PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Caracterización ecológica de las comunidades intermareales rocosas a lo largo de una gradiente de productividad en las costas del Ecuador

Disertación previa a la obtención del título de Licenciada en Ciencias Biológicas

ALICIA DANIELA FRANCO CAMPOS

Quito, 2012

CERTIFICACIÓN

Certifico que la disertación de Licenciatura en Ciencias Biológicas de la candidata Alicia Franco Campos ha sido concluida de conformidad con las normas establecidas, por lo tanto puede ser presentada para la calificación correspondiente.

M.Sc. Álvaro Barragán

DIRECTOR DE LA DISERTACIÓN

Quito, 4 de Diciembre, 2012

Al mar, por mostrarme el encanto de sus secretos

tan solo de su orilla…

AGRADECIMIENTOS

A mi abuela, por su vida, por todo su cariño y apoyo, porque en todo este tiempo trascendimos cualquier barrera, y pudimos divagar sobre fantásticos. A mis padres por su paciencia y entendimiento, pero sobre todo por acompañarme y ser mis amigos en esta etapa de mi vida, mi hermana por su cariño y complicidad en los sueños conjuntos. A mi tío Felipe Campos por ser mi guía, por compartirme la pasión por la biología, a toda mi familia por su cariño, a mis abuelos Gustavo y Thalía por confiar, por esos pequeños instantes y risas gigantes.

A Álvaro Barragán por todo el apoyo, la paciencia y por darme la oportunidad de hacer lo que me gusta. A Luis Vinueza por toda su ayuda y la enseñanza de disfrutar cada cuadrante cerca al mar. A Robbie Lamb por su compañía y enseñanza en todo este proceso. A Mercedes Rodríguez por su apoyo en el impulso de este proyecto. A la PUCE por financiar este sueño.

A todos mis amigos y amigas que estuvieron presentes en cada lucha, en cada risa, en cada aventura en la naturaleza. A Anais por navegar alguna vez convertidas en poliquetos descubriendo el universo intermareal.

A Eduardo Falconí y Yamara Serrano, por compartir y vivir paisajes luminiscentes, en uno de los mejores momentos de mi vida.

Y por último un agradecimiento infinito a la vida, por ser hermosa, por simplemente ser.

TABLA DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS……...V

TABLA DE CONTENIDOS……..VI

LISTA DE FIGURAS……..VIII

LISTA DE TABLAS……..……IX

LISTA DE ANEXOS……..X

1. RESUMEN 1

2. ABTRACT 2

3. INTRODUCCIÓN. 3

3.1 Patrones oceanográficos en la costa del Ecuador 4

3.2 Factores que estructuran la zonación intermareal 5

3.3 Zonación 5

3.4 Oleaje 6

3.5 Los afloramientos y la productividad primaria……. 7

3.6 Factores biológicos 7

3.7 Justificación 8

3.8 Hipótesis 9

4. MATERIALES Y MÉTODOS 10

4.1 Área de Estudio 10

4.2 Diseño experimental 10

4.3 Temperatura 11

4.4 Análisis Estadístico 11

4.5 Procesamiento de muestras e identificación de morfoespecies 12

5. RESULTADOS 13

5.1 Riqueza de especies 14

5.2 Composición de la comunidad intermareal 15

6. DISCUSIÓN 16

6.1 Estructura de la comunidad 19

6.2 Recomendaciones 21

7. LITERATURA CITADA 22

8. FIGURAS 27

9. TABLAS 37

10. ANEXOS 42

LISTA DE FIGURAS

1. Mapa de las localidades intermareales rocosas muestreadas entre 2010 y 2011…..28
2. Perfil de temperatura de las localidades N1 y S7 durante la fase caliente..... 29
3. Indice multivariado de ENSO.. 30
4. Diagrama de cajas de ANOVA no paramétrico 31
5. Diagrama de cajas de ANOVA no paramétrico de la riqueza de especies a lo largo de la costa del Ecuador 32
6. Escala multidimensional no métrica (nMDS) de la estructura de 5 localidades al Norte (1-5N) y 5 al Sur 33
7. Árbol de similitud de la estructura de las comunidades (presencia-ausencia) de 5 localidades al Norte (1-5N) y 5 al Sur (6-10S)……...……....34
8. Escala multidimensional no métrica (nMDS) de la estructura de la comunidades (presencia-ausencia) de las localidades muestreadas…….....35
9. Imagen satelital del Promedio de temperatura de la superficie del mar, la fuerza del viento y una visión general de las principales corrientes superficiales en el Pacífico oriental tropical…….....36

LISTA DE TABLAS

1. Descripción y ubicación de las localidades……..38

2. Lista de la toalidad de especies encontradas en cada localidad……39

3. Lista y porcentaje de las especies que más contribuyen al índice de disimilaridad entre la región norte y sur. Promedio de disimilaridad = 63,37%.....40

4. Porcentaje de la presencia de las especies en las comunidades de la región norte. Promedio total de similaridad de las comunidades del norte: 36,50%.....41

5. Porcentaje de la presencia de las especies en las comunidades de la región sur. Promedio total de similaridad de las comunidades del sur: 46,8%.....41

LISTA DE ANEXOS

1. Caracterización de los sitios estudiados en base a la fuerza del oleaje y cantidad de sedimento (arena). Se utilizó a la altura de las olas como un proxy para caracterizar la fuerza del oleaje…….43

2. Descripción topográfica de las localidades…….……..44

3. Diseño experimental……..48

4. Listado de Algas clasificadas de acuerdo a su grupo Funcional según Steneck 1994…49

1. RESUMEN

Los ecosistemas intermareales se encuentran influenciados por una serie de procesos oceanográficos a gran escala como los afloramientos, así como factores físicos como la fuerza del oleaje, la cantidad de sedimentación, que a diferentes escalas espaciales afectan la estructura y composición de sus comunidades. En el Ecuador existe poca o limitada información sobre este complejo ecosistema y en un esfuerzo para su entendimiento, este trabajo se enfocó en describir los patrones de riqueza y abundancia relativa de especies en diez localidades a lo largo de la costa del Ecuador, desde Playa Escondida en Esmeraldas, hasta Anconcito en Santa Elena. Para interpretar estos patrones de diversidad se dividió a la costa del Ecuador en dos regiones, norte y sur divididos por una marcada zona de mezcla entre las corrientes del norte (caliente de Panamá) y del sur (fría de Humboldt) a la altura de Manta. Se realizaron dos muestreos, uno durante una fase fría, (ago-oct 2010) y otro durante una fase caliente (feb-may 2011).

Se encontró que los patrones de diversidad si fueron influenciados por la latitud con una tendencia a tener mayor número de especies en la región sur. En cuanto a la estructura de la comunidad, se encontró que las localidades del sur son menos variables (60% de similitud en la composición de especies); mientras que los sitios del norte se encontraron segregados. En cuanto a la composición de especies, las macroalgas corticales así como las algas coralinas articuladas fueron las que contribuyeron a las diferencias entre regiones. Estos resultados constituyen una línea base para poder estudiar la dinámica de estos ecosistemas, apoyar el manejo y promover la investigación de estos sistemas.

Palabras clave: Diversidad, Ecuador, intermareal, macroalgas, productividad.

2. ABSTRACT

Rocky shores are affected by a series of processes that act at different spatial and temporal scales. Wave action and sedimentation rates are examples of factors that influence community structure. Ecuador has little or no information about this complex ecosystem. This work describes the richness and relative abundance of primary producers along ten selected sites at the coast of Ecuador, from Playa Escondida in Esmeraldas Province to Ancocinto in Santa Elena.

The coastal gradient was divided in two regions(North and South), and the mid break point around the coast of Manta. To the North, the system is influenced by the Panamic Current and to the South by the Humbold Current. The system was sampled during the cold season (Aug- Oct, 2010) and during the warm season (Feb- May 2011).

Richness patterns were influenced by latitude. There was a gradual increase in richness towards the south. To the South communities assembled in a discrete group with 60% of similarity in community composition. To the north of Manta sites were segregated from each other. Both articulated corallines and corticated macroalgae contributed to segregate regions.

These results contributed with a baseline to support further studies about the dynamics of these ecosystems, supporting management and promoting research on those systems.

Key words: Diversity, Ecuador, intertidal, macroalgae, productivity.

3. INTRODUCCIÓN

Los sistemas intermareales son márgenes de transición entre los sistemas terrestres y costeros. La zona intermareal comprende una franja entre el nivel de marea más alto y el más bajo e incluye una serie de ecosistemas clave, incluyendo las playas de arena, los estuarios, los manglares y las costas rocosas. Estos ecosistemas a su vez albergan una gran diversidad de formas de vida adaptadas a los constantes flujos de la marea que se encuentran regulados por una serie de factores físicos (ej. temperatura, fuerza del oleaje), químicos (nutrientes, pH) y biológicos (depredación, reclutamiento, herbivoría) (Darren *et al*, 1997).

También son sistemas importantes para los seres humanos ya que proveen de múltiples bienes y servicios ecológicos para la humanidad; una gran porción de las poblaciones costeras vive aledaña a estos sistemas por lo que también son hábitats que están continuamente afectados por una gran cantidad de contaminantes y por su deterioro ambiental se incrementa su vulnerabilidad a los impactos de cambio climático (Yañez & Day, 2010).

En nuestro país se conoce muy poco sobre la estructura de las comunidades intermareales. Los pocos estudios existentes son cualitativos y dispersos, se conoce mucho más acerca de la costa de Galápagos que la costa del Ecuador continental. Esto ha limitado nuestra capacidad para manejar y conservar estos sistemas.

Este estudio constituye uno de los pocos esfuerzos dedicados a conocer estos ecosistemas; se enfoca en comparar la diversidad a lo largo de la costa ecuatoriana y dilucidar si esta distribución de especies está influenciada por patrones oceanográficos a gran escala, como la productividad primaria.

Además describe la diversidad de macroalgas de la zona baja intermareal, una zona donde las condiciones suelen ser más benignas, pues existe un menor estrés a la desecación.

A continuación describo algunos antecedentes de la zona de estudio y de las generalidades de este ecosistema intermareal, con especial atención en aquellos factores que inciden de manera importante en la dinámica de las comunidades costeras a diferentes escalas espaciales y temporales.

3.1 Patrones oceanográficos en la costa del Ecuador

A lo largo de la costa continental del Ecuador se encuentra una zona de mezcla entre dos corrientes principales: La Corriente Ecuatorial del Norte (CEN) y la Corriente Ecuatorial del Sur (CES). La primera está fuertemente influenciada por aguas tropicales del norte, caracterizadas por una baja salinidad y un bajo nivel de nutrientes. La corriente Ecuatorial del Sur, por otro lado, está influenciada por las aguas frías y ricas en nutrientes que provienen del Perú (Montecino & Lange, 2009). La fuerza y la extensión espacial de estas dos corrientes varían estacionalmente e influyen en el desarrollo de comunidades con afinidades tropicales y subtropicales (Cruz *et al.*, 2003), en la biomasa y diversidad de especies (Lamb *et al*., en revisión). Además el Ecuador se encuentra en el epicentro de la oscilación de El Niño del Sur, una perturbación oceánico atmosférica que ocurre cada 2 a 7 años y se caracteriza por cambios dramáticos en la temperatura y la productividad primaria (Wang & Fiedler, 2006) cuyos efectos pueden afectar a los niveles tróficos superiores (Barber & Chavez, 1983; Glynn, 1988).

3.2 Factores que estructuran la zonación intermareal

El intermareal rocoso es un complejo de sustratos que pueden estar intercalados por bancos de arena entre placas de roca volcánica o de Limo. El substrato también puede variar de tamaño y tener piedras sueltas que proveen otro tipo de refugios sobre este compuesto de materiales que forman el intermareal rocoso (Norton, 1994).

Los sistemas intermareales están afectados por una serie de factores físicos, químicos y biológicos cuya importancia depende del contexto en el cual estos factores ocurren (Menge 1992, Bustamante *et al*., 1995) (Menge *et al.*, 1997). Algunos de estos factores son universales como la zonación, mientras que otros son característicos de sistemas temperados o tropicales. A continuación analizo los más relevantes en el contexto de mi estudio.

