



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**

**ESCUELA DE BIOLOGÍA**

**Tesis de grado presentada como requisito para la Obtención del título de  
Biólogo**

**“DIVERSIDAD DE CONDRICHTHYES Y OSTEICHTHYES EN TRES  
ECOSISTEMAS MARINOS: MANGLAR, ARRECIFE CORALINO Y  
ROCOSO DE LA ZONA SUBMAREAL DE LA ISLA SAN CRISTÓBAL”**

**Ernesto Leandro Vaca Pita**

**2011**

© **Derecho de autor**  
Ernesto Leandro Vaca Pita

---

**Dr. Luís Muñíz Vidarte**  
**Director de tesis**

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**  
**ESCUELA DE BIOLOGÍA**

**Hoja de Aprobación**

**“DIVERSIDAD DE CONDRICHTHYES Y OSTEICHTHYES EN TRES  
ECOSISTEMAS MARINOS: MANGLAR, ARRECIFE CORALINO Y ROCOSO  
DE LA ZONA SUBMAREAL DE LA ISLA SAN CRISTÓBAL”**

**Leandro Vaca Pita**

**Presidente(a) de la comisión** .....

**Miembro de la comisión** .....

**Miembros de la comisión** .....

**Secretario de la Facultad** .....

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mi familia, a mis padres que durante toda mi vida me inculcaron los valores que rigen mi vida y me han transformado en la persona que soy actualmente.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco de corazón a todas las personas que se involucraron en este trabajo, a mis padres por darme su apoyo y consejos que me incentivaron a seguir adelante, en las buenas y en las malas.

Al máster en ciencias Juan Carlos Murillo Posada mi supervisor de tesis, quien fue un pilar en mi preparación durante todo este tiempo, sus consejos y conocimiento me he enriquecido y preparado para los futuros retos que me deparan en el futuro.

A la doctora Judith Denkinger, que me asistió y aconsejó en muchas ocasiones y ha sido un gran apoyo durante mi trayectoria profesional.

A la Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG) que con su personal me acompañó a todas mis salidas de campo, entre ellos a: Onivid Ricaurte, Evert Saavedra, Mauricio Ortega, Vicente Gavilanes, José Luís Ballesteros, José Luís Ortega, César Andrade, Jorge Torres, Mesías Revelo e Iván Maffare.

A Katie Kaplan, Julie Donohue, Pablo Andrade, Jairo Alvarado, Jens Mayorga, Gabriela Vinuesa, , Max Hirsfield, Parker Gasset, David Moreno, Juan Pablo Muñoz, Rocío Paredes quienes fueron mis asistentes y fueron un apoyo esencial para el logro de este trabajo.

Al Dr. Luís Muñíz Vidarte, mi director de tesis, quien me asesoró y corrigió, sus consejos fueron y son una experiencia que realza mi formación como profesional.

## **RESUMEN**

El presente trabajo fue realizado en San Cristóbal- Galápagos, empleando la metodología de transectos lineales de peces en tres tipos de ecosistemas: coral, rocoso y manglar, se utilizó un carrete con una cinta de 50 metros para realizar transectos lineales en donde se registraron las especies de peces y número de individuos para cada una. Se escogieron cinco sitios de la isla representantes de los tres ecosistemas: Isla Lobos, Las Negritas, La Tortuga, Rosa Blanca Manglar, Rosa Blanca Coral y Punta Pitt, desde Febrero hasta Agosto del 2010. Se identificaron un total de 66 especies distribuidas en 32 familias, de las cuales tan solo en 10% resultaron ser especies endémicas a Galápagos, la mayor parte de especies registradas en este estudio fueron especies de amplia distribución y panámicas.

Se detectaron diferencias significativas en los índices de dominancia y riqueza específica entre los ecosistemas manglar-rocoso y manglar-coral, al comparar las diferencias temporales para cada sitio, sólo en las Negritas se evidenciaron estas diferencias (ANOVA dos vías, Tukey  $P < 0,05$ ). A nivel de la estructura comunitaria de peces, los corales y ecosistemas rocosos fueron similares, mientras que los manglares resultaron diferentes con respecto a los otros dos ecosistemas.

**Palabras claves:** Transectos, diversidad, dominancia, riqueza específica.

## **SUMMARY**

The present research was done in San Cristóbal – Galápagos applying the lineal transects methodology in three types of ecosystems which are coral, rocky and mangrove, using a 50 meters line to do the transects and taking the fish data about specie and number of individuals. There were chosen five sub tidal places around the island: Isla Lobos, Las Negritas, La Tortuga, Rosa Blanca and Punta Pitt, since February to August 2010. We identified a total of 66 species between 32 families, just the 10% resulted to be endemic to Galápagos, the most part of the species registered for this research were wide distribution species and panamic. There were detected differences between diversity, dominance and specific richness between mangrove – rocky and mangrove – coral ecosystems, comparing the temporal differences for each site, just in Las Negritas were evidence of these differences (two ways ANOVA, Tukey  $P < 0,05$ ). The fish community structure, the corals and rocky ecosystems were similar, while the mangroves resulted different referring to the other ecosystems.

**Key words:** Transects, diversity, dominance, specific richness.

## CONTENIDO

1- INTRODUCCIÓN.....	1
2-ANTECEDENTES.....	2
3-JUSTIFICACIÓN.....	5
4-HIPÓTESIS.....	6
5-OBJETIVOS.....	6
5.1-Objetivo General.....	6
5.2-Objetivos Específicos.....	6
6-MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
6.1- Materiales.....	6
6.1.1- Recursos Humanos.....	6
6.1.2- Recursos Institucionales.....	6
6.1.3- Materiales de Campo.....	6
6.2- Métodos.....	7
6.2.1- Área de Estudio.....	7
6.2.2- Muestreo de campo.....	7
6.2.3- Descripción de los sitios visitados.....	9
6.2.4- Análisis estadísticos.....	12
7. RESULTADOS.....	13
7.1- Índices de diversidad y dominancia por ecosistemas.....	13
7.2- Diversidad y dominancia según estación climática, ecosistemas y sitios.....	14
7.3- Similitud de la estructura comunitaria entre ecosistemas.....	18
7.4- Especies discriminantes y tipificantes en los ecosistemas.....	19
7.5- Especies representativas por sitios de muestreo.....	22
8. DISCUSIÓN.....	29
8.1- Metodología.....	29
8.2- Diversidad y conservación de peces en San Cristóbal.....	29
8.3- Variación de la biodiversidad por ecosistemas, sitios y estación climática.....	29
8.4- Especies dominantes, tipificantes y discriminantes.....	31
9- CONCLUSIONES.....	33
10- RECOMENDACIONES.....	33
11- REFERENCIAS.....	35
12. GLOSARIO.....	39
ANEXOS.....	41

# 1. INTRODUCCIÓN

Las islas Galápagos se encuentran en una ubicación privilegiada donde ocurre la confluencia de 3 grandes corrientes oceánicas, por el norte, la Corriente de Panamá acarreado masas de agua caliente y por el sur la corriente fría de Humboldt y la Subcorriente Ecuatorial (Subcorriente de Cromwell) con grandes masas de aguas frías y productivas que tienen su afloramiento (upwelling) al oeste ([Banks, 2002](#)). Esta mezcla de masas de agua ha provocado que la costa de Ecuador, al igual que en el caso de las Islas Galápagos, posea una gran riqueza de especies marinas tanto de aguas tropicales como subtropicales ([Rivera, 2005](#)).

Las Islas Galápagos albergan algunos de los ecosistemas marinos menos afectados en los trópicos, pero hay indicios de que la pesca artesanal afecta a las comunidades marinas explotadas ([Ruttenberg, 2001](#)), la explotación sistemática y permanente de los mismos hábitats y sus recursos, ha reducido la abundancia de especies ecológicamente claves como son los depredadores de alto nivel trófico, entre ellos bacalao (Serranidae), pargos (Lutjanidae), meros (Serranidae) y langostas (Palinuridae) ([Reck, 1983](#); [Espinoza et al., 2001](#); [Murillo et al., 2002](#)), alterando seriamente el equilibrio de estos ecosistemas.

Los peces son uno de los grupos nectónicos más abundantes y diversos del océano, presentan un cuerpo de forma fusiforme que les permite deslizarse cómodamente a través del agua, este cuerpo minimiza la cantidad de turbulencia creada por el cuerpo cuando se mueve a través del agua ([Wilson, 1985](#)). Galápagos alberga a una gran variedad de especies de peces, de las cuales 444 han sido descritas ([Grove & Lavenberg, 1997](#)).

Un arrecife desde el punto de vista ecológico, se lo define como cualquier estructura rocosa sumergida que provee un substrato duro para el desarrollo de la vida marina ([Thomson et al., 1979](#)). La distribución en la misma se debe a múltiples factores como disponibilidad de recursos (espacio, refugio y alimento), topografía del substrato, grado de exposición a corrientes y oleaje, transparencia del agua y comportamiento de las especies ([Villareal, 1988](#); [Allen y Robertson, 1994](#)).

A nivel general, los organismos presentan adaptaciones que los confinan a determinados tipos de ecosistemas en los cuales tienen la oportunidad de desenvolverse y subsistir. Los peces de arrecife son concretamente aquellos que se asocian directa e íntimamente con el substrato rocoso con fines de alimentación, refugio, protección y/o reproducción ([Thomson et al., 1979](#); [Ryer y Olla, 1995](#)). La estructura de las comunidades de peces en los ambientes de arrecifes coralinos es el resultado de la interacción de factores y procesos que operan a diferentes escalas, tanto espaciales como temporales ([Chávez, 2008](#)).

Dichas comunidades de peces de arrecife son consideradas como las más complejas y variables dentro de la naturaleza, al presentar una elevada riqueza específica y alta diversidad ([Sale, 1991](#); [Ackerman y Bellwood, 2000](#)), atributos establecidos en gran medida por características estructurales del hábitat ([Aburto-Oropeza y Balart, 2001](#)).

Las comunidades de la zona submareal de peces y macroinvertebrados difiere consistentemente en composición de especies a lo largo del Archipiélago de Galápagos ([Edgar et al., 2004](#)). En Galápagos se distinguen tres zonas biogeográficas: 1. El área localizada al Norte que contiene a las islas Wolf y Darwin, 2. El área centro / sureste, y 3. El área oeste ([Edgar et al., 2002, 2004](#)). San Cristóbal se ubica en la bioregión centro sureste que contiene especies de diferentes orígenes, particularmente panámicas.

Ciertas especies de peces suelen ser muy abundantes en los ecosistemas, [Chávez \(2008\)](#) demuestra en sus resultados que especies, como por ejemplo *Chromis atrilobata* y *Thalassoma lucasanum*, serranidos y Pomacentridos fueron las más abundantes. Estas especies son la mayoría de origen panámico y son visitantes ocasionales de arrecifes rocosos y coralinos ([Chávez, 2008](#)), similares a las especies presentes en la isla San Cristóbal que se localiza en la región sureste del archipiélago. Sin embargo, existen ciertas especies que se destacan por su alta tasa de ocurrencia en casi todos los tipos de ecosistema en la mayoría de las islas, como es el caso de las damiselas (Familia: Pomacentridae), que son el componente más distribuido y abundante de las comunidades de peces de arrecife y son considerados como herbívoros numéricamente dominantes en ciertos arrecifes y hábitats ([Scott and Russ, 1987](#); [Ceccarelli, 2007](#)).

Los organismos de hábitats coralinos muestran un alto nivel estructural en su distribución y abundancia ([Galzín, 1987](#)), y varían en su ecología a través de sus rangos geográficos en respuesta a gradientes en las condiciones ambientales ([Ruttemberg et al. 2005](#)). Pero los factores que influyen en su ordenamiento espacial aún son poco comprendidos ([Lecchini et al., 2003](#)) y pueden ser categorizados de la siguiente forma: biológicos (depredación y competencia), físicos (temperatura y salinidad) e históricos; (eventos climatológicos) ([Caselle, 1999](#); [Shima, 1999](#)).

La diversidad de las comunidades naturales es un atributo altamente complejo, resultante de factores físicos y biológicos que pueden estar organizados tanto en el espacio como en el tiempo, es por esta razón que el estudio de la diversidad se realiza mediante factores aislados ([Vásquez et al. 1998](#)), por lo cual este estudio se enfoca en determinación de las estructuras de las comunidades de peces óseos y cartilaginosos en Galápagos, específicamente en la isla San Cristóbal mediante el análisis de la abundancia y diversidad de los mismos, y enfocándose en el tipo de ecosistema como factor determinante. Los estudios realizados en peces de arrecife en el Golfo de California se han basado fundamentalmente en la descripción faunística o en la estructura de las comunidades, más no en la estimación de la abundancia ([Jiménez, 1999](#)), en el presente estudio se toma en cuenta ambas.

## **2. ANTECEDENTES**

### **A nivel mundial**

Las zonas con presencia de coral contienen una alta incidencia no solo de comunidades de peces sino de múltiples grupos tróficos especialmente los ecosistemas de coral que están sujetos a frecuentes cambios o fluctuaciones naturales en las poblaciones, alterando dramáticamente la estructura de la comunidad de corales en espacios temporales muy variables (Hughes 1994, Done 1997, Pandolfi & Jackson 1997; en línea Base de la Biodiversidad).

**Pérez, H. (1996)** Evaluó las comunidades de peces mediante censos visuales en cuatro sitios de la costa suroeste del Golfo de California, analizó riqueza específica, frecuencia, ocurrencia, equitatividad y diversidad en cada sitio, así como los cambios que se presentaron en las estaciones de año y entre los sitios estudiados. Registró un total de 76 especies; las 5 más abundantes fueron: *Stegastes spp.*, *Thalassoma lucasanum*, *Abudefduf troschelli*, *Chromis atrilobata* y *Haemulon maculicauda*.

**Jiménez, S. (1999)** Realizó censos visuales submarinos en tres zonas de muestreo situadas en los extremos Norte y Sur de la isla Cerralvo y Punta Perico, al Sur de Bahía de La Paz - México y mediante la contabilización de las abundancias globales, pudo identificar 2 épocas, la fría y la cálida, demostrando una mayor abundancia en la época fría.

**Trujillo, O. (2003)** Analizó las variaciones espaciales y temporales, de la estructura de tallas, abundancia y patrones de reclutamiento de 15 especies de peces de arrecife en las localidades de Isla Cerralvo y Punta Perico. Obteniendo como resultado que las especies más abundantes fueron: *Thalassoma lucasanum*, *Chromis atrilobata*, *Prionurus punctatus*, *Bodianus diplotaenia* y *Holocanthus passer* sumando un total de más del 90% de la abundancia total.

### **En Galápagos**

**Grove J. et al. (1997)** Identificó y describió las especies de peces de las islas Galápagos, documentando un total de 444 especies de ambientes dulceacuícolas, costeros, marinos y también peces de profundidades de hasta 100 km del Archipiélago. Basaron sus estudios en expediciones de colecta de peces, obtención de otolitos de las excretas de lobos marinos, etc. Su meta fue brindar anotaciones y listas comprensivas de literaturas científicas de las especies ícticas del Archipiélago esperando que los resultados brinden una guía de identificación para los visitantes, así como referencia científica para la línea base.

**Ruttenberg B. (2001)** Estudió el impacto sobre las comunidades marinas causado por las pesquerías artesanales en los ecosistemas marinos tropicales de Galápagos, para lo cual muestreó las colonias de peces y erizos en áreas con alta y baja intervención pesquera a lo largo de las islas centrales del archipiélago. Sus resultados indicaron valores relativamente menores en la biomasa y estructura comunitaria en las áreas con mayor incidencia de pesquerías. Manifiesta la importancia del entendimiento de las interacciones ecológicas, el incremento de los monitoreos ecológicos y pesqueros y el manejo precaucionario efectivo, son necesarios para asegurar que los efectos o impactos causados por las actividades humanas sean mínimos.

**Edgar G.J. et al. (2002)** Realizaron un reporte presentando los datos de línea base en cuanto a la distribución de especies de peces y macroinvertebrados móviles en el archipiélago y se enfocaron en los patrones de distribución de las especies de varios niveles tróficos de áreas rocosas someras ya que son los más afectados por las actividades antropogénicas.

**Edgar G.J. et al. (2004)** Estudió la abundancia y riqueza de peces y macroinvertebrados, en ecosistemas de arrecifes costeros de Galápagos, dividiendo al Archipiélago en tres componentes regionales: (1) Las islas del lejano Norte, entre las cuales están las islas Wolf y Darwin, (2) Las islas de la región central y sureste incluida la costa este de Isabela y (3) la parte oeste que incluye a Fernandina y la parte oeste de Isabela. La región del lejano Norte incluye especies de origen Indo-Pacífico y Panámico, pero no así especies endémicas, el área del oeste incluye especies endémicas y aquellas cuyo rango limita con la parte sur de la costa sudamericana, mientras que las áreas centro/ este/ sur incluyen una mezcla de especies de diferentes orígenes.

