



UNIVERSIDAD CENTRAL DE
VENEZUELA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOLOGÍA

Comparación de la estructura comunitaria de moluscos en la zona intermareal de plataformas rocosas en dos localidades del Estado Vargas

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la Ilustre Universidad Central de Venezuela, por el bachiller **Robert Gonzalez Vazquez** como requisito parcial para optar al título de Licenciado en Biología

Tutor: **Sheila Marques Pauls**

CARACAS, VENEZUELA
AGOSTO – 2015

ACTA

Quienes suscriben, miembros del Jurado designado por el Consejo de la Escuela de Biología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela, para examinar el Trabajo Especial de Grado titulado **“Comparación de la estructura comunitaria de moluscos en la zona intermareal de plataformas rocosas en dos localidades del Estado Vargas”**, presentado por el Br. **Robert Gonzalez Vazquez**, titular de la Cédula de Identidad no. 18.539.167, a los fines de cumplir con el requisito para optar al título de Licenciado en Biología, consideramos que este trabajo cumple con los requisitos exigidos por esta Casa de Estudios y es aprobado en nombre de la Universidad Central de Venezuela por el Jurado examinador, abajo firmantes, en la ciudad de Caracas a los 14 días del mes de agosto de 2015.



Prof. Sheila Márques Pauls

C.I. 80.852.308

TUTOR



Prof. Beatriz Vera
C.I. 3.711.677
JURADO



Prof. Estrella Villamizar
C.I. 5.413.694
JURADO

*A mis padres,
por apoyarme y darme la oportunidad de vivir mis sueños.*

AGRADECIMIENTOS

Los primeros que merecen ser mencionados son mis padres, por su absoluto y completo apoyo incondicional en todos los aspectos que se puedan imaginar, desde soportar mi temperamento en los momentos más difíciles (te amo mama, aunque no te lo diga todo el tiempo), hasta madrugar todos los años que le dedique a esta formación como biólogo, y llevarme hasta la parada a las 5 de la madrugada y poder llegar clases puntualmente (disculpa por todos esos madrugonazos papa), eres un pilar fundamental en mi formación como biólogo y hombre de bien.

A Sheila Marques, por ser más que una tutora y darse la tarea de impulsarme con mucha, mucha, mucha fuerza y motivarme diariamente en el Laboratorio de Invertebrados Marinos, que fue mi casa por más de dos años y permitirme llevar a cabo mi Trabajo Especial de Grado.

A mis profesoras y jurados, Beatriz Vera y Estrella Villamizar, por todas las sugerencias y correcciones realizadas a este manuscrito y presentación, las cuales fueron tomadas y seguidas con humildad.

A mis asistentes de campo, en especial a mi hermano, que aunque no le gusta el sol, la arena y el agua salada, siempre me acompaña. A Pedro Cabello, María de Los Ángeles, Raibel Núñez, Silvia Selvitella y al Sierra (que nunca nos dejó botados en ningún lado). A Fernando Machado por toda la ayuda y paciencia, al ayudarme a usar los programas estadísticos y explicarme cómo funcionan las pruebas aplicadas.

A todos los muchachos (no los menciono porque son muchos, pero ellos saben de quienes hablo), por ser un gran grupo y aunque fuimos cada uno por lo que nos apasionaba, siempre nos mantuvimos unidos. Fueron grandiosos y sin ustedes la vida en la universidad no habría sido lo mismo, las materias hubiesen sido mucho más difíciles de lo que fueron, y las “vacaciones” no serían inolvidables. Espero no se me olvide nadie, de ser así, mis más sinceros agradecimientos.

Aunque no les hago justicia con estas palabras, espero que las tomen con mucho cariño y como muestra de mi gran aprecio por cada uno de ustedes.

TABLA DE CONTENIDOS

	Páginas
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE ANEXOS	x
RESUMEN	xii
1 INTRODUCCIÓN	1
2 ANTECEDENTES	5
3 OBJETIVOS	8
3.1 Objetivo general	8
3.2 Objetivos específicos	8
4 MATERIALES Y MÉTODOS	9
4.1 Área de estudio	9
4.2 Métodos de campo	10
4.3 Métodos de laboratorio	14
4.4 Análisis de datos	14
4.5 Análisis estadísticos	16
5 RESULTADOS	18
5.1 Geomorfología de las plataformas	18
5.2 Parámetros ambientales	19
5.3 Eficiencia del muestreo	22
5.4 Riqueza	24
5.4.1 Macromoluscos	28
5.4.2 Moluscos asociados a las algas	29
5.4.3 Moluscos asociados al sustrato	30
5.5 Abundancia	30
5.5.1 Cobertura de los sustratos	30
5.5.2 Número de individuos	33
5.5.3 Densidad	34
5.5.4 Frecuencia de aparición	37
5.6 Índices de diversidad	40

5.7	Distribución	42
6	DISCUSIÓN	46
6.1	Parámetros hidrográficos en las plataformas rocosas	46
6.2	Riqueza	47
6.3	Abundancia	50
6.4	Índices de diversidad	53
7	CONCLUSIONES	55
8	RECOMENDACIONES	57
9	BIBLIOGRAFÍA	58
10	ANEXOS	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Imagen Satelital mostrando los límites del estado Vargas (en rojo), las localidades de muestreo (Playa Paraíso y Las Salinas) y el sector con una alta concentración de actividades antropogénicas (morado) (Imagen de Google Earth, consultado el 23/07/2013).....	10
Figura 2	Esquema del diseño de muestreo en cada localidad con la ubicación de las dos transectas, 7 puntos de muestreo y la posición de las tres cuadratas implementado en las dos plataformas rocosas (modificado de Rigby y col., 2007).....	12
Figura 3	Disposición de las tres cuadratas, en cada uno de los 7 puntos de muestreo aleatorios a lo largo de las dos transectas (modificado de Rigby y col., 2007).....	13
Figura 4	Perfil promedio de inclinación de las plataformas de Playa Paraíso y Las Salinas. Las barras indican la desviación estándar.....	18
Figura 5	Plataformas evaluadas: A) Playa Paraíso y B) Las Salinas.....	19
Figura 6	Temperatura superficial promedio del agua (\pm DE) durante abril, mayo y junio de 2013 para las proximidades de Playa Paraíso y Las Salinas. Los datos fueron tomados de la página http://imars.marine.usf.edu/products/pass/avhrr/scar/week	20
Figura 7	Índices de disolución de las barras de tiza en la plataforma de Playa Paraíso y Las Salinas, en tres sectores: occidental, central, oriental; y en tres zonas: rompiente, intermedia y costa.....	20
Figura 8	Representación gráfica de los valores máximos, mínimos y mediana de los índices de disolución de barras de tiza (IDT) de Playa Paraíso. A: zonas (rompiente= ROMP; intermedia= INTER; costa= Costa), B: sectores (occidental= OCC; central= CEN; oriental= ORI).....	21
Figura 9	Representación gráfica de los valores máximos, mínimos y mediana de los índices de disolución de barras de tiza (IDT) de Las Salinas. A: zonas (rompiente= ROMP; intermedia= INTER; costa= Costa), B: sectores (occidental= OCC; central= CEN; oriental= ORI).....	22
Figura 10	Curvas de acumulación de especies (S (est)) de los macromoluscos en Playa Paraíso y Las Salinas y sus límites inferior y superior con un intervalo de confianza del 95 %.....	23
Figura 11	Curvas de acumulación de especies (S (est)) de los moluscos asociados a las algas en Playa Paraíso y Las Salinas y sus límites inferior y superior con un intervalo de confianza del 95 %.....	23
Figura 12	Curvas de acumulación de especies (S (est)) de los moluscos asociados al sustrato en Playa Paraíso y Las Salinas y sus límites inferior y superior con un intervalo de confianza del 95 %.....	24
Figura 13	Proporción de especies de bivalvos, gastrópodos y poliplacóforos en Playa Paraíso y Las Salinas.....	27

Figura 14	Riqueza total de especies de bivalvos, gastrópodos y poliplacóforos en T1 (transecta más expuesta al oleaje) y T2 (transecta menos expuesta al oleaje) de ambas localidades.....	27
Figura 15	Riqueza de bivalvos, gastrópodos y poliplacóforos discriminados entre macromoluscos (MM), moluscos asociados a las algas (MA) y al sustrato (MS) en Playa Paraíso y Las Salinas.....	28
Figura 16	Porcentaje promedio de cobertura de Chlorophyta, Ochrophyta, Rhodophyta, arena y roca en las plataformas de Playa Paraíso y Las Salinas. Las barras indican desviación estandar.....	31
Figura 17	Comparación entre la cobertura de algas, roca y arena en Playa Paraíso (A) y Las Salinas (B). Los valores de porcentaje fueron transformados con el arcoseno de la raíz cuadrada.....	32
Figura 18	Comparación entre la cobertura de los tres grupos de algas: Chlorophyta (algas verdes), Ochrophyta (algas pardas) y Rhodophyta (algas rojas) en Playa Paraíso (A) y Las Salinas (B). Los valores de porcentaje fueron transformados con el arcoseno de la raíz cuadrada.....	33
Figura 19	Densidad de macromoluscos (ind/m ²) en Playa Paraíso y Las Salinas en T1 (más expuesta) y T2 (más cerca de la costa). Las barras representan desviación estándar. N el número total de individuos.....	35
Figura 20	Densidad de moluscos asociados a las algas (ind/0,25m ²) en Playa Paraíso y Las Salinas en T1 (más expuesta) y T2 (más cerca de la costa). Las barras representan desviación estándar. N el número total de individuos.....	35
Figura 21	Densidad de moluscos asociados al sustrato (ind/0,063m ²) en Playa Paraíso y Las Salinas en T1 (más expuesta) y T2 (más cerca de la costa). Las barras representan desviación estándar. N el número total de individuos.....	36
Figura 22	Frecuencia de aparición (%) de macromoluscos en T1 y T2 de Playa Paraíso (A) y Las Salinas (B).....	37
Figura 23	Frecuencia de aparición (%) de moluscos asociados a las algas en T1 y T2 de Playa Paraíso (A) y Las Salinas (B).....	38
Figura 24	Frecuencia de aparición (%) de moluscos asociados al sustrato en T1 y T2 de Playa Paraíso (A) y Las Salinas (B).....	39
Figura 25	Índices de Shannon-Wiener y Simpson en Playa Paraíso y Las Salinas para los macromoluscos (A), moluscos asociados a las algas (B) y al sustrato (C).....	40
Figura 26	Índices de Shannon-Wiener y Simpson de los macromoluscos por transecta (T1 y T2) en Playa Paraíso y las Salinas.....	41
Figura 27	Índices de Shannon-Wiener y Simpson de los moluscos asociados a las algas por transecta (T1 y T2) en Playa Paraíso y las Salinas.....	41

Figura 28	Índices de Shannon-Wiener y Simpson de los moluscos asociados al sustrato por transecta (T1 y T2) en Playa Paraíso y las Salinas.....	42
Figura 29	Ordenación multivariada NMDS de las cuadratas, según sus semejanzas en cuanto a las abundancias de las especies de macromoluscos presentes en cada cuadrata, en base a índices de similaridad de Bray-Curtis. (2D Stress= 0,45). Playa Paraíso (P), Las Salinas (S), transecta 1 y 2 (T1 y T2 respectivamente), x.1 (x= # de cuadrata, 1= macromoluscos).....	43
Figura 30	Ordenación multivariada NMDS de las cuadratas, según sus semejanzas en cuanto a las abundancias de las especies de moluscos asociados a las algas presentes en cada cuadrata, en base a índices de similaridad de Bray-Curtis. (2D Stress= 0,08). Playa Paraíso (P), Las Salinas (S), transecta 1 y 2 (T1 y T2 respectivamente), x.2 (x= # de cuadrata, 2= moluscos asociados a las algas).....	44
Figura 31	Ordenación multivariada NMDS de las cuadratas, según sus semejanzas en cuanto a las abundancias de las especies de moluscos asociados al sustrato presentes en cada cuadrata, en base a índices de similaridad de Bray-Curtis. (2D Stress= 0,1). Playa Paraíso (P), Las Salinas (S), transecta 1 y 2 (T1 y T2 respectivamente), x.3 (x= # de cuadrata, 3= moluscos asociados al sustrato).....	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Especies de moluscos registradas en las dos transectas (T1 y T2) a lo largo de Playa Paraíso y Las Salinas, en los tres tamaños de cuadratas (1: 1 x 1 m; 2: 0,50 x 0,50 m; 3: 0,25 x 0,25 m; X: presencia; -: ausencia).....	24
Tabla 2	Número de especies de macromoluscos exclusivas en T1 y T2, las comunes entre ambas transectas y el total por localidad y estudio.....	29
Tabla 3	Número de especies de moluscos asociados a las algas exclusivas en T1 y T2, las comunes entre ambas transectas y el total por localidad y estudio.....	29
Tabla 4	Número de especies de moluscos asociados al sustrato exclusivas en T1 y T2, las comunes entre ambas transectas y el total por localidad y estudio.....	30
Tabla 5	Número de individuos de las 5 especies más abundantes de todo el muestreo dentro de cada unidad de tamaño muestral (MM: macromoluscos; MA: moluscos asociados a las algas y MS: moluscos asociados al sustrato.....	34

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Valores de los ángulos de inclinación entre cada uno de los intervalos medidos en ambas plataformas.....	64
Anexo 2	Valores del índice de disolución de barras de tiza (g/h) en las dos localidades evaluadas, Playa Paraíso y Las Salinas. DE= desviación estándar; n= 4.....	64
Anexo 3	Resultados de la prueba Kruskal-Wallis para la comparación del hidrodinamismo entre las zonas de rompiente de la plataforma en Playa Paraíso y Las Salinas, y la prueba U de Mann-Whitney.....	65
Anexo 4	Resultados de la prueba Kruskal-Wallis para la comparación del hidrodinamismo entre los sectores de la plataforma en Playa Paraíso y Las Salinas y la prueba U de Mann-Whitney.....	65
Anexo 5	Lista de macromoluscos presentes en la plataforma rocosa de Playa Paraíso y Las Salinas, en las dos transectas (T1 y T2). X: presencia; -: ausencia.....	65
Anexo 6	Lista de moluscos asociados a las algas presentes en la plataforma rocosa de Playa Paraíso y Las Salinas, en las dos transectas (T1 y T2). X: presencia; -: ausencia.....	66
Anexo 7	Lista de moluscos asociados al sustrato presentes en la plataforma rocosa de Playa Paraíso y Las Salinas, en las dos transectas (T1 y T2). X: presencia; -: ausencia.....	67
Anexo 8	Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis para Playa Paraíso y Las Salinas, entre los porcentajes de cobertura de algas-roca-arena y la prueba U de Mann-Whitney. Los porcentajes fueron transformados con el arcoseno de la raíz cuadrada.....	68
Anexo 9	Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis para Playa Paraíso y Las Salinas, entre los porcentajes de cobertura de algas verdes (AV), pardas (AP) y rojas (AR), y la prueba U de Mann-Whitney. Los porcentajes fueron transformados con el arcoseno de la raíz cuadrada.....	68
Anexo 10	Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis entre las densidades de moluscos de las transectas de Playa Paraíso y Las Salinas, y la prueba U de Mann-Whitney.....	68
Anexo 11	Resultados de la prueba ANOSIM y su prueba a posteriori para el NMDS de los macromoluscos.....	69
Anexo 12	Resultados de la prueba ANOSIM y su prueba a posteriori para el NMDS de los moluscos asociados a las algas.....	69
Anexo 13	Resultados de la prueba ANOSIM y su prueba a posteriori para el NMDS de los moluscos asociados al sustrato.....	70
Anexo 14	Ubicación del set de cuatro tizas de la plataforma de Las Salinas en el sector central de la zona de rompiente. Microtopografía del alto IDT en este punto.....	70
Anexo 15	Fotos de <i>Ulva</i> sp en Playa Paraíso (A) y Las Salinas (B).....	70

Anexo 16	Variedad de especies, formas y tamaños de algas en Playa Paraíso (A) y las Salinas (B).....	71
Anexo 17	Varas graduadas, cuerda de 0,5 m, y nivel de burbuja usados en la estimación de la inclinación en las plataformas rocosas, mediante el método de nivelación.....	71

RESUMEN

Los litorales rocosos son áreas de transición entre la tierra y el mar y presentan uno de los ecosistemas marinos más diversos, ya que los organismos poseen adaptaciones morfológicas y fisiológicas para poder resistir las condiciones extremas de oleaje, salinidad, desecación, temperatura y radiación solar. De la fauna que vive en estos ambientes, los moluscos son los mejor adaptados y por lo tanto son los más abundantes y diversos. Sin embargo, debido a la escasez de información sobre moluscos asociados a las plataformas rocosas, se planteó el objetivo de evaluar y comparar la estructura comunitaria de los moluscos asociados a la franja media de la zona intermareal de dos plataformas rocosas en la costa central de Venezuela, ubicadas en el estado Vargas, en un período de máxima cobertura de algas. El muestreo se realizó en mayo de 2013 en las localidades de Playa Paraíso (10°37'N - 66°23'W) y Las Salinas (10°34'N - 67°07'W). Para el muestreo se empleó el protocolo NaGISA modificado (método básico para el estudio de litorales), utilizándose simultáneamente 3 cuadratas de distintos tamaños (macromoluscos (MM) con 1 m², moluscos asociados a las algas (MA) con 0,25 m² y al sustrato (MS) con 0,063 m²) en cada uno de los 7 puntos de muestreo aleatorios a lo largo de dos transectas paralelas a la costa ubicadas a diferentes niveles de la zona intermareal. Tanto la salinidad como la temperatura del agua registradas están dentro del intervalo esperado para las localidades. El hidrodinamismo medido como un índice de disolución de una tiza (IDT) determinó que existen diferencias significativas entre las localidades, siendo más intenso en Playa Paraíso. La cobertura promedio del sustrato en Playa Paraíso fue de 92,4 % de algas, 7,5 % de roca y 0,1 % de arena, y en Las Salinas 83,1 % de algas, 5,0 % de roca y 11,9 % de arena. Se encontró un total de 23.884 individuos (95,4 % en Playa Paraíso y 4,6 % en Las Salinas). Se registraron un total de 52 especies entre los tres grupos de moluscos (MM, MA y MS), de las cuales 42 ocurrieron en Playa Paraíso y 35 en Las Salinas. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la abundancia de los tres grupos de moluscos entre las dos localidades, tanto en términos del número de individuos, como de la densidad, registrándose los valores más altos en Playa Paraíso y en las transectas más expuestas al oleaje. Las especies más abundantes de los MA y MS son *Brachidontes exustus* (5.618 y 2.999 indiv.) y *Echinolittorina meleagris* (6.497 y 6.200 indiv.), quienes además de ser las más abundantes fueron las más frecuentes, mientras que *Fissurella nimbosa* (48 indiv.) lo fue para los MM. Esta alta abundancia de individuos asociados a las algas en Playa Paraíso se debe en parte a la presencia de gran abundancia algas de talos cortos y muy compactados que proveen microhabitas para protección y morada de los micromoluscos. Al comparar los índices de diversidad, los MM fueron más diversos en Playa Paraíso, mientras que los MA y MS lo fueron en Las Salinas, lo que supone una distribución más equitativa de las abundancias entre las especies. En conclusión, la estructura observada en cada localidad pareciera ser el resultado de sinergia de diferentes factores, tanto naturales (exposición al oleaje, temperatura, geomorfología de las plataformas, etc.), como antropogénicos (descargas de aguas servidas, extracción selectiva de organismos, alteración de hábitat por pisoteo, sedimentación, etc.).

PALABRAS CLAVE: Abundancia, diversidad, estructura comunitaria, macroalgas, moluscos, Litoral Central, plataformas rocosas

1 INTRODUCCIÓN

Los litorales rocosos son áreas de transición entre la tierra y el mar, y presentan uno de los ecosistemas marinos más diversos, ya que las rocas sirven como sustrato de anclaje a organismos sésiles y algas, las cuales a su vez, por su estructura tridimensional proveen de refugio y alimento a toda una comunidad de invertebrados, peces y hasta mamíferos marinos (Konar, 2007). Por ello son áreas de alimentación, crianza, reproducción y hábitat para muchas especies de gran importancia ecológica o económica como mejillones, ostras, crustáceos y peces (Díaz-Pulido, 1997; Konar, 2007). Estas comunidades han sido bien estudiadas en diversas regiones del mundo (Díaz-Pulido, 1997). Presentan una zonación universal muy característica, en que los organismos se distribuyen por franjas horizontales (Menge y Branch, 2001).

El patrón clásico y universal de zonación más aceptado es el propuesto por Stephenson y Stephenson (1949), quienes presentaron un esquema delimitado por los niveles de las mareas alta y baja. Posteriormente fueron planteadas modificaciones al mismo, dando una mayor importancia al oleaje en las áreas tropicales, (Lewis, 1961, 1964; van Loenhoud y van de Sande, 1977a, b). La zonación presentada por los mencionados autores comprende tres zonas principales:

- **Supralitoral:** es una zona de transición entre la tierra y el mar, limita en su parte superior con la aparición de vegetación terrestre y en su parte inferior por la presencia de cirripedios. Es una zona de amplitud variable dependiente del oleaje e inclinación del sustrato. Recibe una alta insolación y solamente humedad por aspersión de las olas, por lo que es también llamada zona de salpicadura. En esta zona los organismos marinos soportan largos períodos de emersión.
- **Mesolitoral o Intermareal:** es la franja del litoral que queda alternadamente cubierta y descubierta por las aguas debido al efecto de las mareas y oleaje. Se caracteriza por un crecimiento considerable de algas de diversos grupos. En el período de emersión los organismos que habitan esta zona están expuestos a factores atmosféricos menos extremos que los del supralitoral, pero se encuentran sujetos a parámetros biológicos como la competencia interespecífica por espacio

que es un factor biológico importante en la estructuración de las poblaciones de organismos sésiles. En localidades donde esta zona es amplia suele ser dividida en 2 o 3 franjas (superior, media e inferior).

- **Sublitoral o Infralitoral:** se extiende desde el nivel de inmersión continua hasta la plataforma continental, por lo tanto sus poblaciones no resisten emersiones prolongadas (Díaz-Pulido, 1997; Cognetti y col., 2001).

El patrón de distribución vertical de los organismos indicadores de las zonas no varía solamente en función del nivel de las mareas o con el grado de exposición al oleaje, sino también con la inclinación de sustrato, efecto de sombreo, tolerancia fisiológica a la desecación, competencia y depredación (McQuaid y Branch, 1984; Cognetti y col., 2001; Menge y Branch, 2001). La distribución, a pequeña escala, de la mayoría de los organismos es agrupada o en parches y se debe a otra serie de factores como el ciclo de vida de cada especie, periodos reproductivos, reclutamientos, depredación, mortalidad y también a parámetros hidrográficos (Sousa, 1984; Olabarria y Chapman, 2001)

De todos los grupos de organismos encontrados en las comunidades rocosas litorales, los moluscos son los que están mejor adaptados para vivir en estos ambientes. Poseen una concha externa calcárea que les brinda protección contra el hidrodinamismo, depredadores y desecación en períodos de marea baja e intensa insolación. Las estructuras de fijación como los filamentos del biso de los mejillones o el pie musculoso con gran fuerza de adhesión de los gastrópodos y poliplacóforos, les permite adherirse directamente al sustrato rocoso o a las algas (Williams, 1994; Coutinho, 2002). Así, los moluscos representan uno de los grupos más diversos y abundantes de las comunidades rocosas. Está dividido en 8 clases, de las cuales tres: Polyplacophora, Gastropoda y Bivalvia son las que se encuentran comúnmente en la zona intermareal de los litorales rocosos (Aldea y Valdovinos, 2005).

La estructura trófica de estas comunidades de moluscos que habitan las costas rocosas está integrada principalmente por: 1) *Herbívoros*, son moluscos que se alimentan de algas que generalmente se presentan en gran abundancia y diversidad

en la zona intermareal. Los representantes de este grupo son especies de gastrópodos pulmonados de la familia Siphonariidae, prosobranquios de las familias Patellidae, Acmaeidae, Littorinidae, Neritidae y los Poliplacóforos. 2) Los *Filtradores*, son moluscos sedentarios que se alimentan de partículas orgánicas que están en suspensión en el agua, como los gastrópodos verméticos y los bivalvos como mejillones, ostras, etc. 3) Los *carnívoros* o *depredadores* constituyen un grupo de especialistas en alimentarse de organismos vivos; ocurren en bajas densidades poblacionales y son especies de gastrópodos de las familias Muricidae y Buccinidae, principalmente (Little y Kitching, 1996; Olabarria y col., 2001).

Esta diversidad de grupos de moluscos, referida como biodiversidad es una medida potencial de la salud de las comunidades y ecosistemas, pero también puede ser un indicativo de interacciones y procesos que ocurren en la comunidad como competencia, depredación, facilitación, reclutamiento, productividad y disturbios (Chesson, 2000). Además, puede ser indicativo de la calidad del agua y del impacto causado por actividades humanas, principalmente en áreas costeras someras, derivadas de actividades industriales, recreacionales, contaminación, pesquerías, etc. que afectan directamente la biodiversidad (Gray, 1997; Tilman y Lehman, 2001).

En este estudio se evaluarán las comunidades de moluscos de plataformas rocosas del estado Vargas, el cual se encuentra en la costa central de Venezuela, donde las variaciones en los parámetros físicos son pequeñas y similares en toda su extensión (mareas, corrientes, temperatura, viento, olaje, etc) (Guzmán-Quevedo, 1990).

Sin embargo, en los alrededores de La Guaira, principalmente entre Taguao y Camurí Grande, áreas urbanas con alta densidad poblacional y desarrollo de numerosas actividades antropogénicas (pueblos, balnearios, marinas, vertederos de basura, efluentes de aguas negras, planta generadora de energía eléctrica (Josefa Joaquina Sánchez Bastidas), puertos con el tráfico de barcos cargueros, embarcaciones pesqueras, recreacionales, etc.), los cuales directa o indirectamente arrojan al mar efluentes domésticos, industriales, aceites, metales pesados, basura

sólida, etc., que afectan en mayor o menor grado las comunidades litorales, impactando al ambiente marino (Gil-Beroes, 2006; Jiménez y col., 2006).

Como las corrientes dominantes del litoral central fluyen del este hacia el oeste (Guzmán-Quevedo, 1990), el sector del litoral entre Taguao y Camurí Grande, constituiría una especie de "barrera invisible" de aguas contaminadas.

Esta barrera podría limitar la dispersión de larvas de algunas especies de organismos bentónicos que se desplazan con las corrientes (Puritz y Toonen, 2011). De ser esto así, se esperaría que las costas rocosas localizadas al oeste de La Guaira tengan una diversidad, abundancia y distribución de moluscos distinta e incluso inferior a las ubicadas al este.

