAE	27 <i>Johnrandalia nigrirostris</i>	OMNIVORO	
	"	GOBIIDAE	28 <i>Elacatinus sp.</i>	CARNIVORO	
	"	"	29 <i>Lythrypnus sp.</i>	CARNIVORO	
	"	KYPHOSIDAE	30 <i>Kyphosus elegans</i>	OMNIVORO	
	"	"	31 <i>Sectator ocyurus</i>	CARNIVORO	
	"	LABRIDAE	32 <i>Bodianus diplotaenia</i>	CARNIVORO	
	"	LUTJANIDAE	33 <i>Lutjanus viridis</i>	CARNIVORO	
	"	MULLIDAE	34 <i>Mulloidichthys dentatus</i>	CARNIVORO	
	"	POMACANTHIDAE	35 <i>Holacanthus passer</i>	OMNIVORO	
	"	POMACENTRIDAE	36 <i>Chromis atrilobata</i>	PLANTOFAGO	
	"	"	37 <i>Stegastes acapulcoensis</i>	HERBIVORO	
	"	"	38 <i>Stegastes arcifrons</i>	OMNIVORO	
	"	SCARIDAE	39 <i>Scarus ghobban</i>	CORALIVORO	
	"	SCOMBRIDAE	40 <i>Thunnus albacares</i>	CARNIVORO	
	"	SERRANIDAE	41 <i>Dermatolepis dermatolepis</i>	PISCIVORO	
	"	"	42 <i>Mycteroperca olfax</i>	CARNIVORO	
	"	"	43 <i>Mycteroperca xenarcha</i>	PISCIVORO	
	"	"	44 <i>Paranthias colonus</i>	PLANTOFAGO	
	"	SPHYRAENIDAE	45 <i>Sphyraena idiaestes</i>	CARNIVORO	
	"	ZANCLIDAE	46 <i>Zanclus cornutus</i>	CARNIVORO	
	"	SCORPAENIFORMES	SCORPAENIDAE	47 <i>Scorpaena mystes</i>	CARNIVORO
	"	SYNGNATIFORMES	AULOSTOMIDAE	48 <i>Aulostomus chinensis</i>	CARNIVORO
	"	"	FISTULARIDAE	49 <i>Fistularia commersonii</i>	PISCIVORO
	"	TETRAODONTIFORMES	BALISTIDAE	50 <i>Balistes polylepis</i>	CARNIVORO
	"	"	"	51 <i>Melichthys niger</i>	OMNIVORO
	"	"	"	52 <i>P. naugfragium</i>	CARNIVORO
	"	"	"	53 <i>Sufflamen verres</i>	CARNIVORO
	"	"	"	54 <i>Xanthichthys mento</i>	OMNIVORO
	"	"	DIODONTIDAE	55 <i>Diodon holocanthus</i>	CARNIVORO
	"	"	"	56 <i>Diodon hystrix</i>	CARNIVORO
	"	"	MONACANTHIDAE	57 <i>Aluterus scriptus</i>	HERBIVORO
	"	"	TETRAODONTIDAE	58 <i>Arothron meleagris</i>	CORALIVORO

Fuente: (<<http://www.fishbase.org/search.cfm> >[Consulta 30 Junio 2002])

Anexo 3. *Sphyrna lewini* o tiburón martillo, solitario y en escuela



Fotografía: Laurent Creuse



Anexo 4. *Ogcocephalus darwini* o pez murciélago



Fotografía: Laurent Creuse

**ACERCAMIENTO A LA ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN
DE LA COMUNIDAD ICTICA ARRECIFAL DE LA ISLA DE
MALPELO, UTILIZANDO EL CENSO VISUAL RÁPIDO (RVC)
EN EL MES DE MARZO DE 2002**



**Realizado por: Roger Venail
Director: Fabio Gómez**



MALPELO SANTUARIO DE FLORA Y FAUNA EN 1995:

CONSERVAR ÁREAS NATURALES POCO INTERVENIDAS

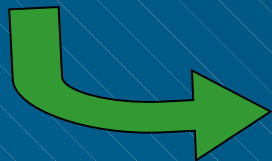
PROTEGER LOS ARRECIFES CORALINOS

ARRECIFE :

“ ELEVACIONES DEL FONDO MARINO QUE PUDIERAN OBSTACULIZAR EL PASO DE LAS EMBARCACIONES ”

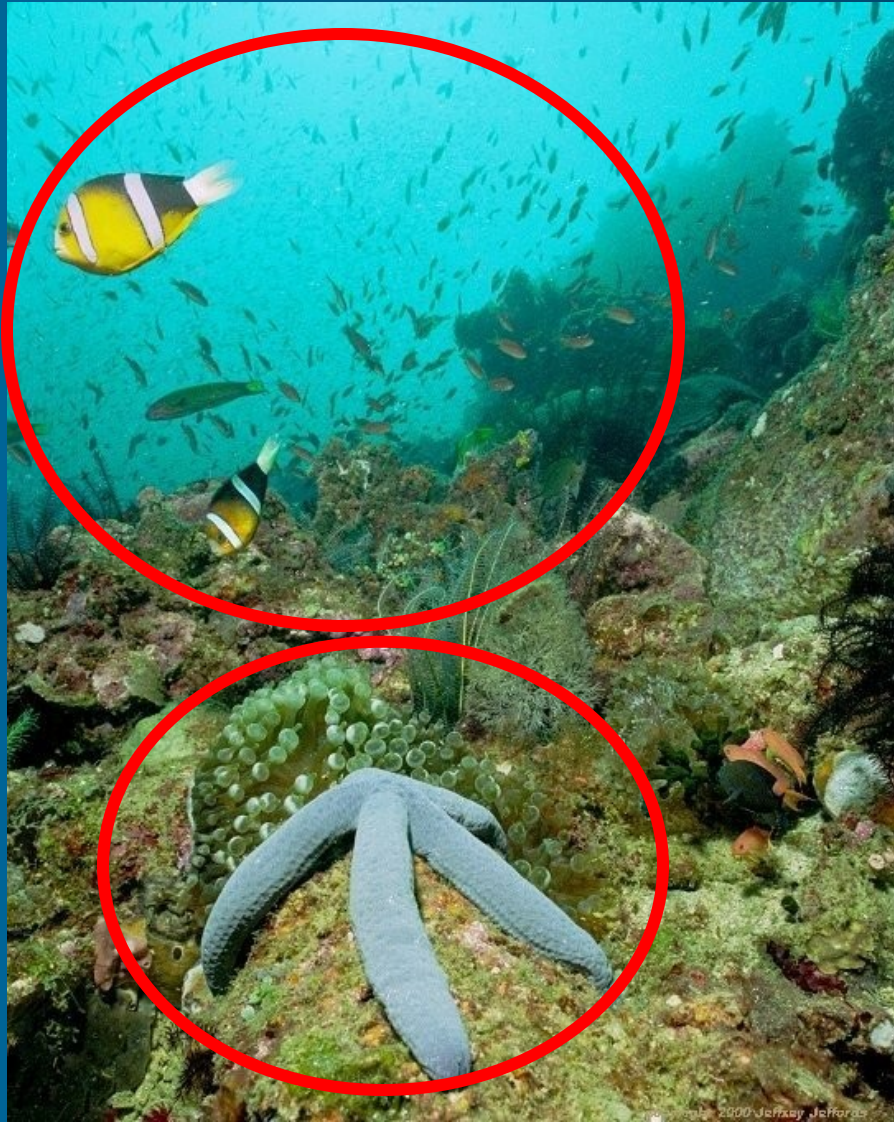


CUALQUIER ELEVACIÓN DEL FONDO MARINO COMPUESTO POR ROCA CALCÁREA CUBIERTA POR ALGAS, ESPONJAS, CORAL O ARENA



SUSTRATO DURO

SUSTRATO DURO



- CONSTITUIDO POR ORGANISMOS VIVOS
- MODIFICA LA TOPOGRAFIA DEL LECHO MARINO
- ALTERA LAS PROPIEDADES FISICAS DEL MEDIO
- GENERANDO UN **LUGAR HETEROGENEO** EN CONDICIONES Y RECURSOS

COMUNIDAD DE PECES

COMPOSICIÓN

QUIENES ESTAN

ESTRUCTURA

- RIQUEZA DE ESPECIES
- ABUNDANCIAS RELATIVAS
- HÁBITOS ALIMENTICIOS
- RELACIONES INTER E INTRA ESPECIFICAS

ANTECEDENTES

INTERNACIONALES:

ANTILLAS MENORES
FILIPINAS
ISLAS CHANNEL (RU)
LA GRAN BARRERA DE CORAL

NACIONALES: **CARIBE** (Mejia 1997, Torres 1993, Lara 1984, etc.)

