INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

ISSN 0378-7702

Volumen 44, Número 3

Julio - Setiembre 2017
Callao, Perú

PERÚ Ministerio de la Producción

COMUNIDADES BENTÓNICAS DE LOS ECOSISTEMAS DE FONDOS BLANDOS Y DUROS EN EL INTERMAREAL Y SUBMAREAL SOMERO. SITIO PILOTO ISLA LOBOS DE TIERRA, 2014

BENTHONIC COMMUNITIES OF SOFT AND HARD BOTTOM ECOSYSTEMS IN INTERTIDAL AND SHALLOW SUBTIDAL. LOBOS DE TIERRA ISLAND PILOT SITE, 2014

Ruslan Pastor[1] *Arturo Gonzáles* *Fabiola Zavalaga*

RESUMEN

Pastor R, Gonzáles A, Zavalaga F. 2017. *Comunidades bentónicas de los ecosistemas de fondos blandos y duros en el intermareal y submareal somero. Sitio piloto isla Lobos de Tierra, 2014. Inf Inst Mar Perú. 44(3): 385-408.-* Entre febrero y marzo 2014, se efectuaron evaluaciones en el Sitio piloto isla Lobos de Tierra, en el que se delimitaron 4 sectores en dos frentes: a) frente expuesto de la isla (S1 y S2) y b) frente protegido de la isla (S3 y S4). Se aplicó el diseño de muestreo estratificado considerando estratos de zonación para el intermareal y estratos cada cinco metros de profundidad para el submareal somero. Se establecieron de tres a nueve estaciones de muestreo por cada sector, localizadas con un GPS y el programa Datum Provisional WGS84. El esfuerzo total de muestreo fue 310 cuadrantes-réplicas. Por cuadrante se recolectó toda la fauna macrobentónica con técnicas de buceo semiautónomo en el submareal y recorridos de playa en el intermareal. Se comparó riqueza observada en cada sector con riqueza esperada utilizando estimadores no paramétricos. Se aplicaron ANOVAs basados en permutaciones. Se determinaron índices de Shannon (H) y dominancia de Simpson (D) por muestra y valores promedios por estrato por sector. Se efectuó el análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS). Para caracterizar hábitats a nivel de estratos por sector, se usaron matrices de similitud de Bray-Curtis. Se identificaron 170 taxa en el intermareal y 309 en el submareal somero. Con los estimadores no paramétricos se determinaron valores de riqueza cercanos a lo observado en los sectores S3 y S4 donde las curvas de acumulación de especies tuvieron comportamiento asintótico. El bajo número de especies singletons ratificó la eficiencia de la metodología de muestreo. Valores altos de riqueza y diversidad se presentaron en el infralitoral del intermareal y entre los estratos 3 y 4 (10 – 20 m) del submareal. Los porcentajes de especies abundantes y muy abundantes solo fueron altos en los sectores S1 y S2, ratificándolos como áreas con distribución más homogénea en términos de abundancia. En el intermareal no existen diferencias significativas entre los sectores de sustrato duro y blando (<0,050) pero sí en el submareal somero (ANOVA). Considerando efectos entre sectores por estrato y entre estratos por sector, se encontraron diferencias significativas en los sectores de sustrato arenoso y rocoso a nivel del medio e infralitoral y entre los estratos de mayor profundidad (10 y 20 m) (Permanova). Se corroboraron diferencias en la estructura de comunidades en función del sector y del estrato con el ordenador multidimensional (NMDS) en escala 2D, reflejándose alejamiento entre las comunidades de los estratos del supra, medio e infralitoral y, de los estratos ubicados entre 0 - 10 m y 10 - 20 m. El frente protegido de la isla, en el extremo norte tiene extensas playas de arena y conchuela con perfiles poco pronunciados, en el extremo sur se encontraron pequeños acantilados proyectados hacia el mar con plataformas y bloques rocosos. El frente expuesto, en los extremos norte y sur, está conformado por acantilados con plataformas y bloques rocosos, los que en el submareal estuvieron cubiertos por parches de canto rodado y guijarro en los dos primeros estratos. Las principales agregaciones de estructuradores en el intermareal, estuvieron conformadas por la macroalga verde *Caulerpa filiformis* Hering, 1841; macroalgas rojas *Ahnfeltiopsis* sp., *Corallina officinalis* Linnaeus, 1758, *Rhodymenia* sp., especies no identificadas del grupo Rhodophyta; macroalgas pardas *Colpomenia* sp., *Eisenia cokeri* Howe, 1914; mitílidos *Semimytilus algosus* (Gould, 1850), *Perumytilus purpuratus* (Lamarck, 1819); cirrípedos *Jehlius cirratus* (Darwin, 1854), *Notochthamalus scabrosus* (Darwin, 1854), y los poliquetos Cirratulidae, Spionidae, Orbiniidae y *Nephtys impressa* Baird, 1873. En el submareal la macroalga verde *C. filiformis*; macroalgas rojas *Chondracanthus* sp., *Gracilaria* sp., *Ahnfeltiopsis* sp., *Rhodymenia* sp.; macroalga parda *E. cokeri*; cirrípedos *Austromegabalanus* sp., *Balanus laevis* Bruguière, 1789; tunicados *Pyura chilensis* Molina, 1782; poliquetos *Diopatra* sp., *Nereis* sp., Terebellidae, Hesionidae, Eunicidae, Cirratulidae, Spionidae, Serpulidae, Lumbrineridae y Syllidae. En el extremo norte del frente expuesto de la isla, entre los 5 y 20 m destacó la presencia de gorgónidos.

Palabras clave: Comunidades bentónicas, sitio piloto isla Lobos de Tierra

1 Dirección General de Investigaciones en recursos demersales y litorales. Área de investigaciones en biodiversidad. rpastor@imarpe.gob.pe

ABSTRACT

Pastor R, Gonzáles A, Zavalaga F. 2017.Benthonic communities of soft and hard bottom ecosystems in intertidal and shallow subtidal. Lobos de Tierra Island Pilot site, 2014. Inf Inst Mar Peru. 44(3): 385-408.- Between February and March 2014, evaluations were carried out at the Lobos de Tierra Island pilot site, where four sectors were delimited on two fronts: (a) the exposed front of the island (S1 and S2) and (b) the protected island front (S3 and S4). The stratified sampling design was applied considering strata of zonation for the intertidal and strata every five meters of depth for the shallow subtidal. Three to nine sampling stations were established for each sector, georeferenced with a GPS and the Provisional Datum WGS84. The total sampling effort was 310 quadrant-replicates. All the macrobenthic fauna was collected per quadrant with techniques of semi-autonomous diving in the subtidal and beach trips in the intertidal. We compared observed richness in each sector with expected richness using non-parametric estimators. ANOVAs based on permutations were applied. Shannon (H) and Simpson (D) indexes were determined per sample and mean values were determined by stratum by sector. Non-metric multidimensional scaling (NMDS). Bray-Curtis similarity matrices were used to characterize habitats at the strata level by sector. We identified 170 taxa in the intertidal and 309 in the shallow subtidal. With the non-parametric estimators we determined values of richness close to what was observed in sectors S3 and S4 where the curves of accumulation of species had asymptotic behavior. The low number of singleton species confirmed the efficiency of the sampling methodology. High values of richness and diversity were presented in the infralitoral of the intertidal and between strata 3 and 4 (10-20 m) of the subtidal. The percentages of abundant and highly abundant species were only high in sectors S1 and S2, ratifying them as areas with more homogeneous distribution in terms of abundance. In the intertidal there are no significant differences between the hard and soft substrate sectors (<0.050) but in the shallow subtidal (ANOVA). Considering the effects between sectors by stratum and between strata by sector, significant differences were found in the sandy and rocky substrate sectors at the middle and infralittoral level and between the strata of greater depth (10 and 20 m) (Permanova). Differences in the structure of communities according to the sector and of the stratum with the multidimensional computer (NMDS) in 2D scale were corroborated, reflecting the distance between the communities of the supra, middle and infralittoral strata, and strata between 0-10 m and 10-20 m. The protected front of the island, at the north end has extensive sandy beaches and broken shells with little pronounced profiles, at the south end were small cliffs projected towards the sea with platforms and rocky blocks were found. The exposed front, at the north and south ends, is formed by cliffs with platforms and rocky blocks, which in the subtidal were covered by patches of boulder and pebble in the first two strata. The main aggregates of structurers in the intertidal were composed of green macroalgaes *Caulerpa filiformis* Hering, 1841; red macroalgaes *Ahnfeltiopsis* sp., *Corallina officinalis* Linnaeus, 1758, *Rhodymenia* sp., unidentified species of the Rhodophyta group; macroalgae brown *Colpomenia* sp., *Eisenia cokeri* Howe, 1914; mussels *Semimytilus algosus* (Gould, 1850), *Perumytilus purpuratus* (Lamarck, 1819); cirripids *Jehlius cirratus* (Darwin, 1854), *Notochthamalus scabrosus* (Darwin, 1854) and the polychaetes Cirratulidae, Spionidae, Orbiniidae and *Nephtys imprinted* Baird, 1873. In the subtidal area the green macroalgae C. *filiformis*; red macroalgae *Chondracanthus* sp., *Gracilaria* sp., *Ahnfeltiopsis* sp., *Rhodymenia* sp.; brown algae *E. cokeri*; cirripids *Austromegabalanus* sp., *Balanus laevis* Bruguière, 1789; tunicates *Pyura chilensis* Molina, 1782; Polychaetes *Diopatra* sp., *Nereis* sp., Terebellidae, Hesionidae, Eunicidae, Cirratulidae, Spionidae, Serpulidae, Lumbrineridae and Syllidae. At the northern end of the exposed front of the island, between 5 and 20 m stood out the presence of gorgonids.

Keywords: Benthic ecosystem, Lobos de Tierra Island Pilot site

1. INTRODUCCIÓN

En el Perú se designó como Sitio Piloto a la isla Lobos de Tierra, que constituye un sistema importante por su diversidad biológica y se encuentra entre la Corriente Ecuatorial y el mar frío de la Corriente Peruana o de Humboldt, generando características físicas que permiten asegurar la continuidad del ciclo biológico de las especies que en ellas habitan.

La importancia ecológica de la isla radica en las características especiales de flora y fauna que incluyen organismos estructuradores; presentando gran variedad de biotopos y extensas praderas de macroalgas y, constituyendo áreas de alimentación, reproducción y refugio para diferentes especies como lobos marinos y de aves, peces e invertebrados.

El área se caracteriza geomorfológicamente por presentar dos ambientes definidos por tipo y configuración del sustrato: Frente protegido que en el extremo norte tiene extensas playas de arena y conchuela con perfiles poco pronunciados y en el extremo sur pequeños acantilados proyectados hacia el mar con plataformas y bloques rocosos y el Frente expuesto que en ambos extremos está conformado por acantilados con plataformas y bloques rocosos, los que en el submareal estuvieron cubiertos por parches de canto rodado y guijarro en los dos primeros estratos de profundidad. El objetivo de esta evaluación fue obtener información sobre la distribución de los principales biotopos y estructura de las comunidades en el ambiente intermareal y submareal somero el mismo que podrá ser comparado en siguientes evaluaciones.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

Entre febrero y marzo 2014 se efectuó la evaluación que comprendió el ámbito marino costero del sitio piloto isla Lobos de Tierra e incluyó el intermareal y submareal somero hasta 20 m de profundidad. Se identificaron y delimitaron cuatro sectores: S1 extremo norte del frente expuesto (6°22'S – 80°50'W y 6°24'S – 80°51'W); S2 extremo sur del frente expuesto (6°24'S – 80°51'W y 6°26'S – 80°52'W); S3 extremo norte del frente protegido (6°22'S – 80°50'W y 6°25'S – 80°51'W); S4 extremo sur del frente protegido (6°26'S – 80°50'W y 6°28'S – 80°50'W) (Tabla 1, Fig. 1).

La ubicación de las estaciones se realizó previa revisión de la información de batimetría, inventariar las especies y determinar las principales asociaciones de estructuradores. En las zonas donde la información no fue suficiente, se realizó un levantamiento batimétrico utilizando la ecosonda Garmin Modelo GPSMap. El número de estaciones por sector se estableció de acuerdo al tipo y extensión del sustrato considerando tres tipos de fondos: sustratos blando, duro y mixto (Tabla 2). En cada uno de los sectores se colectaron muestras biológicas y se describieron los principales hábitats de los ecosistemas de fondos blandos y duros del intermareal y submareal somero (Fig. 2).

Diseño y técnica de muestreo

Se aplicó un diseño de muestreo estratificado, estableciéndose 16 estaciones de muestreo en los cuatro sectores distribuidos en el intermareal y submareal somero (Tabla 2) dependiendo de la extensión latitudinal, presencia de los tipos de sustrato (blando, duro y mixto) y la accesibilidad. Las estaciones se localizaron geográficamente con un GPS y el programa Datum Provisional WGS84.

Se utilizó la misma metodología de muestreo y análisis de la información que la descrita y explicada en este mismo volumen (Pastor *et al*. 2017).

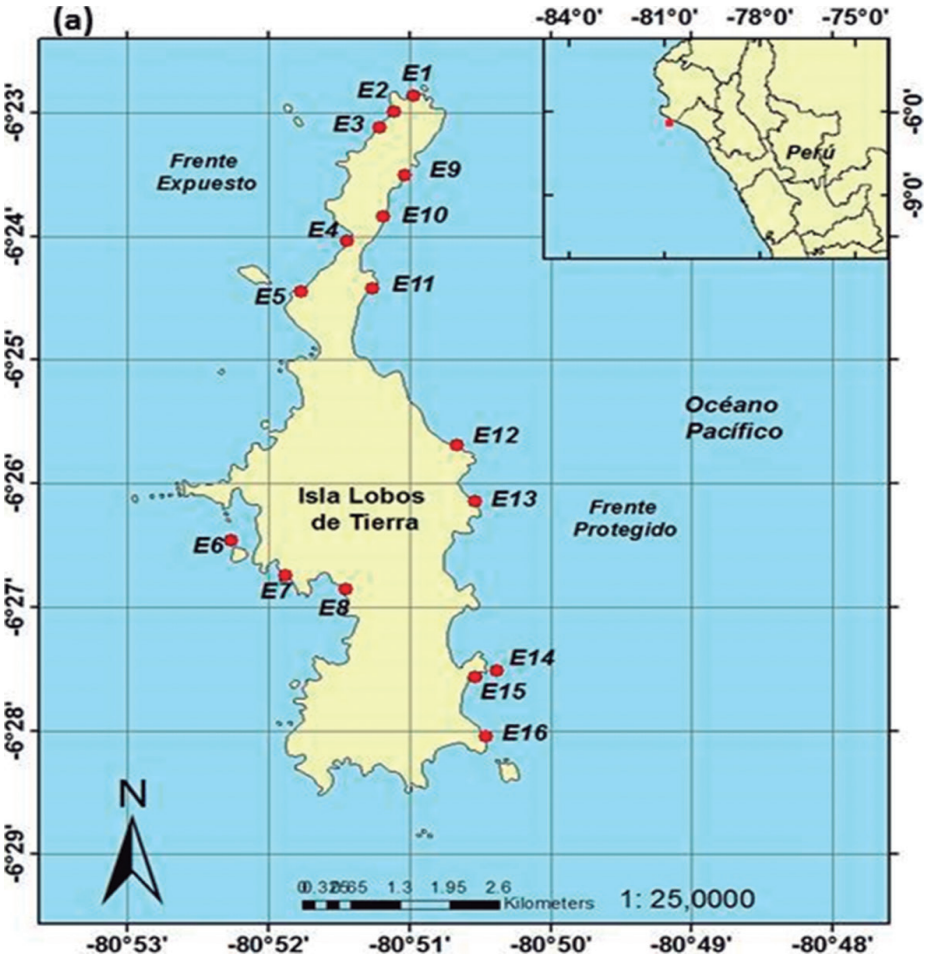

Figura 1.- Mapa de distribución de las estaciones de muestreo. Isla Lobos de Tierra. Febrero-marzo 2014