**Ruttemberg B. (2005)** En su estudio documentó la variación espacial de una especie de pez de arrecife *Stegastes beebei* en las Islas Galápagos, argumenta que las variaciones demográficas conducen a una combinación entre la disponibilidad de alimento y la historia de vida en su medio.

**Llerena Y. (2009)**. Realizó capturas de tiburones neonatos y juveniles en diferentes áreas de la isla San Cristóbal – Galápagos, los sitios muestreados tuvieron alta incidencia principalmente de tiburón punta negra (*Carcharinus limbatus*), seguido de tiburón martillo (*Sphirna lewini*) y ejemplares adultos de tintorera (*Triaenodon obesus*), las áreas representaron viveros y refugios para los tiburones y sus presas. Adicionalmente reporta una diversidad total de 21 especies de peces entre condricios y teleósteos.

### 3. JUSTIFICACIÓN

La Reserva Marina de Galápagos (RMG) presenta más de 444 especies descritas ([Grove & Lavenberg, 1997](#)), de las cuales todavía persisten muchas especies sin ser descritas. A nivel global, sobre peces poco se sabe todavía de su dinámica poblacional, como el grado de crecimiento, supervivencia, fecundidad y reclutamiento ([Trujillo, 2003](#)), existe una conspicua pausa de la investigación científica en la vida marina de las Galápagos (Grove et al., 1984), también se desconoce cómo están conformadas las comunidades que habitan cada ecosistemas marino, especialmente los que tienen presencia de corales que son en teoría los que más diversidad contienen y es sorprendente pese a que en Galápagos son muy escasos y han sido severamente afectados durante eventos de Oscilación Sur-este El Niño (OSEN), especialmente en el evento de 1982-1983. Las altas temperaturas causaron blanqueamiento (Bleaching) y mortalidad en muchos arrecifes coralinos a lo largo de archipiélago. Actualmente hay indicios de recuperación en las colonias de coral gracias a los peces y erizos (Bio-erosionadores) que al alimentarse despejan áreas recubiertas de algas y permiten que los corales se puedan asentar y repoblar ([Glynn et al., 2009](#)).

Los ecosistemas de manglar también poseen una elevada importancia ecológica, ya que son los organismos que sostienen la biodiversidad de los ecosistemas costeros tropicales en los humedales forestados intermareales y áreas de influencia tierra adentro ([Yáñez et al., 1998](#)). Las funciones de los manglares incluyen el mantenimiento de hábitats costero-marinos, mantenimiento de la calidad del agua y la estabilidad de la línea de costa, controlando la distribución de nutrientes y sedimentos en aguas estuarinas y la provisión de alimento y refugio para una gran variedad de organismos a diferentes niveles tróficos como peces y crustáceos ([Yáñez et al., 1998](#); [Nisbet, 2007](#)), como es el caso para ciertas especies de tiburones neonatos, juveniles y sus presas ([Aguilar et al., 2005](#)). Los impactos a los manglares, se definen como una situación a tomar en cuenta por incidir en la conservación de los peces y demás grupos.

Los arrecifes submareales rocosos constituyen el hábitat de mayor ocurrencia, cobertura y distribución en las Islas Galápagos ([Wellington, 1975, 1984](#)). Estos hábitats conforman más del 90% de todos los hábitats bénticos de aguas someras (<50 metros), correspondiendo principalmente a arrecifes y costas de lava solidificada, normalmente negra ([Bustamante et al. 2002](#)). Los arrecifes de lava se encuentran en todas las islas y están intercalados con otros hábitats, entre ellos: paredes verticales, playas, fondos de arena y manglares. Estos hábitats son el resultado directo de las actividades volcánicas, biogénicas y erosivas, que las Islas Galápagos han experimentado a través de los años ([Glynn & Wellington 1983](#), [Bustamante et al. 2002](#)). Basado en estudios recientes, se ha encontrado que están siendo afectados por la pesca artesanal causando impactos previsible en la cadena trófica y sus comunidades ([Ruttenberg, 2001](#)).

## **4. HIPÓTESIS**

La diversidad de los peces cartilaginosos y óseos en la isla San Cristóbal está determinada por el tipo de ecosistema en la zona submareal de la misma.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. Objetivo General**

Determinar la diversidad de peces cartilaginosos y óseos en tres ecosistemas marinos: manglar, arrecife coralino y rocoso de la zona submareal de la isla San Cristóbal.

### **5.2. Objetivos Específicos**

- Identificar las especies de peces que ocurren dentro de cada uno de los ecosistemas.
- Determinar la diversidad en cada ecosistema.
- Caracterizar la función de cada nicho ecológico.

## **6. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **6.1. Materiales**

#### **6.1.1. Recursos Humanos**

El Equipo humano involucrado en las actividades de la tesis estará constituido por el tesista Leandro Vaca Pita, por los asesores externos: El máster en ciencias Juan Carlos Murillo Responsable de Recursos Marinos de la isla San Cristóbal y tutor directo otorgado por la Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG), y la Doctora Judith Dekinger Profesora de la universidad San Francisco de Quito (USFQ).

#### **6.1.2. Recursos Institucionales**

El presente trabajo estará bajo el financiamiento del Parque Nacional Galápagos (PNG), dicha institución dedicada al Manejo y Conservación de los Recursos de la Reserva Marina de Galápagos.

#### **6.1.3. Materiales de Campo**

- Embarcaciones, lanchas de patrullaje Sea ranger 8 y 10.
- GPS.
- Equipo de buceo.
- Carrete con cinta de 50 metros.
- Cámara fotográfica Canon PowerShot SD 1200 IS (Housin).

- Tabla de PVC para anotaciones bajo el agua.

## 6.2. Métodos

### 6.2.1. Área de Estudio

La Reserva Marina fue creada el 18 de Marzo de 1998 y es manejada por el Servicio Parque Nacional Galápagos, siendo una de las más grandes en el mundo y la primera Reserva Marina de Ecuador. El 13 de Diciembre del año 2001, se anunció oficialmente por parte del Comité de Patrimonios de la UNESCO la inclusión de la Reserva Marina de Galápagos (RMG) como Patrimonio Natural de la Humanidad. Está constituida por 138.000 kilómetros cuadrados del Océano Pacífico, con el objetivo principal de conservar las especies marinas que habitan las islas y limitar la pesca industrial, promocionando el turismo, pesca artesanal y buceo. El área de estudio, la isla San Cristóbal se encuentra ubicada entre los  $0^{\circ}51'23.41''$  S de latitud y  $89^{\circ}17'25.31''$  O de longitud y tiene un perímetro costero de aproximadamente 159 km. El proyecto se centrará en tres zonas ecológicas de cinco sitios en particular en esta isla.

### 6.2.2. Muestreo de campo

Los empezó a tomar datos desde el 20 de Febrero del 2010 hasta el 31 de Agosto del 2010, se realizaron un total de 23 salidas y 181 transectos, estos fueron realizados durante el día en 5 sitios de la isla San Cristóbal, estos fueron: Punta Pitt, Rosa Blanca, Negritas, Isla Lobos y La Tortuga (Fig 1). Para trasladarse a los sitios de monitoreo se contó con el apoyo de una de las fibras del PNG, en cada salida se presentaron diferentes estados de marea (pleamar y bajamar).



**Fig 1.** Mapa de las Isla San Cristóbal, especifica los 5 sitios en donde se realizaron los monitoreos con el respectivo tipo de ecosistema de cada sitio y sus coordenadas, estos son: Negritas (Rocoso)  $0^{\circ}56'29.74''$  S y  $89^{\circ}35'07.84''$  O; Isla Lobos (Rocoso)  $0^{\circ}51'34.07''$  S y  $89^{\circ}33'42.69''$  O; Rosa Blanca (Coral y manglar)  $0^{\circ}48'29.50''$  S y  $89^{\circ}20'32.00''$  O; La Tortuga (Manglar)  $0^{\circ}42'28.12''$  S y  $89^{\circ}24'28.39''$  O; Punta Pitt (Coral)  $0^{\circ}41'58.99''$  S y  $89^{\circ}14'42.24''$  O.

Los datos fueron obtenidos mediante censos visuales empleando buceo SCUBA y snorkel, los transectos tuvieron 50 metros de longitud utilizando una cinta métrica de fibra de vidrio de 50 metros de largo y fueron realizados por un equipo de 3 personas, dos de las cuales se encargaban de trazar el transecto y tomar datos, la tercera persona se encargaba de tomar fotografías a los peces y a las características del ecosistema en general.

Posteriormente se identificaba las especies de peces mediante la utilización de una guía casera hecha por el autor basada en las siguientes referencias: peces de arrecife de Galápagos de Paul Humman (1993) y Grove & Lavenberg (1997).

Las salidas se realizaron en la mañana, en sitios como los manglares se realizaba snorkel, en el caso de lugares con presencia de ambientes rocosos y corales se realizaba buceo SCUBA, ya que por lo general estos ecosistemas eran monitoreados a una profundidad de entre 7 a 14 metros de profundidad, inmediatamente se buscaba un sitio con el sustrato adecuado (rocoso, coral o raíces de manglar) para empezar el primer transecto.

- Un miembro del equipo se encarga de sostener el carrete que contiene la cinta (50 metros), mientras que los otros dos miembros se colocan a cada lado de la línea.
- Los 2 miembros a cada lado de la línea de transecto (Figura 2a) empiezan a nadar y a tomar datos de los peces tomando como referencia 1 metro a partir de la línea de transecto, en este caso cada pez que se encuentra dentro de los 2 metros (lado izquierdo y derecho de la línea) es anotado (Figura 2b).
- La información que se toma es la especie y el número de individuos, también se toman datos de temperatura y profundidad con la ayuda de una computadora de buceo.

El número de réplicas que se obtuvo fue de entre 3 a 5 por sitio.



**Figura 2.** (a) Muestra a los dos buzos ubicados a cada lado del transecto, para tomar datos de la ictiofauna (b) Muestra a la ictiofauna que ocurre dentro del transecto.

### 6.2.3. Descripción de los sitios visitados

#### Punta Pitt

Se localiza en las coordenadas: 0°41'58.99" S y 89°14'42.24" O, en la parte norte de la isla, es una bahía con una extensa playa donde habita una colonia de lobos marinos (*Zalophus worrebaeki*), tiene una profundidad de 7.9 metros, y presenta una extensa pared sumergida con numerosas colonias de coral de diferentes especies, entre ellas se encuentran los géneros *Pavona* y *Pocillophora*, la gran variedad de especies de peces van desde Cirujanos, que son extremadamente abundantes, zapatillas, viejas, carabalí, cabrillas, peces mariposa que se asocian a zonas con cubierta de coral, ocasionalmente se observan bacalaos, rayas, que ocasionalmente suelen verse descansando en grandes agrupaciones debajo de las formaciones rocosas a manera de pared características de este lugar (Figura 3).



Figura 3. Mapa de Punta Pitt, bajado en google Earth

#### Rosa Blanca

Este sitio está ubicado en las coordenadas 00°48'29.50" S y 89°20'32.00" O, en el lado este de la isla. Es una zona costera semi cerrada. Tiene un perímetro aproximadamente de 1162 m y un área de 26397 m<sup>2</sup>. Es de poca profundidad, llegando a tener de entre 1,0 a 3 metros en la zona interna de manglar donde está formado por un fondo en gran parte arenoso con algunos espacios rocosos. En los alrededores está cubierto de árboles de manglar, siendo cerca del 95% mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y un 5% de mangle negro (*Avicennia germinans*) según Llerena (2009). La parte rocosa externa de la bahía tiene una profundidad que va de 7,9 a 11,5 metros, está conformado principalmente de fondos arenosos, rocosos acompañadas de comunidades coralinas del género *Pavona* y *Pocillophora*, en cuanto a la fauna marina de dicho lugar se ha podido observar que existe gran diversidad de peces, como: tambuleros, damiselas, loros, sargentos mayores, viejas, rayas, tiburones entre otras especies (Figura 4).



**Figura 4.** Mapa de Rosa Blanca, bajado en google Earth

### **Isla Lobos**

Se ubica al noroeste de la isla, en las coordenadas  $00^{\circ}51'34.07''$  S y  $89^{\circ}33'42.69''$  O, es un islote con sustrato de rocas volcánicas, vegetación árida, y una zona de arena. La parte externa está conformada por una gran área de fondo rocoso, seguido de un área de fondo arenoso, alberga variadas especies de peces como chopas, ojones, damiselas, viejas, etc.

La parte interna que converge con la isla es en gran proporción de fondo arenoso, donde pueden observarse rayas y tortugas, la parte de la orilla tiene una pequeña zona con fondo rocoso donde se suelen encontrar diferentes especies de peces y macroinvertebrados (Figura 5).



**Figura 5.** Mapa de Isla Lobos, bajado en google Earth

### Las Negritas

Se ubica al suroeste de la isla en las coordenadas 00°56'29.74" S y 89°35'07.84" O, es un sitio que se caracteriza por no tener playa, sus costas están formadas de roca de lava con elevaciones rocosas pronunciadas, en la parte marina está conformada principalmente de un fondo rocoso con parches de arena, escasa vegetación marina y pocas colonias de coral, la superficie del fondo es muy irregular y da cabida a muchas especies de peces crípticos como blennies, cabrillas, cardenales, damiselas, especialmente la damisela gigante (*Microspathodon dorsalis*) y damisela de chichón (*Microspathodon bairdi*) (Figura 6).



Figura 6. Mapa de Las Negritas, bajado en google Earth

### La Tortuga

Éste sitio está ubicado en las coordenadas: 00°42'28.12" S y 89°24'28.39" O, en el lado noroeste de la isla, en la zona costera. Tiene un perímetro aproximado de 650 m y un área de 9.628 m<sup>2</sup>. Es una ensenada semicerrada, rodeada de árboles de manglar, siendo la gran mayoría de mangle rojo (*Rhizophora mangle*). Tiene una profundidad máxima de 2,20 m y el fondo es arenoso-rocoso. En cuanto a la fauna marina, se ha podido observar que existe gran diversidad de peces, como las mojarras rayadas, lisas, damiselas, tambuleros, sargentos mayor, ojones, pargos, jureles y rayas.

Es un área de refugio para muchas especies cuando están en etapa juvenil, así se protegen de sus depredadores, refugiándose entre las raíces de los mangles. También se observa mucha materia orgánica por la caída de las hojas de los árboles de mangle (Fig 7).



**Figura 7.** Mapa de La Tortuga, bajado en google Earth

#### 6.2.4. Análisis estadísticos

Para el cálculo de diversidad se utilizarán los siguientes indicadores:

- Número total de especies ( $S$ ), índice de Margalef ( $d$ ):  $d = (S-1)/\log N$ , donde  $N$ = el número total de individuos.
- La diversidad ( $H'$ ) que se obtiene a través del índice de Shannon-Weaver (Shannon y Weaver, 1949).

$$H' = - \sum p_i (\log_b p_i)$$

donde  $p_i$  es la proporción del conteo total alcanzado por la especie  $i$ .

- La equidad ( $J'$ ) que se obtiene de acuerdo a *Pielou* (1966):

$$J' = H' (\text{observada}) / H'_{\text{max}}$$

donde  $H'_{\text{max}}$  es la máxima diversidad posible que podría alcanzarse si todas las especies fueran igualmente abundantes ( $= \log S$ ). Cuando  $J' = 0$ , no existe equidad y cuando  $J' = 1$  implica máxima equidad (Krebs, 1985). Todo esto con la ayuda del Paquete informático PRIMER.

Para conocer las diferencias entre cada índice que representa a cada ecosistema, se realizará un ANOVA's de 2 vías en el STATISTICA V8; siendo uno de los vías cada factor ambiental medido (temperatura y condición del oleaje).

Se elaboró una matriz de similitud triangular basada en el coeficiente de similitud de Bray-Curtis (Bray y Curtis, 1957):

$$S_{jk} = 100 \frac{\sum_{i=1}^p 2 \min(y_{ij}, y_{ik})}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})}$$

$y_{ij}$  representa la fila  $i$  y la columna  $j$  de la matriz de datos, por ejemplo, la abundancia de la especie  $i$  en la muestra  $j$  ( $i = 1, 2, \dots, p$ ;  $j = 1, 2, \dots, n$ ).

Se realizó un análisis exploratorio de los datos por medio del procedimiento MDS, y se representó la similitud en la estructura de la comunidad entre ecosistemas y sitios por medio de un dendograma (cluster), posteriormente se sometió a un análisis estadístico ANOSIM de 1 vía para evaluar las diferencias en la estructura de la comunidad de zonas y por último se identificaron las especies tipificantes y discriminantes para conocer cuáles resultaron ser las principales causantes de tales diferencias entre los ecosistemas (SIMPER).

En las tablas en que se enlistan las especies más ocurrentes, se tomó solamente en cuenta las que obtuvieron un porcentaje mínimo de 1% en la composición de especies de todos los sitios y por sitios, mientras que el resto que representaron menos del 1% se los detalla como un solo grupo (Otros), también se coloca el número total de especies (N) que se estimaron en los muestreos con transectos.