2 ANTECEDENTES

Los invertebrados asociados a litorales rocosos intermareales han sido bien estudiados a nivel mundial bajo diferentes aspectos, sin embargo en el Caribe los estudios son escasos. Los primeros trabajos realizados buscaron describir la zonación y caracterizar las comunidades asociadas a las costas rocosas de forma cualitativa, como los realizados en las Bermudas, Florida, Bahamas, Cuba, islas Caimán, Barbados, Aruba, Curacao (Stephenson y Stephenson, 1950; Voss y Voss, 1955; Newell y col., 1959; Lewis, 1960; van Loenhoud y van de Sande, 1977a, b; Potts, 1980; Brattström, 1980, 1985, 1999; Thomas, 1985; Smith y col., 2007). Además de estos, existen algunos estudios sobre estructura de comunidades con información cuantitativa en cuanto a abundancia, densidad, índices de diversidad, etc., realizados en Colombia por Almanza y col. (2004) y en las Islas Vírgenes por Good (2004).

También se han llevado a cabo algunos estudios sobre grupos particulares de organismos, y de los trabajos que solo se enfocan en la comunidad de moluscos litorales, podemos mencionar el de Warmke y Almodovar (1963) quienes estudiaron los moluscos asociadas a 25 especies de algas fijadas en distintos tipos de sustratos duros en Puerto Rico. Considerando únicamente litorales rocosos, tenemos los trabajos de Miloslavich y col. (2013), quienes comparan patrones de distribución espacial de gastrópodos en varias localidades en todo el mundo incluyendo 5 sitios en el Caribe; Quirós y Campos (2013) estudiaron los moluscos asociados a algas en la región de Córdoba, Colombia; y Jover y col. (2014) la diversidad de los moluscos del mesolitoral en Santiago de Cuba. Todos estos trabajos además de caracterizar el ambiente presentan datos de abundancia, densidad, frecuencia y diversidad, enfocados en ecología de comunidades.

En las costas venezolanas, los estudios de comunidades rocosas empezaron con Rodríguez en 1959 en la isla de Margarita y Rodríguez (1963) en el estuario del lago de Maracaibo. Estos trabajos también son de índole descriptiva y buscaban dar a conocer cómo era la zonación y que organismos caracterizaban cada una de estas zonas. Posteriormente, se realizaron otros estudios con toda la comunidad de

invertebrados asociados a los litorales rocosos tanto en el centro-occidente del país (Cruz-Motta, 2007) como en el oriente, más específicamente en el estado Sucre (Sant y de Grado, 1997; Fernández y col., 2014), los cuales al igual que los trabajos realizados en el Caribe, caracterizaron el ambiente y presentan datos de abundancia y diversidad.

También se han realizado trabajos que caracterizan y describen únicamente las comunidades de moluscos a lo largo de la costa venezolana. La mayoría de ellos fueron realizados en el oriente del país, y destacan el de Ramos y Robaina (1994), quienes publicaron un inventario con las abundancias de moluscos asociadas a distintos hábitats en la bahía de Mochima.

Posteriormente se realiza una serie de trabajos sobre diversidad y distribución de moluscos en litorales rocosos como el de León (1997) en los islotes Caribe y Los Lobos, los de Capelo y col. (2009) y Capelo y col. (2014) en el golfo de Paria e isla de Margarita respectivamente.

Estudios que describen la estructura comunitaria también fueron realizados en su mayoría en el oriente del país, y cabe señalar el de Jiménez y col. (2004), quienes comparan comunidades de moluscos de dos localidades del Golfo de Cariaco con otras dos en la costa norte del estado Sucre. Fernández y Jiménez (2006, 2007) trabajaron en tres localidades del Golfo de Cariaco y comparan con otras tres en la costa norte de Sucre. Miloslavich y Huck (2009), realizaron comparaciones entre los moluscos de una localidad bajo influencia de surgencia en la región oriental con otra en el occidente del país de temperaturas más estables.

Por último, en la costa central del país existen pocos estudios, destacando el de Almeida (1974) quien describe la zonación y distribución de moluscos en varias localidades del Centro-Occidente del país; y el de Capelo y col. (2002) sobre diversidad de moluscos y la distribución en el estado Aragua (Ocumare, Chuao, Cepe y Uricao).

En vista de la escasez de información sobre moluscos asociados a los sustratos rocosos horizontales en la costa central del país, se planteó evaluar y

comparar la estructura comunitaria de los mismos en dos plataformas rocosas, ubicadas hacia los extremos del estado Vargas e intercaladas por un sector de gran concentración de actividades antrópicas con el fin de determinarlas posibles variaciones entre las mismas.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Evaluar y comparar la estructura de la comunidad de moluscos asociados a la zona intermareal media de litorales rocosos en un periodo de gran cobertura de algas en dos localidades del estado Vargas.

3.2 Objetivos específicos

- Identificar las especies de los moluscos asociados a la zona intermareal media de los litorales rocosos.
- Determinar algunos parámetros físico-químicos del agua en las distintas localidades.
- Determinar y comparar la riqueza, diversidad y abundancia de las especies de moluscos entre las distintas localidades.
- Identificar posibles patrones de distribución espacial de algunas especies en cada localidad.

4 MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Área de estudio

Las áreas de estudio se encuentran ubicadas en el estado Vargas, el cual se extiende desde el río Maya hasta el Río Chuspa, colindando con el estado Aragua y Miranda respectivamente, cubriendo una superficie de 1.946,5 Km², su capital es La Guaira (Fig. 1). El paisaje geográfico está constituido por un terreno largo y estrecho que forma parte de la serranía del litoral de la cordillera de la costa, por lo tanto, aunque es definido como semiárido e isotermo, en las partes bajas es muy cálido mientras que en las zonas de montaña es templado. Su clima tropical es muy cálido en las partes bajas, y templado en sus zonas de montaña. En zonas por debajo de los 400 msnm las temperaturas son altas, con una media anual de 26,1 °C; por encima de esa altitud las temperaturas son más bajas, con una media anual de 14,7 °C y lluvias frecuentes e intensas (Jiménez y col., 2006).

En cuanto a los parámetros hidrográficos las mareas poseen un desnivel que oscila entre 0,25 y 0,50 m, las corrientes fluyen hacia el oeste generadas por el oleaje que incide oblicuamente sobre la costa, el cual varía de moderado a intenso dependiendo de la época del año y la localidad (Picard y Goddard, 1975).

A lo largo de sus 120 Km de costa, el litoral es accidentado, intercalándose ensenadas con playas arenosas y costas rocosas. En algunas áreas se encuentran varias plataformas rocosas a nivel del mar, formadas por rocas sedimentarias del tipo "roca de playa", las cuales están constituidas por conglomerados de minerales, fragmentos de otras rocas y de corales muertos, conchas marinas, etc. cementados por una matriz de carbonato de calcio (Goddard y Picard, 1974).

Para la realización de este estudio fueron seleccionadas dos plataformas rocosas ubicadas en dos localidades, una en el oriente del estado y otra en el occidente, intercaladas por un sector del litoral que va desde Taguao hasta Camurí Chico el cual está intensamente urbanizado con pueblos y balnearios, además de una gran concentración de puertos, marinas, embarcaderos y algunas industrias, todos los

cuales en conjunto generan una contaminación de sus aguas (Gil-Beroes, 2006; Jiménez y col., 2006). Las localidades fueron escogidas por tener plataformas rocosas con características geomorfológicas similares (largo, ancho y altura en relación al nivel del agua), además de presentar una cobertura de algas cualitativamente semejantes. Las localidades seleccionadas fueron: Playa Paraíso y Las Salinas. La localidad de Playa Paraíso ($10^{\circ}37'N - 66^{\circ}23'O$), se encuentra en el oriente del estado, antes del sector Taguao - Camurí Chico y como las corrientes fluyen del este al oeste la localidad estaría libre de la influencia del sector más contaminado del litoral central. La otra localidad, Las Salinas ($10^{\circ}34'N - 67^{\circ}07'O$) se encuentra en el sector occidental del estado, específicamente al oeste del sector Taguao – Camuri Chico (Gil-Beroes, 2006; Jiménez y col., 2006) (Fig. 1).

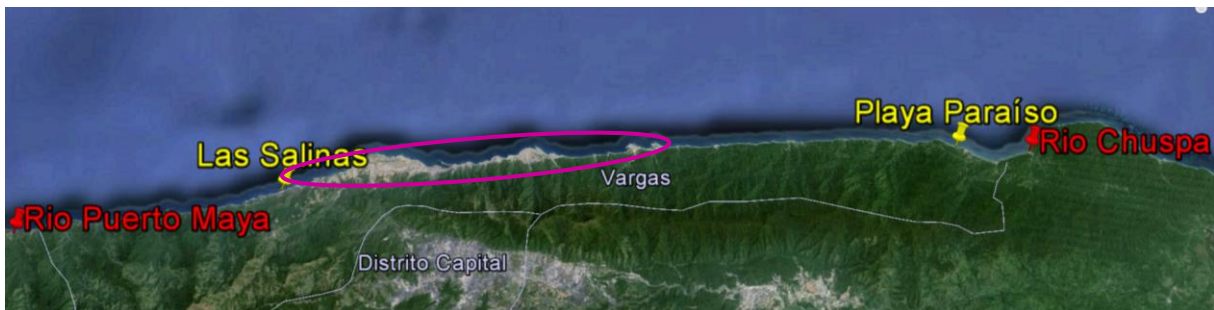


Figura 1. Imagen Satelital mostrando los límites del estado Vargas (en rojo), las localidades de muestreo (Playa Paraíso y Las Salinas) y el sector con una alta concentración de actividades antropogénicas (morado) (Imagen de Google Earth, consultado el 23/07/2013).

4.2 Métodos de campo

Entre enero-abril por acción de los vientos alisios, en algunas localidades de la costa venezolana ocurre el fenómeno de surgencia, el cual implica el reemplazo de aguas superficiales por aguas profundas de baja temperatura y cargadas de nutrientes, pasando a estar estos nutrientes disponibles para la vegetación de aguas someras (Castellanos y col, 2002). Por consiguiente ocurre un mayor crecimiento y riqueza de especies de algas posterior a estos meses en los sustratos rocosos. Hay estudios que han demostrado que la mayor riqueza de algas en la costa central se presenta en abril-mayo (García y Gómez, 2004; Gómez y col., 2011). Por tal motivo el muestreo fue

realizado en mayo, el 3 en Playa Paraíso y el 04 en Las Salinas, debido a que es el final del periodo de surgencia y los sustratos rocosos poseen una alta cobertura de algas, garantizando así el registro de la mayoría de los moluscos herbívoros y sus depredadores.

Las dos plataformas fueron medidas a lo largo y ancho con una cinta métrica de 50 m. La inclinación de las mismas fue estimada en intervalos de 0,5 m con el método de nivelación, utilizándose dos varas graduadas en centímetros y unidas entre sí con una cuerda de 0,5 m en la cual se colocó un nivel de burbuja (Eifion, 1980) (Anexo 17).

Para caracterizar los parámetros ambientales en el día del muestreo, en cada plataforma se midió puntualmente la salinidad del agua al final del día con un refractómetro de campo, cada medición fue realizada por triplicado y se calculó el promedio de los valores.

Los valores de temperatura superficial del agua para las proximidades de las dos localidades fueron obtenidos de imágenes de satélites disponibles de IMARS (Institute of Marine Remote Sensing) de la University of South Florida (USF) en los meses de abril, mayo y junio de 2013, tomadas de la página web <http://imars.marine.usf.edu/products/pass/avhrr/scar/week>

El hidrodinamismo fue estimado a través del método modificado y descrito por Doty (1971). El cual propone que la tasa de disolución de una barra de tiza de carbonato de calcio en contacto con el agua, es directamente proporcional a la turbulencia de la misma. Las barras de tiza fueron inicialmente secadas en una estufa a 80 °C por 48 horas, pesadas en una balanza analítica y guardadas dentro de bolsas plásticas debidamente identificadas. En campo fueron colocadas dentro de una pequeña jaula de rejilla metálica, la cual fue amarrada a rocas en el sustrato rocoso (Anexo 14), en los extremos y centro de las plataformas. En cada uno de los sectores se colocaron las jaulas en grupos de 4 tizas (consideradas como replicas) en tres puntos: zona de rompiente, intermedia y costa, para un total de 9 puntos y 36 tizas en cada localidad. Las tizas permanecieron en el agua por un periodo que varió entre 12

y 146 minutos dependiendo del hidrodinamismo local, posteriormente fueron colocadas nuevamente en bolsas plásticas y transportadas al laboratorio, donde fueron secadas a 80 °C por 48 horas y nuevamente pesadas. Con los valores se calculó un índice de disolución evaluando la diferencia de peso de cada una de las tizas con la siguiente ecuación:

$$\text{Índice de disolución (g/h)} = \frac{\text{gramos iniciales} - \text{gramos finales}}{\text{Horas de la prueba}}$$

Para evaluar las comunidades de moluscos asociados a las plataformas rocosas intermareales, se utilizó el protocolo de NaGISA (Natural Geography In Shore Areas) que es un método básico diseñado para el estudio de la diversidad y abundancia de litorales rocosos marino costeros (Iken y Konar, 2003). Se tomó en cuenta la altura de las mareas para asegurar que las plataformas se encontraran lo más descubiertas de agua posible en el periodo de muestreo (Rigby y col., 2007).

En cada localidad se establecieron en la franja media de la zona intermareal de las plataformas dos transectas de 40 m de longitud paralelas a la costa: la primera de ellas (T1) en la zona de la plataforma más expuesta al oleaje y la segunda (T2) junto a la costa, en el límite de la marea alta. Las dos transectas fueron ubicadas en la región central de la plataforma, dejando áreas similares libres a ambos extremos para minimizar el efecto de borde de la comunidad (Fig. 2).

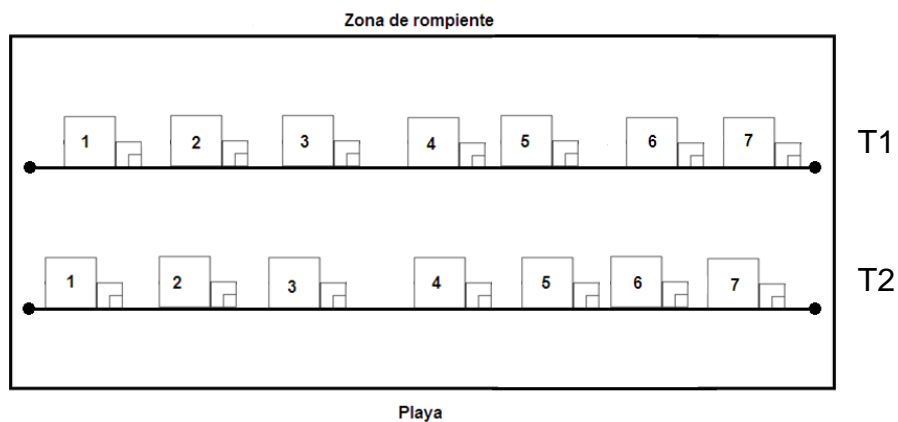


Figura 2. Esquema del diseño de muestreo en cada localidad con la ubicación de las dos transectas, 7 puntos de muestreo y la posición de las tres cuadratas implementado en las dos plataformas rocosas (modificado de Rigby y col., 2007).

Para ubicar las cuadratas a lo largo de las dos transectas se eligieron previamente 7 puntos con una tabla de números aleatorios. En cada punto se colocaron cuadratas de tres tamaños para colectar moluscos de distintas tallas y sustratos (macromoluscos, moluscos asociados a las algas y al sustrato). Primero se colocó una cuadrata de 1 x 1 m, colectándose todos los moluscos que tuviesen una talla superior a 10 mm y se guardaron en una bolsa plástica tipo ziploc. Además en la misma cuadrata se determinó el porcentaje de cobertura de las macroalgas en grandes grupos (Ochrophyta, Chlorophyta y Rhodophyta), arena y roca desnuda. Del lado derecho de la cuadrata de 1 x 1 m se colocó una segunda cuadrata de 0,50 x 0,50 m donde se cortó con una tijera los talos cerca de la base de todas las algas con los moluscos asociados, las cuales fueron guardadas en otra bolsa tipo ziploc. Dentro de la cuadrata anterior, en un área de 0,25 x 0,25 m se raspó el sustrato con una espátula, guardándose en una nueva bolsa las partes basales de las algas, todo el sedimento y los moluscos adheridos al mismo (Fig. 2 y 3).

Todas las bolsas fueron identificadas doblemente, tanto rotulándolas por fuera como introduciendo una etiqueta dentro de la bolsa. Las muestras fueron fijadas en campo con una solución de formol al 10 %. Se repitió este proceso para cada uno de los 7 puntos de muestreo en cada transecta de cada localidad, obteniéndose un total de 14 muestras provenientes de las cuadratas de 1 x 1 m, 14 muestras de las de 0,50 x 0,50 m y 14 muestras de las de 0,25 x 0,25 m por localidad.

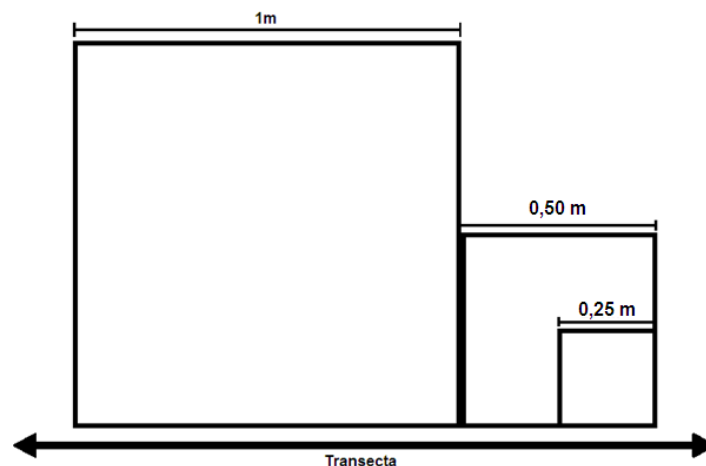


Figura 3. Disposición de las tres cuadratas, en cada uno de los 7 puntos de muestreo aleatorios a lo largo de las dos transectas (modificado de Rigby y col., 2007).

4.3 Métodos de laboratorio

Las muestras fueron procesadas e identificadas en el Laboratorio de Invertebrados Marinos (LIM) de la Escuela de Biología (UCV). Las muestras de algas provenientes de las cuadratas de 0,50 x 0,50 m fueron vertidas en un recipiente con agua, tapadas y sacudidas para que los moluscos se desprendieran de las algas y precipitaran al fondo del mismo. Aunque, debido a la morfología de algunas algas, el 50 % de las mismas tuvieron que ser observadas adicionalmente bajo la lupa para la extracción manual de los moluscos. Además, todo el material precipitado en el fondo de los envases fue revisado para separar los moluscos colocándose pequeñas porciones en una cápsula de Petri y observando bajo una lupa. Las muestras de las cuadratas de 0,25 x 0,25 m, que contenían el sustrato raspado y constituido principalmente por arena, fueron cernidos a través de un tamiz de 0,7 mm de apertura de malla para retener los moluscos (≥ 1 mm). Los otros materiales retenidos como algas y detritus fueron revisados bajo lupa y los moluscos, guardados en frascos para su posterior identificación.

Debido al pequeño tamaño de la mayoría de los individuos, la identificación de los moluscos se realizó bajo una lupa, separándolos inicialmente en tres clases: Polyplacophora, Gastropoda y Bivalvia. Posteriormente fueron contabilizados y se utilizaron guías de identificación de moluscos y artículos especializados como: Morris, 1973; Warmke y Abbott, 1975; Díaz y Puyana, 1994; Lodeiros y col., 1999; Redfern, 2001; Bitter, 2003; Tunnell y col., 2010. Se identificaron la mayoría de los individuos a nivel de género o especie, pero los individuos jóvenes, debido a sus pequeños tamaños y carencia de características diagnósticas que los diferencien fue imposible determinar la especie a la cual pertenecen.

4.4 Análisis de datos

Para una mejor visualización de los resultados, los datos fueron tabulados, promediados con su desviación estándar y graficados con los programas Excel 2013 (Microsoft Office), EstimateS 9.1.0 (Colwell, 2013) o PAST 3.0 (Hammer, 2015).

La inclinación de las plataformas fue calculada en grados mediante el Teorema de Pitágoras, utilizándose los datos de desnivel medidos con el método de nivelación de las varas como un cateto y la separación entre las mismas como el otro cateto de un triángulo rectángulo. También se utilizaron los datos de desnivel para construir el perfil promedio de las plataformas.

La diversidad se expresó como riqueza de especies para las dos localidades y las dos transectas en cada uno de los tamaños de unidades muestrales y también por medio de índices de diversidad. Se utilizó el Índice de Shannon-Wiener, el cual es sensible a la presencia de especies raras en la muestra y el Índice de Simpson que le da un mayor peso a las especies comunes y expresa dominancia de una o más especies de la comunidad (Krebs, 1978). Los valores de Shannon-Wiener oscilan generalmente entre 1,5 y 3,5; los valores bajos de diversidad suponen una comunidad dominada por unas pocas especies y valores altos son característicos de una comunidad más equitativa (Magurran, 2004). Ambos índices fueron calculados con el número de individuos de cada especie, según las siguientes ecuaciones:

Índice de Shannon-Wiener:

$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i) (\log_2(p_i))$$

Siendo:

H' : índice de diversidad de especies

S : número de especies

p_i : proporción del número de individuos de cada especie

Índice de Simpson

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S (p_i)^2$$

Siendo:

D: índice

S: número de especies

p_i : proporción del número de individuos de cada especie

En cuanto a la abundancia, esta fue expresada por medio del número de individuos (N), densidad de individuos (N/tamaño de cuadrata), y frecuencia de aparición de las especies en las cuadratas,

$$\text{Frecuencia de aparición} = \frac{f_i}{n} \times 100$$

Siendo:

f_i : número de muestras (cuadratas) en la que apareció la especie i

n : número de muestras (cuadratas) en la transecta

4.5 Análisis estadísticos

Para comparar los valores de temperatura entre las localidades y entre los tres meses se utilizó una prueba t-Student. En el caso de que los datos no cumplieran con el supuesto de homogeneidad de varianzas se tomó el valor “p” de la prueba t-Student para varianzas desiguales, pero si además los datos tampoco cumplían con una distribución normal se utilizó la prueba no paramétrica de U Mann-Whitney.

Para comparar los valores de hidrodinamismo, proporción de cobertura del sustrato y densidad de individuos se utilizaron análisis de varianza (ANOVA) cuando los datos cumplieron con los supuestos de distribución normal y homogeneidad de varianzas y para determinar entre cuales de los grupos establecidos existían diferencias se usó la prueba *a posteriori* de TUKEY. En el caso de que no se cumplieran con los supuestos de distribución normal y homogeneidad de varianzas se aplicó una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis y su prueba *a posteriori* de U Mann-Whitney para determinar entre que grupos existía diferencias (Freud y Simon, 1994)

Como los datos de porcentaje carecen de normalidad y para poder aplicar las pruebas estadísticas a los datos de cobertura del sustrato, los mismos fueron

transformados en base a la siguiente ecuación $\arccos \sqrt{\frac{\%}{100}}$, para que se acercaran a una distribución normal y estabilizar las varianzas, necesario para las pruebas estadísticas que fueron realizadas posteriormente (Bakus, 2007).

La eficiencia de muestreo fue determinada a través de la elaboración de curvas de acumulación de especies para cada unidad de muestreo (1 m², 0,25 m² y 0,063 m²) en cada una de las dos localidades utilizando el programa EstimateS v 9.1.0. Las curvas fueron elaboradas con el estimador Chao 2 a partir de matrices de abundancia y estiman la riqueza de especies con un intervalo de confianza de 95 % a medida que se incrementa el número de muestras.

Con el fin de visualizar patrones de distribución espacial de las distintas cuadratas de las transectas y localidades se utilizó el método de ordenación NMDS (Nonmetric Multidimensional Scaling) con matrices de similitud de Bray-Curtys en base a la abundancia de las especies en las cuadratas. Es una técnica de ordenación no paramétrica basada en distancias ordenadas que no asume linealidad de los datos y utiliza el centroide de los datos en las gráficas (Bakus, 2007). La dispersión total de los datos (stress) en el NMDS es expresado por valores que indican que tan buena es la ordenación presentada en el gráfico: stress < 0,05 indica una excelente representación sin posibilidad de una mala interpretación de los datos, stress < 0,1 corresponde a una buena ordenación, stress < 0,2 indica todavía una ordenación bastante buena, stress > 0,3 indica que la ordenación está cerca de ser aleatoria y estos gráficos deben ser interpretados con mucho cuidado (Clarke y Warwick, 1994). Como prueba *a posteriori* del NMDS se utilizó ANOSIM que es una prueba no paramétrica para determinar el grado de semejanza y diferencia entre la composición de especies de los grupos formados.

Todos estos análisis fueron hechos con el programa PAST v 3.0 (Hammer, 2015).

5 RESULTADOS

5.1 Geomorfología de las plataformas

Las dos plataformas estudiadas aunque similares en apariencia poseen algunas características geomorfológicas distintas. En Playa Paraíso la plataforma es de aproximadamente 100 m de largo por unos 10 m de ancho y es escalonada. La parte superior y más cercana a la costa es bastante horizontal con unos 4 m de ancho y un promedio $-4,2^{\circ} (\pm 3,3)$ de inclinación, seguido por un sector de aproximadamente 6 m con inclinación de $-13,8^{\circ} (\pm 4,5)$ en dirección al mar (Fig. 4, Anexo 1). En los 2 primeros metros del segundo sector existen zanjas perpendiculares a la costa, producto de la erosión mecánica de las olas, las cuales van desapareciendo a medida que se adentran en el mar (Fig. 5A).

