



LOS ARRECIFES DE LOS CAYOS PERLAS

Mariska Weijerman

Biólogo, DIPAL II

Armando Ubeda

Biólogo, DIPAL II



PROYECTO PARA EL DESARROLLO INTEGRAL DE LA PESCA ARTESANAL EN LA
REGIÓN AUTÓNOMA ATLÁNTICO SUR, NICARAGUA

PRESENTACIÓN

Frente a la Costa Caribe en el sur de Nicaragua (Región Autónoma del Atlántico Sur), hay un grupo de islas llamado Cayos Perlas. Alrededor de estos cayos, bordeados por manglares y palmas de coco, hay arrecifes y praderas de pastos marinos, ecosistemas muy productivos que albergan una gran variedad de especies como las tortugas marinas, tiburones, langosta, camarones y una multitud de especies de escamas. Los pescadores capturan principalmente langosta y tortugas marinas, mientras la pesca de peces de escamas es básicamente para autoconsumo.

Son pocos los estudios realizados sobre la situación biológica en los arrecifes coralinos del Caribe de Nicaragua. La información disponible indica que hay tanto amenazas naturales (huracanes y sedimentación), como humanas (prácticas de pesca y deforestación). Por la gran cantidad de lluvia que cae en esta parte de Nicaragua, la erosión es fuerte, resultando en un alto nivel de sedimentación.

Este estudio provee una descripción de la situación actual de los arrecifes, de los componentes béticos y su dominancia, de la composición de peces, con énfasis en las especies comerciales. Se ha elaborado un inventario de las amenazas que tiene que enfrentar el ecosistema y se relaciona el nivel de sedimentación con el desarrollo de los arrecifes y la biomasa íctica.

La Co-dirección

Referencia bibliográfica:

Weijerman, M y Ubeda, A
Los Arrecifes de los Cayos Perlas, Nicaragua.
Proyecto para el Desarrollo Integral de la Pesca Artesanal en la Región Autónoma Atlántico Sur, Nicaragua (DIPAL II)
Noviembre 1999; 48 páginas

LOS ARRECIFES DE LOS CAYOS PERLAS

Por:

Mariska Weijerman

Armando Ubeda

Unidad Técnica de Investigación & Monitoreo, DIPAL II

Proyecto para el Desarrollo Integral de la Pesca Artesanal en la Región Autónoma del Atlántico Sur

Haulover, Nicaragua
Noviembre, 1999

TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 La Situación Geofísica de los Cayos Perlas.....	1
1.2 Los Arrecifes de los Cayos Perlas; Antecedentes	2
1.3 Marco Legal del Manejo Costero en Nicaragua	5
II. OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	6
III. RELEVANCIA DEL ESTUDIO	6
IV. LIMITACIONES.....	7
V. MATERIAL Y MÉTODOS	7
5.1 Distribución de los Componentes Bénticos	8
5.2 Los Peces Coralinos.....	10
5.3 Muestras Hidrológicas	10
5.4 Análisis Estadístico	10
5.5 Situación del Medio Ambiente: Peligros Presentes y Potenciales	11
VI. RESULTADOS.....	11
6.1 Descripción General de los Arrecifes	11
6.2 La Composición Béntica	13
6.2.1 Los Corales	13
6.2.2 Las Algas	15
6.2.3 Los Invertebrados a Excepción de Corales.....	16
6.3 Los Peces de los Arrecifes	16
6.3.1 Abundancia y Diversidad	16
6.3.2 Biomasa	18
6.3.3 Peces Grandes	18
6.4 Comparaciones del Recurso Pesquero en las Tres Zonas	19
6.5 Datos Hidrológicos	23
6.6 Amenazas Identificadas en los Arrecifes de los Cayos Perlas.....	24
VII. DISCUSIÓN	26
7.1 La Condición Biológica de los Arrecifes y Alrededores	26
7.1.1 Los Cayos Set Net y Askill Cay y Alrededores.....	29

LOS ARRECIFES DE LOS CAYOS PERLAS, NICARAGUA

7.1.2 Seal Cay y Alrededores	30
7.2 La Importancia de los Cayos para la Pesca Artesanal	30
7.3 El Potencial del Eco-Turismo	33
VIII. CONCLUSIONES.....	33
IX. RECOMENDACIONES	34
X. BIBLIOGRAFÍA	36
ANEXO I: FORMATO PARA LOS ANÁLISIS DE LAS FOTOS DEL FONDO.....	39
ANEXO II: RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LA COMPOSICIÓN BÉNTICA.....	40
ANEXO III: RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LA COMPOSICIÓN DE PECES	42
ANEXO IV: LISTA DE ABREVIACIONES.....	47
ANEXO V: LISTA DE ESPECIES	48

LISTA DE MAPAS, FIGURAS Y TABLAS

Lista de Mapas

Mapa 1. El perfil del fondo de la plataforma de la costa Caribe Nicaragüense (en Roberts & Murray 1983).	2
Mapa 2. Los Cayos Perlas.	4

Lista de Figuras

Figura 1. La tendencia de la varianza de los componentes béticos.	9
Figura 2. La relación entre equitatividad y diversidad en las diferentes estaciones.	15
Figura 3. La abundancia de los peces en las diferentes estaciones.	17
Figura 4. La diversidad por estación: El promedio de los peces por estación y el total de diferentes peces encontrados por estación.	18
Figura 5. La biomasa de los peces en las diferentes estaciones.	19
Figura 6. La abundancia de peces grandes (con tamaño mayor de 29 cm) en las diferentes estaciones.	20
Figura 7. La distribución de peces de alto y bajo valor comercial entre las estaciones.	22
Figura 8. La relación entre la irregularidad del fondo y la abundancia de peces.	22
Figura 9. La salinidad del mar durante el tiempo del estudio.	23

Lista de Tablas

Tabla 1. Características de las estaciones.	8
Tabla 2. Composición relativa del total de los componentes béticos.	13
Tabla 3. Lista de corales encontrados por zona, el porcentaje promedio de cobertura y la Desviación Estándar (DE).	14
Tabla 4. La composición de las algas por zona.	15
Tabla 5. Características hidrológicas de las estaciones.	32

I. INTRODUCCIÓN

1.1 La Situación Geofísica de los Cayos Perlas

La costa caribe de Nicaragua limita con la plataforma continental más grande del Mar Caribe. En el límite con Costa Rica es estrecha, aproximadamente 12 Km., y en el límite con Honduras es la más ancha, unos 200 Km.; la profundidad promedio es de 30 metros. Directamente junto a la costa hay una rampa suave que se llama la Capa Limite Costera (CLC), la cual consiste de agua salobre y turbia por la cantidad de sedimentos terrígenos llevados por los ríos y que corre paralela a la costa hacia el sur. Según Murray *et al.* (1982), los ríos turbios descargan aproximadamente 25×10^6 toneladas métricas de sedimentos anualmente. En comparación, los ríos que desembocan a lo largo de toda la costa este de los Estados Unidos descargan la mitad. La CLC define una clara frontera entre las aguas turbias costeras y el agua azul del Mar Caribe lo que se puede observar en días calmos.

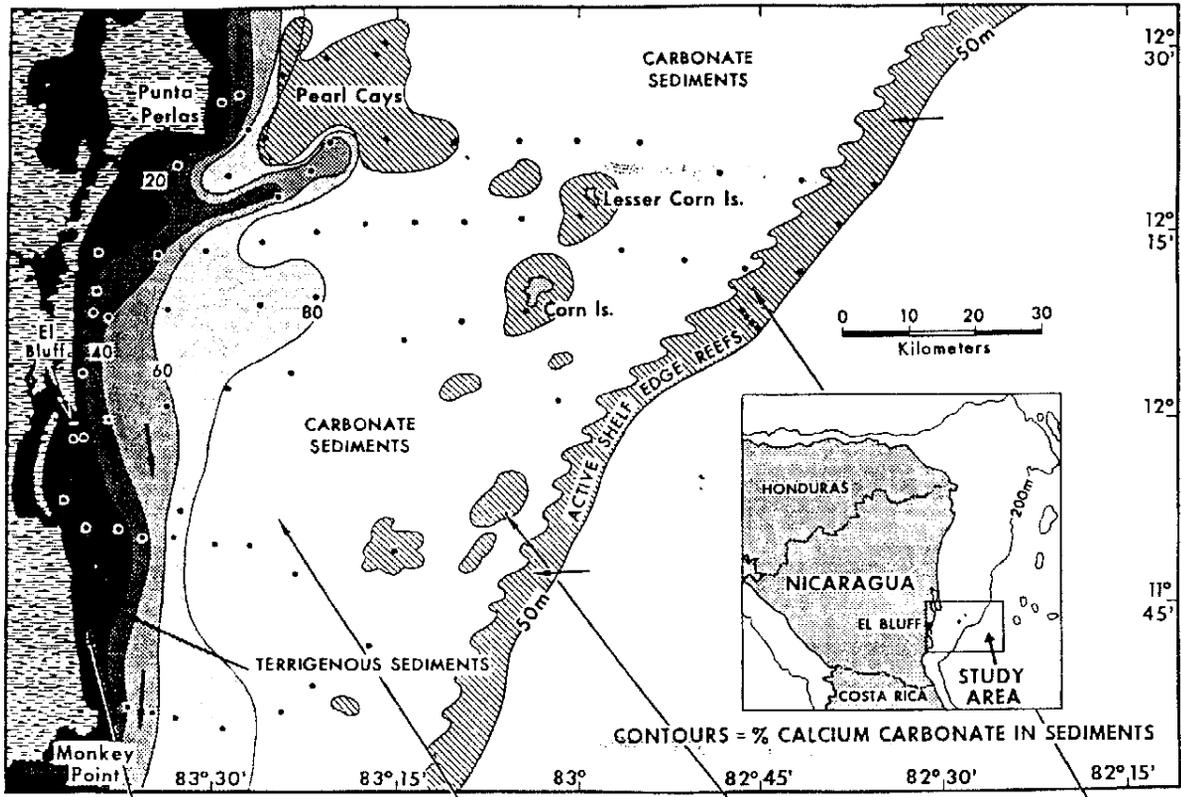
Mar adentro, después de la CLC, se encuentran áreas planas en aguas de 20 - 30 metros de profundidad y salientes externos con fondos accidentados donde los arrecifes se elevan. El margen de la plataforma inclina rápidamente hacia una profundidad de 200m, en donde se ha formado un área continua de arrecifes. Un estudio acústico revela la estructura del fondo de la plataforma donde se puede distinguir tres tipos (Roberts y Murray 1983): (1) Paralelo a la costa (la CLC) hay un deposito de sedimentos terrígenos principalmente; (2) En la plataforma central hay un deposito de partículas de carbón y áreas con *Halimeda*; (3) Sobre toda la plataforma, a excepción de la CLC, se pueden encontrar formaciones de arrecifes: En la plataforma central hay pináculos y en el margen hay un banco continuo de arrecifes (Mapa 1). Además, hay dos zonas principales donde se han desarrollado arrecifes alrededor de las islas: Los Cayos Miskitos en el norte de la costa nicaragüense y en el sur los Cayos Man of War, King Cay¹, Cayos Perlas, y más alejada de la costa la Isla del Maíz (Corn Island) y la Islita del Maíz (Little Corn Island). Esta investigación se concentra en los Cayos Perlas (Mapa 2).

Los Cayos Perlas consiste en 18 cayos bordeados por manglares (*Rhizophora mangle*) y palmas de coco (*Cocus nucifera*), ubicados aproximadamente entre 12 y 24 Km. frente a la comunidad de Set Net Point (mapa INETER, Secreto 3553-III). La costa Caribe nicaragüense tiene una precipitación pluvial de más de 6000 mm anuales, uno de los mayores índices de precipitación pluvial del mundo (Murray & Young 1984). Once ríos grandes desaguan en el mar trayendo sedimentos y agua dulce. Los dos ríos más grandes cerca de los Cayos Perlas son: al norte el Río Grande de Matagalpa y al sur el Río Escondido. Roberts & Murray (1993) estimaron que el total de sedimentos que llegan al mar llevados por el Río Grande de Matagalpa es de 29 mil toneladas métricas por año, lo cual corresponde al 18% del total y por

¹ Los nombre de los 'Cayos' o 'Cays' en este estudio son tomados de acuerdo a lo utilizado comúnmente por los pobladores de la región.

LOS ARRECIFES DE LOS CAYOS PERLAS, NICARAGUA

el Río Escondido 26 mil toneladas métricas anual. Considerando el curso de la corriente dominante desde el norte, el Río Grande de Matagalpa tiene una influencia sustancial en los Cayos en cuanto al aporte de sedimentos.



Mapa 1. El perfil del fondo de la plataforma en la costa Caribe (tomado del Roberts & Murray 1983). Áreas negras indican el porcentaje de carbonatos en los sedimentos (más blanco significa más carbonatos). Los puntos representan las estaciones de muestreo. Las áreas rayadas indican la localización de los arrecifes.

La CLC es empujada hacia la costa por el viento que viene generalmente del noreste y por una corriente que corre hacia el oeste (Murray & Young 1984) manteniendo el agua turbia cerca de la costa. Según Roberts (1987, citado en PAANIC 1993), la CLC se extiende y, ocasionalmente, penetra a las aguas azules alrededor de los Cayos ubicados cerca de la costa.

1.2 Los Arrecifes de los Cayos Perlas; Antecedentes

Se encontró poca literatura sobre los arrecifes de los Cayos Perlas. Ryan (1992) y PAANIC (1993) describen en términos generales la importancia de los corales como hábitat para la pesquería marina, señalan los lugares donde se encuentran los ecosistemas de arrecifes de coral en la plataforma nicaragüense y cuáles son las amenazas principales. También anotan que *“dentro del gran Caribe hay un consenso general de que los sistemas costeros de la*

región están empeorando; la deforestación de las cuencas y humedales así como la polución por aguas residuales está causando daños considerables en los frágiles arrecifes de coral. Como resultado de esto se tiene rápido decrecimiento de los stock pesqueros". Ryan dice que muchos corales murieron por el aumento de la descarga de agua dulce y la sedimentación como consecuencia de actividades humanas tierra adentro. También piensa que las presiones pesqueras actuales como la pesca con trampas jamaíquinas, la sobre-explotación de la langosta y el arrastre a lo largo de los fondos productivos cerca de los Cayos resultan en una presión fuerte sobre los arrecifes lo que hace más difícil su recuperación.

La literatura revela que *"en los últimos años de los setenta los arrecifes en los Cayos Perlas estaban sanos y en crecimiento, pero, en los siguientes años, por una causa indeterminada, los corales han sido destruidos y están cubiertos de algas filamentosas"*. También la diversidad y abundancia de las especies (especialmente herbívoras) eran bajas (Ryan 1992, PAANIC 1993).

Estudios geológicos y físicos en la plataforma de Nicaragua (Roberts & Murray 1983, Murray & Young 1984) indican que debido a la gran cantidad de sedimentos y agua dulce que traen los ríos a la franja costera, ha resultado un fondo lodoso a lo largo de la costa que por la dinámica de las corrientes y el viento dominante, ésta mezcla de agua salobre se queda cerca de la costa. Donde la influencia del mar es más fuerte, el fondo cambia predominando partículas calcáreas con complejos de arrecifes aislados.

Especies comercialmente importantes encontradas en los Cayos Perlas son langosta (*Panulirus argus*), pargos (*Lutjanus spp.*), caracol (*Strombus gigas*) y tortuga verde (*Chelonia mydas*). Los pescadores se dedican principalmente a la pesca de langosta y tortuga marina. La pesca de escamas se puede considerar de bajo interés comercial pero importante para el autoconsumo. Actualmente hay dos centros de acopio en los Cayos Perlas, uno ubicado en Askill Cay y el otro en Savannah Cay, ambos acopian langosta y uno de ellos algunas especies de escamas. Los pescadores dicen que alrededor de los Cayos habían cantidades sustanciales de pargos de gran tamaño, pero ahora se necesita ir al margen de la plataforma para encontrarlos.

El conocimiento acerca de la influencia dominante en la productividad de los arrecifes es todavía bajo. Hace falta información cuantitativa y específica sobre la condición de los corales, las condiciones hidrobiológicas, la diversidad y biomasa de los peces y la dinámica de este ecosistema.