## 7. RESULTADOS

### 7.1. Índices de diversidad y dominancia por ecosistemas

El número de especies o riqueza específica (**S**) fue claramente superior en Punta Pitt con un total de 47 especies, seguido por Rosa Blanca con 39 especies, mientras los valores más bajos estuvieron en las Negritas con 33 y Rosa Blanca Manglar con 31 especies. Los ecosistemas con mayor diversidad de peces fueron los Coralinos (Tabla 1).

Los sitios con comunidades coralinas mostraron los mayores valores de diversidad de Margalef (**d**) (es decir más especies y abundantes), representados por los sitios Punta Pitt y Rosa Blanca Coral (Tabla 1).

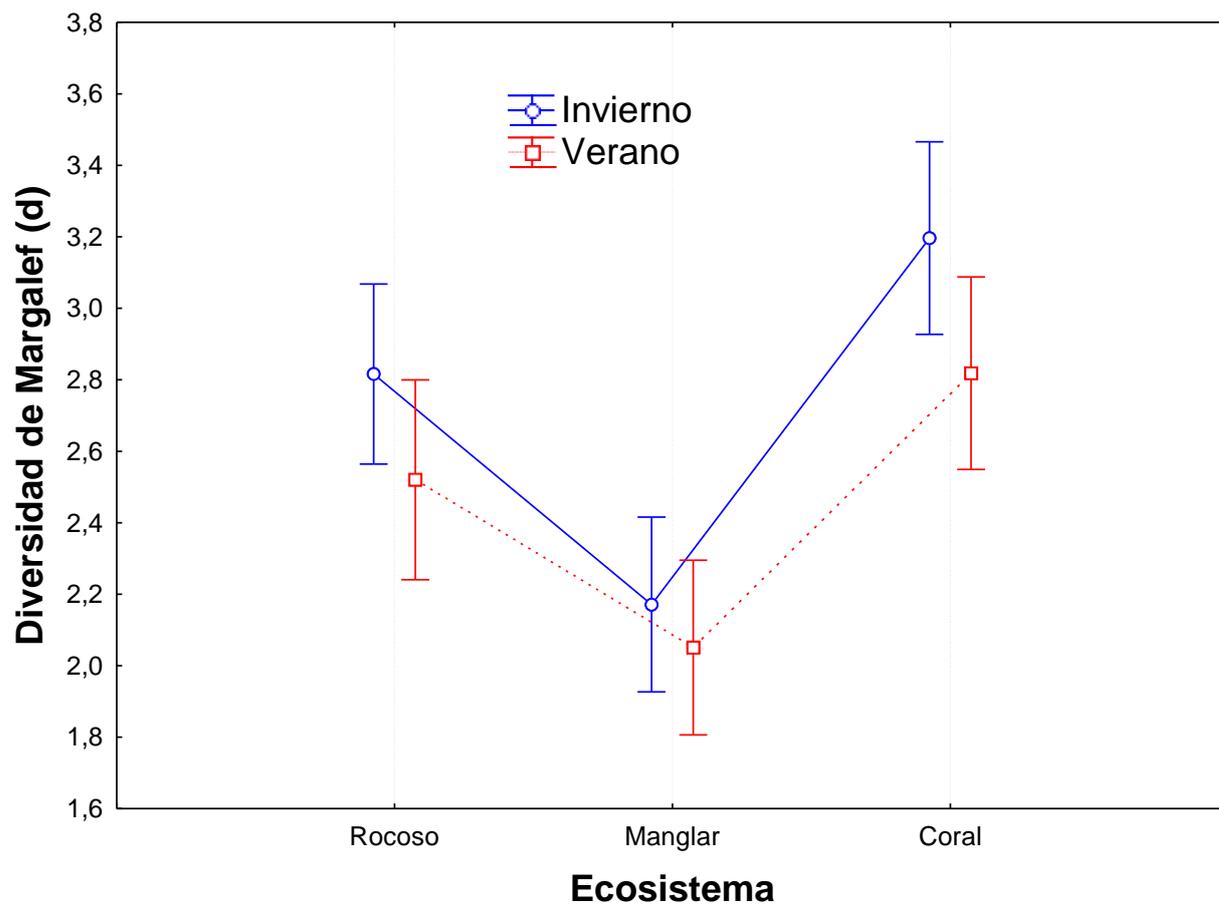
El índice de Dominancia de Simpson ( **$\lambda$** ) tuvo sus valores más altos en La Tortuga con 0,31 seguido por Rosa Blanca Manglar con 0,25 y Punta Pitt con 0,24; mientras que los sitios que mostraron menor dominancia fueron Negritas, Rosa Blanca Coral e Isla Lobos con 0,17; 0,17 y 0,14 respectivamente (Tabla 1).

**Tabla 1.** Muestra los índices: número de especies (**S**), número de peces contados **N**, Equidad (**J'**), Dominancia Simpson (**λ**) y diversidad **H'(loge)** de todos los sitios muestreados.

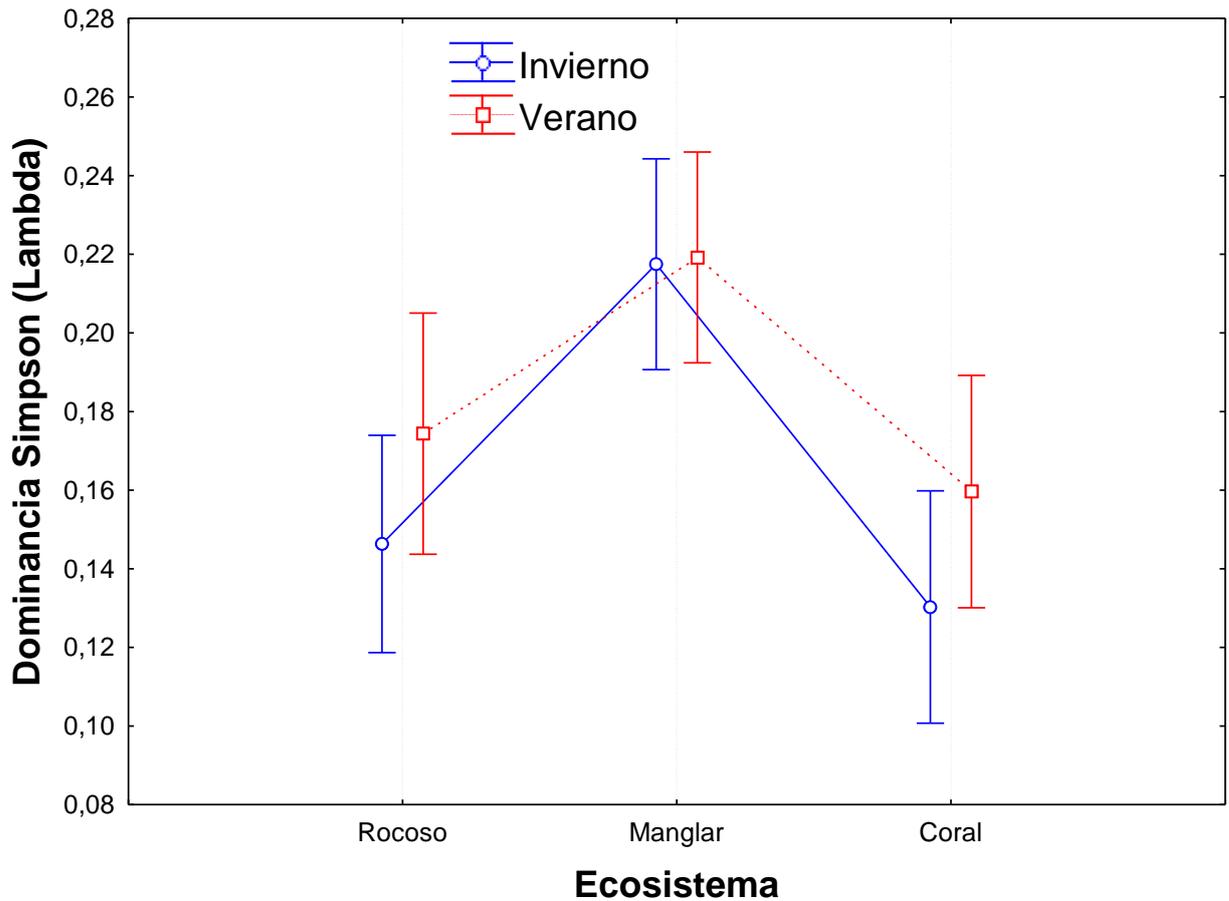
Sitios de muestreo	Riqueza específica S	N	diversidad d	Equidad J'	H'(loge)	Dominancia λ
Isla Lobos Rocosó	32	6941	3,51	0,64	2,20	0,14
La Tortuga Manglar	32	3269	3,83	0,51	1,78	0,31
Negritas Rocosó	33	5167	3,74	0,60	2,09	0,17
Punta Pitt Coral	47	8992	5,05	0,53	2,05	0,24
Rosa Blanca Coral	39	5718	4,39	0,59	2,15	0,17
Rosa Blanca Manglar	31	5160	3,51	0,49	1,67	0,25

## 7.2. Diversidad y dominancia según estación climática, ecosistemas y sitios

Al comparar los índices de diversidad de Margalef ( $d$ ) y Dominancia de Simpson ( $\lambda$ ) con relación a las variables ecosistemas y estación climática ( $T^\circ$ ), sí se detectaron diferencias significativas entre ecosistemas pero no entre estaciones climáticas dentro de cada ecosistema (ANOVA dos vías,  $P > 0,05$ ; prueba Tukey); es así que existen diferencias significativas en la diversidad  $d$  de los ecosistemas coralinos y rocosos con relación al ecosistema de manglar (Figuras 8), Mientras que en la dominancia ( $\lambda$ ) existen diferencias marcadas entre la comunidades de peces del Manglar y los otros dos ecosistemas (Figura 9). De manera gráfica se nota una mayor diversidad en época cálida (invierno) que en la fría (verano).



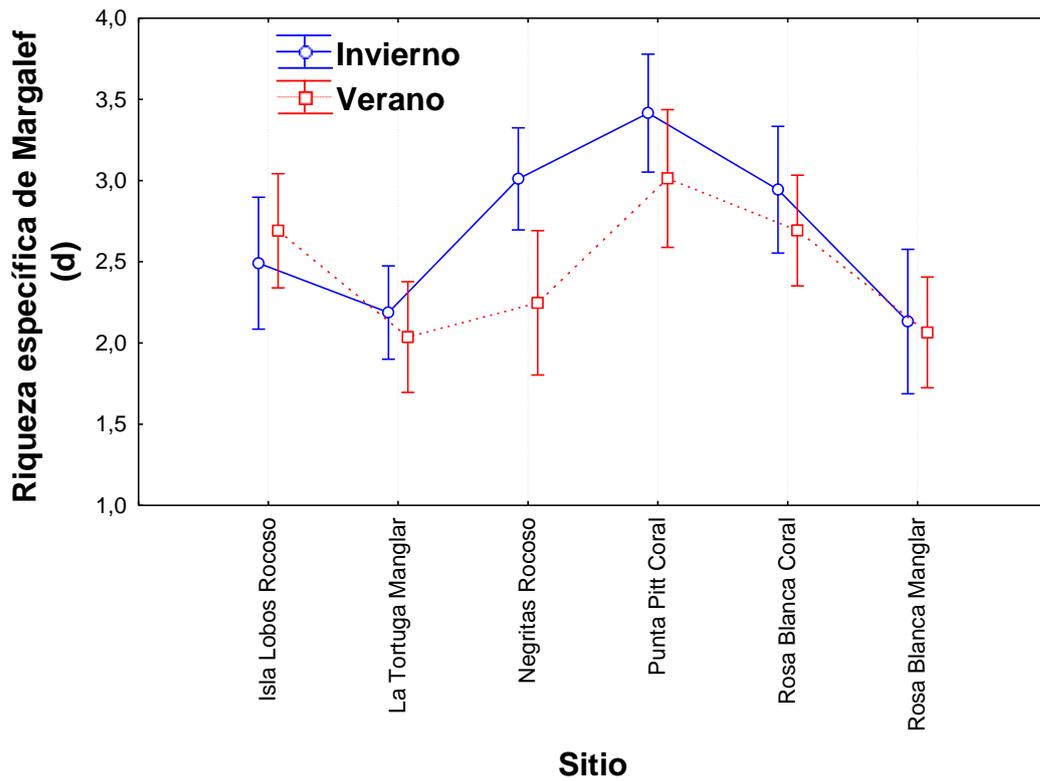
**Figura 8.** Muestra los índices de diversidad en cada uno de los tres ecosistemas y entre estaciones climáticas para cada ecosistema.



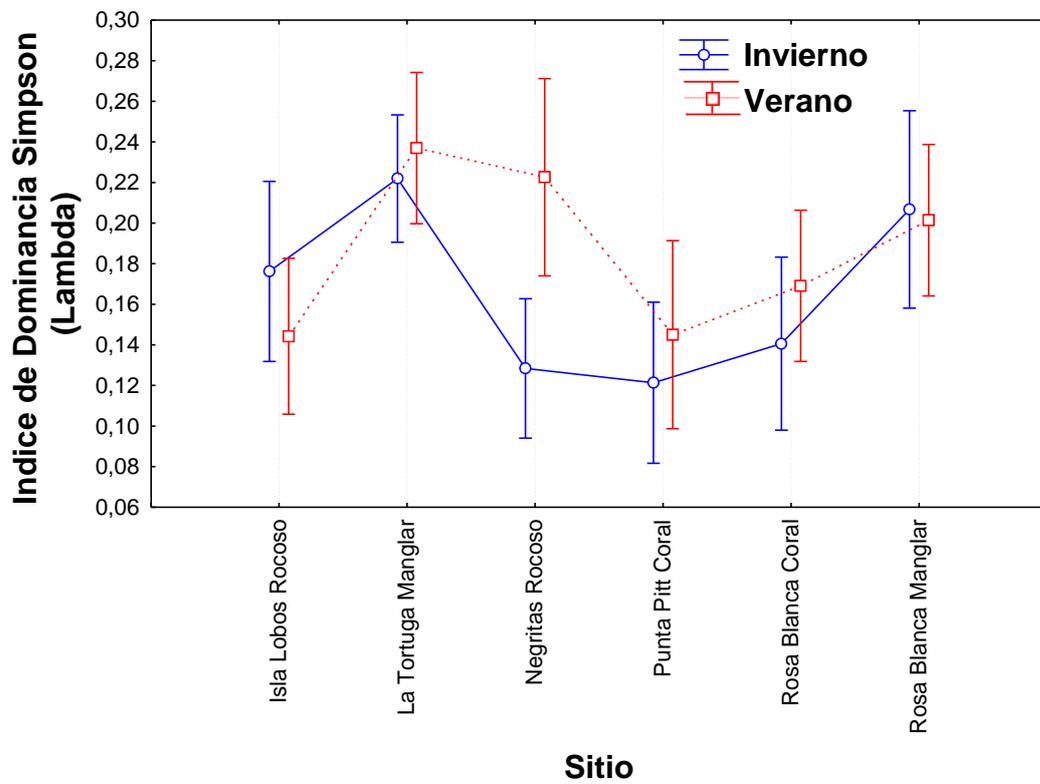
**Figura 9.** Muestra los índices de dominancia de Simpson en los tres tipos de ecosistemas y por estación climática.

Las comunidades de peces muestreadas en Punta Pitt Coral, Rosa Blanca Coral y las Negritas Rocoso presentaron el mayor número de especies  $S$  con  $N= 48$ ,  $N=39$  y  $N=33$  respectivamente, además de los valores más altos de riqueza específica (ANOVA dos vías,  $P > 0,05$ ; prueba Tukey; Figura 10); sólo en las Negritas se detectaron diferencias significativas según la estación climática, siendo (**d**) mayor en invierno que en verano.

Por otro lado, los sitios La Tortuga y Rosa Blanca Manglar tuvieron los mayores índices de dominancia, con valores altos tanto de verano como en invierno. También se observan valores altos de dominancia en las Negritas Rocoso en verano y en isla Lobos rocoso en invierno (Figura 11).