PACIFICO

UTRIA: AGUIRRE 2002 Y GOMEZ 1992

GORGONA: ZAPATA *et al.* 1994, Rubio 1987 y 1986

MALPELO: RUBIO 1997, PRAHL 1989 Y
Mc COSKER *et al.* 1975.

ARRECIFES DE MAYOR IMPORTANCIA EN EL PACIFICO COLOMBIANO

	Area total km ²	Area coral vivo km ²
Utria	0.2	0.2
Gorgona	14.1	0.3
Malpelo	0.4	0.01
total	14.7	0.5

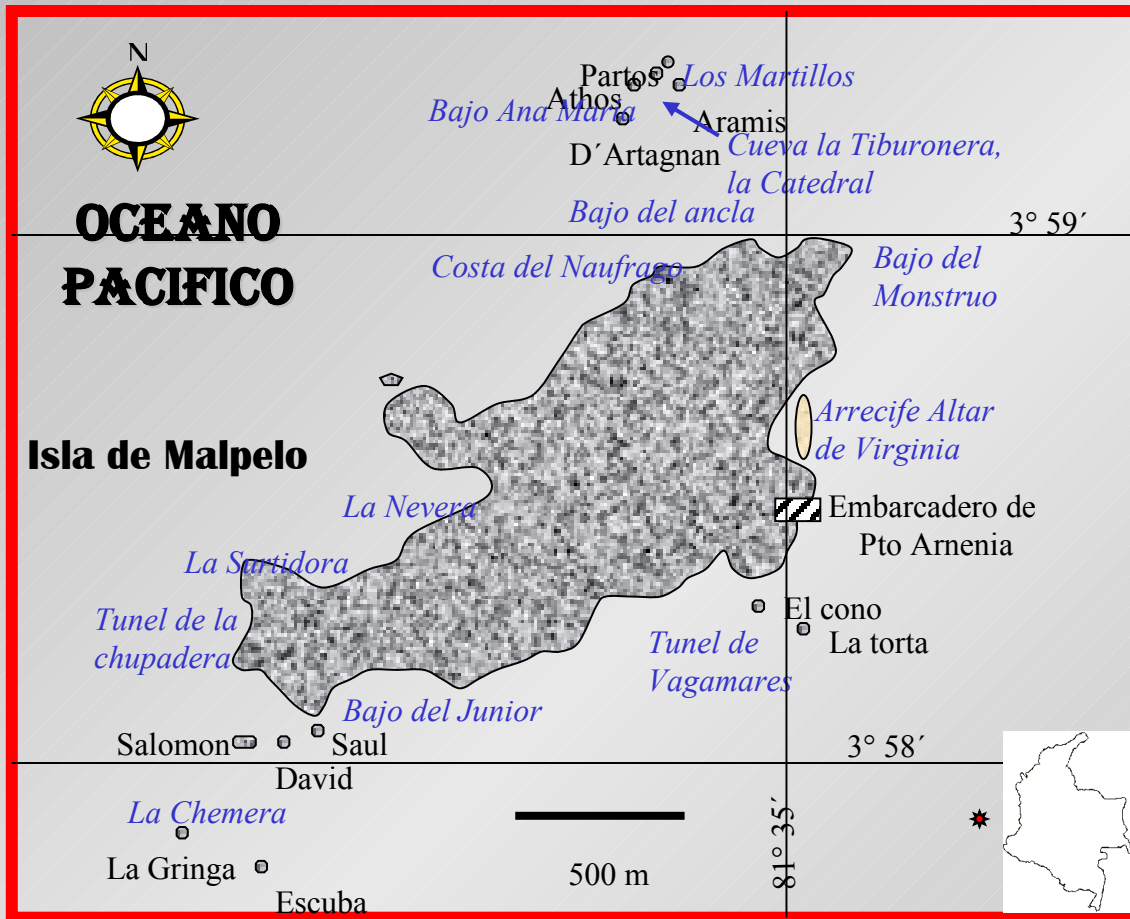


A photograph of a rugged, rocky coastline. The main feature is a large, steep cliff face with a jagged, craggy top. The rock is a dark, greyish-brown color. In the foreground, a smaller, dark rock formation juts out into the blue water. The sky is a pale, clear blue. The overall scene is one of a dramatic, natural landscape.

**“ PROMONTORIO ROCOSO
ABRUPTO CON COSTAS
ACANTILADAS “**

AREA DE ESTUDIO

SANTUARIO DE FLORA Y FAUNA MALPELO



➤ $3^{\circ} 51' 07''$ N $81^{\circ} 35' 40''$ W

➤ A 430 km APROX. DE LA COSTA OESTE

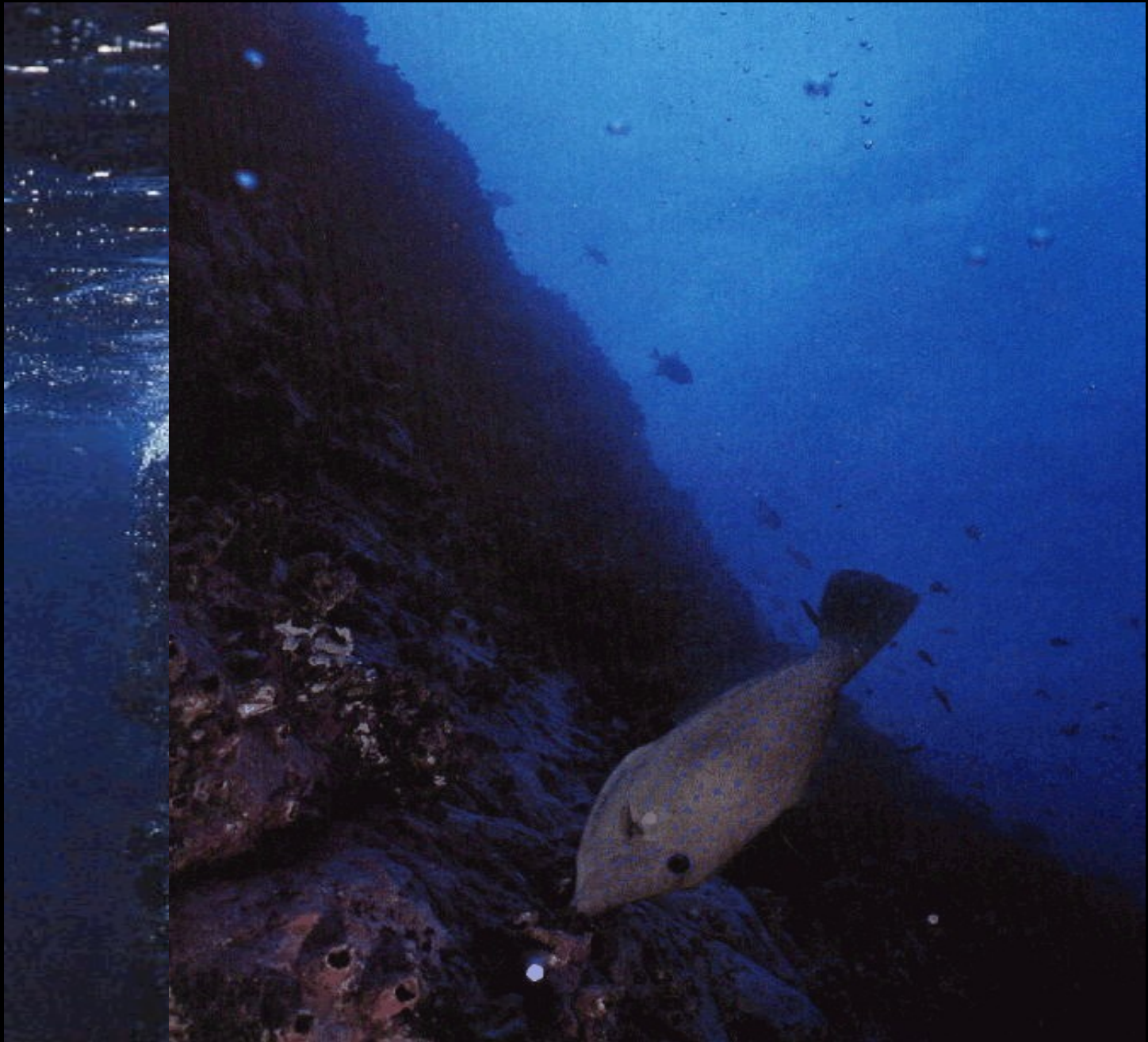
➤ A 36 HORAS DE B/TURA EN BARCO

➤ LONGITUD MAX 1.850 m

➤ ANCHO MAX 600 m

➤ AREA 35 Ha











*Muricanthus
princeps*



CORRIENTES MARINAS EN MARZO



Graham 1975

PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

- **MALPELO: SANTUARIO DE FLORA Y FAUNA EN 1995**
- **POR SU DIFÍCIL ACCESO Y CONDICIONES EXTREMAS:
CARENCIA DE INFORMACIÓN (RESEÑAS TAXONÓMICAS Y
DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES)**
- **IMPACTO DE ACTIVIDADES ANTROPICAS**



PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

- **MALPELO:** SANTUARIO DE FLORA Y FAUNA EN 1995
- POR SU DIFÍCIL ACCESO Y CONDICIONES EXTREMAS:
CARENCIA DE INFORMACIÓN (RESEÑAS TAXONÓMICAS Y
DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES)
- IMPACTO DE ACTIVIDADES ANTROPICAS
- DATOS BASES EN LAS COMUNIDADES ÍCTICAS SON
NECESARIOS

PLAN DE MANEJO CONCIENTIZACIÓN

PRIMER TRABAJO CUANTITATIVO

OBJETIVOS

ESTABLECER LA ESTRUCTURA Y LA COMPOSICIÓN
DE LA COMUNIDAD DE PECES ARRECIFALES DE LA
ISLA DE MALPELO

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

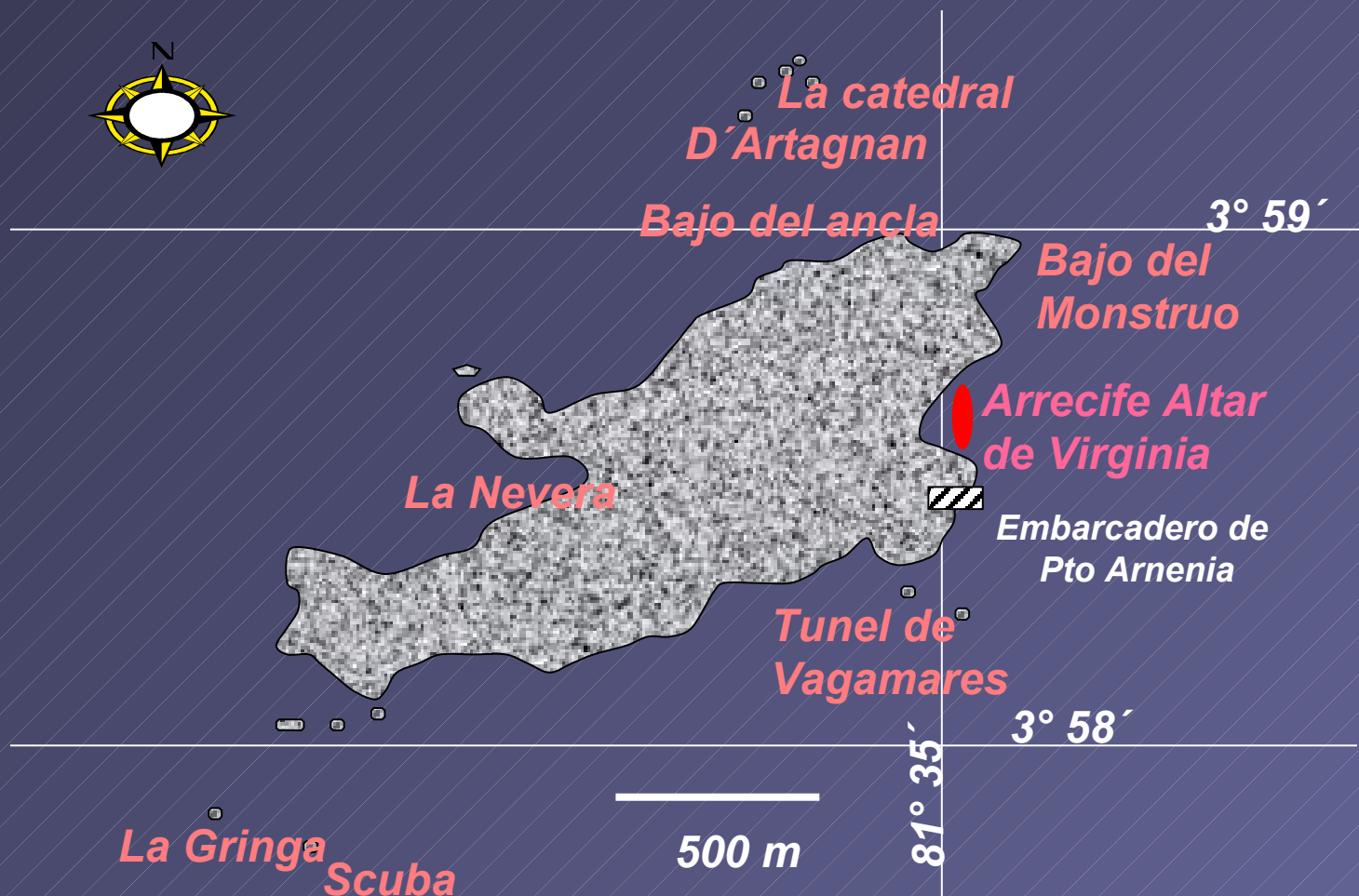
- DETERMINAR LA RIQUEZA, ABUNDANCIAS RELATIVAS DE LAS ESPECIES ICTICAS ARRECIFALES
- DETERMINAR LA DIVERSIDAD DE LA COMUNIDAD ICTICA ARRECIFAL

HIPOTESIS

- **Ha 1: LA RIQUEZA DE ESPECIES EN LA COMUNIDAD ICTICA ES ALTA**
- **Ha 2: LAS ABUNDANCIAS RELATIVAS DE LAS ESPECIES SON ALTAS**
- **Ha 3: LA DIVERSIDAD DE LA COMUNIDAD ICTICA ES ALTA**

METODOS

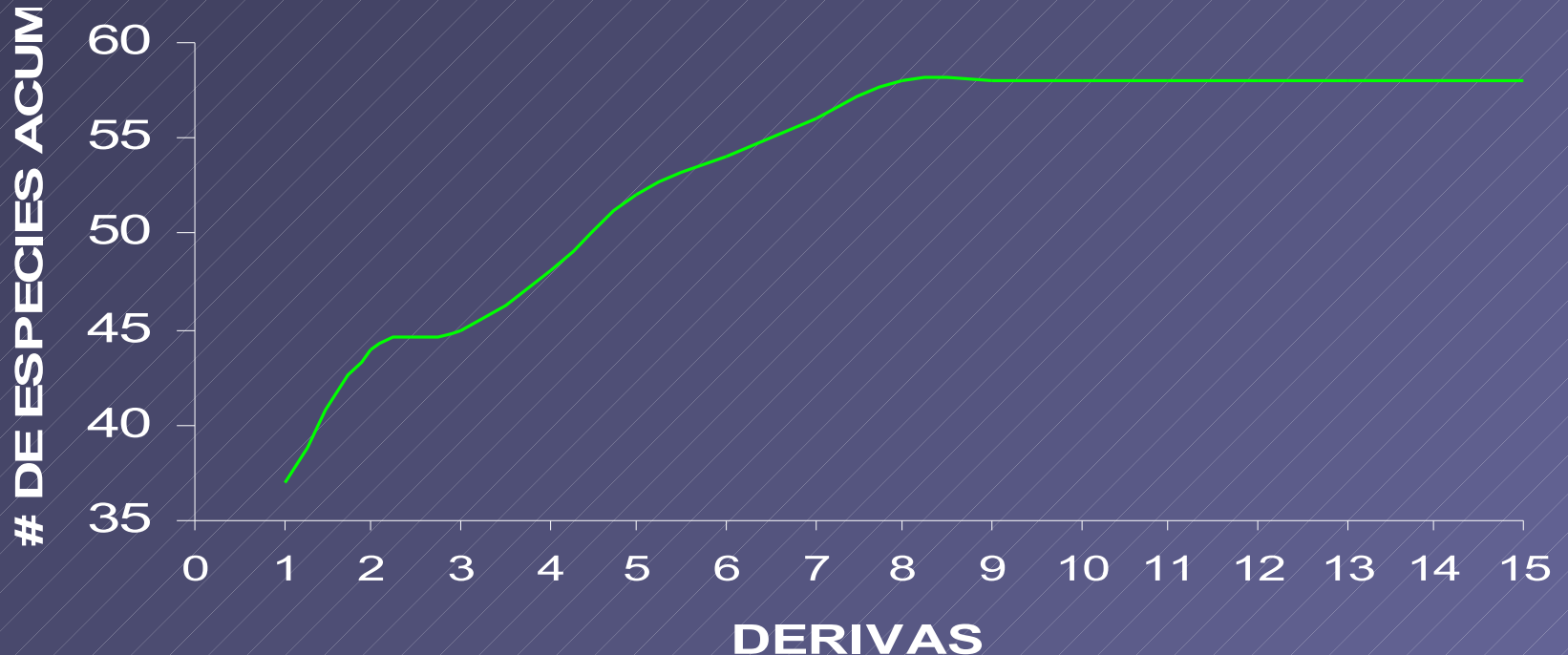
15 MUESTREOS O DERIVAS
DEL 24 AL 27 DE MARZO 2002