3.3 Zonación

Este es un patrón universal que se encuentra en todas las zonas rocosas intermareales y se caracteriza por la distribución de organismos a lo largo de bandas horizontales discretas (Stephenson, 1972). Los organismos se distribuyen en función de las condiciones ambientales imperantes, su tolerancia a estas condiciones (ej. tolerancia a la disecación) y de factores biológicos como la competencia por espacio, la depredación, la herbivoría y facilitación (Paine, 1966).

La zonación es más conspicua en zonas temperadas y en menor medida está presente en zonas tropicales (Brosnan, 1992). A lo largo de la gradiente vertical, la intermareal puede ser dividida en zona alta, media y baja. Por lo general en la zona alta está más tiempo expuesta al aire, en esta zona predominan los factores físicos en la regulación de la comunidad, mientras que la zona baja permanece más tiempo sumergida bajo el agua. Aquí

los factores biológicos llegan a ser importantes, al igual que en la zona media, pero su importancia disminuye en la zona alta (Menge & Branch, 2001).

En la costa oeste de América del Norte la zona baja puede estar dominada por algas, seguida por mejillones y anémonas, la zona media está dominada por balanos y la zona alta también balanos y algas incrustantes. En zonas tropicales de Panamá, Galápagos, Colombia y Costa Rica este patrón no es tan conspicuo. Dependiendo de la productividad del sistema, las comunidades pueden estar dominadas por algas incrustantes, foliosas y filamentosas en la zona baja, seguido por algas incrustantes, balanos y parches dispersos de algas y finalmente, hacia la zona alta la dominancia cambia a algas incrustantes y roca (Lubchenco, 1984; Brosnan, 1992; Menge, 1981).

3.4 Oleaje

La exposición al oleaje es un factor determinante en la distribución de organismos en la zona intermareal. Esto se debe en gran medida al impacto mecánico del oleaje (abrasión) y al hecho de que el oleaje trae oxígeno, nutrientes, larvas, materia orgánica y partículas del mar que arriban a la zona costera. La fuerza del oleaje puede afectar en gran medida la provisión de estos factores a la zona costera. Por ejemplo, el oleaje puede influenciar el asentamiento de larvas y la eficiencia con la cual los organismos pueden alimentase en esta zona (Menge, 1976). Generalmente en las cabeceras de una playa el oleaje es más fuerte, esto se da por la convergencia de corrientes en esta zona, aquí suelen darse procesos erosivos principalmente y suelen estar dominados por un substrato rocoso. Mientras que las zonas protegidas se ubican entre las cabeceras y se caracterizan por ser zonas de acumulación de sedimentos y arena.

3.5 Los afloramientos y la productividad primaria

El afloramiento se define como el asenso de aguas frías y ricas en nutrientes. Las zonas costeras que reciben un mayor flujo de nutrientes generalmente tienden a tener una producción primaria más elevada (Ramírez *et al*., 2006). La productividad primaria o la producción de materia orgánica por parte de los organismos autótrofos está constituida principalmente por el aporte del fitoplancton, y en menor medida, por parte de las macroalgas que se concentran en las zonas costeras y someras (10% de la productividad primaria). Las tasas de producción primaria a lo largo de la intermareal pueden estar influenciadas por la concentración y el tipo de nutrientes, por la temperatura y por otros factores como la fuerza del oleaje, la temperatura y la latitud (Menge, 1981; Menge, 1997).

3.6 Factores biológicos:

Los procesos biológicos como la competencia, la herbivoría, el reclutamiento, la depredación y la facilitación ejercen su influencia en la estructuración de las comunidades intermareales. Estos factores a su vez están modulados por factores ambientales como la fuerza del oleaje, la temperatura, el nivel de nutrientes, la latitud, la complejidad del substrato (Wieters, 2005; Menge, 2001; Vinueza *et al*., 2002). Así, en zonas de fuerte oleaje, la actividad de los consumidores suele ser restringida.

Las algas marinas pertenecen a un gran y diverso grupo de organismos fotosintéticos que viven asociados a cuerpos de agua dulce o en los océanos, y juntas pueden representar más de la mitad de la productividad primaria mundial, prácticamente todos los organismos acuáticos dependen de esta producción (Hoek *et al.*, 1995).

Las algas son tanto procariotas como eucariotas que abarcan 12 Phyla con una distribución cosmopolita. Las algas macroscópicas bénticas pertenecen al Phylum Chlorophyta (algas

verdes), Phaeophyta (algas pardas) y Rodophyta (algas rojas). A nivel global se reconocen alrededor de 4100 a 10000 especies de algas rojas, 95% marinas; 1500 especies de algas pardas y 8000-9000 especies de algas verdes con solo el 10 % marinas. (Díaz & Díaz, 2003). En Colombia se registran un número total de macroalgas de 472 especies mientras que en Ecuador se registran 370 especies hasta el año 1996 (Instituto Nacional de Pesca, 2012).

Los patrones globales de diversidad de algas marinas no se encuentran muy bien estudiados (Santelices *et al*., 2009). Sin embargo, se sabe que las algas marinas no son más diversas en zonas tropicales como lo son en zonas temperadas (Menge, 1981).

3.7 Justificación

En la costa ecuatoriana los estudios sobre los ecosistemas intermareales rocosos son escasos y han estado limitados a listas de especies o descripciones cualitativas de los patrones de diversidad de especies (Cruz *et al*., 2003). Por esta razón esta investigación pretende plantear una línea base de investigación enfocándonos en la conformación y patrones de diversidad de las comunidades primarias de algas que son componentes fundamentales de la mayoría de ecosistemas (Kraufvelin *et al*., 2010), además que las algas son indicadores sensibles de las condiciones físicas químicas y ambientales del hábitat (Lewis, 1968; Druvehl, 1967).

Este trabajo posibilita abrir las puertas a muchos temas relacionados a la investigación y muestreo de los sistemas intermareales ecuatorianos y así aportar al entendimiento global de este ecosistema, además de aportar a muchas preguntas para poder comprender realmente la estructura y la dinámica de la comunidad intermareal.

3.8 Hipótesis

Los patrones de diversidad no se ven afectados por diferencias en las condiciones ambientales (temperatura, nutrientes) a lo largo de una gradiente latitudinal

Las variaciones estacionales no inciden en los patrones de diversidad de algas bentónicas.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Área de Estudio:

A lo largo de la costa del Ecuador se escogieron 10 sitios en base a su accesibilidad, ubicación y similitud de condiciones. Así, 5 sitios se ubicaron al norte y 5 sitios al sur (Tabla 1) Los sitios se caracterizaron por poseer una plataforma intermareal rocosa, relativamente plana, con una pendiente gradual. También se las agrupó de acuerdo a su nivel de exposición al oleaje, categorizando visualmente la altura de las olas (1 al 5) y sacando un promedio; el porcentaje de cobertura de arena se midió promediando la cantidad de arena presente en cada cuadrante (Anexo 1). Para el entendimiento de nuestro estudio y de acuerdo a la media de distancia entre sitios se distribuyeron y codificaron nuestras localidades de 1-10 desde el Norte hacia el Sur clasificando a estas localidades dentro de dos regiones con 5 localidades Norte y 5 localidades Sur N1-5 y S6-10 respectivamente (Anexo 2).

Las muestras se tomaron durante dos épocas. El primer período que abarcó (agosto a -octubre del 2010) y correspondió a la época fría; y el segundo período, durante la fase caliente entre (febrero y mayo del 2011).

4.2 Diseño experimental

Muestreo Biológico

En cada localidad se identificaron tres zonas intermareales: Baja, Media y Alta, esta definición se realizó tomando en cuenta la dominancia de comunidades biológicas típicas de cada zona. Así, la zona baja estuvo dominada por algas foliosas y filamentosas, mientras que la zona media estuvo dominada por algas crustosas y por algas filamentosas. A lo largo

de cada zona se colocó un transecto de 100 metros paralelo a la costa y cada 10 metros se posicionó un cuadrante de 50x50 cm, dividido en 25 subcuadrantes que representaron el 4% del total del cuadrante (Anexo 3). Dentro del cuadrante se estimó la abundancia relativa de los diferentes grupos funcionales basada en los porcentajes de cobertura del sustrato primario ocupado por estas especies. Dentro de cada cuadrante se recolectaron todas las macroalgas para su respectiva identificación en el laboratorio.

4.3 Temperatura

Se colocaron sensores de temperatura (HOBO Pendant Temp/Light,64K. Data Loggers) para caracterizar el régimen termal de las zonas. La temperatura se midió cada 15 minutos desde diciembre del 2010 hasta abril del 2011 en 3 playas: Playa Escondida, Punta Blanca y los Frailes.

4.4 Análisis Estadístico:

Primero se utilizó el Programa estadístico SPSS 20, con el objetivo de hacer un análisis de comparación de medias Kolmogorov-Smirnov, para verificar si los datos eran normales. En este caso los datos no fueron continuos por lo que se utilizó un ANOVA no paramétrico con la prueba de Kruskal-Wallis de muestras independientes.

Para ilustrar la similitud de la composición de las comunidades Se construyó un matriz de disimilaridad de Bray-Curtis a partir de la matriz original, en base a estas sí se realizó una prueba de ANOSIM (PRIMER 6.1), y un análisis multidimensional no métrico (nMDS) para ilustrar cuáles son las localidades más diferentes y cuales se agrupan por sus similitudes. Al encontrar diferencias significativas entre la región norte y sur, se procedido a identificar a los taxa que más contribuyeron a estas diferencias utilizando la técnica de

SIMPER un análisis de porcentajes que identifica las especies más dominantes así como las especies raras. Bajo estos criterios se determinará si la estación y la latitud inciden en los patrones de riqueza y diversidad de especies.

4.5 Procesamiento de muestras e identificación de morfoespecies

Las algas fueron colectadas y preservadas en congelación, la identificación se realizó con la ayuda de un estereoscopio y el empleo de claves taxonómicas (Dawson, 1979). Para la preservación de los especímenes se utilizó alcohol al 90%. Las colecciones fueron depositadas en las instalaciones del Herbario QCA. Las especies que no fueron identificadas fueron asignadas a morfoespecies o grupos funcionales de acuerdo a la clasificación propuesta por Steneck y Dethier (1992) (Anexo.3).

5. RESULTADOS

Los sitios escogidos se distribuyeron a lo largo 650 km de línea costera (Fig. 1). Algunos sitios estuvieron agrupados: (N1-N3) en la provincia de Esmeraldas y (S6-S8) en Manabí y S9 y S10 en Santa Elena.

Los patrones de temperatura registrados en el estudio confirman las predicciones iniciales sobre las diferencias de temperatura entre el norte y el sur (Fig 2). Sin embargo, la cobertura temporal de este registro solo incluye el período comprendido entre diciembre del 2010 y abril del 2011. En promedio la temperatura fue 1˚C más alta al norte. (27.26 ± 0.89 °C) mientras que al sur (S7) se obtuvo una media de (26.18 ± 0.93°C) ($p<.0001$). Sin embargo, existieron épocas en que la diferencia entre el norte y el sur alcanzó más de 4˚C. El perfil de temperatura se incrementó gradualmente desde diciembre del 2010 hasta marzo 2011. A partir de marzo se produce un descenso dramático de temperatura de 2.5˚C al sur y en la misma magnitud al norte (Fig. 2).

El índice multivariado ENSO (Fig. 3) muestra que nuestro estudio fue realizado durante una fase de La Niña inusualmente fría, particularmente durante los meses de julio a diciembre del 2010. A partir de este momento se produjo el cambio estacional, bajo el régimen de La Niña que continuó hasta el 2011.

La altura de las olas fluctuó entre 0.4 (Puerto Cayo S6) y 2.1 metros (La Playita S8). Tanto al norte, como al sur existieron igual número de sitios protegidos y expuestos. Los lugares de mayor sedimentación generalmente fueron protegidos y con substratos homogéneos, mientras que los sitios con menor sedimentación tuvieron una mayor fuerza de oleaje y fueron heterogéneos **(**Anexo 1).

Los resultados del ANOVA no paramétrico utilizando la prueba de Kruskal-Wallis de muestras independientes dio como resultados diferencias significativas entre regiones ($p<0,05$).

Los resultados del análisis ANOSIM de dos vías estación y región reveló diferencias significativas en la riqueza de especies ($R= 0,21$ y $p<0.006$) por región.