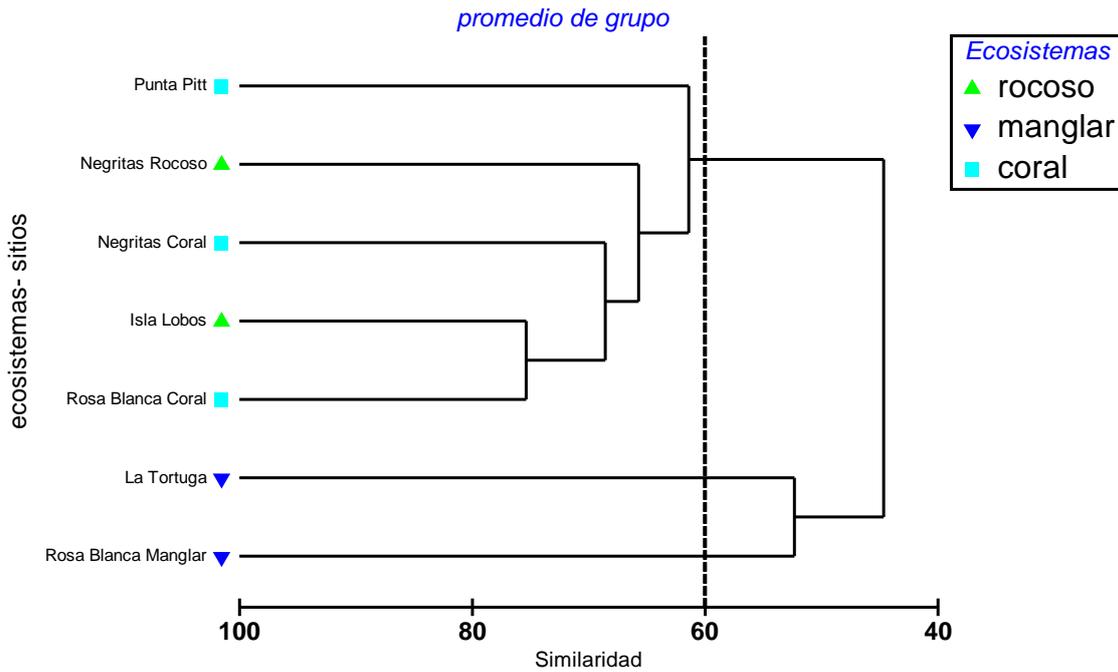
**Figura 10.** Comparación de los valores de diversidad de Margalef (d) de cada sitio muestreado.



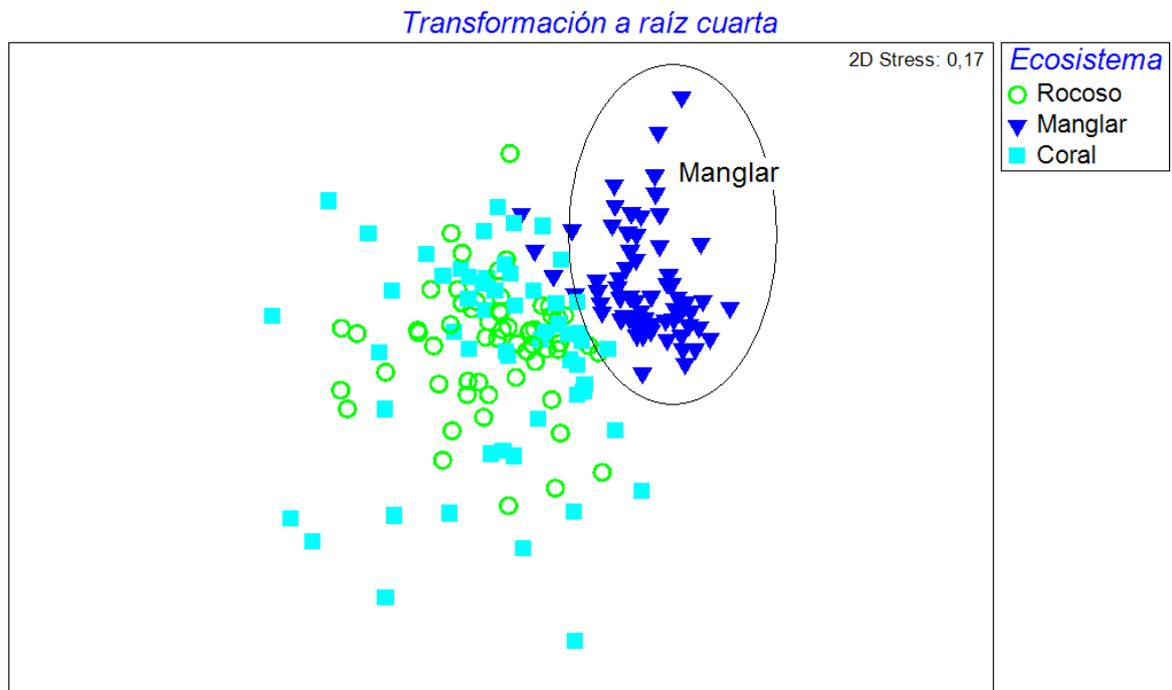
**Figura 11.** Comparación del índice de dominancia de Simpson (Lambda) de cada sitio muestreado.

### 7.3. Similitud de la estructura comunitaria entre ecosistemas

Los resultados del dendograma y mapa de MDS de las Figuras 12 y 13 muestran una clara diferencia en la similitud de la estructura de la comunidad de los sitios con ecosistemas de manglar (sitios La Tortuga y Rosa Blanca) con relación a los otros sitios representantes de los ecosistemas rocoso y coral; mientras que la Prueba de muestras pareadas de ANOSIM (Tabla 2), presenta valores de  $R > 0,76$  entre el ecosistema de manglar versus el rocoso y coralino, lo que implica mayor grado de disimilitud en la estructura de estas comunidades; por el contrario al comparar el ecosistema coralino con el rocoso el valor de  $R$  es bajo (0,16) indicando un alto grado de similitud.



**Figura 12.** dendrograma de análisis de cluster para cálculo de similitud en la estructura de las comunidades de peces de los sitios muestreados.



**Figura 13.** Mapa MDS de Similitud de Bray Curtis entre los ecosistemas estudiados en la isla San Cristóbal.

**Tabla 2.** ANOSIM de una vía realizada con el Software PRIMER 6. Los valores de R que se acercan a 1 son comunidades de peces significativamente diferentes; mientras que las comparaciones cercanas a 0 son más similares entre sí. N° de permutaciones = 999.

Grupos	estadístico R	Nivel de significancia %
Rocoso, Manglar	0,787	0,1
Rocoso, coral	0,094	0,1
Manglar, coral	0,687	0,1

## 7.4. Especies discriminantes y tipificantes en los ecosistemas

### 7.4.1. Especies tipificantes

**Tabla 3.** Muestra las especies tipificantes de las comunidades de peces de los ecosistemas rocosos. Promedio de similitud = 46,8

Especies	Pro.Abund	Pro.Sim	Sim/SD	Contrib%	Acum.%
<i>Stegastes beebei</i>	2,24	13,66	3,11	29,2	29,2
<i>Halichoeres dispilus</i>	2,22	12,09	1,75	25,84	55,03
<i>Thalassoma lucasanum</i>	1,49	5,71	0,93	12,2	67,23
<i>Bodianus diplotaenia</i>	1,04	3,56	0,83	7,6	74,83
<i>Prionurus laticlavus</i>	1,17	2,52	0,52	5,38	80,21
<i>Paranthias colonus</i>	0,88	1,86	0,44	3,97	84,18
<i>Plagiotremus azaleus</i>	0,63	1,65	0,52	3,52	87,69
<i>Stegastes arcifrons</i>	0,71	1,43	0,38	3,06	90,76

**Tabla 4.** Muestra las especies tipificantes de las comunidades de peces de los ecosistemas de coral. Promedio de similitud = 36,04

Especies	Pro.Abund	Pro.Sim	Sim/SD	Contrib%	Acum.%
<i>Stegastes beebei</i>	1,79	8,17	1,74	22,68	22,68
<i>Halichoeres dispilus</i>	1,82	7,16	0,99	19,87	42,55
<i>Thalassoma lucasanum</i>	1,48	4,29	0,73	11,91	54,46
<i>Prionurus laticlavus</i>	1,62	4,05	0,62	11,24	65,7
<i>Bodianus diplotaenia</i>	0,94	2,11	0,59	5,86	71,55
<i>Stegastes arcifrons</i>	0,75	2,11	0,55	5,84	77,4
<i>Paranthias colonus</i>	0,78	1,4	0,41	3,88	81,27
<i>Halichoeres nicholsi</i>	0,54	1,06	0,42	2,93	84,2
<i>Scarus ghobban</i>	0,53	0,95	0,37	2,64	86,84
<i>Holocanthus passer</i>	0,48	0,91	0,42	2,54	89,38
<i>Johnrandallia nigrirostris</i>	0,45	0,7	0,34	1,93	91,31

**Tabla 5.** Muestra las especies tipificantes de las comunidades de peces de los ecosistemas de manglar. Promedio de similitud = 40,6

Especies	Pro.Abund	Pro.Sim	Sim/SD	Contrib%	Acum.%
<i>Stegastes arcifrons</i>	2,36	20,28	2,72	49,94	49,94
<i>Abudefduf troschelii</i>	1,17	6,37	0,86	15,69	65,63
<i>Thalassoma lucasanum</i>	1,16	4,18	0,61	10,29	75,92
<i>Gerres cinereus</i>	0,85	3,41	0,48	8,39	84,31
<i>Sphoeroides annulatus</i>	0,55	1,81	0,44	4,46	88,77
<i>Scarus ghobban</i>	0,76	1,33	0,28	3,28	92,05

### Especies discriminantes

**Tabla 6.** Muestra las especies discriminantes de las comunidades de peces entre los ecosistemas rocoso-manglar. Promedio de Disimilitud = 83,1

Especies	Rocoso	Manglar				
	Pro.Abund	Pro.Abund	Pro.Dis	Dis/SD	Contrib%	Acum.%
<i>Stegastes beebei</i>	2,24	0,15	8,94	2,55	10,76	10,76
<i>Halichoeres dispilus</i>	2,22	0,32	8,34	1,8	10,04	20,81
<i>Stegastes arcifrons</i>	0,71	2,36	7,69	1,46	9,27	30,07
<i>Thalassoma lucasanum</i>	1,49	1,16	5,65	1,26	6,81	36,88
<i>Abudefduf troschelii</i>	0,21	1,17	4,7	1,21	5,66	42,54
<i>Prionurus laticlavus</i>	1,17	0,03	4,38	0,84	5,28	47,82
<i>Bodianus diplotaenia</i>	1,04	0,09	3,95	1,22	4,76	52,57
<i>Gerres cinereus</i>	0	0,85	3,69	0,82	4,44	57,02
<i>Paranthias colonus</i>	0,88	0,05	3,52	0,8	4,23	61,25

**Tabla 7.** Muestra las especies discriminantes de las comunidades de peces entre los ecosistemas de manglar y coral. Promedio de Disimilitud = 81,96

Especies	Rocoso	Man glar				
	Pro.Abund	Pro.Abund	Pro.Dis	Dis/SD	Contrib%	Acum.%
<i>Stegastes arcifrons</i>	2,36	0,75	6,87	1,52	8,38	8,38
<i>Halichoeres dispilus</i>	0,32	1,82	6,65	1,34	8,12	16,5
<i>Stegastes beebei</i>	0,15	1,79	6,6	1,92	8,05	24,54
<i>Prionurus laticlavus</i>	0,03	1,62	5,92	1	7,22	31,77
<i>Thalassoma lucasanum</i>	1,16	1,48	5,61	1,22	6,85	38,61
<i>Abudefduf troschelii</i>	1,17	0,37	4,37	1,19	5,33	43,94
<i>Scarus ghobban</i>	0,76	0,53	3,77	0,88	4,6	48,54
<i>Eucinostomus dowii</i>	0,85	0,02	3,52	0,81	4,3	52,84
<i>Bodianus diplotaenia</i>	0,09	0,94	3,33	0,95	4,06	56,89
<i>Paranthias colonus</i>	0,05	0,78	2,89	0,76	3,52	60,42

**Tabla 8.** Muestra las especies discriminantes de las comunidades de peces entre los ecosistemas rocoso y coral. Promedio de Dismilitud = 60,69

Especies	Rocoso	Manglar				
	Pro.Abund	Pro.Abund	Pro.Dis	Dis/SD	Contrib%	Acum.%
<i>Prionurus laticlavus</i>	1,17	1,62	5,56	1,16	9,16	9,16
<i>Thalassoma lucasanum</i>	1,49	1,48	4,75	1,24	7,83	17
<i>Halichoeres dispilus</i>	2,22	1,82	4,49	1,12	7,4	24,4
<i>Paranthias colonus</i>	0,88	0,78	3,72	1,01	6,12	30,52
<i>Bodianus diplotaenia</i>	1,04	0,94	3,47	1,18	5,72	36,24
<i>Stegastes beebei</i>	2,24	1,79	3,25	1,01	5,35	41,59
<i>Stegastes arcifrons</i>	0,71	0,75	3,23	1,07	5,33	46,91
<i>Plagiotremus azaleus</i>	0,63	0,36	2,38	0,93	3,93	50,84
<i>Holocanthus passer</i>	0,6	0,48	2,29	0,96	3,77	54,61
<i>Halichoeres nicholsi</i>	0,43	0,54	2,14	0,95	3,53	58,14
<i>Scarus ghobban</i>	0,08	0,53	1,84	0,72	3,03	61,17

### 7.5. Especies representativas por sitios de muestreo

En los resultados se obtuvo un total de 66 especies distribuidas en 32 familias (Tabla 9). En todos los sitios hubo presencia de especies características de la zona, mientras que también se observaron especies ocurrentes en más de un solo sitio, incluso 16 especies fueron encontradas en todos los sitios; por otro lado sólo el 10% de las especies registradas en los tres ecosistemas son endémicas, mientras que el 28% son de amplia distribución (Tabla 10).

**Tabla 9.** Total de especies y familias registradas en todos los sitios muestreados

<b>Acanthuridae</b>	<i>Acanthurus xantopterus</i>	<b>Lutjanidae</b>	<i>Lutjanus argentiventris</i>
	<i>Prionurus laticlavus</i>		<i>Lutjanus novemfasciatus</i>
<b>Apogonidae</b>	<i>Apogon atradorsatus</i>		<i>Lutjanus viridis</i>
<b>Aulostomidae</b>	<i>Aulostomus chinensis</i>	<b>Mugilidae</b>	<i>Xenomugil thoburni</i>
<b>Balistidae</b>	<i>Sufflamen verres</i>	<b>Mullidae</b>	<i>Mulloidichthys dentatus</i>
<b>Bleniidae</b>	<i>Acanthemblemaria castroi</i>	<b>Muraenidae</b>	<i>Echidna nocturna</i>
	<i>Ophioblennius steindachneri</i>		<i>Muraena argus</i>
	<i>Plagiotremus azaleus</i>		<i>Muraena lentiginosa</i>
<b>Carangidae</b>	<i>Caranx sexfasciatus</i>	<b>Myliobatidae</b>	<i>Aetobatus narinari</i>
<b>Carcharhinidae</b>	<i>Carcharhinus limbatus</i>	<b>Pomacanthidae</b>	<i>Holocanthus passer</i>
	<i>Triaenodon obesus</i>	<b>Pomacentridae</b>	<i>Abudefduf troschelii</i>
<b>Chaetodontidae</b>	<i>Chaetodon humeralis</i>		<i>Chromis atrilobata</i>
	<i>Johnrandallia nigrirostris</i>		<i>Microspathodon bairdii</i>
<b>Cirrhitidae</b>	<i>Cirrhitus rivulatus</i>		<i>Microspathodon dorsalis</i>
<b>Dasyatidae</b>	<i>Dasyatis brevis</i>		<i>Stegastes arcifrons</i>
	<i>Taeniura meyeri</i>		<i>Stegastes beebei</i>
<b>Diodontidae</b>	<i>Diodon holocanthus</i>	<b>Scaridae</b>	<i>Nicholsina denticulata</i>
	<i>Diodon hystrix</i>		<i>Scarus compressus</i>
<b>Fistularidae</b>	<i>Fistularia commersonii</i>		<i>Scarus ghobban</i>
<b>Gerreidae</b>	<i>Gerres cinereus</i>		<i>Scarus perrico</i>
<b>Haemulidae</b>	<i>Anisotremus interruptus</i>	<b>Scianidae</b>	<i>Scarus rubroviolaceus</i>
	<i>Haemulon scudderi</i>		<i>Pareques perissa</i>
	<i>Orthopristis forbesi</i>	<b>Serranidae</b>	<i>Cephalopholis panamensis</i>
	<i>Xenichthys agassizi</i>		<i>Epinephelus labriformis</i>
<i>Xenocys jessiae</i>	<i>Mycteroperca olfax</i>		
<b>Kyphosidae</b>	<i>Girella freminvilli</i>	<i>Paranthias colonus</i>	
	<i>Kyphosus elegans</i>	<i>Serranus psittacinus</i>	
<b>Labridae</b>	<i>Bodianus diplotaenia</i>	<b>Sparidae</b>	<i>Archosargus pourtalesii</i>
	<i>Halichoeres dispilus</i>	<b>Sygnatidae</b>	<i>Hippocampus ingens</i>
	<i>Halichoeres nicholsi</i>	<b>Synodontidae</b>	<i>Synodus lacertinus</i>
	<i>Thalassoma lucasanum</i>	<b>Tetradontidae</b>	<i>Arothron meleagris</i>
<b>Labrisomidae</b>	<i>Labrisomus dendriticus</i>		<i>Canthigaster punctatissima</i>
			<i>Sphoeroides annulatus</i>
		<b>Zanclidae</b>	<i>Zanclus cornutus</i>

