

DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE MACROINVERTEBRADOS EN MATRICES SUBMAREALES DE *Aulacomya atra* (Molina, 1782) (PELECYPODA: MYTILIDAE), MOQUEGUA Y TACNA, 2021

DIVERSITY AND ABUNDANCE OF MACROINVERTEBRATES IN SUBTIDAL MATRICES OF *Aulacomya atra* (Molina, 1782) (PELECYPODA: MYTILIDAE), MOQUEGUA AND TACNA, 2021

Danny Baldarrago¹Alex Tejada¹Beatriz Aragón¹Yhordan Vizcarra¹

RESUMEN

BALDARRAGO, D., TEJADA, A., ARAGÓN, B. & VIZCARRA, Y. (2023). Diversidad y abundancia de macroinvertebrados en matrices submareales de *Aulacomya atra* (Molina, 1782) (Pelecypoda: Mytilidae), Moquegua y Tacna, 2021. *Inf Inst Mar Perú*, 50, (3), 387-398.- Se analizó la información procedente de las comunidades submareales asociadas al recurso *Aulacomya atra* "choro" en las zonas de Leonas, Punta Coles y Chagllanto en Moquegua y Loberas en Tacna. Los muestreos de campo se realizaron en mayo, julio y diciembre 2021, en seis estaciones por área, y sus réplicas. Se utilizaron cuadrantes de 0,0625 m² para el muestreo destructivo, se utilizó el programa estadístico PRIMER 6.0. Se identificaron 119 taxa variando ente 44 y 70 especies por periodo y zona de muestreo. La abundancia estuvo representada por Mollusca y Echinodermata; las especies más representativas fueron *A. atra*, *Semimytilus algosus* y *Ophiactis kroeyeri*; mayores aportes a la riqueza fueron de Mollusca, Arthropoda y Annelida. Los valores de diversidad H' fueron menores a 1,0 bits/ind., la comparación de los factores zona y mes de muestreo indicaron diferencias significativas (p-valor:< 0,05). La reserva de Punta Coles presentó los mayores registros de densidad, biomasa y longitud valvar.

PALABRAS CLAVE: *Aulacomya atra*, bio ingeniero ecosistémico, riqueza de especies, abundancia

ABSTRACT

BALDARRAGO, D., TEJADA, A., ARAGÓN, B. & VIZCARRA, Y. (2023). Diversity and abundance of macroinvertebrates in subtidal matrices of *Aulacomya atra* (Molina, 1782) (Pelecypoda: Mytilidae), Moquegua and Tacna, 2021. *Inf Inst Mar Perú*, 50(3), 387-398.- This study analyzed data from subtidal communities associated with the *Aulacomya atra* resource in the areas of Leonas, Punta Coles, and Chagllanto in Moquegua, as well as Loberas in Tacna. Field samplings were conducted in May, July, and December 2021, at six stations per area, each with replicates. Sampling involved the use of 0.0625 m² quadrats for destructive sampling, with data analysis performed using the statistical program PRIMER 6.0. A total of 119 taxa were identified, with species counts ranging from 44 to 70 per sampling period and zone. Abundance was primarily represented by Mollusca and Echinodermata. Notable species included *A. atra*, *Semimytilus algosus*, and *Ophiactis kroeyeri*, with substantial contributions to species richness observed from Mollusca, Arthropoda, and Annelida. Diversity values (H') remained below 1.0 bits/ind., and a comparison of the zone and sampling month factors indicated statistically significant differences (p-value: < 0.05). The Punta Coles Reserve exhibited the highest records of density, biomass, and valve length.

KEYWORDS: *Aulacomya atra*, ecosystem bioengineer, species richness, abundance

1. INTRODUCCIÓN

Aulacomya atra "choro" especie de importancia comercial, su distribución va desde Chimbote (Perú) hasta el Estrecho de Magallanes e Isla Juan Fernández (Chile); en el Atlántico de sur a norte hasta Brasil e Isla Malvinas (ALAMO & VALDIVIESO, 1997), son organismos bentónicos que viven formando extensos colchones adheridos a sustratos duros y rocosos a través de su biso alcanzando profundidades de hasta 40 metros (ZÚÑIGA, 2002) alimentándose principalmente de fitoplancton y detritos orgánicos. Desde el punto de vista ecológico, los colchones de choro

forman matrices biológicas altamente densas y multiestratificadas, albergando una comunidad altamente diversa (SEPÚLVEDA, CAMUS & MORENO, 2016), actuando como sustrato de numerosas especies de algas y animales y como alimento de gasterópodos, asteroideos, así como de aves marinas y, hospedador de varias especies de organismos parásitos, comensales y perforantes (ZAIKSO, 2004).