METODOS

15 MUESTREOS O DERIVAS
DEL 24 AL 27 DE MARZO 2002

ESTANDARIZACIÓN MUESTREAL



CENSO VISUAL RAPIDO (RVC)

VENTAJAS

- ✓ NO DESTRUCTIVO
- ✓ MAYOR # DE ESPECIES
- ✓ EFICIENTE
- ✓ MENOS TIEMPO
- ✓ BAJA EL PRESUPUESTO

DESVENTAJAS

- ✗ ABUNDANCIA EN PUNTAJE
- ✗ ESPECIES CRIPTICAS Y NOCTURNAS POCO REPRESENTADAS

RVC



DERIVA DE 30 min

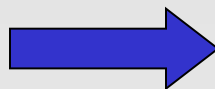
BUCEANDO



6 INTERVALOS
DE 5 min C/U

ESPECIE	DERIVA # 1						DERIVA n						TOTAL
	Int 1 6	Int 2 5	Int 3 4	Int 4 3	Int 5 2	Int 6 1	Int 1 6	Int 2 5	Int 3 4	Int 4 3	Int 5 2	Int 6 1	
<i>Sphyrna lewini</i>	X									X			9
<i>Triaenodon obesus</i>			X				X						10
<i>Aetobatus narinari</i>		X										X	6
<i>Chanos chanos</i>					X								2
<i>Diodon hystrix</i>	X							X					11

PUNTAJE TOTAL
DE LAS 15 DERIVAS



ESTIMACIÓN DE
LAS ABUNDANCIAS
RELATIVAS

ABUNDANCIAS



**DIVERSIDAD
DE LA COMUNIDAD**

**ÍNDICE DE
SIMPSON**



**ÍNDICE DE
SHANNON –
WIENER**

RESULTADOS Y DISCUSIÓN



58 ESPECIES

DISTRIBUCION DE LAS ABUNDANCIAS



Holacanthus passer
Dermatolepis dermatolepis
Jonhrandalia nigrirostris
Paranthias colonus