Tabla 1.- Coordenadas geográficas de estación. Isla Lobos de Tierra. Febrero – marzo 2014

Estación	Coordenadas geográficas	Estación	Coordenadas geográficas
E1	6°22′51,7″S - 80°50′58,5″W	E9	6°23′30,1″S – 80°51′2,1″W
E2	6°22′59,5″S - 80°51′6,4″W	E10	6°23′50,1′S – 80°51′11,2″W
E3	6°22′0,01″S - 80°51′17,6″W	E11	6°24′25,2″S – 80°51′15,8″W
E4	6°24′1,9″S - 80°51′26,8″W	E12	6°25′41,3″S – 80°50′39,8″W
E5	6°24′26,6″S - 80°51′46,1″W	E13	6°26′8,8″S – 80°50′32,2″W
E6	6°26′27,6″S - 80°52′16,1″W	E14	6°27′33,9″S – 80°50′32,1″W
E7	6°26′44,5″S - 80°51′53,1″W	E15	6°27′31,0″S – 80°50′22,5″W
E8	6°26′51,4″S - 80°51′27,0″W	E16	6°28′3,1″S – 80°50′27,7″W

Tabla 2.- Número de estaciones de muestreo por sector y tipo de sustrato en el sitio piloto isla Lobos de Tierra. Febrero – marzo 2014

Sector		Biotopo	Observaciones	Estaciones
S1	Frente expuesto: norte de isla	Sustrato duro-mixto	Intermareal y submareal somero rocoso pedregoso y pequeños acantilados; poca accesibilidad por tierra	3
		Sustrato blando	Intermareal y submareal somero arenoso de fácil accesibilidad	2
S2	Frente expuesto: sur de la isla	Sustrato duro	Intermareal y submareal somero con pequeños acantilados y playas pedregosas de poca accesibilidad	3
S3	Frente protegido: norte de la isla	Sustrato blando	Intermareal y submareal somero arenoso o de fácil accesibilidad y de pendiente muy suave	3
S4	Frente protegido: sur de la isla	Sustrato duro	Intermareal y submareal somero pedregoso con bloques rocosos; fácil acceso	2
		Sustrato blando	Intermareal rocoso y submareal somero arenoso con pequeños tramos de guijarro y pedregones	3
Número total de estaciones				16

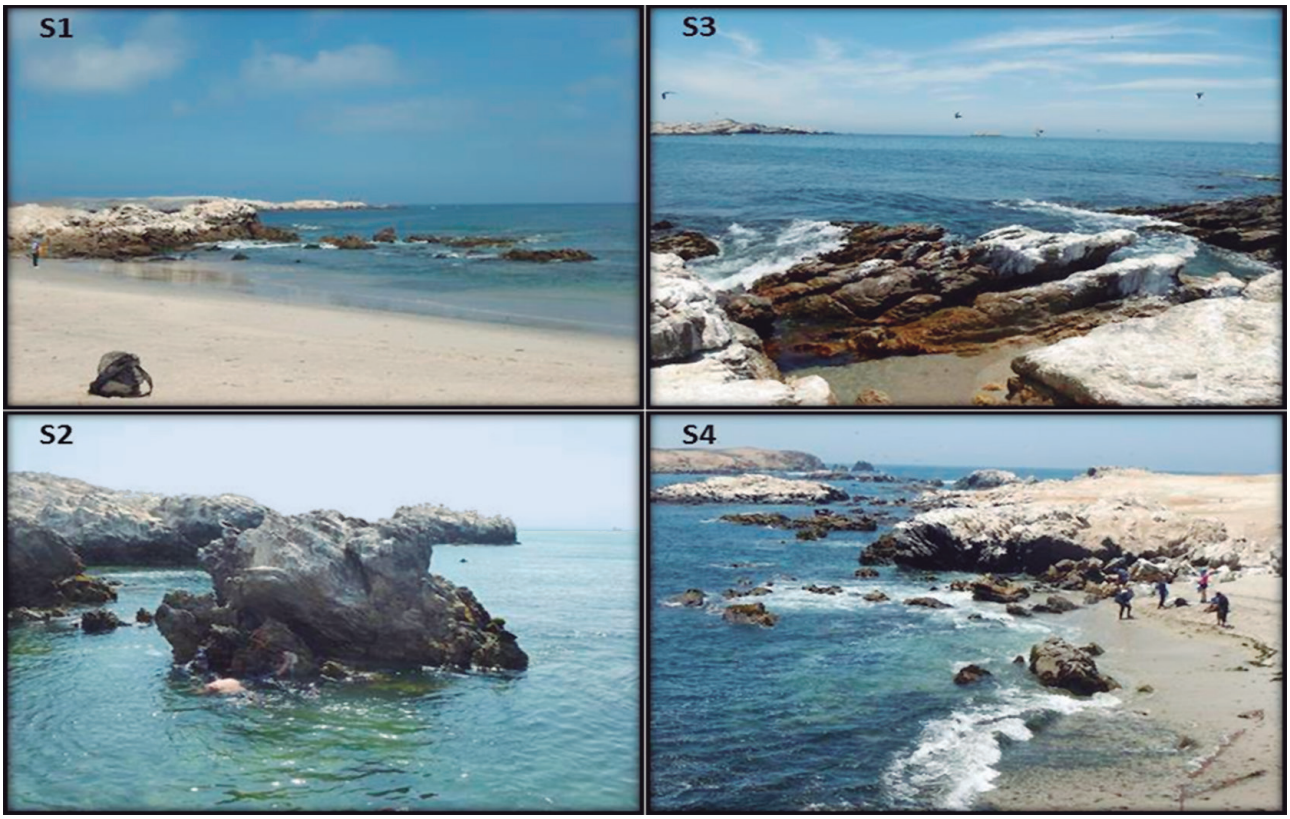

Figura 2.- Sectores S1 (norte) y S2 (sur) del frente expuesto y S3 (norte) y S4 (sur) del frente protegido. Sitio piloto isla Lobos de Tierra. Febrero – marzo 2014

3. RESULTADOS

Ambiente Intermareal

Se encontraron ambientes heterogéneos, destacando en el lado expuesto pequeños acantilados rocosos (S1 y S2) y en el lado protegido plataformas rocosas alternadas con bloques rocosos, guijarros, canto rodado y playas de arena con conchuela (S3 y S4).

Los principales grupos con especies estructuradoras fueron las macroalgas pardas *Eisenia cokeri* Howe, 1914 y *Colpomenia* sp., los cirrípedos *Jehlius cirratus (*Darwin, 1854) y *Notochthamalus scabrosus* (Darwin, 1854), los mitílidos *Perumytilus purpuratus* (Lamarck, 1819) y *Semimytilus algosus* (Gould, 1850), las algas rojas *Ahnfeltiopsis* sp., *Rhodymenia* sp., *Corallina officinalis* Linnaeus, 1758 y el alga verde *Caulerpa filiformis* Hering, 1841.

Estimaciones de riqueza y Curvas de acumulación

En la Tabla 3 se da a conocer, por sector, el número de individuos y especies observadas y estimadas (Chao 1, 2; Jacknife 1 y 2) además del número de especies únicas (taxa encontrada solo en una muestra), duplicadas (taxa encontrada solo en dos muestras), singletons (taxa representada por un sólo individuo) y doubletons (taxa representada por dos individuos).

La interpretación del número de especies singletons (bajo el supuesto de que cuantas más especies raras existan, mayor será el número de especies que restan para ser muestreadas) permite asumir que en los sectores del lado expuesto las comunidades pueden presentar una riqueza más alta si se compara con lo registrado en los sectores del frente protegido.

Los altos porcentajes observados en los sectores S3 y S4 permitieron determinar la eficiencia en el muestreo, a excepción de lo ocurrido en S2, en el que la eficiencia disminuye hasta el 40%.

En la mayoría de sectores el valor más alto de taxa estimadas fue generado por Jacknife 2, mientras que el más bajo por el estimador Chao 1.

Los resultados del análisis permiten determinar que para alcanzar la curva asintótica, faltaría identificar un mayor número de taxa en cada uno de los sectores.

Las curvas de acumulación de taxa estimados (Fig. 6) se calcularon combinando todas las muestras obtenidas del macrobentos en cada uno de los sectores.

En los sectores analizados la curva de acumulación de taxa no alcanzó la proyección asintótica (Fig. 6) por lo que se presume que el número de taxa aumentará con el incremento del muestreo debido a que se habría muestreado menos del 50% de lo esperado. En los sectores S3 y S4 se observó cierta tendencia asintótica además de estimar el número más bajo de especies singletons en estos sectores.

Diversidad y riqueza de especies

El promedio de la riqueza de especies por sector y sus coeficientes de desviación se dan en la Tabla 4.

Tabla 3.- Intermareal: Número de especies únicas, duplicadas, singletons y doubletons. Riqueza de taxa observada y esperada en función a los estimadores Chao1, Chao2, Jacknife1 y Jacknife2. Isla Lobos de Tierra. Febrero- marzo 2014

Categorías	Riqueza de especies observadas y estimadas por sector – Sp Únicas, Duplicadas, Singletons y Doubletons			
	S1	S2	S3	S4
Individuos	2.903	2.608	4.396	5.947
Observadas	89	58	35	107
Chao 1	119±-16	81±-14	50±-12	140±-17
Chao 2	190±-45	146±-45	56±-13	139±-13
Jacknife 1	133	91	52	146
Jacknife 2	166	116	61	161
% spp. Inventariadas	47	40	57	66
Sp .Únicas	33	25	10	15
Sp. Duplicadas	44	33	17	39
Sp. Singletons	71	65	6	6
Sp. Doubletons	30	23	15	15

Frente expuesto, sustrato duro.- En **S1** el promedio de la riqueza por estrato de zonación fue mayor. En el infralitoral se registró la diversidad H' más alta; los porcentajes de especies abundantes (N1) y muy abundantes (N2) fueron bajos determinando que una o dos especies dominaron la comunidad. En **S2** la diversidad más alta se presentó en el medio e infralitoral, los porcentajes de especies abundantes y muy abundantes fueron altos, determinando que varias especies presentaran abundancias casi similares (Tabla 5).

Frente protegido.- En el sustrato blando del **S3**, los valores de diversidad fueron bajos en los estratos de acarreo, secado y resurgencia. Los porcentajes de especies abundantes (N1) y muy abundantes (N2) fueron altos determinando que más de dos especies fueron dominantes. En el estrato de resurgencia la diversidad y la presencia de especies abundantes y muy abundantes fueron bajas. En la orilla de sustrato duro del S4, la diversidad más alta se encontró en el infralitoral y los bajos porcentajes de N1 y N2 determinaron que pocas especies dominaron en la comunidad, lo que eventualmente podría generar cambios en su composición (Tabla 6).

Aplicando el test de Kruskal-Wallis (basado en los valores de diversidad H' y riqueza S) que se obtuvo en las orillas de sustrato duro (S1, S2 y S4) se determinó que no existían diferencias significativas en los valores de diversidad (p= 0,4438) y riqueza (p= 0,9291) (Fig. 7).

Una prueba *a posteriori* de comparación entre medianas, señaló la existencia de un solo grupo, en que el 50% de los valores de diversidad osciló entre 0,05 y 2,80 bits/ind y riqueza entre 2 y 13 taxa (Fig. 7).

Tabla 4.- Índices de diversidad en el intermareal. Isla Lobos de Tierra. Febrero-marzo 2014

Sector	Promedio de especies	Coeficiente de desviación
S1	7 ± 5,41	10,82%
S2	7 ± 5,62	11,24%
S3	3 ± 1,76	3,51%
S4	8 ± 6,49	12,98%

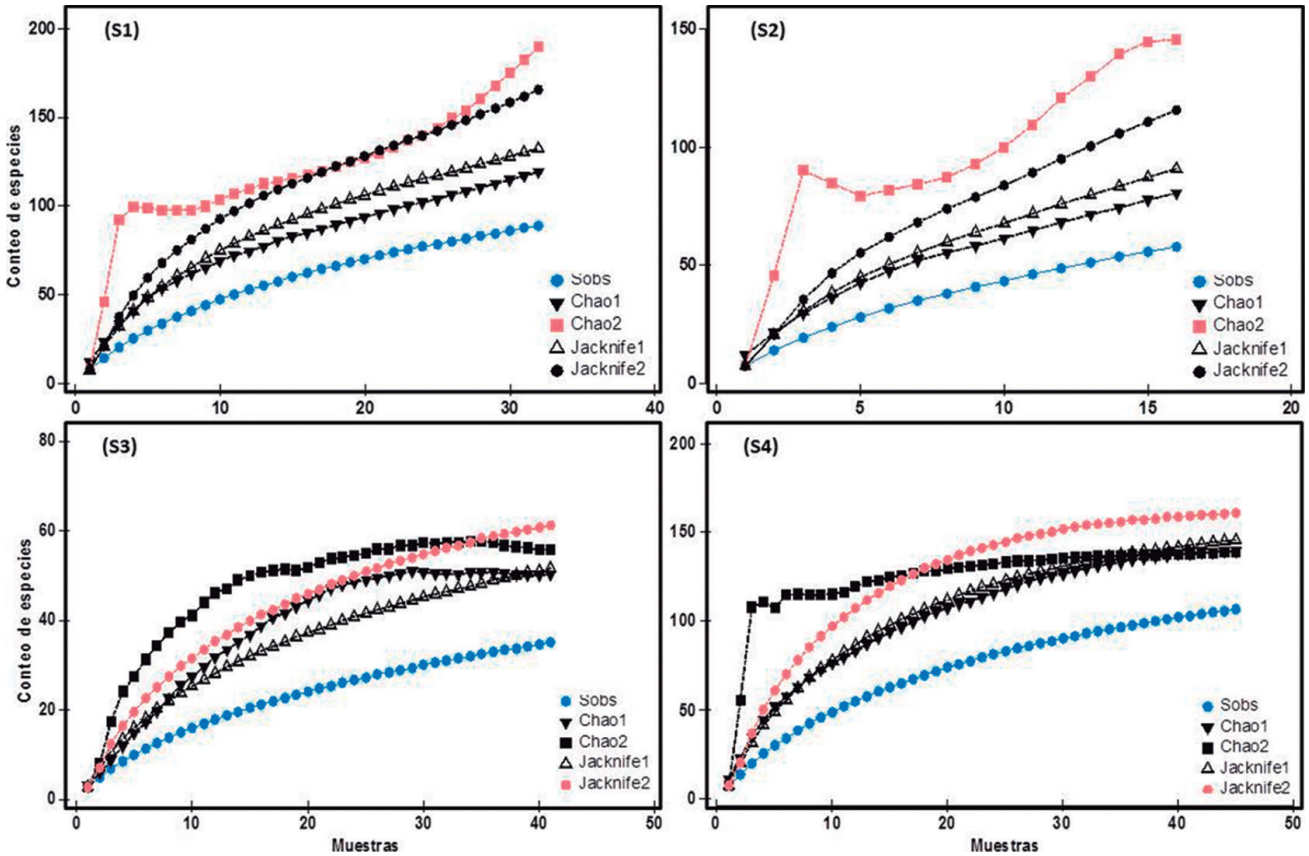

Figura 6.- Intermareal. Curva de acumulación de taxa. En el eje "x" se presenta el esfuerzo de muestreo (muestras) y en el eje "y" la representación del número de especies (conteo de especies) estimadas en los sectores S1, S2, S3 y S4. Sobs= especies observadas. Isla Lobos de Tierra. Febrero – marzo 2014

Tabla 5.- Índices de diversidad: riqueza de especies (S), diversidad (H´), uniformidad (J´) y predominio (λ, N1 y N2) por estratos de zonación en la orilla de sustrato duro del frente expuesto. Isla Lobos de Tierra. Febrero-marzo 2014