**Tabla 10.** Riqueza específica de peces encontrada en los sitios visitados. También se desglosa el origen de cada especie (0: indeterminado, 1: norte de Colombia, 2: Indo Pacífico, 3: Endémico a Galápagos, 4: de amplia distribución)

Especies	Origen	Sitios					
		Isla Lobos	La Tortuga	Negritas	Punta Pitt	Rosa Blanca	Rosa Blanca
		Rocoso	Manglar	Rocoso	Coral	Coral	Manglar
<i>Abudefduf troschelii</i>	4	X	X	X	X	X	X
<i>Acanthemblemaria castroi</i>	1			X			
<i>Acanthurus xantopterus</i>	3				X	X	
<i>Aetobatus narinari</i>	3						X
<i>Anisotremus interruptus</i>	4	X	X	X	X	X	
<i>Apogon atradorsatus</i>	2	X			X	X	
<i>Archosargus pourtalesii</i>	1		X				
<i>Arothron meleagris</i>	3					X	
<i>Aulostomus chinensis</i>	3	X			X	X	
<i>Balistes polylepis</i>	4				X		
<i>Bodianus diplotaenia</i>	4	X	X	X	X	X	X
<i>Canthigaster punctatissima</i>	2					X	
<i>Caranx sexfasciatus</i>	3		X				
<i>Carcharhinus limbatus</i>							X
<i>Cephalopholis panamensis</i>	2	X	X	X	X	X	
<i>Chaetodon humeralis</i>	4		X		X		X
<i>Chromis atrilobata</i>	4	X		X		X	
<i>Cirrhitus rivulatus</i>	2		X	X	X	X	
<i>Dasyatis brevis</i>	2		X		X		X
<i>Diodon holocanthus</i>	3				X	X	
<i>Diodon hystrix</i>	3		X				X
<i>Echidna nocturna</i>						X	
<i>Epinephelus labriformis</i>	4	X	X	X	X	X	
<i>Fistularia commersonii</i>	3	X		X	X	X	X
<i>Gerres cinereus</i>			X		X		
<i>Girella freminvilli</i>	1				X		
<i>Haemulon scudderii</i>	2	X	X	X	X	X	X
<i>Halichoeres dispilus</i>	4	X	X	X	X	X	X
<i>Halichoeres nicholsi</i>	2	X	X	X	X	X	X
<i>Hippocampus ingens</i>	4						X
<i>Holocanthus passer</i>	4	X		X	X	X	X
<i>Johnrandallia nigrirostris</i>	2	X	X	X	X	X	
<i>Kyphosus elegans</i>	2			X	X		
<i>Labrisomus dendriticus</i>	2	X	X	X	X	X	X
<i>Lutjanus argentiventris</i>	4		X		X		X
<i>Lutjanus novemfasciatus</i>	2		X				X
<i>Lutjanus viridis</i>	2			X	X	X	X
<i>Microspathodon bairdii</i>	2			X			
<i>Microspathodon dorsalis</i>	2	X		X		X	X

<i>Mulloidichthys dentatus</i>	4				X		
<i>Muraena argus</i>	0					X	
<i>Muraena lentiginosa</i>	3					X	
<i>Mycteroperca olfax</i>	2	X	X		X	X	X
<i>Nicholsina denticulata</i>	4			X		X	X
<i>Ophioblennius steindachneri</i>	4		X	X	X		
<i>Orthopristis forbesi</i>	1		X		X		
<i>Paranthias colonus</i>	4	X	X	X	X	X	
<i>Pareques perissa</i>	1			X			
<i>Plagiotremus azaleus</i>	4	X	X	X	X	X	X
<i>Prionurus laticlavus</i>	2	X		X	X	X	X
<i>Scarus compressus</i>	2	X			X		
<i>Scarus ghobban</i>	3	X		X	X	X	X
<i>Scarus perrico</i>	4	X			X	X	
<i>Scarus rubroviolaceus</i>	3	X		X	X		
<i>Serranus psittacinus</i>	4				X	X	X
<i>Sphoeroides annulatus</i>	3	X	X		X	X	X
<i>Stegastes arcifrons</i>	2	X	X	X	X	X	X
<i>Stegastes beebei</i>	2	X	X	X	X	X	X
<i>Sufflamen verres</i>	4	X		X	X	X	
<i>Synodus lacertinus</i>	2	X	X	X	X		X
<i>Taeniura meyeri</i>	3	X			X		X
<i>Thalassoma lucasanum</i>	2	X	X	X	X	X	X
<i>Triaenodon obesus</i>	3						X
<i>Xenichthys agassizi</i>	1		X		X		
<i>Xenocys jessiae</i>	1	X	X	X	X	X	
<i>Xenomugil thoburni</i>			X				
<i>Zanclus cornutus</i>	3				X		
<b>N</b>		32	32	33	47	39	31

Las especies más representativas en todos los ecosistemas fueron: *Prionurus laticlavus* con 18,2%, *Halichoeres dispilus* con 14,0%, *Thalassoma lucasanum* con 13,4%, *Stegastes arcifrons* con 10,5%, *Stegastes beebei* con 10,0%; mientras que 54 especies contribuyen sólo con el 7.4% de la abundancia (Tabla 11).

**Tabla 11.** Número de especies más representativas, total de individuos y porcentajes por especies.

<b>Especies</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
<i>Prionurus laticlavus</i>	6410	18,2
<i>Halichoeres dispilus</i>	4917	14,0
<i>Thalassoma lucasanum</i>	4709	13,4
<i>Stegastes arcifrons</i>	3715	10,5
<i>Stegastes beebei</i>	3541	10,0
<i>Apogon atradorsatus</i>	1885	5,3
<i>Scarus ghobban</i>	1714	4,9
<i>Paranthias colonus</i>	1436	4,1
<i>Xenocys jessiae</i>	1361	3,9
<i>Bodianus diplotaenia</i>	1008	2,9
<i>Abudefduf troschelii</i>	803	2,3
<i>Anisotremus interruptus</i>	633	1,8
<i>Gerres cinereus</i>	524	1,5
Otros (N=54)	2591	7,4
<b>Total</b>	<b>35247</b>	<b>100,0</b>

En isla Lobos se registraron un total de 32 especies, siendo las más representativas: *Stegastes beebei* con 20,7%, *Prionurus laticlavus* con 16,7%, *Halichoeres dispilus* con 16,1%, *Xenocys jessiae* con 15,3%, *Paranthias colonus* con 11%; 21 especies en este sitio contribuyeron sólo 2,7% de la abundancia total en la zona (Tabla 12).

**Tabla 12.** Número de especies más representativas de Isla Lobos, total de individuos y porcentajes por especies N=32

<b>Especies</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
<i>Stegastes beebei</i>	1437	20,7
<i>Prionurus laticlavus</i>	1159	16,7
<i>Halichoeres dispilus</i>	1115	16,1
<i>Xenocys jessiae</i>	1060	15,3
<i>Paranthias colonus</i>	764	11,0
<i>Thalassoma lucasanum</i>	473	6,8
<i>Apogon atradorsatus</i>	219	3,2
<i>Chromis atrilobata</i>	172	2,5
<i>Bodianus diplotaenia</i>	145	2,1
<i>Stegastes arcifrons</i>	142	2,0
<i>Holocanthus passer</i>	66	1,0
Otros (N=21)	40	2,7
<b>Total</b>	<b>6792</b>	<b>100</b>

En la Tortuga se registraron un total de 32 especies, y entre las más abundantes están: *Stegastes arcifrons* con 51,8%, *Gerres cinereus* con 16%, *Abudefduf troschelii* con 8,9%, *Xenomugil thoburni* con 5,2%. 21 especies representan el 4,8% del total contado durante los muestreos (Tabla 13).

**Tabla 13.** Número de especies más representativas de La Tortuga, total de individuos y porcentajes por especies N=32.

<b>Especies</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
<i>Stegastes arcifrons</i>	1693	51,8
<i>Gerres cinereus</i>	523	16,0
<i>Abudefduf troschelii</i>	292	8,9
<i>Xenomugil thoburni</i>	169	5,2
<i>Xenocys jessiae</i>	141	4,3
<i>Haemulon scudderi</i>	67	2,0
<i>Lutjanus argentiventris</i>	61	1,9
<i>Lutjanus novemfasciatus</i>	59	1,8
<i>Sphoeroides annulatus</i>	42	1,3
<i>Thalassoma lucasanum</i>	34	1,0
<i>Labrisomus dendriticus</i>	32	1,0
Otros (N=21)	156	4,8
<b>Total</b>	<b>3269</b>	<b>100,0</b>

Las especies más representativas de Las Negritas fueron: *Halichoeres dispilus* con 29,7%, *Prionurus laticlavius* con 17,9%, *Thalassoma lucasanum* con 16,3%, *Stegastes beebei* con 14,4% mientras que 23 especies aportaron con 4,5% de la abundancia total (Tabla 14).

**Tabla 14.** Número de especies más representativas de Las Negritas, total de individuos y porcentajes por especies N=33.

<b>Especies</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
<i>Halichoeres dispilus</i>	1535	29,7
<i>Prionurus laticlavius</i>	923	17,9
<i>Thalassoma lucasanum</i>	842	16,3
<i>Stegastes beebei</i>	743	14,4
<i>Bodianus diplotaenia</i>	221	4,3
<i>Stegastes arcifrons</i>	206	4,0
<i>Chromis atrilobata</i>	142	2,7
<i>Paranthias colonus</i>	127	2,5
<i>Plagiotremus azaleus</i>	100	1,9
<i>Holocanthus passer</i>	93	1,8
Otros (N=23)	235	4,5
<b>Total</b>	<b>5167</b>	<b>100</b>

Las especies más representativas de Punta Pitt fueron: *Prionurus laticlavus* con 44,9%, *Apogon atradorsatus* con 14,6%, *Thalassoma lucasanum* con 6,7%, *Anisotremus interruptus* con 6,3%, *Halichoeres dispilus* con 6%, *Bodianus diplotaenia* con 5,2%; otras especies (N= 38 especies) representaron el 6,8% (Tabla 15).

**Tabla 15.** Número de especies más representativas de Punta Pitt, total de individuos y porcentajes por especies N=47.

<b>Especies</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
<i>Prionurus laticlavus</i>	4035	44,9
<i>Apogon atradorsatus</i>	1316	14,6
<i>Thalassoma lucasanum</i>	602	6,7
<i>Anisotremus interruptus</i>	568	6,3
<i>Halichoeres dispilus</i>	540	6,0
<i>Bodianus diplotaenia</i>	469	5,2
<i>Stegastes beebei</i>	335	3,7
<i>Paranthias colonus</i>	277	3,1
<i>Abudefduf troschelii</i>	120	1,3
<i>Xenocys jessiae</i>	120	1,3
Otros (N=38)	610	6,8
<b>Total</b>	<b>8992</b>	<b>100,0</b>

Las especies más representativas de Rosa Blanca Coral fueron: *Halichoeres dispilus* con 28,7%, *Thalassoma lucasanum* 22,9%, *Stegastes beebei* con 16,3%, *Apogon atradorsatus* con 6,1%. Otras especies (N= 29) contribuyeron con el 5% del total (Tabla 16).

**Tabla 16.** Número de especies más representativas de Rosa Blanca Coral, total de individuos y porcentajes por especies N= 39.

<b>Especies</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
<i>Halichoeres dispilus</i>	1642	28,7
<i>Thalassoma lucasanum</i>	1308	22,9
<i>Stegastes beebei</i>	934	16,3
<i>Apogon atradorsatus</i>	350	6,1
<i>Prionurus laticlavus</i>	281	4,9
<i>Paranthias colonus</i>	264	4,6
<i>Scarus ghobban</i>	217	3,8
<i>Stegastes arcifrons</i>	195	3,4
<i>Bodianus diplotaenia</i>	161	2,8
<i>Halichoeres nicholsi</i>	81	1,4
Otros (N=29)	285	5,0
<b>Total</b>	<b>5718</b>	<b>100,0</b>

Las especies más representativas de Rosa Blanca Manglar fueron: *Scarus ghobban* 28,62%, *Stegastes arcifrons* 28,18%, *Thalassoma lucasanum* 28,1%, *Abudefduf troschelii* 6,2%; otros (N= 22 especies) representaron sólo el 2,2% (Tabla 17).

**Tabla 17.** Número de especies más representativas de Rosa Blanca Manglar, total de individuos y porcentajes por especies N= 31.

<b>Especies</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
<i>Scarus ghobban</i>	1477	28,6
<i>Stegastes arcifrons</i>	1454	28,2
<i>Thalassoma lucasanum</i>	1450	28,1
<i>Abudefduf troschelii</i>	318	6,2
<i>Stegastes beebei</i>	91	1,8
<i>Lutjanus argentiventris</i>	73	1,4
<i>Lutjanus viridis</i>	63	1,2
<i>Sphoeroides annulatus</i>	62	1,2
<i>Halichoeres dispilus</i>	56	1,1
Otros (N= 22)	116	2,2
Total	5160	100

## 8. DISCUSIÓN

### 8.1. Metodología

La metodología de transectos visuales son en resumen una de las mejores aplicadas al estudio de ictiofauna de arrecifes ([Harmelin-Vivien et al., 1985](#)) ya que representan una opción poco agresiva para recopilar información y son las más ampliamente utilizadas tanto en arrecifes naturales como artificiales ([Relini et al., 1994](#)), son precisos para estimar el número de especies y permiten estudiar los cambios temporales ya que no requiere la extracción de organismos ([Pérez et al., 1996](#)); sin embargo, a la vez presenta limitaciones como la no observación de las especies crípticas, o la subestimación de las abundancias de algunas especies ([Sale y Sharp, 1983](#); [Brock, 1982](#)), principalmente porque se trata de especies altamente móviles (en especial los peces óseos).

La temperatura y las condiciones del mar, en especial en Punta Pitt y Rosa Blanca Coral, fueron factores que dificultaron en cierta medida el trabajo de muestreo, por un lado las temperaturas bajas disminuyen la concentración de los buzos y su resistencia ([Jiménez, 1999](#)), limitando de esta manera el tiempo de las inmersiones y acortando el número de réplicas; mientras que las condiciones del mar como fuertes oleajes y corrientes, y baja visibilidad también dificultan el número de réplicas posibles durante una inmersión.

### 8.2. Diversidad y conservación de peces en San Cristóbal

El estudio se enfocó principalmente en la variación de la diversidad de las comunidades de peces a nivel espacial, y demostró que el tipo de ecosistema fue un factor determinante de la diversidad y riqueza independiente de la temperatura. Para San Cristóbal se registraron un total de 66 especies distribuidas en 32 familias; aunque algunos métodos de estimación acumulativa de especies (Chao2, Jackknife1) indicarían que habrían más de 80 especies entre todos estos sitios. Las 66 especies encontradas corresponden al 15% de las 444 especies registradas y descritas para Galápagos por [Grove & Lavenberg \(1997\)](#) y al 38% de las 175 especies registradas para los estudios de línea base ([Edgar et al., 2002](#)); un total de 47 especies se observaron en Punta Pitt Coral, 31 en Rosa Blanca Manglar y 39 en Rosa Blanca Coral, 33 en las Negritas Rocoso, 32 en Isla Lobos Rocoso y 32 en La Tortuga Manglar; sin embargo, el valor promedio de especies registradas por [Edgar et al., \(2002\)](#) para la isla San Cristóbal en el trabajo de línea base fue sólo de 15, por lo que este trabajo se convierte en pionero al detallar en mayor nivel la biodiversidad de peces en esta isla. Por otro lado, es importante también resaltar que el 10% de las especies registradas en este estudio son endémicas (7 especies) y ninguna de estas está aún evaluada en la lista roja de la UICN.

### 8.3. Variación de la biodiversidad por ecosistemas, sitios y estación climática

La Diversidad  $\lambda$  (dominancia) y riqueza específica (d) presentaron diferencias significativas a nivel de tipo de ecosistema y estación climática, causada por el ecosistema de manglar; es así que “d” fue significativamente inferior en el manglar que en los otros dos ecosistemas, mientras que la dominancia  $\lambda$  fue mayor (casi el doble) en el manglar que en los ecosistemas de coral y rocoso, mientras que no se registraron diferencias significativas a nivel de estación climática (invierno y verano), aunque los índices de riqueza se observan relativamente más altos en invierno que en verano. Las comunidades de peces muestreadas en Punta Pitt Coral, Rosa Blanca Coral y las Negritas Rocoso presentaron el mayor número de especies; evidenciando que los ecosistema coralinos son más biodiversos, la posible razón de la mayor concentración y diversidad de peces en estos hábitats se debe a que las variables estructurales como la cobertura de coral, arena, algas o rocas y la abundancia de invertebrados, además de características topográficas como la profundidad y rugosidad, presentan un efecto positivo en

la aglomeración de especies y abundancia de muchos peces arrecifales, especialmente en aquellas especies que tienen intervalos de movimiento reducido ([Zayas, 2005](#)). Los ecosistemas **coralinos y rocosos** presentan entre todas las características mencionadas, bastante irregularidad en su estructura física, esto significa que contienen una gran cantidad de refugios (grietas, cuevas, fisuras, etc.) para albergar a distintas clases de organismos, en el caso de los peces albergan especies de hábitos crípticos como *Epinephelus labriformis* o *Labrisomus dendriticus* y peces de hábitos nocturnos como el *Apogon atradorsatus* que durante el día se refugian entre las rocas por centenares (Figura 15), es así que podríamos deducir que mientras más irregularidad exista en el ecosistema, mayor será la diversidad que éste presente; además, esta clase de ecosistemas están ubicados a las afueras de la costa, por los que son ricos en nutrientes por lo que están fuertemente influenciados por las corrientes marinas (observación personal en Punta Pitt Coral y Rosa Blanca Coral). El 0,2% del área marina a nivel mundial está ocupada por arrecifes de coral ([Veron et al., 2009](#)), y son los ecosistemas marinos de mayor biodiversidad en el océano, se estima que contienen alrededor de un tercio de todas las especies marinas descritas en el mundo ([Reaka-Kudla, 1997, 2001](#)).