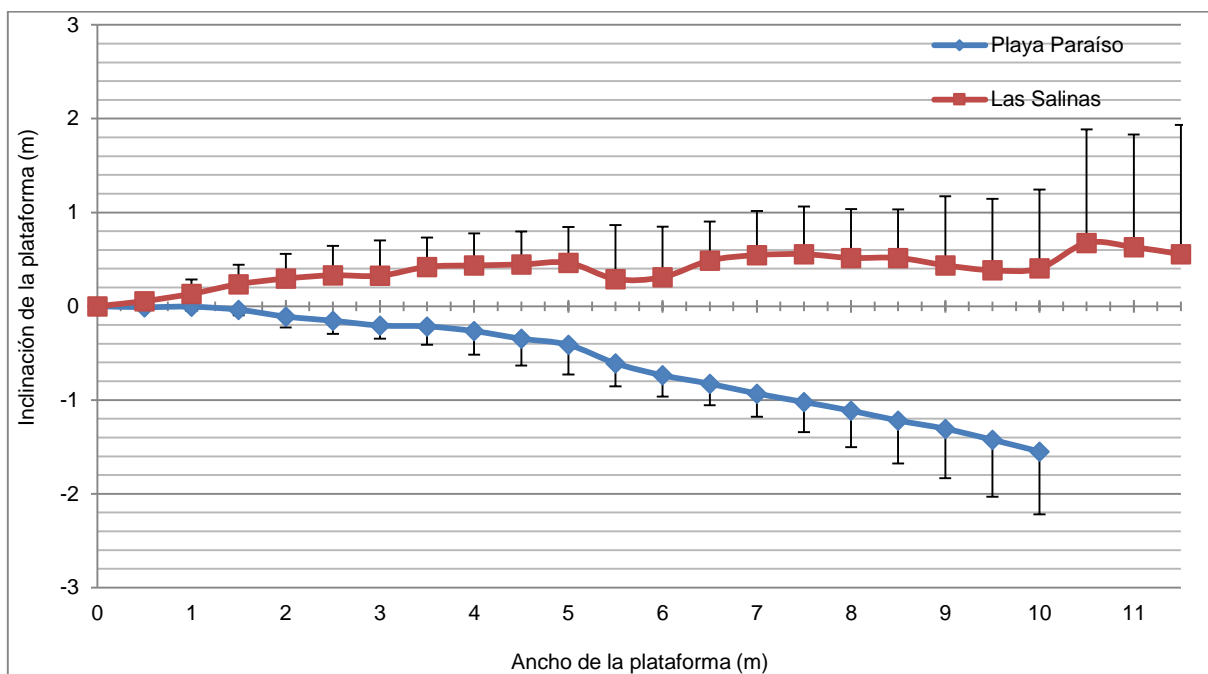


Figura 4. Perfil promedio de inclinación de las plataformas de Playa Paraíso y Las Salinas. Las barras indican la desviación estándar.

En Las Salinas, el sector de la plataforma estudiado tiene aproximadamente 50 m de largo por unos 12 m de ancho, y aunque a simple vista pareciera ser completamente horizontal, se registró una inclinación promedio de $3,2^{\circ} (\pm 11,8)$ en

dirección al mar (Fig. 4, Anexo 1) y no se diferenció una estructura de escalones en la misma, por lo cual es una plataforma muy homogénea topográficamente (Fig. 5B).



Figura 5. Plataformas evaluadas: **A)** Playa Paraíso y **B)** Las Salinas.

5.2 Parámetros ambientales

La salinidad promedio del agua registrada sobre cada una de las dos plataformas fue de $34,8 \pm 0,3$ ‰ en Playa Paraíso, mientras que en Las Salinas fue levemente superior $35,9 \pm 0,1$ ‰.

En cuanto a la temperatura del agua existen diferencias entre las dos localidades, siendo inferior en aproximadamente 1 °C en Playa Paraíso que en Las Salinas durante los tres meses de registro. La temperatura promedio en el mes del muestreo (mayo) en Playa Paraíso fue de $25,1 \pm 0,7$ °C y en Las Salinas levemente superior $26,3 \pm 0,8$ °C. Mediante una prueba t-Student se determinó que la temperatura del agua presentó diferencias significativas entre ambas localidades en mayo ($t = -4,75$; $p = 0,00004$), y también en abril ($t = -5,07$; $p = 0,000009$). Los valores del mes de junio no cumplieron con la normalidad en los datos pero si con la igualdad de varianza, por lo que se realizó la prueba no paramétrica U Mann-Whitney, la cual indico que también existen diferencias significativas entre las dos localidades ($z = -3,05$; $p = 0,002$) (Fig. 6).

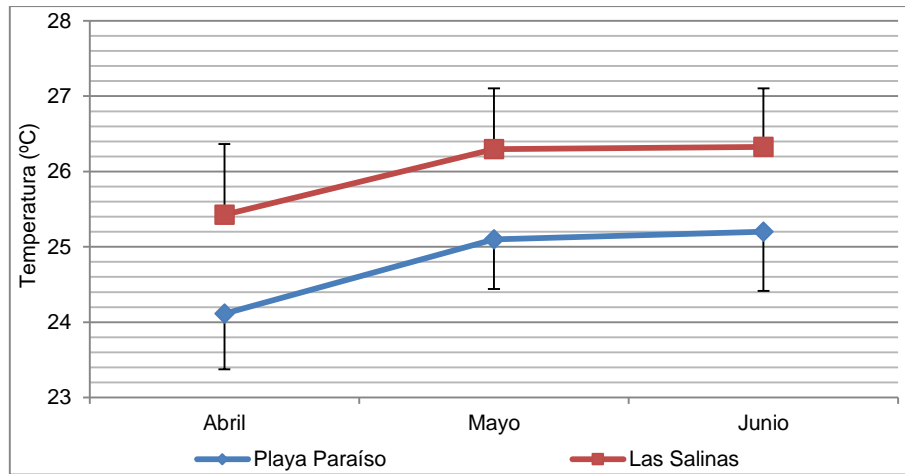


Figura 6. Temperatura superficial promedio del agua (\pm DE) durante abril, mayo y junio de 2013 para las proximidades de Playa Paraíso y Las Salinas. Los datos fueron tomados de la página <http://imars.marine.usf.edu/products/pass/avhrr/scar/week>.

El hidrodinamismo expresado como un índice de disolución de una barra de tiza (IDT) varió entre las dos localidades, siendo en promedio mayor en Playa Paraíso que en Las Salinas y encontrándose diferencias significativas (ANOVA de dos vías; $F=6,815$; $p=0,0112$) (Fig. 7).

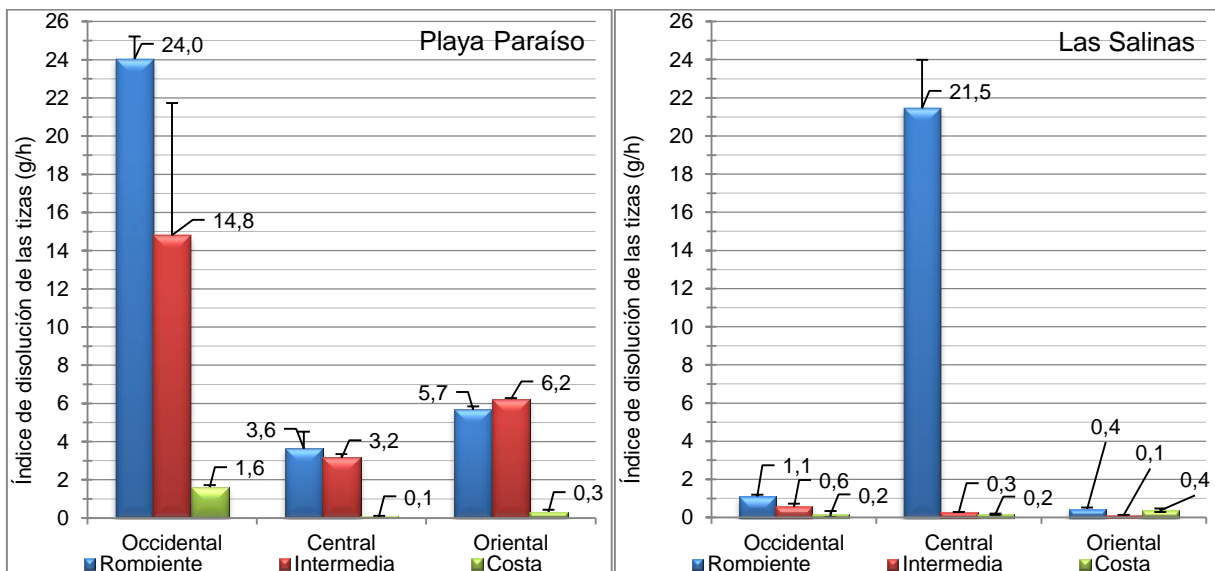


Figura 7. Índices de disolución de las barras de tiza en la plataforma de Playa Paraíso y Las Salinas, en tres sectores: occidental, central, oriental; y en tres zonas: rompiente, intermedia y costa.

En Playa Paraíso, la zona de rompiente fue la que presentó el mayor hidrodinamismo y se registraron los valores más altos en el sector occidental de la

plataforma ($24,0 \pm 1,17$ g/h). Por el contrario, el sector central en la zona costera fue donde se registró el menor hidrodinamismo, con valores de IDT tan bajos como $0,1 \pm 0,01$ g/h. En el sector oriental de la plataforma, se obtuvieron valores intermedios de hidrodinamismo, con $6,2 \pm 0,05$ g/h para la zona intermedia y $5,7 \pm 0,16$ g/h para la zona de rompiente (Fig. 7 y Anexo 2).

Al comparar el hidrodinamismo entre las diferentes zonas de la plataforma, se determinó que la rompiente y la intermedia son bastante similares entre si y no se encontraron diferencias significativas (U Mann-Whitney; $p= 0,665$), pero entre la rompiente y la costa, y entre la zona intermedia y la costa las diferencias fueron más marcadas, y estadísticamente significativas (U Mann-Whitney; $p= 3,7E-5$ y $p= 3,7E-5$ respectivamente) (Fig. 8A y Anexo 3). Entre los tres sectores, sin discriminar por zonas, también se encontraron diferencias, siendo que el occidental y el oriental son los de mayor turbulencia, y no hay diferencias significativas entre ellos (U Mann-Whitney; $p= 0,0690$), sin embargo al comparar el sector central con el occidental y el oriental si se encontraron diferencias significativas (U Mann-Whitney; $p= 0,023$ y $p= 0,026$ respectivamente) (Fig. 8B y Anexo 4).

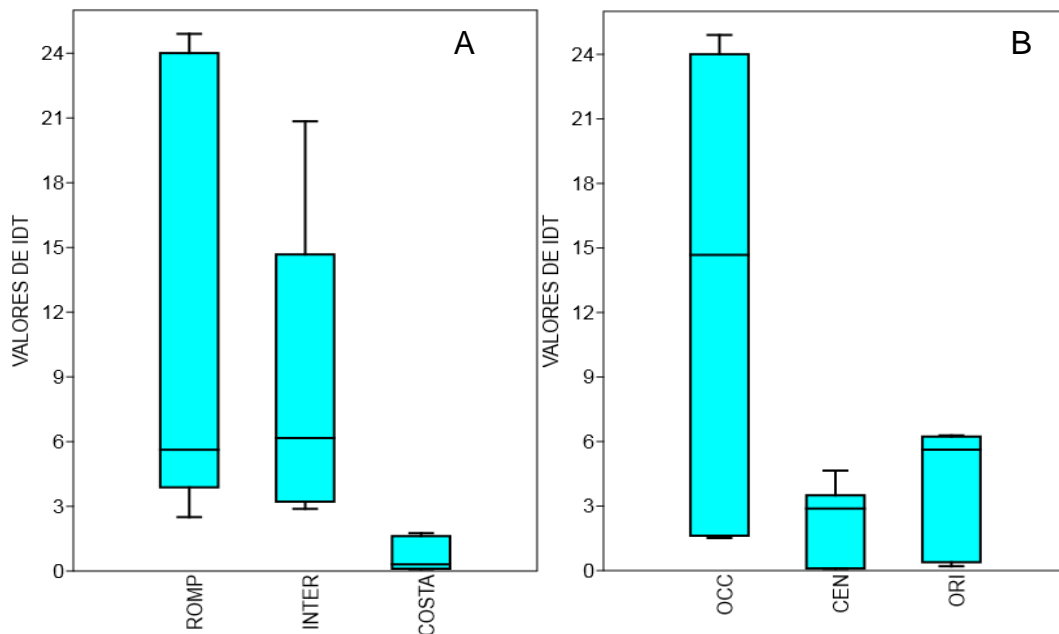


Figura 8. Representación gráfica de los valores máximos, mínimos y mediana de los índices de disolución de barras de tiza (IDT) de Playa Paraíso. A: zonas (rompiente= ROMP; intermedia= INTER; costa= COSTA), B: sectores (occidental= OCC; central= CEN; oriental= ORI).

En la plataforma de Las Salinas los valores son mucho más bajos que en Playa Paraíso, lo que indica un menor hidrodinamismo en la misma, por lo menos en el día de la evaluación. Solo en la zona de rompiente del sector central, se registró un valor de IDT extremadamente elevado ($21,5 \pm 2,54$ g/h) comparado con las demás zonas y sectores evaluados (Fig. 7 y Anexo 14). La zona de rompiente presentó un mayor hidrodinamismo que la intermedia y la zona de costa, encontrándose diferencias significativas entre las mismas (U Mann-Whitney; $p= 0,0006$ y $p= 0,0001$ respectivamente), sin embargo al comparar la intermedia con la de costa estas son muy similares y no presentaron diferencias significativas (U Mann-Whitney, $p= 0,4357$). Entre los sectores de la plataforma no se encontraron diferencias significativas entre los mismos (U Mann-Whitney; $p > 0,05$) (Fig. 9B, Anexo 3 y 4).

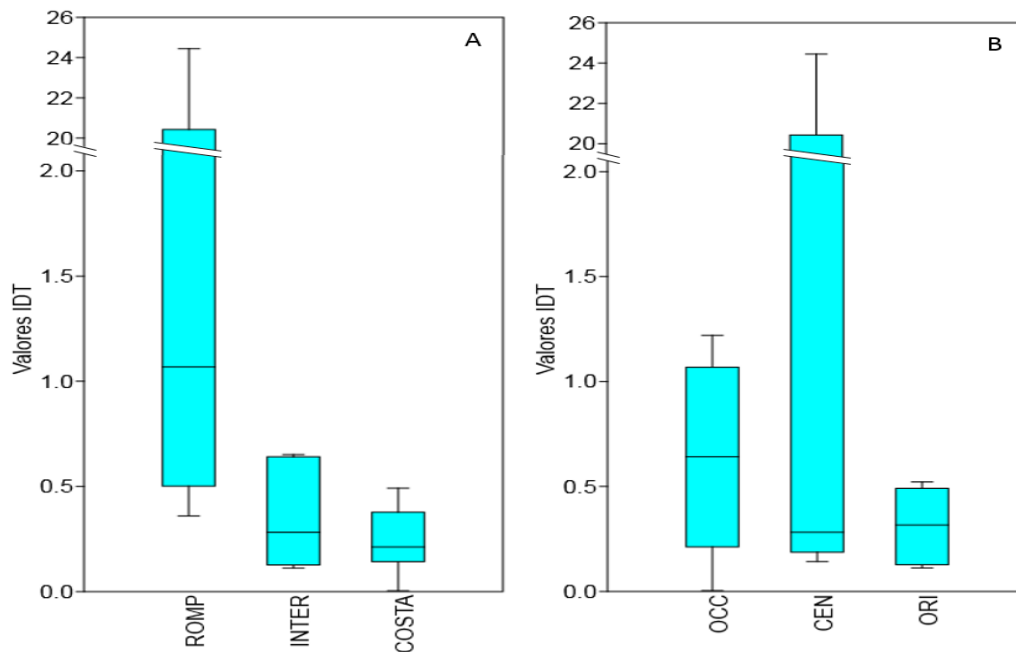


Figura 9. Representación gráfica de los valores máximos, mínimos y mediana de los índices de disolución de barras de tiza (IDT) de Las Salinas. A: zonas (rompiente= ROMP; intermedia= INTER; costa= COSTA), B: sectores (occidental= OCC; central= CEN; oriental= ORI).

5.3 Eficiencia del muestreo

Las curvas de acumulación de especies de moluscos para cada localidad y tamaño de unidad de muestreo, no alcanzaron una pendiente igual a cero, lo que

significa que existe la probabilidad de que aparezcan más especies si se incrementa el número de muestras. Los macromoluscos, aunque presentaron la menor riqueza de especies, fueron los que presentaron también la menor pendiente. En Playa Paraíso se registraron el 75,6 % del máximo de especies esperadas, mientras que en las Salinas apenas el 65,6 % del máximo esperado (Fig. 10).

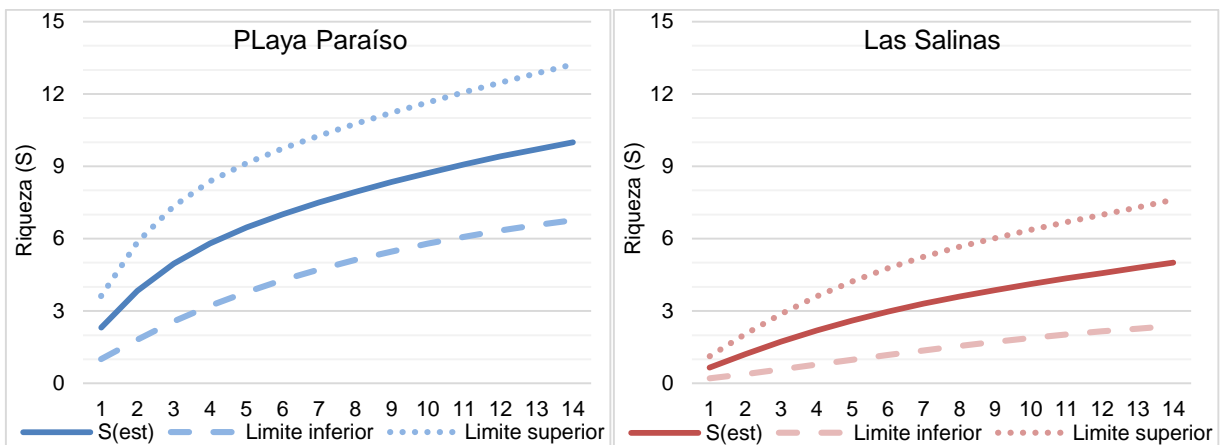


Figura 10. Curvas de acumulación de especies (S (est)) de los macromoluscos en Playa Paraíso y Las Salinas y sus límites inferior y superior con un intervalo de confianza del 95 %.

Los moluscos asociados a las algas fueron los que presentaron la mayor riqueza y la pendiente estuvo lejos de alcanzar la asíntota, indicando que se debería incrementar el muestreo para conocer la riqueza total de las localidades. En Playa Paraíso se registraron el 83,3 % del máximo de especies esperadas, mientras que en las Salinas se registraron el 84,3 % del máximo esperado (Fig. 11).

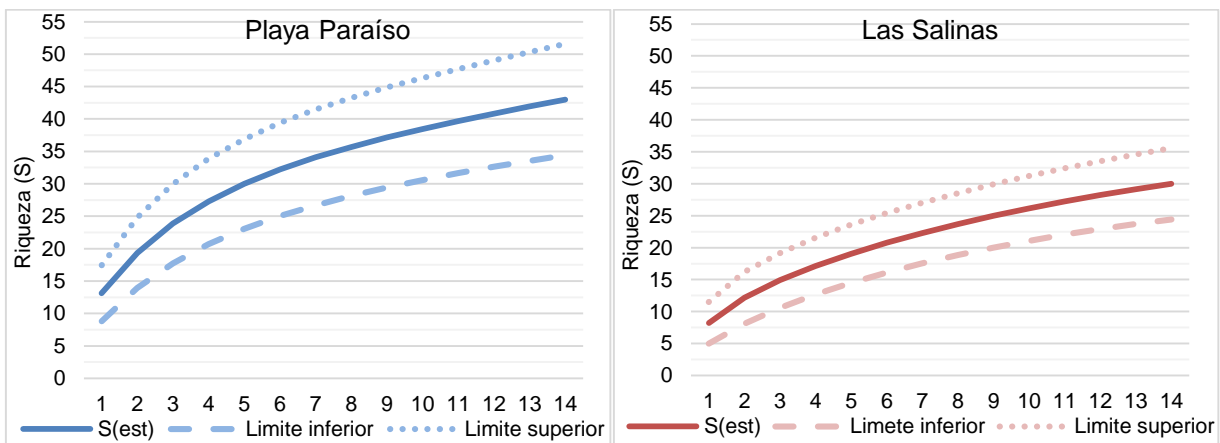


Figura 11. Curvas de acumulación de especies (S (est)) de los moluscos asociados a las algas en Playa Paraíso y Las Salinas y sus límites inferior y superior con un intervalo de confianza del 95 %.

En cuanto a los moluscos asociados al sustrato, estos mantuvieron la misma tendencia que los asociados a las algas y tampoco alcanzaron la asíntota, indicando también que se debería incrementar el esfuerzo muestral. En Playa Paraíso se registraron el 89,9 % del máximo de especies esperadas, mientras que en las Salinas se registraron el 81,5 % del máximo esperado (Fig. 12).

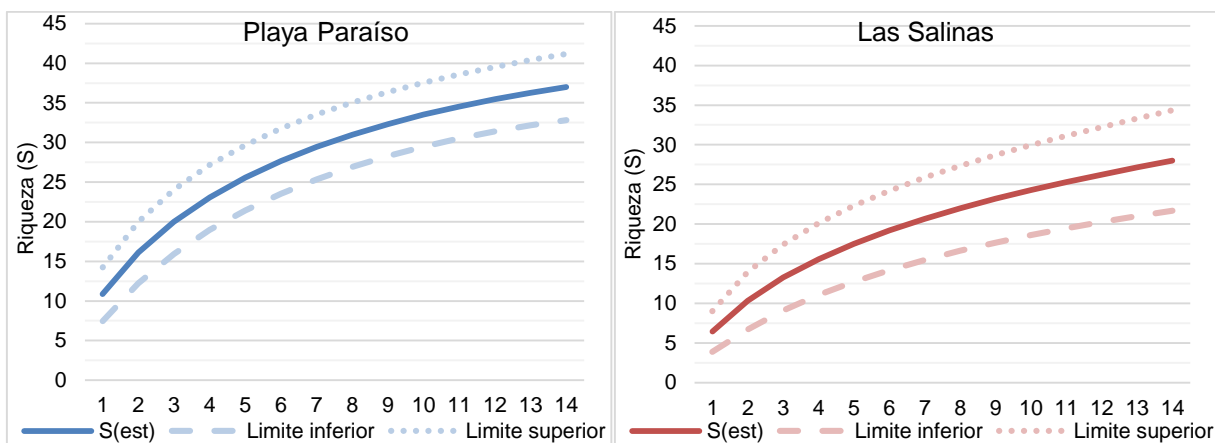


Figura 12. Curvas de acumulación de especies (S (est)) de los moluscos asociados al sustrato en Playa Paraíso y Las Salinas y sus límites inferior y superior con un intervalo de confianza del 95 %.

5.4 Riqueza

Se registró un total de 52 especies de moluscos entre macromoluscos, los asociados a las algas y los asociados al sustrato. De estos, 9 especies (17,3 %) son bivalvos pertenecientes a 5 familias, 38 gastrópodos (73,1 %) distribuidos en 19 familias y 5 especies de poliplacóforos (9,6 %) de 3 familias (Tabla 1).

Tabla 1. Especies de moluscos registradas en las dos transectas (T1 y T2) a lo largo de Playa Paraíso y Las Salinas, en los tres tamaños de cuadratas (1: 1 x 1 m; 2: 0,50 x 0,50 m; 3: 0,25 x 0,25 m; X: presencia; -: ausencia).

Taxa	Cuadrata	Playa Paraíso		Las Salinas	
		T1	T2	T1	T2
Bivalvia					
Carditidae					
<i>Carditamera gracilis</i>	1; 2; 3	X	X	-	-
Myidae					
<i>Sphenia fragilis</i>	2; 3	X	-	-	-
Mytilidae					
<i>Brachidontes exustus</i>	2; 3	X	X	X	X

<i>Musculus lateralis</i>	2; 3	X	-	-	X
<i>Lithophaga</i> sp	3	-	X	-	-
Pteriidae					
<i>Isognomon bicolor</i>	2	-	-	-	X
<i>Isognomon radiatus</i>	2; 3	X	-	X	-
<i>Isognomon</i> sp (joven)	2; 3	X	X	X	X
<i>Pinctada imbricata</i>	2; 3	X	X	-	-
Veneridae					
<i>Petricola</i> sp	2; 3	X	-	-	-
Gastropoda					
Amathinidae					
<i>Iselica globosa</i>	2	-	-	X	-
Buccinidae					
<i>Gemophos auritulus</i>	1	-	-	-	X
<i>Gemophos tinctus</i>	3	-	-	-	X
Caecidae					
Caecidae 1	2; 3	X	X	X	X
Caecidae 2	2; 3	X	X	X	X
Caecidae 3	2; 3	X	X	-	-
Cerithiidae					
<i>Cerithium lutosum</i>	2; 3	X	X	X	X
Columbellidae					
<i>Anachis catenata</i>	1; 2; 3	X	-	X	X
<i>Anachis cf catenata</i>	2; 3	-	-	X	X
<i>Mitrella ocellata</i>	2; 3	X	-	X	X
<i>Rhombinella laevigata</i>	1; 2; 3	X	X	X	X
Costellariidae					
<i>Vexillum puella</i>	2; 3	-	-	X	X
Eoacmaeidae					
<i>Eoacmaea pustulata</i>	1	X	X	-	-
Fissurellidae					
<i>Diodora cayenensis</i>	1; 2	X	X	X	-
<i>Diodora listeri</i>	3	-	-	X	X
<i>Fissurella barbadensis</i>	1; 2; 3	X	X	X	X
<i>Fissurella nimbosea</i>	1; 2; 3	X	-	X	X
<i>Fissurella rosea</i>	2	X	-	-	-
Haminoeidae					
<i>Haminoea</i> sp	2; 3	-	X	-	-
Litiopidae					
<i>Alaba incerta</i>	2; 3	-	X	-	X
Littorinidae					
<i>Echinolittorina interrupta</i>	2	-	X	-	-
<i>Echinolittorina meleagris</i>	2; 3	X	X	X	X
<i>Echinolittorina ziczac</i>	2	-	X	-	-
Lottiidae					
<i>Lottia antillarum</i>	1; 2; 3	X	X	X	-
<i>Lottia leucopleura</i>	1; 2; 3	X	X	-	X

<i>Lottia</i> sp (joven)	2; 3	X	-	-	-
Muricidae					
<i>Plicopurpura patula</i>	1; 2	X	X	X	-
<i>Stramonita haemastoma</i>	2; 3	X	X	X	X
<i>Stramonita rustica</i>	1; 2; 3	X	X	X	X
<i>Morula nodulosa</i>	2	-	-	X	-
Phasianellidae					
<i>Eulithidium affine</i>	2; 3	X	X	X	X
<i>Eulithidium tessellatum</i>	2; 3	X	X	X	X
Planaxidae					
<i>Fossarus orbigny</i>	2	-	-	-	X
Pyramidellidae					
<i>Miralda abbotti</i>	3	X	X	-	-
<i>Odostomia</i> sp1	2; 3	X	X	X	X
<i>Odostomia</i> sp2	3	-	X	X	-
Rissoidae					
<i>Alvania</i> sp	3	X	-	-	-
Rissoinidae					
<i>Schwartziella</i> sp	2	-	X	-	X
Tegulidae					
<i>Tegula lividomaculata</i>	3	-	-	-	X
Gastropoda (joven)	2; 3	X	X	-	X
Lapa (joven)	2; 3	X	X	X	X
Polyplacophora					
Acanthochitonidae					
<i>Acanthochitona balesae</i>	2	X	X	-	-
<i>Acanthochitona</i> sp1	2; 3	X	-	-	-
<i>Acanthochitona</i> sp2	2; 3	X	X	-	-
<i>Acanthochitona</i> sp (joven)	2; 3	X	-	-	-
Callistoplacidae					
<i>Ceratozona squalida</i>	2; 3	X	X	X	-
Ischnochitonidae					
<i>Stenoplax</i> sp	2	X	-	-	-
Poliplacóforo 1 (joven)	2; 3	X	-	X	-
Poliplacóforo 2 (joven)	2; 3	-	X	X	-
TOTAL		41	35	30	30

Cuando se comparan las dos localidades, Playa Paraíso presentó una mayor riqueza con 42 especies (8 bivalvos, 29 gastrópodos, 5 poliplacóforos), mientras que en Las Salinas se registró 35 especies en total (4 bivalvos, 30 gastrópodos y 1 poliplacóforo) (Tabla 1 y Fig. 13).