5.1 Riqueza de especies

La mayoría de sitios al norte tuvieron una mediana menor en cuanto a la riqueza de especies que cualquiera de los sitios al sur con excepción de Punta Galera (N2). Este patrón fue significativo ($P < 0,05$). Los picos máximos de riqueza se registraron en Punta Galera (N2), La Playita (S8), Los Frailes (S7) y Punta Blanca (S9) (Fig. 4). Todos estos sitios, excepto una localidad en los Frailes fueron expuestos al oleaje (Tabla 1)

En general, la mediana de la riqueza de especies fue más alta al sur. Tanto en el norte, como en el sur la riqueza de especies se incrementó durante la época fría (Fig. 5).

Al proyectar las comunidades separadas por latitud y por fecha de muestreo en una escala multidimensional no métrica no se encontró un patrón claro entre sitios. También existió un grupo mezclado por sitios de ambas latitudes N2, N5, S8 y S10. Otro grupo formado por N4 y N5 y finalmente un grupo discreto conformado por localidades al sur. Un nuevo nMDS con un solo promedio entre las dos estaciones por cada sitio emergieron algunos patrones (Fig 6).

El árbol de similitud formó 4 grupos discretos. El primero conformado por N1, N2, N3 y N4. Por ejemplo, los sitios al sur formaron un grupo con una similitud del 60%. Los sitios del norte se segregaron entre sí, cada sitio con comunidades discretas, con excepción de N1 y N3 que conformaron un grupo con una similitud del 60% en la composición de especies (Fig 7)

5.2 **Composición de la comunidad intermareal**

Se encontró un total de 60 morfoespecies de algas que fueron agrupadas en grupos funcionales de acuerdo a su morfología y comportamiento (Steneck & Dethier 1994) (Anexo 4). El análisis de SIMPER mostró que entre la región norte y sur la composición de sus especies tiene una disimiliridad del 63%; y los grupos funcionales que más contribuyeron para estas diferencias fueron algas articuladas coralinas y foliosas corticales (Tabla 3).

6. DISCUSIÓN

En este estudio se presentaron 2 hipótesis: i) Los patrones de diversidad no se ven afectados por diferencias ambientales (temperatura y nutrientes) a lo largo de una gradiente latitudinal.

ii) Las variaciones estacionales no inciden en los patrones de diversidad de algas marinas.

En cuanto a la primera hipótesis, podemos decir que encontramos una tendencia a que los patrones de diversidad se ven influenciados por los procesos ambientales como la productividad primaria. Los resultados de las lecturas sobre temperatura mostraron que las aguas del sur presentaron aguas más frías que en el norte (>1°C de diferencia) (Fig. 2). Comprobando la presencia de la corriente de Humboldt, caracterizada por tener aguas frías y productivas, la presencia de afloramientos y la gran cantidad de nutrientes presentes (Alheit & Niquen 2004, Firstater *et al*., 2011). En este trabajo no se tomaron medidas de nutrientes, sin embargo, la relación de productividad primaria, con aguas frías ricas en nutrientes es correlacionada y visible cuando se analizan los niveles de clorofila, que indican claramente el punto de corte entre corrientes cálidas (Fig. 9) con menor cantidad de nutrientes en la región norte y las corrientes frías, más productivas en la región sur (Pennington *et al.*, 2006).

En otro estudio que evaluó la biomasa a través de un gradiente de productividad primaria, se demostró que existe un gradiente de productividad a lo largo del Ecuador, encontrando mayor biomasa en la región del sur del Ecuador (Lamb *et al.*, 2011 en revisión).

Por lo tanto los resultados muestran que existe la tendencia a que los patrones de diversidad de algas bénticas se correlacionen a este gradiente de productividad a lo largo de la costa del Ecuador (Fig 5).

Los factores determinantes de la dinámica de la comunidad intermareal son una mezcla de factores a gran escala que abarcan el suplemento de nutrientes, propágulos, disponibilidad de alimento que incluye el detritus y el fitoplancton, acción local del oleaje, el estrés físico y fisiológico y la interacción de las especies (Menge, *et al.,* 2004). Es decir, que los factores que influyen sobre la diversidad de especies de una comunidad son la productividad primaria, disponibilidad de recursos y las presiones de los depredadores sobre las especies (Worm & Lotze, 2002). Este estudio presenta una línea base para la comprensión de la estructura y composición del intermareal rocoso a lo largo de la línea costera del Ecuador y aporta también a los estudios realizados a mesoescala donde se puede observar como la variación de nutrientes en sitios que tienen una proximidad a centros de afloramientos donde hay mayor cantidad de nutrientes, tienen tendencia a tener mayor diversidad (Nielsen *et al*; 2004; Broitman *et al*; 2001; Worm *et al*., 2002).

Se puede observar en los diagramas de cajas (Fig. 4) donde los datos representados en la estación fría presentan menor variabilidad que los datos de la estación cálida, esto justamente nos demuestra que durante toda la fase de muestreo la costa ecuatoriana se encontraba en una época más fría, lo que estaría correlacionado con el gráfico multivariado del índice de ENSO (Fig. 3) demostrando la presencia del fenómeno de la Niña.

En la (Fig. 5) que muestra el diagrama de cajas por localidad, se puede observar que las localidades Punta Galera (N2) y La Playita (S8) muestran puntos atípicos, esto se debe a que la playita no pudo ser muestreada en una de las fases, mientras que punta Galera es la localidad con mayor riqueza de especies. En los dos casos hay que decir que son playas con altos índices al oleaje y poca cobertura de arena (Anexo 1). La fuerza del oleaje influye directamente la estructura de las comunidades intermareales, debido a que es el principal componente de estrés al que las algas bénticas deben enfrentarse (McQuaid & Branch,

1985); un componente importante para la diversidad de algas es la cobertura de arena, que impide la fijación de los propágulos y el crecimiento de las mismas, lo que justificaría el por qué éstas dos localidades presentan el mayor número de especies (Cusson & Bourget 1997). La presión de la predación es también un factor importante en la regulación de la comunidad y la diversidad (Worm & Lotze, 2002) en este caso, Punta Galera es una localidad muy expuesta de difícil acceso, todas las localidades sufren algún tipo de explotación como la recolección de varias especies de moluscos, que son alimento de las poblaciones cercanas, aunque este trabajo no evaluó el impacto de la predación, se podría indagar que Punta Galera es una de las localidades menos afectadas por este tipo de impacto y por esta razón podía ser que presenta estos altos índices de diversidad.

Los resultados del ANOSIM, indicaron diferencias entre la región Norte y Sur, sin embargo, en la figura 6 al agrupan las localidades por su similaridad en la composición de sus comunidades, utilizando los parámetros de región y estacionalidad, no se encontró ninguna clara agrupación por región sin embargo, podemos ver más claramente en la (Fig. 7) que ciertas agrupaciones tienen que ver más con la exposición al oleaje; por ejemplo se observa una agrupación con las localidades N1, N3 y N4, todas localidades Norte y todas localidades protegidas excepto N3 (Estero de Plátano) pero que sin embargo tiene un alto índice de cobertura de arena (Anexo 1). La siguiente agrupación es una mixtura entre las localidades de ambas regiones que tiene como grupos hermanos a Punta Galera (N2) y la Playita (S8), y la Tiñosa (N5) con Anconcito (S10). Luego hay una agrupación entre N4 y N5 y finalmente una agrupación entre varias localidades del sur, lo que indica que las localidades del sur son menos variables, pues tienen una similaridad en la composición de sus comunidades del 40% en composición de especies y con un índice de similaridad del 60%, lo que nos indica que la región sur estaría presentando localidades menos variables y

el norte localidades con más variabilidad, como el caso de Cabo Pasado (N4) se muestra totalmente distante dentro del árbol de similaridad, (Fig 6) una posible explicación sería el efecto de la temperatura ya que las localidades del norte se encontraron afectadas por una baja de temperatura ver (Fig. 2) o que se trata de un área de mezcla de corrientes, mientras que la región sur está influenciada directamente por aguas frías, por la presencia de la corriente de Humboldt (Fig. 3) en un reciente estudio se predice que la temperatura tiene un papel fundamental en la estructura de las comunidades marinas (Tittensor *et al.*, 2010). Esto se ve nuevamente reflejado en (Fig. 8) donde claramente se ven a las localidades del norte actuando más segregadamente, mientras que si se puede ver una agrupación notable en las localidades del sur.

6.1 Estructura de la comunidad

El análisis del SIMPER nos permite saber en qué porcentajes se encuentran presentes las especies que conforman las comunidades del norte y del sur, el porcentaje de disimilaridad entre región es de 63, 3% y los grupos funcionales de algas que más contribuyen a estas diferencias son algas coralinas articuladas (*Jania* sp.3, *Amphiora* sp.2) y algas corticadas (*Sargassum* sp.2 *y Colponemia sinuosa*), todas con un mayor porcentaje de presencia en la región sur (Tabla 3). Lo cual estaría asociando a este grupo funcional de algas corticales, que son más abundantes en sitios con altas tasas de afloramiento (Nielsen & Navarrete, 2004).

Los patrones biogeográficos de la diversidad de algas marinas, su biomasa y morfología han sido estudiados por varios años debido a sus notables variaciones a través de los gradientes latitudinales (Gaines & Lubchenco, 1982). La comunidad algal del intermareal rocoso del Ecuador continental, no es homogénea, presenta asociaciones de varios grupos

funcionales de algas, en las que predominan las algas coralinas articuladas, las algas corticadas y en menor porcentaje las algas efímeras que incluyen a las algas foliosas como la *Ulva* sp. y las algas filamentosas como *Chaetomorpha* sp.1 que se encontraron presentes tanto en la región Norte como Sur, pero en pequeños porcentajes, *Ceramium* sp. se encuentra presente tanto en el norte como en el sur, sin embargo su abundancia promedio es mayor en la región Sur, así también llama la atención la Morfoespecie 3 solo presente en la región norte (Tabla 3).

Si observamos las diferencias de la estructura de la comunidad entre Norte y Sur podemos ver que la composición es casi la misma en las dos regiones, las contribuciones de las especies en estas diferencias no son muy grandes (Tabla 3) ambas presentan especies de todos los grupos funcionales caracterizados (Tablas 4 y 5).

En este estudio se encontraron 60 morfoespecies, la taxonomía de algas es complicada y bastante escaza, muchas familias se encuentran poco estudiadas por ejemplo la familia Corallinaceae (algas crustosas coralinas) (Diaz-Pulido &Díaz,2003). En un estudio del Caribe colombiano es altamente diverso, solo en una localidad Tayrona se encuentra 372 especies (Diaz-Pulido & Díaz, 2003) mientras que para el Ecuador se registran 370 especies incluido Galápagos (Instituto Nacional de Pesca, 1996). Lo cual deja en claro que son muy necesarios nuevos estudios e inventarios de las algas marinas del Ecuador.

Este estudio también aporta con el entendimiento de este ecosistema, medido a escalas grandes, ya que abarcó alrededor de 460 km, y su importancia radica en que los estudios a mesoescala dan las perspectivas de cómo los procesos oceanográficos como los afloramientos influencian a la totalidad de la comunidad (Broitman *et al.,* 2001, Vinueza, 2009).

Es importante recalcar que este trabajo es solo la línea base para emprender otras investigaciones, sería interesante poder seguir monitoreando estas localidades para poder observar su variación a través del tiempo, así como sería importante mejorar el modelo de investigación agregando mas localidades, tanto al Norte como al Sur.

6.2 RECOMENDACIONES

-Se recomienda seguir realizando estudios en esta zona, ampliando el área de muestreo a otras localidades más al norte de Esmeraldas, para ver si tienen el mismo efecto de disgregación o por el contrarío, se encuentren agrupadas al encontrar una mayor estabilidad de temperatura.

-Sería muy interesante realizar una investigación para observar las interacciones de Top-Down y como la predación influye sobre la comunidad, y así poder tener una visión más completa de cómo se estructuran y funcionan las comunidades intermareales del Ecuador, para así poder generar información para el buen manejo y conservación de estas áreas. Los impactos humanos, como la sobre explotación de predadores, como de herbívoros, así como las alteraciones en el subministro de recursos afectan notablemente la estructura de la comunidad intermareal (Worm *et al*, 2002) es urgente generar información para tener un mejor plan de manejo de las áreas costeras ecuatorianas.