En el sur de Perú, se registra como uno de los principales recursos y, su alta demanda en el mercado nacional produjo incremento en sus desembarques a partir del 2010 (IMARPE, 2014²)

¹ IMARPE, Laboratorio Costero de Ilo, dbaldarrago@imarpe.gob.pe

² IMARPE. 2014. Monitoreo biológico poblacional del recurso "choro" *Aulacomya ater* en bancos naturales de la Región Moquegua – 2013. Informe Interno Anual Sede Ilo.

pudiéndose apreciar en los años subsiguientes una paulatina disminución en su disponibilidad y biomasa en las zonas de extracción, acompañada de la reducción de talla media en los desembarques.

Actualmente, la sostenibilidad del recurso se basa en normas que promueven su recuperación (R.M. N° 506-2018-PRODUCE) regulando su extracción a la talla mínima comercial (TMC) de 65 mm (R.M. N° 209-2001-PE) y complementado con vedas reproductivas (R.M. N° 0309-2020-PRODUCE). Asimismo, los estudios sobre el recurso "choro" en el Perú se limitan a la recopilación de información de volúmenes de desembarques, distribución y monitoreo de sus poblaciones, determinación del esfuerzo pesquero y pescas exploratorias (R.M. N° 0329-2020-PRODUCE) que son realizados por IMARPE.

En el Perú, la importancia ecológica que tienen las matrices de *A. atra*, sobre las comunidades bentónicas vienen siendo estudiadas por el Laboratorio Costero de Ilo del IMARPE desde el 2014, con la finalidad de analizar la composición de macro invertebrados en el ambiente submareal de los bancos naturales del litoral sur. El presente trabajo está referido al estudio de la comunidad asociada a las matrices de *A. atra* en las áreas de Leonas, Punta Coles y Chagllanto en la Región Moquegua y Loberas en Tacna.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Comprendió el ámbito marino costero de las zonas tradicionales de extracción del recurso choro, las que fueron definidas en función a la información histórica (desembarques, frecuencia de uso) y el trabajo de identificación y delimitación de bancos naturales en el litoral de Moquegua (IMARPE, 2003³).

En el litoral de Moquegua, se seleccionó las zonas de Leonas (17°40'S) y Punta Coles (17°42'S), ubicadas al sur del puerto de Ilo, siendo el primero, el más importante banco y que sostiene actualmente la pesquería del recurso en la provincia y el segundo es una zona perteneciente al

sistema de Reserva Nacional del Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras (RNSIIPG), y que actualmente está bajo la jurisdicción del SERNANP. Al norte se eligió a Chagllanto (17°20'S), referida por los pescadores como una nueva zona de extracción por parte de la flota artesanal. En el litoral de Tacna se seleccionó a Loberas (18°01'S), por ser una de las más frecuentadas por la flota marisquera (Fig. 1).

Muestreo

Los trabajos de campo se realizaron durante mayo (a excepción de Loberas), julio y noviembre 2021, estableciéndose 6 estaciones en cada área. En cada estación se colectó una muestra de la comunidad bentónica con sus respectivas replicas (n=3) utilizando cuadrantes de 0,0625 m² para delimitar el área (muestreo destructivo) (Fig. 2). El esfuerzo total de muestreo fue de 69 cuadrantes-rélicas. Todas las estaciones fueron georreferenciadas con un GPS utilizando el Datum Provisional WGS84.

Procesamiento de muestras en laboratorio

En el laboratorio, se procedió al lavado de las muestras con abundante agua y cernido de organismos con un tamiz con abertura de malla de 0,5 mm. Todas las especies fueron removidas y separadas utilizando pinzas, colectándose las mismas en placas Petri de plástico. La identificación taxonómica se realizó bajo un estereoscopio y empleándose bibliografía especializada hasta el nivel taxonómico más bajo posible, contabilizando el número de individuos y peso por especie (0,01 g). Se midió 150 individuos en cada muestra para determinar la estructura de tallas de *A. atra*.

Análisis de la información

Los datos obtenidos del muestreo, fueron tabulados en hojas de cálculo Excel, con la utilización del programa estadístico PRIMER 6.0 (CLARKE & WARWICK, 1990; CLARKE & WARWICK, 1994; CLARKE & GORLEY, 2001). Para los registros de abundancia se utilizaron los índices de Diversidad de Shannon (H', bits), riqueza de especies (S), Predominio de Simpson (λ), uniformidad de Pielou's (J) y la Riqueza de Margalef (d).