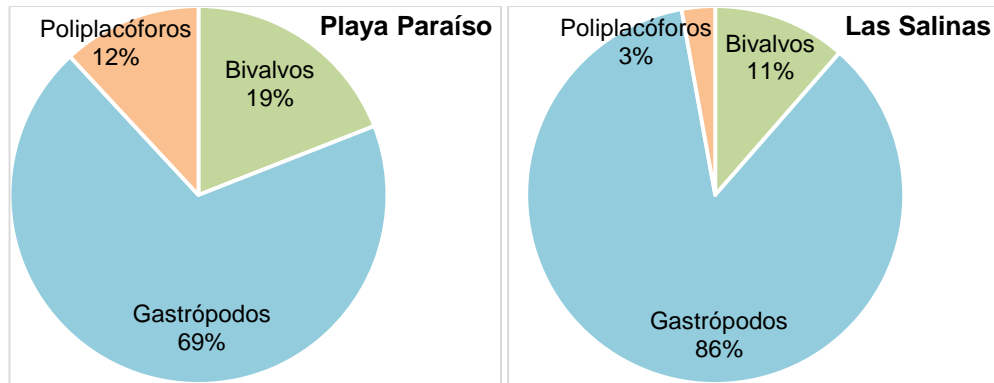


Figura 13. Proporción de especies de bivalvos, gastrópodos y poliplacóforos en Playa Paraíso y Las Salinas.

Al comparar la riqueza total de moluscos de las tres clases entre la transecta más expuesta al oleaje (T1) y la más costera (T2) también se observaron diferencias. En Playa Paraíso, los bivalvos y los poliplacóforos tienen una mayor riqueza en T1 que en T2 pero con los gastrópodos ocurre lo contrario. En Las Salinas, los poliplacóforos fueron registrados solamente en la T1, mientras que los bivalvos y gastrópodos presentaron una riqueza superior en T2 (Fig. 14).

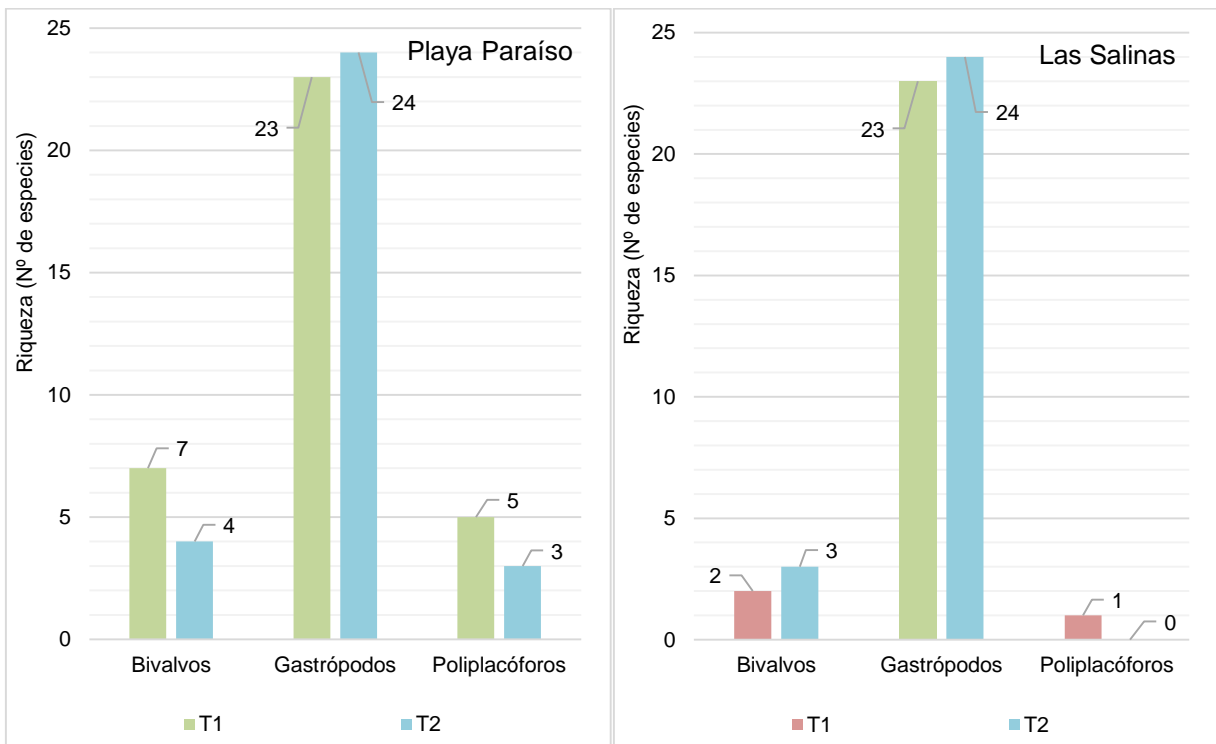


Figura 14. Riqueza total de especies de bivalvos, gastrópodos y poliplacóforos en T1 (transecta más expuesta al oleaje) y T2 (transecta menos expuesta al oleaje) de ambas localidades.

5.4.1 Macromoluscos

Entre las dos plataformas se recolectaron un total de 12 especies de macromoluscos (≥ 10 mm), un bivalvo, *Carditamera gracilis* y 11 especies de gastrópodos. De estas, 10 especies fueron registradas en Playa Paraíso (1 bivalvo y 9 gastrópodos) y 5 en las Salinas (todos gastrópodos). Solamente tres especies ocurrieron simultáneamente en ambas localidades: *Fissurella nimbosa*, *Nitidella laevigata* y *Plicopurpura patula*, siete fueron exclusivas de Playa Paraíso mientras que en Las Salinas solamente dos fueron las exclusivas (Tabla 1, Fig. 15 y Anexo 5).

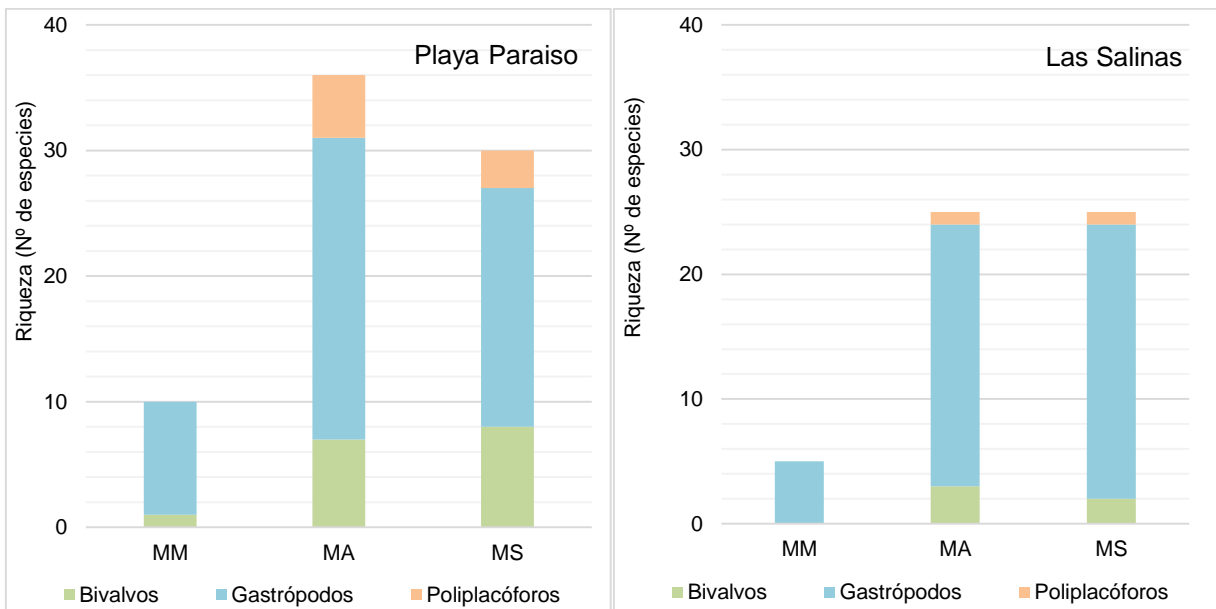


Figura 15. Riqueza de bivalvos, gastrópodos y poliplacóforos discriminados entre macromoluscos (MM), moluscos asociados a las algas (MA) y al sustrato (MS) en Playa Paraíso y Las Salinas.

Al comparar la riqueza entre las transectas de cada localidad, se observa un patrón inverso en ambas. En Playa Paraíso se encontró que 9 de las 10 especies estaban en la T1 (*C. gracilis*, seis especies de lapas, *R. laevigata* y *A. catenata*), mientras que en T2 solo se encontraron 5. En Las Salinas T2 fue la más diversa con 4 especies mientras que en T1 solo se registraron 3 especies. De las 4 especies ubicadas en T2, dos de ellas estaban solo en ésta transecta (*S. rustica* y *G. auritus*) y de las 3 especies de T1, *P. patula* estaba únicamente en esta (Tabla 2 y Anexo 5).

Tabla 2. Número de especies de macromoluscos exclusivas en T1 y T2, las comunes entre ambas transectas y el total por localidad y estudio.

	Exclusivas T1	Comunes	Exclusivas T2	Total (localidad)	Total (estudio)
Playa Paraíso	5	4	1	10	12
Las Salinas	1	2	2	5	

5.4.2 Moluscos asociados a las algas

Entre las dos plataformas se recolectaron un total de 43 especies asociadas a las algas, 8 pertenecen a los bivalvos, 30 a gastrópodos y 5 a poliplacóforos. La mayoría de estas especies son micromoluscos (adultos con tallas < 2-3 mm) o jóvenes de macromoluscos. De estas, 36 especies se encontraron en Playa Paraíso y 25 en Las Salinas. Solo 18 especies ocurrieron simultáneamente en ambas localidades, 18 fueron exclusivas de Playa Paraíso mientras que en Las Salinas las especies exclusivas fueron solamente 7 (Fig. 15 y Anexo 6).

En Playa Paraíso, de las 36 especies encontradas, 24 (66,7 %) son gastrópodos, 7 (19,4 %) bivalvos y 5 (13,9 %) poliplacóforos (Fig.15). Igual que en el grupo anterior hubo diferencias entre las dos transectas, en T1 se registró la riqueza más alta (29 especies), con 11 especies exclusivas, 18 especies comunes a ambas transectas, y en T2 fueron 7 especies las exclusivas (Tabla 3).

Tabla 3. Número de especies de moluscos asociados a las algas exclusivas en T1 y T2, las comunes entre ambas transectas y el total por localidad y estudio.

	Exclusivas T1	Comunes	Exclusivas T2	Total (localidad)	Total (estudio)
Playa Paraíso	11	18	7	36	43
Las Salinas	7	12	6	25	

En Las Salinas, igual que con los macromoluscos, se registró una menor riqueza, 21 especies (84,0 %) de gastrópodos, 3 especies (12,0 %) de bivalvos y 1 especie (4,0 %) de poliplacóforos (Fig. 15). De estas, 7 especies solamente fueron encontradas en T1 y 6 en T2, además de 12 especies comunes a ambas transectas (Tabla 3).

5.4.3 Moluscos asociados al sustrato

Los moluscos asociados al sustrato totalizaron 38 especies, distribuidas en 8 bivalvos (21,1 %), 27 gastrópodos (71,0 %) y 3 poliplacóforos (7,9 %). En Playa Paraíso la riqueza fue mayor, igual que en los grupos anteriores, ocurrieron 30 especies mientras que en Las Salinas 25. De las cuales 17 especies ocurrieron simultáneamente en ambas localidades, 13 fueron exclusivas de Playa Paraíso y 8 de Las Salinas (Fig. 15 y Anexo 7).

En Playa Paraíso, 19 especies (63,3 %) pertenecen a los gastrópodos, 8 son bivalvos (26,7 %) y 3 poliplacóforos (10,0 %) (Fig. 11). En T1 se registró la riqueza más alta (25 especies), de las cuales 12 especies son exclusivas a T1 y 13 especies comunes a ambas transectas. En T2 se reportaron solo 5 especies exclusivas (Tabla 4).

Tabla 4. Número de especies de moluscos asociados al sustrato exclusivas en T1 y T2, las comunes entre ambas transectas y el total por localidad y estudio.

	Exclusivas T1	Comunes	Exclusivas T2	Total (localidad)	Total (estudio)
Playa Paraíso	12	13	5	30	43
Las Salinas	9	11	5	25	

En Las Salinas, se registró una menor riqueza, con un total de 25 especies, de las cuales 22 son gastrópodos (88,0 %), 2 bivalvos (8,0 %) y 1 poliplacóforo (4,0 %) (Fig. 15). En T1 la riqueza fue más alta que en T2 (20 especies), con 9 especies exclusivas a T1 y 5 a T2, además de 11 especies comunes a ambas transectas (Tabla 4).

5.5 Abundancia

5.5.1 Cobertura de los sustratos

El sustrato rocoso de ambas plataformas presentó una alta cobertura de algas en el periodo de muestreo. En Playa Paraíso se registró una cobertura promedio de algas de $83,1 \pm 13,8$ %, roca $5,0 \pm 3,3$ % y arena $11,9 \pm 15,2$ %. En Las Salinas fue

mayor la cobertura de algas $92,4 \pm 9,2$ % y la de roca $7,5 \pm 9,2$ %, mientras que la de arena $0,1 \pm 0,5$ % fue menor (Fig. 16).

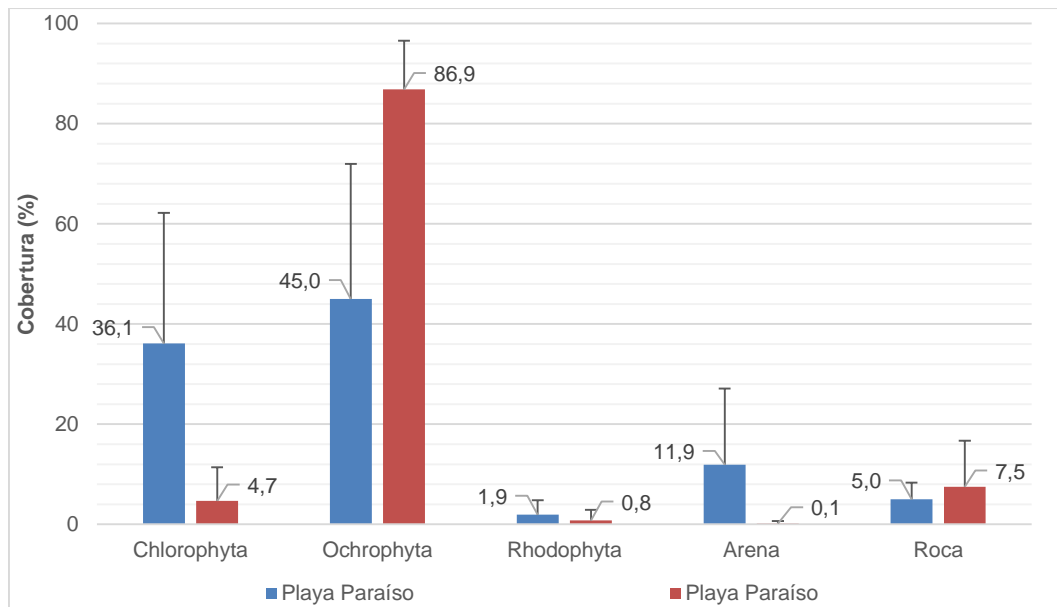


Figura 16. Porcentaje promedio de cobertura de Chlorophyta, Ochrophyta, Rhodophyta, arena y roca en las plataformas de Playa Paraíso y Las Salinas. Las barras indican desviación estándar.

La cobertura total considerando algas, arena y roca de las dos localidades presentaron algunas diferencias, sin embargo estas no fueron estadísticamente significativas (ANOVA de dos vías; $F = 0,2484$; $p = 0,6197$). En Playa Paraíso se encontraron diferencias significativas entre la cobertura de algas y la de roca (U Mann-Whitney; $p = 7,11E-6$) y entre algas y arena (U Mann-Whitney; $p = 6,27E-6$), sin embargo la cobertura de roca y arena no presentaron diferencias significativas. Por el contrario, en Las Salinas entre los 3 tipos de sustrato se encontraron diferencias significativas: entre algas y la roca (U Mann-Whitney; $p = 6,89E-6$), entre las algas y la arena (U Mann-Whitney; $p = 2,24E-6$) e incluso entre la roca y la arena (U Mann-Whitney; $p = 3,45E-6$) (Fig. 17 y Anexo 8).

En ambas localidades las Ochrophyta (algas pardas) fueron las dominantes con una cobertura promedio en Playa Paraíso de $45,0 \pm 9,7$ % y en Las Salinas $86,9 \pm 27,1$ % (Fig. 16). Por el contrario las Chlorophyta (algas verdes) presentaron una

mayor cobertura en Playa Paraíso $36,1 \pm 6,7$ % y valores más bajos en Las Salinas $4,7 \pm 26,1$ % (Fig.16).

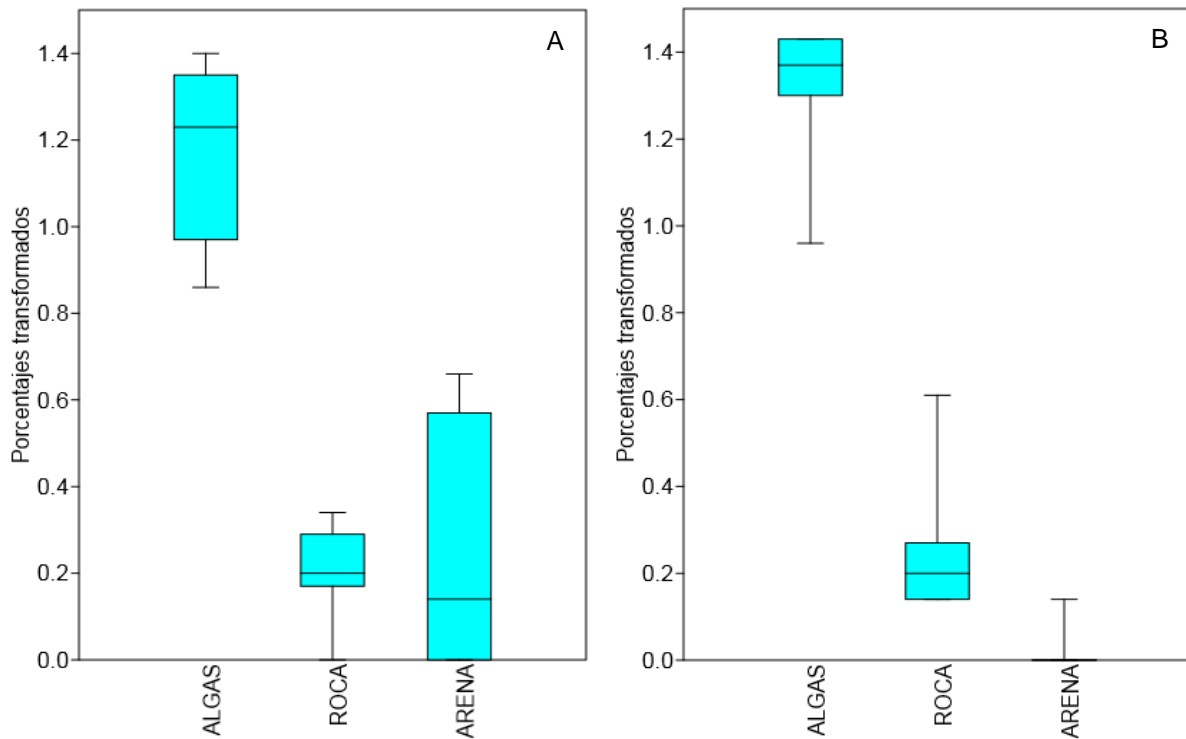


Figura 17. Comparación entre la cobertura de algas, roca y arena en Playa Paraíso (A) y Las Salinas (B). Los valores de porcentaje fueron transformados con el arcoseno de la raíz cuadrada.

En Playa Paraíso, la proporción de algas verdes y pardas es muy similar y no se encontraron diferencias significativas (U Mann-Whitney; $p= 0,6129$), mientras que la cobertura de las algas rojas fue muy baja y hubo diferencias significativas con las verdes (U Mann-Whitney; $p= 9,95E-6$) y con las pardas (U Mann-Whitney; $p= 5,77E-6$). En Las Salinas las diferencias entre la cobertura de los tres grupos de algas fue más marcada y se encontraron diferencias significativas entre todas ellas, entre las algas verdes y pardas (U Mann-Whitney; $p= 7,07E-6$) y entre las algas pardas y rojas (U Mann-Whitney; $p= 4,48E-6$) las diferencias están bien marcadas, sin embargo las diferencias entre las algas verdes y las rojas son menores pero significativas (U Mann-Whitney; $p= 0,0033$) (Fig. 18 y Anexo 9).

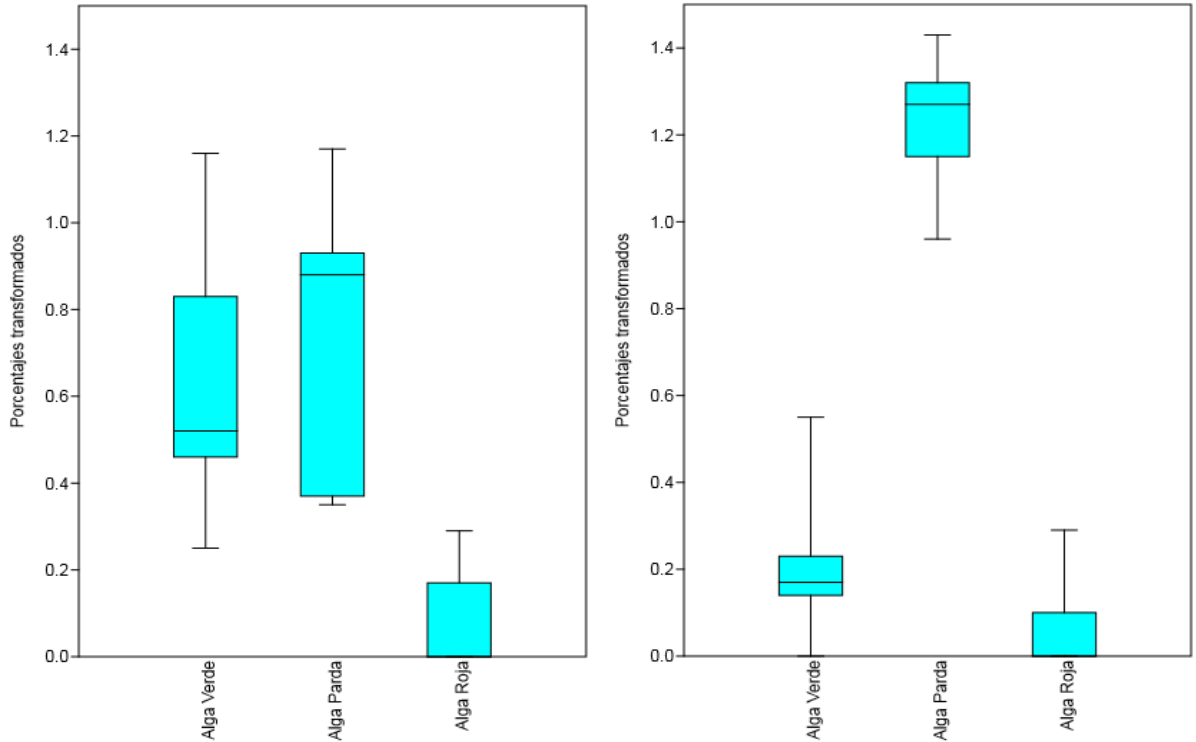


Figura 18. Comparación entre la cobertura de los tres grupos de algas: Chlorophyta (algas verdes), Ochrophyta (algas pardas) y Rhodophyta (algas rojas) en Playa Paraíso (A) y Las Salinas (B). Los valores de porcentaje fueron transformados con el arcoseno de la raíz cuadrada.

5.5.2 Número de individuos

Se contabilizó un total de 23.884 moluscos. En Playa Paraíso se registró el 95,4 % de los individuos (41,8 % bivalvos, 58,0 % gastrópodos y 0,2 % poliplacóforo), mientras que en Las Salinas se encontraron apenas el 4,6 % (13,0 % bivalvos, 84,8 % gastrópodos y 2,2 % poliplacóforo).

Entre las 5 especies más abundantes de todo el muestreo dentro de cada unidad de tamaño muestral, *F. nimbosea* y *R. laevigata* fueron las más abundantes de los macromoluscos, y *E. meleagris* y *B. exustus* de los moluscos asociados a las algas y al sustrato. Es importante resaltar que *R. laevigata* está dentro de las 5 especies más abundantes en los tres tamaños muestrales (Tabla 5).