Índice de diversidad	Sustrato duro (S1 norte)			Sustrato duro (S2 sur)		
	Supra	Medio	Infra	Supra	Medio	Infra
Especies (S)	3	46	64	5	39	27
Individuos (N)	160	55	70	212	115	30
Uniformidad (J')	0,20	0,64	0,73	0,20	0,59	0,82
Diversidad (H')	0,32	3,53	4,37	0,47	3,13	3,91
Predominio (λ)	0,91	0,15	0,08	0,84	0,22	0,09
Hill (N1)	1,21 (40,3%)	11,53 (25,1%)	20,62 (32,2%)	1,38 (27,7%)	8,76 (22,5%)	15,05 (55,8%)
Hill (N2)	1,10 (36,8%)	6,51 (14,2%)	12,02 (18,8%)	1,20 (23,9%)	4,52 (11,6%)	10,98 (40,7%)

Tabla 6.- Índices de diversidad: riqueza de especies (S), diversidad (H´), uniformidad (J´) y predominio (λ, N1 y N2) por estratos de zonación en la orilla de sustrato blando y duro del frente protegido. Isla Lobos de Tierra. Febrero – marzo 2014

Índice de diversidad	Sustrato blando (S3 norte)					Sustrato duro (S4 sur)		
	Acarreo	Secado	Retención	Resurgencia	Saturación	Supra	Medio	Infra
Especies (S)	6	9	10	12	23	8	43	93
Individuos (N)	78	13	5	306	145	127	142	132
Uniformidad (J')	0,32	0,37	0,81	0,19	0,46	0,20	0,39	0,53
Diversidad (H')	0,83	1,18	2,68	0,68	2,10	0,61	2,12	3,46
Predominio (λ)	0,71	0,66	0,21	0,80	0,33	0,83	0,49	0,21
Hill (N1)	1,77 (29,6%)	2,27 (25,2%)	6,42 (64,21%)	1,60 (13,4%)	4,30 (18,7%)	1,52 (19,1%)	4,34 (10,1%)	10,99 (11,8%)
Hill (N2)	1,41 (23,6%)	1,50 (16,8%)	4,84 (48,5%)	1,26 (10,5%)	3,01 (13,1%)	1,20 (15,1%)	2,03 (4,7%)	4,65 (5,0%)

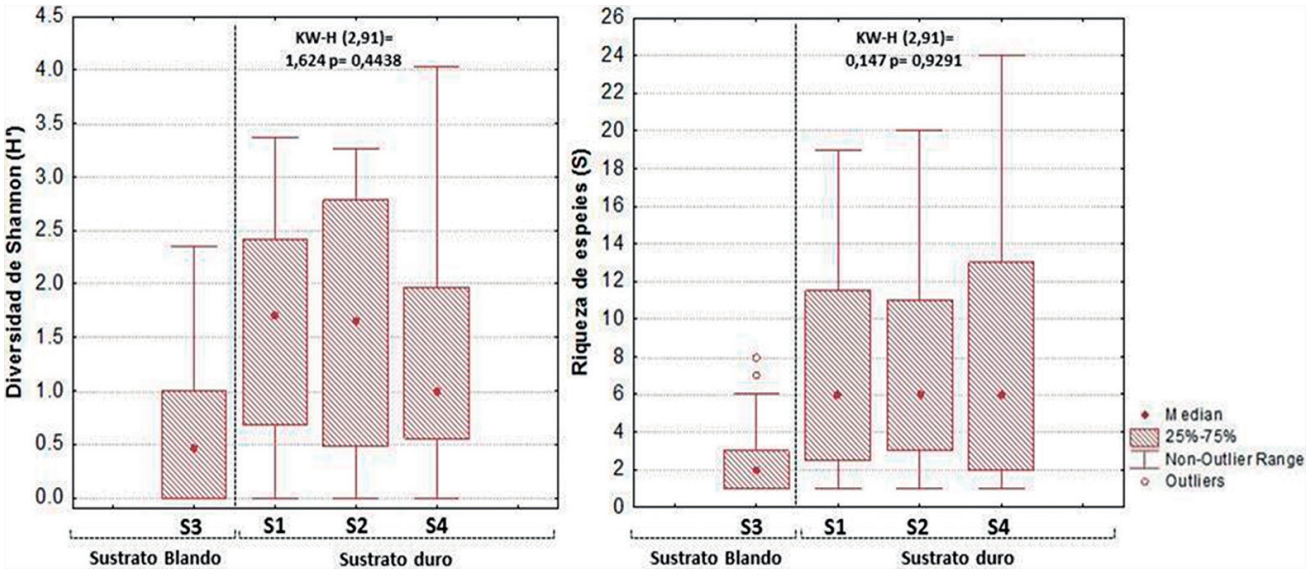

Figura 7.- Valores medios, mediana y extremos de los test Kruskal-Wallis aplicados sobre los índices de diversidad (H') y riqueza (S) entre los sectores de orillas de sustrato duro del intermareal. Isla Lobos de Tierra. Febrero-marzo 2014

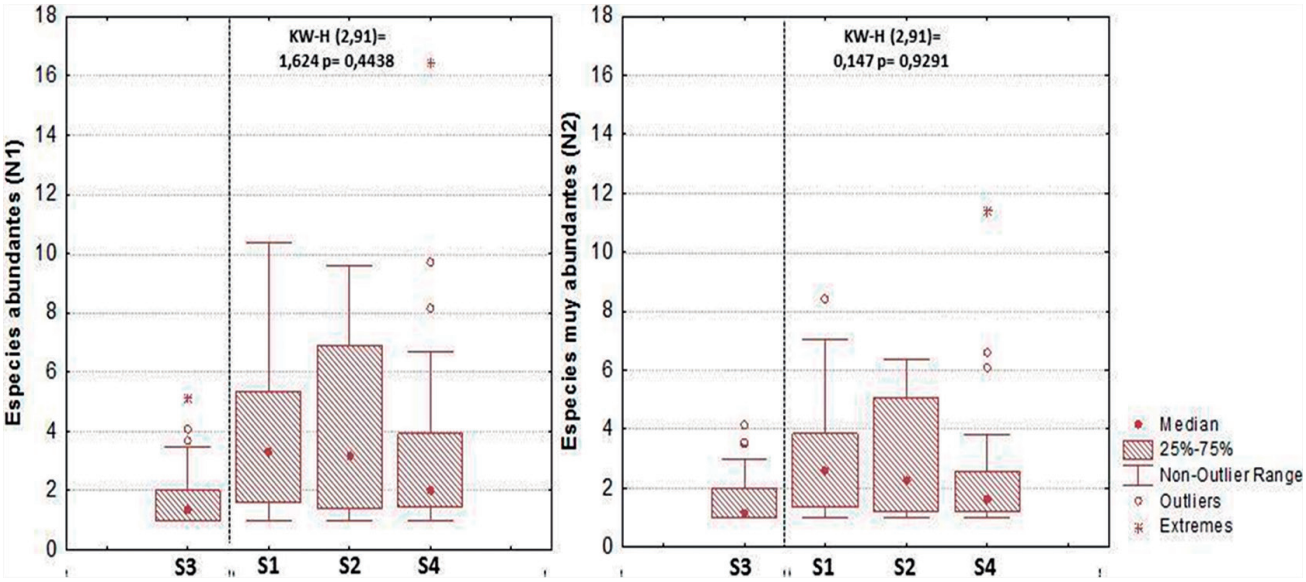

Figura 8.- Valores medios, mediana y extremos de los test Kruskal-Wallis aplicados sobre los índices de especies abundantes (N1) y especies muy abundantes (N2) entre los sectores de orillas de sustrato duro del intermareal. Isla Lobos de Tierra. Febrero-marzo 2014

Tabla 7.- Resultados del análisis Permanova (10 mil permutaciones) de los efectos del estrato de zonación por sector sobre la estructura de la comunidad bentónica determinada por la abundancia. Isla Lobos de Tierra. Febrero – marzo 2014

Factor: Estrato/sector	ANOVAs basado en permutaciones: 10000 (p-valor) Similitud Bray Curtis		
Sustrato duro	Supra	Medio	Infra
S1 –S2	0,5504	0,5018	0,0741
S1 – S4	0,3245	0,0213	0,0225
S2 – S4	0,1610	0,2139	0,0351

Este mismo análisis aplicado en las matrices de especies abundantes (N1) y especies muy abundantes (N2) determinó que no existían diferencias significativas (p= 0,4438 y p= 0,9291) entre los tres sectores antes mencionados (Fig. 8).

No se aplicó el test de Kruskal-Wallis en las orillas de sustrato blando porque solo el sector S3 estuvo representado por extensiones de arena, pero se observó que el 50% de sus valores oscilaron entre 0,01 y 1,00 bits/ind. y entre 1 y 3 taxa por muestra analizada (Figs. 7, 8).

Considerando los efectos entre sectores por estrato de zonación, el análisis Permanova indicó que no existen diferencias significativas entre algunos sectores (Tabla 7). No se observó cambios en la composición ni en la estructura comunitaria de las orillas de sustrato duro de los sectores S1 y S2 y, entre S2 y S4 tampoco hubo cambios importantes en su composición, sobre todo comparando el supra y mediolitoral. En los sectores S1 y S4 sí hubo diferencias significativas entre el medio e infralitoral.

El resultado del análisis NMDS mostró un claro alejamiento de las estaciones de los sectores de sustrato blando y de sustrato duro. En este mismo análisis, sobre el eje 1 a la izquierda de la figura 9a, se juntan las estaciones de los sectores S1, S2 y S4 (orillas de sustrato duro), mientras que a la derecha de la misma figura están las estaciones del sector S3 (orillas de sustrato blando).

El análisis NMDS permitió definir que las comunidades bentónicas de los estratos supra, medio e infralitoral tienden a separarse, demostrando que la estructura de sus comunidades es diferente (Fig. 9b). En las orillas arenosas, se observó un comportamiento similar; las mayores diferencias parecen estar definidas por los estratos de acarreo y secado que conforman un grupo distante de los estratos de resurgencia y saturación. Consecuentemente el eje 1 podría representar la variación por estrato de zonación de las comunidades bentónicas de ambas orillas, separando claramente las comunidades más someras de las profundas (Fig. 9b).

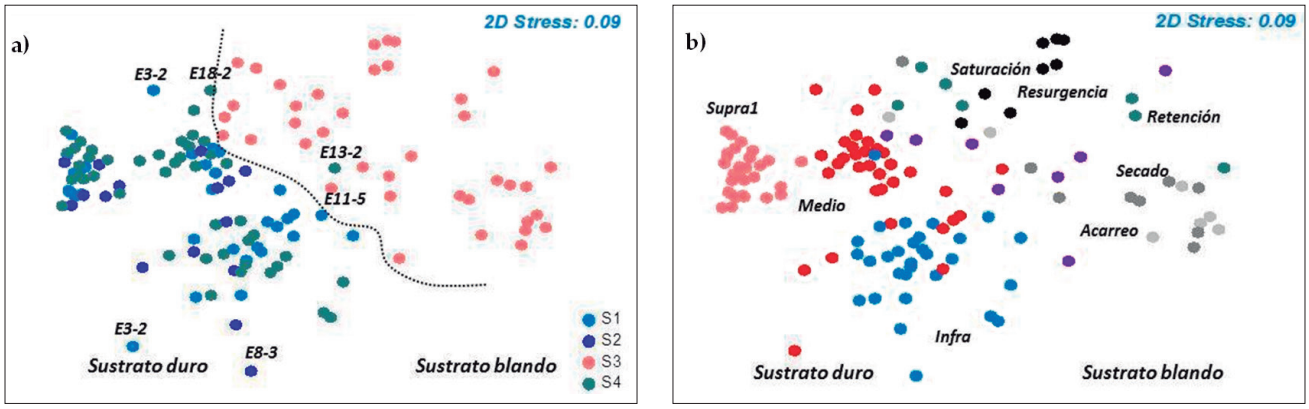

Figura 9.- Análisis multivariante NMDS. Representación de las estaciones de muestreo de los sectores por tipo de sustrato (a) y estratos de zonación por sector y tipo de sustrato (b). Isla Lobos de Tierra. Febrero – marzo 2014

El análisis Permanova, considerando los efectos entre estratos de zonación por sector y estratos del sustrato blando, determinó que existen diferencias significativas entre la mayoría de ellos, excepto entre los de acarreo con secado y de retención con saturación del sector S3 (p-valor >0,0500) (Tabla 8). En las orillas de sustrato duro, las diferencias fueron altamente significativas entre todos los estratos (p= <0,0500).

Patrones de riqueza de especies y abundancia de macroinvertebrados

Las variables riqueza de especies y abundancia por grupo taxonómico fueron transformadas en base Log (X+1), considerando rangos entre 0,01 y 2,00 dentro del análisis (Fig. 10).

Tabla 8.- Resultados del análisis Permanova (10 mil permutaciones) de los efectos del sector por estrato de zonación, sobre la estructura de la comunidad bentónica determinada por la abundancia. Isla Lobos de Tierra. Febrero – marzo 2014

Factor: Sector/Estrato	ANOVAs basado en permutaciones: 10000 (p-valor) Similitud Bray Curtis		
Sustrato blando		**S3**	
Acarreo - Secado		0,5405	
Acarreo - Retención		0,0308	
Secado - Retención		0,0083	
Acarreo - Resurgencia		0,0004	
Acarreo - Saturación		0,0045	
Secado - Resurgencia		0,0003	
Secado - Saturación		0,0004	
Retención - Resurgencia		0,0003	
Retención - Saturación		0,0602	
Resurgencia - Saturación		0,0002	
Sustrato duro	**S1**	**S2**	**S4**
Supra - Medio	0,0001	0,0020	0,0001
Supra - Infra	0,0001	0,0037	0,0001
Medio - Infra	0,000	0,0207	0,0002

Riqueza de especies.- Se identificaron 170 taxa distribuidos a lo largo de la isla Lobos de Tierra. Por sector los taxa identificados fueron: S1 (89 taxa), S2 (58), S3 (35) y S4 (107). Los moluscos estuvieron más representados en términos de riqueza en los sectores S2 (37,9%) y S4 (35,4%). Los artrópodos fueron más representativos en los sectores S1 (30,0%) y S3 (47,2%).

En las orillas de sustrato duro el mayor número de Phyla se presentó en los sectores S4 (12), S1 (10) y S2 (9) (Fig. 10).

Abundancia.- Los moluscos destacaron en los sectores S1 (60,8%), S2 (71,2%) y S4 (41,7%). En el sector S3 destacaron los artrópodos con 4.017 ind., representando 91,4% del total de Phyla encontrado.

Por sector las especies más abundantes entre los moluscos fueron *Echinolittorina peruviana* (Lamarck, 1822) y *Tegula corvus* (Philippi, 1850) en los sectores S1 (1.343 y 115 ind.), S2 (1.156 y 174 ind.) y S4 (1.821 y 293 ind.). Los artrópodos más destacados fueron *Emerita analoga* (Stimpson, 1857) y especies del grupo Phoxocephalidae con 2.180 y 546 ind. (Fig. 10).

La característica del supralitoral de los sectores S1, S2 y S4 fue presencia de plataformas rocosas con bloques rocosos y pequeños acantilados. Destacaron, dentro de los grupos estructuradores, el cirrípedo *Jehlius cirratus* con 100% (S1), 60% (S2) y 80% (S4) de cobertura. En el mediolitoral sobresalieron las algas rojas *Corallina officinalis* (40%) y *Ahnfeltiopsis* sp. (50%) y en el infralitoral las algas rojas *Rhodymenia* sp. y otras especies del grupo Rhodophyta. Otro grupo importante en el sector S4 fue el alga verde *Caulerpa filiformis* (40%) (Fig. 11).