3 IMARPE. 2003. Identificación y delimitación de bancos naturales de recursos bentónicos en el litoral de la región Moquegua y Tacna. Instituto del Mar del Perú. Informe Técnico.

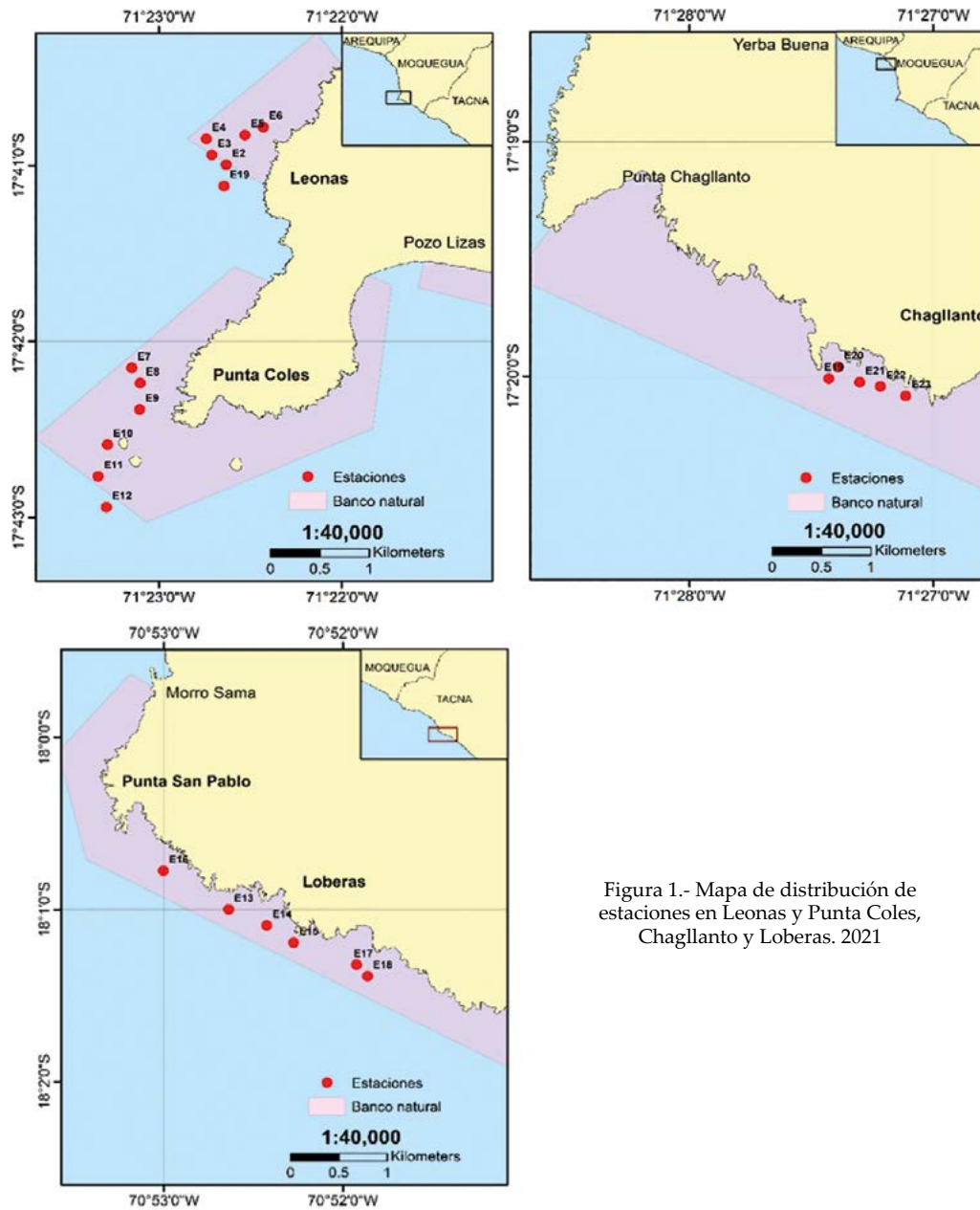


Figura 1.- Mapa de distribución de estaciones en Leonas y Punta Coles, Chagllanto y Loberas. 2021