-Se recomienda seguir monitoreando las zonas intermareales ya que son ecosistemas vulnerables a los cambios dramáticos en la subida de la temperatura superficial del mar, así como las alteraciones en el pH marino.

7. LITERATURA CITADA

Alheit, J; Niquen, M. 2004. Regime shifts in the Humboldt Current Ecosystem. Progress in Oceanography 60: 201-222.

Barber, R; F, Chavez. 1983. Biological Consequences of El Niño. Science 222:1203-1210.

Brosnan, D. 1992. Ecology of tropical rocky shores: plant–animal interactions in tropical and temperate latitudes. Clarendon Press, Oxford, UK.

Broitman, B; Navarrete, S; Smith, F; Gaines, S. 2001. Geographic variation of south-eastern Pacific intertidal communities. Marine Ecology Progress Series 224:21-34.

Bustamante, R; G. Branch, S; Eekhout, B; Robertson, P; Zoutendyk, M; Schleyer, A; Dye, N; Hanekom, D; kats, Jurd, M; McQuaid, C. 1995. Gradients of intertidal primary productivity around the coast of South Africa and their relationships with consumer biomass. Oecologia 102:189-201.

Instituto Nacional de Pesca. 1996 .Algas Marinas del Archipielago de Colón o Galápagos. Primera edición. CREARIMAGEN. Guayaquil, Ecuador.

Cusson, M; Bourget, E. 1997. Influence of topographic heterogeneity and spatial scales on the structure of the neighbouring intertidal endobenthic macrofaunal community. Marine Ecology Progress series 150: 181-193.

Cruz, M; Gabor, N; Mora E; Jiménez, R; Mair. 2003. The known and unknown about marine biodiversity in Ecuador (continental and insular) Guyana 67(2): 232-260.

Dawson, Y. 1950. Notes on Pacific Coast Marine Algae. V. American Journal of Botany. 37 (5): 337-344.

Darren F, J; García, C; García-Adiego, M; Sanchez, J; Gil, F. 1997. El Litoral II: Zonas de Transición, las Zonas Supralitoral y Mediolitoral. Naturaleza de Andalucía. Ediciones Giralda. Sevilla, España.

Díaz-Pulido, G; Díaz-Ruíz, M. 2003. Diversity of benthic marine algae of the Colombian Atlantic. Biota Colombiana 4 (2): 203-246.

Firstater, F; Hidalgo, F; Lomovasky, B; Ramos, E; Gamero, P; Iribarne, O. 2011. Habitat structure is more important than nutrient supply in modifying mussel bed assemblage in an upwelling area of the Peruvian coast. Helgoland Marine Research 65:187-196

Gaines, S; lubchenco, J. 1982. A unified approach to marine plant-hervibore interactions. Annual Review of Ecology and Systematics 13: 111-138.

García, C; Díaz-Pulido, G. 2006 Dynamics of a macroalgal rocky intertidal community in the colombian Caribbean. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras IVEMAR .Santa Marta –Colombia.

Glynn, P. 1988. El Niño Southern Oscillation 1982-1983: Nearshore population, community and ecosystem responses. Annual Review of Ecology and Systematics 19:309-345.

Harley, C; Hughes, A; Hultgren, K; Miner, B; Cascade, J ; Thornber, C; Rodriguez, L; Tomanek, L; Williams, S. 2006. The impacts of climate change in coastal marine systems. Ecology Letters 9: 228–241

Hoek, C; Mann, D; Jahns, H. 1995. Algae an introduction to physology. Cambridge university Press. New york. U.S.A.

Kraufvelin, P; Lindholm, A; Pedersen, M; Kirkerud, L; Bonsdorff, E. 2010. Biomass, diversity and production of Rocky Shore Macroalgae at two nutrient enrichment and wave action levels. Marine Biology 157 :29-47.

Lamb, R; Franco, A; Vinueza, L. 2012. Seasonal and Latitudinal Patterns in Rocky Intertidal Communities of Ecuador. Marine Progress Series (en revision).

Lewis, J. 1968. Water movements and their role in rocky shore ecology. Sarsia 34: 13-36.

Lobban, C; Harrison, P. 1994. Seaweed ecology and physiology. Cambridge University press, New York, U.S.A.

Lubchenco, J; Menge, B; Garrity, S; Lubchenco, P; Ashkenas, L; Gaines, S; Emlet,R; Lucas, R; Strauss, S.1984. Structure, persistence, and role of consumers in a tropical rocky intertidal community (taboguilla island, bay of panama). Marine Biology Ecology 78: 23-73

McQuaid, C; Branch, G. 1985. Trophic structure of rocky intertidal communities: to wave action and implications for energy flow. Marine Ecology Progress. Series 22: 153-161.

Menge, B; Lubchenco, J. 1981. Community organization in temperate and tropical rocky intertidal habitats: prey refuges in relation to consumer pressure gradients. Ecological Monographs 51:429-450.

Menge, B. 1992.Community regulation: Under what conditions are Bottom –up factors Important on Rocky Shores? Ecology 73: 755-765.

Menge, B; Daley, B; Wheeler, P; Strub, P.1997. Rocky intertidal oceanography: an association between community structure and nearshore phytoplankton concentration. Limnol Oceanogr 42:57-66.

Menge, B. 2004. Bottom-up:top-down determination of rocky intertidal shorescape dynamics. En: Food webs at the landscape level.(Polis, G; Power, M; Huxel, G) pp. 62-81.University of Chicago Press. U.S.A

Montecino, V; Lange, C. 2009. The Humboldt Current System: Ecosystem components and processes, fisheries, and sediment studies. Progress in Oceanography 83:65-79.

Nielsen, K; Navarrete, S. 2004. Mesoscale regulation comes from the bottom-up: intertidal interactions between consumers and upwelling. Ecology Letters 7: 31–41.

Norton, A. 1994. The rocky intertidal zone. En: Seaweed ecology and physiology (Lobban, S y Harrison,P) pp.69-75. Cambridge University Press, New York. U.S.A.

Paine, R. 1966. Food wed complexity and species diversity. American Naturalist 100:65-75.

Pennington, T; Mahoney, K; Kuwahara, V; Kolber, D; Calienes, R; Chavez, F. 2006. Primary production in the eastern tropical Pacific: A review. Monterey Bay Aquarium Research Institute. Progress in Oceanography 69: 285-317.

Phillips, J; Kendrick, G; Lavery, P.1997. A test of a functional group approach to detecting shifts in macroalgal communities along a disturbance gradient Marine Ecology Progress Series 153: 125-138

Ramírez, D; Giraldo, A; Tovar, J. 2006. Producción primaria, biomasa y composición taxonómica del fitoplancton costero y oceánico en el Pacífico colombiano (septiembre-octubre 2004). Investigaciones Marinas de Valparaíso, 34(2): 211-216

Santelices, B; Bolton, J; Meneses, I. 2009. Marine Algal Communities. Marine Macroecology. JD Whitman & K Roy (Eds). Chicago University Press. pp. 153-192.

Santelices, B; Marquet, P. 1998. Seaweeds, latitudinal diversity patterns, and Rapoport´s Rule. Diversity and Distributions 4: 71-75.

Steneck, R; Dethier, M. 1994. A functional group approach to the structure of algal-dominated communities. Oikos 69 : 476-498.

Stephenson, T; Stephenson, A. 1972. Life Between Tide-Marks on Rocky Shores. W.H. Freeman, USA

Tittensor, D; Rex, M; Stuart, C; McClain, C; Smith, C. 2010.Species-energy relationships in deep-sea mollusks. Bilogy Letters.

Vinueza, L; Branch, M; Branch, B; Bustamante, R. 2006. Top down herbivory and bottom-up El Niño effects on Galapagos rocky-shore communities. Ecological Monographs 76:111-131.

Vinueza, L, R. 2009. The role of herbivores and productivity on community structure of rocky shores of the Galapagos Islands, Ecuador. PhD dissertation, Oregon State University, Oregon, U.S.A.

Wang, C; Fiedler, P.2006. ENSO variability and the eastern tropical Pacific: A review. Progress in Oceanography 69: 239-266.

Worm, B; Lotze, H; Hillebrand, H; Sommer, U. 2002. Consumer versus resource control of species diversity and ecosystem functioning. Letters to Nature 417.

Yañez A; Day, J. 2010. La zona costera frente al cambio de un sistema bio-complejo y las implicaciones en manejo costero. Instituto Nacional de Ecología, México.

8. FIGURAS

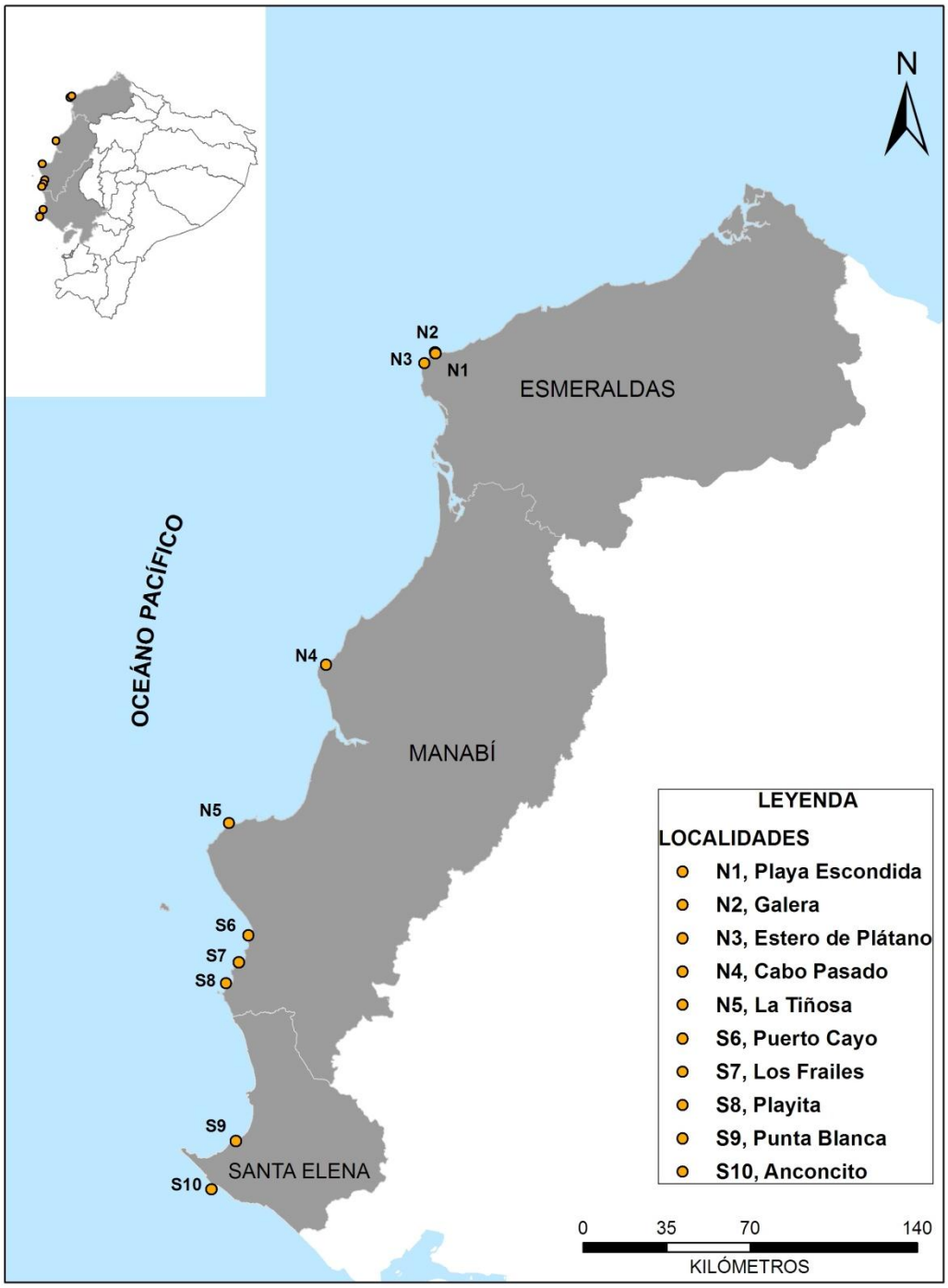


Figura 1. Mapa que muestra las localidades intermareales rocosas muestreadas durante la fase caliente 2010 (Caliente) y 2011 (Fría) a lo largo de la costa del Ecuador.