Peligros Identificados

Los siguientes peligros fueron identificados por PAANIC (1993), Ryan (1992) y Jameson (1996):

- El uso de cloro líquido por los buzos para extraer las langostas de sus escondites. El cloro no solo mata las langostas sino también los peces e invertebrados que entran en contacto con el químico y elimina los corales.
- El uso de redes de arrastre destruye los fondos que contienen bancos de coral, pastos marinos y praderas de corales suaves (octocorales). Tal vez los arrecifes no sean muy afectados físicamente pero la destrucción de estos fondos importantes es capaz de bajar el rendimiento pesquero. Además, esta práctica moviliza los sedimentos a suspenderse en la columna de agua y permite que aguas turbias sean transportadas a lo largo de los Cayos Perlas afectando directamente a los corales.
- La agricultura y deforestación en tierra firme se acerca cada día más hacia la costa, esto implica que con las lluvias más y más sedimentos entran a los ríos que desaguan en la zona costera disminuyendo la visibilidad. Con los sedimentos, las pesticidas y fertilizantes llegan al mar, con la posibilidad de envenenar y eutroficar los pastos marinos y corales.
- Se reporta que una empresa de peces ornamentales se ha establecido en la Isla del Maíz. Generalmente, este tipo de actividad emplea cianuro para la captura de estos pequeños peces y el uso repetido de este químico deteriorará la vida de animales acuáticos.

1.3 Marco Legal del Manejo Costero en Nicaragua

Las leyes relacionadas con los recursos naturales costeros están vigentes desde 1960, después se han continuado con decretos y reglamentos de esta ley hasta la fecha. El Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (MIFIC) y el Ministerio de Recursos Naturales del Ambiente (MARENA) son responsables de designar e implementar el manejo y protección de los recursos naturales desde 1992. Bajo la Administración de Pesca y Acuicultura (AdPESCA), entidad desconcentrada de apoyo al MIFIC, funciona el Centro de Investigación Pesquera y Acuícola (CIPA), responsable de investigar y recomendar políticas sobre la explotación de los recursos pesqueros (Decreto 71-98, Reglamento de la Ley 290).

II. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Objetivo Principal:

Elaborar un documento de referencia sobre la flora y fauna de los arrecifes coralinos alrededor de los Cayos Perlas con el propósito de (1) conocer la condición actual; y (2) obtener datos que puedan servir para compararlos con los resultados de estudios futuros para detectar cambios ecológicos.

Objetivos Específicos:

- Determinar la abundancia y distribución de los componentes béticos (corales, invertebrados y algas).
- Determinar la estructura de la comunidad pesquera relacionada con el ecosistema.
- Determinar las amenazas que afectan el desarrollo de los corales.
- Correlacionar la condición biológica de la flora y fauna alrededor de los cayos con el nivel de sedimentación.

III. RELEVANCIA DEL ESTUDIO

A nivel mundial los arrecifes son destruidos por fuerzas naturales y por actividades humanas. Hay muchos ejemplos de destrucción por el desarrollo pobremente planificado o por prácticas de pesca destructivas. Se considera que en la zona costera de la Región Autónoma Atlántico Sur (R.A.A.S.) todavía no hay un nivel de desarrollo en las actividades económicas que impacten con alta peligrosidad en los ecosistemas marinos. Sin embargo, por la cantidad de lluvia que cae y la fragilidad de los suelos en la zona, los ríos traen muchos sedimentos hacia la faja costera. Este fenómeno aumenta por el avance de la frontera agrícola y la deforestación que la acompaña. Además, hay una explotación fuerte de langosta y los barcos camaroneros arrastran cerca de los Cayos; esto último causa que los sedimentos vuelvan a suspenderse en el agua. No se hizo un estudio dirigido a la captura de langosta, pero es muy probable que este recurso está muy presionado en vista de la cantidad de pescadores y nasas dirigidos a esta pesquería.

Los arrecifes de los Cayos Perlas son de los pocos en el mundo sobre los cuales la información existente es mínima. Casi todos los arrecifes del mundo están bien documentados e incorporados en una base de datos (p.ej. en el 'World Conservation Monitoring Centre' en Oxford, Reino Unido, que tiene un mapa con la ubicación de la gran mayoría de los bancos de arrecifes). De los corales de la zona bajo estudio solamente se encontraron algunas investigaciones documentadas con cobertura parcial del total de los arrecifes.

Los arrecifes soportan la existencia de una gran variedad de organismos acuáticos, desde los pequeños invertebrados hasta los tiburones grandes, por lo tanto son de particular importancia para mantener la biodiversidad. A la vez son valiosos para las comunidades por diferentes razones: (1) Atenúan la fuerza de las olas y en consecuencia previenen erosión de la costa; (2) Productos de consumo humano; en la Costa Caribe de Nicaragua los productos marinos más importantes que aprovechan las comunidades pesqueras son la langosta y la tortuga marina; (3) Productos de construcción, los corales mismos se usan en la construcción de casas; y (4) Los arrecifes en buenas condiciones tienen un valor estético y se podría aprovechar su belleza para el desarrollo del ecoturismo que puede ser una importante fuente de ingresos para los habitantes en la región.

En general, estas funciones son poco conocidas o apreciadas; desafortunadamente hasta que inician a deteriorarse se hacen notables. Con un mejor conocimiento del ecosistema se puede lograr que la población se dé cuenta de la importancia de protegerlos.

IV. LIMITACIONES

Los arrecifes son un ecosistema complejo y dinámico y los cambios en su estructura no necesariamente indican que el arrecife sufre de estrés (Rogers et al., 1983). Para llegar a conclusiones objetivas se debe tener información básica de variaciones naturales y conocimiento de los efectos de las fuerzas destructivas naturales como los huracanes, el alto nivel de sedimentación natural y el nivel de erosión natural. La información sobre los arrecifes de los Cayos Perlas es mínima y, por lo tanto, no fue posible hacer comparaciones con resultados anteriores para determinar alteraciones y sus causas.

No hubo un mapa detallado del fondo disponible con el cual se tenía que comenzar esta investigación y solamente se encontró el mapa de INETER, el cual no indica exactamente dónde están ubicados los arrecifes.

Otra limitante fue la baja visibilidad por lo que se perdió mucho tiempo buceando en busca de suficientes parches de arrecifes para obtener un área representativa de la zona. A la vez, cuando la visibilidad era menos de 3 metros, los peces se alejaban y desaparecían antes de poder ser identificado. Esto significa que sólo fue posible recopilar datos en días calmos, limitando el buceo hasta la temporada seca cuando la visibilidad era mejor.

V. MATERIAL Y MÉTODOS

En base al primer reconocimiento del área (Weijerman *et al.*, 1998), llevado a cabo en el primer trimestre de 1998, se seleccionaron tres zonas de estudio a diferentes distancias de la costa con diferentes niveles de visibilidad. Con una distancia ascendente de la costa, estas áreas son: Los Cayos Set Net (visibilidad baja), los cuales están ubicados frente a la comunidad de Set Net Point; Askill Cay y alrededores (visibilidad mediana), los cuales se

LOS ARRECIFES DE LOS CAYOS PERLAS, NICARAGUA

encuentran al noreste de los Cayos Set Net; y Seal Cay con su alrededores (visibilidad alta) que está ubicado al este, aproximadamente a 15 millas de la costa (Mapa 2). En cada zona se fijaron doce estaciones, seis a poca profundidad (~5m) y seis a mayor profundidad (~12m). El criterio para escoger los sitios de trabajo fue a través de la localización de áreas coralinas de al menos 50 m de largo, tratando siempre de mantener la profundidad deseada. Cabe señalar que en cada una de las estaciones se determinó las coordenadas con un GPS. La Tabla 1 muestra las estaciones con sus respectivas características.

El estudio se desarrolló en dos partes: (1) El estudio de la estructura y composición de los componentes bénticos, y (2) El estudio de la estructura de la comunidad de peces coralinos. A continuación se describe los métodos usados para realizar estos estudios.

Tabla 1. Características de las estaciones.

Estación	Sitio	Coordenadas	Fecha	Hora	Estación	Sitio	Coordenadas	Fecha	Hora
Cs1	Wild Cane Cay	122644/862468	10 junio	12:00 AM	As5	Askill Cay	123237/832136	19 feb.	12:00 AM
Cs2	Maria Crow Cay	122543/832500	21 oct.	00:30 PM	As6	Sur Askill Cay	123240/832130	8 abril	12:00 AM
Cs3	Vincent Cay	122679/832580	21 oct.	15:00 PM	As7	Este Askill Cay	123216/832044	14 abril	09:00 AM
Cs4	Vincent Cay	122552/832551	23 oct.	11:00 AM	Ap1	Savanah Cay	122810/832591	8 abril	10:00 AM
Cs5	Vincent Cay	122636/	24 oct.	11:00 AM	Ap3	Tang Wira	122960/832318	12 abril	10:30 AM
Cs6	Vincent Cay	/832559	24 oct.	12:00 AM	Ap4	Askill Cay	123250/832186	14 abril	10:00 AM
Cs7	Lime Cay	122688/832579	9 abril	11:00 AM	Ss1	Seal Cay	122547/831723	3 mayo	04:00 PM
Cs8	Lime Cay	122688/832579	9 abril	11:00 AM	Ss2	Seal Cay	122600/831742	4 mayo	09:30 AM
Cs9	Maria Crow Cay	122543/832500	9 abril	00:30 PM	Ss3	Seal Cay	122540/831729	4 mayo	03:30 PM
Cs10	Crawl Cay	122597/832548	15 abril	09:00 AM	Ss4	Seal Cay	122552/832747	5 mayo	10:00 AM
Cp1	Wild Cane Cay	122630/832438	10 junio	10:00 AM	Ss5	Seal Cay	122494/831786	5 mayo	12:00 AM
Cp2	Water Cay	122838/832566	9 abril	10:00 AM	Sp1	Seal Cay	122544/831683	3 mayo	10:00 AM
As1	Este Tang Wira	122920/8323489	27 feb.	10:00 AM	Sp2	Seal Cay	122552/831747	3 mayo	02:00 PM
As2	Tang Wira	1228568/832350	27 feb.	11:00 AM	Sp3	Seal Cay	122552/831747	3 mayo	03:30 PM
As3	Savanah Cay	1228101/832592	8 abril	11:00 AM	Sp4	Seal Cay	122494/831786	4 mayo	10:30 AM
As4	Button Wood	123002/832372	12 abril	09:30 AM	Sp5	Seal Cay	122494/831786	4 mayo	02:30 PM
As5	Askill Cay	123237/832136	19 feb.	11:00 AM	Sp6	Seal Cay	122494/831786	5 mayo	08:00 AM

C = Cayos Set Net, A = Askill Cay; S = Seal Cay; s = seco (poca profundidad); p = profundo.

5.1 Distribución de los Componentes Bénticos

La abundancia y diversidad de todas las especies bénticas se determinaron con el análisis de fotos tomadas del fondo en cada estación. Al llegar a un sitio nuevo se comenzó con un buceo de reconocimiento del área para identificar las áreas donde fuera posible llevar a cabo la toma de las fotos.

LOS ARRECIFES DE LOS CAYOS PERLAS, NICARAGUA

Para la toma de las fotos se trazaban transectos de 100 metros con la ayuda de una cuerda marcada metro por metro, lo cual sirvió para determinar el punto exacto a fotografiar. Para tener una representación objetiva de las especies bénticas que habitan en estas áreas se usaron números escogidos al azar por el programa Excel. Además, todas las fotos fueron tomadas a 50 cm del fondo para tener uniformidad en los resultados, esto se logró con la ayuda de un tubo de PVC previamente marcado. Luego se procedió al análisis de dichas fotos distinguiendo varias categorías (Anexo I). Con un análisis de varianza se estableció la cantidad de fotos mínima que se debe analizar para obtener un área representativa de cada estación. La Figura 1 muestra que después de 20 fotos la varianza de los componentes bénticos se estabiliza, por lo cual se determinó que 20 fotos fueron suficientes. No obstante, en general se analizaron 24 fotos.

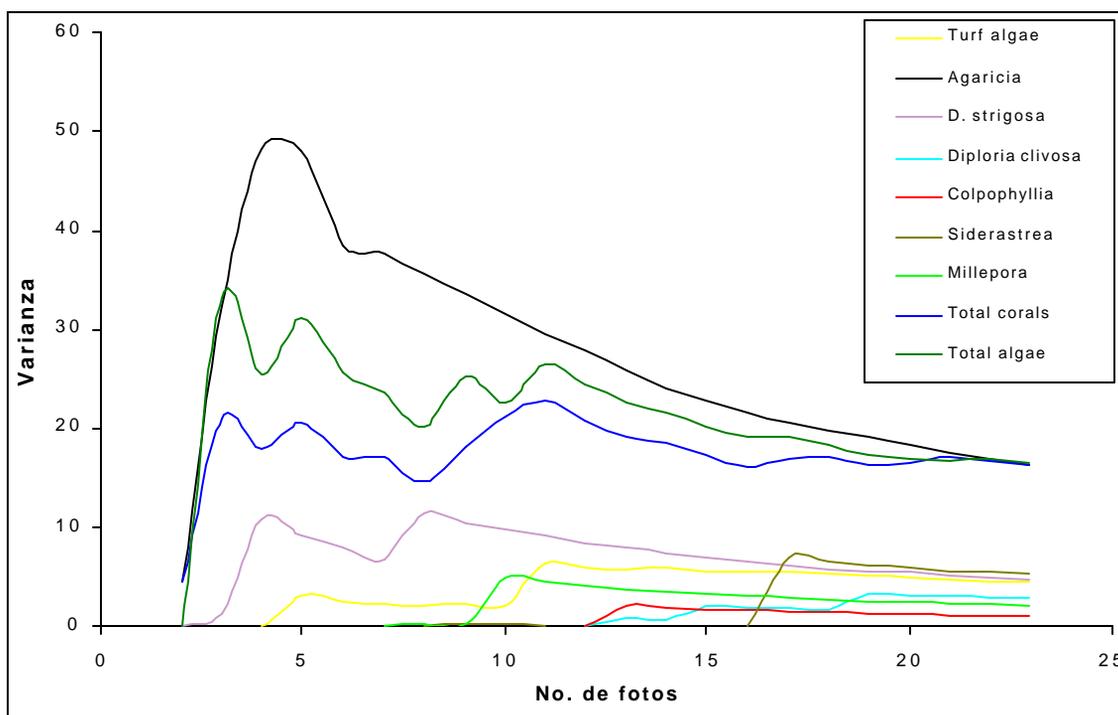


Fig. 1 La tendencia de la varianza de los componentes bénticos con el aumento del número de fotos.

Los corales se identificaron hasta el nivel de familia. Las algas se categorizaron en cinco grupos: (1) Macroalgas que se diferenciaron por ser mayores de 1 cm; Las menores de 1 cm, se llamaron 'turf' (2); (3) Las algas calcáreas, estas son duras por su contenido de calcio como Halimeda; (4) Las algas azul / verde, las cuales se identificaron por su color y forma de crecer; y (5) Algas coralinas que son algas fijadas al substrato y normalmente tienen un color rojo. Fue difícil identificar los tunicatos, por lo tanto, se agrupó esta categoría con las esponjas.

Otras categorías identificadas fueron los octocorales (gorgónidos), los componentes abióticos como arena, piedra y los puntos no-identificables.

5.2 Los Peces Coralinos

Se usaron los mismos transeptos para determinar la abundancia y diversidad de los peces coralinos en dichas zonas; se realizó de manera visual, anotando en una tabla cada especie encontrada en un área de 1 a 4 metros a ambos lados de la cuerda, dependiendo de la visibilidad. Atención especial se dedicó a especies comerciales. Se estimó el tamaño de las especies para calcular la biomasa en el área de investigación. Se identificaron hasta nivel de especie a excepción de los peces lora (Fam. *Scaridae*) que se identificaron hasta nivel de familia. Para los análisis de las comunidades de peces se agruparon las especies dentro de la misma familia.

5.3 Muestreos Hidrológicos

Los datos hidrológicos, especialmente la salinidad y visibilidad, dan información básica de las condiciones naturales que influyen en el desarrollo de los arrecifes en los Cayos Perlas. Se recopilaron los parámetros hidrológicos referidos en la siguiente tabla:

Parámetros hidrológicos recopilados

PARAMETRO	METODO
Visibilidad	Disco secchi (visibilidad horizontal y vertical)
Salinidad	Salinómetro
Temperatura	Termómetro
Corriente	Observaciones personales
Profundidad	Manómetro

Indicadores para medir los impactos humanos son los nutrientes que se dispersan en el agua de los ríos. Si ésta llega a los Cayos, también los nutrientes llegarán y estimularán el crecimiento de algas azul / verde (cianobacteria). Con las fotos se determinó la abundancia de aquellas especies.