Bodianus diplotaenia
Seriola rivoliana
Gymnothorax dovii

Holacanthus passer

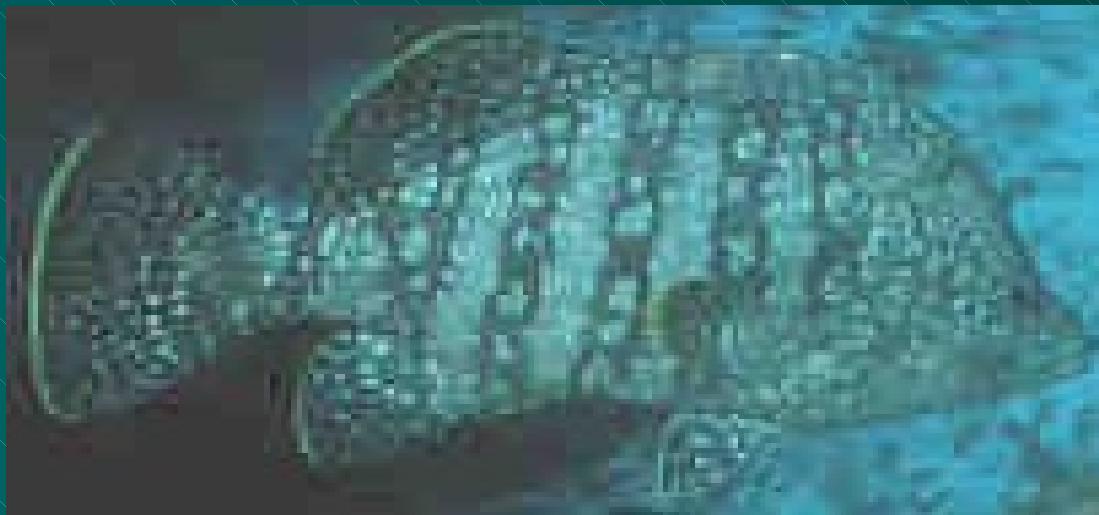
PEZ ANGEL

- **OMNIVORO**
ALGAS- INV-
ESPONJAS
LIMPIADOR
- 3 - 80 M
- 25 CM
- ROCA Y CORAL



Dermatolepis dermatolepis

MERO RAYADO



- **PISCIVORO**
- 60 M
- 90 CM
- FONDO
ROCOSO

Johnrandalia nigrirostris

PEZ MARIPOSA DE NARIZ NEGRA

- **OMNIVORO**
ALGAS-INV
LIMPIADOR
- 6 - 40 M
- 20 CM
- ARRECIFE
ROCOSO



Paranthias colonus

MERO ROJO



- **PLANCTOFAGO**

- 61 m

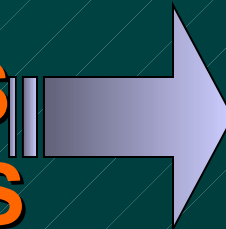
- 35 cm

- **COLUMNA DE AGUA**

Materia fecal



**COMPUESTOS
CARBONADOS**



**PECES E
INVERTEBRADOS**

Bodianus diplotaenia

VIEJA

- **CARNIVORO**
PREDADOR DE
CRUSTACEOS
MOLUSCOS

LIMPIADOR

- 5 - 76 M
- 76 CM
- FONDO
ROCOSO Y
CORALINO



M



H y Juv

Seriola rivoliana

BRAVO



- **CARNIVORO**
PECES – INV
- **15 - 160 M**
- **160 CM**
- **COSTAS Y**
PENDIENTES

Gymnothorax dovieri