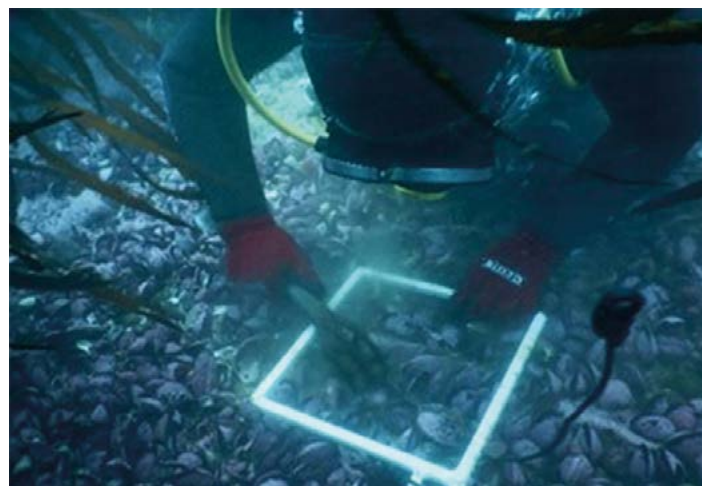


Figura 2.- Colecta de muestra en el área de estudio

Se utilizó el análisis de escalamiento multi-dimensional no métrico (nMDS) mediante matrices de similitud de Bray-Curtis con los registros de abundancia transformados a raíz cuarta a fin de observar los diferentes agrupamientos, para su corroboración estadística se utilizó el análisis de varianza multidimensional Permanova con 10 000 permutaciones (ANDERSON, GORLEY, CLARKE, 2008), el diseño consideró los factores zona y mes. Se utilizó el análisis de similitud en porcentaje (Simper) para estimar la contribución de los taxa. Para la construcción de la distribución de longitud y la comparación entre abundancia y biomasa de *A. atra* con abundancia, biomasa y riqueza de la comunidad y densidad de ofiuroides se utilizó el programa R.

3. RESULTADOS

Composición y estructura comunitaria

Se identificaron 119 especies, distribuidas en 9 grupos taxonómicos, Mollusca y Echinodermata fueron dominantes en abundancia con porcentajes mayores al 60%. Los grupos Mollusca, Arthropoda y Annelida presentaron mayores aportes en composición de especies; Nemertea y Chordata estuvieron ausentes en Punta Coles, Loberas y Chagllanto (Tabla 1, Anexo 1).

Las especies *A. atra* y el equinodermo *Ophiactis kroeyeri* fueron dominantes en Punta Coles, Chagllanto y Loberas; mientras que, en Leonas, *Semimytilus algosus* registró abundancias mayores al 60% principalmente en mayo y julio (Tabla 2).

Tabla 1.- Abundancia (%) y riqueza de especies por grupo taxonómico por zona y periodo de muestreo

	Grupo taxonómico	Leonas			Punta Coles			Chagllanto			Loberas	
		May	Jul	Nov	May	Jul	Nov	May	Jul	Nov	Jul	Nov
Abundancia (%)	Mollusca	81,58	80,40	60,56	37,56	37,82	33,09	63,18	50,37	42,23	43,68	41,77
	Echinodermata	7,65	6,86	25,05	41,00	27,33	53,63	24,32	32,39	46,80	41,12	45,33
	Annelida	4,06	4,51	5,89	6,91	8,52	5,10	4,65	5,16	3,46	6,34	2,27
	Arthropoda	1,70	1,94	2,68	3,88	5,86	3,43	2,29	4,28	3,93	5,61	9,60
	Nematoda	4,77	5,64	3,72	8,85	18,29	3,08	5,52	7,44	2,57	3,01	0,68
	Brachiopoda	0,09	0,24	0,26	1,56	1,60	1,06	0,03	0,15	0,15	0,16	0,23
	Chordata	0,13	0,24	0,54	-	-	-	-	-	-	0,05	0,01
	Cnidaria	0,02	0,17	1,28	0,24	0,58	0,62	-	0,21	0,85	0,01	0,12
	Nemertea	-	0,01	0,02	-	-	-	-	-	0,02	-	-
Riqueza (N° especies)	Mollusca	28	27	35	25	25	35	20	30	24	18	20
	Echinodermata	3	3	4	4	5	3	3	4	4	3	3
	Annelida	10	9	9	6	9	9	7	10	8	9	7
	Arthropoda	11	16	16	13	15	17	12	16	16	12	18
	Nematoda	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Brachiopoda	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Chordata	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1
	Cnidaria	2	2	2	2	2	2	-	3	3	1	2
	Nemertea	-	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-

Tabla 2.- Abundancia (%) de las especies representativas por zona y periodo de muestreo