5.4 Análisis Estadístico

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) mediante el programa “Minitab statistical software”, emisión 11 (Minitab, 1996) para determinar si la estructura de la comunidad béntica y de peces presenta diferencias significativas entre las tres diferentes zonas y entre las estaciones profundas y de poca profundidad. Los datos de la estructura de la comunidad béntica y de peces fueron analizados usando técnicas de estadísticas multi-diferenciadas en el juego de programas de PRIMER (Carr, 1997; Clarke & Warwick, 1994). Las diferencias

entre grupos fueron analizados primeramente mediante el Análisis de Conformidad (ANOSIM). Como nivel significativo se usó $P < 5\%$.

Para la determinación de la diversidad se calculó el índice de diversidad ($H'n$) de acuerdo a la fórmula de Shannon y Weaver (1963):

$$H'n = - \sum_{i=1}^{i=N} P_i \ln P_i$$

donde $P_i = \frac{n_i}{N_i}$, n_i = número de individuos de una especie y N_i = número de individuos de todas las especies.

El índice de equitatividad J' (Pielou, 1966) se calculó usando la siguiente formula:

$$J' = \frac{H'}{H \max} = \frac{H'}{\ln S}$$

donde $\ln S$ = máximo valor posible de H' y $H' = H \max$ cuando todas las especies son igualmente abundantes.

5.5 Situación del Medio Ambiente: Peligros Presentes y Potenciales

Durante los buceos se identificaron los daños presentes y se especuló sobre las causas, distinguiendo causas naturales y humanas.

<i>Peligros naturales:</i>	<i>Identificado por:</i>
Efectos del tiempo (huracanes) Nivel de sedimentación y salinidad	Observaciones durante los buceos Resultados de los parámetros hidrológicos
<i>Peligros humanos:</i>	<i>Identificado por:</i>
Efectos de las trampas Efectos de otras formas de pescar Influencia de pesticidas y químicos	Observaciones durante los buceos Observaciones durante los buceos Análisis de los componentes béticos

VI. RESULTADOS

6.1 Descripción General de los Arrecifes

Desde la comunidad de Laguna de Perlas se puede llegar a los Cayos Perlas en aproximadamente 70 minutos con una panga y motor fuera de borda de 40 HP. En el trayecto se puede observar que partículas suspendidas llegan a los cayos disminuyendo la visibilidad

alrededor de estos y que este efecto es más prominente en el período lluvioso. Desde enero hasta mayo el agua es más clara. En días bastante calmos se puede ver la línea divisoria entre el agua turbia, a lo largo de la costa y el agua azul del mar.

En la Tabla 1 hay una lista de las estaciones con sus coordenadas. Los arrecifes se encuentran exactamente junto a las islas, desde la superficie hasta una profundidad de 4 a 6 metros (arrecifes de franjas). Además hay parches de corales de tamaños variados (arrecifes parches), desde pequeños con un diámetro de 10 metros, hasta los más grandes que se extienden hasta más de 100 metros de largo y 20 metros de ancho, los cuales están situados a profundidades de 10 a 15 metros rodeados por una mezcla de arena y arcilla. Existen praderas de pastos marinos entre los corales; la mayoría se encuentra al oeste de los cayos, o sea al lado protegido por la fuerza del mar y en áreas profundas (15m). En los pastos se encuentran caracoles y peces juveniles.

En los arrecifes franjas hay varias especies de corales, octocorales y esponjas. Por ser de poca profundidad, la visibilidad llega hasta el fondo, este hecho y la diversidad de la fauna hace que sean áreas adecuadas para bucear a pulmón. En el lado este, frente a la fuerza del mar, a menudo se observaron áreas con corales muertos, sobre todo coral de alce (*Acropora palmata*). Los arrecifes albergan diferentes especies de peces, principalmente peces que comen invertebrados, frecuentemente se encontraron cardúmenes de peces lora mezclado con cirujanos y algunas especies de roncós agrupados o rodeando la isla. En las inclinaciones de los arrecifes parches se encuentran varias especies de corales, octocorales y esponjas, y por encima son dominantes las algas.

La diversidad de peces es parecida a la de los arrecifes franjas, pero en ocasiones se puede ver pargos de mayor tamaño, especialmente en las estaciones profundas. Los parches de arrecifes se encuentran rodeados de arena fina y a veces por grandes áreas de octocorales (*Pterogoria spp.*). Estas áreas son muy estrechas y son ubicadas desde una profundidad de 6 metros hasta 17 metros (no se buceó a profundidades mayores). La visibilidad encima de estos fondos no es mayor de 2 metros. Otro tipo de fauna que se encontró fueron los pepinos de mar (*Holothuroidea*).

Los Cayos Perlas se encuentran deshabitados, aunque en algunos hay centros de acopio de peces y langosta y casas o champas donde permanecen temporalmente pescadores que se dedican a la pesca de langostas.

En cuanto a los peces, en general se encontraron solamente especies de tamaños pequeños. La abundancia en número es media y por ser ejemplares pequeños la biomasa es bastante baja.

6.2 La Composición Béntica

Las estaciones se fijaron al azar obteniéndose una área representativa de cada una de las tres zonas. Las estaciones seleccionadas se asemejan en el sentido que los fondos son áreas planas de arena con pináculos dispersos los cuales forman el substrato para los componentes bénticos. La excepción fueron las cinco estaciones de poca profundidad alrededor de Seal Cay, las cuales se caracterizaron por tener fondos planos cubiertos de arena, algas y corales dispersos.

El Anexo II muestra los resultados de los análisis estadísticos. Como no se observan diferencias significativas ni entre las zonas ni entre las estaciones por zona en cuanto a la profundidad, se procedió a agrupar estos datos. Observando solamente la categoría macroalgas y la categoría coral total, no se determinaron diferencias significativas entre las zonas. Ahora, agrupando todas las categorías para determinar diferencias en cuanto a la estructura de la composición béntica, se determinó que la estructura de los Cayos Set Net en las estaciones profundas, se diferenció significativamente con la de Seal Cay en las estaciones pocas profundas. Determinando la causa, se precisó que son los parches de arena frecuentemente encontrados en Seal Cay poco profundo los responsables de estas diferencias, y en segundo lugar a la poca cantidad de corales encontrados. La Tabla 2 representa un resumen de la composición relativa de los componentes bénticos.

Tabla 2. Composición relativa del total de los componentes bénticos.

	Cs	DE	Cp	DE	As	DE	Ap	DE	Ss	DE	Sp	DE
Total de corales	29%	0,099	19,1%	0,102	24%	0,079	21%	0,069	13%	0,092	24%	0,156
Total de algas	56%	0,101	70,5%	0,066	62%	0,077	68%	0,114	68%	0,072	65%	0,172
Invertebrados	11%	0,116	7,2%	0,047	8%	0,107	6%	0,072	5%	0,039	8%	0,053
Abiótico	3,6%	0,106	3,6%	0,062	7%	0,069	5%	0,062	14%	0,117	3%	0,023

C = Cayos Set Net, A = Askill Cay; S = Seal Cay; s = seco (poca profundidad); p = profundo, DE = Desviación Estándar.

6.2.1 Los Corales

La Tabla 3 es una lista de los corales que se encontraron y el porcentaje de cobertura correspondiente. El promedio total de cobertura fue alrededor del 20% (\pm 9%). En total se encontraron 19 diferentes especies de corales de donde 7 fueron abundantes, la más dominante fue el coral de hoja *Agaricia*. En la zona de Seal Cay el genus *Agaricia* ocupó un 33% del total de la cobertura de coral y en las zonas de los Cayos Set Net y Astil Cay fue el 66%. En los Cayos cerca de la costa (Cayos Set Net y Askill Cay) la especie de *Agaricia* dominante fue *Agaricia tenuifolia* que por su forma de crecer cubre grandes áreas y por su posición vertical de la estructura los sedimentos caen al fondo, en consecuencia son mejor adaptadas a las condiciones que prevalecen en esta zona.

LOS ARRECIFES DE LOS CAYOS PERLAS, NICARAGUA

En la misma tabla también se puede ver que el coral *Porites astreoides* fue el segundo más dominante en los Cayos Set Net y Askill Cay, seguido por *Diploria spp*, *Montastrea cavernosa* y *Siderastrea siderea*, mientras que en Seal Cay la composición fue más dispersa sobre los corales masivos.

La Figura 2 muestra que la equitatividad (“Pielou’s Eveness”) fue más baja en la zona Cayos Set Net de poca profundidad (Cs), lo que se puede explicar por la forma de crecer de *Agaricia*. Mientras que en Seal Cay profundo (Sp), la equitatividad y la diversidad, las que lógicamente están bien relacionadas, fueron las más altas. En Seal Cay poco profundo (Ss) el hábitat es diferente por lo que se puede omitir este punto. Se observó que los corales de Askill Cay (As, Ap) se encuentran intermedios entre los dos casos anteriores.

Tabla 3 Lista de los corales encontrados por zona, el porcentaje de cobertura (promedio) y la Desviación Estándar (DE).

	Cs prom.	Cs DE	Cp prom.	Cp DE	As prom.	As DE	Ap prom.	Ap DE	Ss prom.	Ss DE	Sp prom.	Sp DE
Acropora cervicornis	0.1%	0.00	0.1%	0.00	0.0%	0.00	0.0%	0.00	0.0%	0.00	0.0%	0.00
Acropora palmata	0.0%	0.00	0.0%	0.00	0.4%	0.01	0.2%	0.00	0.0%	0.00	0.0%	0.00
Agaricia	15.7%	0.12	11.5%	0.09	13.0%	0.09	10.8%	0.07	0.2%	0.00	8.5%	0.04
Diploria strigosa	1.2%	0.01	0.8%	0.02	0.9%	0.01	0.9%	0.02	3.4%	0.03	0.0%	0.00
Diploria clivosa	0.6%	0.01	0.7%	0.02	0.6%	0.01	0.0%	0.00	5.8%	0.07	0.0%	0.00
Colpophyllia	0.2%	0.00	0.2%	0.01	0.4%	0.01	0.4%	0.01	0.1%	0.00	3.5%	0.06
Isophyllia	0.0%	0.00	0.1%	0.00	0.0%	0.00	0.1%	0.00	0.0%	0.00	0.0%	0.00
Isophyllastrea	0.0%	0.00	0.0%	0.00	0.0%	0.00	0.0%	0.00	0.0%	0.00	0.0%	0.00
Favia fragum	0.1%	0.00	0.0%	0.00	0.2%	0.00	0.0%	0.00	0.0%	0.00	0.0%	0.00
Madracis mirabilis	0.0%	0.00	0.0%	0.00	0.0%	0.00	0.0%	0.00	0.0%	0.00	0.0%	0.00
Meandrina	0.1%	0.00	0.0%	0.00	0.1%	0.00	0.2%	0.00	0.0%	0.00	0.1%	0.00
Montastrea annularis	0.0%	0.00	1.1%	0.02	1.1%	0.02	0.0%	0.00	0.0%	0.00	1.9%	0.04
Montastrea cavernosa	1.1%	0.02	0.4%	0.01	1.0%	0.01	2.1%	0.03	0.5%	0.01	4.0%	0.05
Mycetophyllia	0.0%	0.00	0.2%	0.00	0.0%	0.00	0.5%	0.01	0.0%	0.00	0.2%	0.00
Porites astreoides	6.0%	0.06	2.2%	0.01	3.5%	0.03	2.1%	0.02	0.8%	0.01	3.2%	0.03
Porites porites	0.0%	0.00	0.0%	0.00	0.1%	0.00	0.2%	0.00	0.1%	0.00	0.4%	0.00
Scolymia	0.2%	0.00	0.1%	0.00	0.0%	0.00	0.2%	0.00	0.0%	0.00	0.0%	0.00
Siderastrea	1.3%	0.01	0.9%	0.01	0.6%	0.01	1.2%	0.01	1.9%	0.01	1.0%	0.01
Stephanocoenia	0.0%	0.00	0.0%	0.00	0.1%	0.00	0.2%	0.00	0.0%	0.00	0.0%	0.00
Total de corales	26.5%	0.08	18.4%	0.09	22.0%	0.06	19.1%	0.06	12.8%	0.09	23.0%	0.15

C = Cayos Set Net, A = Askill Cay; S = Seal Cay, s = seco (poca profundidad); p = profundo.

LOS ARRECIFES DE LOS CAYOS PERLAS, NICARAGUA

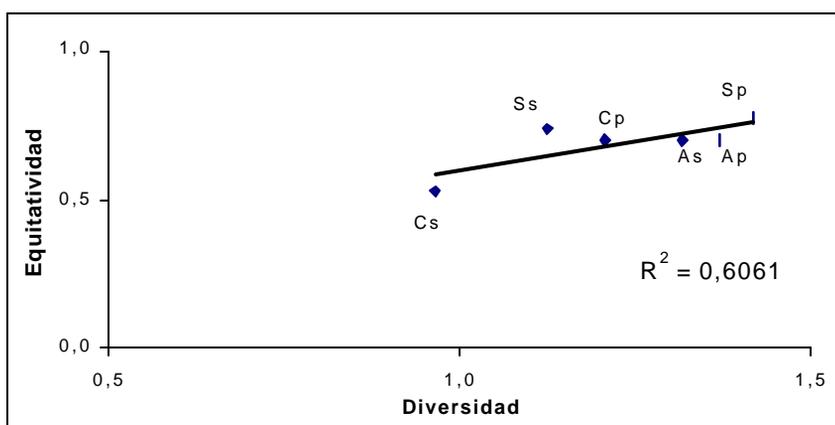


Fig. 2 La relación entre equitatividad y diversidad en las diferentes estaciones.

De los corales masivos, *Diploria* (coral cerebro), *Montastrea cavernosa* y *Siderastrea siderea* (coral estrellita) fueron los más dominantes por lo que deben tener una alta tolerancia a los sedimentos. Los corales cuerno de alce (*Acropora palmata*) y cuerno de ciervo (*A. cervicornis*) que son corales que crecen relativamente rápido y por eso juegan un papel importante para la construcción de arrecifes, no se encuentran en grandes cantidades. No obstante, se encontraron algunos pequeños que podrían repoblar la zona en corto plazo (~5 a 10 años). A los lados de los Cayos expuestos al mar, donde las olas son más fuertes, se encuentra mucho *Acropora* muerto, lo cual indica que había grandes cantidades de este tipo de coral pero que probablemente el último huracán, “Joana” en 1988, causó altas mortalidades.

6.2.2 Las Algas

En las tres zonas las algas fueron las más dominantes con un porcentaje de cobertura de alrededor de 65% ($\pm 6\%$). En todas las zonas las macroalgas fueron las más representativas con un 50% $\pm 16\%$ (Tabla 4). De las algas calcáreas se encontró principalmente *Halimeda*, no se encontraron algas azul / verde.

Tabla 4. La composición de las algas por zona.

	Cs prom.	Cs DE	Cp prom.	Cp DE	As prom.	As DE	Ap prom.	Ap DE	Ss prom.	Ss DE	Sp prom.	Sp DE
Macro-algae	45%	0.14	55%	0.04	43%	0.17	53%	0.16	61%	0.07	52%	0.20
Coralline algae	6%	0.05	4%	0.02	5%	0.05	2%	0.01	1%	0.01	3%	0.02
Calcáreas	0%	0.00	2%	0.01	7%	0.04	10%	0.05	2%	0.02	8%	0.07
Turf algae	5%	0.03	10%	0.03	7%	0.05	3%	0.02	4%	0.03	3%	0.03
Total de algas	56%	0.10	71%	0.07	62%	0.08	68%	0.11	68%	0.07	65%	0.17

C = Cayos Set Net, A = Askill Cay; S = Seal Cay, s = seco (poca profundidad); p = profundo. DE = Desviación Estándar.

6.2.3 Los Invertebrados a Excepción de Corales

De los invertebrados, las esponjas fueron las más representativas con un total de 29.5%, mientras los octocorales tenían una cobertura total de 13.6%, de los cuales dos tercios se encontraron en Cayos Set Net poco profundo (4.0%) y Askill Cay profundo (4.2%). Tunicados se encontraron solamente en Seal Cay pero esta categoría fue difícil de identificar existiendo la posibilidad de que estos sean esponjas o viceversa. Los zooantus (*Zoanthus pulchellus*) no se encontraron en Seal Cay, ni en la parte profunda de Askill Cay. La mayoría se encontró en los Cayos Set Net en las estaciones con poca profundidad donde forman una 'alfombra', cubriendo grandes áreas. En el análisis estadístico se agruparon todos los invertebrados mencionados.