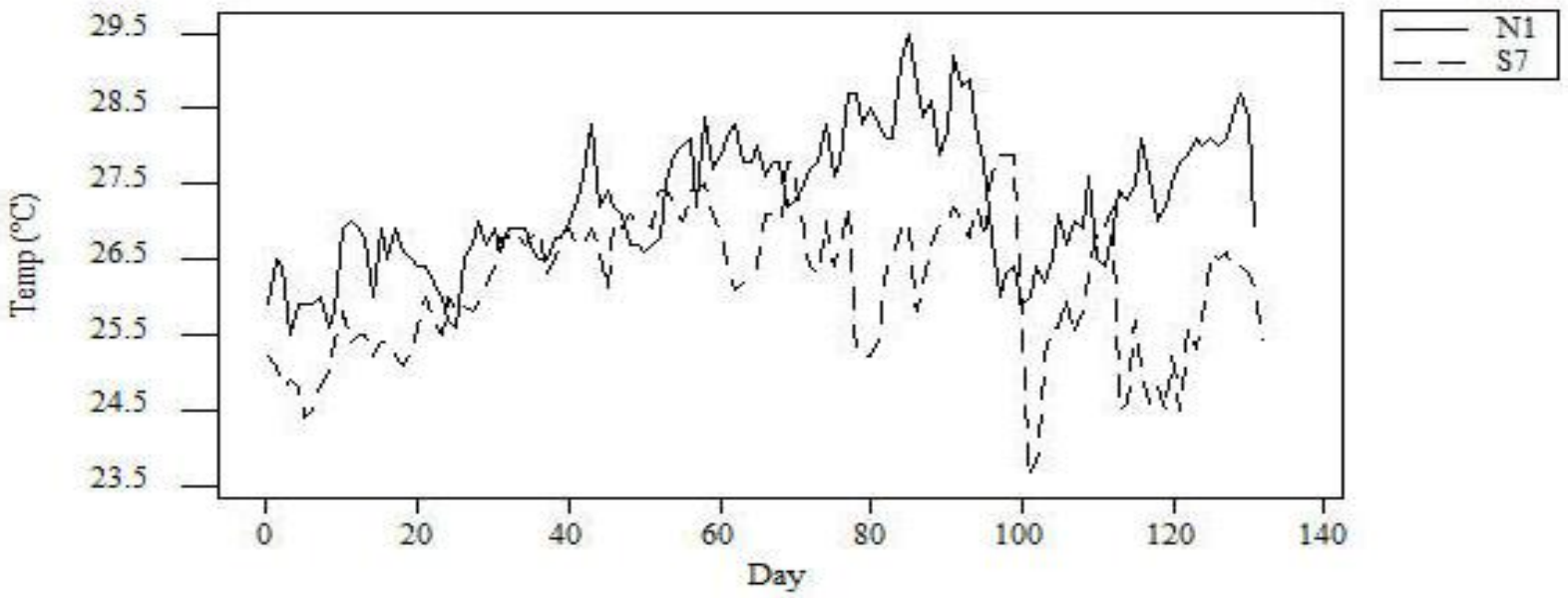


Figura 2. Perfil de temperatura de las localidades N1 y S7 durante la fase caliente entre10-Dic-2010 hasta 20-Abr-2011.

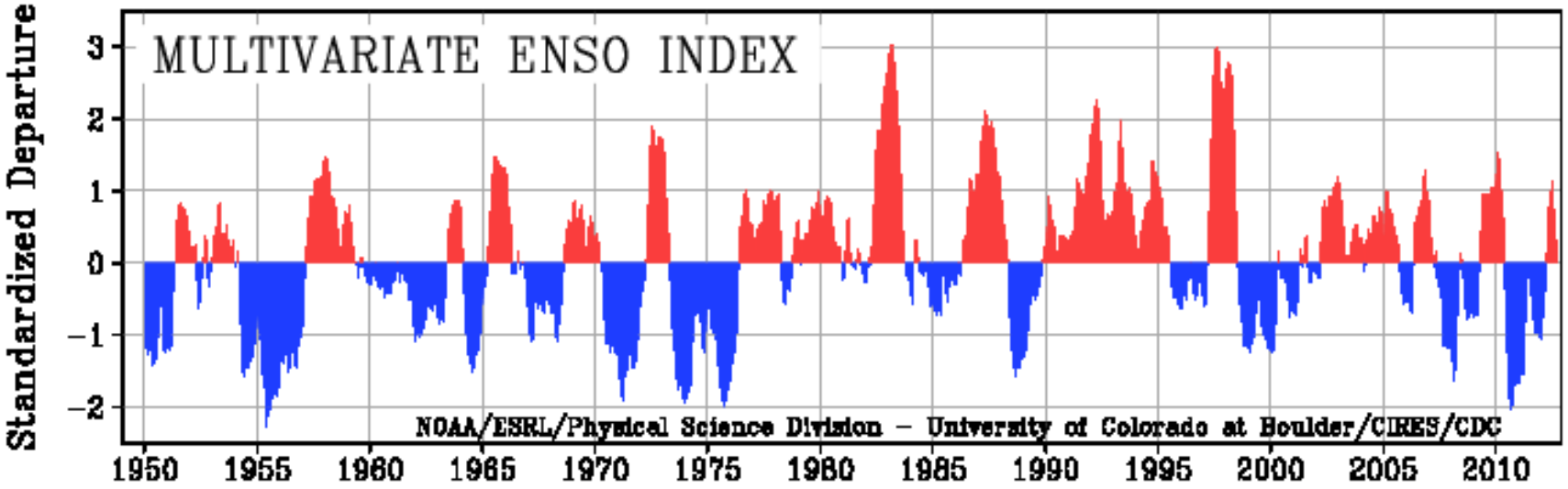


Figura 3. Índice multivariado de ENSO. Tomado de http://www.esrl.noaa.gov/psd/enso/mei/. Este índice se construye a partir de al menos seis variables distintas, que determinan los periodos de presencia del Fenómeno del Niño y de la Niña (Wolter & Timlin 1993).

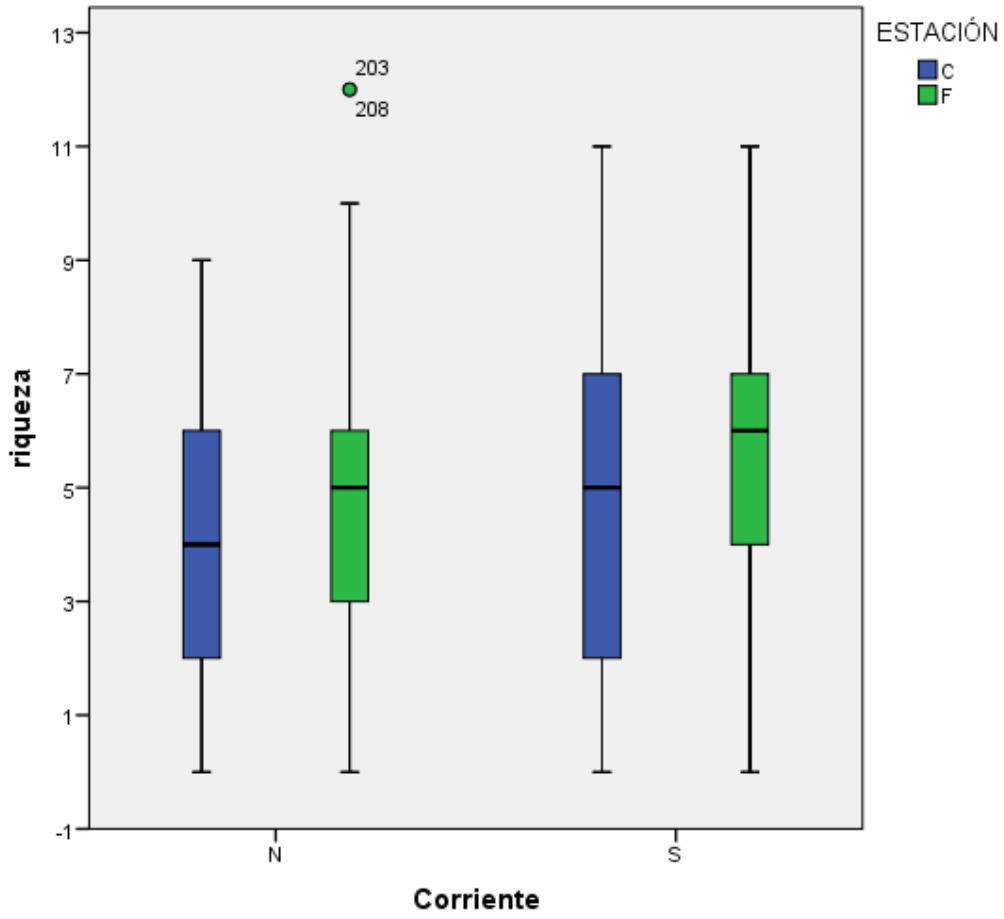


Figura 4. Diagrama de cajas de ANOVA no paramétrico (Kruskal Wallis). Las cajas indican la mediana de la riqueza de especies por región (Norte vs. Sur) y estación (caliente vs. fría). Se puede observar los valores máximos y mínimos así como la mediana en cada una de las cajas.

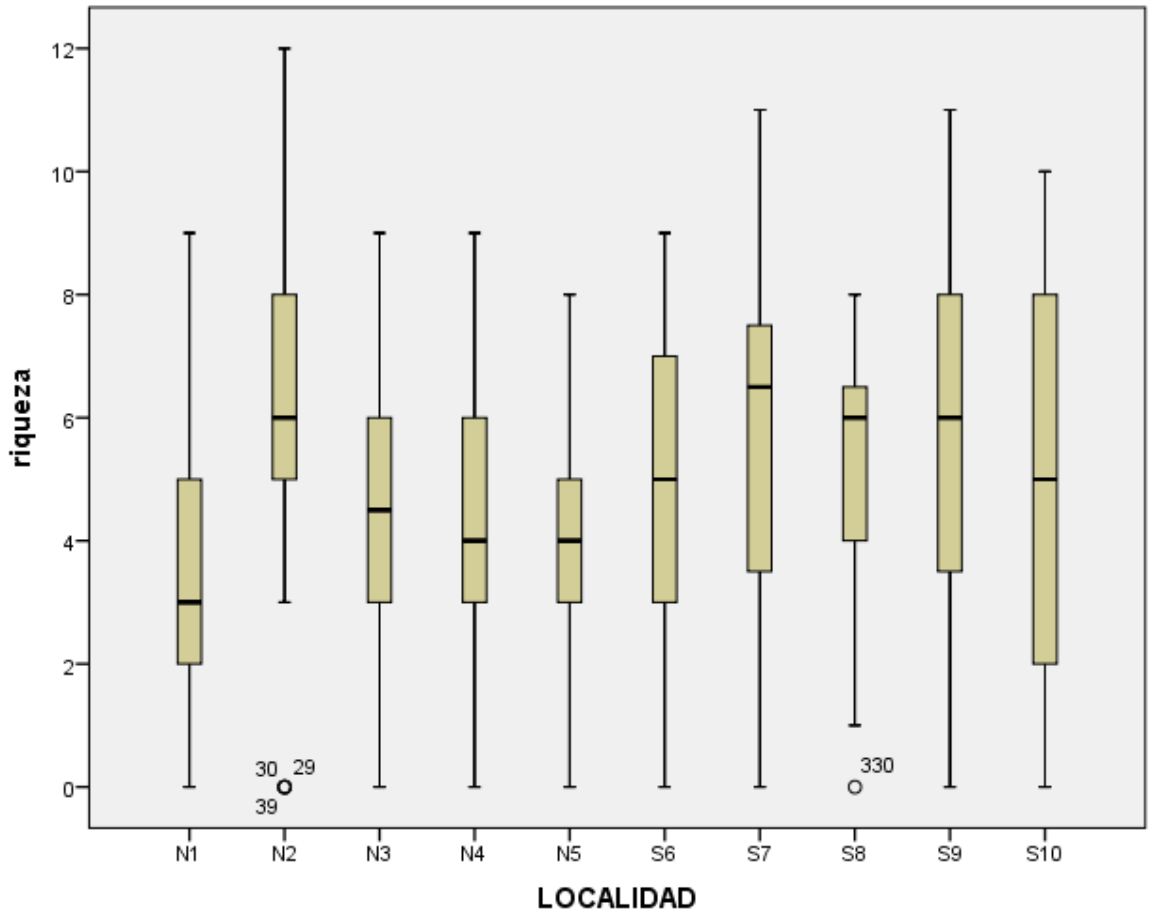


Figura 5. Diagrama de cajas de ANOVA no paramétrico que indica el valor de la mediana de la riqueza de especies a lo largo de la costa del Ecuador. También se indican los puntos máximos y mínimos, así como los puntos atípicos.