Tabla 5. Número de individuos de las 5 especies más abundantes de todo el muestreo dentro de cada unidad de tamaño muestral (MM: macromoluscos; MA: moluscos asociados a las algas y MS: moluscos asociados al sustrato)

Especies	Número de individuos		
	MM	MA	MS
<i>Fissurella nimbosa</i>	48	-	-
<i>Rhombinella laevigata</i>	21	465	102
<i>Fissurella barbadensis</i>	12	-	-
<i>Diodora cayenensis</i>	9	-	-
<i>Lottia leucopleura</i>	3	-	-
<i>Echinolittorina meleagris</i>	-	6497	6200
<i>Brachidontes exustus</i>	-	5618	2999
<i>Isognomon</i> sp (joven)	-	281	88
<i>Carditamera gracilis</i>	-	268	351

5.5.3 Densidad

La densidad promedio de macromoluscos en Playa Paraíso fue de $6,2 \pm 5,5$ ind/m², mientras que en Las Salinas fue de $1,1 \pm 1,7$ ind/m², encontrándose diferencias significativas entre ambas localidades (Kruskal-Wallis; $p= 0,0001$). En Playa Paraíso se registraron densidades muy diferentes entre las transectas: T1 ($10,7 \pm 3,2$ ind/m²) y T2 ($1,7 \pm 3,0$ ind/m²) siendo 6,3 veces mayor T1 que T2 y encontrándose diferencias significativas entre ambas (U Mann-Whitney; $p= 1,6E-5$). En Las Salinas la densidad promedio fue muy similar entre las transectas y no existen diferencias estadísticamente significativas (U Mann-Whitney; $p= 0,7327$): en T1 ($1,1 \pm 1,7$ ind/m²) y en T2 ($1,0 \pm 1,9$ ind/m²) (Fig. 23, Anexo 10). Al comparar las transectas entre localidades, la T1 de Playa Paraíso fue diferente a todas las demás con una alta densidad de moluscos, mientras que la T2 no presentó diferencias significativas con respecto a las dos transectas de Las Salinas (Fig. 19, Anexo 10).

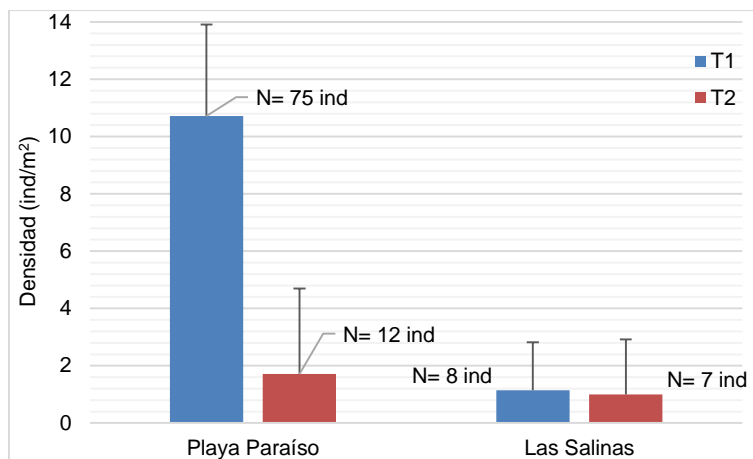


Figura 19. Densidad de macromoluscos (ind/m²) en Playa Paraíso y Las Salinas en T1 (más expuesta) y T2 (más cerca de la costa). Las barras representan desviación estándar. N el número total de individuos.

La densidad de moluscos asociados a las algas mantuvo el mismo patrón que los macromoluscos, pero con una abundancia superior. En Playa Paraíso la densidad promedio fue de $923,9 \pm 721,1$ ind/0,25m²), mientras que Las Salinas fue menor, apenas $58,4 \pm 54,4$ ind/m² (Fig. 20).

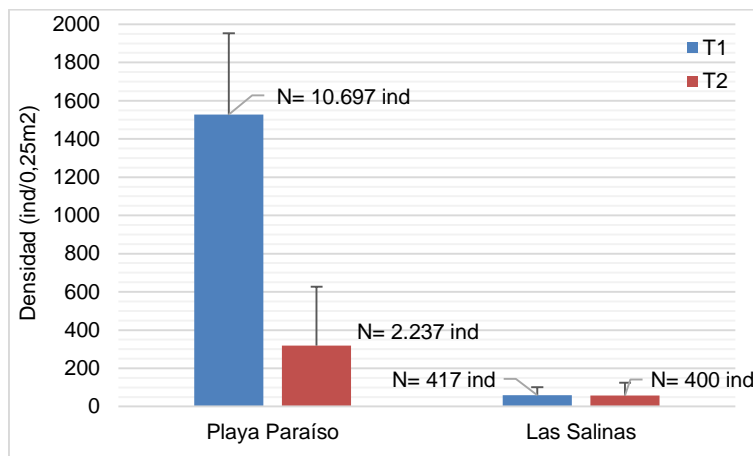


Figura 20. Densidad de moluscos asociados a las algas (ind/0,25m²) en Playa Paraíso y Las Salinas en T1 (más expuesta) y T2 (más cerca de la costa). Las barras representan desviación estándar. N el número total de individuos.

Al comparar las transectas de Playa Paraíso se registraron densidades muy diferentes entre T1 ($1.528,1 \pm 423,9$ ind/0,25m²) y T2 ($319,6 \pm 307,9$ ind/0,25m²) siendo 4,8 veces mayor en T1 que en T2 y encontrándose diferencias significativas (U Mann-Whitney, $p= 4,9E-9$). En Las Salinas la densidad promedio en T1 ($59,6 \pm 46,2$

ind/0,25m²) y en T2 (57,1 ± 68,0 ind/0,25m²) apenas fue 1,04 veces mayor T1 que en T2 y no hay diferencias estadísticamente significativas (U Mann-Whitney, p= 0,5844) (Fig. 18, Anexo 10). Al comparar las transectas entre localidades, la T1 de Playa Paraíso también fue muy diferente a todas las demás, mientras que la T2 no presentó diferencias significativas con respecto a las transectas de Las Salinas (Anexo 10).

Los moluscos asociados al sustrato, mantuvieron el mismo patrón observado en los grupos anteriores, una mayor densidad en Playa Paraíso y en la transecta más expuesta al oleaje (T1). La densidad promedio en Playa Paraíso fue de 697,1 ± 496,4 ind/0,063m², mucho mayor que en Las Salinas (19,4 ± 20,4 ind/0,063m²) y con diferencias significativas entre ambas localidades (Kruskal-Wallis, p= 1,4E-6). En Playa Paraíso se registraron también densidades diferentes entre T1 (938,00 ± 602,41 ind/0,063m²) y T2 (456,14 ± 188,47 ind/0,063m²) siendo 2,1 veces mayor en T1 que T2 y encontrándose diferencias significativas (U Mann-Whitney, p= 1,4E-4). En Las Salinas la densidad promedio en T1 (24,7 ± 26,3 ind/0,063m²) fue 1,7 veces mayor que en T2 (14,1 ± 12,1 ind/0,063m²) y no presentaron diferencias estadísticamente significativas (U Mann-Whitney, p= 0,1103) (Fig. 21, Anexo 10). Si comparamos las transectas entre localidades, la T1 de Playa Paraíso fue muy diferente a todas las demás, mientras que la T2 fue diferente con respecto a la T1 de Las Salinas pero no presentó diferencias significativas con respecto a la T2 de esa localidad (Anexo 10).

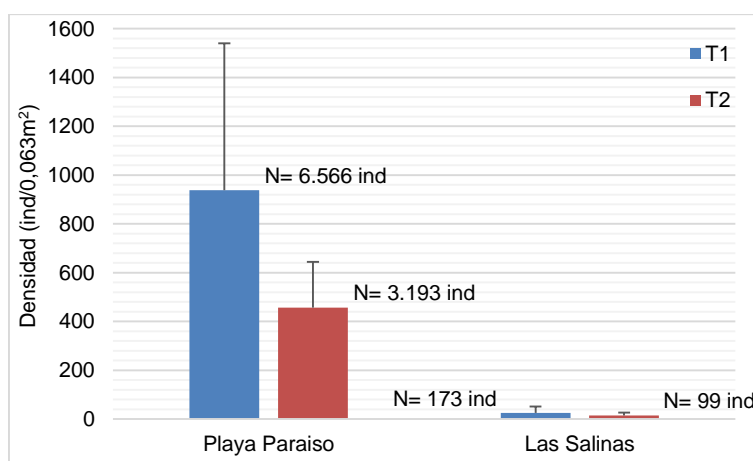


Figura 21. Densidad de moluscos asociados al sustrato (ind/0,063m²) en Playa Paraíso y Las Salinas en T1 (más expuesta) y T2 (más cerca de la costa). Las barras representan desviación estándar. N el número total de individuos.

5.5.4 Frecuencia de aparición

Las especies de macromoluscos más frecuentes en Playa Paraíso fueron *F. nimbosa* (100 %), *F. barbadensis* (85,7 %) y *D. cayenensis* (71,4 %), todas presentes en T1 mientras que en T2 las frecuencias de aparición fueron más bajas, inferiores al 15 %. En Las Salinas las especies más frecuentes fueron igualmente *F. nimbosa* y *R. laevigata* (28,6 %), ambas en T1 y al igual que en Playa Paraíso, las frecuencias fueron menores en T2, también inferiores al 15 % (Fig. 22).

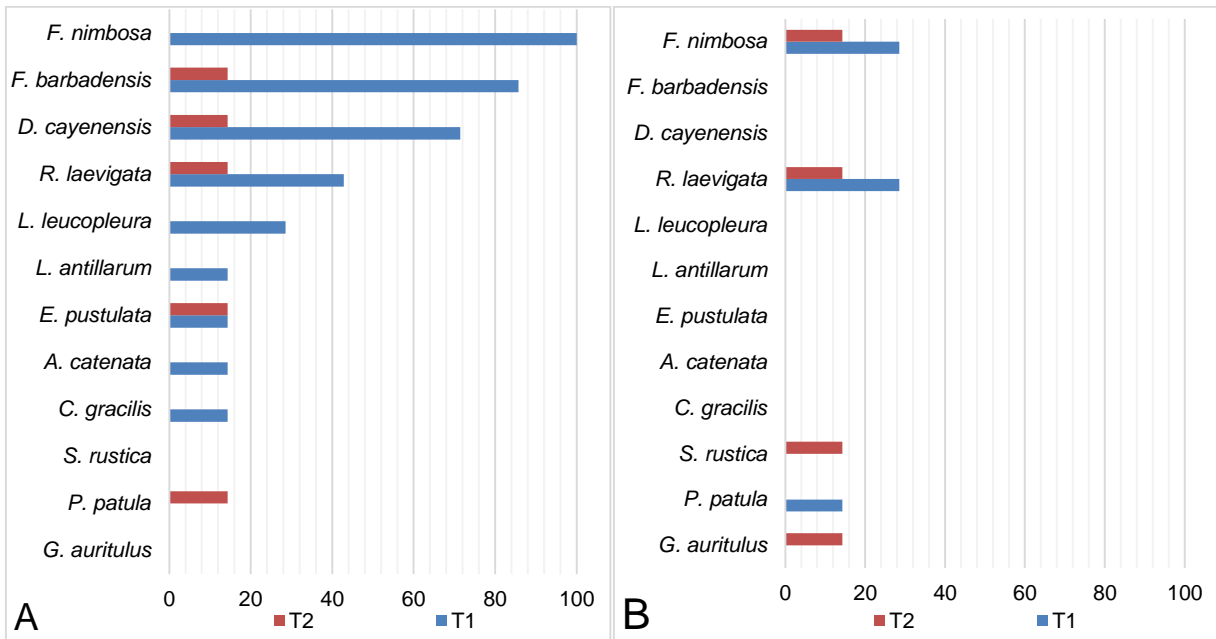


Figura 22. Frecuencia de aparición (%) de macromoluscos en T1 y T2 de Playa Paraíso (A) y Las Salinas (B).

Los moluscos asociados a las algas poseen una frecuencia de aparición muy parecida entre ambas transectas en las dos localidades. De las especies con frecuencias de 100 % en alguna transecta, solo en Playa Paraíso hay 7 especies, de las cuales *E. meleagris* y *B. exustus* fueron las únicas con 100 % de frecuencia de aparición en ambas transectas. En Las Salinas, las especies más frecuentes en la T1 fueron *E. meleagris*, *R. laevigata*, lapa (joven) y *E. affine*, todas con 85,8 % y en T2 las más frecuentes alcanzan el 71,4 % y son *E. tessellatum*, *E. meleagris* y *R. laevigata*, las últimas dos son las especies de mayor frecuencia y comunes a ambas transectas (Fig. 23).

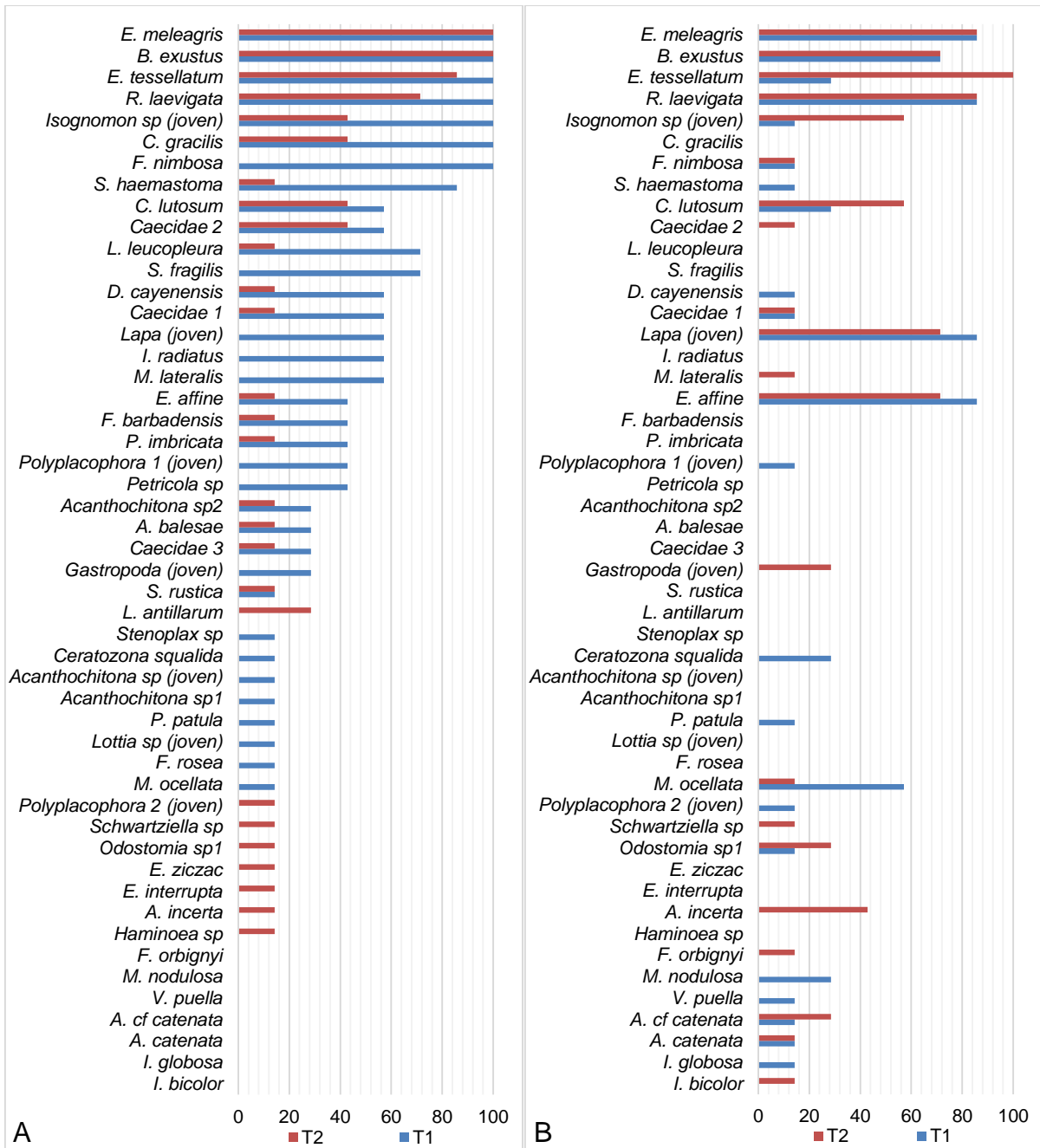


Figura 23. Frecuencia de aparición (%) de moluscos asociados a las algas en T1 y T2 de Playa Paraíso (A) y Las Salinas (B).

Dentro de los moluscos asociados al sustrato hay menos especies con frecuencias de aparición del 100 % en comparación con los otros grupos de moluscos. En Playa Paraíso las más frecuentes fueron *E. meleagris*, *Isognomon sp (juven)*, *B. exustus* y *C. gracialis*, de las cuales *E. meleagris* y *B. exustus* son las únicas con

frecuencia de 100 % en ambas transectas. Además, estas mismas especies también están entre las más frecuentes de Las Salinas. En esta localidad, las especies más frecuentes en la T1 fueron *R. laevigata* (100 %), lapa (joven) (71,4 %) y *E. meleagris*, *B. exustus* y *M. ocellata* (57,1 %) y en T2 las más frecuentes fueron *E. meleagris* (58,7 %), *B. exustus* (71,4 %), *E. tessellatum* y *R. laevigata* (57,1 %) (Fig. 24).

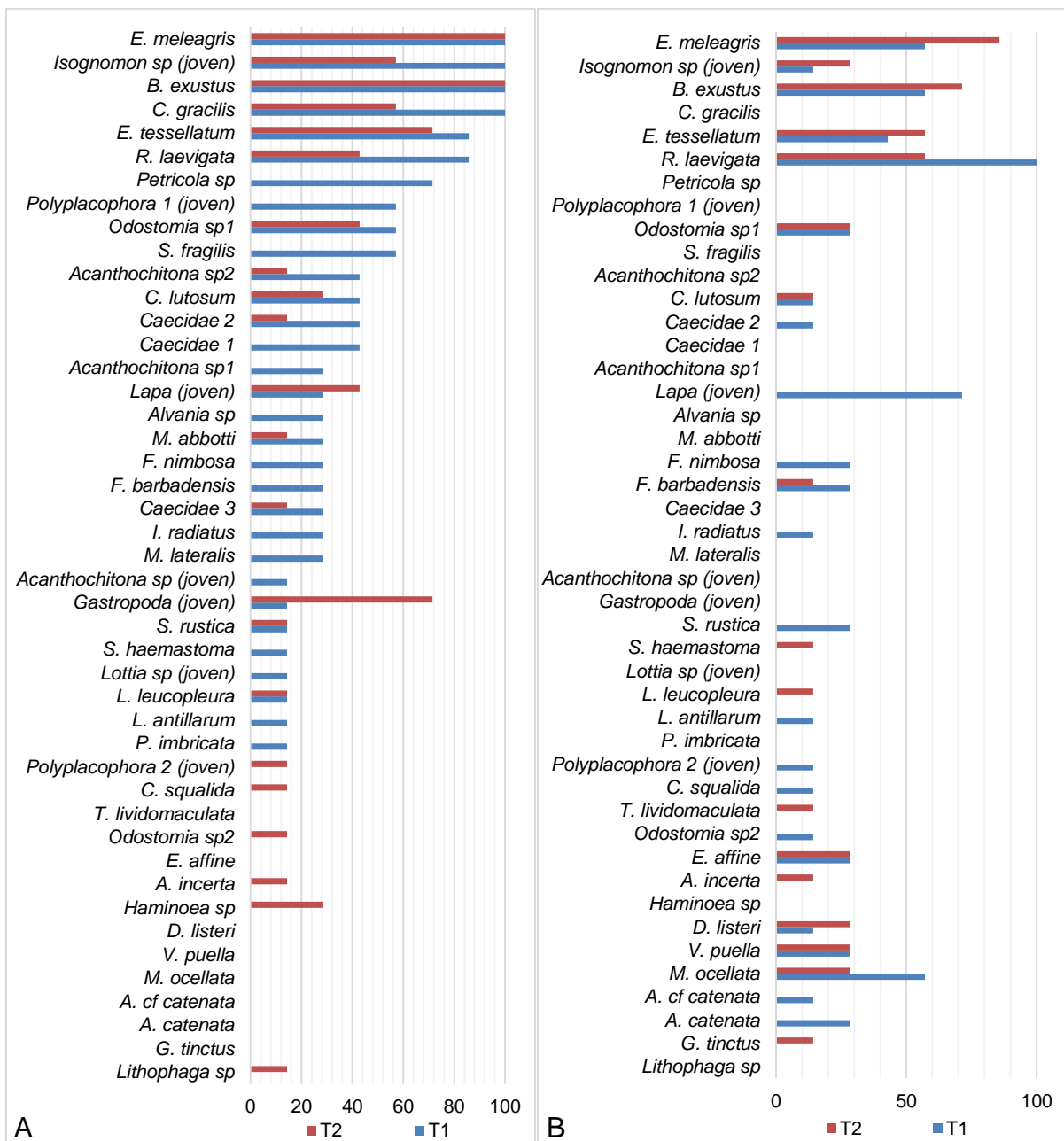


Figura 24. Frecuencia de aparición (%) de moluscos asociados al sustrato en T1 y T2 de Playa Paraíso (A) y Las Salinas (B).

5.6 Índices de diversidad

Al comparar la diversidad de moluscos entre localidades, expresada por el índice de Shannon-Wiener, se observa que Playa Paraíso ($H' = 1,53$) fue más diversa que Las Salinas ($H' = 1,17$) en cuanto los macromoluscos. En relación a los moluscos asociados a las algas ocurrió lo contrario, Las Salinas ($H' = 2,02$) presentó un mayor índice que Playa Paraíso ($H' = 1,10$); y esta misma tendencia se observó con los moluscos asociados al sustrato, siendo más diversa Las Salinas ($H' = 2,24$) que Playa Paraíso ($H' = 0,98$). En cuanto al índice de Simpson los valores presentaron la misma tendencia que el de Shannon-Wiener con los tres grupos de moluscos y en las dos localidades (Fig 25).

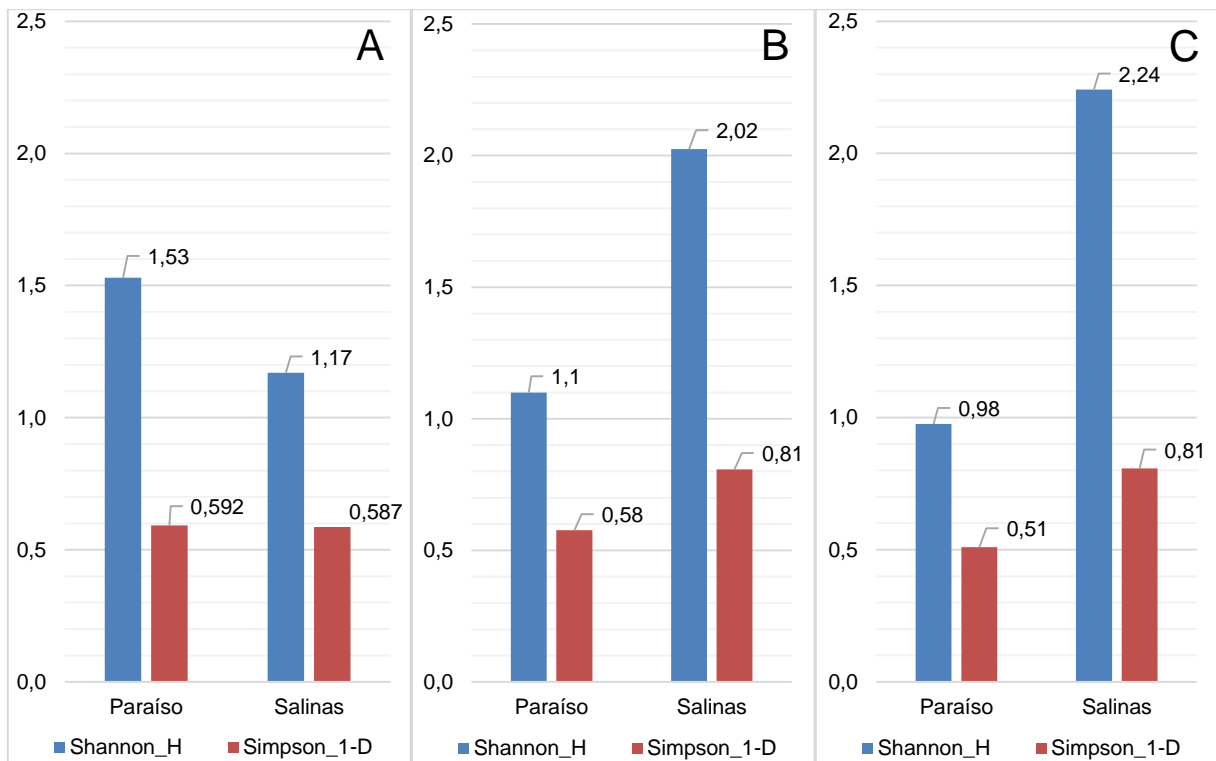


Figura 25. Índices de Shannon-Wiener y Simpson en Playa Paraíso y Las Salinas para los macromoluscos (A), moluscos asociados a las algas (B) y al sustrato (C).

Al comparar las transectas, los macromoluscos en Playa Paraíso poseen un mayor índice en T1 ($H' = 1,35$) que en T2 ($H' = 1,23$), mientras que en Las Salinas el

patrón fue inverso, los macromoluscos de la T2 ($H' = 1,15$) presentaron un índice superior que el de la T1 ($H' = 0,90$) (Fig. 26).

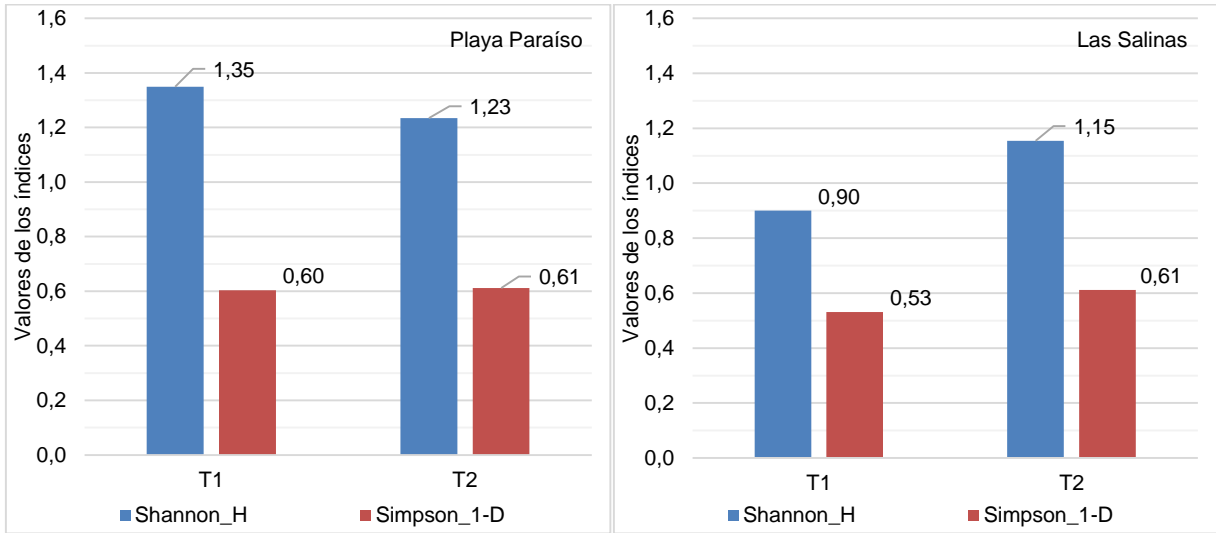


Figura 26. Índices de Shannon-Wiener y Simpson de los macromoluscos por transecta (T1 y T2) en Playa Paraíso y las Salinas.