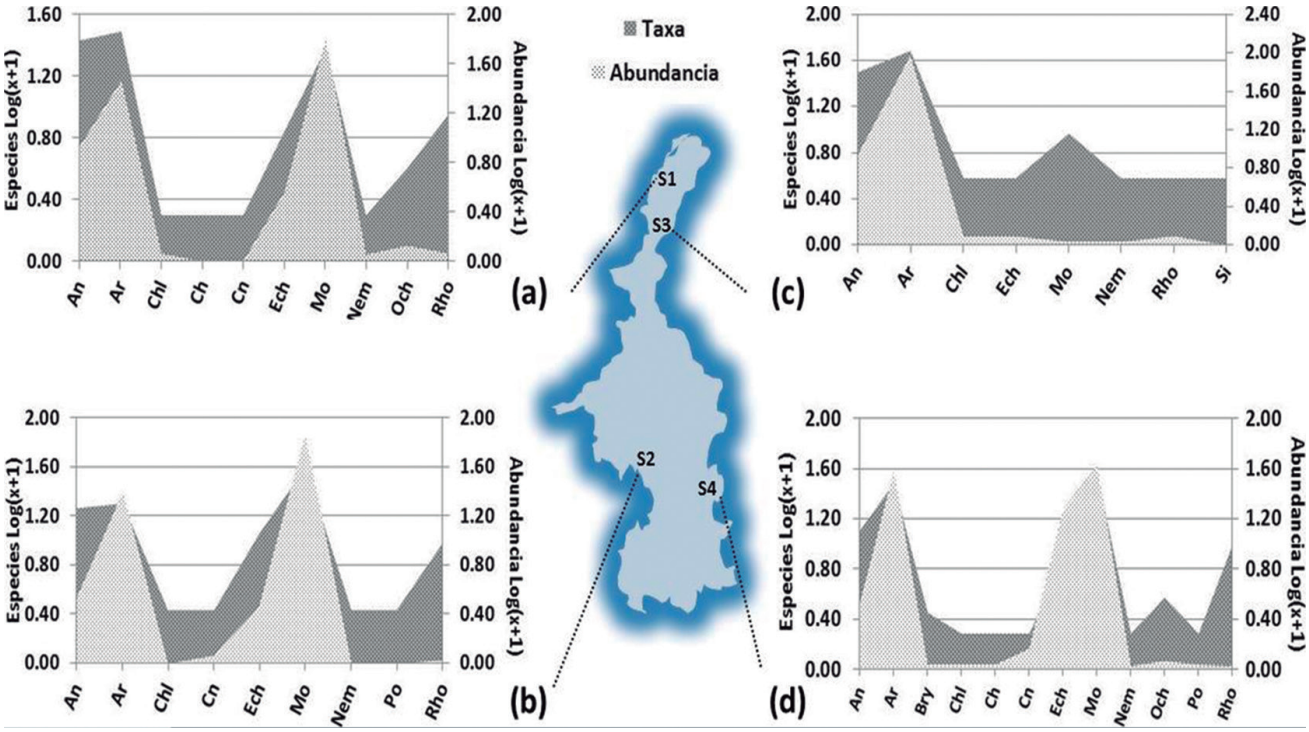

Figura 10.- Especies y abundancia transformadas a Log (x+1) por grupo taxonómico en los sectores S1 (a), S2 (b), S3 (c) y S4 (d). Intermareal. Isla Lobos de Tierra. Febrero – marzo 2014
Annelida: An, Arthropoda: Ar, Chlorophyta: Chl, Chordata: Ch, Cnidaria: Cn, Echinodermata: Ech, Mollusca: Mo, Nemertea: Nem, Ochrophyta: Och, Rhodophyta: Rh, Sipuncula: Si y Porifera: Po

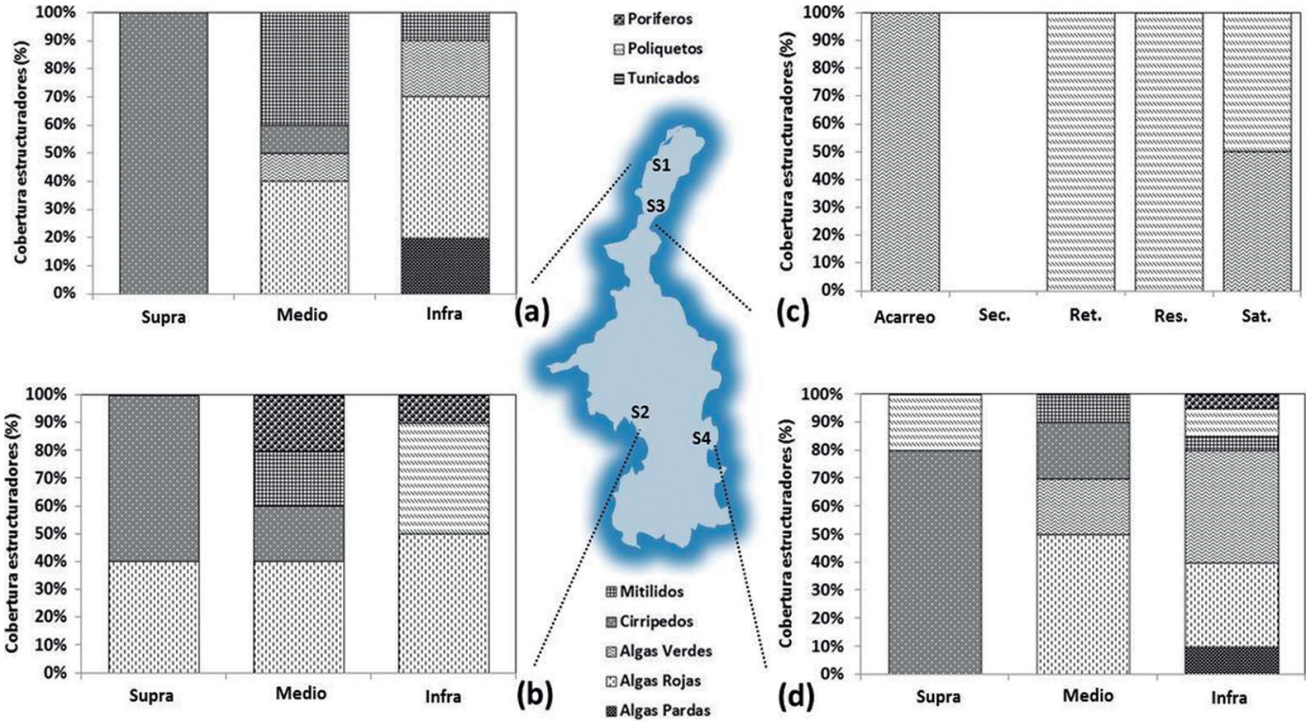

Figura 11.- Cobertura en porcentaje de los principales grupos de estructuradores en los sectores S1 (a), S2 (b), S3 (c) y S4 (d). Intermareal. Isla Lobos de Tierra. Febrero – marzo 2014
Poríferos, poliquetos, tunicados, mitílidos, cirrípedos, algas verdes, rojas y pardas

Los valores más altos de cobertura de algas rojas se presentaron en el medio e infralitoral de los sectores S1, S2 y S4; las algas verdes en el infralitoral del S4 y saturación del S3. Las algas pardas, representadas por *Eisenia cokeri,* solo fueron registradas entre el medio y supralitoral de los sectores S2 y S4. En S3, los estratos de retención, resurgencia y saturación, estuvieron cubiertos por poliquetos de las familias Spionidae y Orbiniidae. En el infralitoral del S4 destacaron los poríferos, poliquetos y algas verdes, rojas y pardas (Fig. 11).

El alga verde *C. filiformis* se detectó cubriendo grandes extensiones del supra, medio e infralitoral de S2 y en el mediolitoral de S4. En el infralitoral de los sectores S1 y S4, el alga parda *E. cokeri* fue importante y determinante en los procesos de estructuración de las comunidades bentónicas (Fig. 11).

Descripción de los principales hábitats

En toda la orilla y borde de la isla se delimitaron cuatro franjas importantes. En las orillas de sustrato blando, destacaron playas de arena y conchuela en el sector S3 y, en las orillas de sustrato duro destacaron acantilados, plataformas y bloques rocosos en los sectores S1, S2 y S4.

a) Orillas de sustrato blando

El sector S3 comprende las zonas entre La Cola (6°22'S – 80°50'W) y La Grama (6°25'S – 80°51'W), tiene una extensión de 4 km.

Tipo de sustrato.- Arena fina con restos de conchuela entre los estratos de acarreo y secado y combinaciones de arena fina con extensiones fangosas entre los estratos de retención y saturación.

Grado de exposición.- Intermareal semiprotegido a corrientes de regular energía con velocidad <4 nudos que se disipan en el frente de la playa.

Descripción.- Presencia del isópodo *Excirolana braziliensis* Richardson, 1912 entre las zonas de acarreo, secado y retención asociado a los mantos de arena fina y conchuela. Entre los estratos de retención y saturación se encontraron parches de los poliquetos *Nephtys impressa* Baird, 1873 y especies de las familias Spionidae, Cirratulidae y Orbiniidae, además de grandes parches del decápodo *Emerita analoga.* El estrato de saturación estuvo cubierto por *Caulerpa filiformis* y pequeños parches de *E. analoga.*

El área en estudio se caracterizó por ser una playa disipativa con un perfil poco pronunciado (las olas se desmoronan muy lejos de la orilla y de forma muy suave). Se identificaron 35 taxa y se determinaron 6 especies singletons y 15 doubletons lo que indicó que el esfuerzo de muestreo fue óptimo en dicho sector, por lo que se considera que es una playa con hábitats pocos diversos (Silva 1996, Flórez 1998, Benavides y Flórez 2006, Silva y Coddington 1996) (Fig. 12).

b) Orillas de sustrato duro

El sector **S1** comprende las zonas entre bahía Vivero (6°22'S – 80°50'W) y Barco Hundido (6°24'S – 80°51'W), tiene una extensión de 3 km.

Tipo de sustrato.- La mayor parte de la orilla rocosa, desde el supra hasta el infralitoral, está conformada por acantilados rocosos en cuya base se proyectan bloques rocosos.

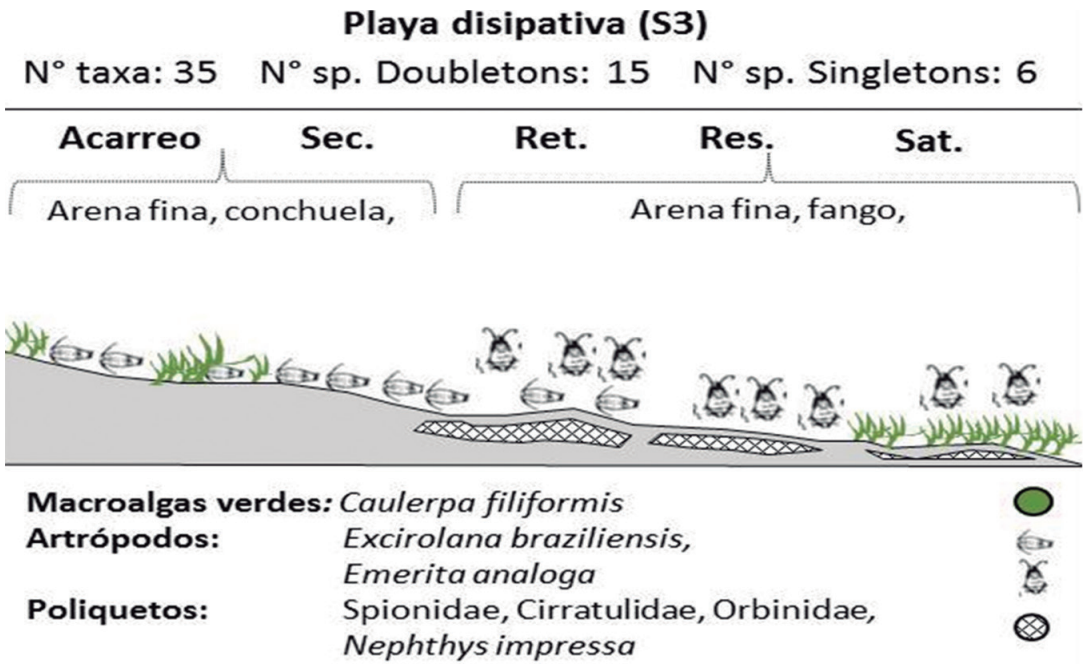

Figura 12.- Modelo del tipo de playa y diagrama del patrón de zonación de los principales organismos estructuradores de la macrofauna intermareal en las orillas de sustrato blando en el sector S3. Isla Lobos de Tierra. Febrero – marzo 2014

Grado de exposición.- En las proximidades de bahía Vivero la zona está expuesta a corrientes de alta energía con velocidad >4 nudos, mientras que en las proximidades de Barco Hundido la zona está semiexpuesta a corrientes de moderada energía con velocidades entre 2 y 4 nudos.

Descripción.- En el supralitoral los bloques rocosos estuvieron cubiertos por el cirrípedo *J. cirratus*; en el mediolitoral destacó el mitílido *P. purpuratus* alternando con parches de algas rojas de las especies *Ahnfeltiopsis* sp., *Rhodymenia* sp., *Corallina officinalis* y otras especies no identificadas del grupo Rhodophyceas. En el medio e infralitoral fue importante la presencia de la macroalga parda *E. cokeri*, y del alga verde *C. filiformis*. Se identificaron 89 taxa, llegando a estimar 71 especies singletons y 30 especies doubletons (Fig. 13).

El sector **S2**, comprende las zonas entre Barco Hundido (6°24'S – 80°51'W) y Las Loberas (6°26'S – 80°52'W), tiene una extensión de 7 km.

Tipo de sustrato.- La mayor parte del borde costero estuvo conformado por plataformas y bloques rocosos dispuestos a lo largo del supra e infralitoral.

Grado de exposición.- Zona intermareal expuesta a corrientes de alta energía con velocidad >4 nudos.

Descripción.- Todo el sector cubierto por parches de los cirrípedos *J. cirratus* y *Notochthamalus scabrosus*, sobre todo entre el supra y mediolitoral, compartiendo espacio con las algas rojas *C. officinalis* y *Ahnfeltiopsis* sp. En el mediolitoral destacó el mitílido *P. purpuratus*; entre el medio e infralitoral se encontraron las mayores concentraciones del alga roja *Rhodymenia* sp., y parches de poríferos. Se identificaron 58 taxa, llegando a estimar 65 especies singletons y 23 doubletons (Fig. 13).

El sector **S4**, comprende desde La Grama (6°26'S – 80°50'W) hasta El Cabezo (6°28'S – 80°50'W), tiene una extensión de 4 km.

Tipo de sustrato.- Todo el borde costero sur del frente protegido está formado por pequeños acantilados rocosos que se proyectan hacia el mar en playas de canto rodado en el supralitoral y, guijarro y bloques rocosos entre el medio e infralitoral.

Grado de exposición.- Zona intermareal muy expuesta a corrientes de alta energía con velocidades >4 nudos.

Descripción.- En el supralitoral de cantos rodados y guijarros así como en los bloques rocosos del mediolitoral, se encontraron importantes agregaciones de los estructuradores *J. cirratus.* El alga verde *Caulerpa filiformis* se registró desde el medio hasta el infralitoral cubriendo las plataformas y bloques rocosos. Las algas rojas *Ahnfeltiopsis* sp., *Rhodymenia* sp. y *C. officinalis* se registraron en el mediolitoral y el alga parda *Colpomenia* sp. en el infralitoral alternando con los parches de *C. filiformis.* Se identificaron 107 taxa, estimando 6 especies singletons y 15 doubletons (Fig. 13).

Ambiente Submareal

Las principales especies estructuradoras fueron *Eisenia cokeri, Rhodymenia* sp., *Gracilaria* sp., *Chondracanthus* sp., *Ahnfeltiopsis* sp., *Caulerpa filiformis*, *Pyura chilensis, Balanus laevis* y *Austromegabalanus* sp.