	Leonas			Punta Coles			Chagllanto			Loberas	
	May	Jul	Nov	May	Juli	Nov	May	Jul	Nov	Jul	Nov
<i>Aulacomya atra</i>	11,17	8,17	20,15	30,03	29,50	22,49	60,53	44,17	33,94	37,41	37,97
<i>Ophiactis kroeyeri</i>	7,35	6,64	24,48	39,65	26,20	53,13	24,01	31,66	46,50	40,84	44,98
Nematoda sp.	4,77	5,64	3,72	8,85	18,29	3,08	5,52	7,44	2,57	3,01	0,68
<i>Semimytilus algosus</i>	62,67	64,73	21,54	-	-	0,19	-	-	-	-	0,01
Otros	14,03	14,82	30,11	21,47	26,01	21,30	15,46	16,73	17,00	18,74	16,37

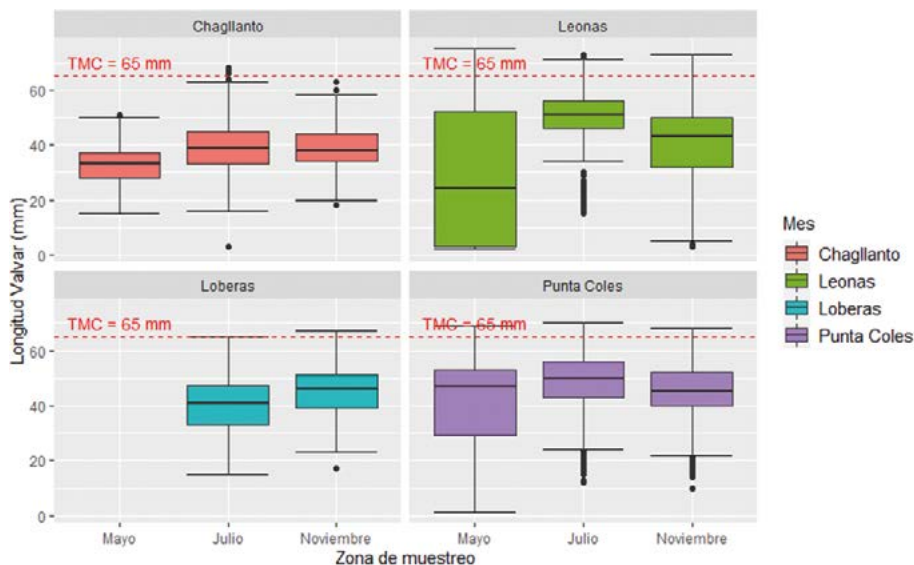


Figura 3.- Distribución de longitud de *A. atra* por zona y periodo de muestreo

Tabla 3.- Características de la población de *A. atra* por zona y periodo de muestreo

Zona	Estadístico	Abundancia (ind./0,0625 m ²)			Biomasa (g/0,0625 m ²)		
		May	Jul	Nov	May	Jul	Nov
Leonas	Promedio	86	62	47	449,80	788,81	341,07
	Mediana	56	68	27	348,69	930,03	321,34
	Mínimo	6	8	8	10,11	159,02	187,25
	Máximo	290	144	175	992,79	1349,38	576,93
	Total	1540	1118	851	8096,41	14198,52	6139,24
Punta Coles	Promedio	194	162	71	1127,30	1424,67	549,36
	Mediana	132	124	58	1116,97	1450,91	502,68
	Mínimo	58	64	24	100,24	912,84	388,40
	Máximo	509	641	272	1594,21	2186,61	799,68
	Total	3290	2919	1278	19164,11	25644,02	9888,56
Chagllanto	Promedio	358	281	120	874,93	1236,33	698,70
	Mediana	277	233	104	821,50	1264,11	759,03
	Mínimo	182	69	27	568,95	953,29	308,61
	Máximo	789	649	257	1203,93	1514,30	1112,56
	Total	5371	4219	1797	13123,98	18545,00	10480,44
Loberas	Promedio	-	200	177	-	1054,27	1415,40
	Mediana	-	126	157	-	1063,99	1435,84
	Mínimo	-	58	52	-	407,33	684,35
	Máximo	-	675	440	-	1699,87	2269,72
	Total	-	3405	3180	-	17922,54	25477,15

El 99% de ejemplares de *A. atra* se encontraron por debajo de la talla mínima de captura (TMC = 65 mm), el rango de medianas fue de 24 a 51 mm (Fig. 3).

La Tabla 3 muestra abundancia y biomasa de *A. atra*, en Punta Coles se presentaron los mayores valores para ambos parámetros y, en Leonas, Chagllanto y Loberas, zonas frecuentadas por parte de la flota artesanal, los valores fueron menores.