No existen diferencias significativas para el total de invertebrados entre las tres zonas ($p > 5\%$), es decir que el grupo de invertebrados es parecido en las tres zonas. El promedio por zona fue de 7% con un mínimo en Seal Cay poco profundo (5%) y el máximo en Cayos Set Net poco profundo (11%).

6.3 Los Peces de los Arrecifes

En la Tabla 1 se describe las características de cada estación donde se hizo un transepto. En general casi no se encontraron peces mayores de 40 cm, la mayoría tenía una talla entre 15 y 20 cm. Entre especies comercialmente importantes (pargo, mero y doncella) y especies herbívoras, importantes para el saneamiento de los arrecifes (pez lora, cirujanos y labridos), se identificaron 15 diferentes especies; de estas los pargos y roncós son los más abundantes.

6.3.1 Abundancia y Diversidad

La Figura 3 muestra la abundancia de peces por 100m² en cada zona. En todas las zonas predominaron los pargos y roncós, los peces loras ocuparon el tercer lugar de importancia aunque este fenómeno fue menos evidente en Seal Cay.

Los Cayos Set Net en las estaciones de poca profundidad muestran la mayor abundancia y también la mayor diversidad con 12 diferentes especies. En Seal Cay, tanto en las estaciones de poca profundidad como profundas, se encontró una gran diversidad de especies (Figura 4).

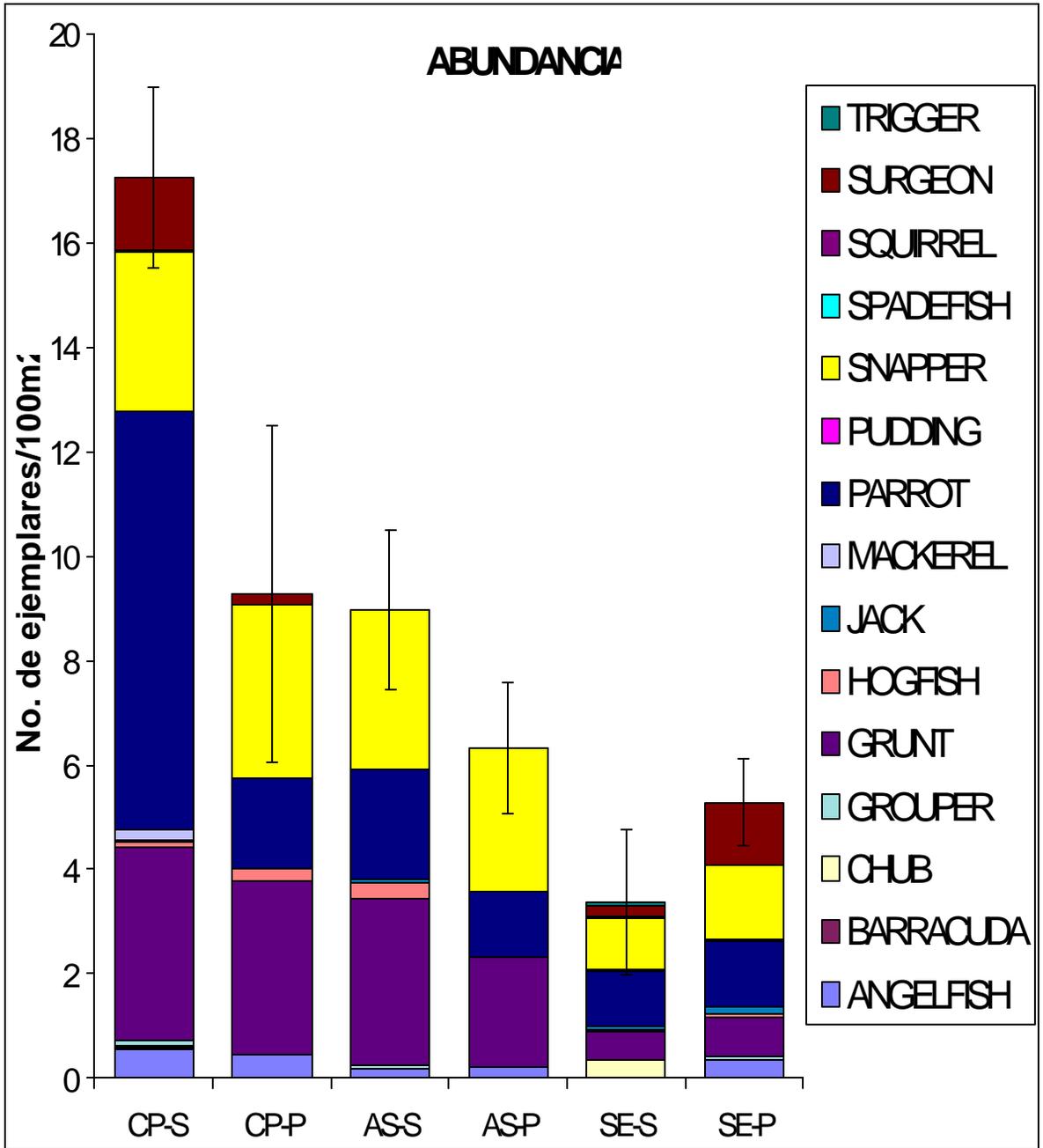


Fig. 3 La abundancia de los peces en las diferentes estaciones.

CP = Cayos Set Net; AS = Askill Cay; SE = Seal Cay; S = Seco (*i.e.* poco profundo), P = Profundo. Las líneas indican el error estándar.

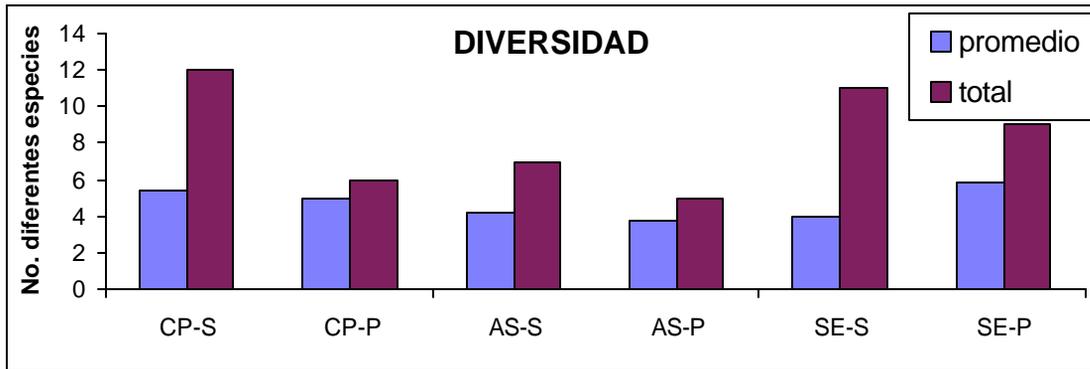


Fig. 4 La diversidad por estación: El promedio de los diferentes peces por estación y el total de diferentes peces encontrados por estación.

CP = Cayos Set Net; AS = Askill Cay; SE = Seal Cay, S = Seco (*i.e.* poco profundo); P = Profundo

Aparte de realizar los transectos, se observó, de forma general, la abundancia de los peces, encontrándose cardúmenes de peces en varias estaciones. Aunque estas concentraciones no se reflejan en los resultados de los transectos, se les consideró para la interpretación de los resultados. En estaciones profundas de Seal Cay, se encontró en cuatro ocasiones cardúmenes de pargos (*Ocyurus chrysurus*), jurel (*Caranx ruber*) y cirujanos (*Acanthurus spp*), mientras que en los Cayos Set Net se encontró a menudo grandes cantidades de roncós juveniles; en Askill Cay se encontró un cardume de jurel (*Caranx ruber*) y en dos ocasiones una gran cantidad de peces lora (*Scaridae*) mezclado con algunos cirujanos.

6.3.2 Biomasa

La biomasa en gramos por 100m² fue alta en las zonas de Seal Cay y Cayos Set Net, especialmente en las estaciones profundas (Figura 5) donde se encontraron varios pargos y roncós mayores de 29 cm (Figura 6). De acuerdo a la abundancia, los pargos y roncós constituyeron los grupos más dominantes. Solo en Seal Cay, en las estaciones de poca profundidad, se encontró bastante peces loras de tallas grandes incrementando la biomasa de esta especie. El promedio de la biomasa por zona fue: 2858.5 gr./100m² (EE 906.7 gr.) en la zona 1 (Cayos Set Net); 958.7 gr./100m² (EE 181.4 gr.) en zona 2 (Askill Cay); y 1826.5 gr./100m² (EE 1031.4 gr.) en la zona 3 (Seal Cay).

6.3.3 Peces Grandes

Los peces grandes, o sea mayor de 29 cm, casi no se observaron. El número promedio por 100m² fue menor que uno, con excepción en los Cayos Set Net con 1.9 y 3.3 ejemplares por 100m² en las zonas de poca profundidad y profunda, respectivamente (Figura 6). No obstante, se observó una barracuda en casi todos los buceos en los Cayos Perlas y en Seal Cay, uno o dos pargos grandes (*Lutjanus jocu*) y cinco tiburones gata tonta (*Ginglymostoma cirratum*).

LOS ARRECIFES DE LOS CAYOS PERLAS, NICARAGUA

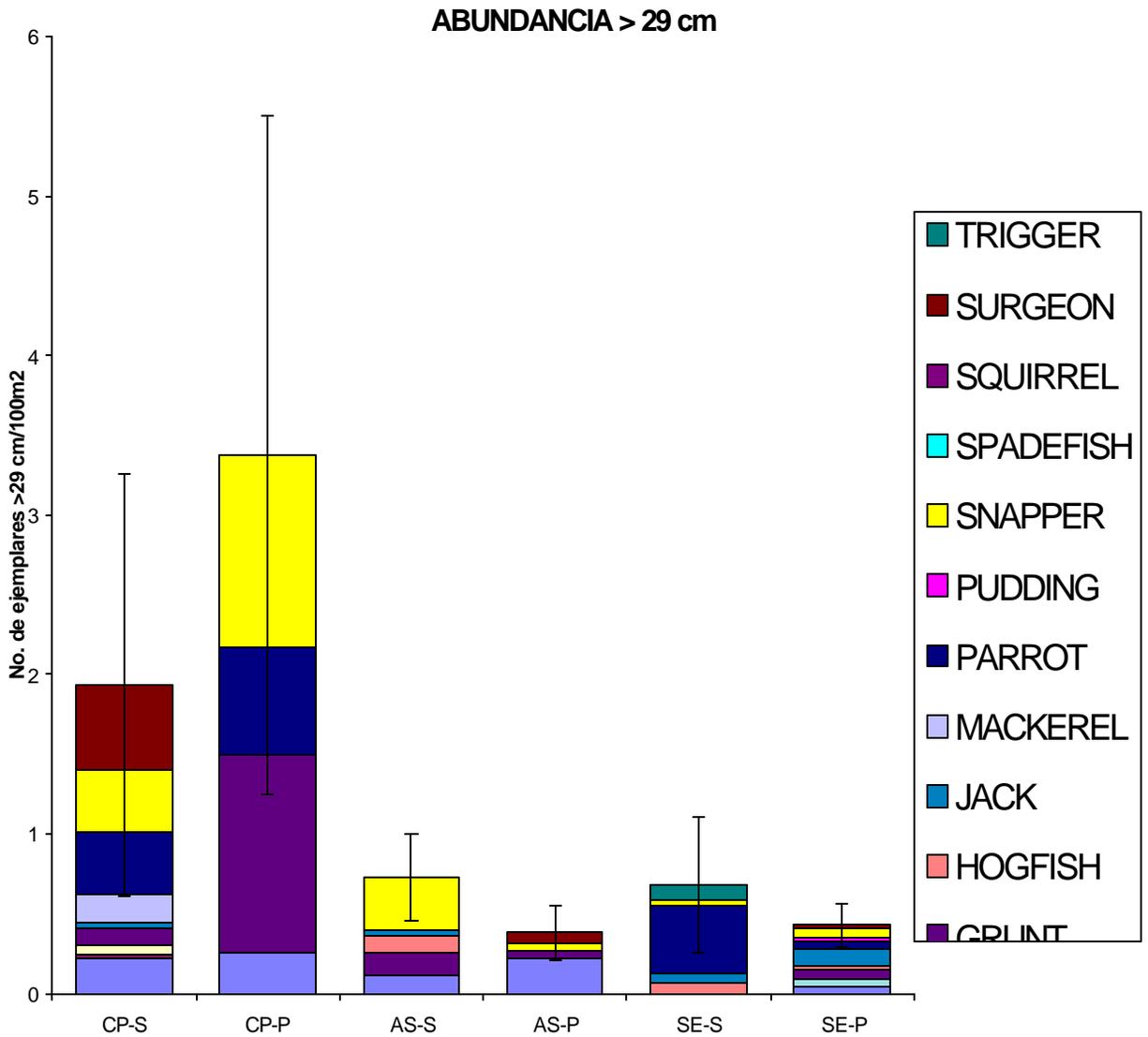


Fig. 5 La biomasa de los peces en las diferentes estaciones.
 CP = Cayos Set Net; AS = Askill Cay; SE = Seal Cay; S = Seco (*i.e.* poco profundo), P = Profundo.
 Las líneas indican el error estándar.

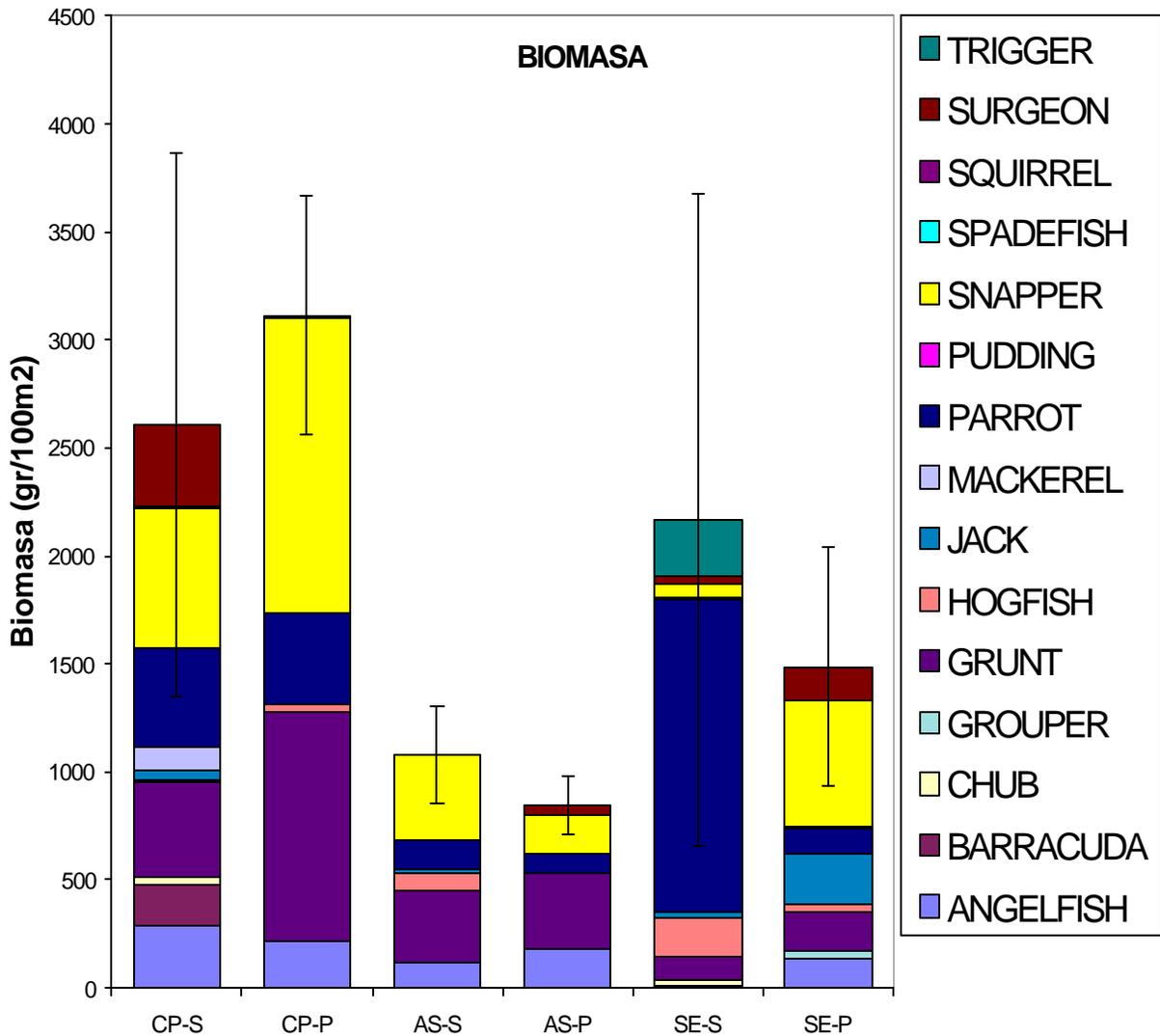


Fig. 6 La abundancia de peces grandes (con tamaño mayor de 29 cm) en las diferentes estaciones. CP = Cayos Set Net; AS = Askill Cay; SE = Seal Cay; S = Seco (i.e. poco profundo); P = Profundo. Las líneas indican el error estándar.