Tabla 9.- Submareal somero: Número de especies únicas, duplicadas, singletons y doubletons. Riqueza de taxa observada y esperada en función a los estimadores Chao1, Chao2, Jacknife1 y Jacknife2. Isla Lobos de Tierra. Febrero – marzo 2014

Categorías	Riqueza de especies observadas y estimadas por sector – Sp Únicas, Duplicadas, Singletons y Doubletons			
	S1	S2	S3	S4
Individuos	6.704	1.246	11.209	12.625
Observadas	189	123	159	200
Chao 1	224±-15	161±-16	215±-24	247±-20
Chao 2	238±-16	187±-22	232±-24	262±-20
Jacknife 1	250	182	223	266
Jacknife 2	273	213	257	296
% spp. Inventariadas	69	58	62	68
Sp .Únicas	23	31	35	31
Sp. Duplicadas	6	59	64	66
Sp. Singletons	15	26	17	16
Sp. Doubletons	35	38	56	47

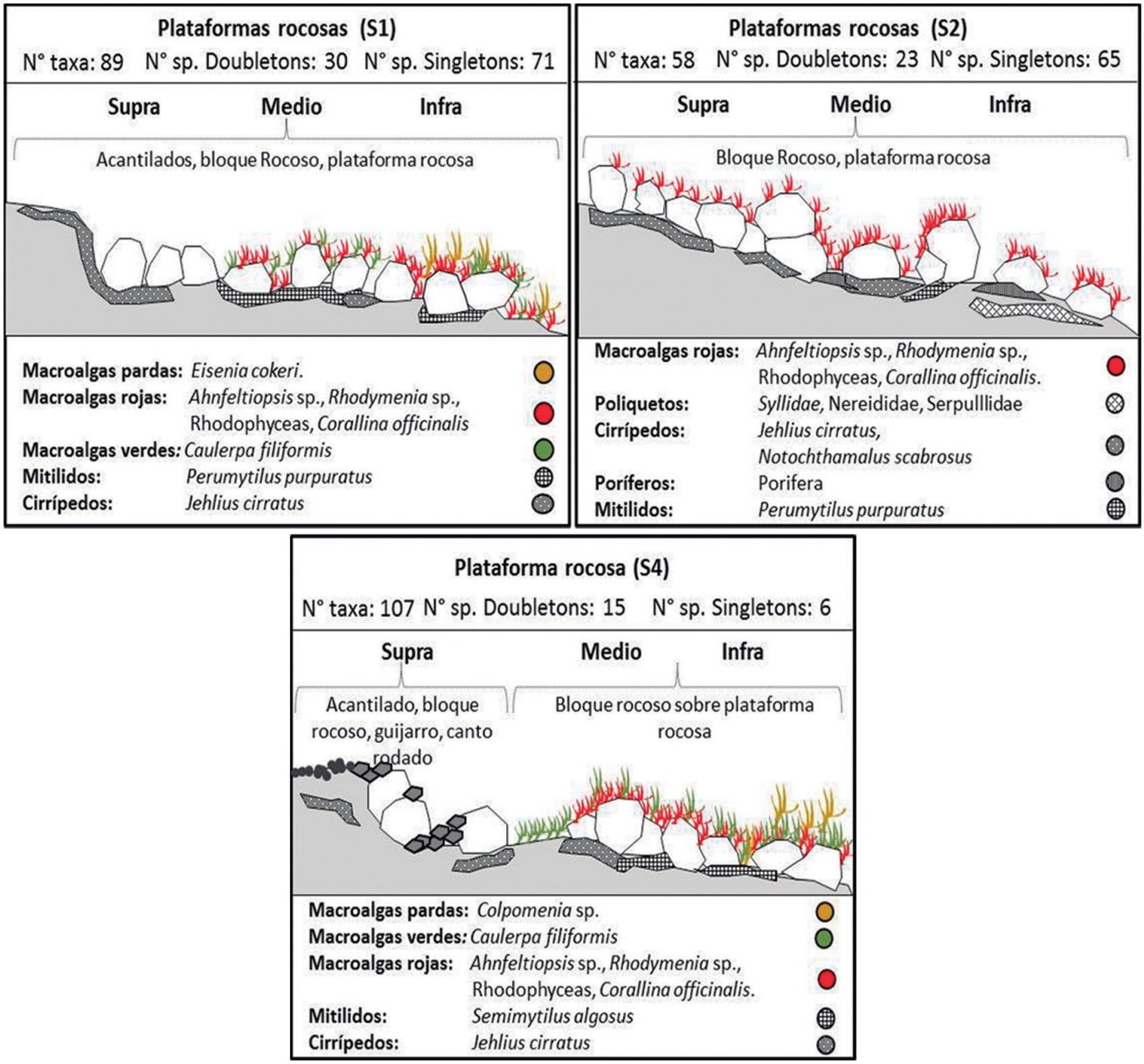

Figura 13.- Tipo de sustrato dominante y diagrama del patrón de zonación de los principales organismos estructuradores de la macrofauna intermareal entre el supra, medio e infralitoral de las orillas de sustrato duro de los sectores S1, S2 y S4. Isla Lobos de Tierra. Febrero –marzo 2014

Estimaciones de riqueza y Curvas de acumulación

En la Tabla 9 se da a conocer por sector el número de individuos y especies observadas y estimadas (Chao 1, 2; Jacknife 1 y 2) además del número de especies únicas, duplicadas, singletons y doubletons. La interpretación del número de especies doubletons permite determinar que en estos sectores se encuentran hábitats diversos.

En todos los sectores el valor más alto de taxa estimadas fue generado por Jacknife 2, mientras que el más bajo por el estimador Chao 1.

En esta misma Tabla (9) también se da a conocer el porcentaje de especies inventariadas, lo que corresponde a las especies observadas vs el mayor valor proyectado por los estimadores (Chao o Jacknife). Los altos porcentajes detectados en todos los sectores permitieron determinar la eficiencia en el muestreo.

A pesar del muestreo realizado, las curvas de acumulación de taxa no alcanzaron proyecciones con comportamiento asintótico en la mayoría de los sectores (Fig. 14), por lo que se presume que el número de taxa aumentará significativamente con el incremento del número de muestras. En los sectores S1 y S4 se observó cierta tendencia asintótica además de presentar el número más bajo de especies singletons que se estimaron en estos sectores.

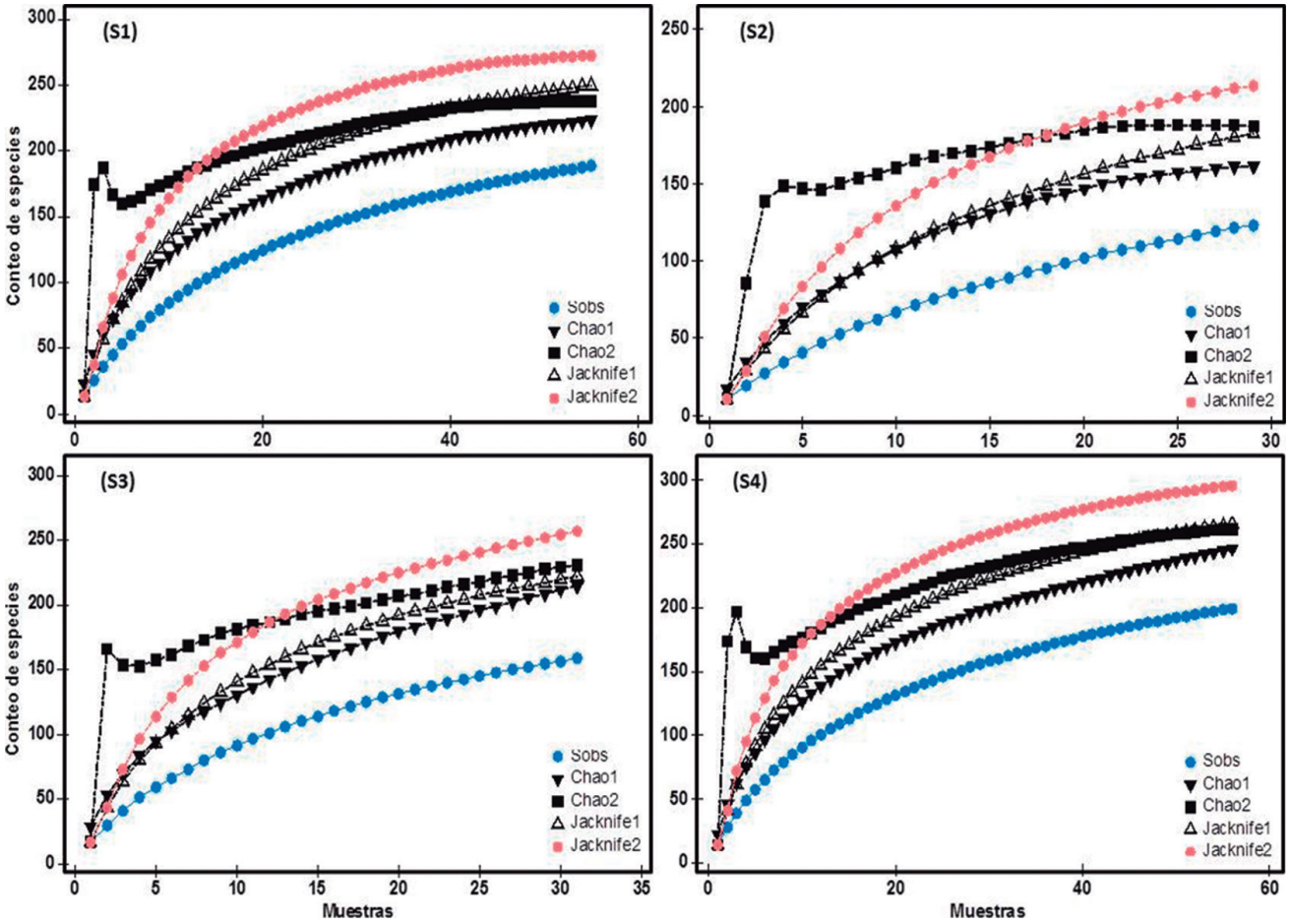

Figura 14.- Curva de acumulación de taxa. En el eje "x" se presenta el esfuerzo de muestreo (muestras) y en el eje "y" la representación del número de especies (conteo de especies) estimados en los sectores S1, S2, S3 y S4 en el submareal somero. Sobs= especies observadas. Isla Lobos de Tierra. Febrero – marzo 2014

Diversidad y riqueza de especies

El promedio de la riqueza de especies por sector y sus coeficientes de desviación se dan en la Tabla 10.

Frente expuesto.- En el sustrato duro del S1, se determinó que la riqueza fue mayor que en el S2; la diversidad más alta se encontró en el estrato 4 determinándose un alto porcentaje de taxa con abundancias homogéneas. En el S2 la mayor diversidad se presentó en el estrato 4 (Tabla 11).

Frente protegido.- En el sustrato blando del S3, la mayor diversidad se presentó en el estrato 2 y la menor diversidad en el estrato 1. En S4, la mayor diversidad se registró en el estrato 3, sin embargo, los porcentajes bajos de especies abundantes determinan la dominancia de uno o dos taxa, lo que influye en los valores de diversidad (Tabla 12).

En el submareal de fondo blando (S3 y S4), con la aplicación de los Anova (basado en permutaciones) del test de Kruskal-Wallis (basado en los valores de diversidad H' y riqueza S), no se detectó diferencias significativas entre los índices de ambos sectores para H' (p= 0,3216) y para S (p= 0,4107). En el sector S3, el 75% de los valores de diversidad estuvieron entre 1,60 y 4,30 bits/ind., mientras que en el sector S4, el 75% estuvo entre 2.00 y 4.00 bits/ind. En el sector S3 el 50% de los valores de riqueza oscilaron entre 11 y 22 taxa, y en el S4 el 50% presentó valores entre 9 y 21 taxa (Fig. 15). Estas mismas tendencias se encontraron al realizar el análisis entre las matrices de especies abundantes (N1) y especies muy abundantes (N2) al no presentarse diferencias significativas entre ambos sectores (Fig. 16).

Tabla 10.- Índices de diversidad en el submareal. Isla Lobos de Tierra. Febrero – marzo 2014

Sector	Promedio de especies	Coeficiente de desviación
S1	14 ± 7,00	13,99%
S2	10 ± 5,69	11,37%
S3	17 ± 7,97	15,95%
S4	15 ± 7,28	14,57%

Tabla 11.- Índices de diversidad: riqueza de especies (S), diversidad (H´), uniformidad (J´) y predominio (λ, N1 y N2) por estratos de profundidad en sustrato duro del frente expuesto. Isla Lobos de Tierra. Febrero – marzo 2014

Índice de diversidad	Sustrato duro (S1 norte)				Sustrato duro (S2 sur)			
	Est-1	Est-2	Est-3	Est-4	Est-1	Est-2	Est-3	Est-4
Especies (S)	96	79	106	97	45	43	39	73
Individuos (N)	1658	2039	2100	908	307	405	194	321
Uniformidad (J′)	0,69	0,37	0,68	0,81	0,67	0,56	0,85	0,88
Diversidad (H′)	4,56	2,38	4,60	5,33	3,66	2,96	4,51	5,47
Predominio (λ)	0,09	0,48	0,08	0,04	0,20	0,36	0,06	0,03
Hill (N1)	23,78 (24,7%)	5,23 (6,6%)	24,23 (22,8%)	40,28 (41,4%)	12,76 (28,2%)	7,81 (18,0%)	22,80 (58,5%)	44,35 (60,8%)
Hill (N2)	11,21 (11,7%)	2,19 (2,6%)	12,91 (12,2%)	23,95 (24,7%)	5,10 (11,3%)	2,78 (6,5%)	15,87 (40,7%)	31,71 (43,4%)

Tabla 12.- Índices de diversidad: riqueza de especies (S), diversidad (H´), uniformidad (J´) y predominio (λ, N1 y N2) por estratos de profundidad en sustrato blando del frente protegido. Isla Lobos de Tierra. Febrero – marzo 2014

Índice de diversidad	Sustrato blando (S3 norte)				Sustrato blando (S4 sur)			
	Est-1	Est-2	Est-3	Est-4	Est-1	Est-2	Est-3	Est-4
Especies (S)	82	72	60	68	81	103	101	114
Individuos (N)	7059	1574	1650	904	3448	3216	1436	4503
Uniformidad (J′)	0,28	0,72	0,56	0,68	0,53	0,57	0,68	0,48
Diversidad (H′)	1,81	4,45	3,26	4,15	3,38	3,83	4,55	3,25
Predominio (λ)	0,59	0,08	0,17	0,11	0,25	0,17	0,12	0,25
Hill (N1)	3,50 (4,3%)	21,90 (30,4%)	9,77 (16,3%)	17,78 (26,1%)	10,38 (12,8%)	14,25 (13,8%)	23,49 (23,3%)	9,54 (8,4%)
Hill (N2)	1,70 (2,1%)	11,87 (16,5%)	5,81 (9,7%)	9,30 (13,7%)	3,96 (4,9%)	5,91 (5,7%)	8,07 (8,0%)	3,92 (3,4%)

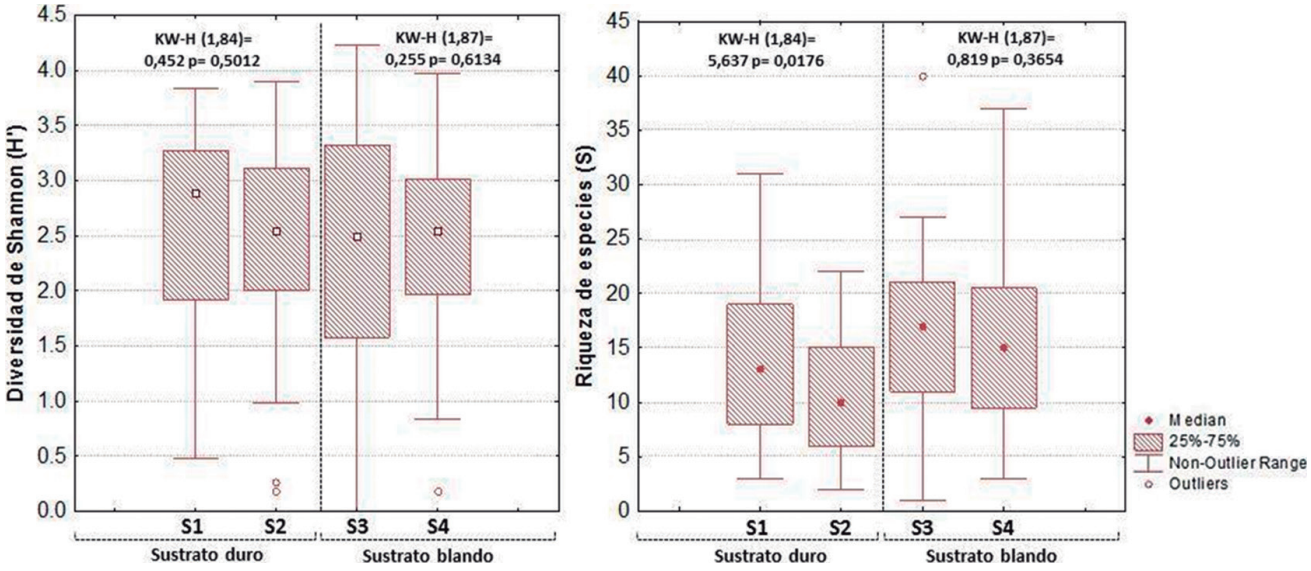

Figura 15.- Valores medios, mediana y extremos de los test Kruskal-Wallis aplicados sobre los índices de diversidad (H′) y riqueza (S) entre los sectores de sustrato blando y sustrato duro del submareal somero. Isla Lobos de Tierra. Febrero – marzo 2014