Índices de diversidad

En la Tabla 4, se presentan los resultados de los índices de diversidad, la riqueza varió de 44 a 70 especies. Los valores de Shannon (H') fueron menores a 1,0 bits/ind. En noviembre y en Leonas se registró mejor representación de la diversidad H' ante el mayor registro de especies y el menor valor de dominancia de Simpson.

Tabla 4.- Índices de diversidad de especies, por zona y periodo de muestreo

Mes	Índices de diversidad de especies	Leonas	Punta Coles	Chagllanto	Loberas
Mayo	Especies (s)	57	52	44	-
	Margalef (d)	8,43	7,88	6,74	-
	Pielou's (J')	0,39	0,48	0,35	-
	Shannon (H')	0,68	0,82	0,58	-
	Simpson (λ)	0,41	0,26	0,43	-
Julio	Especies (s)	61	58	65	46
	Margalef (d)	9,04	9,03	9,91	7,16
	Pielou's (J')	0,38	0,52	0,42	0,42
	Shannon (H')	0,69	0,91	0,76	0,70
	Simpson (λ)	0,43	0,20	0,30	0,31
Noviembre	Especies (s)	70	68	58	53
	Margalef (d)	12,64	11,64	9,72	8,47
	Pielou's (J')	0,57	0,43	0,41	0,37
	Shannon (H')	1,06	0,79	0,72	0,65
	Simpson (λ)	0,16	0,34	0,33	0,35

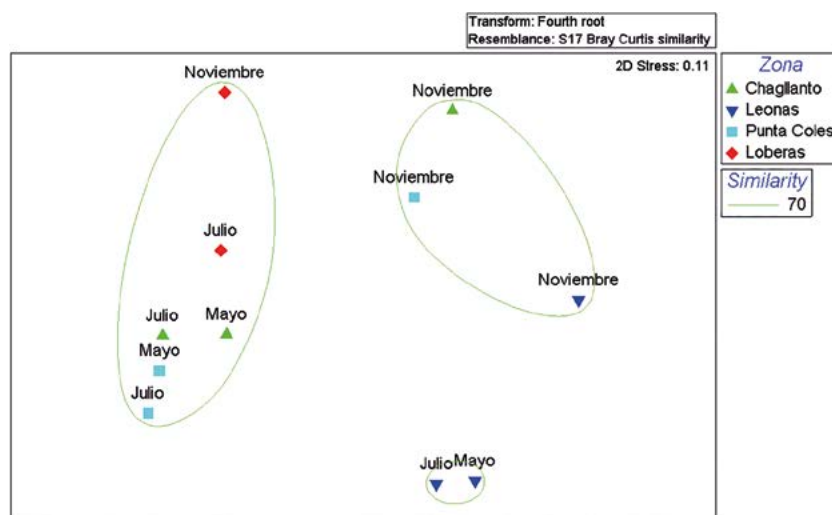


Figura 4.- Diagrama de Cluster ilustrando la formación de grupos por zona y periodo de muestreo

El análisis NMDS considerando los factores de zona y mes de muestreo, determinaron la formación de tres grupos definidos; el primero conformado por las estaciones de julio y mayo

en Leonas, el segundo asoció las estaciones de noviembre de Leonas, Punta Coles y Chagllanto y el tercero abarcó al resto de estaciones (Fig. 4). El análisis de Permanova (Tabla 5) indicó existencia de diferencias significativas ($P < 0,05$) para los factores zona y mes corroborando lo obtenido por el NMDS.

Tabla 5.- Valores de Permanova en base a las similitudes de Bray-Curtis

Grupos	GL	SC	CM	Pseudo-F	P(Perm)
Zona	3	23856,0	7952,2	6,290	0,0001
Mes	2	10153,0	5076,3	4,015	0,0001
Zona x Mes	5	5748,5	1149,7	0,909	0,6117
Restantes	52	65740,0	1264,2		
Total	62	105350,0			

La disimilitud de Simper, comparando zonas, varió de 45,59 a 69,76% y comparando meses el intervalo fue de 57,84 a 61,91%; las especies con mayor contribución fueron *A. atra*, *S. algosus* y *O. kroeyeri* (Tabla 6).