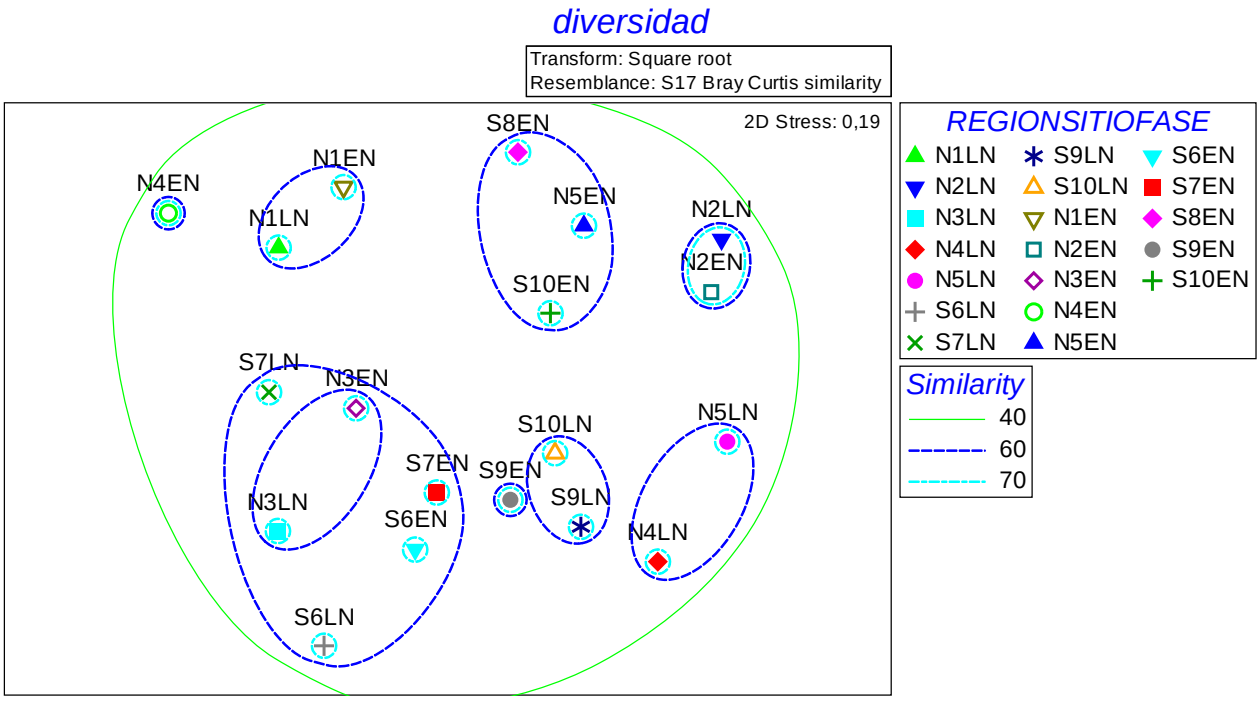


Figura 6. Escala multidimensional no métrica (nMDS) de la estructura de la comunidades (presencia-ausencia) de 5 localidades al Norte (1-5N) y 5 al Sur (6-10S) y sus réplicas de sitio durante la época caliente (EN) y la época fría (LN).

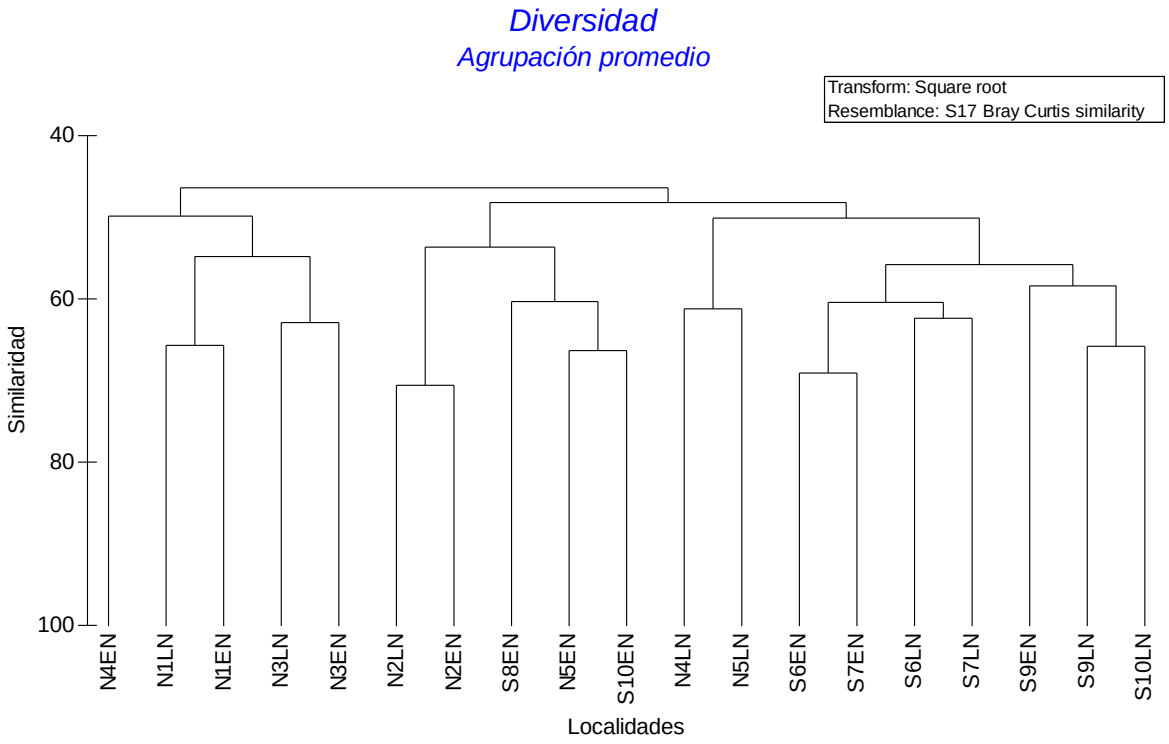


Figura 7. Árbol de similitud de la estructura de la comunidades (presencia-ausencia) de 5 localidades al Norte (1-5N) y 5 al Sur (6-10S). Con sus respectivas réplicas de sitio. Cada sitio se monitoreo durante la época caliente (EN) y la época fría (LN).

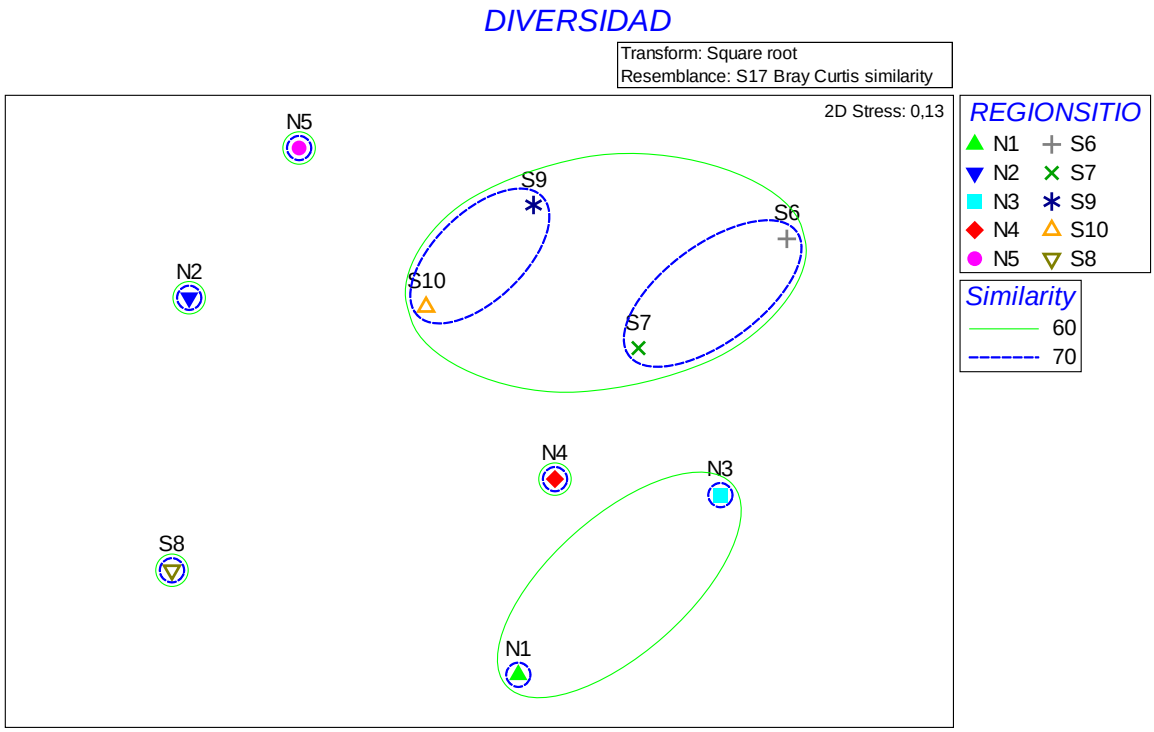
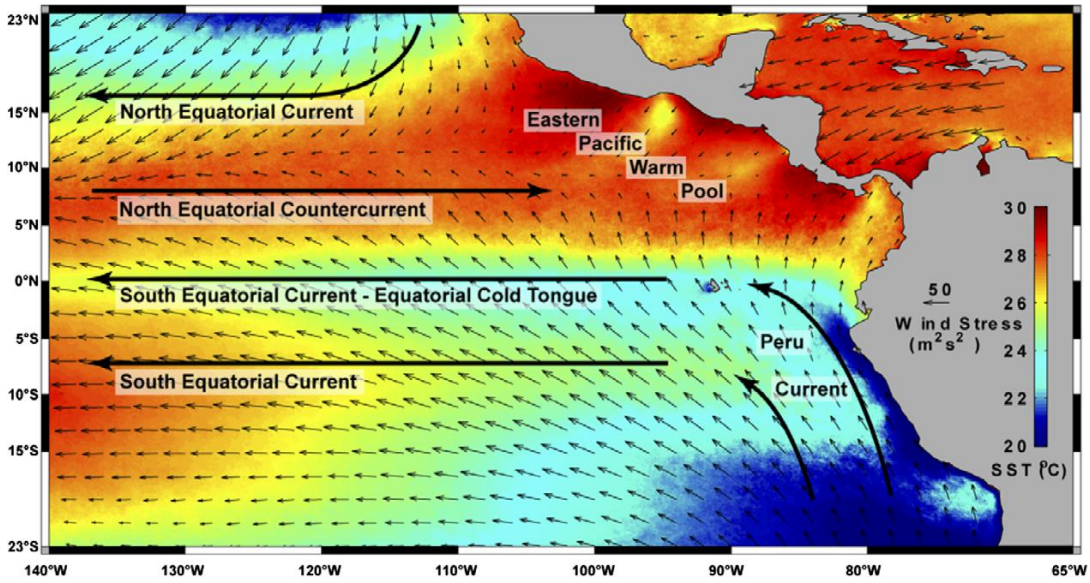


Figura 8. Escala multidimensional no métrica (nMDS) de la estructura de las comunidades (presencia-ausencia) de 5 localidades al Norte (1-5N) y 5 al Sur (6-10S). Cada punto representa el promedio de los muestreos realizados en ambas estaciones.