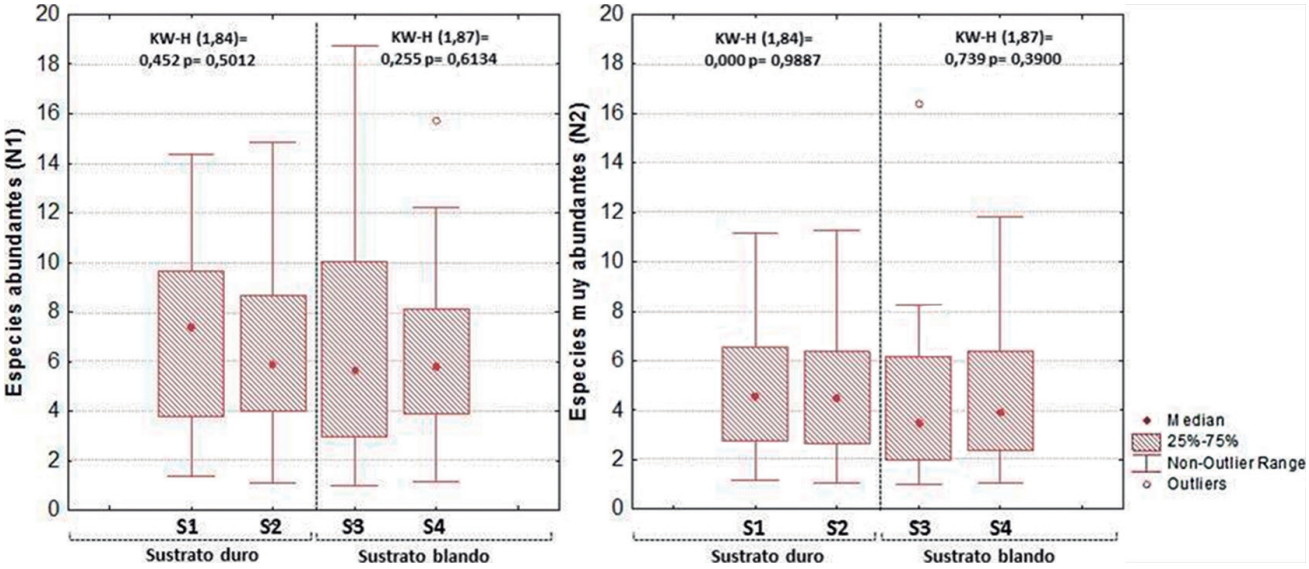

Figura 16.- Valores medios, mediana y extremos de los test Kruskal-Wallis aplicados sobre los índices de especies abundantes (N1) y especies muy abundantes (N2) entre los sectores de sustrato blando y sustrato duro del submareal somero. Isla Lobos de Tierra. Febrero – marzo 2014

Tabla 13.- Resultados del análisis Permanova (10 mil permutaciones) de los efectos del estrato de profundidad por sector, sobre la estructura de la comunidad bentónica determinada por la abundancia. Isla Lobos de Tierra. Febrero – marzo 2014

Factor: Estrato/ sector	ANOVAs basado en permutaciones: 10000 (p-valor) Similitud Bray Curtis			
Sustrato blando	Est-1	Est-2	Est-3	Est-4
S3 – S4	0,0050	0,0652	0,0544	0,2559
Sustrato duro	Est-1	Est-2	Est-3	Est-4
S1 – S2	0,8377	0,4005	0,0193	0,0179

Tabla 14.- Resultados del análisis Permanova (10 mil permutaciones) de los efectos del sector por estrato de profundidad, sobre la estructura de la comunidad bentónica determinada por la abundancia. Isla Lobos de Tierra. Febrero – marzo 2014

Factor: Sector/ Estrato	ANOVAs basado en permutaciones: 10000 (p-valor) Similitud Bray Curtis	
Sustrato blando	**S3**	**S4**
Est-1 – Est-2	0,0072	0,0289
Est-1 – Est-3	0,0002	0,0003
Est-1 – Est-4	0,001	0,0001
Est-2 – Est-3	0,0035	0,0042
Est-2 – Est-4	0,0001	0,0002
Est-3 – Est-4	0,0443	0,0429
Sustrato duro	**S1**	**S2**
Est-1 – Est-2	0,1303	0,2930
Est-1 – Est-3	0,0006	0,0015
Est-1 – Est-4	0,0001	0,0004
Est-2 – Est-3	0,0030	0,0045
Est-2 – Est-4	0,0001	0,0009
Est-3 – Est-4	0,0150	0,0115

En los fondos de sustrato duro (S1 y S2) se encontraron diferencias altamente significativas al comparar las matrices de riqueza (p= 0,0176). Sin embargo, estas no fueron significativas entre las matrices de diversidad (p= 0,5012). En el sector S1, el 50% de los valores de diversidad osciló entre 2,90 y 3,30 bits/ind., mientras que en el sector S2 varió entre 2,00 y 3,20 bits/ind. La riqueza también siguió el mismo comportamiento, encontrando en el sector S1 el 50% de datos entre 7 y 19 taxa, mientras que en el sector S2 entre 6 y 15 taxa. Estas mismas tendencias se encontraron al analizar las matrices de N1 y N2 al no determinarse diferencias significativas entre los sectores (Fig. 16).

El análisis Permanova, considerando los efectos del estrato de profundidad por los sectores S3 y S4, indicó que las principales diferencias significativas se presentaron a nivel del estrato 1 (p= 0,0050) (Tabla 13); entre los estratos 3 y 4 de los sectores S1 y S2 se determinó que la estructura de las comunidades sí experimentaron cambios importantes.

En el análisis Permanova, considerando los efectos del sector por estrato de profundidad, se determinó diferencias altamente significativas entre todos los estratos de los sectores S3 y S4, siendo más marcado entre el estrato 1 y 4 (p= 0,0001 y p= 0,0002) (Tabla 14). En los sectores S1 y S2 las diferencias fueron significativas en la mayoría de estratos, excepto entre los estratos 1 y 2 (p= 0,1303 y p= 0,2930).

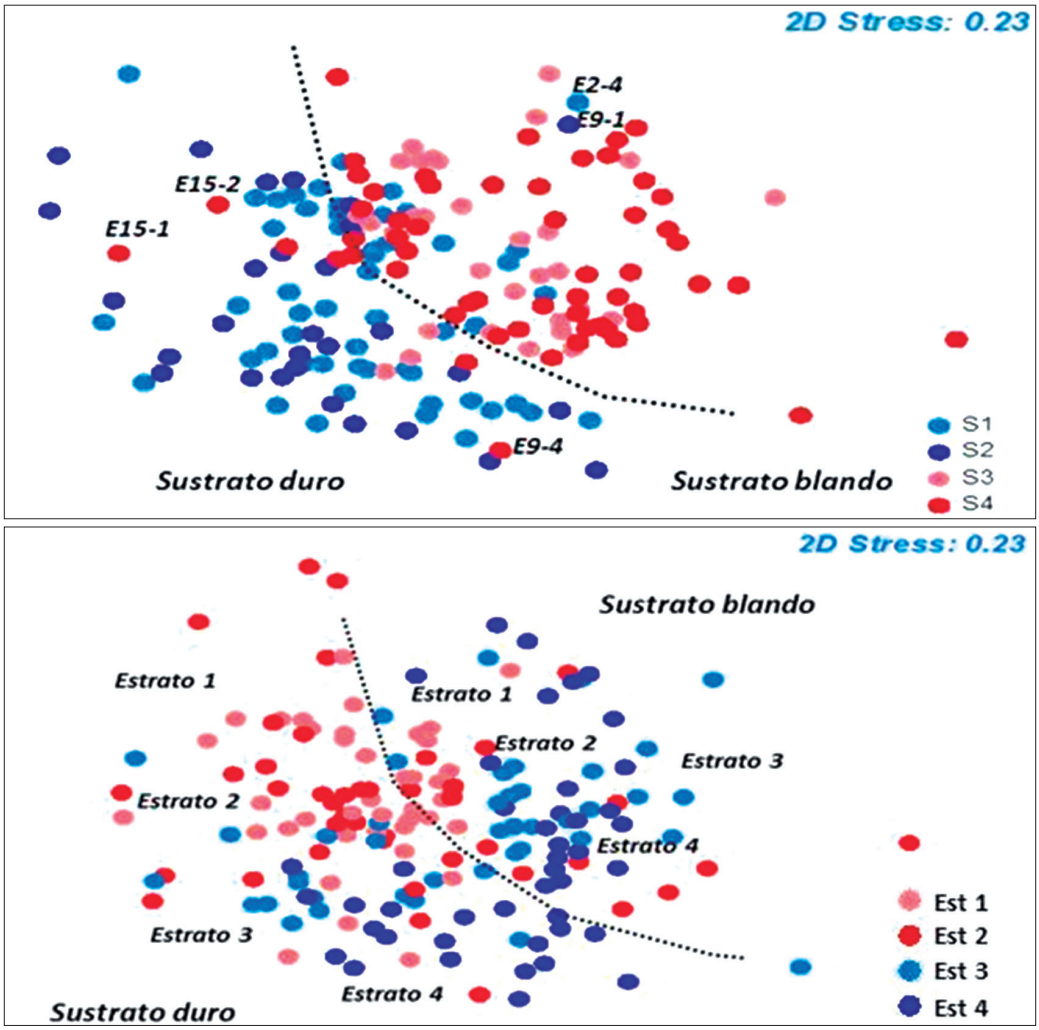

Figura 17.- Análisis multivariante NMDS. Representación de las estaciones de muestreo en los sectores por tipo de sustrato (a) y estratos de profundidad por sector y tipo de sustrato (b). Isla Lobos de Tierra. Febrero – marzo 2014

El resultado del análisis NMDS muestra un claro agrupamiento de las estaciones entre sectores por tipo de sustrato. A la izquierda de la figura 17, sobre el eje 1, destacan las estaciones de los ambientes de sustrato duro (S1 y S2); a la derecha de la misma figura destacan las estaciones de los ambientes de sustrato blando (S3 y S4). En la parte superior se observa a las comunidades bentónicas de los sustratos blandos.

Este resultado indicaría la existencia de un patrón en el que la distribución y estructura de las comunidades bentónicas parecen ser similares en los dos primeros estratos cambiando a medida que la profundidad va incrementando.

En los ambientes de sustrato duro, este mismo patrón de distribución indica similitud entre las comunidades de los estratos 1, 2, 3 y 4 de los frentes protegido y expuesto. En el caso de los ambientes de sustrato blando, si bien hay una tendencia de alejamiento con respecto a las profundidades, estas no son tan marcadas como en los de sustrato duro (Fig. 17).

Patrones de riqueza de especies y abundancia de macroinvertebrados

Los valores de riqueza de especies y abundancia por grupo taxonómico fueron transformadas en base Log (X+1) considerando rangos entre 0,01 y 2,00 como los más bajos y altos dentro del análisis (Fig. 18).

Riqueza de especies.- En total se identificaron 309 taxa en la isla Lobos de Tierra. El número de taxa por sector fue S1 (207 taxa), S2 (138), S3 (169) y S4 (211). Los moluscos y anélidos fueron los más representativos en los sectores S1, S3 y S4. En fondos de sustrato blando se encontró alto número de Phyla; los moluscos destacaron en S3 (53 taxa) y S4 (50).

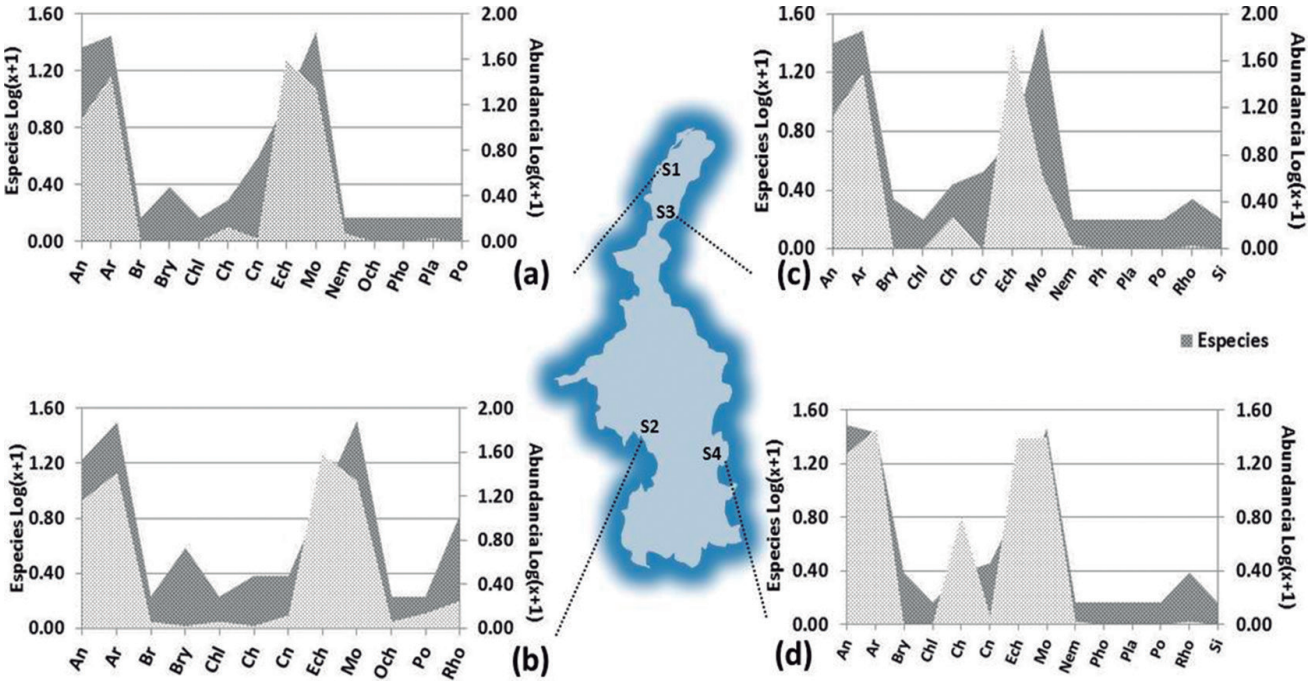

Figura 18.- Especies y abundancia transformadas en Log (x+1) por grupo taxonómico, en los sectores S1 (a), S2 (b), S3 (c) y S4 (d). Submareal somero. Isla Lobos de Tierra. Febrero – marzo 2014

Annelida An, Arthropoda Ar, Brachiopoda Br, Bryozoa Bry, Chlorophyta Chl, Chordata Ch, Cnidaria Cn, Echinodermata Ech, Mollusca Mo, Nemertea Nem, Ochrophyta Och, Phoronida Pho, Platyhelminthes Pla y Porifera Po.

En fondos de sustrato duro del frente expuesto de la isla, el mayor número de phyla (16) se registró en el sector S1; los grupos más importantes en términos de riqueza fueron moluscos (60 taxa), artrópodos (56) y anélidos (46). En el sector S2 se identificaron 12 phyla, destacando moluscos (43 taxa), artrópodos (42) y anélidos (22).