Tabla 6.- Porcentajes (%) de disimilitud (Simper) por zona y periodo de muestreo

Comparación de grupos	Prom. disimilitud	Especies	Abundancia		Disimilitud		Contribucion	
			Prom.	Prom.	Prom	Prom	Parc. %	Acum. %
Chagllanto & Leonas	69,76	<i>Aulacomya atra</i>	253,04	64,98	21,23	1,32	30,44	30,44
		<i>Semimytilus algosus</i>	0,00	340,91	15,98	0,60	22,91	53,35
Chagllanto & Punta Coles	50,77	<i>Aulacomya atra</i>	253,04	141,26	17,07	1,34	33,63	33,63
		<i>Ophiactis kroeyeri</i>	169,27	187,83	14,58	1,26	28,73	62,36
		<i>Semimytilus algosus</i>	340,91	0,21	16,25	0,61	24,15	24,15
Leonas & Punta Coles	67,26	<i>Ophiactis kroeyeri</i>	54,74	187,83	16,21	1,16	24,11	48,26
		<i>Aulacomya atra</i>	64,98	141,26	10,76	1,16	16	64,25
Chagllanto & Loberas	46,59	<i>Aulacomya atra</i>	253,04	188,14	16,88	1,37	36,23	36,23
		<i>Ophiactis kroeyeri</i>	169,27	213,83	14,47	1,3	31,05	67,28
Leonas & Loberas	68,68	<i>Ophiactis kroeyeri</i>	54,74	213,83	18,84	1,37	27,43	27,43
		<i>Semimytilus algosus</i>	340,91	0,03	16,14	0,61	23,49	50,93
Punta Coles & Loberas	46,65	<i>Ophiactis kroeyeri</i>	187,83	213,83	14,29	1,27	30,62	30,62
		<i>Aulacomya atra</i>	141,26	188,14	12,29	1,1	26,34	56,96
Mayo & Julio	58,91	<i>Aulacomya atra</i>	204,02	171,49	14,77	1,17	25,07	25,07
		<i>Ophiactis kroeyeri</i>	149,76	150,62	13,19	1,13	22,39	47,47
		<i>Semimytilus algosus</i>	172,76	130,31	12,32	0,5	20,92	68,38
Mayo & Noviembre	61,91	<i>Aulacomya atra</i>	204,02	102,99	17,19	1,17	27,77	27,77
		<i>Ophiactis kroeyeri</i>	149,76	149,01	15,91	1,18	25,7	53,47
Julio & Noviembre	57,84	<i>Ophiactis kroeyeri</i>	150,62	149,01	14,41	1,24	24,91	24,91
		<i>Aulacomya atra</i>	171,49	102,99	13,63	1,15	23,56	48,46
		<i>Semimytilus algosus</i>	130,31	13,36	7,7	0,38	13,31	61,77

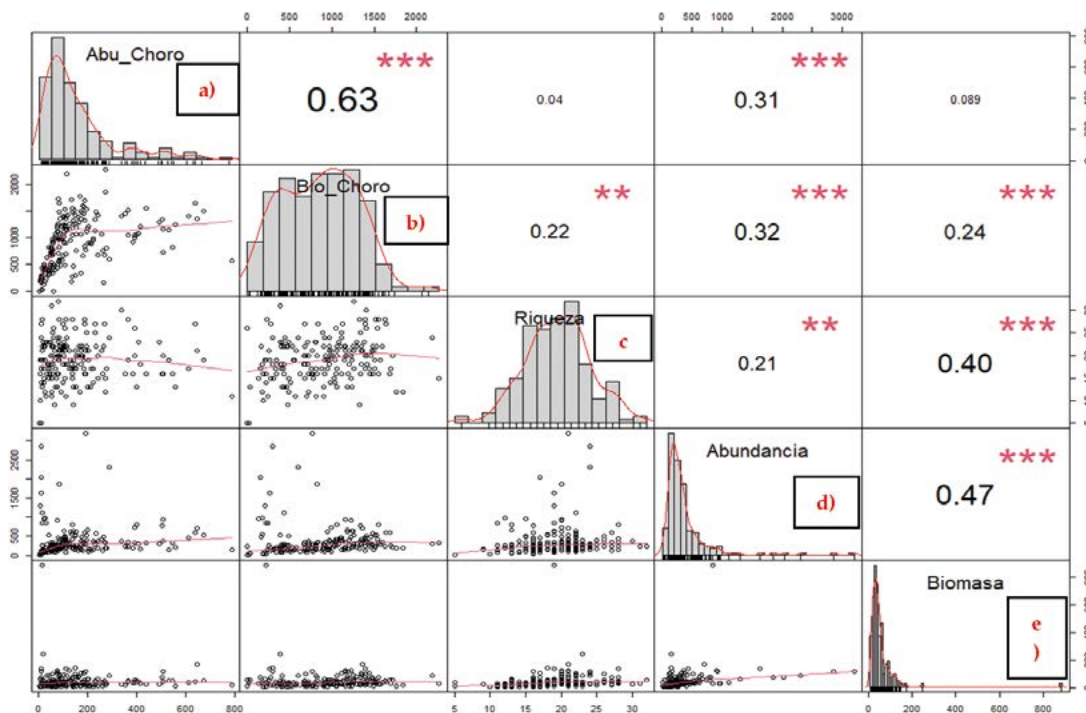


Figura 5.- Relación entre abundancia (a) y biomasa (b) de *A. atra* versus riqueza (c), abundancia (d) y biomasa (e) de la comunidad