Figura 9. Imagen satelital del Promedio de temperatura de la superficie del mar, la fuerza del viento y una visión general de las principales corrientes superficiales en el Pacífico oriental tropical.



Tomado de: Pennington, *et al*. 2006.Primary production in the eastern tropical Pacific: A review.2006.

9. TABLAS

Tabla 1. Descripción y ubicación de las localidades.

Código	Localidad	Exposición	Coordenadas N y S	Coordenadas W
N1	Playa Escondida	Protegido	0.818428 N	80.048564 W
N2	Punta Galera	Expuesto	0.81398 N	80.04796 W
N3	Estero de Platano	Expuesto	0.77720 N	80.08883 W
N4	Cabo Pasado	Protegido	0.35983 S	8045950 W
N5	La tiñosa	Protegido	0.95778 S	80.82513 W
S6	Puerto Cayo	Protegido	138016 S	80.75102 W
S7	Los Frailes	Protegido	1.48138 S	80.78814 W
S8	La Playita	Expuesto	1.56209 S	80.83521 W
S9	Punta Blanca	Expuesto	2.15568 S	80.79933 W
S10	Anconcito	Expuesto	2.33834 S	80.89117 W

Tabla 2. Lista de la totalidad de especies encontradas en cada localidad.

N°	ESPECIE	GRUPO FUNCIONAL	N1	N2	N3	N4	N5	S6	S7	S8	S9	S10
1	*Amphiora* sp.1	Coralina ariculada	X						X			X
2	*Amphiora* sp.2	Coralina ariculada	X	X	X	X	X	X	X		X	X
3	*Amphiora* sp.3	Coralina ariculada	X	X		X	X	X	X	X		
4	*Jania* sp.1	Coralina ariculada	X			X			X			
5	*Jania* sp2	Coralina ariculada	X	X	X	X	X		X		X	X
6	*Jania* sp3	Coralina ariculada			X		X	X	X	X	X	X
7	*Lithophyllum* sp.1	Crustosa Coralina	X	X	X	X	X		X			X
8	*Lithophyllum* sp.2	Crustosa Coralina	X	X	X	X	X					
9	*Padina* sp.1	Corticada	X	X	X	X		X	X	X	X	X
10	*Padina* sp.2	Corticada	X	X	X	X	X	X	X		X	X
11	*Colpomenia sinuosa*	Corticada	X		X	X	X	X	X		X	X
12	*Sargassum* sp.1	Corticada				X			X		X	X
13	*Sargassum* sp.2	Corticada	X		X	X		X	X		X	
14	Morfoespecie 1	Corticada	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
15	Morfoespecie 2	Corticada	X					X				X
16	Morfoespecie 3	Corticada						X	X		X	
17	Morfoespecie 4	Corticada					X					
18	Morfoespecie 5	Corticada			X	X	X					
19	*Hydroclathrus clathratus*	Corticada				X		X			X	X
20	Morfoespecie 7	Corticada										X
21	Morfoespecie 11	Corticada								X		X
22	*Codium* sp.1	Corticada		X	X	X						
23	*Rhodymenia* sp.	Corticada		X	X		X					
24	Morfoespecie 14	Corticada		X								
25	*Ulva* sp.1	Efímera Foliosa		X						X		X
26	*Ulva latuca*	Efímera Foliosa		X								X
27	*Chaetomorpha* sp.1	Efímera	X	X	X	X	X		X	X	X	X
28	*Enteromorpha* sp.	Efímera	X	X	X		X		X	X	X	X
29	*Cladophora* sp.1	Efímera	X		X							
30	*Cladophora* sp.2	Efímera		X		X	X			X	X	
31	*Cladophora* sp.3	Efímera	X		X	X		X	X		X	X
32	*Caulerpa racemosa*	Efímera	X	X		X				X		
33	*Acetabularia* sp.	Efímera						X	X		X	X
34	*Cladophora perpusilla*	Efímera	X		X						X	X
35	*Codium fragile*	Efímera	X		X						X	X
36	*Bryopsis* sp.	Efímera							X			
37	*Sphacelaria* sp.	Efímera	X	X	X	X	X	X	X		X	X
38	Morfoespecie 6	Efímera				X						
39	*Polysiphonia* sp.	Efímera		X	X	X	X	X	X		X	X
40	*Gelidium pusillum*	Efímera	X	X							X	X
41	*Galaxaura* sp.	Efímera			X	X						
42	*Gracilaria* sp.	Efímera	X		X	X			X			X
43	Hypnea sp.1	Efímera	X	X						X	X	X
44	Hypnea sp.2	Efímera	X	X	X	X	X	X	X		X	X
45	*Hypnea* sp.3	Efímera	X				X		X	X		X
46	*Hypnea* sp.4	Efímera		X								
47	*Hypnea* sp.5	Efímera					X				X	X
48	*Hypnea* sp.6	Efímera	X	X						X		X
49	*Hypnea* sp.7	Efímera			X						X	
50	*Hypnea* sp.8	Efímera		X							X	
51	Morfoespecie 8	Efímera	X	X					X			
52	*Ceramium* sp.	Efímera	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
53	*Laurencia* sp.	Efímera	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
54	Morfoespecie 9	Efímera	X	X	X	X	X	X	X			
55	Morfoespecie 10	Efímera			X							
56	Morfoespecie 12	Efímera									X	
57	Morfoespecie 13	Efímera				X	X					X
58	Morfoespecie 15	Efímera					X					
59	Morfoespecie 16	Efímera									X	
60	Morfoespecie 17	Efímera		X						X		

Tabla 3. Lista y porcentaje de las especies que más contribuyen al índice de disimilaridad entre la región norte y sur. Promedio de disimilaridad = 63,37%

		Group N	Group S				
Grupo Funcional	**Especie**	**Abundancia Pro**	**Abundancia Prome**	**Promedio di**	**Desviasión**	**Contrib%**	**Cum.%**
Coralina articulada	*Jania* sp.3	0,07	0,5	4,23	1,3	6,68	6,68
Coralina articulada	*Amphiora* sp.2	0,57	0,44	3,5	1,23	5,53	12,21
Efimera	*Ceramium* sp.1	0,48	0,72	3,5	1,46	5,52	17,73
Corticada	*Sargassum* sp.1	0,22	0,35	3,11	1,19	4,91	22,64
Corticada	*Colpomenia sinuosa*	0,27	0,38	3,05	1,36	4,81	27,45
Efimera	Hypnea sp.2	0,31	0,42	2,9	1,21	4,58	32,03
Corticada	Morfoespecie 2	0,32	0,25	2,87	1,3	4,53	36,56
Efimera	*Laurencia* sp.1	0,08	0,34	2,73	1,28	4,31	40,88
Corticada	*Padina* sp.2	0,11	0,23	2,53	1,07	3,98	44,86
Efimera	Chaetomhorpa sp 1	0,19	0,28	2,3	1,24	3,63	48,49
Efimera	Morfoespecie 3	0,21	0,1	1,98	0,98	3,12	51,61
Corticada	Morfoespecie 1	0,11	0,19	1,93	0,95	3,05	54,66
Efimera	*Cladophora* sp.3	0,15	0,14	1,78	0,94	2,8	57,46

Tabla 4. Porcentaje de la presencia de las especies en las comunidades de la región norte. Promedio total de similaridad de las comunidades del norte: 36,50%

Grupo Funcional	Especie	Procentaje Abund	Porcentaje Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Coralina articulada	*Amphiora* sp.2	0,57	8,17	1,42	22,37	22,37
Efímera	*Ceramium* sp.1	0,48	5,88	1,15	16,12	38,49
Corticada	Morfoespecie 2	0,32	3,05	0,82	8,34	46,84
Efímera	*Hypnea* sp.2	0,31	2,88	0,83	7,9	54,74
Corticada	*Colponemia sinuosa*	0,27	2,47	0,81	6,78	61,52
Efímera	Morfoespecie sp.3	0,21	1,95	0,76	5,35	66,87
Corticada	*Sargassum* sp.1	0,22	1,66	0,49	4,54	71,4

Tabla 5. Porcentaje de la presencia de las especies en las comunidades de la región sur. Promedio total de similaridad de las comunidades del sur: 46,8%

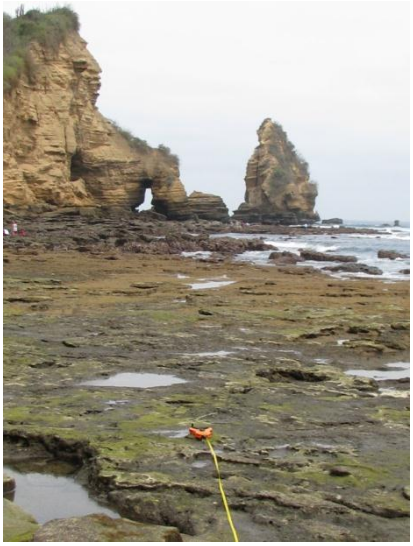
Grupo Funcional	Especie	Procentaje Abund	Porcentaje Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Efímera	*Ceramium* sp1	0,72	9,89	4,6	21,46	21,46
Efímera	*Hypnea s* p.2	0,42	5,25	1,48	11,39	32,86
Coralina articulada	*Jania* sp.3	0,5	5,14	1,2	11,16	44,01
Coralina artículada	*Amphiora* sp.2	0,44	3,95	0,97	8,57	52,58
Corticada	*Colponemia sinuosa*	0,38	2,96	0,86	6,43	59,01
Efímera	*Laurencia* sp.1	0,34	2,75	1,06	5,98	64,99
Corticada	*Sargassum* sp.1	0,35	2,42	0,75	5,25	70,25

10. ANEXOS

ANEXO 1. Caracterización de los sitios estudiados en base a la fuerza del oleaje y cantidad de sedimento (arena). Se utilizó a la altura de las olas como un proxy para caracterizar la fuerza del oleaje. (Tomado de Lamb *et al*, en revisión)

CODIGO	SITIO	COBERTURA DE ARENA	ALTURA DE LAS OLAS	EXPOSICIÓN
N1	Playa escondida	50,9	0,5	Protegido
N2	Punta Galera	0,6	1,8	Expuesto
N3	Estero de Platano	20,7	1	Expuesto
N4	Cabo Pasado	16,4	1,3	Protegido
N5	La Tiñosa	25,2	0,9	Protegido
S6	Puerto Cayo	11,7	0,4	Protegido
S7	Los Frailes	22,6	1	Protegido
S8	La Playita	3,8	2,1	Expuesto
S9	Punta Blanca	2,8	1,8	Expuesto
S10	Anconcito	7	1,5	Expuesto

ANEXO2. Descripción topográfica de cada localidad



Playa Escondida: Ubicada al sur de la Provincia de Esmeradas, detrás del pueblo de Tonchigue. Se caracteriza por ser una playa de lajas de piedra continuas, con varias piedras sueltas y algunas entradas de arena que rompen la continuidad de la placa de piedra, esta piedra es de limo (piedra suave). Es una playa con poco oleaje.



Estero de Plátano: Ubicada en la provincia de Esmeraldas. Se caracteriza por tener una placa de piedra continua con varias piedras grandes sobre ésta y algunas piedras pequeñas sueltas, el tipo de piedra es de limo (piedra suave). No hay tantos bancos de arena, es una playa similar a Playa Escondida. Tiene poca exposición al oleaje.



Punta Galera: Ubicada dentro de la provincia de Esmeraldas, esta playa está caracterizada por presentar una alta exposición al oleaje, es una playa compuesta por lajas de piedra y piedras grandes que forman un relieve, y generalmente con pocas piedras de distintos tamaños sueltas.



Cabo Pasado: Esta playa se encuentra en la provincia de Manabí, caracterizada por tener poca exposición al oleaje, de aguas muy poco profundas en la orilla, tiene una moderada-alta sedimentación, con muchas piedras grandes que están sueltas, lo que puede causar alta disturbancia en esta playa.