6.4 Comparaciones del Recurso Pesquero en las Tres Zonas

Se compararon las diferencias significativas para todas las familias de peces entre las estaciones profundas y de poca profundidad dentro de las zonas. Solamente el pez ángel presenta diferencia significativa en la zona de Seal Cay ($P < 1\%$) mostrando un mayor número en la estación profunda. No obstante, el total de los peces no presentó diferencias significativas dentro las zonas y por eso se agruparon los datos de las dos profundidades, de

modo que quedan tres grupos de datos (las tres zonas). Los resultados de los análisis están en Anexo III.

Comparando los datos de las familias de peces entre las zonas se encontraron diferencias significativas para la familia del ronco ($P < 1\%$), pez ángel ($P < 1\%$), el total de peces ($P < 1\%$) y poco significativa ($P = 6\%$) para el pargo lo que indica que la abundancia de estas especies diferencia entre las zonas. Comparando más detalladamente estas diferencias entre las zonas, se determinó que fue por causa de una mayor abundancia en la zona de los Cayos Set Net que la zona de Seal Cay ($P < 1\%$), tanto para los roncós y pargos, como para el total; para el pez ángel la abundancia fue mayor en los Cayos Set Net que en Seal Cay y Askill Cay ($P < 1\%$). Comparando todas las familias separadas se notó que la abundancia fue mayor en los Cayos Set Net y más baja en Seal Cay.

Comparando la estructura del recurso pesquero, se encontraron diferencias significativas (Anexo III) entre las siguientes estaciones:

- Cayos Set Net poco profundo y Seal Cay poco profundo $P < 0.1\%$
- Askill Cay poco profundo y Seal Cay poco profundo $P < 5\%$
- Askill Cay poco profundo y Seal Cay profundo $P < 1\%$
- Seal Cay poco profundo y Seal Cay profundo $P < 5\%$

Y poca significativa entre:

- Cayos Set Net poco profundo y Seal Cay profundo $P = 5.3\%$
- Askill Cay profundo y Seal Cay profundo $P = 5.2\%$

La abundancia entre peces de tamaños grandes no presentó una diferencia significativa entre las zonas, no obstante la estructura de la comunidad de peces muestra que en la zona de los Cayos Set Net había más ejemplares que en las otras zonas, entre Askill Cay y Seal Cay no había mucha diferencia (Anexo III, "Estadísticos Descriptivos").

Agrupando las familias de acuerdo a su hábito alimenticio, se observó que los piscívoros (predadores) son menos abundantes, lo que parece lógico por su dieta; seguido por los herbívoros y, por último, los que comen invertebrados que es el grupo más grande y consiste de las especies roncós y pargos.

No se observaron diferencias significativas entre las estaciones profundas y con poca profundidad ($P > 5\%$) (Anexo III), entonces se agruparon las tres categorías por zona. Esto resultó en que el único grupo que muestra una diferencia significativa es el grupo de especies que come invertebrados: En la zona de la Cayos Set Net siendo mayor que en las otras dos zonas ($P < 1\%$) (Anexo III).

LOS ARRECIFES DE LOS CAYOS PERLAS, NICARAGUA

Para fines pesqueros, se agruparon los peces en los de alto valor comercial, para las cuales se ofrecen los mejores precios, y en peces de bajo valor comercial. Se dividieron las especies encontradas en dos grupos basado en los precios que se manejan en empresas locales (precios de mayo 1999), donde la mayoría de los pescadores venden sus productos. Las especies de alto valor consisten de pargo y doncella de pluma, y las demás se agruparon como especies de bajo valor. Con la lista de los precios que se ofrecen para las diferentes especies se calculó el valor por zona (Figura 7). Es evidente que en los Cayos Set Net, en lugares profundos se puede obtener un ingreso bruto anual de C\$9,000 por 100m², también en las áreas de poca profundidad y en las áreas profundas de Seal Cay hay potencial pesquero.

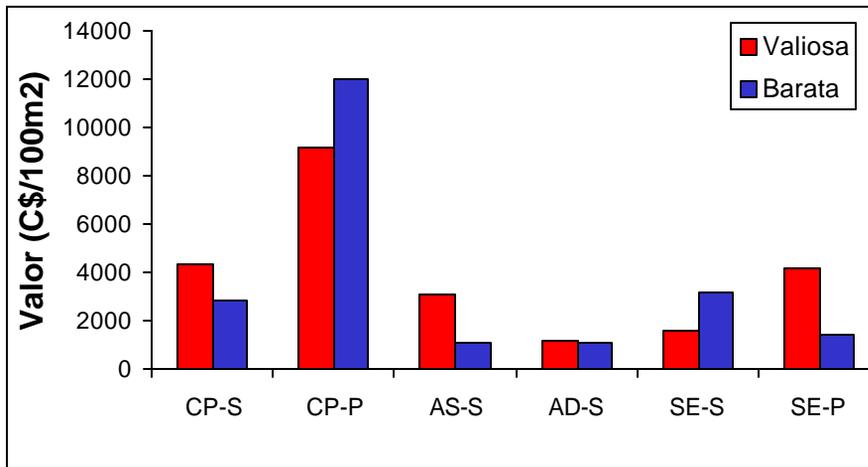


Fig. 7 La distribución de peces de alto y bajo valor comercial entre las estaciones.
 CP = Cayos Set Net; AS = Askill Cay; SE = Seal Cay, S = Seco (*i.e.* poco profundo); P = Profundo

La abundancia tiene una correlación positiva con la irregularidad del fondo. La Figura 8 muestra que con un aumento de la irregularidad también la abundancia de los peces aumenta.

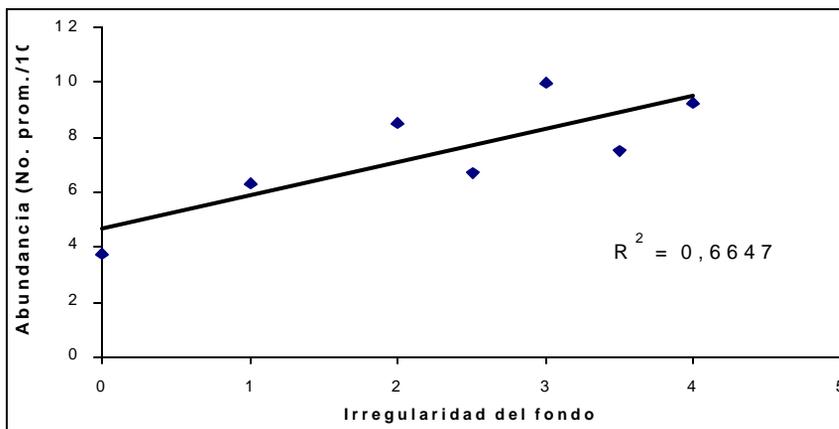


Fig. 8 La relación entre la irregularidad del fondo y la abundancia de peces.

6.5 Datos Hidrológicos

La Tabla 4 presenta los datos hidrológicos. Por falta de equipo adecuado no fue posible medir la temperatura en la columna de agua. No obstante, en abril de 1999 se observó el fenómeno de blanqueo (bleaching), donde los corales pierden las algas que viven en simbiosis con los corales dentro del tejido de los pólipos. El blanqueo es causado por el aumento de la temperatura del agua a un nivel mayor del que los corales pueden tolerar. Es decir que la temperatura aumentó considerable durante el mes de abril y probablemente también en marzo 1999. En mayo, la mayoría de los corales afectados por el fenómeno de blanqueo recuperaron su color normal indicando que la temperatura bajó nuevamente.

Con la salinidad se puede observar un cambio en los mismos meses (Figura 9). La salinidad logró el nivel más alto (43‰) el 9 de abril, bajando hasta 37‰ a comienzos de mayo, aunque todavía es muy alta con relación a la concentración promedio en esta parte del Caribe.

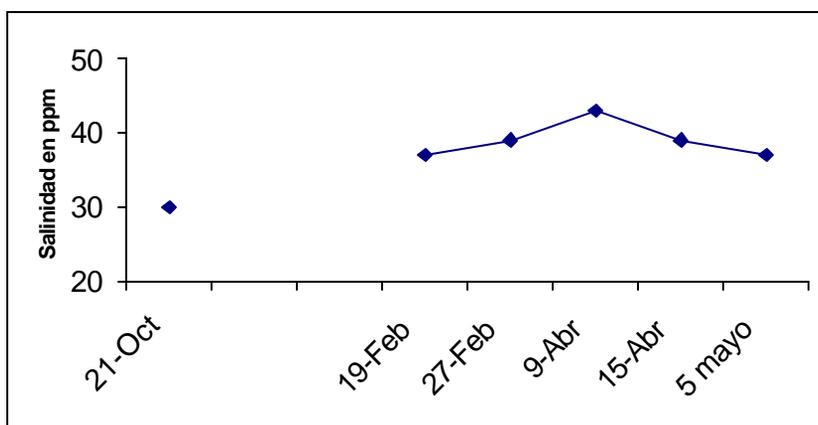


Fig. 9 La salinidad del mar durante el tiempo del estudio.

La visibilidad está fuertemente relacionada con la distancia de la costa. En Seal Cay el agua es mucho más clara y la visibilidad puede llegar hasta 23 metros horizontales estando en el fondo, aquí la visibilidad más baja fue de 18 metros. Por el contrario, la mayor visibilidad registrada en los Cayos Set Net y Askill Cay en días calmos fue de 9 metros.

La visibilidad horizontal tomada en el fondo está influenciada por el tiempo y el tipo de fondo. En los Cayos Set Net y Askill Cay, donde hay un fondo bastante rocoso, la visibilidad fue relativamente alta en días claros y calmos, pero bajó hasta 3 metros en días ventosos. No obstante, para la visibilidad vertical (desde la superficie) el tiempo no tiene un impacto negativo siendo esta alrededor de 6 metros. Sobre fondos de arena fina, la visibilidad horizontal no fue mayor de 1 metro.

6.6 Amenazas Identificadas en los Arrecifes de los Cayos Perlas

Peligros Naturales

a) Huracanes

Se observaron grandes cantidades de corales ramificantes (especies de *Acropora*) quebrados y muertos en los lados expuestos a la fuerza del mar, indicando que había bancos vivos de este tipo de coral. En los lugares donde hay pastos marinos se observaron corales muertos del tipo de coral dedo (*Porites porites*). Es probable que las olas pudieron arrastrarlos a estas áreas porque son más pequeños.

En Seal Cay, las áreas de poca profundidad (5 ó 6 metros) son planas con corales dispersos. Suponiendo que hubo bancos de corales, es probable que el huracán Juana en 1988 destruyó la mayoría de los corales y los arrastró hasta las elevaciones de los Cayos Perlas; esta puede ser otra explicación de las grandes cantidades de corales muertos encontrados. Esta teoría fue fundamentada con el hecho de que el Cayo Seal Cay estaba formado de arena y vegetación y después del huracán quedó descubierto con solamente piedras (pedazos de corales muertos). Obviamente, el huracán hizo mucho daño al Cayo y, por lo tanto, es probable que hizo también mucho daño a los arrecifes ubicados en lugares de poca profundidad.

b) Nivel de Sedimentación

En los Cayos Set Net y alrededor de Askill Cay los sedimentos consisten de partículas finas y oscuras, que indica un origen terrígeno. Los sedimentos se depositan en todo el fondo, mientras que las algas los atrapan en sus hojas dándoles un aspecto sucio y polvoriento, los corales vivos tienen capacidad de quitárselos.

Alrededor de Seal Cay los sedimentos son blancos, calcáreos indicando un origen marino de corales, algas calcáreas, conchas, etc. Las partículas son un poco más grandes que en los Cayos Set Net y Askill Cay.

La visibilidad, que tiene una correlación con la cantidad de partículas suspendidas en la columna de agua, es baja en los Cayos Set Net y alrededor de Askill Cay, indicando que los sedimentos se remueven fácilmente. Esto hace que los corales probablemente están siempre bajo estrés, haciendo más difícil su recuperación de efectos negativos.

Peligros Humanos

a) Efectos de las Nasas

La pesca de langosta por buceo y nasas es destructiva por inferir daños físicos directos a los corales; las nasas caen encima de los corales quebrándolos y los buzos quiebran los corales cuando sacan las langostas. Se sabe que los pescadores de langostas usan nasas, no obstante, ellos las usan más en zonas alejadas, en el margen de la plataforma y entre Seal Cay y Columbilla Cay, por lo tanto, no afectan a los Cayos Perlas directamente. En los Cayos Perlas, no se observó efectos por el uso de nasas para langosta y peces de escama. Pescadores de escamas aparentemente ocupan nasas jamaíquinas en escala mínima, se sabe que pescadores de la Isla del Maíz ocupan este arte, pero casi no visitan el área de los Cayos Perlas.

b) Efectos de Otros Métodos de Pesca

Durante las jornadas de buceo frecuentemente se observaron barcos camaroneros dentro de las 3 millas náuticas y cerca de los Cayos. Aunque no hacen daños físicos directos al ecosistema, con el arrastre, remueven los sedimentos fuertemente, resultando nubes de sedimentos que llegan a los arrecifes.

c) Influencia de Pesticidas y Químicos

No se han hecho análisis químicos para determinar la cantidad de pesticidas u otros químicos (como cianuro y cloro) en el agua pero con el avance de la frontera agrícola en el este de Nicaragua se espera un aumento de estos químicos en los Cayos.

No se encontraron algas azules / verdes que son los indicadores de un flujo de nutrientes, por lo tanto, parece que este problema no es prominente en los Cayos Perlas. Posiblemente los campesinos no usan mucho fertilizantes o estos llegan en concentraciones tan bajas a los Cayos que no afectan mucho al ecosistema coralino.

VII. DISCUSIÓN

7.1 La Condición Biológica de los Arrecifes y Alrededores

Alrededor de los Cayos Perlas hay arrecifes franjas contiguo a la isla y parches de arrecifes (pináculos) rodeados por áreas extensas con acumulaciones de sedimentos, lo que indica que el área total de arrecifes en los Cayos es limitada; lo anterior también fue observado por Roberts y Murray (1983) en su estudio usando la ecosonda.

Muchas partículas suspendidas llegan a los Cayos y estos afectan negativamente al ecosistema de los arrecifes. Varios estudios han mostrado que arrecifes afectados por altos niveles de sedimentación, debido a una reducción de la luz disponible, son menos desarrollados, tienen una baja cobertura de corales, existen menos especies de corales, crecen más lentamente y tienen bajo nivel de formación estructural (Cortes & Risk 1985). No obstante, la cobertura del coral es parecida a otros lugares en el Caribe que es entre 15 y 25 % (Aronson *et al* 1994) pero los análisis de la estructura de la comunidad muestran que se trata principalmente de especies pioneras, esto indica que la estructura del arrecife no está desarrollándose bien por una disminución en la esclerocificación de esta.

Aunque no se dispone de muchos datos de estudios realizados anteriormente, la revisión bibliográfica (Ryan 1992, PAANIC 1993) y las observaciones en este estudio indican que las causas que dan como resultado la situación actual de los arrecifes coralinos en los Cayos Perlas son las siguientes:

- a. La muerte de los erizos del mar.
- b. La enfermedad de los corales.
- c. Un alto nivel de sedimentación (probablemente crónico).
- d. Huracanes y condiciones hidrológicas.
- e. Modos destructivos de pesca.

a) La Muerte de los Erizos de Mar

La literatura revela que *"en los últimos años de los setenta los arrecifes en los Cayos Perlas estaban vivos y en crecimiento, pero en los siguientes años, debido a una causa indeterminada, los corales han sido destruidos y están cubiertos por algas filamentosas"* (Ryan 1992, PAANIC 1993). Es posible que la causa del crecimiento de las algas filamentosas señaladas en la literatura haya sido la muerte en gran escala de los erizos de mar (*Diadema antillarum*) en el Caribe en los años 1983-'84. Estos animales comen algas filamentosas controlando así la abundancia de las mismas. Por ejemplo, en la Isla St Croix, cinco días después de la mortalidad de *D. antillarum*, la biomasa de algas aumentó un 20%, lo que fue acompañado con una disminución del 50% en la cantidad de la biomasa de algas

consumidas por los herbívoros (Carpenter 1988). Según Littler y Littler (1985) todos los arrecifes en el Caribe cambiaron en su composición de corales después de este fenómeno.