Abundancia.- En el sector **S3**, abundaron el equinodermo *Neothyone* sp. (5.810 ind.), los artrópodos de la familia Photidae (575 ind.) y anélidos del grupo Exogoninae (243 ind.). En el sector **S4** abundaron los artrópodos de las familias Maeridae (997 ind.) e Ischyroceridae (729 ind.), los moluscos *Caecum chilense* (2.125 ind.) y *Transennella pannosa* (282 ind.) y los anélidos *Aricidea* sp. (607 ind.) y *Diopatra* sp. (376 ind.).

En los fondos de sustrato duro, los aportes más significativos en abundancia fueron dados por los equinodermos (2.607 ind.) destacando *Neothyone* sp. (2.050 ind.); artrópodos de la familia Maeridae (498 ind.) y la especie *Pagurus villosus* Nicolet, 1849 (298 ind.) y los moluscos de la familia Columbellidae (262 ind.) y Buccinidae (204 ind.).

En el sector **S2** las mayores abundancias se registraron en equinodermos *Neothyone* sp. (368 ind.), artrópodos *Hippolyte* sp. (24 ind.) y anélidos de la familia Syllidae (43 ind.) (Fig. 18).

Los fondos duros de los sectores S1 y S2 presentaron el mayor número de grupos estructuradores, destacando las algas *E. cokeri*, *Gracilaria* sp., *Rhodymenia* sp., *Chondracanthus* sp., *C. filiformis* y *Ahnfeltiopsis* sp., el tunicado *P. chilensis*, el cirrípedo *B. laevis*, especies de gorgonias y poríferos, además de los poliquetos de las familias Terebellidae, Hesionidae, Cirratulidae, Syllidae, Goniadidae, Sabellidae y Nereididae.

En el sector **S1**, estratos 1 y 2, las especies más representativas fueron *Caulerpa filiformis* (40%) *Rhodymenia* sp. y *Chondracanthus* sp. (20%). Entre los estratos 3 y 4 destacaron gorgonias (30%) y el alga parda *E. cokeri* (30%) (Fig. 19). El mayor número de phyla se presentó entre 0 - 5 m y 10 - 15 m de profundidad.

En el sector **S2**, estrato 1, destacaron *C. filiformis* (50%), los poliquetos de las familias Sabellidae y Syllidae y la especie *Nereis* sp. (50%). En los estratos 2, 3 y 4, destacaron con más del 60% las algas *E. cokeri*, *Ahnfeltiopsis* sp., *Gracilaria* sp., *Chondracanthus* sp., *Rhodymenia* sp. y *C. filiformis*. Otro grupo importante en el estrato 4 fue el cirrípedo *B. laevis* (Fig. 19).

En los ambientes de fondos blandos del sector **S3**, se encontraron siete grupos de estructuradores entre los estratos 1 y 2; el grupo más importante estuvo representado por el alga verde *C. filiformis* (40%) que también se registró en el sector S4 entre los estratos 1 y 4 con el mismo porcentaje. Otros grupos importantes

que destacaron en ambos sectores fueron poliquetos de las familias Terebellidae, Cirratulidae, Eunicidae, Capitellidae, las especies *Polydora* sp. y *Diopatra* sp. (40%) y el alga roja *Rhodymenia* sp. (30%) (Fig. 19).

Descripción de los principales hábitats

Se observaron pequeños acantilados rocosos y playas de arena con perfil de inclinación poco pronunciado. Se presentó variedad de extensiones rocosas como plataformas y bloques rocosos, guijarros y cantos rodados, además de espacios combinados entre arena, conchuela y canto rodado. También se registraron formaciones rocosas (mocheríos) sobre todo en las cercanías del sector S4 del frente protegido de la isla.

a) Fondo de sustrato blando

Sector S3.- **S**ubmareal somero del extremo norte del frente protegido de la isla, está comprendido entre La Cola (6°22'S, 80°50'W) y La Grama (6°25'S, 80°51'W), con extensión de 4 km.

Tipo de sustrato.- Se encontraron combinaciones de arena y conchuela sobre pequeñas plataformas rocosas entre 0 y 5 m (estrato 1) y extensiones de arena con conchuela y parches de canto rodado entre 10 y 20 m (estratos 2 al 4).

Grado de exposición.- Zona submareal somera, expuesta a corrientes de alta energía con velocidad >4 nudos.

Descripción.- Este tipo de sustrato se caracterizó por presentar poca pendiente y se identificaron 159 taxa. En los estratos 1 y 2 (asociado a las extensiones de arena) se registró presencia de poliquetos de las familias Eunicidae, Lumbrineridae, Syllidae y Terebellidae y las especies *Glycera* sp., *Polydora* sp., y de algas *Rhodymenia* sp. y *C. filiformis*. Entre los estratos 3 y 4 se determinó al tunicado *P. chilensis* y especies de poríferos. Se estimó 17 especies singletons y 56 especies doubletons, demostrando poca diversidad en las cercanías de este sector (Fig. 20).

Sector S4.- Submareal somero de sustrato blando del frente protegido de la isla, comprende desde La Grama (6°26'S, 80°50'W') hasta El Cabezo (6°28'S, 80°50'W) con extensión de 4 km.

Tipo de sustrato.- Extensas plataformas conformadas por restos de conchuela y pequeños parches de guijarro y bloques rocosos, principalmente entre 0 y 5 m de profundidad. Por debajo de 5 m solo se presentaron extensiones de arena con pequeños parches de guijarro.

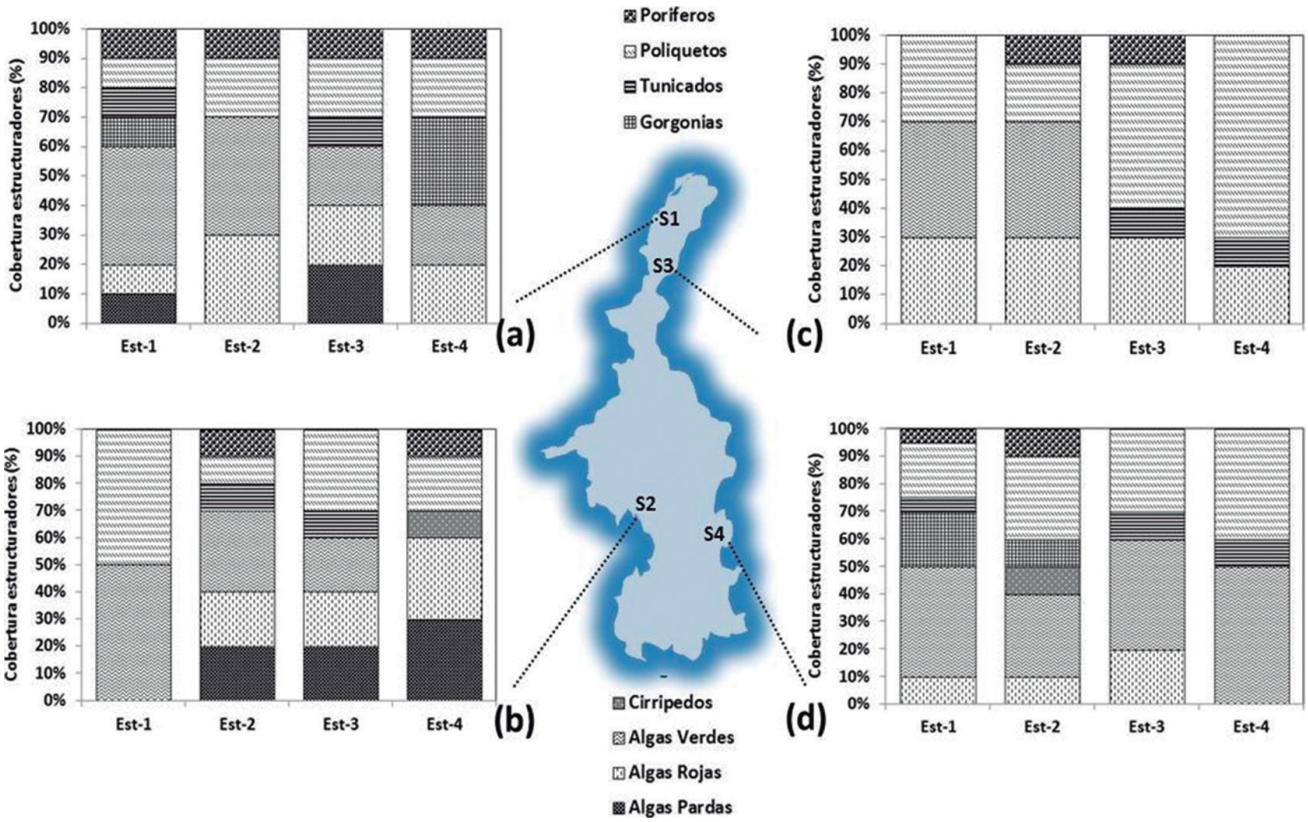

Figura 19.- Cobertura en porcentaje de los principales grupos de estructuradores, en los Sectores S1 (a), S2 (b), S3 (c) y S4 (d). Submareal somero. Isla Lobos de Tierra. Febrero – marzo 2014

Grado de exposición.- Zona submareal somera expuesta a corrientes de alta energía con velocidad mayor a 4 nudos.

Descripción.- Se identificaron 200 taxa. En este sector fue importante la presencia de mantos de gorgónidos de los que no se pudieron identificar la especie, y parches de *P. chilensis* que destacaron sobre todo entre los estratos 1 y 2 asociados a los bloques rocosos; en estos mismos estratos pero asociados a los fondos de guijarro y conchuela se encontraron agregaciones importantes del alga verde *C. filiformis*, y solo en el estrato 2 destacaron los cirrípedos *Austromegabalanus* sp. En el estrato 3 se registraron las algas *Rhodymenia* sp. y especies no identificadas del grupo Rhodophyta; entre los estratos 3 y 4 dominaron los poliquetos de las familias Serpulidae, Spionidae y Lumbrineridae. En este sector se estimó presencia de 16 especies singletons y 47 doubletons por lo que se le puede considerar como hábitat poco diverso (Fig. 20).

b) Fondo de sustrato duro

Sector S1.- Submareal somero del extremo norte del frente expuesto, y comprende desde bahía Vivero (6°22'S, 80°50'W) hasta Barco Hundido (6°24'S, 80°51'W) con extensión de 3 km.

Tipo de sustrato.- La mayor parte del fondo, del estrato 1 al 4, estuvo constituido por plataformas rocosas, alternando con extensiones de guijarro y canto rodado entre los estratos 1 y 2 y con extensiones de arena y conchuela entre los estratos 3 y 4.

Grado de exposición.- En toda la zona expuesta las corrientes fueron de alta energía con velocidad >4 nudos.

Descripción.- Se determinaron 189 taxa. El grupo poliqueto se registró en todo el sector. Entre los estratos 1 y 2, asociado a parches de guijarros y plataformas rocosas, se encontraron praderas de *E. cokeri* y pequeños parches de *Gracilaria* sp., así como parches de *P. chilensis*, gorgónidos y poríferos. Entre los estratos 1 y 4 se detectaron parches de *C. filiformis.* Se estimaron 15 especies singletons y 35 doubletons (Fig. 21).

Sector S2.- Representa el submareal somero del extremo sur del frente expuesto y comprende desde Barco Hundido (6°24'S, 80°51'W) hasta Las Loberas (6°26'S, 80°52'W)', con extensión de 7 km.

Tipo de sustrato.- En los estratos 1 y 2 se encontraron extensas plataformas con bloques rocosos; entre los estratos 2 y 4 fueron parches de guijarro con canto rodado sobre plataformas rocosas y, en el estrato 3 se detectaron pequeñas extensiones de arena fina.

Grado de exposición.- En toda la extensión del sector se registraron corrientes de alta energía con velocidad >4 nudos.

Descripción.- Se determinaron 123 taxa. Entre los estratos 2 y 4 las extensas plataformas rocosas y bloques rocosos estuvieron cubiertos por las algas *E. cokeri, Chondracanthus* sp. y *Ahnfeltiopsis* sp. Entre los estratos 1 y 3 el alga representativa fue *C. filiformis* y destacaron los poliquetos de las familias Syllidae, Terebellidae y Hesionidae. El tunicado *P. chilensis* solo se presentó en el estrato 2 y los cirrípedos *B. laevis* en el estrato 4. Se estimaron 26 especies singletons y 38 doubletons (Fig. 21).

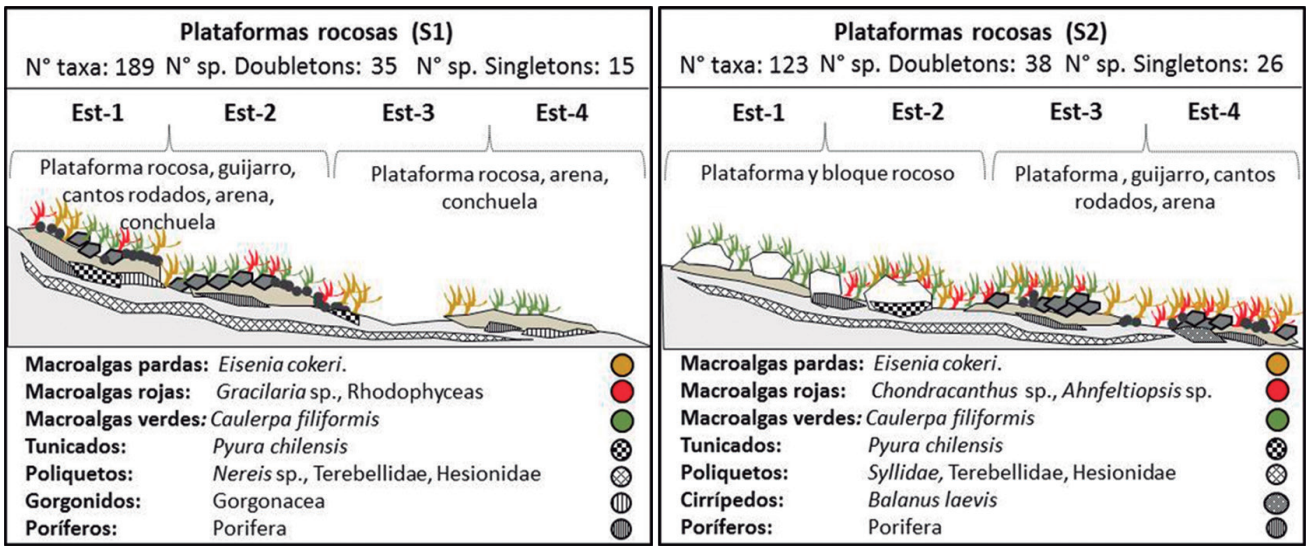

Figura 20.- Tipo, configuración del sustrato y patrón de distribución de los principales organismos estructuradores de la macrofauna, en el submareal somero de sustrato blando en los sectores S3 y S4. Isla Lobos de Tierra. Febrero – marzo 2014

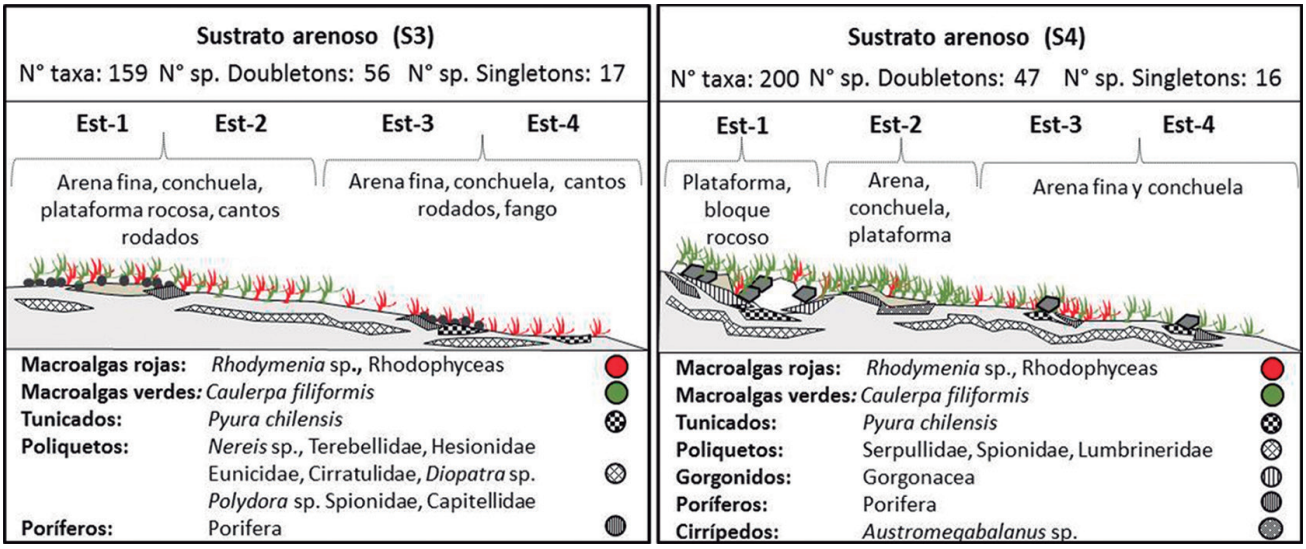

Figura 21.- Tipo, configuración del sustrato y patrón de distribución de los principales organismos estructuradores de la macrofauna en el submareal somero de sustrato duro en los sectores S1 y S2. Isla Lobos de Tierra. Febrero – marzo 2014

4. DISCUSIÓN

El estudio revela que las comunidades bentónicas registradas en el intermareal y submareal somero, asociadas a los diferentes grupos de estructuradores y a la configuración del sustrato en el sitio piloto isla Lobos de Tierra mostró variabilidad en condiciones naturales, generado principalmente por las características físicas, climáticas y geomorfológicas en las que residen (Barbour *et al*. 1999, Green y Swietlik 2000). La variabilidad de hábitats evidenció diferencias en la composición de las comunidades bentónicas, provocadas eventualmente por la presencia y cobertura de ciertos estructuradores que se asientan en el área de estudio, sobre todo en el extremo sur de la isla (próximo a las inmediaciones del sector S3).