Los moluscos asociados a las algas presentaron la misma tendencia que los macromoluscos. Playa Paraíso presentó un mayor índice de diversidad en T1 ($H' = 1,11$) que en T2 ($H' = 0,71$). En Las Salinas fue donde se presentaron los valores más altos del índice de diversidad, siendo la T2 ($H' = 2,10$) superior que la T1 ($H' = 1,78$) (Fig. 27).

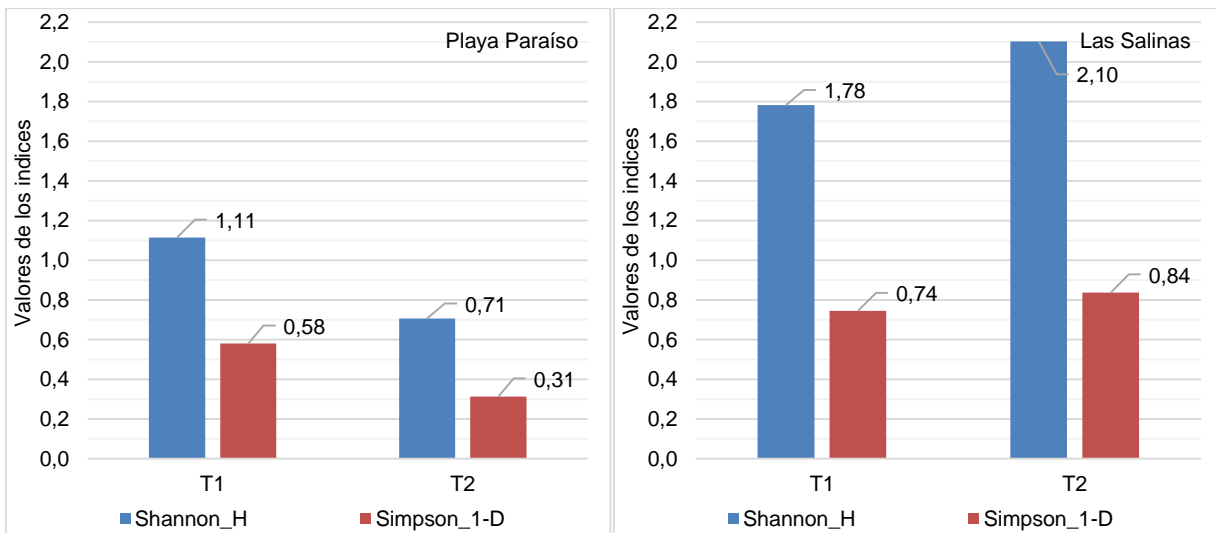


Figura 27. Índices de Shannon-Wiener y Simpson de los moluscos asociados a las algas por transecta (T1 y T2) en Playa Paraíso y las Salinas.

En cuanto a los moluscos asociados al sustrato los mayores valores del índice de Shannon-Wiener se presentaron siempre en la T1 en las dos localidades. En Playa Paraíso T1 ($H' = 1,10$) y T2 ($H' = 0,45$), y en Las Salinas T1 ($H' = 2,10$) y T2 ($H' = 2,04$) (Fig. 28).

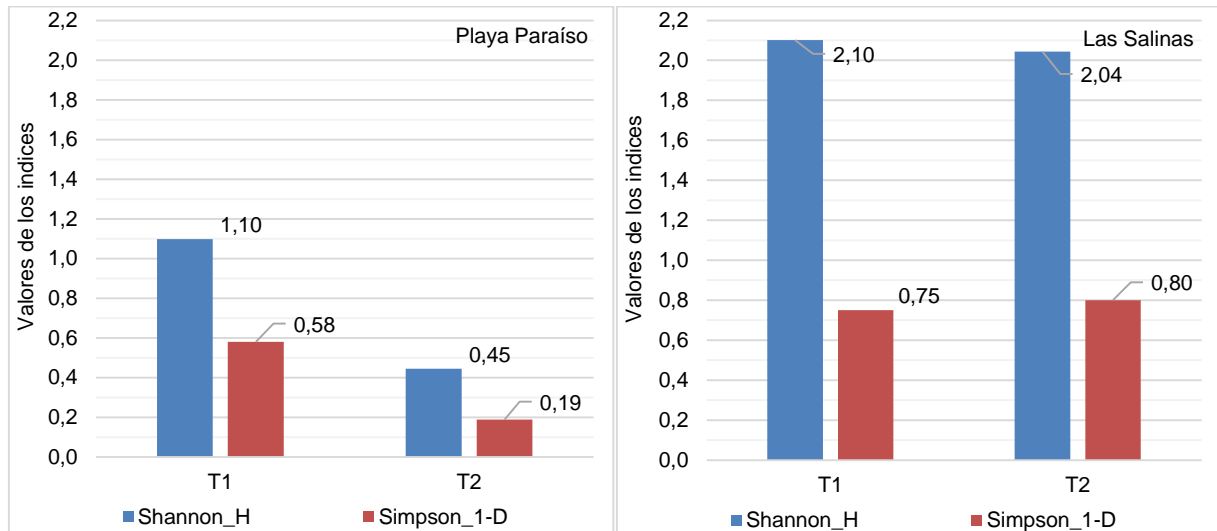


Figura 28. Índices de Shannon-Wiener y Simpson de los moluscos asociados al sustrato por transecta (T1 y T2) en Playa Paraíso y las Salinas.

5.7 Distribución

El análisis de ordenación NMDS (Nonmetric Multidimensional Scaling) utilizando la abundancia de los macromoluscos, moluscos asociados a las algas y al sustrato definió grupos de cuadratas en función de similitudes en cuanto a la composición de especies y abundancia de individuos, corroborando los resultados determinados en los análisis previos.

Dentro de los macromoluscos de Playa Paraíso el NMDS, a un nivel de stress de 0,45, y a pesar que debemos tener cuidado a la hora de la interpretación ya que este fue alto, se pudo definir un grupo muy compacto de cuadratas de la T1 aislado de las demás, mientras que las cuadratas de la T2 poseen cierta similitud con las de Las Salinas y están solapadas en parte con las mismas. Por otro lado las cuadratas de Las Salinas, de ambas transectas (T1 y T2) se solapan fuertemente (Fig. 29), indicando

una gran similitud en cuanto a la composición de especies y abundancia de individuos. La prueba estadística *a posteriori* ANOSIN para determinar el grado de semejanza y diferencia en la composición de especies determinó que existen diferencias significativas entre los grupos formados (ANOSIM, $p= 0,003$). La T1 de Playa Paraíso fue la única que presentó diferencias estadísticamente significativas con T2 ($p= 0,0007$) de la misma localidad, al igual que con la T1 ($p= 0,0006$) y T2 ($p= 0,0003$) de Las Salinas. Entre las transectas de Las Salinas y la T2 de Playa Paraíso con respecto a Las Salinas no se encontraron diferencias ($p > 0,5$) (Anexo 11).

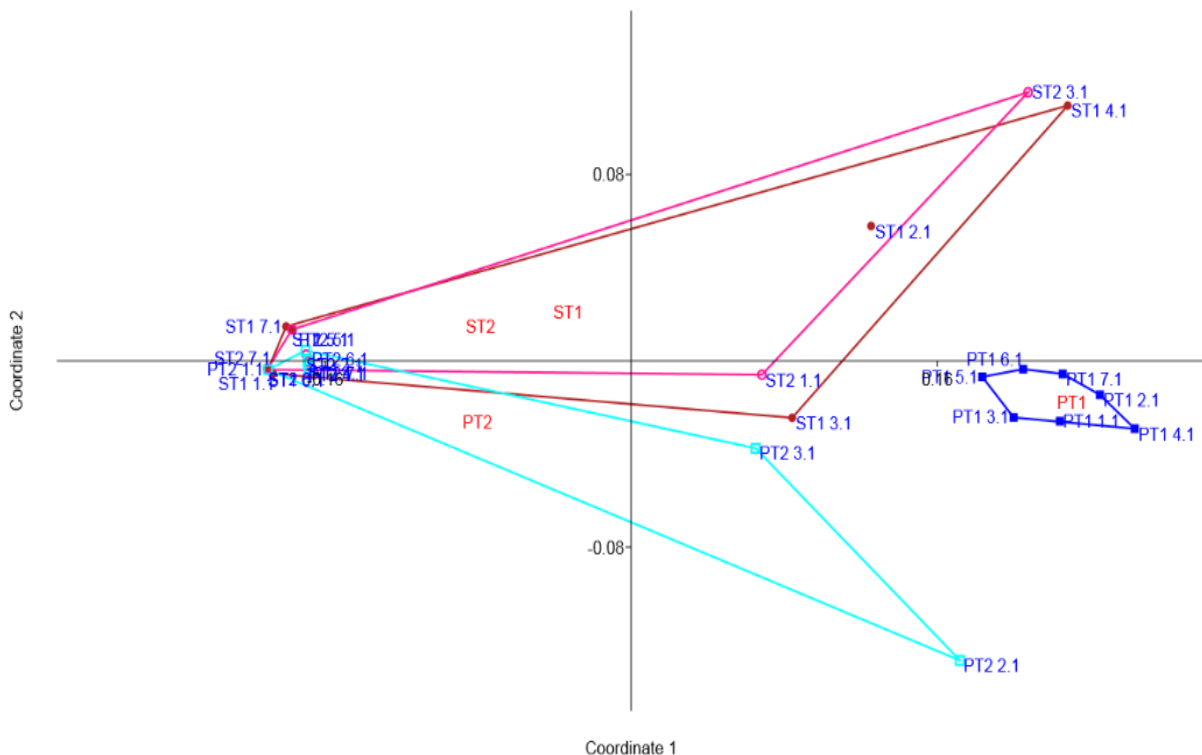


Figura 29. Ordenación multivariada NMDS de las cuadratas, según sus semejanzas en cuanto a las abundancias de las especies de macromoluscos presentes de cada cuadrata, en base a índices de similitud de Bray-Curtis. (2D Stress= 0,45). Playa Paraíso (P), Las Salinas (S), transecta 1 y 2 (T1 y T2 respectivamente), x.1 (x= # de cuadrata, 1= macromoluscos).

En cuanto a los moluscos asociados a las algas, las cuadratas de las dos localidades se agruparon por separado con un nivel de stress de 0,08, lo que significa una buena ordenación de los datos. En Playa Paraíso se observa una separación de las dos transectas, y en especial las de la T1 formando un grupo más compacto, e indicando una mayor semejanza en cuanto a la composición de especies y

abundancias. En Las Salinas, igual que con los macromoluscos, hay un solapamiento de las transectas diferenciándose poco entre sí, mostrando una composición de especies y abundancias muy parecidas entre ambas (Fig. 30). La prueba *a posteriori* ANOSIN determinó que existen diferencias entre los grupos evaluados (ANOSIM, $p=0,0001$). La T1 y T2 de Las Salinas fueron las únicas entre las cuales no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p=0,147$), mientras que entre las demás comparaciones las diferencias si fueron significativas ($p < 0,001$) (Anexo 12).

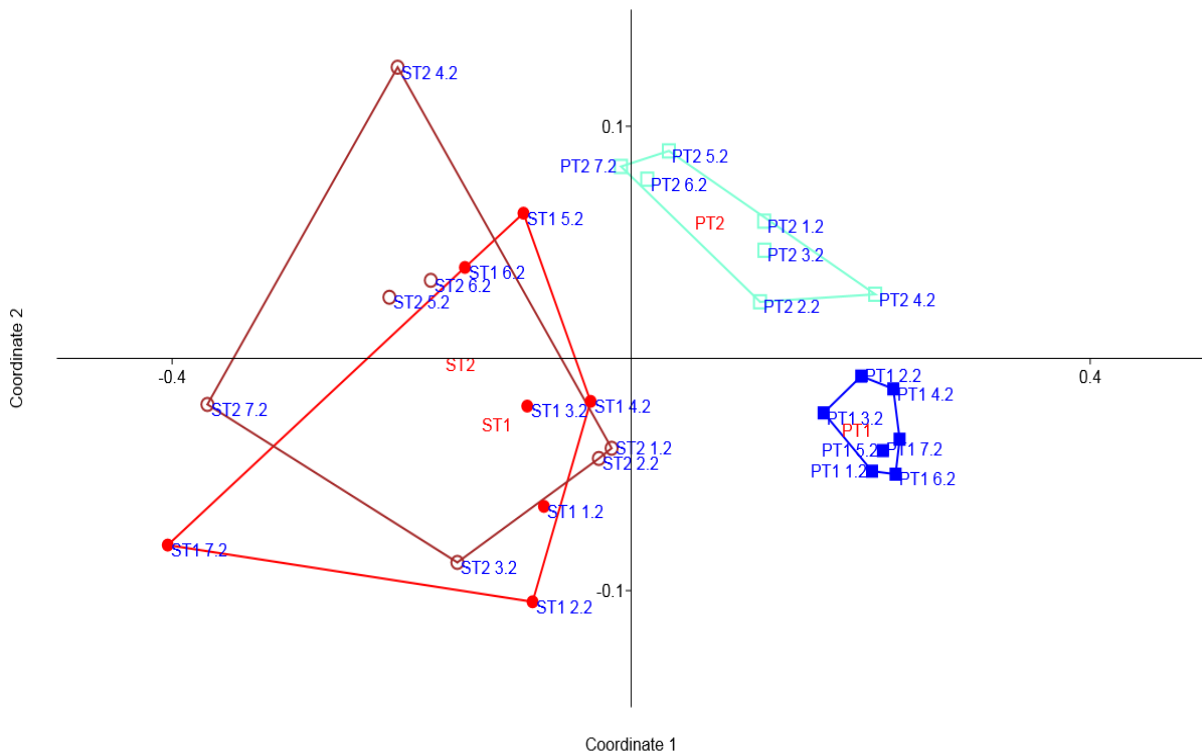


Figura 30. Ordenación multivariada NMDS de las cuadratas, según sus semejanzas en cuanto a las abundancias de cada una de las especies de moluscos asociados a las algas presentes en cada cuadrata, en base a índices de similitud de Bray-Curtis. (2D Stress= 0,08). Playa Paraíso (P), Las Salinas (S), transecta 1 y 2 (T1 y T2 respectivamente), x.2 (x= # de cuadrata, 2= moluscos asociados a las algas).

Por último, los moluscos asociados al sustrato presentaron una ordenación de cuadratas muy parecida a la de los moluscos asociados a las algas, con las dos localidades totalmente segregadas con un nivel de stress de 0,1. En Playa Paraíso las cuadratas forman dos grupos mucho más compactos que en los otros moluscos mencionados anteriormente, indicando todavía una mayor similitud entre cuadratas.

En Las Salinas los grupos formados indican que hay diferencias entre ellos, pero a la vez existe un solapamiento parcial entre T1 y T2 dentro de esa localidad (Fig. 31). La prueba *a posteriori* ANOSIM indicó que existen diferencias entre los grupos evaluados (ANOSIM, $p= 0,0001$). Entre la T1 y T2 de Las Salinas no se encontraron diferencias significativas ($p= 0,220$) mientras que entre las demás comparaciones las diferencias si fueron significativas ($p < 0,005$) (Anexo 13).

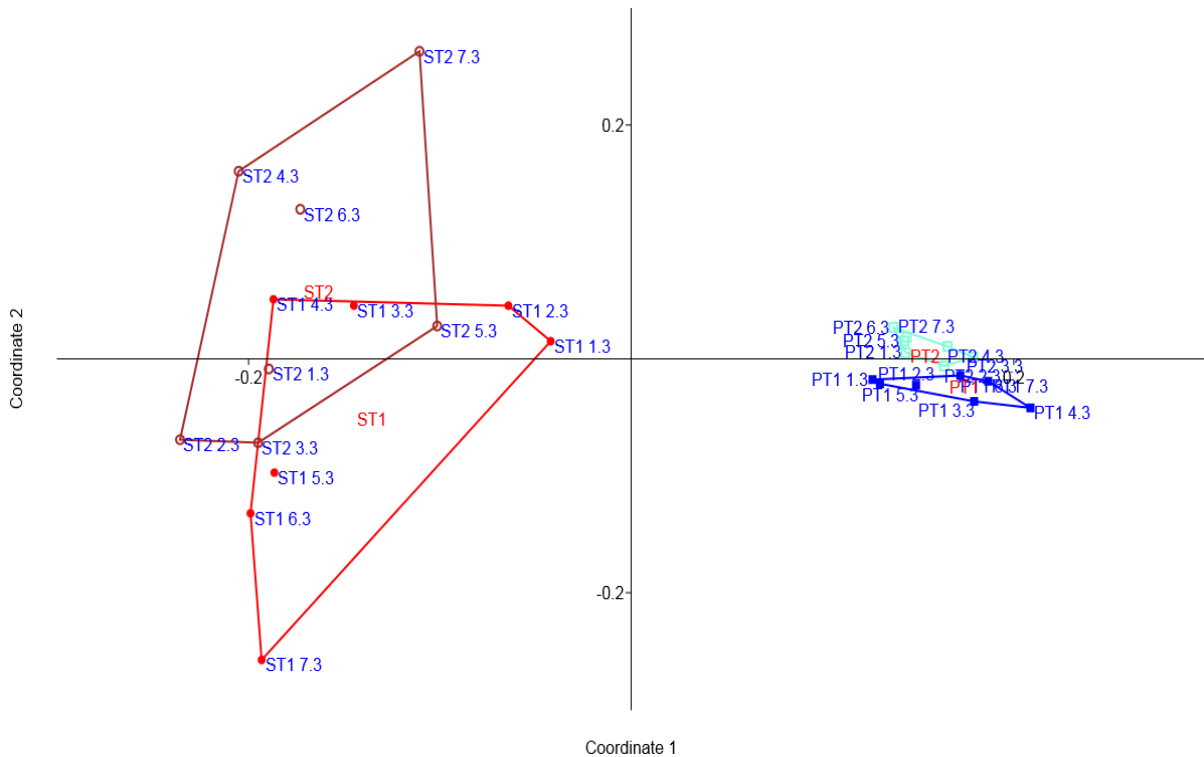


Figura 31. Ordenación multivariada NMDS de las cuadratas, según sus semejanzas en cuanto a las abundancias de las especies de moluscos asociados al sustrato presentes en cada cuadrata, en base a índices de similaridad de Bray-Curtis. (2D Stress= 0,10). Playa Paraíso (P), Las Salinas (S), transecta 1 y 2 (T1 y T2 respectivamente), x.3 (x= número de cuadrata, 3= moluscos asociados al sustrato).

6 DISCUSIÓN

6.1 Parámetros hidrográficos en las plataformas rocosas

Los parámetros hidrográficos medidos en las dos localidades, tanto la salinidad promedio (34,8 - 35,9 ‰) como la temperatura superficial promedio del agua (24,0 - 26,3 °C), están dentro del intervalo de variación señalado para la costa del litoral central por otros autores (Ginés, 1982; Castellanos y col., 2002; Miloslavich y col., 2003; Felaco, 2011). No se presentó ningún valor fuera del intervalo normal, ya que no ocurrió ningún evento meteorológico extremo, como lluvias intensas o tormentas previo y durante el muestreo que pudiesen haber afectado los valores medidos y producir cambios en las comunidades de las plataformas.

La intensidad del movimiento del agua, es uno de los principales factores que determinan la presencia o ausencia de organismos en los sustratos rocosos, ya que va a depender de la tolerancia y capacidad de los mismos de mantenerse adheridos a los sustratos (Connell, 1972; Menge y Branch, 2001). El hidrodinamismo expresado como un índice de disolución de barras de tiza (IDT) presentó diferencias entre ambas plataformas rocosas. Los valores más altos registrados en Playa Paraíso, se debieron a la topografía de la plataforma, ya que ésta posee un sector plano y otro con una inclinación en dirección al mar, y se sumerge en el mismo por varios metros, lo que atenúa muy poco el impacto de las olas y la corriente. En Las Salinas, la plataforma es más alta en la zona de rompiente y desciende hacia la playa. Este sector más elevado en la zona de rompiente recibe el impacto de las olas, por consiguiente el agua fluye sobre la plataforma con menos energía, lo que disminuye considerablemente los valores de IDT medidos. Una excepción a este patrón fue un valor del índice mucho más alto que los demás, debido a la localización aleatoria del punto de muestreo, que quedó situado en una grieta de la plataforma en la zona de rompiente, que canalizaba el flujo de agua de las olas (Anexo 14). Sin embargo los valores encontrados para Las Salinas están dentro del intervalo de variación de los mencionados para la plataforma rocosa de Cepe, también en el litoral central por Núñez (2013), quien utilizó el mismo método para evaluar el hidrodinamismo en una plataforma topográficamente parecida.

Además, se detectaron diferencias en los valores de hidrodinamismo, entre las zonas evaluadas de las plataformas como era de esperarse, siendo más altos los índices en la zona de rompiente, ya que es la primera línea de impacto del oleaje, y más bajos en la zona de costa donde el oleaje llega difractado. Entre sectores los valores más altos se detectaron en los extremos de las plataformas, debido a que en los bordes de las mismas ocurren los fenómenos de difracción y reflexión del oleaje, además de la aceleración en la velocidad del agua al escurrir por los bordes de las mismas (Thurman, 1994).

6.2 Riqueza

La riqueza registrada en la zona intermareal media de las plataformas rocosas en Playa Paraíso y las Salinas no es comparable con la mayoría de los trabajos realizados en litorales rocosos tanto en Venezuela como en el Caribe, debido principalmente a la variabilidad en cuanto a la toma de los datos en los diferentes estudios, lo que se refleja considerablemente en los resultados reportados. La mayoría de las diferencias se deben al tamaño de la unidad muestral empleada (cuadratas desde 0,25 x 0,25 hasta 1 x 1 m), diferencias en el área total evaluada, muestreos en distintas épocas del año, frecuencias con las que se realizan los muestreos también diferentes (desde un muestreo puntual hasta muestreos bimensuales o mensuales), la no discriminación de los datos obtenidos por cada una de las zonas evaluadas (supralitoral, intermareal, submareal).

En este trabajo se recolectaron un total de 52 especies en la franja media de la zona intermareal de dos localidades de estudio (Playa Paraíso 42 especies y Las Salinas 35 especies), en un muestreo que fue puntual y donde se evaluó un total de 18,37 m² de sustrato en cada una de las dos localidades para tres grupos de moluscos: macromoluscos, moluscos asociados a las algas, moluscos asociados al sustrato. En otros trabajos realizados en los litorales rocosos de Venezuela, la riqueza es similar o superior, pero estos incluyen otras zonas de la distribución vertical de las especies, además de las probables diferencias en cuanto a la toma de datos mencionadas

anteriormente, los parámetros ambientales locales y a la historia de vida de cada especie en particular. En la costa central del país, Almeida (1974) reporta 48 especies, incluyendo todos los moluscos distribuidos desde la zona supralitoral hasta la submareal. Capelo y col. (2002) encontraron un total de 61 especies de moluscos desde la supramareal a la intermareal inferior, distribuidas en cuatro localidades del estado Aragua (48 especies en Cepe, 17 en Uricao, 3 en Ocumare, 2 en Chuao). En el oriente del país la riqueza es similar, Ramos y Robaina (1994) reportan 60 especies de moluscos en los litorales rocosos de la bahía de Mochima, incluidos los de la zona supralitoral hasta la submareal. Igualmente, Jiménez y col. (2004) citan 57 especies para las zonas supralitoral hasta la infralitoral en cuatro localidades del estado Sucre, donde evaluaron un total de 13,5 m² en cada localidad. Fernández y Jiménez en el 2006 mencionan un total de 68 especies y en el 2007 69 especies, registradas en 18 y 9 m² respectivamente, en cada una de las 6 localidades evaluadas en el estudio. Por último, Miloslavich y Huck (2009) evaluaron un área total de 0,3 m² en cada localidad y reportaron un total de 9 especies en Cayo Sal (Morrocoy) y 11 especies en Isla Caribe (Sucre).

Sin embargo, la proporción de especies de cada uno de los tres grandes grupos de moluscos encontrados en este trabajo (gastropodos (73,1 %), bivalvos (17,3 %) y poliplacóforos (9,6 %)) si coinciden con los citados por otros autores para las costas venezolanas, donde los gastropodos son el grupo de mayor riqueza, con una presencia del 57 a 67 %, seguido por los bivalvos con 26 a 36 % y por último los poliplacóforos de 5 a 9 % (Almeida, 1974; Capelo y col., 2002; Jiménez y col., 2004; Fernández y Jiménez, 2006, 2007; Jover y col., 2014). El dominio de los gastropodos dentro de los litorales rocosos se debe a que es el grupo más diverso de los moluscos y a la gran diversidad de adaptaciones que estos poseen para desarrollarse en estos tipos de ambientes (Jover y col., 2014)

Además, las poblaciones de muchas especies de moluscos son muy dinámicas en estos ambientes rocosos, algunas especies por ser de vida corta, otras por vivir asociadas a las algas poseen poblaciones muy cambiantes a lo largo del año, pues aparecen y desaparecen según el ciclo de vida de las algas, que a su vez está

asociado con la presencia de nutrientes en el agua (Cognetti y col., 2001). Esta puede ser una de las razones de la relativa riqueza elevada que se encontró en este estudio. Aunque solo se realizó un muestreo, el mismo fue en la época del año en la cual se ha reportado la mayor cobertura y riqueza de algas en las plataformas rocosas de la costa central del país (Gómez y col., 2011), garantizándose así la mayor presencia de todos los grupos tróficos de moluscos (herbívoros, filtradores y carnívoros). Asimismo las algas proveen de un sin fin de microhábitats a micromoluscos menores de 5 mm debido a las distintas formas de crecimiento y estructuras de las mismas (García-Ríos y col., 2008; Quirós y Campos 2013).