**Figura 15.** Peces cardenales de punta negra (*Apogon atradorsatus*) escondidos en un arrecife rocoso en Punta Pitt.

Por otro, como se mencionó en el párrafo anterior, los ecosistemas de **manglar** presentaron los más bajos índices de riqueza y mayores índices de dominancia, esto se refleja en los sitios de La Tortuga y Rosa Blanca Manglar. [Llerena \(2009\)](#) en su trabajo en donde colectó peces con trasmallo, había registrado en La Tortuga un total de 14 especies de peces y en Rosa Blanca Manglar 10; para este estudio, se obtuvo un total de 32 especies en La Tortuga y 31 en Rosa Blanca Manglar. Las especies que contribuyeron en mayor proporción a los índices de dominancia en La Tortuga fueron *Stegastes arcifrons* (51,8%) y *Gerres cinereus* (16%), mientras que en Rosa Blanca Manglar fueron *Scarus ghobban* (28,6%) y *Stegastes arcifrons* (28,2%), *Thalassoma lucasanum* (28,1%); cabe destacar que *S. ghobban* (Loro barbazul) presenta cierta relevancia ya que todos los individuos observados fueron en su mayoría juveniles, con lo cual se podría afirmar que Rosa Blanca Manglar es un sitio de reclutamiento y crianza para esta especie. Las zonas de manglar estudiadas se encuentran en ensenadas semicerradas y rodeadas de una densa vegetación acuática (manglar), esta característica de hábitat lo hace más valioso y adecuado como refugio de tiburones neonatos y especies de peces en estado juvenil para protegerse de sus depredadores entre las raíces de los mangles

(Llerena, 2009; Yáñez et al., 1998), esto fue confirmado en este estudio, en donde el tiburón punta blanca (*Triaenodon obesus*) y la raya sartén (*Dasyatis brevis*) fue característico en Rosa Blanca Manglar. Los componentes de biodiversidad de estos ecosistemas son únicos debido a que incluyen nichos y son fronteras a nivel de eco-regiones (Yáñez et al., 1998), debido a esta característica de los ecosistemas marinos de manglar, es que la mayoría de peces óseos registrados en este estudio eran de estadíos juveniles.

El sitio conocido como Las Negritas fue el único que mostró diferencias significativas a nivel de estación climática con relación al nivel de riqueza específica, el cual fue mayor en invierno que en verano, mientras que la dominancia fue claramente superior en verano, esto posiblemente se deba a que entre los meses de noviembre a diciembre que se presentó el evento de El Niño Oscilación Sur (ENOS), la temperatura del agua se elevó, lo que produjo una alta actividad reproductiva en algunas especies de peces, lo que explica su elevada riqueza específica y abundancia entre los primeros meses de muestreo (Febrero a Julio) debido a eventos pulsos de reclutamiento derivados de ENOS meses antes, cabe anotar que las diferencias de temperatura en este sitio en el intervalo de las dos estaciones de febrero a agosto (invierno a verano) fluctuó entre 30,5 a 16,5 ° C respectivamente.

#### **8.4. Especies dominantes, tipificantes y discriminantes**

En Punta Pitt Coral, la especie que mostró dominancia (44,9%) durante todo el tiempo de muestreo fue el cirujano de cola amarilla (*P. laticlavus*), el cual al parecer juega un importante rol en el ecosistema de coral de este sitio, ya que su función ecológica es el controlar la población de algas que crecen sobre las rocas y el esqueleto del coral muerto. En la Tortuga (manglar) fue el sitio que mostró el mayor índice de dominancia, representado principalmente por la damisela de cola amarilla (*S. arcifrons*) con el 51,8% de la composición total de especies, la abundancia de esta especie posiblemente se deba a que este ecosistema contiene una extensa cobertura de algas que son la principal fuente de alimento de esta especie, además muchos de los individuos registrados eran juveniles y los manglares son considerados como ecosistemas que proveen de alimento y refugio a una gran variedad de organismos de diferentes niveles tróficos (Yáñez et al., 1998). En Rosa Blanca la especie que mostró el mayor índice de dominancia fue el loro barbazul (*S. ghobban*) en donde la mayor parte de los individuos registrados eran juveniles, posiblemente este sitio es una zona de reclutamiento específica para esta especie, mientras que la damisela de cola amarilla (*S. arcifrons*) fue la segunda especie que contribuyó al índice de dominancia; sin embargo, la misma fue la más dominante en La Tortuga, esta especie pertenecen a la familia Pomacentridae y confirman que los miembros de esta familia son el componente más distribuido y abundante de las comunidades de peces de arrecife y son considerados como herbívoros numéricamente dominantes en ciertos arrecifes y hábitats (Scott y Russ, 1987; Ceccarelli 2007),

Las tres principales especies tipificantes de los ecosistemas **rocosos** fueron *Halichoeres dispilus* con 29,2%, *Stegastes beebei* con 25,8%, *Thalassoma lucasanum* con 12,2%, de las cuales *Halichoeres dispilus* y *Stegastes beebei* contribuyeron también a la dominancia en este ecosistema; lo interesante al comparar estos dos indicadores es que *Priorunus laticlavus* (cirujano cola amarilla) aunque es dominante en este ecosistema en los dos sitios muestreados, no es una especie típica; es decir, que no apareció con mucha frecuencia en los muestreos realizados; por su parte *H. dispilus* y *S. beebei*, normalmente se asocian con fondos rocosos, de arena, y con presencia de coral (Grove & Lavenberg, 1997) y fueron especies ocurrentes y abundantes en la mayoría de los transectos: *S. beebei* fue la especie más abundante en Isla

Lobos, la cual es muy común en hábitats rocosos ([Grove & Lavenberg, 1997](#)), mientras que *H. dispilus* fue la especie más representativa en las Negritas; *T. lucasanum* son peces de hábitos gregarios que se alimentan de plancton en la columna de agua, su rango de profundidad va de 1 a 65 metros, sin embargo prefieren las aguas poco profundas ([Grove & Lavenberg, 1997](#)), se conoce que esta especie es un limpiador ([Trujillo, 2003](#)), podría ser que el ecosistema contribuya en gran medida a la preferencia del hábitat de esta especie y le provea de las condiciones óptimas para ocupar su nicho como especie limpiadora. Las tres especies también contribuyeron a la disimilitud entre los ecosistemas rocoso-coralino y rocoso-manglar, *S. beebei* y *H. dispilus* fueron más ocurrentes en los ecosistemas rocosos que en los manglares especialmente en Isla Lobos y Negritas, mientras que *T. lucasanum* fue una especie discriminante entre los ecosistemas rocoso-coral.

Para los **corales**, fueron cuatro las especies más representativas: *S. beebei*, *H. dispilus*, *T. lucasanum* y *P. laticlavus* (tabla 4), este tipo de ecosistema para estas especies es muy conveniente, especialmente para los hábitos que estas presentan, por ejemplo *P. laticlavus* es una especie que prefiere los sitios con poca profundidad, tal vez esto se debe a que los sitios con cobertura de coral se encuentran por lo general a poca profundidad, contienen una gran cobertura de algas que crecen sobre las rocas gracias a que tienen acceso a los rayos solares, y son el alimento de esta especie, para *T. lucasanum* en los ecosistemas de coral existe la presencia de muchas especies de peces y otros organismos los cuales contienen parásitos que son una de sus fuentes de alimento de la misma, osea una especie limpiadora ([Trujillo, 2003](#)), sin contar con los crustáceos y demás invertebrados que se refugian entre los corales y algas; de entre estas especies, *H. dispilus*, *S. beebei* y *P. laticlavus* contribuyeron a la disimilitud entre los ecosistemas coral- manglar, siendo todas más abundantes en los corales, mientras que *H. dispilus* y *P. laticlavus* fueron las especies discriminantes entre los ecosistemas rocoso- coral, la primera estuvo más presente en el ecosistema rocoso, mientras que la otra lo fue en los coralinos.

En los ecosistemas de **manglar** las especies *S. arcifrons*, *A. troschellii* y *T. lucasanum* fueron las más típicas, *S. arcifrons* fue la especie que contribuyó en gran porcentaje a la dominancia de los manglares, y al mismo esta especie junto con *A. troschellii* repercutieron en la disimilitud entre los ecosistemas de manglar-rocoso y manglar-coral, siendo principalmente abundantes en los manglares, estas dos especies prefieren las aguas poco profundas, y los manglares tienen las condiciones adecuadas para albergarlas, ambas pertenecen a la familia Pomacentridae y son el componente más distribuido y abundante de las comunidades de peces de arrecife y son considerados como herbívoros numéricamente dominantes en ciertos hábitats ([Scott and Russ, 1987](#); [Ceccarelli, 2007](#)).

## 9. CONCLUSIONES

El tipo de ecosistema es determinante para la composición de las comunidades de peces, siendo los ecosistemas de coral los más biodiversos (Punta Pitt), seguido de los ecosistemas rocosos y los manglares. Los manglares representan una zona de reclutamiento para muchas especies de peces, en particular el sitio Rosa Blanca la presencia del scarido (*Scarus ghobban*) en etapa juvenil fue notoria y se podría mencionar que este sitio es específico para el reclutamiento de esta especie.

Las comunidades de peces de los ecosistemas coral y rocoso son más similares en comparación con los manglares, con el cual presentan una marcada disimilitud; sin embargo, no se presentaron mayores diferencias a nivel de estación climática dentro de cada ecosistema.

De la composición de peces observada en los sitios visitados hubo especies que se caracterizaron por ser especies típicas dentro de cada sitio o bien especies discriminantes entre sitios. La damisela de cola anillada (*S. beebei*), la damisela de cola amarilla (*S. arcifrons*), la vieja camaleón (*H. dispilus*), la vieja de Cortéz (*T. lucasanum*) y sargento mayor (*A. troschellii*), fueron típicas para determinados ecosistemas y sitios, en especial la damisela de cola amarilla que resaltó en los ecosistemas de manglar, esta especie es en gran proporción abundante y por lo tanto sería componente biológico esencial para estos ecosistemas. Entre las especies discriminantes encontramos a la damisela de cola anillada (*S. beebei*), la damisela de cola amarilla (*S. arcifrons*), la vieja camaleón (*H. dispilus*) y el cirujano de cola amarilla (*P. laticlavius*), de los cuales los tres primeros fueron discriminantes entre los ecosistemas coral-manglar y rocoso-manglar, mientras que el cirujano de cola amarilla (*P. laticlavius*) lo fue para los ecosistemas rocoso-coral.

Este trabajo se convierte en pionero porque detalla la biodiversidad de peces en la isla San Cristóbal, lo cual se lo resume de manera muy superficial en los estudios de línea base de la Reserva Marina de Galápagos. De todas las especies que se documentaron, tan solo el 10% fue de especies endémicas (7 especies), y la gran mayoría estuvo representada por especies de origen Indo-Pacífico, seguido de especies de amplia distribución, mientras que el índice de especies endémicas es muy bajo.

## 10. RECOMENDACIONES

Este trabajo es un estudio pionero, por lo tanto las futuras investigaciones sobre peces enfocados en San Cristóbal deberían tener como referencia este trabajo.

Se enfocó la investigación tomando en cuenta principalmente la distribución de peces a nivel espacial, una futura investigación deberá estar enfocada en el ámbito temporal tomando como mínimo los doce meses del año; además de los efectos sobre la estructura de la comunidad de otros tipos de factores tales como nivel de marea, corrientes marinas, oleaje, efectos de la zonificación, etc.

Otra parte importante, es evaluar hasta qué punto las actividades antropogénicas (turismo y pesca) afectan la estructura de los ecosistemas, y cuáles serían los límites o soportes en resiliencia y homeostasia con la pérdida de biodiversidad derivada de estas actividades.

Otros temas importantes que pueden derivarse de este estudio, son los estudios sobre reclutamiento de peces óseos y cartilagosos que ocurren dentro de cada uno de estos hábitats, y su importancia para el manejo de especies comerciales. La abundancia y hábitos nocturnos de algunas especies podrían ser también temas de estudio para el futuro.

Estudio de diversidad de peces en arrecifes artificiales y de bajos someros deberían ser también prioritarios como temas de investigación.

## 11. REFERENCIAS:

- Ackermman, J.L. y D.R. Bellwood. 2000. Reef fish assemblages: a re-evaluation using enclosed rotenone stations. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 206: pp 227-237.
- Aburto-Oropeza, O. y E. F., Balart. 2001. Community structure of fish in several habitats of a rocky reef in the Gulf of California. *Mar. Ecol.* 22 (4): pp 287-305.
- Aguilar, F., X. Chalén & C., Villón. 2005. Plan de Acción Nacional de Tiburones. Instituto Nacional de Pesca. Proceso de Investigación Recursos Bioacuáticos y Ambiente. Ecuador. 18p.
- Allen, G. y D. Ross-Robertson. 1994. *Fishes of Tropical Eastern Pacific*, University of Hawaii Press, Honolulu. 332p.
- Banks, S. 2002. Ambiente físico. In: Danulat E, Edgar GJ, editors. Reserva Marina de Galápagos. Línea Base de la Biodiversidad. Santa Cruz, Galápagos, Ecuador: Fundación Charles Darwin y Servicio Parque Nacional de Galápagos; 2002. pp 22–37.
- Bustamante, R. H., Wellington, G. M., Branch, G. M., Edgar, G. J., Martínez, P., et al. 2002. Outstanding marine features of Galápagos. *En: R Bensted-Smith & E Dinnerstein (eds.), A Biodiversity Vision for the Galapagos Islands: An Exercise for Ecoregional Planning*, pp 60–71. WWF, Washington DC, USA.
- Brock, R. E. 1982. A critique of the visual census method for assessing coral reef fish population. *Bulletin of Marine Science*, 32(1): pp 269-276.
- Caselle, J. E. 1999. Early post-settlement mortality in a coral reef fish and its effects on local population size. *Ecol Monogr*.
- Ceccarelli, D. M. 2007. Modification of benthic communities by territorial damselfish: a multi-species comparison. *Coral Reefs* 26: pp 853–866. doi:10.1007/s00338-007-0275-1.
- Chávez, J. C. 2008. Caracterización y estructura de la ictiofauna de arrecifes rocosos y coralinos en Punta Carrizal, Colima, México para fines de inventario y conservación de la diversidad animal. Universidad de Colima Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. DJ020. México D. F.
- Danulat, E., y G. J., Edgar (eds). 2002. Reserva Marina de Galápagos. Línea Base de la Biodiversidad. Fundación Charles Darwin/Servicio Parque Nacional Galápagos, Santa Cruz, Galápagos, Ecuador. 484 pp.
- Edgar, G., J. M. Farina., M. Calvopina., C. Martinez., S. Banks. 2002. Comunidades submareales rocosas II: Peces y macroinvertebrados móviles. *En: Reserva Marina de Galápagos. Línea Base de la Biodiversidad (Danulat E & GJ Edgar, eds.)*. pp 68-92. Fundación Charles Darwin/Servicio Parque Nacional Galápagos, Santa Cruz, Galápagos, Ecuador.
- Edgar, G., S. Banks., J. M. Farina., M. Calvopina., C. Martinez. 2004. Regional biogeography of shallow reef fish and macro-invertebrate communities in the Galapagos archipelago. *Journal of Biogeography (J. Biogeogr.)* (2004) 31, pp 1107–1124.