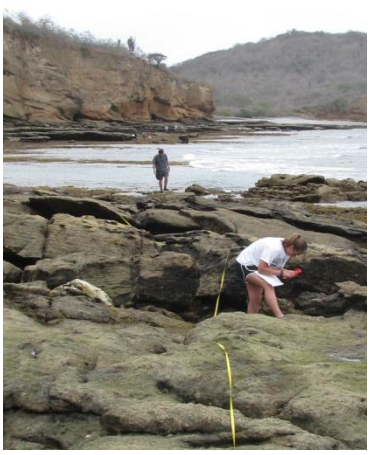
La Tiñosa: Localizada en la provincia de Manabí, es una playa muy protegida con poca influencia al oleaje, con moderada sedimentación, con lajas de

piedra muy plana con poca rugosidad y alto contenido de algas pardas.

Puerto Cayo: Se ubica en la provincia de Manabí, es un sitio con poca exposición al oleaje, con moderada sedimentación, está compuesta por una laja continua de piedra plana de limo (piedra suave) con poca rugosidad y algunas piedras sueltas.



Los Frailes (Machalilla): Sé ubica en la provincia de Manabí, es una playa de baja exposición al oleaje, con aguas no muy profundas en la orilla, con moderada sedimentación, es una playa de piedra con pocas piedras sueltas.



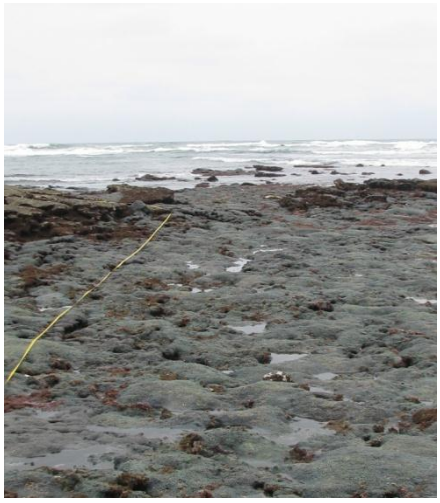


La Playita: Se localiza al Sur de Manabí, es una playa con moderada exposición al oleaje, con piedras de varios tamaños que le dan un relieve heterogéneo y

bastante rugosidad.

Punta Blanca: Se localiza en la Provincia de Santa Elena, es una playa con alta exposición al oleaje, es una pequeña base de piedra suave con piedras grandes y algunas piedras pequeñas sueltas, es una playa con bastante relieve.





Anconcito: Se localiza en la Provincia de Santa Elena, es una playa con alta exposición al Oleaje, es la localidad más sur. Está compuesta por una placa continua de piedra suave con algunas piedras sueltas, con gran presencia de zoantidos verdes que cubren gran parte de la roca.

ANEXO 3. Diseño experimental para toma de datos.

a) Transecto (100 m)



b) cuadrante de 50x50, dividido en 25 subcuadrantes de 10x10 cm.



ANEXO 4. Listado de Algas clasificadas de acuerdo a su grupo Funcional según Steneck 1994

Los grupos funcionales categorizan a las especies acorde a los aspectos funcionales de su morfología y anatomía, así como su comportamiento o su historia natural.

Algas Coralinas Articuladas

Orden: Cryptonemiales
Familia: Corallinaceae
1. *Amphiora* sp.1




2. *Amphiora* sp.2



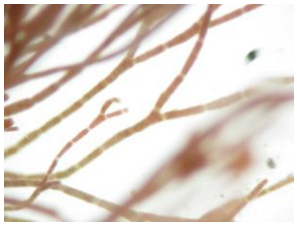

3. *Amphiora* sp.3



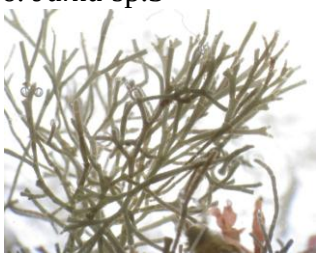

4. *Jania* sp.1




5. *Jania* sp.2

6. *Jania* sp.3



Algas Crustosas Coralinas

7. *Lithophylum* sp.1



8.*Lithophylum* sp.2



Algas Corticadas

Orden: Dictyotales
Familia: Dictyotaceae

9. *Padina* sp.1



10. *Padina* sp.2



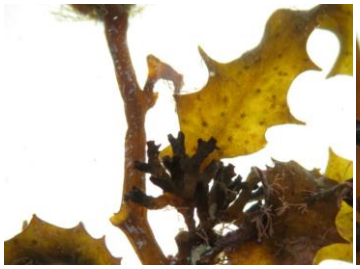
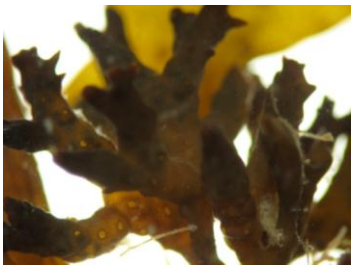
Orden: Scytosiphonales
Familia: Scytosiphonaceae
11.*Colpomenia sinuosa*



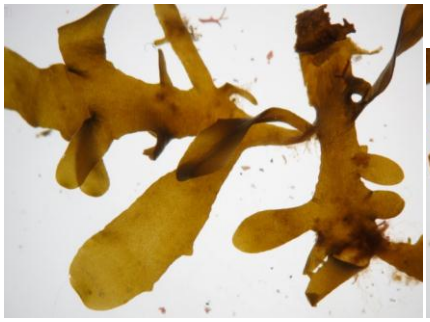
Orden: Fucales
Familia: Sargassaceae
12. *Sargassum* sp.1



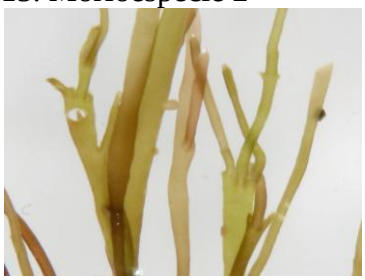

13. *Sargassum* sp.2

14. Morfoespecie 1




15. Morfoespecie 2



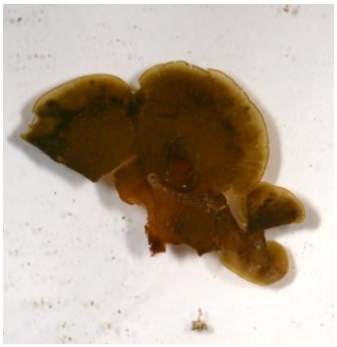

16. Morfoespecie 3



17. Morfoespecie 4



18. Morfoespecie 5



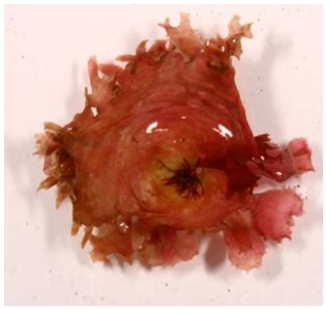
Familia Scytosiphonaceae
19. *Hydroclathrus clathratus*



20. Morfoespecie 7



21. Morfoespecie 11





Familia Codiaceae
22. *Codium* sp.



Orden: Rhodymeniales
Familia:Rhodymeniaceae
23. *Rhodymenia* sp.




24. Morfoespecie 14



Algas Efímeras

Clase: Ulvophyceae
Orden: Ulvales
Familia: Ulvaceae

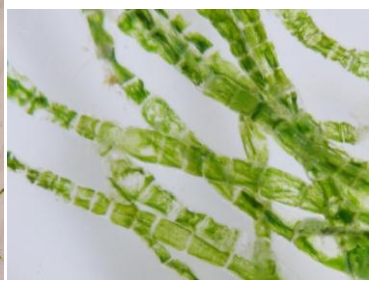
25.*Ulva* sp.1



26.*Ulva* sp.2




Class Siphonocladophyceae
Order Cladophorales
Family Cladophoraceae
27. *Chaetomorpha* sp.1

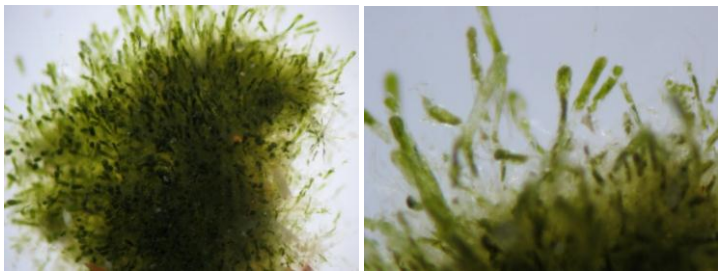



Class Ulvophyceae
Order Ulvales
Family Ulvaceae

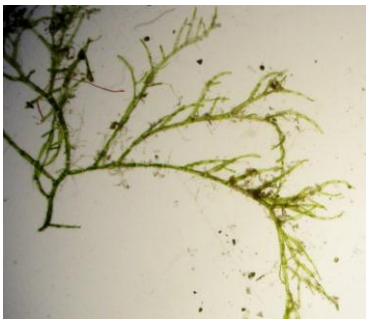
28. *Enteromorpha* sp.1



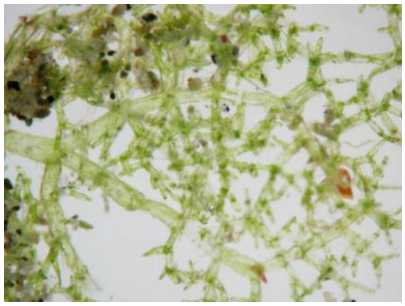

29. *Cladophora* sp.1



30. *Cladophora* sp.2



31.*Cladophora* sp.3



Orden: Caulerpales
Familia: Caulerpaceae
32. *Caulerpa racemosa*



Familia: Acetabulariaceae
33. *Acetabularia moebii*



34. *Cladophora perpusillia*





Codiaceae
35. *Codium fragile*



Familia: Bryopsidaceae
36. *Bryopsis pennatula*



Orden Sphacelariales
Familia Sphacelaria
37. *Sphacelaria* sp.1





38. Morfoespecie 6





FamiliaRhodomelaceae
39. *Polysiphonia* sp.





Orden: Gelidiales
Familia: Gelidaceae
40.*Gelidium* sp.



Familia: Chaetangiaceae
41.*Galaxaura* sp.1





Orden: Gigartinales
Familia: Gracilariaceae

42. *Gracilaria* sp.1



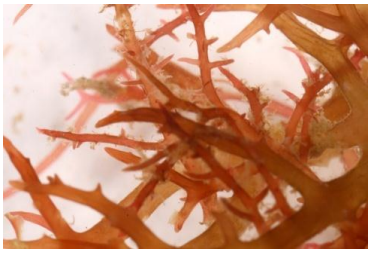
Familia: Hypnaceae

43. *Hypnea* sp.1



44. *Hypnea* sp.2

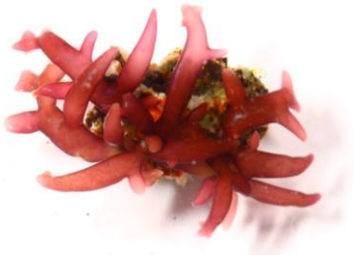




45. *Hypnea* sp.3



46. *Hypnea* sp.4



47. *Hypnea* sp.5



48. *Hypnea* sp.6





49. Hypnea sp.7



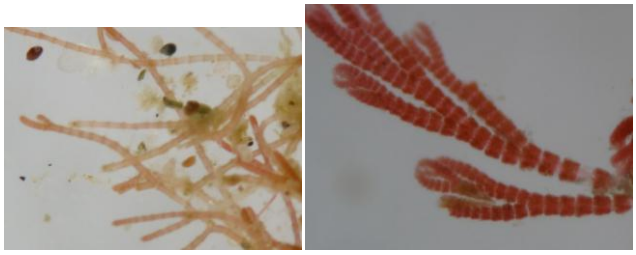
50. *Hypnea* sp.8



51. Morfoespecie 8



Orden: Ceramiales
Familia:Ceramiaceae
52. *Ceramium sp.*



53. *Laurencia* sp.



54. Morfoespecie 9



55. Morfoespecie 10

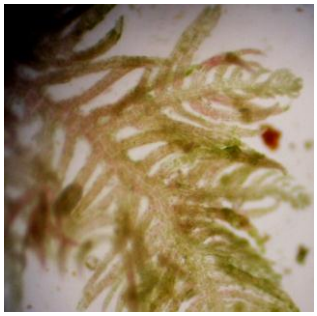


56. Morfoespecie 12





57. Morfoespecie 13



58. Morfoespecie 15



59. Morfoespecie 16



60. Morfoespecie 17