Cuando se comparan las dos localidades, Playa Paraíso y Las Salinas poseen plataformas rocosas localizadas en costas expuestas y bajo parámetros hidrográficos regionales muy similares, sin embargo, localmente hay factores que afectan estas plataformas y generan ciertas diferencias entre las comunidades de moluscos asociadas a ellas. El oleaje es similar entre ellas, pero la diferencia en la inclinación de las mismas, genera en Playa Paraíso una zona de mayor impacto (T1) y una de menor impacto (T2), mientras que Las Salinas por ser menos inclinada es más homogénea. La heterogeneidad y el impacto del oleaje, favorece la diversificación de especies de algas que a su vez incrementa la riqueza de moluscos en comparación con la de Las Salinas. Además genera diferencias en la riqueza y composición de especies de moluscos entre las dos transectas de Playa Paraíso, registrándose una mayor riqueza en T1 (41 especies) que en T2 (35 especies), mientras que en Las Salinas la riqueza fue más baja e igual entre T1 y T2 (30 especies) (Kingsbury, 1962; Quirós y Campos, 2013).

Por otro lado, la disponibilidad de larvas en la columna de agua también puede estar jugando un papel importante en la diferencia de riqueza entre las plataformas, ya que estas son sensibles a cambios en los parámetros del agua, como la salinidad, temperatura y la presencia de desechos derivados de actividades antrópicas como compuestos orgánicos (aguas servidas) e inorgánicos (aguas servidas, desechos industriales, puertos, etc.), limitando su dispersión e incluso produciéndoles la muerte (Somero, 2002; Puritz y Toonen, 2011). Este es el caso de la costa donde se

encuentran las dos plataformas rocosas estudiadas, lo que sugiere que ambas se encuentran afectadas por contaminación de aguas servidas provenientes de los pueblos aledaños, pero no en la misma magnitud. En ambas localidades se evidencia el efecto de las aguas residuales por la presencia de una gran cobertura del alga *Ulva* sp en algunos sectores de las plataformas (Anexo 15). Esta especie es considerada como indicadora de contaminación por aguas servidas (Carrefoot, 1997; DeGeorges y col., 2010) y crece más abundantemente en Las Salinas, donde aparentemente hay una mayor cantidad de desechos orgánicos e inorgánicos provenientes de cloacas, no solo del pueblo de Las Salinas sino también de Catia La Mar y otros centros urbanos, que son vertidas en las aguas costeras y llegan a esta localidad por las corrientes de deriva. Según Genatios (2012), las playas del estado Vargas cercanas a centros poblados están contaminadas, debido a que los sistemas de cloacas no han sido reconstruidos desde el deslave de 1999 en el estado Vargas.

6.3 Abundancia

La abundancia tampoco es comparable con la de otros estudios, debido a los mismos motivos expuestos anteriormente en cuanto a la riqueza. En este trabajo se registró una abundancia total de 23.884 individuos en un solo muestreo, lo cual es bastante alto en comparación con lo reportado en otros estudios en Venezuela por Jiménez y col. (2004) (2.395 individuos), Fernández y Jiménez (2006, 2007) quienes reportan un total de 14.581 y 14.582 individuos respectivamente, sumando los 6 muestreos realizados. Si bien estos estudios evaluaron litorales rocosos a lo largo de casi un año, estaban enfocados hacia los macromoluscos y no en micromoluscos asociados a algas, los cuales ocurren generalmente en grandes abundancias (Olabarria y Chapman, 2001). En muestreos puntuales en Morrocoy y en la costa del estado Sucre, Miloslavich y Huck (2009) reportan 145 individuos en dos localidades (17 en Cayo Sal y 116 en Isla Caribe). Sin embargo, al comparar con estudios sobre moluscos asociados a algas en el Caribe, Warmke y Almodóvar (1963), reportan un total de 30.859 individuos en aproximadamente 70 Kg de peso húmedo de 25 especies de algas colectadas en la costa sur de Puerto Rico. En litorales rocosos de otros

océanos el patrón es el mismo, existe una gran abundancia de micromoluscos asociados a algas en hasta 100.000 ind/m² (Kelaher y col., 2001).

En Playa Paraíso se registraron 22.780 individuos (95,4 % de todos los moluscos colectados), mientras que en Las Salinas solo se reportaron 1104 individuos (4,6 %). Esta diferencia de aproximadamente 20 veces mayor pudiese ser explicada por la acción de una serie de factores actuando en sinergia.

En Playa Paraíso la intervención antrópica aparentemente es menor tanto en cuanto a la contaminación de sus aguas como por el pisoteo de personas sobre la plataforma para recolectar organismos, pescar, etc. Además, en el periodo de muestreo había una mayor riqueza de macroalgas presentes, con tamaños, formas y estructuras distintas (Anexo 16a) lo que crea numerosos hábitats, que proveen de refugio y alimento a distintos grupos de moluscos (Cognetti y col., 2001), lo que podría estar potenciando la altísima abundancia aquí registrada.

Por el contrario, en Las Salinas podría existir una mayor intervención antrópica tanto de sus aguas que pudiese estar produciendo la muerte de larvas en la columna de agua (Puritz y Toonen, 2011), como el pisoteo directo de la plataforma por turistas y lugareños principalmente en periodos de marea baja, esto aunado a una menor variedad de algas en el periodo del muestreo con dominancia aparente de *Sargassum* spp de talos bastante largos (Anexo 16b). Se ha reportado en las costas de Australia una menor abundancia y diversidad de gastrópodos en algas con talos largos que en las de frondes cortas (Kelaher, 2003). Todo esto posiblemente condicione que en Las Salinas la abundancia de moluscos sea menor (Addessi, 1994; Quirós y Campos, 2013).

Otro factor que aparentemente incrementa la abundancia de moluscos en Playa Paraíso, es el grado de inclinación de la plataforma. Esto podría favorecer la colonización por diversas algas, más robustas y de talos cortos que permiten soportar un oleaje más intenso, como por ejemplo, el tapete de algas bastante compactado presente en la T1 (Anexo 16a). Esta condición genera innumerables microhábitats, permitiendo atrapar granos de arena en la base de las algas donde se establecen

algunas especies de moluscos (Olabarria y Chapman, 2001) y con la capacidad de albergar gran cantidad de individuos. Esta estructura tridimensional de algas compactadas, permite además el establecimiento de gran cantidad de bivalvos mitilidos como *B. exustus* que se fijan a la base de las algas mediante filamentos del biso. Este tapete no se observa en la T2 donde apenas se reportaron 5.442 individuos, un número más de tres veces inferior al reportado en T1 (17.338 individuos). En Las Salinas el ambiente es más homogéneo a lo largo de la plataforma, (Anexo 16b) y las abundancias en T1 y T2 son muy parecidas (598 y 506 individuos respectivamente).

En cuanto a la densidad, los valores registrados en este estudio son consistentes con la riqueza y el número de individuos antes mencionados. La densidad es siempre mayor en Playa Paraíso que en Las Salinas, tanto para los macromoluscos (5,6 veces mayor), los moluscos asociados a las algas (15,8 veces mayor) o al sustrato (35,9 veces mayor). Las densidades de Playa Paraíso son altas en comparación con las mencionadas en otros trabajos, mientras que las encontradas en Las Salinas son similares a las reportadas por otros autores, como las de Miloslavich y Huck (2009) quienes encontraron densidades estimadas desde 112 hasta 1.040 ind/m² en Isla Caribe y 0-16 ind/m² en Cayo Sal. De igual forma, Severino 2009 encuentra una densidad de 186,40 ind/m² en una playa rocosa del Golfo de México. Aunque estos estudios estaban enfocados solamente en los macromoluscos, no es el caso de Quirós y Campos (2013), quienes evaluaron moluscos asociados a las algas y citan densidades entre 4,8 y 11,1 ind/0,063m². En Playa Paraíso las especies responsables de las altas densidades dentro de los moluscos asociados a las algas fueron *B. exustus* (1.593,4 ind/m²) y *E. meleagris* (1.797,4 ind/m²). Igualmente en los moluscos asociados al sustrato, las densidades también están dominadas por las dos mismas especies, *B. exustus* con una densidad de 3.310,9 ind/m² y *E. meleagris* con 7.059,4 ind/m².

Por otra parte, la frecuencia de aparición de los organismos, se relaciona con la distribución de los mismos en las zonas intermareales. Muchos organismos, principalmente los micromoluscos, están distribuidos en parches y la mayor variabilidad se encuentra a pequeñas escalas espaciales, lo que es debido al efecto

de parámetros hidrográficos y biológicos como ciclos de vida, periodos reproductivos, reclutamiento, depredación, mortalidad, etc. (Sousa, 1984; Olabarria y Chapman, 2001). Por ello se esperaría una distribución agrupada de los moluscos en las plataformas estudiadas con una baja frecuencia de aparición. Sin embargo se encontraron algunas especies con una alta frecuencia de aparición, mientras que la mayoría de ellas fueron muy poco frecuentes, lo cual concuerda con los resultados de otros autores en diferentes localidades, como en el Caribe (Thomas, 1985), Pacífico mexicano (Flores-Rodríguez y col., 2007) y en el Atlántico (Aguiar, 2011). En este estudio, de los macromoluscos, las especies más frecuentes fueron las lapas de la familia Fissurellidae y el gastrópodo *R. laevigata*, mientras que de los moluscos asociados a las algas y al sustrato las especies más frecuentes fueron los gastrópodos *E. meleagris* y *R. laevigata*, y el bivalvo *B. exustus*. Estas especies además de ser las más frecuentes, también son las más abundantes en las plataformas, lo que concuerda con los resultados de otros autores como Warne y Almodovar (1963), Jiménez y col. (2004), Fernández y Jiménez (2006), quienes mencionan a la mayoría de estas especies o por lo menos a sus géneros como las dominantes en los litorales rocosos del Caribe.

6.4 Índices de diversidad

“El número de especies es el primer y más antiguo concepto de diversidad y es llamado riqueza de especies” Krebs (1978).

En base a esta afirmación, en este estudio se considera a Playa Paraíso como la localidad con la mayor riqueza de especies y la más abundante en cuanto al número de individuos. Sin embargo, la plataforma de Las Salinas es la que tiene los valores más altos de la mayoría de los índices de diversidad, lo que supone una distribución más equitativa de las abundancias entre las especies, mientras que en Playa Paraíso la presencia de un elevado número de individuos de las especies *B. exustus* y *E. meleagris* disminuye la equitabilidad y por ende el índice de diversidad de la localidad (Sant y de Grado, 1997; Magurran, 2004). Los valores de los índices encontrados en

este estudio son similares a los mencionados por Almanza y col. (2004) en Colombia, cuyos valores de Shannon-Wiener son 1,65 y 1,87 para cada una de sus localidades evaluadas. Aguiar en el 2011, reporta valores de Shannon-Wiener que van desde 1,44 a 1,50 para los moluscos asociados al alga *Pterocladia caerulescens* en zonas intermareales rocosas en la costa norte de Brasil.

Cada uno de los parámetros comunitarios evaluados por separado indican diferencias entre las transectas y las localidades, y al realizar un análisis global mediante un NMDS se logra confirmar que las dos localidades son diferentes y que esas diferencias son estadísticamente significativas, tanto en cuanto a los macromoluscos, los moluscos asociados a las algas o al sustrato. La estructura comunitaria observada en cada localidad pareciera ser el resultado de la acción de diversos factores tanto naturales (exposición al oleaje, temperatura, geomorfología de las plataformas, interacciones biológicas, etc.) como antropogénicos (descargas de aguas servidas, extracción selectiva de organismos, alteración del hábitat por pisoteo, sedimentación, etc.) actuando en sinergia y que afectan directa o indirectamente a las comunidades de moluscos. Todos estos factores pudiesen determinar las diferencias observadas en las comunidades presentes en estas dos localidades y de igual forma, también pudiesen establecer diferencias entre las dos transectas de Playa Paraíso, las cuales estarían bajo diferentes intensidades de algunos de estos factores como para que sean diferentes entre sí. Sin embargo en Las Salinas los factores afectan de modo similar a los dos estratos evaluados (T1 y T2) haciendo que las comunidades de moluscos establecidas en estas se parezcan entre sí.

7 CONCLUSIONES

- La diferencia en la topografía de las plataformas podría ser uno de los parámetros que afecta la estructura de las comunidades de moluscos en las dos localidades.
- La estructura comunitaria de los moluscos fue diferente en ambas localidades
- Los moluscos registrados en las dos plataformas rocosas son representantes de tres clases de moluscos: Gastropoda, Bivalvia y Polyplacophora, en las mismas proporciones que las encontradas en otros estudios del Caribe.
- Se registraron un total de 52 especies de moluscos, 42 especies en Playa Paraíso y 35 en Las Salinas.
- La malacofauna registrada se caracterizó por organismos de tamaño reducido como micromoluscos o jóvenes de macromoluscos, asociados principalmente a las algas que constituyen un refugio natural para los mismos.
- En Playa Paraíso se contabilizaron 22.780 individuos que representan el 95,4 % del total, y en Las Salinas 1.104 individuo representando el 4,6 %.
- Las densidades de individuos fueron mayores en Playa Paraíso que en Las Salinas, y también en la transecta más expuesta (T1) que en la más costera, en los tres grupos: macromoluscos, moluscos asociados a las algas y al sustrato.
- *Brachidontes exustus* y *Echinolittorina meleagris* son las especies responsables de las altas densidades reportadas en Playa Paraíso, tanto en los moluscos asociados a las algas (1.593,4 ind/m² y 1.797,4 ind/m² respectivamente) como en los moluscos asociados al sustrato (3.310,9 ind/m² y 7.059,4 ind/m² respectivamente).

- Las especies *B. exustus* y *E. meleagris*, además de ser las más abundantes también fueron las más frecuentes de los moluscos asociados a las algas y al sustrato, mientras que de los macromoluscos fue la lapa *F. nimbosa*.
- Los índices de diversidad fueron mayores en Las Salinas que en Playa Paraíso, lo que indica comunidades más equitativas aunque con menor riqueza y abundancia.
- La estructura comunitaria observada en cada localidad no pudo ser explicada por ninguna de las variables evaluadas y pareciera ser el resultado de la acción de diversos factores tanto naturales (exposición al oleaje, temperatura, geomorfología de las plataformas, etc.) como antropogénicos (descargas de aguas servidas, extracción selectiva de organismos, alteración del hábitat por pisoteo, sedimentación, etc.) actuando en sinergia.

8 RECOMENDACIONES

- Se recomienda incrementar el esfuerzo de muestreo, cubriendo el ciclo anual de algas y otras zonas del intermareal rocoso, para conocer con más exactitud la riqueza de especies en estas comunidades.
- Se recomienda inventariar y calcular la proporción de las algas asociadas a estos sustratos en cada unidad de muestreo para así poder establecer si existen relaciones entre las especies de algas y la composición de la comunidad de moluscos.
- Se recomienda no dejar los micromoluscos y jóvenes de macromoluscos almacenados en formol 10 % por mucho tiempo, debido a que el pH ácido del formol (<7) desintegra totalmente las conchas de los moluscos; estos deben ser almacenados en alcohol 70%, después de un periodo de fijación en formol de aproximadamente 7 días.

9 BIBLIOGRAFIA

- Addressi, L. 1994. Human disturbance and long-term changes on a rocky intertidal community. *Ecol. Appl.* **4(4)**: 786-797.
- Aguiar, D. 2011. Moluscos asociados à macroalga *Pterocladia caerulescens* (Rhodophyta, Pterocladaceae) na zona entremarés da praia da pedra rachada, Paracuru, Ceará, nordeste do Brasil. Tesis de Maestria, Universidad Federal de Ceará, Fortaleza, Brasil.
- Aldea, C., Valdovinos, C. 2005. Moluscos del intermareal rocoso del centro-sur de Chile (36° - 38°S): taxonomía y clave de identificación. *Gayana*. **69**: 364-396.
- Almanza, L., Bolívar, F., Borrero, S., Caifana, I., De Las Salas, K., Luque, M.G., Valdelamar, J.C. 2004. Estudio preliminar de la comunidad macrobentónica del mesolitoral rocoso de bahía Concha (Parque Nacional Natural Tayrona, Magdalena, Colombia) en Agosto de 2002. *Acta Biol. Colomb.* **9**: 3-9.
- Almeida, P. 1974. Distribución de los moluscos en la costa centro-occidental (Patanemo-Punta Tucacas) de Venezuela. Comparación de los hábitats litorales. *Mem. Fund. La Salle Cien. Nat.* **34**: 24-52.
- Bakus, G. J. 2007. Quantitative analysis of marine biological communities: field biology and environment. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA.
- Bitter, R. 2003. Conchas Marinas del estado Falcón (Venezuela): Guía practica para su colección e identificación. Tecno Impresos, Primera Edición, Coro, Falcón, Venezuela.
- Brattström, H. 1980. Rocky-shore zonation in the Santa Marta area, Colombia. *Sarsia*. **65(3)**: 163-226.
- Brattström, H. 1985. Rocky-shore zonation on the Atlantic coast of Panama. *Sarsia*. **70**: 179-216.
- Brattström, H. 1999. Description of the littoral zonation at nine Bahamian rocky-shore localities. *Sarsia*. **84**: 319-365.
- Capelo, J., Buitrago J., Gutiérrez, J. 2002. Los macromoluscos litorales de Ocumare, Chuao, Cepe y Uricao, estado Aragua, Venezuela. *Mem. Fund. La Salle Cien. Nat.* **158**: 29-42.
- Capelo, J., Buitrago J., Gutiérrez, J., Rada, M. 2009. Distribución geográfica de los moluscos marinos y estuarinos en el golfo de Paria, delta del Orinoco y la plataforma deltana (Venezuela). *Mem. Fund. La Salle Cien. Nat.* **171**: 57-80.
- Capelo, J., Rada, M., Solo, M., Buitrago, J., Grune, S., Narváez, J. 2014. Los moluscos marinos litorales del norte de la península de Macanao, Isla de Margarita, Venezuela. *Amici Molluscarum*. **22(1)**: 29-44.
- Carrefoot, T. 1977. Pacific seashores: a guide to intertidal ecology. J.J. Douglas Ltd, North Vancouver, Canada.
- Castellanos, P., Varela, R., Muller-Karger, F. 2002. Descripción de las áreas de surgencia del sur del Mar Caribe examinadas con el sensor infrarrojo AVHRR. *Mem. Fund. La Salle Cien. Nat.* **154**: 55-76.
- Chesson, P. 2000. Mechanisms of maintenance of species diversity. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* **31**: 343-66.

- Clarke, K. R., Warwick, R. M. 1994. Change in marine communities: approach to statistical analysis and interpretation. PRIMER-E:Plymouth. Natural Environment Research Council, UK.
- Cognetti, G., Sara, M., Magazzu, G. 2001. Biología Marina. Editorial Ariel, Barcelona, España.
- Colwell, R. K. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9.1 User's Guide.
- Connell, J. H. 1972. Community interactions on marine rocky intertidal shores. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* **3**: 169-192
- Coutinho, R. 2002. Bentos de costoes rochosos. Pags. 147-157 en: Biologia Marinha Crespo Pereira, R., Soares-Gomes, A. Editora Interciencia, Rio de Janeiro.
- Cruz-Mota, J.J. 2007. Análisis espacial de las comunidades tropicales intermareales asociadas a los litorales rocosos de Venezuela. *Cienc. Mar.* **33**: 133-148.
- DeGeorges, A., Goreau, T. J., Reilly, B. 2010. Land-sourced pollution with an emphasis on domestic sawage: lessons from the caribbean and implications for coastal development on indian ocean and pacific coral reefs. *Sustainability.* **2**: 2916-2949
- Díaz-Pulido, C. 1997. Ecosistemas marinos y costeros. Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad en Colombia. INVEMAR.
- Díaz, J., Puyana, M. 1994. Moluscos del caribe colombiano: un catálogo ilustrado. Editorial Presencia, Primera Edición, Santafé de Bogotá, Colombia.
- Doty, M.S. 1971. Measurement of water movement in reference to benthic algal growth. *Botany Marine.* **14**: 32-35.
- Eifion, W., 1980. Field teaching methods in shore ecology. Pags. 19-44 en: Price, J. H., Irvine, D. E. G., Farnham, W. F. The shore environment, Vol. 2: Methods. Academic Press, London, UK.
- Felaco, L. A. 2011. Asociaciones entre epibiontes y los octocorales *Plexaura flexuosa* y *Plaxaura homomalla* (Cnidaria, Octocoralia) en dos localidades del litoral central venezolano. Trabajo especial de grado, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- Fernández, J., Jiménez, M. 2006. Estructura de la comunidad de moluscos y relaciones tróficas en el litoral rocoso del estado Sucre, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* **54**: 121-130.
- Fernández, J., Jiménez, M. 2007. Fauna malacológica del litoral rocoso de la costa Sur del Golfo de Cariaco y costa Norte del estado Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez. Univ. Oriente.* **46**: 3-11.
- Fernández, J., Jiménez, M., Allen, T. 2014. Diversidad, abundancia y distribución de la macrofauna bentónica de las costas rocosas al norte del estado Sucre, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* **62(3)**: 947-956.
- Flores-Rodríguez, P., Flores-Garza, R., García-Ibáñez, S., Valdés-González, A. 2007. Variación en la diversidad malacológica del mesolitoral rocoso en playa Troncones, La Unión, Guerrero, México. *Rev. Mex. Biodivers.* **78**: 33-40.

- Freund, J. E., Simon, G. S. 1994. Estadística Elemental. Prentice Hall Hispanoamérica, Octava Edición, Naucalpan de Juárez, México.
- García, M., Gómez, S. 2004. Macroalgas bénticas marinas de la comunidad de la localidad Carmen de Uria, estado Vargas, Venezuela. *Acta Bot. Venez.* **27**: 45-63.
- García-Ríos, C.I., Soto-Santiago, F.J., Colón-Rivera, R.J., Medina-Hernández. 2008. Gasterópodos asociados al alga calcárea *Halimeda opuntia* (Udoteaceae) en Puerto Rico. *Rev. Biol. Trop.* **56(4)**: 1665-1677.
- Genatios, C. 2012. Vargas, del riesgo al desastre: los aludes torrenciales de 1999. Gestión de riesgo: entre lo planificado y lo ejecutado. Instituto americano de investigaciones Sociales (ILDIS), Caracas, Venezuela.
- Gil-Beroes, M.G. 2006 Informe ciudadano de la situación de los contaminantes orgánicos persistentes en Venezuela. Proyecto internacional de eliminación de los COP-IPEP. Fundación Aguaclara, Caracas, Venezuela.
- Ginés, H. 1982. Carta pesquera de Venezuela (2): Áreas central y occidental. Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Caracas.
- Goddard, D., Picard, X. 1974. Roca de playa en la costa entre Cabo Codera y Cabo San Roman (Paraguana) y en algunas islas de Venezuela. *Bol. Soc. Venezolana Geol.* **9(1)**: 14-20.
- Gómez, S., García, M., Gil, N., Espinoza, Y. 2011. Macroalgas benticas marinas de la localidad de Puerto Maya, estado Aragua, Venezuela. *Ernista.* **21**: 45-63.
- Good, T.P. 2004. Distribution and abundance patterns in caribbean rocky intertidal zones. *B. Mar. Sci.* **74(2)**: 459-468.
- Gray, J.S. 1997. Marine biodiversity: Patterns, threats and conservation needs. *Biodivers. Conserv.* **6**: 153-175.
- Guzmán-Quevedo, P.J. 1990. Derrotero de los puertos y costas de Venezuela. Edisil Impresos C.A., Caracas.
- Hammer, O. 2015. PAST (PAleontological STatistics) Version 3.06 - Reference manual. Natural History Museum, University of Oslo, Norwegian.
- Iken, K., Konar, B. 2003. Natural geography in nearshore areas (NaGISA): the nearshore component of the census of marine life. *Gayana.* **67**: 153-160.
- Jiménez, M., Márquez, B., Díaz, O. 2004. Moluscos del litoral rocoso en cuatro localidades del estado Sucre, Venezuela. *Saber, Univers. Orien., Venez.* **16**: 9-18.
- Jiménez, R., Córdova, J.R., González, S. 2006. Informe diagnóstico sobre la situación del estado Vargas: infraestructura y servicios. Instituto de Estudios Regionales y Urbanos, Universidad Simón Bolívar, Miranda, Venezuela.
- Jover, A., Diez, Y. L., Tamayo, D. 2014. Composición de los moluscos de la zona fital del mesolitoral rocoso en Santiago de Cuba. *Amici Molluscarium.* **22(1)**: 15-27.

- Kelaher, B.P. 2003. Effects of frond length on diverse gastropod assemblages in coralline turf. *J. Mar. Biol. Ass.* **83**: 159-163.
- Kelaher, B.P., Chapman, M.G., Underwood, A.J. 2001. Spatial patterns of diverse macrofaunal assemblages in coralline turf and their association with environmental variables. *J. Mar. Biol. Ass.* **81**: 1-14.
- Kingsbury, J. M. 1962. The effect of wave son the composition of a population of attached marine algae. *B. Torrey Bot. Club.* **89**: 143-160.
- Konar, B. 2007. Rocky shore ecology. Págs. 13-16 en: Sampling biodiversity in coastal communities: NaGISA Protocols for seagrass and macroalgal habitats. Rigby, P.R., Iken K., Shirayama Y. (eds.). Kyoto University Press, Japan.
- Krebs, C. J. 1978. Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance. Second Edition, Harper & Row, Publishers, Inc., Naw York, U.S.A.
- León, L. 1997. Fauna malacológica de los Islotes Caribe y Los lobos. Pags. 123-145 en: Ramírez, P. (ed.), Islotes Caribe y Los Lobos. Gobernación del Estado Nueva Esparta, La Asunción, Venezuela.
- Lewis, J.B. 1960. The fauna of rocky shores of Barbados, West Indies. *Can. J. Zoolog.* **38**: 391-435.
- Lewis, J.R. 1961. The littoral zone on rocky shores, a biological or physical entity? *Oikos.* **12**: 280-301.
- Lewis, J.R. 1964. The ecology of rocky shore. English Universities Press, London.
- Little, C., Kitching, J.A. 1996. The biology of rocky shores. Oxford University Press, Oxford. England.
- Lodeiros, C., Marin, B., Prieto, A. 1999. Catálogo de moluscos marinos de las costas nororientales de Venezuela: Clase Bivalvia. Edición APUDONS, Cumana, Venezuela.
- Magurran, A. E. 2004. Measuring biological diversity. Blackwell Science Ltd, Malden, USA.
- McQuaid, C.D., Branch, M. 1984. Influence of sea temperature, substratum and wave exposure on rocky intertidal communities: an analysis of faunal and floral biomass. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **19**:145-151.
- Menge B.A., Branch, G.M. 2001. Rocky intertidal communities. In: Marine Community Ecology. Bertness M.D., Gaines S.D., Hay M.E. (eds), Sinauer Associates Inc., Sunderland, E.U.A.
- Miloslavich, P., Cruz-Motta, J.J., Klein, E., Iken, K., Weinberger, V., Konar, B., Trott, T. y col. 2013. Large-scale spatial distribution patterns of Gastropod assemblages in rocky shores. *Plos One.* **8(8)**: e71396.
- Miloslavich, P., Huck, E. 2009. Mollusk assemblages in seagrasses and macroalgal rocky shores in Venezuela: implementing the NaGISA protocol. *Mem. Fund. La Salle Cienc. Nat.* **171**: 81-98.
- Miloslavich, P., Klein, E., Yerena, E., Martin, A. 2003. Marine biodiversity in Venezuela: status and perspectives. *Gayana.* **62(2)**: 275-301.
- Morris, P. A. 1973. A field guide to shells of the Atlantic and gulf coasts and the West Indies. Houghton Mifflin Company, Tercera Edición, Boston, USA.