- Espinoza, E., Murillo, J. C., Toral, M. V., Bustamante, R. H., Nicolaidis, F., et al. 2001. La pesca en Galápagos: comparaciones de las capturas entre 1997–2000. *En: Fundación Natura - WWF (eds.), Informe Galápagos 2000–2001*, pp. 55–64. Quito, Ecuador.
- Galzín, R. 1987. Structure of fish communities of French Polynesian coral reefs. I. Spatial scales. *Mar. Ecol. Prog. Ser* 41, pp 129-136.
- Glynn, P. W., Bernhard Riegl, Adrienne M. S. Correa & Iliana B. Baums. 2009. Rapid recovery of a coral reef at Darwin Island, Galápagos islands. *Journal Galápagos Research* (66). 76. pp 6-13.
- Glynn, P. W., Wellington, G. M. & J. W., Wells. 1983. Corals and Coral Reefs of the Galápagos Islands. Univ. California Press, Berkley & Los Angeles, California, USA, 330p.
- Grove, S. J. & R. J. Lavenberg. 1997. The Fishes of the Galápagos Islands. Standfort University Press, Standfort. California, pp 859-32.
- Grove, S. J., S. Massay y S. García. 1984. Peces de las Islas Galápagos. Instituto Nacional de Pesca. Vol VII – 2, Guayaquil-Ecuador, 157p.
- Harmelin – Vivien, M. L., J. G. Harmelin, C. Chauvet, C. Duval, R. Galzín, P. Lejeune, G. Barnabe, F. Blanc, R. Chevalier, J. Duclerc y G. Lasserre. 1985. Evaluation visuelle des pleupements et populations de poissons: methodes et problems. *Terre Vie* 40: 467-539.
- Hearn, A. 2008. The rocky path to sustainable fisheries management and conservation in the Galápagos Marine Reserve. *Ocean & Coastal Management* 51 (8-9): 567-574.
- Heylings P, Bensted-Smith R, Altamirano M. 2002. Zonificación e historia de la reserva marina de Galápagos. In: Danulat E, Edgar GJ, editors. Reserva Marina de Galápagos. Línea Base de la Biodiversidad. Santa Cruz, Galápagos, Ecuador: Fundación Charles Darwin y Servicio Parque Nacional de Galápagos; 2002. pp. 10–21.
- Jiménez, S.V. 1999. Abundancia y estructura comunitaria de peces de arrecife rocoso en la zona de Isla Cerralvo, B.C.S, México. Instituto Politécnico Nacional/Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. La Paz, B.C.S., México. 91p.
- Lecchini, D., Adjeroud M., Pratchett. M., Cadoret. L. y Galzín. R., 2003. Spatial structure of coral reef fish communities in Ryukyo Islands, Southern Japan. *Oceanologica Acta*, 26: pp 537-547.
- Llerena, Y. 2009. Identificación de tiburones juveniles y caracterización de sus hábitats en las zonas costeras de pesca de la isla San Cristóbal – Reserva Marina de Galápagos. Ecuador. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales. 66p - 24t - 24fig.
- Murillo, J. C., Espinoza, E., Edgar, G. J., Nicolaidis, F., Andrade, R., et al. 2002. La pesca artesanal en Galápagos: comparación de indicadores entre 1997–2001. *En: Fundación Natura - WWF (eds.), Informe Galápagos 2001–2002*, pp 55–64. Quito, Ecuador.
- Nisbet, K. 2007. Zooplankton composition in the mangroves and reefs of the Las Perlas Archipelago, Panamá. School of Life Sciences, Heriot-Watt University, Edinburg, 30p.

Pérez, H., F. Galván, L. A. Abitia. 1996. Variaciones temporales y espaciales en la estructura de la comunidad de peces de arrecifes rocosos del Suroeste del Golfo de California, México. *Ciencias Marinas*, 1996, 22(3): pp 273-294.

Reaka-Kudla, M.L. 1997. Global biodiversity of coral reefs: a comparison with rainforests. In: Reaka-Kudla, M.L., Wilson, D.E. (Eds.), *Biodiversity II: Understanding and Protecting Our Biological Resources*. Joseph Henry Press.

Reaka-Kudla, M.L. 2001. Known and unknown biodiversity, risk of extinction and conservation strategy in the sea. *Waters in Peril*, pp 19–33.

Reck, G. 1983. *The Coastal Fisheries in the Galapagos Islands, Ecuador. Description and Consequences for Management in the Context of Marine Environmental Protection and Regional Development*. Doctoral Thesis. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät, Christian-Albrechts-Univ., Kiel, Alemania, 233p.

Relini, M., G. Torchia y G. Relini. 1994. Seasonal variation of fish assemblages in the Loano artificial reef (Ligurian sea Northwestern-Mediterranean). *Bulletin of Marine Science*. 55: pp 401-417.

Rivera, F.E. 2005. Biodiversidad marina de la Puntilla de Santa Elena. En: *Ordenamiento Territorial Costero–Marino y Declaratoria de Áreas Protegidas en Salinas* (Félix, F., F. Garzón., R. Navarrete., F. Hernández., B. Haase., F. Rivera., J. Véliz., L. Arriaga., M. Morales., A. Dahik., P. Martínez eds). pp 25-27. Gobierno del Cantón Salinas/Fundación Ecuatoriana para el Estudio de Mamíferos Marinos (FEMM)/Fundación Natura-Capítulo Guayaquil. Salinas. Ecuador.

Ruttemberg, B. 2001. Effects of Artisanal Fishing on Marine Communities in the Galapagos Islands. *Conservation Biology*, Vol. 15, No. 6 (Dec., 2001), pp. 1691-1699.

Ruttemberg, B., A. J. Haupt., A. I. Chiriboga., R. R. Warner. 2005. Patterns, causes and consequences of regional variation in the ecology and life history of a reef fish. *Oecologia* (2005), 145: pp 394-403.

Ryer, C. and B. Olla. 1995. Influences of food distribution on fish foraging behavior. *Anim. Behav.* 49: pp 411-418.

Sale, P. F. 1991. *The Ecology of fishes on coral reef*. Academic Press. U.S.A. 75p.

Sale, P. F y B. J. Sharp. 1983. Correction for bias in visual transect censuses of coral reef fishes. *Coral Reef*, 2: pp 37-42.

Scott, F. J., Russ, G. R. 1987. Effects of grazing on species composition of the epilithic algal community on coral reefs of the central Great Barrier Reef. *Mar Ecol Prog Ser* 39: pp 293–304. doi:10.3354/ meps039293

Shima, J. S. 1999. An evaluation of processes that influence variability in abundance of a coral reef fish. Ph. D. Dissertation, University of California at Santa Bárbara.

- Thomson, D. A., L. T. Findley y A.N. Kerstitch. 1979. Reef fish of the sea of Cortéz. University of Arizona Press, Boulder. 302p.
- Trujillo, O. 2003. Reclutamiento de peces de arrecife en Isla Cerralvo y Punta Perico, B.C.S, México. Instituto Politécnico Nacional/Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. La Paz, B.C.S., México. 77p.
- Vásquez, J., P. Camus, F. Ojeda. 1998. Diversidad, estructura y funcionamiento de ecosistemas costeros rocosos del norte de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 71, pp 479-499.
- Veron, J. E. N., O. Hoegh-Guldberg., T. M. Lenton., J. M. Lough., D. O. Obura., P. Pearce-Kelly., C. R. C. Sheppard., M. Spalding., M. G. Stafford-Smith., A. D. Rogers. 2009. The coral reef crisis: The critical importance of <350 ppm CO<sub>2</sub>. *Marine Pollution Bulletin* (58): pp 1428-1436.
- Villareal, A. 1988. Distribución y diversidad de peces en el arrecife coralino de Cabo Pulmo – Los Frailes, B.C.S. Tesis de licenciatura. UABCS, La Paz, B.C.S., México. 144p.
- Wellington, G. M. 1975. The Galápagos Coastal and Marine Environments. A resource report to the Department of National Parks and Wildlife. Quito, Ecuador, 357p.
- Wellington, G. M. 1984. Marine environment and protection. *En*: R. Perry. (ed.), *Key Environments: Galápagos*, pp 247–263. Pergamon Press, Oxford.
- Wilson, R., J. Wilson. 1985. *Watching Fishes. Understanding Coral Reef Fish behavior.* Gulf Publishing Company. New York, 268p.
- Yáñez, A., R. R. Twilley., A. L. Lara. 1998. Los ecosistemas de manglar frente al cambio climático global. *Revista Madera y Bosques* 4(2), 1998: pp 3-19
- Zayas, J. A. 2005. Análisis temporal de la estructura comunitaria de los peces crípticos asociados a un arrecife artificial en Punta Diablo, Bahía de la Paz, B.C.S., México. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. 84p.

## GLOSARIO

**Abundancia:** Número de organismos en un lugar determinado.

**Afloramiento (upwelling):** Es un fenómeno oceanográfico que consiste en el movimiento vertical de las masas de agua, de niveles profundos hacia la superficie.

**Arrecife:** Desde el punto de vista ecológico, es cualquier estructura sumergida que provee de un sustrato duro para el crecimiento de vida marina (Thomson *et al.*, 2000).

**Comunidad:** Grupos de poblaciones de plantas y animales en un sitio dado; unidad ecológica empleada en sentido amplio para incluir grupos de diversos tamaños y grados de integración (Krebs, 2000).

**Competencia:** La competencia se puede definir como una interacción biológica entre organismos o especies en la cual la aptitud o adecuación biológica de uno es reducida a consecuencia de la presencia del otro.

**Condriictios:** Clase de peces que tienen el esqueleto cartilaginoso, escamas óseas, múltiples dientes y una línea lateral sensible a la presión del agua que les advierte del peligro o de la presencia de presas.

**Depredación:** En Ecología la depredación es un tipo de relación interespecífica que consiste en la caza y muerte que sufren algunas especies (presa), por parte de otros que se los comen llamados depredadores o predadores.

**Dinámica poblacional:** Es el desarrollo en el tiempo y en el espacio de una población, y está determinada por factores que actúan en el organismo, en la población y en el medio ambiente. Se refiere a la dispersión, a la densidad y al crecimiento.

**Diversidad:** Valor que representa la riqueza de especies y la distribución de la abundancia entre ellas. Entre mayor es su valor se supone mayor complejidad de la estructura.

**Dominancia:** Condición en que una o más especies de una comunidad, por virtud de su número, cobertura o tamaño, ejerce influencia considerable sobre las demás especies o controla las condiciones de su existencia (Krebs, 2000).

**Ecología:** Es la ciencia que estudia a los seres vivos, su ambiente, la distribución y abundancia, cómo esas propiedades son afectadas por la interacción entre los organismos y su ambiente.

**Especies discriminantes:** Son las especies que están presentes en un determinado ecosistema, pero ausentes en otros.

**Especies tipificantes:** Son las especies que ocurren dentro de la mayoría de los transectos en un área en específico.

**Estructura comunitaria:** Estado particular que guarda la comunidad en un espacio y tiempo dados. Se define en términos de sus atributos, tales como riqueza, dominancia, diversidad, biomasa, etc.

**Fusiforme:** Son objetos u organismos en forma de huso (antiguo instrumento utilizado para Hilar), es decir, alargado y con las extremidades más estrechas que el centro; elipsoide alargado.

**Hábitat.** Espacio utilizado por un organismo en conjunto con otros con los cuales coexiste y los elementos climáticos que lo afectan (Aburto, 1999).

**Herbívoros:** En la zoología, un herbívoro es un animal que se alimenta principalmente de plantas.

**Ictiofauna.** Fauna que integra el grupo de los peces.

**Índices de dominancia:** Son los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies.

**Índices de similitud:** Expresan el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas.

**Limpiador facultativo:** Un animal que se alimenta de los ectoparásitos de otro animal, en adición a su modo normal de alimentación (Thompson et al., 2000).

**Monitoreos:** Metodología empleada para monitorear y contar organismos usando la vista.

**Peces de arrecife:** Son aquellos que su vida está íntimamente asociada con el substrato rocoso con fines de alimentación, refugio y reproducción (Thompson et al., 2000).

**Reclutamiento.** Incremento de una población natural usualmente resultante de la entrada y supervivencia de los individuos (post-larvas) que se asientan en un biotopo de la población adulta en un tiempo dado (Pile et al., 1996; Krebs, 2000).

**Riqueza específica:** Número total de especies obtenido por un censo de la comunidad.

**Transectos:** Línea recta de una determinada longitud y anchura que sirve de referencia para delimitar un área (English et al., 1997).

# ANEXOS

### Descripción de las principales especies de peces óseos registradas

Gran parte de la información de los peces mencionados a continuación fue obtenida de Grove & Lavenberg (1997); aunque la parte de Registros en la isla San Cristóbal fue recogida de este estudio.

#### *Prionurus laticlavius* (Valenciennes, 1846)

Cirujano de cola amarilla – Razor surgeonfish



**Morfología:** Presenta un cuerpo de color gris; dos barras negras e la cabeza; Tres espinas blancas en el pedúnculo caudal; aleta caudal de color amarillo; los juveniles son de color plateado, aunque se ha registrado morfotipos de cuerpo color amarillo (Figura 14) con aleta caudal amarilla y no presenta barras negras.



**Figura 14.** Muestra ejemplares juveniles de *P. laticlavius* de color amarillo junto a ejemplares del color característico de la especie.

**Historia natural:** Es herbívoro, se alimenta de las algas adheridas a las rocas y corales en escuelas conformadas por muchos individuos.

**Hábitat en Galápagos:** Es la especie de pez cirujano más comúnmente vista, se la encuentra en aguas poco profundas, usualmente en grandes escuelas. Las larvas son planctónicas, los juveniles se los observa usualmente en pequeñas pozas.

**Registros en San Cristóbal:** Punta Pitt, Isla Lobos, Rosa Blanca, Negritas.

***Halichoeres dispilus* (Günther, 1864)**

Vieja Camaleón – Chameleon wrasse



Los machos y las hembras son de color violeta-rojo con una aleta caudal oscura, de cuerpo ligeramente rosado con bandas azules, y línea lateral azul, los machos presentan cabeza roja; una pequeña mancha negra a veces presente, ambos sexos son capaces de cambiar de color, de azul claro a rojo; la aleta caudal presenta un margen azul oscuro, en los machos en segunda fase es violeta-púrpura, con líneas azules en la cabeza y puntuaciones oscuras en el dorso y los costados y una mancha humeral con un anillo externo de color azul, los juveniles tienen dos líneas oscuras a lo largo del cuerpo.

Cuerpo ligeramente comprimido en forma de cigarrillo, aleta caudal redondeada, las hembras presentan mayor tamaño que los machos con tres manchas, una en la parte superior de la aleta pectoral, una en la base de la aleta dorsal, y la tercera en la base de la cola.

**Historia Natural:** Son carnívoros de pequeños invertebrados en hábitats arenosos y coralinos, prefieren las áreas rocosas cerca de los arrecifes a profundidades de entre 2 a 27 metros. En la noche se refugian en la arena.

**Hábitat en Galápagos:** principalmente común en fondos de arena cerca de áreas con abundancia de corales en las islas centrales y del sur; posiblemente ausente en la parte oeste del Archipiélago.

**Registros en San Cristóbal:** Punta Pitt, Isla Lobos, Rosa Blanca, Negritas y La Tortuga.

***Thalassoma lucasanum* (Gill, 1863)**

Vieja de Cortéz o vieja arco iris – Cortéz wrasse or rainbow wrasse



Cuerpo pequeño en forma de cigarrillo, los adultos son de color amarillo con una gran franja negra bordeada en rojo, color claro en la parte inferior, la fase terminal (Supermacho) son de color púrpura o azul oscuro con el lomo de color amarillo-limón. Diferentes fases sexuales han sido demostradas que relatan varios comportamientos reproductivos.

**Historia Natural:** Se los observa en la columna de agua en pequeñas agregaciones alimentándose de plancton, o sobre el fondo alimentándose de pequeños invertebrados, a profundidades entre 1 y 65 metros.

**Hábitat en Galápagos:** Común en aguas poco profundas a través de las islas, excepto en la parte oeste del Archipiélago.

**Registros en San Cristóbal:** Punta Pitt, Isla Lobos, Rosa Blanca, Negritas y La Tortuga.

***Stegastes arcifrons* (Heller y Snodgrass, 1903)**  
Damisela de cola amarilla – Yellowtail damselfish



Los adultos presentan un cuerpo de color gris oscuro a negro, con marcas amarillo-anaranjadas; labios, cola y aletas pectorales de color amarillo o amarillo-naranja, algunos individuos presentan parches grises e iridiscencia púrpura; el margen posterior de las aletas dorsales y anales a veces también son amarillos; ojos color azul brillante; los juveniles son similares a los adultos, solo que más amarillos en la parte anterior del cuerpo.

Cuerpo de forma oval; aleta caudal muy emarginada, los rayos en la parte media superior son más largos que los de la porción inferior; dientes pequeños con bordes aplanados, elongados, incisiformes, inflexibles y uniseriados; hueso preorbital ancho y entero; margen del preopérculo y suborbital serrado; línea lateral inconspicua e incompleta.

**Historia Natural:** Los miembros de este género son omnívoros, se alimentan de algas e invertebrados, incluyendo gusanos tubícolas, pequeños crustáceos y tentáculos de anémonas. La dieta de estas especies en Galápagos sin embargo no ha sido determinada. Los adultos son territoriales y agresivos, ahuyentan a otros peces e invertebrados de sus territorios de alimentación y reproducción.