En arrecifes bien desarrollados el porcentaje de macroalgas es alrededor del 2% de la cobertura béntica, mientras en los Cayos Perlas es alrededor de 50%; una diferencia sustancial. Las algas crecen cuando: (1) Hay un suministro de nutrientes; o (2) La cantidad de especies herbívoras es baja. En todas las estaciones la abundancia de algas fue alta, entonces no es probable que sea causado por un suministro de nutrientes ya que por el comportamiento del agua. Los nutrientes llevados por los ríos no llegan hasta Seal Cay. Además, si ese fuera el caso, se pudiera prever una cobertura mayor en los Cayos cerca de la fuente de nutrientes, o sea, cerca de la costa pero la cobertura fue igual en las tres zonas. Por lo tanto, es más probable que la alta cobertura de algas sea causado por una población baja de herbívoros. Los resultados de los análisis de la abundancia de peces muestran que en Seal Cay la abundancia de peces herbívoros es baja, tal vez por falta de reclutamiento. A la vez, la cantidad de macroalgas depende de la abundancia de erizos de mar que son herbívoros también y cuando estos murieron las algas crecieron y colonizaron el substrato rápidamente.

b) La Enfermedad de los Corales

Los corales cayeron víctima de una enfermedad que ocurrió en todo el Caribe en los años 80 y 90 conocida como 'white band disease' (enfermedad de la banda blanca). Aunque no hay documentación del efecto de este evento, se puede asumir que los corales de Nicaragua no son la excepción del efecto de esta enfermedad que acabó con muchos corales, especialmente los corales cuerno de alce (*Acropora spp*), los cuales son importantes en la construcción de los arrecifes por su crecimiento rápido. En esta parte del Caribe, debido a que las condiciones son desfavorables (por sedimentos y huracanes), resulta difícil la recuperación de los corales.

c) Alto Nivel de Sedimentación

El presente estudio indica que los sedimentos se quedan en los fondos cerca de la costa y con un viento moderado se disuelven nuevamente en la columna de agua, disminuyendo así la visibilidad. Es decir que la plataforma funciona como un 'recipiente' que recoge los sedimentos de modo que siempre están presentes. Esta capa crece cada año con la llegada de más sedimentos de los ríos en la temporada lluviosa. Probablemente, la capa llegará a una altitud donde fácilmente los sedimentos serán suspendidos nuevamente por la corriente. Esta teoría es soportada por las observaciones sobre la visibilidad, en vista que la visibilidad vertical es más o menos constante desde la superficie, alrededor de 5 metros, mientras la horizontal en el fondo varía con el tiempo entre 3 y 9 metros. En los días calmos (temporada seca), los sedimentos se depositan, aumentando la visibilidad mientras en días ventosos (temporada lluviosa) los sedimentos se disuelven nuevamente y las partículas finas forman encima del fondo una nube reduciendo la visibilidad. En comparación, la visibilidad en otros

lugares en el Caribe logra fácilmente 20 ó 30 metros, similar a las áreas alejadas de la costa (Seal Cay y alrededores; Zona 3).

La concentración alta de sedimentos disminuye la penetración de la luz, la cual los corales necesitan para la fotosíntesis de sus algas simbióticas; este hecho obliga a los corales invertir mucha energía en quitarse las partículas depositadas sobre sus superficies, energía que podría ser utilizada para su desarrollo. Rogers (1979) demostró que sombreando artificialmente una parte de los arrecifes, resultó el blanqueo de algunas especies de corales, la reducción de crecimiento y una disminución en la productividad.

En otros estudios dedicados al efecto de sedimentos en arrecifes se determinó que los corales dominantes en áreas con una alta concentración de partículas suspendidas son: *Montastrea cavernosa*, *Agaricia agrariacites*, *Siderastrea radians*, *S. siderea*, *Porites porites* y *P. astreoides* (Cortes & Risk 1984; Morelock *et al* 1983, Rogers 1990). Hubbard *et al* (1987) observó que la forma típica de *Montastrea annularis* se modificó hacia una forma de crecimiento paralelo continuo y ascendente, indicando estrés por sedimentos. Los corales dominantes en los Cayos Set Net y Askill Cay coinciden con los resultados de estos estudios.

d) Huracanes y Condiciones Hidrológicas

Aparte del problema de sedimentación, también hay otros factores que impiden el desarrollo de los arrecifes, por ejemplo, los huracanes que frecuentan esta área y causan mucho daño. Se encontraron muchos corales muertos, especialmente del tipo cuerno de alce, el cual es una especie importante para la construcción de los bancos de arrecifes.

La temperatura del agua influye en el desarrollo y proceso de recuperación. Como los resultados muestran, la temperatura sobrepasó el nivel máximo de tolerancia de los corales provocando el fenómeno de blanqueo. Durante el año 1998, la temperatura del mar aumentó a escala mundial causado por el fenómeno climatológico conocido como El Niño. Esto ocasionó el efecto 'bleaching' en las áreas de arrecifes coralinos. La salinidad logró niveles altos en los mismos meses afectando también los corales. Además, el agua dulce entra al mar en gran cantidad en la temporada lluviosa, bajando la salinidad. No obstante, las corrientes y vientos presentes en los Cayos forman una 'lengua' de agua salada que sobrepasa los arrecifes hacia la costa, manteniendo la mayoría del agua dulce cerca a la costa (Murray & Young 1984, Roberts & Murray 1983).

e) Métodos Destructivos de Pesca

Las nasas que los pescadores usan para la pesca de langosta hacen daño directo a los corales, especialmente a los corales ramificados cuando caen encima de estos. Las varillas que los buzos usan para capturar langostas también destruyen los corales cuando necesitan remover el sustrato para sacarlas de sus escondites.

Al lado de esta práctica destructiva existen también los barcos camaroneros que causan con sus arrastres que los sedimentos del fondo vuelvan a removerse, estos llegan a los cayos cuando operan cerca de ellos.

Todos estos factores influyen negativamente en el desarrollo y proceso de recuperación de los corales, es decir que después de una destrucción parcial por causas naturales o por factores humanos, los corales se recuperan lentamente y con mucha dificultad ó el daño puede ser irreversible.

Basándose en los análisis de los datos bénticos y de los peces, se observó que se trata de dos sistemas diferentes, cada uno con sus problemas específicos:

- Cayos Set Net y Askill Cay y alrededores (Zona 1 y 2);
- Seal Cay y alrededores (Zona 3).

7.1.1 Los Cayos Set Net y Askill Cay y Alrededores

En los Cayos Set Net y Askill Cay el problema mayor es la sedimentación, de manera que los componentes bénticos sufren por la cantidad de partículas que son depositadas sobre ellos. Por ejemplo, todas las algas tienen una capa de sedimentos; los corales deben invertir mucha energía en quitarse los sedimentos; para los pólipos de corales es difícil encontrar un lugar limpio para fijarse. En consecuencia, la composición béntica modifica favoreciendo aquellas especies que pueden tolerar la alta cantidad de sedimentos (*i.e.* algunas especies de corales, octocorales y algas).

En la Tabla 3 y en los resultados de los análisis estadísticos se puede observar que la cobertura de corales está dentro del rango típico del Caribe, que es 15-25% (Aronson *et al*, 1994). Las especies dominantes son en primer lugar *Agaricia spp* y, en segundo lugar, *Porites astreoides*, las cuales son especies pioneras; o sea ellas pueden colonizar rápidamente nuevos espacios. La diversidad es baja y hay una ausencia de corales macizos, especies que forman la estructura base de los arrecifes ya que sin ellos el arrecife podría finalmente derrumbarse (Rogers, 1990). En conclusión, aunque la cobertura total de los corales es típica, ésta se caracteriza por una abundancia de especies pioneras indicando que la estructura de los arrecifes no está bien desarrollada.

Marszalak (1981, citado en Rogers 1990) encontró que los octocorales son los más tolerantes de los componentes bénticos, porque su morfología previene la acumulación de sedimentos. Los resultados en el Anexo II (Estadísticos Descriptivos) muestran que, aunque no hay diferencias significativas, en los Cayos cerca de la costa la abundancia de octocorales (gorgónidos) es casi dos veces mayor que en Seal Cay.

En vista del tipo de sedimento observado, se puede concluir que el origen está en tierra firme. Para disminuir la cantidad de sedimentos llevados por los ríos se debe buscar y reducir las fuentes de erosión más arriba en el Río Grande de Matagalpa que es el río que tiene probablemente la mayor influencia en los Cayos. No obstante, como resultado de la cantidad de lluvia que cae cada año, siempre habrá una cantidad enorme de sedimentos desaguando. Roberts & Murray (1983) concluyeron que estos sedimentos se quedan dentro de la CLC durante la mayor parte del año. Un estudio dirigido a este problema deberá mostrar si la cantidad actual de sedimentos que llegan a los arrecifes ha aumentado y a la vez, determinar la causa específica para incluir los resultados en un Plan de Manejo de la Zona Costera.

Ryan (1992) señaló que los barcos camaroneros industriales arrastrando en la franja costera y alrededor de los Cayos hacen que los sedimentos se disuelvan nuevamente y a su vez afectan a los arrecifes. Para disminuir este efecto negativo en los corales a corto plazo, es recomendable controlar esta actividad pesquera, implementando el Acuerdo Ministerial No. 043-98 que en su artículo No 2 dice: *‘Las áreas de Pesca de Laguna de Perlas y de la Boca de Río Grande de Matagalpa como área de Pesca Artesanal, abarcan el espejo de agua y todo el manglar incluyendo la desembocadura de los ríos y lagunas aledaños, así como la franja del mar de tres millas adyacentes a la línea costera de cinco millas alrededor de los cayos en frente de la referida área.’*

7.1.2 Seal Cay y Alrededores

En Seal Cay la visibilidad alcanza hasta 20 metros y la cobertura de los corales es parecida a la del Caribe en general. La familia *Agaricia spp* fue la más abundante pero también se encontró una cantidad considerable de corales macizos que son importantes para la estructura de los arrecifes (Tabla 3 y Anexo II). Los resultados muestran que este ecosistema se diferencia significativamente del de los Cayos Set Net y Askill Cay, tanto en la estructura de las comunidades de peces como de las comunidades bénticas. También existen diferencias, aunque no significativas, dentro de una misma zona entre los arrecifes de poca profundidad y profundos, causadas probablemente por los huracanes como se mencionó anteriormente. Los huracanes dejaron una área plana en la zona de poca profundidad que afectó a las poblaciones de peces negativamente por falta de irregularidad en el fondo (Fig. 8).

7.2 La Importancia de los Cayos para la Pesca Artesanal

En los Cayos Perlas se encontraron principalmente peces de tallas pequeñas. Es posible que en el límite de la plataforma se encuentren los peces grandes; esta hipótesis es soportada por la información suministrada por los pescadores y por un estudio realizado en Australia (Williams y Hatcher 1983), donde se determinó que las especies más grandes y de mayor valor económico se encuentran predominantemente en los arrecifes alejados de la costa y las especies más pequeñas cerca a la costa.

En cada una de las tres zonas en los Cayos Perlas no se encontraron diferencias entre las estaciones profundas y de poca profundidad, referente a la abundancia y estructura de la comunidad de peces. Sin embargo, entre las tres zonas había diferencias significativas en la abundancia de algunas familias de peces. También este estudio revela que, en general, la abundancia de todas las familias fue mayor en los Cayos Set Net y más baja en Seal Cay. Esta diferencia se encontró principalmente en las especies que se alimentan de invertebrados, donde los roncós, pargos pequeños y pez ángel fueron los más numerosos. Los análisis de los componentes bénticos no mostraron diferencias significativas entre las zonas (a excepción de Zona 5, Seal Cay poco profundo debido a su formación diferente).

No se encontró una relación causal entre la estructura de las comunidades de peces y la composición béntica, fenómeno que también observó Manus et al (1981) en su estudio de la correlación entre peces y corales, que resultó bajo o no significativo. Una explicación a la mayor abundancia en los Cayos Set Net puede ser que cerca de la costa hay más praderas de pastos marinos, los cuales son áreas de alimentación para estas especies.

Por otra parte, se observó que la abundancia de peces está en relación positiva con la irregularidad del fondo (Fig.8). Esto se puede explicar porque el aumento del relieve favorece el número de lugares para esconderse (refugios), resultando que más especies encuentran un hábitat favorable y éstas a la vez atraen especies depredadoras. Por el contrario, se encontraron pocos ejemplares de peces en Seal Cay de poca profundidad, una zona principalmente plana.

En la zona de los Cayos Set Net profunda no se encontró una diferencia significativa con ninguna otra zona (Anexo III, los análisis de PRIMER), pero es probable que esto sea resultado por los pocos datos disponibles de esta zona (solamente dos estaciones, Tabla 5).

Un estudio de los efectos de la turbidez en la diversidad de peces coralinos en aguas someras (Amesbury 1981) revela que un aumento en la turbidez no causa que las especies móviles (como los peces) dejen su territorio y busquen mejores lugares, aunque el hábitat se deteriore, las especies prefieren quedarse que establecerse en otro lugar donde encontrarán agresión de peces territoriales. Solamente en las áreas donde hay una acumulación de sedimentos finos o donde hay impactos serios en el fondo, las especies se trasladan (Amesbury 1981). En los Cayos Perlas se observaron situaciones parecidas; sobre las áreas rocosas se encontraron peces y aunque las condiciones se deterioraron en los Cayos, los peces aparentemente se quedaron. No obstante, había zonas donde se encontró una gran acumulación de sedimentos finos formando una capa de un metro de espesor. En estas zonas donde la visibilidad no es más de un (1) metro, no se encontró nada excepto algunos pepinos de mar. Los peces probablemente migraron. En vista de que es probable que cada año más sedimentos llegarán y se depositarán en los Cayos, los arrecifes continuarán deteriorándose con impactos serios en el fondo, eliminando los organismos sésiles hasta dejar un desierto, como resultado los peces tendrán que migrar hacia otras zonas.

LOS ARRECIFES DE LOS CAYOS PERLAS, NICARAGUA

Tabla 5. Características hidrológicas de las estaciones.

Estación	Fecha	Corriente	Condición climatológica	Visibilidad horizontal (m)	Visibilidad vertical (m)	Salinidad ppm	Profundidad (m)
Cs1	10 junio	moderado-fuerte	poco nublado, viento moderado		4.5		2.5-5
Cs2	21 oct.	fuerte	nublado		4.5		5.5
Cs3	21 oct.	moderado	claro		5	30	2-6
Cs4	23 oct.	mod-fuerte	claro, calmo		4.5	30	6
Cs5	24 oct.	mod (N)	calmo		7.5		5-6
Cs6	24 oct.	NE mod	calmo		7.5		5.5
Cs7	9 abril	moderado	claro, calmo	9			3-5
Cs8	9 abril	moderado	claro, calmo	9			2.5
Cs9	9 abril	moderado	claro, calmo	5			5
Cs10	15 abril	ausente	nublado, calmo	6.5	3-10	39	7.5
Cp1	10 junio	moderado	poco nublado, viento moderado		2.7		9.50
Cp2	9 abril	moderado	claro, calmo	7		43	7-11
As1	27 feb.	ausente	poco nublado, calmo		6.2	39	3-5
As2	27 feb.	ausente	poco nublado, calmo		6	39	2.5
As3	8 abril	N fuerte	claro, medias olas	9.1	5.5	40	5
As4	12 abril	N mod	nublado, ventoso	3.6	6.2	38	4.5
As5	19 feb.	bajo	poco nublado, calmo	8	9	37	4.5 - 6
As6	8 abril	N medio	claro, calmo	9.1	5.5	40	5.5-8
As7	14 abril	ausente	claro, medias olas	6.7	6.5	39	5.5 - 8
Ap1	8 abril	N fuerte	claro, medias olas	9.1	5.5	40	10
Ap3	12 abril	N mod	nublado, ventoso	3.6	6.2		9
Ap4	14 abril	ausente	claro, medias olas	6.7	6.5	39	9
Ss1	3 mayo	ausente	claro, calmo	21	fondo	37	3.5
Ss2	4 mayo	ausente	claro, calmo	18	fondo		4
Ss3	4 mayo	ausente	nublado, calmo	22	fondo	38	3
Ss4	5 mayo	ausente	nublado, calmo	22	fondo	37	5
Ss5	5 mayo	ausente	claro, calmo	22	fondo		5
Sp1	3 mayo	ausente	cubierto, calmo	21.2	fondo	37	12.5
Sp2	3 mayo	ausente	nublado, calmo	18.1	15		12
Sp3	3 mayo	ausente	claro, calmo	18.1	15		10
Sp4	4 mayo	ausente	nublado, calmo	22.8	fondo	38	12
Sp5	4 mayo	ausente	nublado, calmo	22	fondo		12
Sp6	5 mayo	ausente	cubierto, calmo	22	fondo	37	12

C = Cayos Set Net, A = Askill Cay, S = Seal Cay; s = seco (poca profundidad); p = profundo.