- **CARROÑERO**

- 3-36 m

- 170 cm

- **ROCOSO-
ARENOSO**

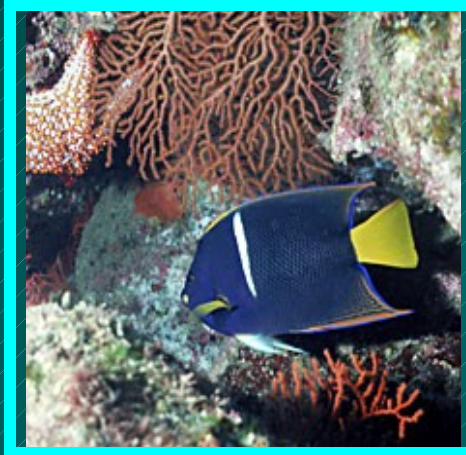
- **HOYOS Y
LUGARES
OCULTOS**



CARNIVOROS

OMNIVOROS

PISCIVORO



CARROÑERO

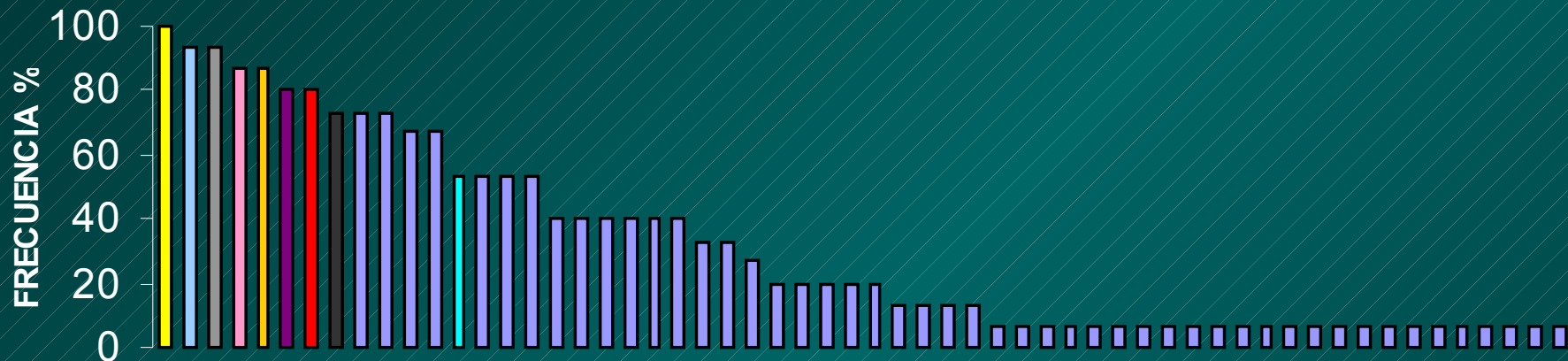


PLANCTÓFAGO

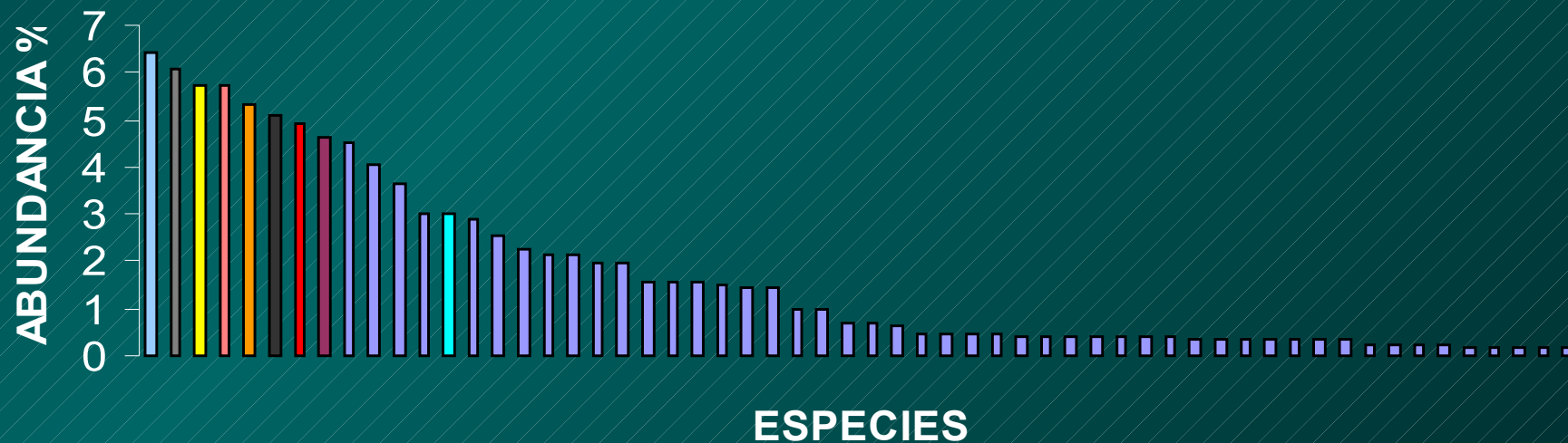


**MÁS
RECURSOS**

FRECUENCIA DE LAS ESPECIES EN PORCENTAJE



DISTRIBUCIÓN DE LAS ABUNDANCIAS



Sphyrna lewini



- **CARNIVORO**
- **PELÁGICOS**
- **AGUA CALIDAS**
- **MIGRACIONES EXTENSAS**

ZONA DE LIMPIEZA

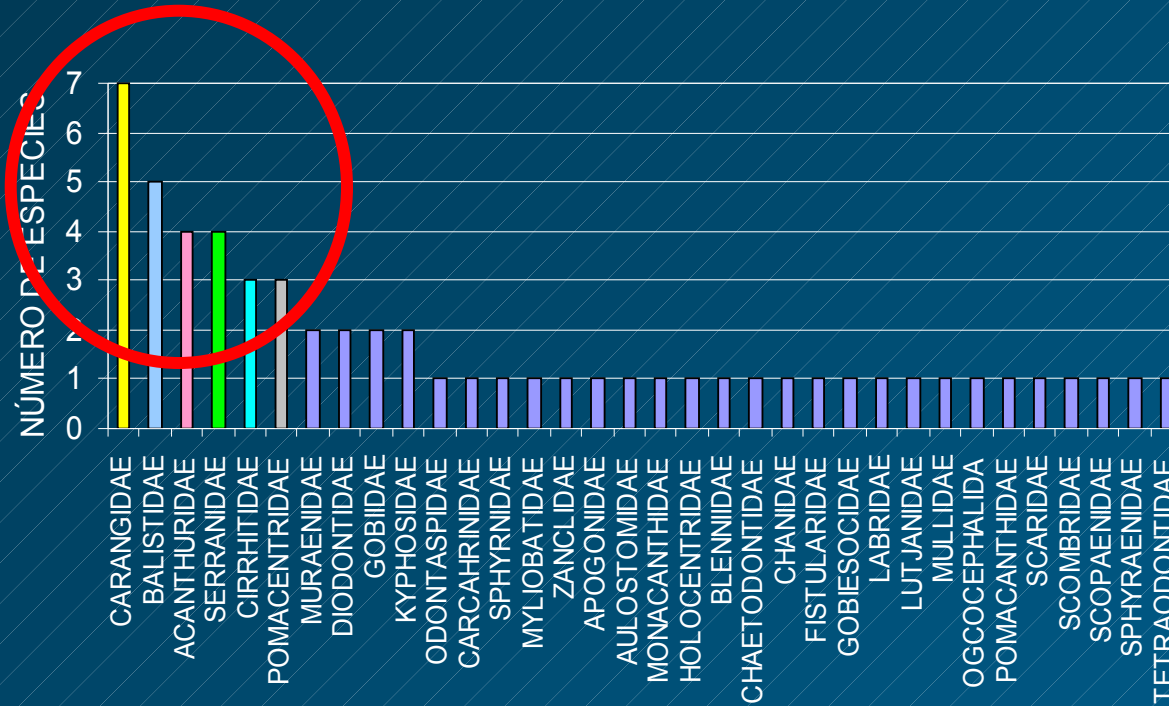
Odontaspis ferox

- **CARNIVORO**
- 13 – 420 m
- 6 m
- **ROCOSO-
ARENOSO**
- **MAR ABIERTO**
- **COSMOPOLITA
(PUNTUAL)**

NUEVO REGISTRO



34 FAMILIAS ENCONTRADAS



➤ **CARANGIDAE**

➤ **BALISTIDAE**

➤ **ACANTHURIDAE**

➤ **SERRANIDAE**

➤ **CIRRHITIDAE**

➤ **POMACENTRIDAE**

CARANGIDAE



SERRANIDAE



CIRRHITHIDAE

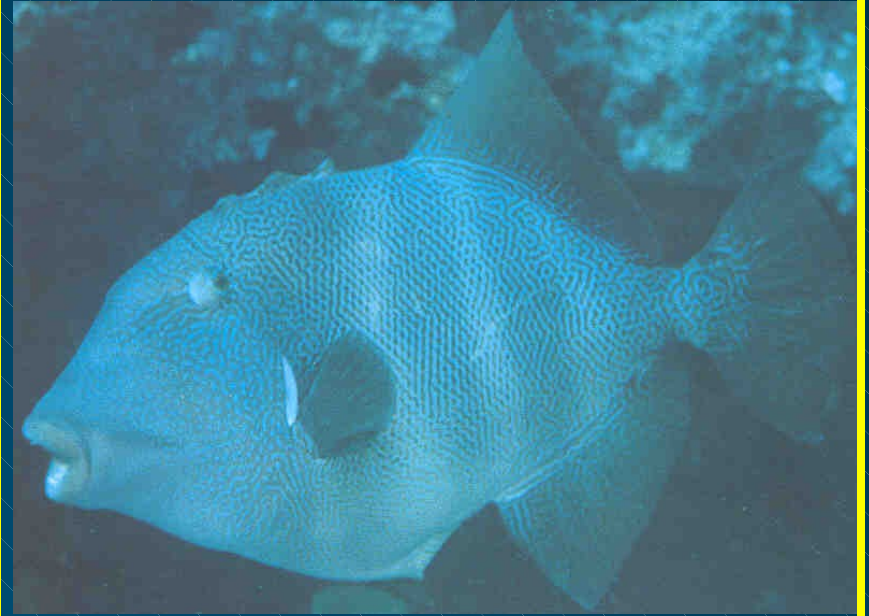