En el 2015 IMARPE Santa Rosa evaluó la isla Lobos de Tierra, determinando en el submareal 79 taxa, los moluscos presentaron mayor riqueza y los poliquetos mayor abundancia. En este estudio se identificaron 309 taxa destacando los moluscos por el mayor aporte a la riqueza, seguidos de los artrópodos; los valores más altos de abundancia correspondieron a equinodermos *Neothyone* sp. y artrópodos de la familia Megaluropidae. El análisis, considerando los dos frentes, expuesto y protegido, reveló una tendencia casi similar, destacando los moluscos por mayor riqueza. La riqueza total fue ligeramente mayor en el frente protegido (251 taxa) que en el frente expuesto (237).

En el intermareal se identificaron 170 taxa, valor muy por encima de lo registrado en el 2015 por IMARPE Santa Rosa. Los estimadores Jacknife2 y Chao2 revelaron que en ninguno de los sectores del frente expuesto se presentaron curvas con el comportamiento asintótico, sugiriendo que con el incremento del esfuerzo de muestreo, aumentaría la posibilidad de encontrar más especies.

Se determinaron valores altos de riqueza y diversidad en los sectores S1 y S2 (del frente expuesto), los que están relacionados con la presencia de ciertos grupos de estructuradores tanto en el intermareal como en el submareal somero, debido a que colonizan los hábitats generando agregaciones entre ellos, lo que contribuiría con el asentamiento de un mayor número de especies. Esta misma relación se encontró en el sector S4 (del frente protegido), ubicado en el extremo sur de la isla.

La elevada riqueza que se obtuvo, comparada con los resultados de IMARPE (2015) se debió al mayor esfuerzo de muestreo y diversas metodologías empleadas en el área de estudio; aun así es necesario incorporar un mayor esfuerzo de muestreo en el frente expuesto de la isla, considerando que la riqueza observada para este frente no superó el 50% de lo estimado según Jacknife2 y Chao2.

En el estudio realizado en el Golfo de California Brusca (1980) menciona que existe correlación directa entre la estabilidad de un hábitat y la diversidad de especies, y considera que no necesariamente un hábitat estable alberga mayor diversidad. Muchas de las características propias de cada lugar como la heterogeneidad del sustrato, el grado de exposición a corrientes, agregaciones de estructuradores, entre otros, resultan factores determinantes en los procesos de asentamiento y estructuración de estas comunidades.

Liñero-Arana y Díaz (2006) indican que la mayor diversidad y riqueza se presentan en áreas relativamente tranquilas permitiendo el desarrollo de una comunidad más heterogénea; a diferencia de lo registrado en el presente estudio, en el que se detectaron mayores valores de riqueza y diversidad asociados a los ambientes donde la heterogeneidad del sustrato fue mayor y donde el grado de exposición a corrientes fue constante.

Margalef (1982) menciona que las comunidades con pocas especies son siempre comunidades con poca diversidad. Los resultados del presente estudio, indican que en ciertas áreas donde las comunidades bentónicas estaban constituidas por pocas especies y donde sus abundancias eran poco homogéneas, la diversidad mostraba valores altos. Lo que demuestra que los ambientes con pocas especies no necesariamente indican bajo nivel de la diversidad. En consecuencia, esto podría estar supeditado a la presencia de algunos organismos que dominan el ambiente, favoreciendo de manera indirecta a otros y que con el tiempo pueden alcanzar homogeneidad en sus abundancias dando como resultado diversidades altas.

Los elevados niveles de similitud encontrados en torno a las orillas y fondos rocosos de los dos frentes (expuesto y protegido) sugieren que aunque son áreas de configuración diferente, presentan importante similitud biológica y probablemente también presenten hábitats biológicamente similares. En todos ellos, el número de organismos estructuradores fue alto y la característica más resaltante fue la dominancia de cirrípedos en el supralitoral, y algas rojas y verdes entre el medio e infralitoral; mientras que entre los 0 y 10 m dominaron algas verdes, y entre los 11 y 20 m se presentó una dominancia compartida entre algas rojas, verdes y pardas. No obstante, aunque pueda existir una configuración aparentemente similar, las pruebas de ANOVA y análisis Permanova determinaron diferencias significativas entre los sectores S1 y S4 a nivel de los estratos medio e infralitoral. Al comparar los sectores S2 y S4 se nota el mismo patrón; pero la estructura de las comunidades parece ser diferente únicamente en el infralitoral. En el submareal, también se detectaron diferencias significativas entre los sectores S1 y S2 las que solo fueron notorias entre los 11 y 20 m. En el caso de los sectores S3 y S4 las diferencias se presentaron entre 0 y 5 m.

Los análisis de ordenación multidimensional (NMDS) aplicados en una escala 2D, permitieron comparar y determinar las posibles diferencias con respecto a la estructura de las comunidades de estos sectores considerando el tipo de sustrato y los diferentes niveles de estratificación. Se observó alejamiento entre las comunidades de orillas y fondos rocosos de las orillas de fondos arenosos. Las comunidades detectadas en los niveles del supralitoral, tendieron a proyectarse de manera distante de los niveles del medio e infralitoral. Esta característica parece seguir el patrón anterior en el que las comunidades de los estratos más profundos (11 – 20 m) tienden a alejarse de los estratos más someros (0 – 10 m).

Las agregaciones de estructuradores más importantes, encontradas en las orillas del frente expuesto, estuvieron representadas por las algas *Caulerpa filiformis*, sobre todo entre los niveles del medio e infralitoral del extremo norte de la isla, alternando con *Ahnfeltiopsis* sp. y *Rhodymenia* sp.; y en el supralitoral del extremo sur de la isla dominó ampliamente *Corallina officinalis.* Otro grupo importante que caracterizó los niveles del infralitoral en el extremo norte fueron las praderas de *Eisenia cokeri*. También destacaron por su cobertura los cirrípedos *Jehlius cirratus* y *Notochthamalus scabrosus* a nivel del supralitoral y el mitílido *Perumytilus purpuratus* en el mediolitoral de ambos extremos. En los fondos del mismo frente destacaron las algas *C. filiformis* entre los 0 y 10 m del extremo sur, mientras que *Gracilaria* sp. y *E. cokeri* lo hicieron en el extremo norte, destacando esta última por presentar grandes praderas entre los 11 y 20 m del extremo sur de la isla.

En el extremo norte del frente protegido destacó *Corallina officinalis* en los estratos de secado y saturación y, en el extremo sur estuvo entre el medio e infralitoral; las especies con mayor cobertura fueron *Ahnfeltiopsis* sp., *C. officinalis* y *Colpomenia* sp. También se presentaron pequeños parches del cirrípedo *J. cirratus* en el mediolitoral y el mitílido *Semimytilus algosus* en el infralitoral. En este mismo ambiente, en los fondos del submareal, se encontraron grandes extensiones de arena y roca cubierta de *Caulerpa filiformis,* sobre todo entre 0 y 15 m, alternando con pequeños parches de *Rhodymenia* sp. Otros grupos importantes fueron gorgónidos entre 0 y 10 m y el tunicado *Pyura chilensis* entre 15 y 20 m. Una característica destacable en esta parte de la isla fue la presencia y cobertura de los gorgónidos asociados principalmente a los bloques rocosos y grietas. Es importante destacar en que todos estos grupos contribuyen a modificar los hábitats y los procesos de sucesión, por lo que pueden ser considerados como organismos bio-ingenieros ecosistémicos, que modifican directa o indirectamente la disponibilidad de recursos para otras especies mediante un cambio físico de las condiciones bióticas y/o abióticas del medio (Lawton 1994).

En relación con la metodología utilizada en el presente estudio, es importante mencionar que

si bien se presentan ventajas con el diseño de transectos y estratos por sector, además del muestreo fílmico y fotográfico, que permite hacer un registro de las especies y de la configuración del sustrato, no necesariamente la resolución de estas imágenes reflejan adecuadamente la complejidad del sustrato (Osborne y Oxley 1997). Ante ello, el tiempo efectivo de buceo se incrementa y la precisión taxonómica para su descripción *in situ* se hace mayor. Asimismo, el diseño de muestreo estratificado permitió obtener adecuados y sólidos resultados dada la heterogeneidad que se presentó en los ambientes del intermareal y submareal somero, por lo que la distribución de las estaciones de muestreo establecidas en el presente estudio contribuyeron en la descripción de los diferentes hábitats y de sus patrones de diversidad.

5. CONCLUSIONES

Se identificaron 170 taxa en el intermareal y 309 en el submareal somero. Los estimadores no paramétricos determinaron valores de riqueza cercanos a lo observado únicamente en los sectores S3 y S4 donde las curvas de acumulación de especies se aproximaron al comportamiento de la curva asintótica.

Los valores altos de riqueza y diversidad se presentaron en el infralitoral y entre los estratos 3 y 4 (10 – 20 m) del submareal. Los porcentajes de especies abundantes y muy abundantes solo fueron altos en los sectores S1 y S2 del frente expuesto, ratificándolos como áreas con una distribución más homogénea en términos de abundancia.

El análisis Permanova, considerando los efectos entre sectores por estrato y entre estratos por sector, indica diferencias significativas tanto en los sectores de sustrato arenoso como rocoso a nivel del medio e infralitoral y entre los estratos de mayor profundidad (10 y 20 m).

Los análisis de ordenación multidimensional (NMDS) en escala 2D corroboraron la existencia de diferencias en la estructura de estas comunidades en función del sector y del estrato. Esto refleja alejamiento entre las comunidades de los estratos del supra, medio e infralitoral y de los estratos ubicados entre 0 y 10 m de los ubicados entre 10 y 20 m.

Los principales hábitats descritos en el intermareal se caracterizaron por presentar extensas playas de arena y conchuela en el extremo norte del frente protegido (NE) de la isla, mientras que los acantilados con plataformas rocosas y bloques rocosos dominaron los extremos norte y sur del frente expuesto de la isla (NW, SW). En el extremo sur del frente protegido (SE) se encontraron pequeños acantilados que se continuaban hacia el mar con pequeñas plataformas y bloques rocosos.

En el submareal, la configuración y estructura del sustrato en el frente protegido estuvieron representadas por extensas plataformas de arena con perfiles poco pronunciados. En el frente expuesto se presentaron extensas plataformas rocosas con bloques rocosos, cubiertos entre los 2 primeros estratos por parches de canto rodado y guijarro.

Las principales agregaciones de estructuradores en el intermareal, fueron dadas por la macroalga verde *Caulerpa filiformis*; macroalgas rojas *Ahnfeltiopsis* sp., *C. officinalis*, *Rhodymenia* sp.; especies no identificadas del grupo Rhodophyta; macroalgas pardas *Colpomenia* sp., *Eisenia cokeri*; mitílidos *Semimytilus algosus*, *Perumytilus purpuratus*; cirrípedos *J. cirratus*, *N. scabrosus*, y los poliquetos *N. impressa* y especies de las familias Cirratulidae, Spionidae, Orbiniidae.

Las principales agregaciones de estructuradores en el submareal estuvieron constituidas por la macroalga verde *C. filiformis*; macroalgas rojas *Chondracanthus* sp., *Gracilaria* sp., *Ahnfeltiopsis* sp., *Rhodymenia* sp.; macroalgas pardas *E. cokeri*; cirrípedos *Austromegabalanus* sp., *B. laevis*; el tunicado *P. chilensis*; los poliquetos *Diopatra* sp., *Nereis* sp. y las especies de las familias Terebellidae, Hesionidae, Eunicidae, Cirratulidae, Spionidae, Serpulidae, Lumbrineridae y Syllidae. Destacó la presencia de los gorgónidos, sobre todo entre los 5 y 20 m en el extremo norte del frente expuesto de la isla.

6. REFERENCIAS

Barbour M T, Gerritsen J, Snyder B D, Stribling J B. 1999. Rapid bio assessment protocols for use in streams and wadeable rivers. USEPA, Washington.

Benavides L, Flórez E. 2006. Comunidades de arañas (Arachnida: Araneae) en microhábitats de dosel en bosques de tierra firme e Igapó de la Amazonía Colombiana. Revista ibérica de aracnología. 14: 49-62.

Brusca R C. 1980. Common intertidal invertebrates of the Gulf of California. The University of Arizona Press, Tucson. 513 pp.

Chao A. 1987. Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. Biometrics, 43(4):783-791.

Flórez E. 1998. Estructura de comunidades de arañas (Araneae) en el departamento del Valle, suroccidente de Colombia. Caldasia, 20(2): 173-192.

Green J, Swietlik W. 2000. A Stream Condition Index (SCI) for West Virginia wadeables streams. Tetra Tech.

IMARPE. 2015. Estudios de la biodiversidad marina en la región Lambayeque – Isla Lobos de Tierra. Informe interno- Laboratorio Costero de Santa Rosa, Lambayeque.

Kruskal J B. 1964. Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis. Psychometrika, 29(1), 1-27.

Lawton J H. 1994. What do species do in ecosystems? Oikos. 367-374.

Liñero-Arana I, Díaz Díaz O. 2006. Poliquetos (Annelida: Polychaeta) epibiontes de *Spondylus americanus* (Bivalvia: Spondylidae) en el Parque Nacional Mochima, Venezuela. Revista de biología tropical, 54(3): 765-772.

Margalef R. 1982. Ecología, Barcelona: Ediciones Omega. 951 p.

Osborne K, Oxley W G. 1997. Sampling benthic communities using video transects. Survey manual for tropical marine resources. Australian Institute of Marine Science, Townsville. 363-376.

Pastor R, Gonzales A, Zavalaga F. 2017. Comunidades bentónicas de los ecosistemas de fondos blandos y duros en el intermareal y submareal somero, Sitio piloto islas Ballestas. Setiembre – octubre 2013. Inf Inst Mar Perú. 44(3): 303-331.

Silva D, Coddington J A. 1996. Spiders of Pakitza (Madre de Dios, Perú): species richness and notes on community structure. Manu: the Biodiversity of Southeastern Peru. 253-311.

Silva D. 1996. Species composition and community structure of Peruvian rainforest spiders: a case study from a seasonally inundated forest along the Samiria River. Revue Suisse de Zoologie, vol hors serie. 597-610.