Rendimientos pesqueros en áreas coralinas (Medley *et al*, 1993) indican que hay una gran variabilidad: Se menciona capturas promedios entre 0.5 y 48.79 t/km²/año. Las capturas en los estudios preliminares hechos en los Cayos Set Net (Weijerman *et al*, 1998) y Seal Cay (Weijerman y Reyes, 1998) están por encima de estos valores, con 1.7lb/100m²/día y 3.8lb/100m²/día respectivamente. También los resultados de la abundancia de peces de alto valor (Fig. 7) indican que se puede obtener un ingreso bruto bastante alto. No obstante, por falta de más información sobre rendimientos pesqueros en los Cayos no se puede concluir si el recurso podrá sostener un nivel de explotación rentable durante todo el año.

7.3 El Potencial del Eco-Turismo

Los Cayos Perlas con sus playas amarillas, bahías calmas, palmas de coco, corales, peces y poca intervención humana, pueden ser muy atractivos para turistas que quieran una ‘aventura tropical’. Los Cayos son adecuados para descansar, son atractivos para pescar, bucear a pulmón y nadar. Son menos adecuados para turismo de buceo profesional por la baja visibilidad. Sin embargo, todavía falta la infraestructura adecuada para atender cómodamente a los visitantes.

VIII. CONCLUSIONES

1. Una alta cantidad de sedimentos llega a los Cayos más cercanos de la costa disminuyendo la visibilidad sustancial con sus efectos negativos al ecosistema coralino.
2. Los arrecifes de los Cayos Perlas son pequeños con escasas praderas de pastos marinos. Las especies coralinas que toleran el alto nivel de sedimentación son las más abundantes. Sedimentación y huracanes afectan los corales negativamente y probablemente los métodos de pesca con trampas y el arrastre de los barcos camaroneras cerca de los Cayos también tengan un impacto negativo e impidan el desarrollo óptimo de este ecosistema.
3. Los arrecifes de los Cayos Set Net y Askill Cay están afectados por la alta cantidad de sedimentos que proviene de los ríos. La estructura de los arrecifes no está bien desarrollada puesto que las especies dominantes de corales son especies del tipo pionera y hacen falta especies macizas que son importantes para la estructura robusta del arrecife.
4. Los arrecifes de Seal Cay son comparables con otros arrecifes en el Caribe, tanto en la cobertura de coral como en la composición de corales típicos del Caribe. Los depósitos son calcáreos, blancos de origen marino con partículas más grandes que los sedimentos provenientes de tierra firme.
5. El nivel de cobertura de macroalgas en los arrecifes es demasiado alto en las tres zonas de estudio, lo que indica un cambio de la estructura de la comunidad de un ecosistema dominado por corales a un ecosistema dominado por algas. Lo más probable es que esto

fue causado por la muerte de los erizos de mar y tal vez por la baja abundancia de peces herbívoros, de manera que las algas tuvieron la oportunidad de expandirse.

6. Existen diferencias significativas en la composición de peces entre las tres zonas, notándose una mayor abundancia en los Cayos Set Net. Las familias de especies dominantes fueron roncós, pez ángel y en menor medida pargos; todos estos peces comen invertebrados y son significativamente más abundantes que los herbívoros y piscívoros. Una explicación de este fenómeno puede ser que cerca de la costa haya más praderas de pastos marinos los cuales son hábitats adecuados para la alimentación del primer grupo.
7. Casi todos los ejemplares de peces son menores de 30 cm. No se encontraron diferencias significativas entre las zonas en cuanto de la presencia de peces grandes. No obstante, los resultados del rendimiento de dos experimentos de pesca fueron comparables con resultados de otros países del Caribe.

IX. RECOMENDACIONES

En Cuanto a los Arrecifes se Recomienda:

- Establecer un sistema de monitoreo para detectar cambios en la composición béntica y sus causas.
- Realizar charlas sobre la ecología y las funciones de los arrecifes para que la gente y principalmente los usuarios, conozcan de la importancia de este ecosistema.
- Determinar la dirección del flujo de reclutamiento de corales y basándose en estos resultados delimitar un área de reserva para asegurar un flujo constante de larvas.
- Continuar la caracterización en arrecifes más hacia el norte, considerando este documento una referencia.
- Realizar un control estricto para evitar que los barcos camaroneros arrastren dentro las 3 millas náuticas.

En Cuanto a la Hidrología se Recomienda:

- Recopilar datos hidrológicos en la columna de agua para determinar la estratificación de temperatura y salinidad durante todo el año. Sobre la base de estos resultados establecer los periodos cuando y en que cantidades el agua dulce penetra en el ecosistema coralino.
- Recopilar datos físico-oceanográficos para levantar mapas de estas características combinadas con la abundancia de arrecifes y peces.

En Cuanto a la Pesquería se Recomienda:

- Realizar estudios del reclutamiento de los peces coralinos, determinar el ciclo de vida así como los diferentes hábitats que éstos ocupan durante su ciclo de vida, con el propósito de entender mejor la dinámica de la población de peces de interés económico.
- Realizar estudios espaciales y temporales de pesca exploratoria para determinar el rendimiento pesquero y la estructura de la población en las diferentes zonas de los Cayos Perlas y al margen de la plataforma durante todo el año.

En Cuanto a la Sedimentación se Recomienda:

- Determinar la cantidad de sedimentos que se depositan en los organismos bénticos.
- Estudiar a través del tiempo, la tendencia de la cantidad de partículas suspendidas alrededor de los Cayos Perlas.
- Tomar muestras de corales para determinar la cantidad y origen de los sedimentos que se depositaron durante los últimos 15 años, con el propósito de concluir cómo ha evolucionado la acumulación de los depósitos de sedimentos.
- Identificar las actividades en tierra firme que causan el flujo de los sedimentos.
- Formular un estudio de análisis microbiológico y de sólidos en el Río Grande de Matagalpa.
- Coordinar con MARENA y otras instituciones relacionadas con la conservación del medio-ambiente y el avance de la frontera agrícola, el desarrollo de proyectos del uso adecuado de tierras para disminuir la cantidad de sedimentos que llegan a la zona costera.

En Cuanto al Ecosistema se Recomienda:

- Formular e implementar un Plan de Manejo Integral de la Zona Costera en conjunto con todos los actores relacionados al ecosistema costero.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Amesbury SS (1981).** Effects of turbidity on shallow water reef fish assemblages in Turk, Eastern Caroline Islands. Proc.4th Int. Coral Reef Symp., Manila 1:155-159.
- Aronson RB, Edmunds PJ, Precht WF, Swanson DW, Levitan R (1994).** Large-scale, long-term monitoring of Caribbean coral reefs: simple, quick, inexpensive techniques. Atoll Research Bull. 421, 19pp.
- Carpenter RC (1988).** Mass mortality of a Caribbean sea urchin: Immediate effects on community metabolism and other herbivores. Proc. Natl. Acad. Sci. 85:511-514.
- Carr MR (1997).** PRIMER User Manual. Plymouth, UK: Plymouth Marine Laboratory.
- Clarke KR, Warwick RM (1994). Change in Marine Communities: An approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth, UK: Plymouth Marine Laboratory.
- Cortes J, Risk MJ (1984).** El arrecife coralino del Parque Nacional Cahuita, Costa Rica. Revta Biol. Trop. 32:109-121.
- Cortes J, Risk MJ (1985).** A reef siltation stress: Cahuita, Costa Rica. Bull.Mar.Sci. 36(2):339-356.
- Jameson, S.C. (1996).** Cayos Miskitos Nicaragua. Coral Reef Ecosystem Survey and Recommendations. In: Cayos Miskitos: Environmental Initiative of the Americas Fisheries Project. Oct, 1995 - Sep. 1996. Recommendations and Reports for the Management of Fisheries in the Miskito Coast Marine Reserve of Nicaragua. USAID.
- Little MM, Little DS (1985).** Factors controlling relative dominance of primary producers on biotic reefs. Proc. 5th Int. Coral Reef Cong., Tahiti 4:35-39.
- McManus JW, Micalat RI, Palaganas VP (1981).** Coral and fish community structure of Sombrero Island, Batangas, Philippines. Proc.4th Int. Coral Reef Symp., Manila. 2:271-280.
- Medley PA, Gaudian G, Wells S (1993).** Coral reef fisheries stock assessment. Reviews in Fish Biology and Fisheries (3): 242-285.
- Minitab (1996).** Minitab Release II. State College, Pennsylvania: Minitab Inc.

- Morelock J, Grove K, Hernandez M (1983).** Oceanography and patterns of shelf sediments, Mayaguez, Puerto Rico. *J. Sedim.Petrol.* 53:371-381.
- Murray SP, Hsu SA, Roberts HH, Owen EH, Crout RL (1992).** Physical processes and sedimentation on a broad, shallow bank. *Estuarine Coastal Shelf Sci* 14:135-157.
- Murray SP, Young M (1984).** The nearshore current along a high rainfall, trade wind coast, Nicaragua. *Estuarine Coastal Shelf Sci* 21:687-699.
- PAANIC (1993).** Diagnóstico y propuesta del plan de acción de recursos acuáticos. Plan de Acción Ambiental Para Nicaragua. 240pp.
- Rogers CS (1990).** Responses of coral reefs and reef organisms to sedimentation. *Mar.Eco.Prog.Ser.* 62:185-202.
- Roberts HH, Murray SP (1983).** Controls on reef development and the terrigenous-carbonate interface on a shallow shelf, Nicaragua (Central America). *Coral Reefs* 2:71-80.
- Rogers CS (1979).** The effect of shading on coral reef structure and function. *J./ Exp./ Mar./ Biol./ Ecol.* 41:269-288.
- Rogers CS (1990).** Responses of coral reefs and reef organisms to sedimentación. *Mar. Eco. Progr. Ser.* 62:185-202.
- Ryan J (1992).** Los arrecifes del Caribe nicaragüense. *Wani* 13.
- Sánchez R, Roest F, Bouwsma J (1997).** Laguna de Perlas, Caribe de Nicaragua: Características Morfológicas, Hidrológicas, Recursos Pesqueros y Explotación. Proyecto DIPAL, Pearl Lagoon.
- Weijerman M, Reyes L, Ubeda A. (1998).** Pesca exploratoria en los Cayos Perlas: Seal Cay. DIPAL, Doc. Tec. No C 03. 12pp.
- Weijerman M, Reyes L, Ubeda A. (1998).** Pesca exploratoria en los Cayos Perlas. DIPAL, Doc. Tec. No C 02. 15 pp.
- Weijerman M, Sánchez R, Castaño O (1998).** Un estudio de reconocimiento a los Cayos Perlas. DIPAL, Doc. Tec. No. C 01. 14pp.

Williams DMcB, Hatcher AI, 1983. Structure of fish communities on outer slopes of inshore, mid-shelf and outer-shelf reefs of the Great Barrier Reef. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* (10): 239-250.

ANEXO I: FORMATO PARA LOS ANÁLISIS DE LAS FOTOS DEL FONDO.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Macro-algas																									
Algas azul / verde																									
Algas coralinas																									
Algas calcáreas																									
Turf algas																									
Acropora cervicornis																									
Acropora palmata																									
Agaricia																									
Dendrogyra cylindrus																									
Diploria labyrinthiformis																									
Diploria strigosa																									
Diploria clivosa																									
Dichocoenia stokesii																									
Colpophyllia																									
Isophyllia																									
Isophyllastrea																									
Favia fragum																									
Madracis mirabilis																									
Madracis decactis																									
Manicina																									
Meandrina																									
Montastrea annularis																									
Montastrea cavernosa																									
Mussa angulosa																									
Mycetophyllia																									
Porites astreoides																									
Porites porites																									
Scolymia																									
Siderastrea																									
Solenastrea																									
Stephanocoenia																									
Gorgónido																									
Zoantus																									
Esponja																									
Tunicate																									
Millepora (Coral fuego)																									
Total de corales																									
Total de algas																									
Rocas																									
Sedimentos																									
Arena																									
No-identificable																									

LOS ARRECIFES DE LOS CAYOS PERLAS, NICARAGUA

ANEXO II: RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LA COMPOSICIÓN BÉNTICA.

1. Estadísticos Descriptivos

Variable	Sitio	N	Promedio	DesEst	DE Prom	Variable	Sitio	N	Promedio	DesEst	DE Prom
Macroalgas, incluyendo algas calcáreas						Esponja					
	CPD	5	0.5689	0.0458	0.0205		CPD	5	0.0547	0.0351	0.0157
	CPS	6	0.4554	0.1406	0.0574		CPS	6	0.0471	0.0287	0.0117
	ASS	7	0.4950	0.1472	0.0556		ASS	7	0.0664	0.0700	0.0265
	ASD	4	0.6272	0.1321	0.0660		ASD	4	0.0223	0.01188	0.00594
	SES	5	0.6314	0.0600	0.0268		SES	5	0.0399	0.0295	0.0132
	SED	5	0.6018	0.1681	0.0752		SED	5	0.0559	0.0254	0.0114
Total de corales						Gorgonias					
	CPD	5	0.1841	0.0926	0.0414		CPD	5	0.0155	0.0101	0.00450
	CPS	6	0.2646	0.0843	0.0344		CPS	6	0.0403	0.0505	0.0206
	ASS	7	0.2203	0.0632	0.0239		ASS	7	0.0079	0.0201	0.00759
	ASD	4	0.1905	0.0586	0.0293		ASD	4	0.0426	0.0599	0.0300
	SES	5	0.1279	0.0872	0.0390		SES	5	0.0065	0.00979	0.00438
	SED	5	0.2298	0.1478	0.0661		SED	5	0.0195	0.0201	0.00897
Turf algae						Arena					
	CPD	5	0.0975	0.0275	0.0123		CPD	5	0.0142	0.0247	0.0110
	CPS	6	0.0467	0.0344	0.0141		CPS	6	0.0168	0.0245	0.0100
	ASS	7	0.0691	0.0506	0.0191		ASS	7	0.00507	0.01232	0.00466
	ASD	4	0.0343	0.0237	0.0118		ASD	4	0.01348	0.01344	0.00672
	SES	5	0.0410	0.0293	0.0131		SES	5	0.0711	0.0655	0.0293
	SED	5	0.0253	0.0321	0.0144		SED	5	0.00877	0.01157	0.00517
Coralline algae						Invertebrados a excepción de corales (esponjas, octocorales, tunicates, zoantus, millepora)					
	CPD	5	0.0390	0.0243	0.0109		CPD	5	0.0785	0.0325	0.0145
	CPS	6	0.0554	0.0550	0.0224		CPS	6	0.1353	0.0489	0.0200
	ASS	7	0.0533	0.0523	0.0198		ASS	7	0.0968	0.0734	0.0278
	ASD	4	0.0181	0.00581	0.00290		ASD	4	0.0803	0.0753	0.0377
	SES	5	0.0123	0.01273	0.00569		SES	5	0.0497	0.0328	0.0147
	SED	5	0.0269	0.0240	0.0107		SED	5	0.0867	0.0394	0.0176

2. Análisis para determinar diferencias entre las zonas y las estaciones poco profundas y profundas.

Análisis de Varianza para "Macroalgae"

Análisis de Varianza para el total de los corales

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P	Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Location	2	0.06482	0.05693	0.02847	1.78	0.18	Location	2	0.01282	0.01085	0.00542	0.64	0.54
Depth	1	0.04211	0.04029	0.04029	2.51	0.125	Depth	1	0.000214	0.000062	0.000062	0.01	0.93
Location*Depth	2	0.0397	0.0397	0.0198	1.24	0.31	Location*Depth	2	0.0457	0.0457	0.0228	2.68	0.088
Error	26	0.41692	0.41692	0.01604			Error	26	0.221930	0.221930	0.008536		
Total	31	0.56357					Total	31	0.280675				

LOS ARRECIFES DE LOS CAYOS PERLAS, NICARAGUA

CONCLUSION: Ni entre las zonas ni entre las estaciones poco profundas y profundas hubo diferencias significativas para ambas variables, entonces se pueden agrupar las estaciones.