PREDADORES DE
CRUSTACEOS Y
PECES

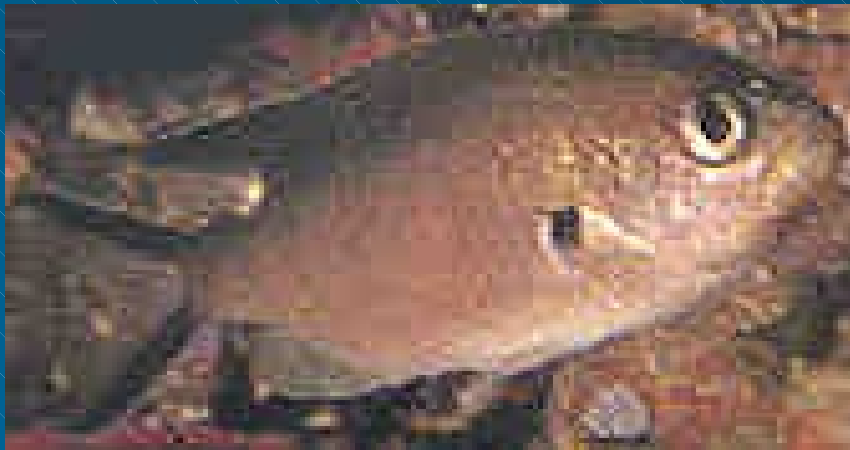
ACANTHURIDAE



BALISTIDAE

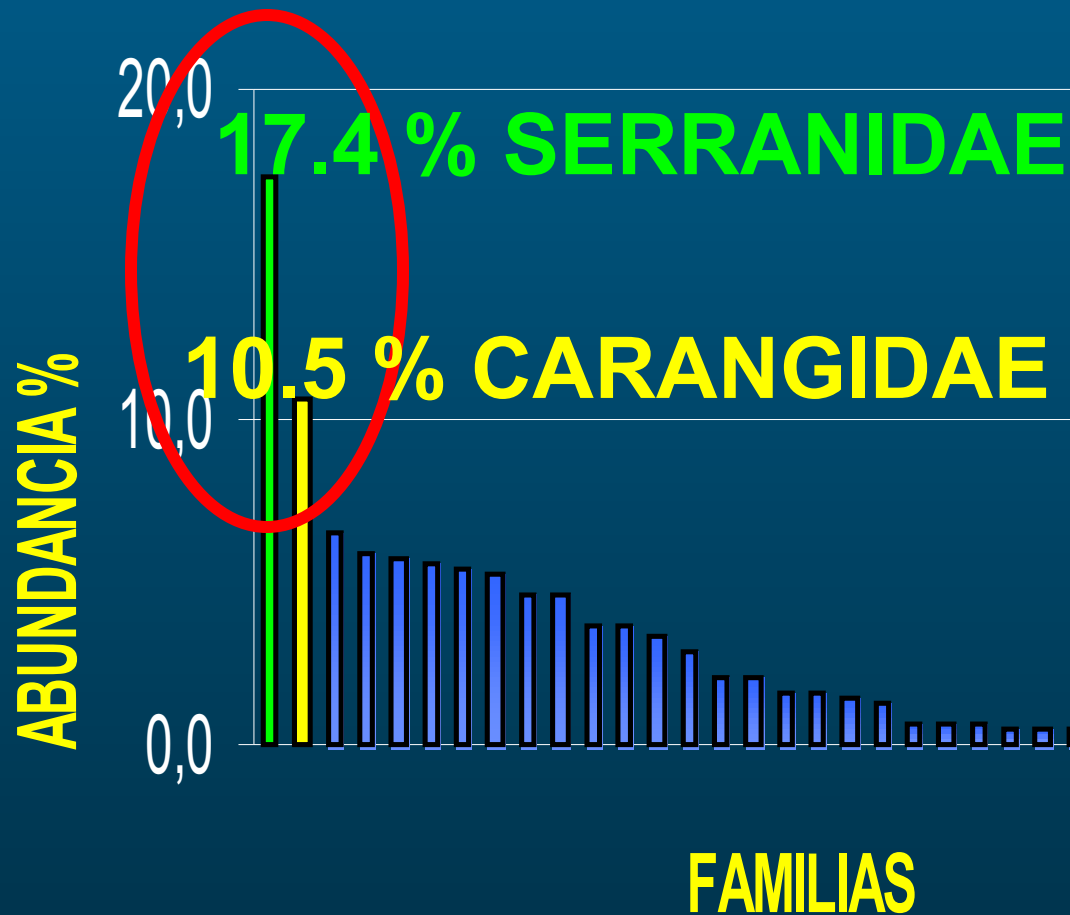


POMACENTRIDAE

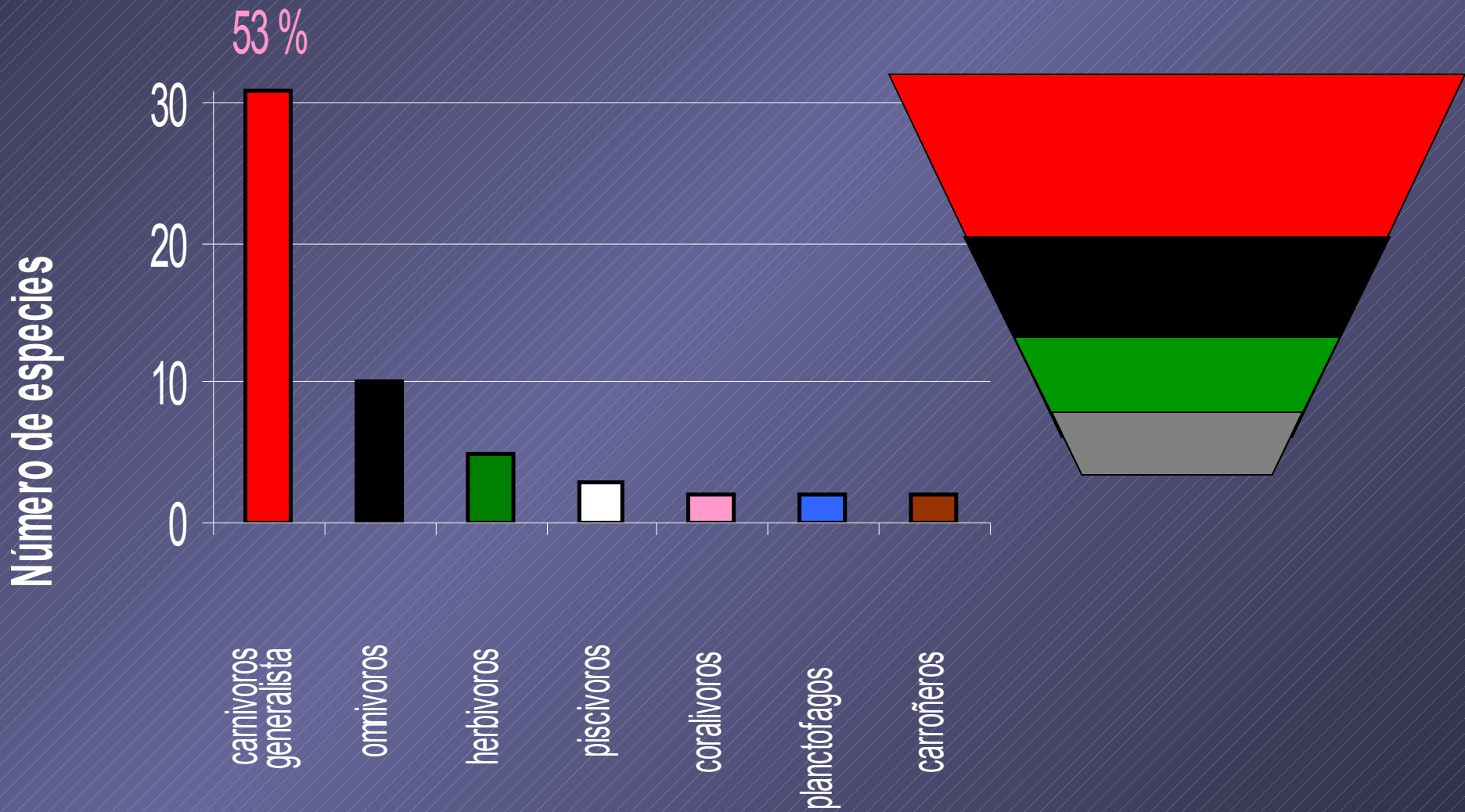


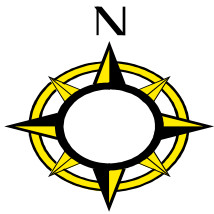
OMNIVOROS:
CARNIVOROS
HERBIVOROS
PLANCTOFAGOS

DISTRIBUCION DE LAS ABUNDANCIAS DE LAS FAMILIAS



DISTRIBUCIÓN DE LOS HÁBITOS ALIMENTICIOS





**OCEANO
PACIFICO**

Isla de Malpelo

Partos
Athos
Bajo Ana Maria
Los Martillos
Aramis
D' Artagnan **23**
Bajo del ancla **14**
Cueva la Tiburonera,
la Catedral **18**

3° 59'

Costa del
Naufrago

Bajo del
Monstruo **17**

63%

La Nevera **23**

La Surtidora

Tunel de la
chupadera

Pto Armenia

Tunel de
Vagamares **17**

El cono

La torta

Bajo del Junior

3° 58'

Salomon

Saul

David

La Chemera

La Gringa **16**

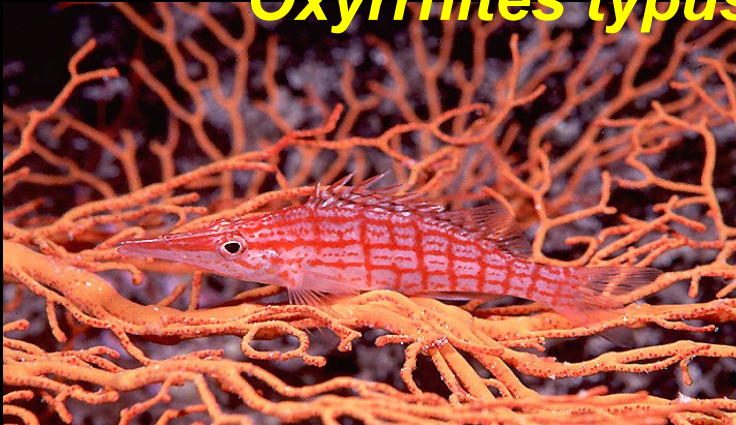
17
Scuba

500 m

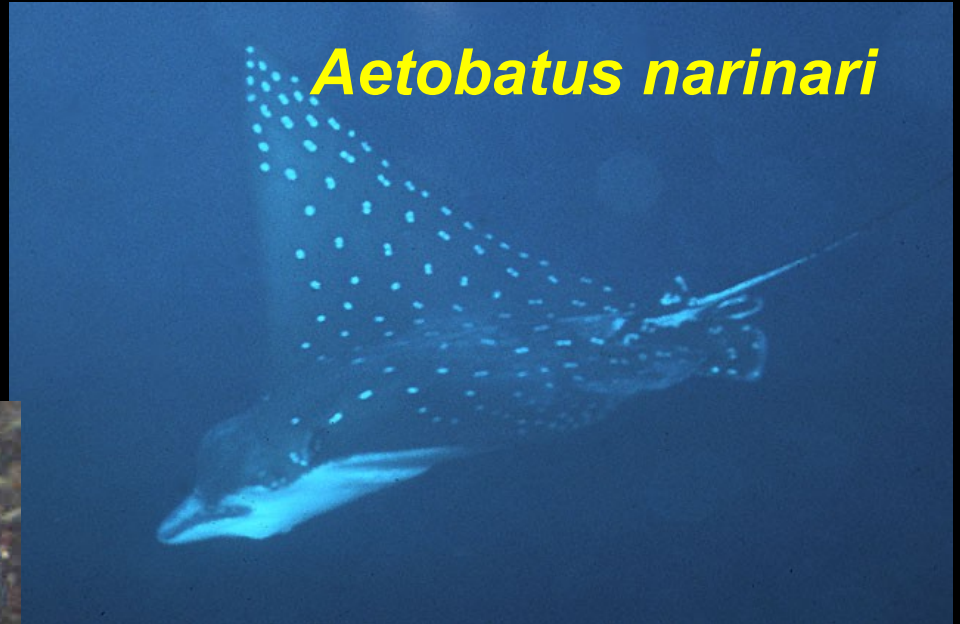
81° 35'