- Newell, N.D., Imbrie, J., Purdy E.G., Thurber, D.L. 1959. Organism communities and bottom facies, Great Bahama Bank. *Bull. Amer. Mus. Nat. History*. **117(4)**: 183-228.
- Núñez, R. 2013. Relaciones entre el erizo de mar *Echinoetra lucunter* (Echinodermata: Echinoidea) y su fauna acompañante en la zona intermareal de la plataforma rocosa de la Playa de Cepe, estado Aragua. Trabajo especial de grado, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- Olabarria, C., Carballo, J.L., Vega, C. 2001. Spatio-temporal changes in the trophic structure of rocky intertidal mollusc assemblages on a tropical shore. *Cienc. Mar.* **27**: 235-254.
- Olabarria, C., Chapman, M.G., 2001. Comparison of patterns of spatial variation of species of microgastropods between two contrasting intertidal habitats. *Mar. Ecol., Prog. Ser.* **220**: 201- 211.
- Picard, X., Goddard, D. 1975. Geomorfología y sedimentación de la costa entre Cabo Codera y Puerto Cabello. *Bol. Inf., Asoc. Venez. Geol.* **18**: 39-106.
- Potts, G.W. 1980. The zonation of rocky littoral areas around Little Caiman. *Atoll Research Bulletin.* **241**: 23-42.
- Puritz, J.B., Toonen, R.J. 2011. Coastal pollution limits pelagic larval dispersal. *Nat. Commun.* **2**: 226.
- Quirós, J., Campos, N. 2013. Moluscos asociados a ensamblajes macroalgales en el litoral rocoso de Córdoba, Caribe colombiano. *Bol. Invest. Mar. Cost.* **42(1)**: 101-120.
- Ramos, H., Robaina, G. 1994. Contribución al conocimiento de los moluscos gasterópodos y pelecípodos de la bahía de Mochima, edo. Sucre, Venezuela. *Mem. Soc. Cien. Nat. La Salle.* **141**: 95-106
- Redfern, C. 2001. Bahamian seashells: A thousand species from Abaco, Bahamas. Bahamianseashells.com, Inc., Primera Edición, Florida. USA.
- Rigby, P.R., Kato, T., Riosmea, R. 2007. NaGISA rocky shore protocol. Págs. 17-21 en: Sampling biodiversity in coastal communities: NaGISA protocols for seagrass and macroalgal habitats. Rigby, P.R., Iken, K., Shirayama, Y. (eds) Kyoto University Press, Japan.
- Rodríguez, G. 1959. The marine communities of Margarita island, Venezuela. *Bull. Mar. Sci.* **9(3)**: 237-280.
- Rodríguez, G. 1963. The intertidal estuarine communities of lake Maracaibo, Venezuela. *Bull. Mar. Sci.* **13(2)**: 197-218.
- Sant, S., de Grado, A. 1997. Zonación de un litoral rocoso en la costa sur del Golfo de Cariaco (Quetepe), Estado Sucre, Venezuela. *Saber*, **9**: 69-76
- Severino, M. 2009. Moluscos gasterópodos de la zona intermareal de la playa rocosa de Punta Delgada, Veracruz. Trabajo especial de grado, Universidad Veracruzana, Veracruz, México.
- Smith, T.B., Purcell, J., Barimo, J.F. 2007. The rocky intertidal biota of the Florida keys: fifty-two years of change after Stephenson and Stephenson. *B. Mar. Sci.* **80(1)**: 1-19.
- Sousa W.P. 1984. Intertidal mosaics: Patch size, propagule availability, and spatially variable patterns of succession. *Ecology.* **65**: 1918-1935.

- Stephenson, T.A., Stephenson, A. 1949. The universal feature of zonation between tide-marks on rocky coasts. *J. Ecol.* **37**: 289-305.
- Stephenson, T.A., Stephenson, A. 1950. Life between tide-marks in North America. I. The Florida Keys. *J. Ecol.* **38(2)**: 354-402.
- Thomas, M. 1985. Littoral community structure and zonation on the rocky shores of Bermuda. *Bull. Mar. Sci.* **37**: 857-870.
- Thurman, H. V. 1994. Introductory oceanography. Macmillan Publishing Company, seventh edition, New York, USA.
- Tilman, D., Lehman, C. 2001. Human-caused environmental change: Impacts on plant diversity and evolution. *P. Natl. Acad. Sci. USA.* **98**: 5433-5440.
- Tunnell, J. J. W., Andrews, J., Barrera, N. C., Moretzsohn, F. 2010. Encyclopedia of Texas seashells: identification, ecology, distribution, and history. Everbest Printing Co., Primera edición, China.
- van Loenhoud, P., van de Sande, J. 1977a. Rocky shore zonation in Aruba and Curacao (Netherlands Antilles), with the introduction of a new general scheme of zonation I. *Proc. Kon. Ned. Acad. Wet. Ser. C.* **80**: 437-455.
- van Loenhoud, P., van de Sande, J. 1977b. Rocky shore zonation in Aruba and Curacao (Netherlands Antilles), with the introduction of a new general scheme of zonation II. *Proc. Kon. Ned. Acad. Wet. Ser. C.* **80**: 456-474.
- Voss, G.L., Voss, N.A. 1955. An ecological survey of Soldier Key, Biscaye Bay, Florida. *Bull. Mar. Sci.* **5**: 203-227.
- Warmke, G. L., Abbott, R. T. 1975. Caribbean Seashells: A guide to the marine mollusks of Puerto Rico and other West Indian Island, Bermuda and lower Florida Keys. Dover Publications, Inc., Primera Edición, New York, USA.
- Warmke, G.L., Almodóvar, L.R. 1963. Some associations of marine mollusks and algae in Puerto Rico. *Malacologia.* **1(2)**: 163-177.
- Williams G.A. 1994. The relations lup between shade and molluscan grazing in structuring communities on a moderately-exposed tropical rocky shore. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **178**: 79-95.

ANEXOS

Anexo 1. Valores de los ángulos de inclinación entre cada uno de los intervalos medidos en ambas plataformas.

Intervalo (m)	Angulo (°)	
	Playa Paraíso	Las Salinas
0,0 - 0,5	-1,3	7,0
0,5 - 1,0	0,6	9,9
1,0 - 1,5	-4,1	13,1
1,5 - 2,0	-9,3	7,7
2,0 - 2,5	-5,7	4,5
2,5 - 3,0	-6,4	-0,6
3,0 - 3,5	-1,3	12,2
3,5 - 4,0	-6,4	1,9
4,0 - 4,5	-10,4	1,3
4,5 - 5,0	-8,3	2,2
5,0 - 5,5	-25,9	-22,4
5,5 - 6,0	-16,4	2,6
6,0 - 6,5	-11,5	23,1
6,5 - 7,0	-13,5	7,3
7,0 - 7,5	-11,5	1,3
7,5 - 8,0	-11,9	-5,1
8,0 - 8,5	-13,5	0,0
8,5 - 9,0	-11,2	-10,0
9,0 - 9,5	-15,1	-6,8
9,5 - 10,0	-16,1	2,6
10,0 - 10,5	-	36,6
10,5 - 11,0	-	-5,7
11,0 - 11,5	-	-9,6

Anexo 2. Valores del índice de disolución promedio de barras de tiza (g/h) en las dos localidades evaluadas, Playa Paraíso y Las Salinas. DE= desviación estándar; n= 4.

Playa Paraíso

Sectores	Occidental			Central			Oriental		
	Zonas	Romp.	Inter.	Costa	Romp.	Inter.	Costa	Romp.	Inter.
g/h	24,038	14,818	1,628	3,632	3,152	0,096	5,685	6,230	0,327
DE	1,173	6,913	0,097	0,892	0,197	0,012	0,161	0,048	0,097

Las Salinas

Sectores	Occidental			Central			Oriental		
	Zonas	Romp.	Inter.	Costa	Romp.	Inter.	Costa	Romp.	Inter.
g/h	1,113	0,566	0,173	21,456	0,286	0,174	0,452	0,126	0,380
DE	0,076	0,160	0,161	2,539	0,007	0,038	0,074	0,016	0,098

Anexo 3. Resultados de la prueba Kruskal-Wallis para la comparación del hidrodinamismo entre las zonas de rompiente de la plataforma en Playa Paraíso y Las Salinas, y la prueba U de Mann-Whitney.

Playa Paraíso				Las Salinas			
	H (chi2)	23,45			H (chi2)	18,62	
	Hc (tie corrected)	23,45			Hc (tie corrected)	18,65	
	p (same)	8,1E-06			p (same)	8,9E-05	

	ROMP	INTER	COSTA		ROMP	INTER	COSTA
ROMP		0,6650	3,7E-05	ROMP		0,0006	0,0001
INTER	0,6650		3,7E-05	INTER	0,0006		0,4357
COSTA	3,7E-05	3,7E-05		COSTA	0,0001	0,4357	

Anexo 4. Resultados de la prueba Kruskal-Wallis para la comparación del hidrodinamismo entre sectores de la plataforma en Playa Paraíso y Las Salinas, y la prueba U de Mann-Whitney.

Playa Paraíso				Las Salinas			
	H (chi2)	8,745			H (chi2)	1,88	
	Hc (tie corrected)	8,745			Hc (tie corrected)	1,88	
	p (same)	0,0126			p (same)	0,3907	

	OCC	CEN	ORI		OCC	CEN	ORI
OCC		0,0226	0,0690	OCC		0,8852	0,0999
CEN	0,0226		0,0226	CEN	0,8852		0,6236
ORI	0,0690	0,0226		ORI	0,0999	0,6236	

Anexo 5. Lista de macromoluscos presentes en la plataforma rocosa de Playa Paraíso y Las Salinas, en las dos transectas (T1 y T2). X: presencia; -: ausencia.

Clases	Especies	Playa Paraíso		Las Salinas	
		T1	T2	T1	T2
Bivalvia	<i>Carditamera gracilis</i>	X	-	-	-
Gastropoda	<i>Gemophos auritulus</i>	-	-	-	X
	<i>Anachis catenata</i>	X	-	-	-
	<i>Rhombinella laevigata</i>	X	X	X	X
	<i>Eoacmaea pustulata</i>	X	X	-	-
	<i>Diodora cayenensis</i>	X	X	-	-
	<i>Fissurella barbadensis</i>	X	X	-	-
	<i>Fissurella nimbosa</i>	X	-	X	X
	<i>Lottia antillarum</i>	X	-	-	-
	<i>Lottia leucopleura</i>	X	-	-	-
	<i>Plicopurpura patula</i>	-	X	X	-
	<i>Stramonita rustica</i>	-	-	-	X

Anexo 6. Lista de moluscos asociados a las algas presentes en la plataforma rocosa de Playa Paraíso y Las Salinas, en las dos transectas (T1 y T2). X: presencia; -: usencia.

Clases	Especies	Playa Paraíso		Las Salinas		
		T1	T2	T1	T2	
Bilvania	<i>Carditamera gracilis</i>	X	X	-	-	
	<i>Sphenia fragilis</i>	X	-	-	-	
	<i>Brachidontes exustus</i>	X	X	X	X	
	<i>Musculus lateralis</i>	X	-	-	X	
	<i>Isognomon bicolor</i>	-	-	-	X	
	<i>Isognomon radiatus</i>	X	-	-	-	
	<i>Pinctada imbricata</i>	X	X	-	-	
	<i>Petricola</i> sp	X	-	-	-	
	Gastropoda	<i>Iselica globosa</i>	-	-	X	-
Caecidae 1		X	X	X	X	
Caecidae 2		X	X	-	X	
Caecidae 3		X	X	-	-	
<i>Cerithium lutosum</i>		X	X	X	X	
<i>Anachis catenata</i>		-	-	X	X	
<i>Anachis cf catenata</i>		-	-	X	X	
<i>Mitrella ocellata</i>		X	-	X	X	
<i>Rhombinella laevigata</i>		X	X	X	X	
<i>Vexillum puella</i>		-	-	X	-	
<i>Diodora cayenensis</i>		X	X	X	-	
<i>Fissurella barbadensis</i>		X	X	-	-	
<i>Fissurella nimbosa</i>		X	-	X	X	
<i>Fissurella rosea</i>		X	-	-	-	
<i>Haminoea</i> sp		-	X	-	-	
<i>Alaba incerta</i>		-	X	-	X	
<i>Echinolittorina interrupta</i>		-	X	-	-	
<i>Echinolittorina meleagris</i>		X	X	X	X	
<i>Echinolittorina ziczac</i>		-	X	-	-	
<i>Lottia antillarum</i>		-	X	-	-	
<i>Lottia leucopleura</i>		X	X	-	-	
<i>Plicopurpura patula</i>		X	-	X	-	
<i>Stramonita haemastoma</i>		X	X	X	-	
<i>Stramonita rustica</i>		X	X	-	-	
<i>Morula nodulosa</i>		-	-	X	-	
<i>Eulithidium affine</i>		X	X	X	X	
<i>Eulithidium tessellatum</i>		X	X	X	X	
<i>Fossarus orbigny</i>		-	-	-	X	
<i>Odostomia</i> sp1		-	X	X	X	
<i>Schwartziella</i> sp		-	X	-	X	
Polyplacophora		<i>Acanthochitona balesae</i>	X	X	-	-
		<i>Acanthochitona</i> sp1	X	-	-	-
	<i>Acanthochitona</i> sp2	X	X	-	-	
	<i>Ceratozona squalida</i>	X	-	X	-	
	<i>Stenoplax</i> sp	X	-	-	-	

Anexo 7. Lista de moluscos asociados al sustrato presentes en la plataforma rocosa de Playa Paraíso y Las Salinas, en las dos transectas (T1 y T2). X: presencia; -: ausencia.

Clases	Especies	Playa Paraíso		Las Salinas	
		T1	T2	T1	T2
Bivalvia	<i>Carditamera gracilis</i>	X	X	-	-
	<i>Sphenia fragilis</i>	X	-	-	-
	<i>Brachidontes exustus</i>	X	X	X	X
	<i>Musculus lateralis</i>	X	-	-	-
	<i>Lithophaga</i> sp	-	X	-	-
	<i>Isognomon radiatus</i>	X	-	X	-
	<i>Pinctada imbricata</i>	X	-	-	-
	<i>Petricola</i> sp	X	-	-	-
	Gastropoda	<i>Gemophos tinctus</i>	-	-	-
Caecidae 1		X	-	-	-
Caecidae 2		X	X	X	-
Caecidae 3		X	X	-	-
<i>Cerithium lutosum</i>		X	X	X	X
<i>Anachis catenata</i>		-	-	X	-
<i>Anachis cf catenata</i>		-	-	X	-
<i>Mitrella ocellata</i>		-	-	X	X
<i>Rhombinella laevigata</i>		X	X	X	X
<i>Vexillum puella</i>		-	-	X	X
<i>Diodora listeri</i>		-	-	X	X
<i>Fissurella barbadensis</i>		X	-	X	X
<i>Fissurella nimbosa</i>		X	-	X	-
<i>Haminoea</i> sp		-	X	-	-
<i>Alaba incerta</i>		-	X	-	X
<i>Echinolittorina meleagris</i>		X	X	X	X
<i>Lottia antillarum</i>		X	-	X	-
<i>Lottia leucopleura</i>		X	X	-	X
<i>Stramonita haemastoma</i>		X	-	-	X
<i>Stramonita rustica</i>		X	X	X	-
<i>Eulithidium affine</i>		-	-	X	X
<i>Eulithidium tessellatum</i>		X	X	X	X
<i>Miralda abbotti</i>		X	X	-	-
<i>Odostomia</i> sp1		X	X	X	X
<i>Odostomia</i> sp2		-	X	X	-
<i>Alvania</i> sp		X	-	-	-
<i>Tegula lividomaculata</i>		-	-	-	X
Polyplacophora	<i>Acanthochitona</i> sp1	X	-	-	-
	<i>Acanthochitona</i> sp2	X	X	-	-
	<i>Ceratozona squalida</i>	-	X	X	-

Anexo 8. Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis para Playa Paraíso y Las Salinas, entre los porcentajes de cobertura de algas-roca-arena y la prueba U de Mann-Whitney. Los porcentajes fueron transformados con el arcoseno de la raíz cuadrada.

Playa Paraíso			Las Salinas		
H (chi2)	27,46		H (chi2)	36,1	
Hc (tie corrected)	27,69		Hc (tie corrected)	37,31	
p (same)	9,7E-07		p (same)	7,9E-09	

	ALGAS	ROCA	ARENA		ALGAS	ROCA	ARENA
ALGAS		7,1E-06	6,3E-06	ALGAS		6,9E-06	2,2E-06
ROCA	7,1E-06		0,6247	ROCA	6,9E-06		3,4E-06
ARENA	6,3E-06	0,6247		ARENA	2,2E-06	3,4E-06	

Anexo 9. Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis para Playa Paraíso y Las Salinas, entre los porcentajes de cobertura de algas verdes (AV), pardas (AP) y rojas (AR), y la prueba U de Mann-Whitney. Los porcentajes fueron transformados con el arcoseno de la raíz cuadrada.

Playa Paraíso			Las Salinas		
H (chi2)	26,94		H (chi2)	30,88	
Hc (tie corrected)	27,15		Hc (tie corrected)	31,87	
p (same)	1,3E-06		p (same)	1,2E-07	

	AV	AP	AR		AV	AP	AR
AV		0,6129	8,9E-06	AV		7,1E-06	0,0033
AP	0,6129		5,8E-06	AP	7,1E-06		4,5E-06
AR	8,9E-06	5,8E-06		AR	0,0033	4,5E-06	

Anexo 10. Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis entre las densidades de moluscos de las transectas de Playa Paraíso y Las Salinas, y la prueba U de Mann-Whitney.

MACROMOLUSCOS

		H (chi2)	13,73
		Hc (tie corrected)	42,5
		p (same)	3,1E-09

	PT1	PT2	ST1	ST2
PT1		1,6E-05	1,4E-05	4,2E-06
PT2	1,6E-05		1	0,7266
ST1	1,4E-05	1		0,7327
ST2	4,2E-06	0,7266	0,7327	

MOLUSCOS ASOCIADOS A LAS ALGAS

H (chi2) 30,92
Hc (tie corrected) 60,74
p (same) 4,09E-13

	PT1	PT2	ST1	ST2
PT1		4,9E-09	8,25E-10	1,6E-08
PT2	4,9E-09		0,7653	0,7999
ST1	8,25E-10	0,7653		0,5844
ST2	1,6E-08	0,7999	0,5844	

MOLUSCOS ASOCIADOS AL SUSTRATO

H (chi2) 20,07
Hc (tie corrected) 42,82
p (same) 2,7E-09

	PT1	PT2	ST1	ST2
PT1		1,4E-04	6,4E-06	2,7E-09
PT2	1,4E-04		0,5356	0,0292
ST1	6,4E-06	0,5356		0,1103
ST2	2,7E-09	0,0292	0,1103	

Anexo 11. Resultados de la prueba ANOSIM y su prueba a posteriori para el NMDS de los macromoluscos.

Permutation N	9999		PT1	PT2	ST1	ST2
Mean rank within	155,1	PT1		0,0007	0,0006	0,0003
Mean rank between	199,3	PT2	0,0007		0,5552	1
R	0,2337	ST1	0,0006	0,5552		0,7791
p (same)	0,0029	ST2	0,0003	1	0,7791	

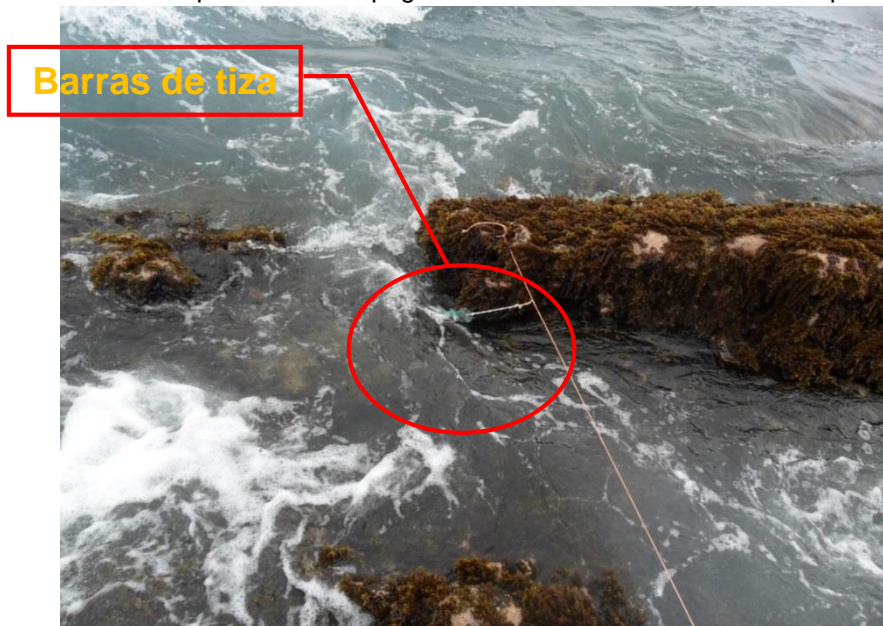
Anexo 12. Resultados de la prueba ANOSIM y su prueba a posteriori para el NMDS de los moluscos asociados a las algas.

Permutation N	9999		PT1	PT2	ST1	ST2
Mean rank within	90,82	PT1		0,0007	0,0006	0,0003
Mean rank between	217,7	PT2	0,0007		0,0006	0,0009
R	0,6713	ST1	0,0006	0,0006		0,1471
p (same)	0,0001	ST2	0,0003	0,0009	0,1471	

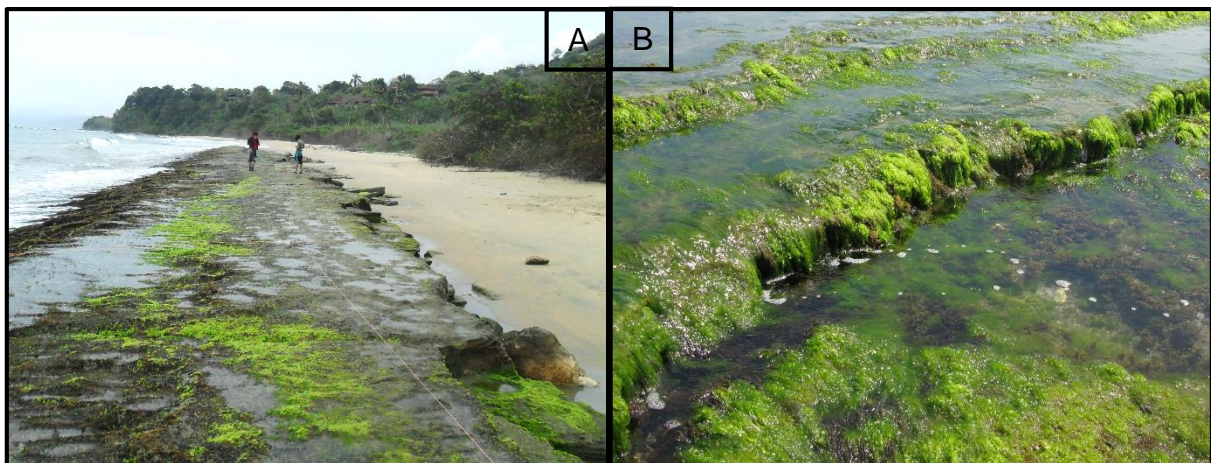
Anexo 13. Resultados de la prueba ANOSIM y su prueba a posteriori para el NMDS de los moluscos asociados al sustrato.

Permutation N	9999	PT1	PT2	ST1	ST2
Mean rank within	90,99	PT1	0,0020	0,0006	0,0006
Mean rank between	217,6	PT2	0,0020	0,0013	0,0009
R	0,6701	ST1	0,0006	0,0013	0,2197
p (same)	0,0001	ST2	0,0006	0,0009	0,2197

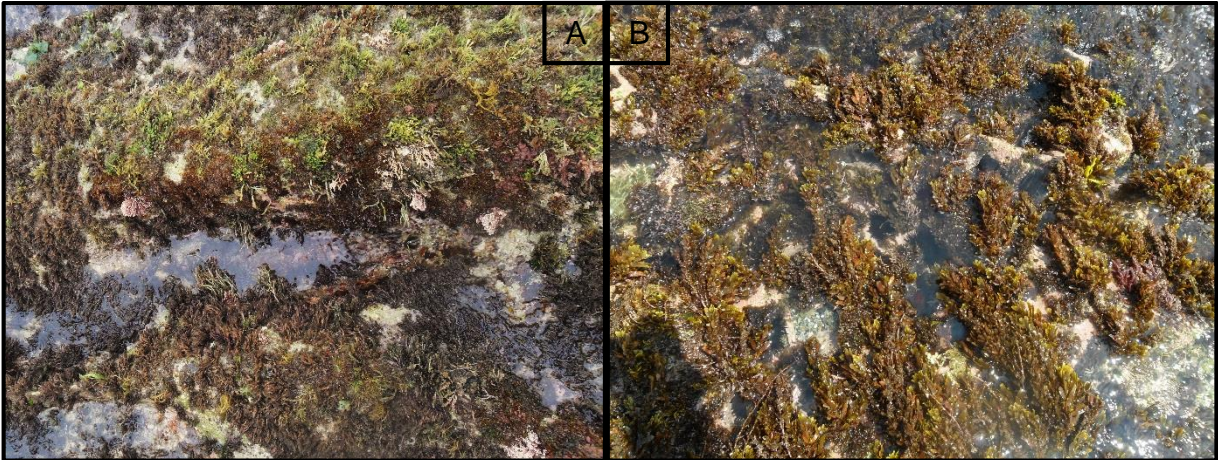
Anexo 14. Ubicación del set de cuatro tizas de la plataforma de Las Salinas en el sector central de la zona de rompiente. Microtopografía causante del alto IDT en este punto.



Anexo 15. Fotos de *Ulva* sp en Playa Paraíso (A) y Las Salinas (B).



Anexo 16. Variedad de especies, formas y tamaños de algas en Playa Paraiso (A) y Las Salinas (B).



Anexo 17. Varas graduadas, cuerda de 0,5 m, y nivel de burbuja usados en la estimación de la inclinación en las plataformas rocosas, mediante el método de nivelación.