3. Análisis de Varianza entre las zonas agrupando las estaciones poco profundas y profundas

Análisis de Varianza para "Macroalgae"

Análisis de Varianza para el total de los corales

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P	Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Location	2	0.06482	0.06482	0.03241	1.88	0.17	Location	2	0.01282	0.01282	0.00641	0.69	0.508
Error	29	0.49876	0.49876	0.01720			Error	29	0.267850	0.267850	0.009236		
Total	31	0.56357					Total	31	0.280675				

CONCLUSION: No había diferencias significativas para macroalgas o para el total de corales entre las zonas.

4. Usando el juego de PRIMER (ANOSIM y SIMPER) determinamos diferencias entre la estructura de la composición béntica

(Relaciones significativas son representadas en negrita y cursiva; las relaciones poca significativa en negrita.)

ONE-WAY ANOSIM			Groups Used	Stat Value	Possible Permutations	Permutations Used	Signi. Statis.	Signi. Level
Group	Size	Samples						
1	5	1-5	Cayos Set Net poco profundo	(1, 2)	0.101	462	462	97 21.0%
2	6	6-11	Cayos Set Net profundo	(1, 3)	0.047	792	792	228 28.8%
3	7	12-18	Askill Cay poco profundo	(1, 4)	0.225	126	126	16 12.7%
4	4	19-22	Askill Cay profundo	(1, 5)	0.264	126	126	7 5.6%
5	5	23-27	Seal Cay poco profundo	(1, 6)	0.036	126	126	54 42.9%
6	5	28-32	Seal Cay profundo	(2, 3)	-0.016	1716	1716	792 46.2%
				(2, 4)	-0.067	210	210	126 60.0%
				(2, 5)	0.351	462	462	6 1.3%
				(2, 6)	0.027	462	462	84 39.8%
				(3, 4)	0.021	330	330	121 36.7%
				(3, 5)	0.253	792	792	46 5.8%
				(3, 6)	0.119	792	792	125 15.8%
				(4, 5)	0.094	126	126	33 26.2%
				(4, 6)	-0.081	126	126	80 63.5%
				(5, 6)	0.228	126	126	10 7.9%

CONCLUSION: La única diferencia significativa se presentó entre la estación 2 (Cayos Set Net profundo) y 5 (Seal Cay poco profundo). Nota que la estación Seal Cay poco profundo se diferenció con todas las otras estaciones a excepción de Askill Cay profundo (grupo 4). Entonces es obvio que la estación 5 es diferente.

ANEXO III: RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LA COMPOSICIÓN DE PECES

1. La relación entre las estaciones poco profundas y profundas

1a. Resultados de los Análisis de Varianza para todas las estaciones juntas, resultados significativos en letras negritas y cursivas

ESPECIES	VALOR DE P
ANGELFISH	0.931
CHUB	0.360
GRUNT	0.147
HOGFISH	0.337
JACK	0.944
MACKEREL	0.302
PARROT	0.312
SNAPPER	0.536
SURGEON	0.908
Total de peces	0.113
Peces grandes (>29 cm)	0.689

1b. Análisis de Varianza dentro de una zona

CAYOS SET NET

ESPECIES	VALOR DE P
ANGELFISH	0.763
CHUB	0.676
GRUNT	0.846
HOGFISH	0.271
JACK	0.539
MACKEREL	0.539
PARROT	0.821
SNAPPER	0.887
SURGEON	0.476
Total de peces	0.640
Peces grandes (>29 cm)	0.658

ASKILL CAY

ESPECIES	VALOR DE P
ANGELFISH	0.834
GRUNT	0.489
HOGFISH	0.126
JACK	0.285
PARROT	0.250
SNAPPER	0.847
Total de peces	0.270
Peces grandes (>29 cm)	0.388

LOS ARRECIFES DE LOS CAYOS PERLAS, NICARAGUA

SEAL CAY

ESPECIES	VALOR DE P
ANGELFISH	0.006
CHUB	0.297
GRUNT	0.815
HOGFISH	0.880
JACK	0.672
PARROT	0.955
SNAPPER	0.698
SURGEON	0.244
Total de peces	0.515
Peces grandes (>29 cm)	0.561

CONCLUSION: A excepción de pez ángel (Angelfish), no se presentaron diferencias significativas, por lo tanto se puede agrupar las estaciones.

2. **La Relación Entre las Zonas Agrupando las Estaciones poco Profundas y Profundas por Zona.** Resultados de los Análisis de Varianza, resultados significativas en letras negritas y cursivas.

ESPECIES	VALOR DE P
ANGELFISH	0.009
CHUB	0.478
GRUNT	0.006
HOGFISH	0.368
JACK	0.660
MACKEREL	0.159
PARROT	0.552
SNAPPER	0.066
SURGEON	0.137
Total de peces	0.004
Peces grandes (>29 cm)	0.195

CONCLUSION: Se presentaron solamente diferencias significativas para la familia de roncós, pez ángel y el total de la composición pesquera.

LOS ARRECIFES DE LOS CAYOS PERLAS, NICARAGUA

3. Análisis más Detallados para las Familias de Peces que tienen Diferencias Significativas en los Cayos Set Net, Askill Cay y Seal Cay.

Análisis de Varianza para "PEZ ANGEL"

Source	DF	SS	MS	F	P
Area	2	0.8478	0.4239	5.43	0.009
Error	31	2.4192	0.0780		
Total	33	3.2670			

Análisis de Varianza para "RONCO"

Source	DF	SS	MS	F	P
Area	2	51.79	25.89	5.96	0.006
Error	31	134.67	4.34		
Total	33	186.46			

Análisis de Varianza para Total de Peces

Source	DF	SS	MS	F	P
Area	2	217.7	108.8	6.82	0.004
Error	31	494.6	16.0		
Total	33	712.3			

CONCLUSION: La abundancia de todas las familias fue mayor en los Cayos Set Net.

4. Estadísticas Descriptivas

Variable	Zona	N	Prom	DesEst	DE Prom.
ANGELFISH	C	12	0.533	0.355	0.103
	A	11	0.1979	0.2346	0.0707
	S	11	0.2066	0.2189	0.0660
CHUB	C	12	0.0496	0.1718	0.0496
	A	11	0.000	0.000	0.000
	S	11	0.177	0.587	0.177
GRUNT	C	12	3.661	2.590	0.748
	A	11	2.805	2.417	0.729
	S	11	0.723	0.494	0.149
HOGFISH	C	12	0.1062	0.1945	0.0561
	A	11	0.1919	0.3109	0.0937
	S	11	0.0590	0.1094	0.0330
JACK	C	12	0.0494	0.1170	0.0338
	A	11	0.0433	0.0968	0.0292
	S	11	0.1033	0.2543	0.0767
MACKEREL	C	12	0.148	0.351	0.101
	A	11	0.000	0.000	0.000
	S	11	0.000	0.000	0.000
PARROT	C	12	1.991	1.797	0.519
	A	11	1.804	1.129	0.341
	S	11	1.299	1.615	0.487

LOS ARRECIFES DE LOS CAYOS PERLAS, NICARAGUA

Variable	Zona	N	Prom	DesEst	DE Prom.
SNAPPER	C	12	3.113	2.245	0.648
	A	11	2.940	2.227	0.672
	S	11	1.343	0.789	0.238
SURGEON	C	12	1.194	2.021	0.583
	A	11	0.000	0.000	0.000
	S	11	0.767	1.266	0.382
TOTAL	C	12	10.95	5.21	1.50
	A	11	8.01	3.66	1.10
	S	11	4.796	2.498	0.753
Peces Grandes (>29cm)	C	12	2.17	3.94	1.14
	A	11	0.606	0.611	0.184
	S	11	0.546	0.659	0.199

5. Análisis de Varianza Agrupando las Familias de Peces en Grupos Tróficos (alimenticios)

5.1 La relación entre las Estaciones poco Profundas y Profundas.

Grupo trófico	Valor de P
Predadores	0.366
Invertebrados	0.179
Herbívoros	0.433

CONCLUSION: No se presentó diferencias significativas entre las estaciones poco profundas y profundas entonces podemos agruparlas.

5.2 Resultados de los análisis entre las zonas agrupando las estaciones poco profundas y profundas.

LOS PREDADORES

Source	DF	SS	MS	F	P
Area	2	0.2599	0.1300	1.22	0.310
Error	31	3.3067	0.1067		
Total	33	3.5666			

LOS INVERTEBRADOS

Source	DF	SS	MS	F	P
Area	2	153.606	76.803	7.94	0.002
Error	31	299.774	9.670		
Total	33	453.380			

LOS ARRECIFES DE LOS CAYOS PERLAS, NICARAGUA

LOS HERBIVOROS

Source	DF	SS	MS	F	P
Area	2	12.447	6.223	0.93	0.407
Error	31	208.180	6.715		
Total	33	220.627			

ESTADISTICOS DESCRIPTIVOS

Variable	Zona	N	Prom	DesEst	DE Prom.
Predadores	C	12	0.279	0.479	0.138
	A	11	0.0728	0.1271	0.0383
	S	11	0.1328	0.2496	0.0753
Invertebrados	C	12	7.44	3.82	1.10
	A	11	6.13	3.61	1.09
	S	11	2.420	0.931	0.281
Herbivoros	C	12	3.23	3.64	1.05
	A	11	1.804	1.129	0.341
	S	11	2.243	2.229	0.672

C = Cayos Set Net; A = Askill Cay; S = Seal Cay. (Resultados cursivos son significativos)

CONCLUSION: Solamente se presentó una diferencia significativa entre las zonas del grupo trófico de invertebrados.

6. Resultados de los Análisis de PRIMER entre la Estructura y Composición de Peces.

Group	Size	Samples	
1	10	1-10	CS = Cayos Set Net poco profundo
2	2	11-12	CD = Cayos Set Net profundo
3	7	13-19	AS = Askill Cay poco profundo
4	4	20-23	AD = Askill Cay profundo
5	5	24-28	SES = Seal Cay poco profundo
6	6	29-34	SED = Seal Cay profundo

Groups Used	Start Value	Possible Permutations	Permut. Used	Signi. Stats.	Signi. Level
(1, 2)	-0.300	66	66	63	95.5%
(1, 3)	0.060	19448	5000	1258	25.2%
(1, 4)	0.085	1001	1001	256	25.6%
(1, 5)	0.534	3003	3003	3	0.1%
(1, 6)	0.194	8008	5000	262	5.3%
(2, 3)	-0.110	36	36	22	61.1%
(2, 4)	-0.036	15	15	8	53.3%
(2, 5)	-0.382	21	21	19	90.5%
(2, 6)	0.094	28	28	12	42.9%
(3, 4)	0.040	330	330	131	39.7%
(3, 5)	0.259	792	792	19	2.4%
(3, 6)	0.407	1716	1716	4	0.2%
(4, 5)	0.044	126	126	30	23.8%
(4, 6)	0.282	210	210	11	5.2%
(5, 6)	0.205	462	462	8	1.7%

(Diferencias significativas se presenta en letras negritas y cursivas)

ANEXO IV: LISTA DE ABREVIACIONES

AdPESCA	Administración de Pesca y Acuicultura
ANOSIM	'Analysis of Similarity', Análisis de conformidad
ANOVA	'Analysis of Variance', Análisis de Varianza
CIPA	Centro de Investigación Pesquera y Acuícola
CLC	Capa Limite Costera
DE	Desviación Estándar
DIPAL	Desarrollo Integral de la Pesca Artesanal en la R.A.A.S.
EE	Error Estándar
GPS	'Geographical Position System', Sistema de Posición Geográfica
INETER	Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales
Inv.	Investigación
MARENA	Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales
MIFIC	Ministerio de Fomento, Industria y Comercio
PAANIC	Plan de Acción Ambiental para Nicaragua
R.A.A.S.	Región Autónoma del Atlántico Sur
RU	Reino Unido
Unid.	Unidad

ANEXO V: LISTA DE ESPECIES

Nombre en Inglés	Nombre en Español	Nombre Científico
Hogfish	Doncella de pluma	<i>Lachnolaimus maximus</i>
Great Barracuda	Great Barracuda	<i>Sphyræna barracuda</i>
Triggerfishes	Pejepuerco	<i>Canthidermis sufflamen</i>
Queen Triggerfish	Pejepuerco Cachuo	<i>Balistes vetula</i>
Puddingwife Wrasse	Doncella Arco Iris	<i>Halichoeres radiatus</i>
Yellow Tail Snapper	Rabirubia	<i>Ocyurus Chrysurus</i>
Bar Jack	Cojinua Carbonera	<i>Caranz rubber</i>
Ocean surgeon	Navajón Pardo	<i>Acanthurus bahianus</i>
Blue tang surgeonfish	Navajón Azul	<i>Acanthurus coeruleus</i>
Squirrelfish	Candil Gallito	<i>Holocentrus ascensionis</i>
Atlantic Spadefish	Paguara	<i>Chaetodipterus faber</i>
White grunt	Ronco Margariteño	<i>Haemulon plumieri</i>
White Margate	Ronco Blanco	<i>Haemulon album</i>
Caesar Grunt	Ronco Carbonero	<i>Haemulon carbonarium</i>
Serra spanish mackerel	Serra	<i>Scomberomorus brsiliensis</i>
Midnight Parrot	Pez Loro Negro	<i>Scarus coelestinus</i>
Blue Parrotfish	Pez Loro Azul	<i>Scarus coeruleus</i>
Rainbow Parrotfish	Pez Loro Guacamayo	<i>Scarus Guacamaia</i>
Red Grouper	Mero Rojo	<i>Epinephelus morio</i>
Rock Hind	Mero Cabrilla	<i>Epinephelus adscensionis</i>
Cherna Enjambre	Cherna Enjambre	<i>Cephalopholis cruentata</i>
French Angel Fish	Cachama Negra	<i>Pomacanthus paru</i>
Gray Angelfish	Cachama Blanca	<i>Pomacanthus arcuatus</i>
Chub mackerel	Estomino	<i>Scomber japonicus</i>

LOS ARRECIFES DE LOS CAYOS PERLAS, NICARAGUA

Co-Directores: **Sjef van Eijs, Co-director Neerlandés**
Danilo Rosales, Co-director Nacional

Autor: **Mariska Weijerman**

Co-autor: **Armando Ubeda**

Personal de apoyo: **Rodolfo Sanchez B.**
Javier Álvarez V.
Luis Reyes G.
Marvin Osorio C.
Franklin Hodgson M.
Andy Tinkam M.
Evans Rigby T.

Edición gráfica: **Edwin Blake N.**
Bertha McCoy B.

DIPAL II

Proyecto para el Desarrollo Integral de la Pesca Artesanal - Región Autónoma Atlántico Sur, Nicaragua
Convenio Países Bajos-Nicaragua N°. NI-007604

El Proyecto DIPAL II tiene como objetivos específicos implementar el Plan de Manejo Integral de los Recursos Pesqueros; promover la diversificación de la extracción, transformación y comercialización de los productos provenientes de la pesca artesanal; y fortalecer la participación de los pescadores artesanales en los procesos de toma de decisiones en torno al desarrollo del sector pesquero en la R.A.A.S.

Las Unidades Técnicas de Asistencia Técnica & Crédito, Capacitación & Divulgación e Investigación & Monitoreo apoyan, en colaboración con agrupaciones de miembros del grupo meta y otras instituciones de la región, los procesos que apuntan a alcanzar los resultados esperados del Proyecto. Después de constituir una amplia base de datos científicos a través la investigación de los recursos pesqueros, el Proyecto DIPAL II actualmente está enfocado principalmente en apoyar al grupo meta a asumir un rol protagónico en el desarrollo del sector pesquero regional a través de procesos de organización, capacitación y capitalización.

Esta publicación se pudo realizar gracias al apoyo del Reino de los Países Bajos y el Centro de Investigaciones Pesqueras y Acuícolas (CIPA)



PROYECTO PARA EL DESARROLLO INTEGRAL DE LA PESCA ARTESANAL EN LA
REGIÓN AUTÓNOMA DEL ATLÁNTICO SUR, NICARAGUA

Punta Fría, Apdo. Postal 72,
Telefax: 505-(0)82-21-410; 82-22-344
BLUEFIELDS, Nicaragua
Correo Elec.: dipal@ibw.com.ni

HAUOVER, Nicaragua
Telefax: 505-(0)82-20-183
Correo Elec.: dipal@ibw.com.ni