**Hábitat en Galápagos:** Áreas rocosas y regiones donde los corales son predominantes. *Stegastes arcifrons* es una especie simpátrica junto con *S. beebei* pero la densidad de las poblaciones de ambas especies varía entre el Archipiélago

**Registros en San Cristóbal:** Punta Pitt, Isla Lobos, Rosa Blanca, Negritas y La Tortuga.

***Stegastes beebei* (Nichols, 1924)**  
Damisela de cola anillada – Ringtail damselfish



Los adultos son un poco cafecos, a veces con un color gris pálido en la cabeza; los márgenes de de las aletas pectorales son de color amarillo-anaranjado; presentan una barra anaranjada-café sobre el ojo; labios color café pálido; un anillo blanco alrededor del pedúnculo caudal; los juveniles presentan la cabeza de color azul; cuerpo de color rojo brillante; los individuos más pequeños desarrollan un prominente ocelo azul con margen de color rojo, que lo pierden cuando alcanzan un tamaño de 6 cm.

**Historia Natural:** hábitos alimenticios similares a los de *S. arcifrons*. El hábito reproductor de esta especie ha sido documentado por acuarios (Breder, 1932; Breder y Coats, 1933). Los individuos mueven sus aletas a manera de abanico para remover la arena de una determinada superficie rocosa, la hembra nada sobre el área escogida, y toca la superficie de la roca con su parte ventral, seguida por el macho luego deposita una masa circular de huevos sobre la roca. Los huevos son constantemente atendidos por ambos peces, tiempo en el cual son venteados con las aletas pectorales, los huevos eclosionan en cinco días a una temperatura de 22°C.

**Hábitat en Galápagos:** Prefieren regiones rocosas y áreas con coral; es común, pero no en grandes números; usualmente en parejas de adultos; territoriales.

**Registros en San Cristóbal:** Punta Pitt, Isla Lobos, Rosa Blanca, Negritas y La Tortuga.

***Apogon atradorsatus* (Heller y Snodgrass, 1903)**

Cardenal punta negra – Black tipped cardinalfish



Cuerpo color rosado translúcido a rojo brillante, se distingue del *A. dovii* por no presentar una barra negra en la parte media del cuerpo ni la mancha negra en el pedúnculo caudal; las aletas dorsales son oscuras, la segunda presenta la punta de color negro; muchos especímenes de Galápagos presentan una distintiva mancha negra en la membrana de la segunda aleta dorsal; aleta anal oscura o transparente; las puntas de terminales de los rayos de la aleta caudal están muy pigmentados.

**Historia Natural:** Son carnívoros nocturnos, se alimentan individualmente o en pequeñas agregaciones, las cuales por lo general permanecen cerca del sustrato. Buscan refugio entre los corales y rocas. En la noche se los observa alimentándose del plancton en la columna de agua.

Durante el día se los puede encontrar en pequeñas agregaciones que se refugian en cuevas y bordes de lava. Ocasionalmente se puede ver a los juveniles durante el día escondidos entre las espinas elongadas del erizo negro, *Diadema mexicana*. Este comportamiento de esconderse entre los erizos es característico de muchos apogónidos.

**Hábitat en Galápagos:** Ampliamente distribuido a lo largo de las orillas rocosas y áreas de arrecifes, y son considerados la especie de cardenal más común entre el Archipiélago.

**Registros en San Cristóbal:** Punta Pitt, Rosa Blanca e Isla Lobos.

*Scarus ghobban* (Forsskål, 1775)  
Loro barbazul – Bluechin parrotfish



Los machos son usualmente oscuros, con escamas escarlatas delineadas en rosado y azul oscuro o un parche púrpura debajo de la mandíbula inferior; muchas líneas púrpuras irradian posteriormente a los ojos; las aletas dorsales y anales son de color púrpura-rosado, con el borde distal azul-verde; las hembras son anaranjado pálido con manchas azules que forman cinco barras laterales irregulares. Los individuos pequeños de ambos sexos forman una cápsula de mucus "cocoon" en las cuales duermen durante la noche.

**Historia Natural:** Se alimentan de algas, las cuales son arrancadas de la superficie de las rocas o al triturar pedazos de coral, esta especie es susceptible a las bajas temperaturas.

**Hábitat en Galápagos:** Su rango aparentemente va a través de aguas poco profundas en el Archipiélago, son más abundantes en regiones donde se desarrollan corales.

**Registros en San Cristóbal:** Punta Pitt, Isla Lobos, Rosa Blanca y Negritas.

*Paranthias colonus* (Valenciennes, 1855)  
Gringo - Creolefish



Cubierta roja en la porción superior del cuerpo, rojo pálido en la parte inferior, se vuelven pálidos y moteados en la noche; poseen un arco de cuatro o cinco manchas pequeñas y azules a cada lado del cuerpo cerca de la base de la aleta dorsal; Los juveniles son rosados con manchas dorsales de color azul brillante.  
Aleta caudal lunada, profundamente curvada.

**Historia Natural:** Esta especie es frecuentemente encontrada en el estómago del Bacalao (*Mycteroperca olfax*), usualmente preferido como carnada por los pescadores, este pez se alimenta de peces pequeños y organismos planctónicos. Se los observa frecuentemente alrededor de los botes. Es una fuente importante de alimento para el piquero de patas azules, *Sula dactylatra* (Harris, 1969).

**Hábitat en Galápagos:** Se lo encuentra a través de las islas; durante el día se alimentan en escuelas en la columna de agua. En la noche se dispersan cerca del fondo para descansar y experimentan un cambio de color muy marcado. Duermen entre las rocas y los corales, y presentan un color café-gris pálido, fase moteada.

**Registros en San Cristóbal:** Punta Pitt, Isla Lobos, Rosa Blanca, Negritas y La Tortuga.

***Xenocys jessiae* (Jordan y Bollman, 1890)**

Ojón rayado – Black stripped salema



Color gris-plateado, con la parte ventral de color blanco-plateado; siete rayas negras en la porción superior y a los lados, que se extienden cruzando el ojo y la cabeza; aletas oscuras, excepto las aletas pélvicas, que son plateadas.

La porción dorsal es levemente elevada, cuerpo delgado; mandíbula inferior algo proyectada; aletas dorsales ampliamente separadas; aletas pectorales largas y punteadas.

**Historia Natural:** Se alimentan de plancton, nadan en densas escuelas en aguas poco profundas.

**Hábitat en Galápagos:** Se lo encuentra a través de las islas centrales y del sur, pero durante el evento del Niño 1982-1983, su número decreció significativamente, pero a partir de 1989 los stocks locales se han recuperado.

**Registros en San Cristóbal:** Punta Pitt, Isla Lobos, Rosa Blanca, Negritas y La Tortuga.

***Bodianus diplotaenia* (Gill, 1863)**

Vieja mexicana o vieja de cola ribeteada – Mexican hogfish or streamer hogfish



Los machos son de gran tamaño y presentan un color gris-verde, con una cresta o abultamiento en la cabeza; una barra amarilla a cada lado del cuerpo; mandíbula inferior rosada; presenta extensiones en las aletas dorsales, anal y caudal; los sub-adultos machos son de color amarillo-limón, se parecen a la hembras en la forma del cuerpo; las hembras adultas son de color oliva con una cola de color amarillo-anaranjado y dos barras cafeces interrumpidas. Durante la noche esta especie produce una cápsula de mucus que envuelve su cuerpo.

**Historia Natural:** Los lábridos se alimentan de cangrejos, moluscos y estrellas de brazos frágiles, también se los ha observado alimentándose del erizo lapicero, *Eucidaris thouarsi*. La vieja mexicana siempre inicia su vida como hembra, posteriormente se convierten en machos. Los machos defienden temporalmente los territorios de reproducción, el cambio de sexo se da a través de las condiciones sociales, pero también guarda un componente genético.

**Hábitat en Galápagos:** Es común a través de las islas, generalmente en grupos de más de diez, habitan en áreas con jardines de algas, arrecifes de coral y fondos rocosos; los machos grandes son territoriales y menos abundantes que las hembras

**Registros en San Cristóbal:** Punta Pitt, Isla Lobos, Rosa Blanca, Negritas y La Tortuga.

***Abudefduf troschelli* (Gill, 1863)**

Sargento mayor – Sergeantmajor



De color amarillo, con cinco o seis barras verticales; una pequeña mancha negra en la base de cada aleta pectoral.

Dientes incisiformes; uniseriados; hueso preorbital liso, entero; margen del preopérculo liso; aleta dorsal con 13 espinas y de 12-13 rayos; aleta anal con 2 espinas y de 12-13 rayos segmentados.

**Historia Natural:** Usualmente vistos alimentándose del plancton en la columna de agua, pero también conocido por alimentarse de algas y pequeños invertebrados bentónicos. Los machos toman una coloración azul durante el cortejo y cuando están cuidando los huevos; la masa de huevos de color rojo oscuro-púrpura está usualmente adherida en las grietas de las rocas de lava o corales.

**Hábitat en Galápagos:** Se lo encuentra en aguas poco profundas a través de las islas en pequeñas agregaciones cerca de ecosistemas de coral y rocoso, aunque también se los observa en los manglares.

**Registros en San Cristóbal:** Punta Pitt, Isla Lobos, Rosa Blanca, Negritas y La Tortuga.

*Anisotremus interruptus* (Gill, 1863)  
Zapatilla – Yellowtail grunt



Presentan un color plateado-gris a café pálido, y es de color claro en la parte inferior; aletas pectorales amarillo oscuro, las otras aletas amarillas, cada escama de la parte superior del cuerpo tienen una mancha café en su base. Los juveniles tienen una banda lateral media, una banda dorsolateral y una mancha caudal.

**Historia Natural:** Primariamente nocturnos, se alimentan de invertebrados bentónicos, ocasionalmente se alimentan de pequeños peces.

**Hábitat en Galápagos:** Se los encuentra a través de las islas en pequeñas agregaciones; los individuos grandes son ocasionalmente solitarios.

**Registros en San Cristóbal:** Punta Pitt, Isla Lobos, Rosa Blanca, Negritas y La Tortuga.

***Gerres cinereus* (Artemi, 1792)**  
Mojarra blanca – White mojarra



En la porción dorsal del cuerpo son de color plateado-gris, levemente plateados en la porción media, la parte ventral blanca; de 7-8 barras verticales oscuras a cada lado del cuerpo, a veces presentes; aletas dorsales y anales de color verde-amarillo con puntitos oscuros; el axis de las aletas pectorales es negro; aleta caudal oscura. Los juveniles tienen un tamaño de 19-38 mm y presentan una serie de 5-6 barras interrumpidas a cada lado del cuerpo que se extienden sobre el pedúnculo caudal.

Cuerpo marcadamente comprimido.

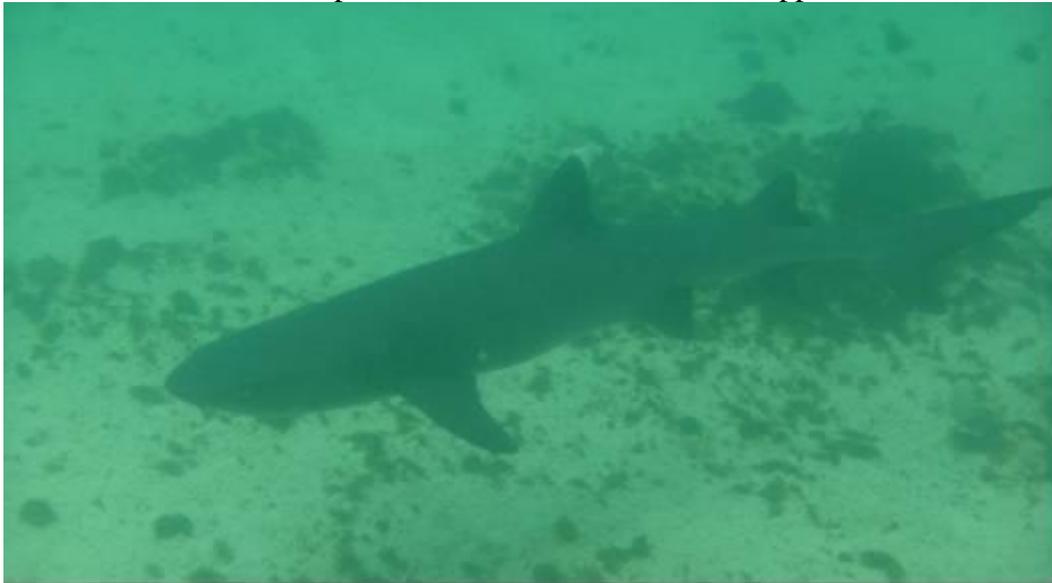
**Hábitat en Galápagos:** Se la encuentra a través de todo el Archipiélago, sobre bancos de arena a poca profundidad. Los adultos de gran tamaño han sido observados en aguas profundas adyacentes a áreas arrecifales.

**Registros en San Cristóbal:** Punta Pitt y La Tortuga.

## Principales especies de peces cartilagosos registrados en los muestreos

### *Triaenodon obesus* (Rüppell, 1835)

Tintorera o tiburón punta blanca de arrecife – White tipped reef shark



La parte superior del cuerpo es de color gris, frecuentemente con manchas negras, y blanco en la parte inferior; la punta de la primera aleta dorsal y la porción superior de la aleta caudal son de color blanco; no presenta marcas blancas en las aletas pectorales, que es la característica que le distingue del tiburón punta blanca (*Carcharhinus albimarginatus*). Cabeza redondeada y con la superficie superior deprimida; la boca se encuentra en el borde frontal, cerca del hocico; espiráculos ausentes; presenta narinas con repliegues triangulares unidos a una superficie interna; los dientes presentan una cúspide media y ocasionalmente de una a dos cúspides en la base, la forma de los dientes está adaptada para capturar y retener presas escondidas en grietas o refugios.

**Historia natural:** Vive en aguas tropicales claras cerca de la costa, y es bastante común en o alrededor de arrecifes coralinos; se encuentra generalmente cerca del fondo, en cuevas y grietas rocosa de aguas someras. Son vivíparos, y llegan a tener de 1 a 5 embriones por camada. Se alimenta de una variedad de peces de arrecife, también de pulpos, langostas y cangrejos.

**Registros en San Cristóbal:** Rosa Blanca.

***Dasyatis brevis* (Garman, 1880)**

Raya sartén – Diamond stingray



Cuerpo de color oliva, café oscuro o gris en la parte superior, y color blanco crema en la parte inferior. Su cuerpo es de forma discoidal y subcuadrangular, parecido a la forma de un diamante, márgenes anteriores punteados; tamaño de la cola relativamente corto, menor a la mitad de la longitud del disco; aletas dorsal y caudal ausentes; presenta pliegues largos y verticales en la parte superior e inferior de la punta de la cola.

**Historia natural:** A través de rápidos movimientos de las aletas pectorales, puede desenterrar a una variedad de invertebrados y devorarlos, ocasionalmente también se alimenta de peces. Esta especie está equipada con dientes aplanados (pavimentosos) que utilizan para aplastar a su presa y su mandíbula es extremadamente poderosa, cuando se alimenta frecuentemente le acompañan peces de otras especies como *Sphoeroides annulatus*, los cuales hurgan, cuando la raya expone a sus presas. Son ovovivíparos y las camadas de más de 6 crías son poco comunes (Bigelow y Shroeder, 1953).

**Hábitat en Galápagos:** Es común en substratos de arena a moderadas profundidades, donde frecuentemente se esconden debajo de la arena dejando expuestos solamente los ojos y los espiráculos.

**Registros en San Cristóbal:** Punta Pitt, Rosa Blanca, Isla Lobos, La Tortuga.

***Taeniura meyeri* (Müller y Henle, 1841)**

Raya marmoleada – Marbled stingray



Su cuerpo puede ser de coloración púrpura oscuro, gris o negro, cubierto de manchas blancas irregulares dispersas, el pigmento es más intenso cerca de los bordes del disco y las aletas; algunos individuos presentan una coloración dorsal gris pálida con manchas negras de varios tamaños, la porción anterior de la cola no presenta manchas; negra desde la porción final de la espina hasta la punta de la cola; la parte inferior de color blanco crema; los juveniles son de color negro grisáceo, casi negro en la porción dorsal, sin puntos o manchas y de color blanco crema en la porción dorsal.

Cuerpo en forma de disco sub-esférico a subcuadrangular, más ancho que largo; la superficie superior está cubierta con pequeños tubérculos espinosos, dándole a la piel una textura rugosa; los especímenes de Galápagos poseen una espina caudal delgada, con márgenes serrados, excepto en la punta a manera de lanza.

**Historia natural:** Son cazadores nocturnos, de peces, camarones y una variedad de moluscos. Prefieren las lagunas poco profundas y las elevaciones en las afueras de la costa a profundidades entre 15 y 30 metros. Se agregan alrededor de los arrecifes y frecuentemente se les observa descansando sobre los substratos de arena. Son extremadamente curiosas y nadarán directamente hacia los buzos.

**Hábitat en Galápagos:** Se les encuentra sobre los fondos arenosos, probablemente a través del Archipiélago.

**Registros en San Cristóbal:** Rosa Blanca, Punta Pitt e Isla Lobos.