Oxyrrhites typus



Aetobatus narinari



Triaenodon obesus



Stegastes acapulcoensis



Scarus ghobban



EXCLUSIVIDAD DE **24** ESPECIES
REGISTRADAS EN UNA SOLA DERIVA

DISTRIBUCIÓN PUNTUAL O LIMITADA

HOMOGENEIDAD DEL SUSTRATO

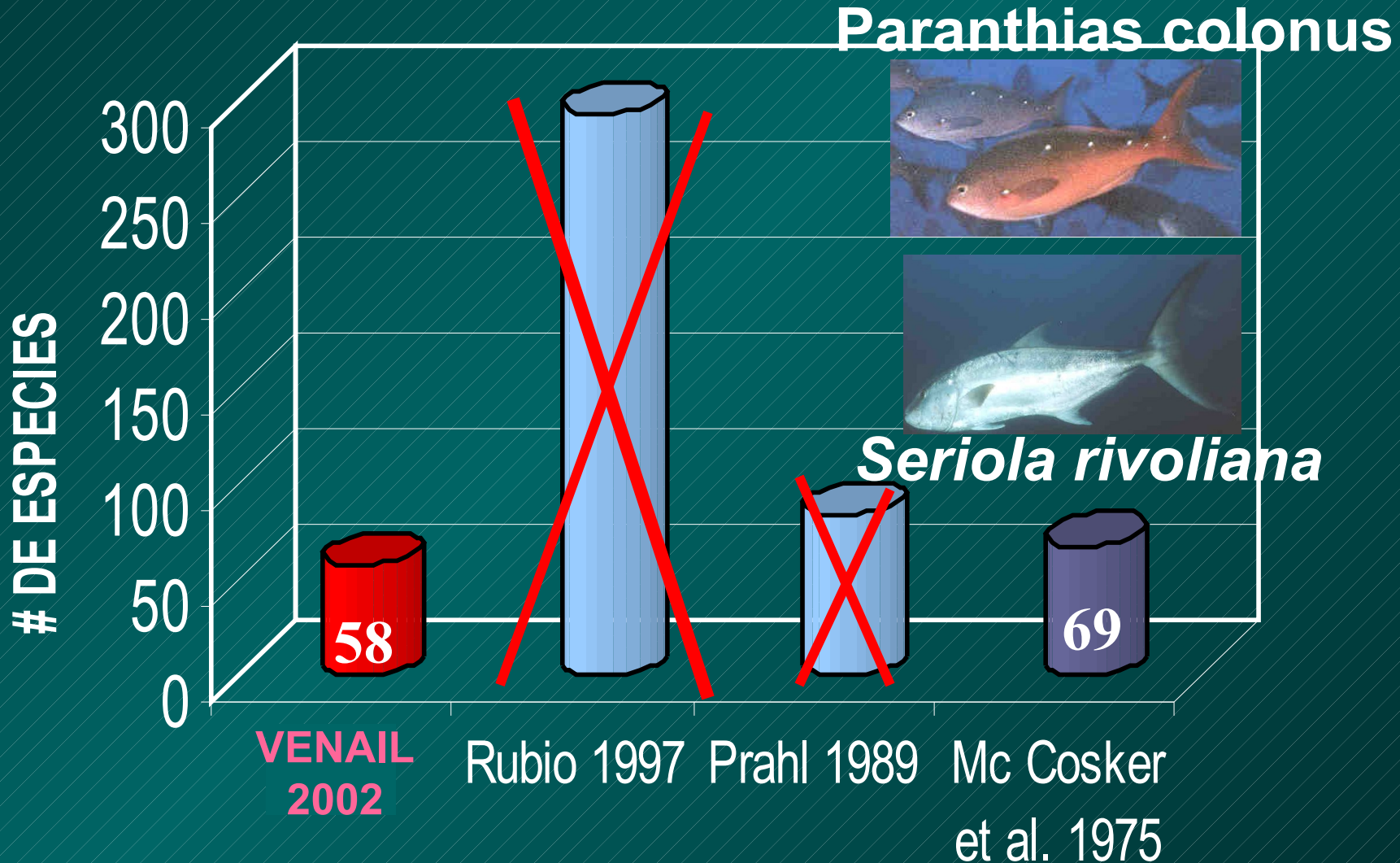


REDUCIR LA COMPETENCIA



AISLAMIENTO

RIQUEZA ÍCTICA DE LA ISLA



CAMBIOS EN LA COMUNIDAD

DIVERSIDAD

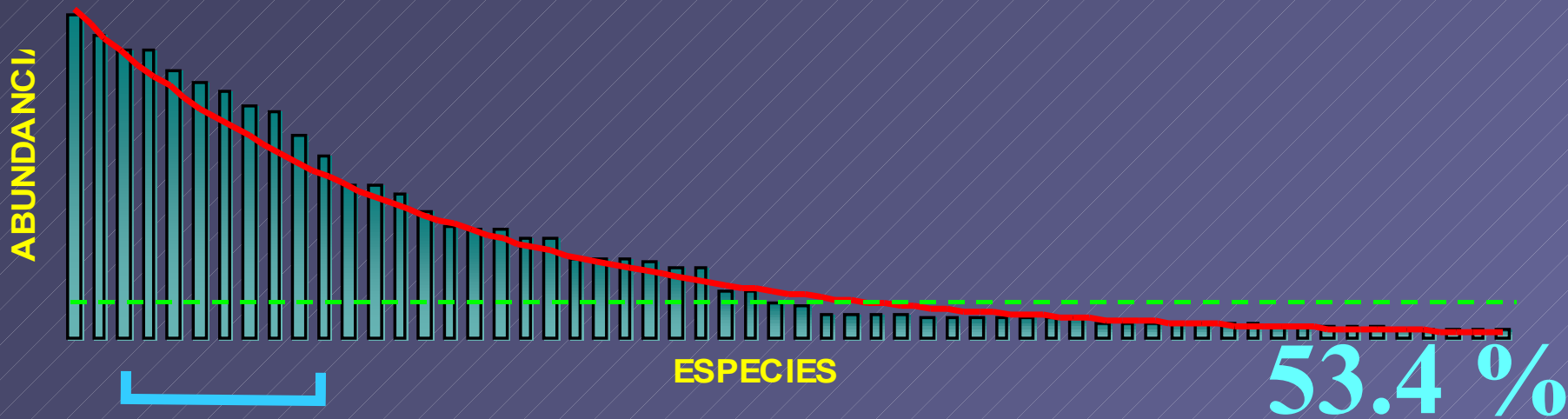
SIMPSON: 0.96

(DOMINANCIA: 0.04)

SHANNON- WIENER: 1.54

(UNIFORMIDAD Y RARAS)

DISTRIBUCION DE LAS ABUNDANCIAS



CONCLUSIONES

- LA COMUNIDAD ICTICA ESTÁ CONCENTRADA EN POCAS ESPECIES CON ABUNDANCIAS RELATIVAS DISTRIBUIDAS SIN UNIFORMIDAD, CON DOMINANCIA DE UNAS POCAS Y RAREZA DE MUCHAS OTRAS.
(RECHAZANDO Ha 1)
- LA EXPLOTACIÓN DE VARIADOS RECURSOS PUEDE ESTAR DETERMINANDO LA ALTA ABUNDANCIA DE ALGUNAS ESPECIES: EL COMPORTAMIENTO NO ANTES OBSERVADO DE DESPARASITAR LOS TIBURONES MARTILLO POR PARTE DE ALGUNAS ESPECIES CONOCIDAS COMO NO- LIMPIADORAS
- EL AISLAMIENTO DE OTRAS ESPECIES POSIBLEMENTE DETERMINA LA PRESENCIA DE MUCHAS ESPECIES RARAS
(NO SE PUEDE ACEPTAR O RECHAZAR NI Ha 2, NI Ha 3)

CONCLUSIONES

- LA COMUNIDAD ICTICA ESTÁ CONCENTRADA EN POCAS ESPECIES, CON ABUNDANCIAS RELATIVAS DISTRIBUIDAS EN UNAS POCAS Y RAREAS EN OTRAS (RECHAZANDO H_0)
- LA EXPLOTACION DE VARIADOS RECURSOS DE ALIMENTACION DETERMINANDO LA ALTA ABUNDANCIA DE ALGUNAS ESPECIES: EL COMPORTAMIENTO NO ANTES DE LA EXPLOTACION DE DESPARASITAR LOS TIBURONES MARTILLO POR POCAS DE ALGUNAS ESPECIES CONOCIDAS COMO NO-LIMPIADORAS
- EL AISLAMIENTO DE OTROS RECURSOS POSIBLEMENTE DETERMINA LA PRESENCIA DE MUCHAS ESPECIES DE PARASITOS (NO SE PUEDE ACEPTAR NI H_0 2, NI H_0 3)
- LA DIFERENCIA EN EL MÉTODO DE MUESTREO ENTRE LOS TRABAJOS ICTIOLÓGICOS REALIZADOS EN LA ISLA HACE QUE LA RIQUEZA DE ESPECIES VARIE ENTRE ELLOS

CONCLUSIONES (2)

- LAS FUERTES CORRIENTES SON POSIBLEMENTE LAS GENERADORAS DE CAMBIO EN LA COMPOSICIÓN ICTICA DE LA ISLA, OTORGÁNDOLE UNA IMPORTANCIA ZOOGEOGRÁFICA
- LA COMPLEJIDAD FÍSICA Y BIOLÓGICA PERMITE QUE EL ARRECIFE “*EL ALTAR DE VIRGINIA*” SEA EL LUGAR MÁS RICO EN ESPECIES
- LA ALTA TEMPERATURA DE LAS AGUAS EN ESTA ÉPOCA CLIMÁTICA Y LA EXISTENCIA DE UNA ESTACIÓN DE LIMPIEZA POSIBLEMENTE DETERMINAN LA PRESENCIA DE CENTENARES DE TIBURONES MARTILLO
- EL NUEVO REGISTRO DE UNA ESPECIE DE TIBURÓN (*O. ferox*) CONOCIDA POR LOS BUZOS DESDE HACE AÑOS DEMUESTRA LA FALTA DE INVESTIGACIÓN EN LA ISLA

RECOMENDACIONES

- CONTINUAR CON LOS MONITOREOS UTILIZANDO LA MISMA METODOLOGÍA DE ESTE TRABAJO
- ESTUDIAR EL IMPACTO DE LAS CORRIENTES EN LA COMUNIDAD ICTICA, GENERANDO PATRONES DE MIGRACIÓN Y TASAS DE RECLUTAMIENTO
- ESTUDIAR EL ARRECIFE EL ALTAR DE VIRGINIA COMO UNA VERDADERA ESTRUCTURA ARRECIFAL, DETERMINANDO LOS ESTADOS DE CONSERVACIÓN DEL CORAL
- ESTUDIAR LAS MIGRACIONES REALIZADAS POR LOS TIBURONES

MARTILLO A LA ISLA

SEGUIR INVESTIGANDO EL SANTUARIO DE FLORA Y FAUNA DE MALPELO CON EL FIN DE REALIZAR PLANES DE MANEJO Y CONCIENTIZAR A LOS BUZOS QUE LA VISITAN

AGRADECIMIENTOS

- **A FABIO GÓMEZ POR LA DIRECCION DE ESTE TRABAJO Y POR SU AMISTAD**
- **A LA FUNDACIÓN SALVAMAR POR SU APOYO LOGÍSTICO: (RICARDO SANCHEZ Y LAURENT CREUSE)**
- **AL MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE Y SUS FUNCIONARIOS: JOAQUIN NAVIA Y SANDRA BESSUDO POR SU APOYO EN LA ISLA**
- **A TINA Y ALBERT POR SU AYUDA BAJO EL AGUA**
- **A MI FAMILIA**
- **A MIS COMPAÑEROS DEL MUSEO POR SUS CONSEJOS**
- **A TODOS LOS QUE ME COLABORARON**

GRACIAS !!!!!!!