Al comparar los parámetros biológicos de *A. atra*, para medir el grado de relación con abundancia, biomasa, riqueza de la comunidad, se observaron relaciones significativas en la comparación de

todas las variables con la biomasa; mientras que, la abundancia solo presentó coeficientes significativos con la abundancia de la comunidad (Fig. 5).

4. DISCUSIÓN

Los resultados mostraron que el equinodermo *Ophiactis kroeyeri* es una de las principales especies en la comunidad en Punta Coles, Chagllanto y Loberas, resultado similar a lo registrado el 2019 y 2020 (Baldarrago *et al.*, 2020⁴; Baldarrago *et al.*, 2021⁵). En Leonas, banco que sostiene la pesquería artesanal de invertebrados (TEJADA & BALDARRAGO, 2016) se determinaron diferencias en la composición de especies representativas con respecto a los años anteriores (Baldarrago *et al.*, 2020⁴; Baldarrago *et al.*, 2021⁵). Desde septiembre 2020 se estuvo produciendo un episodio moderado de “La Niña” (ENFEN, 2020), por lo que las diferencias detectadas podrían estar relacionadas con la disminución en biomasa y abundancia del choro ante la extracción que se desarrolla en la zona. Asimismo, las altas densidades de *S. algosus* registradas en Leonas estarían indicando el proceso natural de colonización en áreas sin cobertura.

La estructura de la comunidad presentó diferencias significativas entre localidades y meses, SEPÚLVEDA, CAMUS y MORENO (2016) registran alta tasa de recambio para los ensamblajes faunísticos de *A. atra* a lo largo del Pacífico sudeste, lo que sugiere que la composición estructural comunitaria puede cambiar por aspectos como el tipo y configuración del sustrato, por la presencia de algunos controladores naturales (predadores) (CHARTON & RUZAFÁ, 1999) o por las variaciones de la heterogeneidad espacial y temporal de estos ambientes tal como lo describen COLE y McQUAID (2017) y LATHLEAN y McQUAID (2017) para *Mytilus galloprovincialis* y *Perna perna*. Asimismo, los bajos valores de diversidad H' (<1,0 bits/ind.), estarían asociados con la dominancia de *A. atra* (SOENENS, 1985) resultados similares fueron registrados en los años 2019 y 2020 (Baldarrago *et al.*, 2020⁴; Baldarrago *et al.*, 2021⁵).

Correlaciones significativas fueron registradas entre las variables biológicas de *A. atra* con abundancia, biomasa y riqueza de la comunidad, este comportamiento positivo de dependencia sobre la agregación en función al tamaño es una situación típica que ocurre en micro hábitats marinos irregulares y aislados (SEPÚLVEDA, ROZBACZYLO, IBÁÑEZ, FLORES & CANCINO, 2015), algunas comunidades con sustrato biogénico como las algas (VÁSQUEZ & SANTELICES, 1984), mitílidos (TSUCHIYA & NISHIHARA, 1985) y tunicados (SEPÚLVEDA, ROZBACZYLO, IBÁÑEZ, FLORES & CANCINO, 2015). Estos resultados permiten comprobar la importancia de las matrices de *A. atra* como soporte de una rica y diversa comunidad macrofaunal, estableciéndose una relación entre diversidad-economía (HAMMOND & GRIFFITHS, 2006) y su pérdida por factores antrópicos o naturales es de importancia e ignorarlas pondría en riesgo la sustentabilidad no solo del recurso sino también de su comunidad asociada.

5. CONCLUSIONES

Se determinó a Mollusca y Echinodermata como los grupos taxonómicos dominantes en abundancia, siendo *A. atra*, *S. algosus* y el equinodermo *O. kroeyeri* las especies representativas en términos de composición específica. Los Phyla Mollusca, Arthropoda y Annelida presentaron los mayores aportes de especies a la comunidad.

Se registró diferencias significativas en la estructuración de la comunidad asociada en las comparaciones con los factores zona y mes. Las zonas de mayor frecuencia de uso por parte de la flota artesanal presentaron los menores registros de biomasa, abundancia de *A. atra*.

Se identificaron 119 taxa, variando entre 44 a 70 especies por zona de muestreo, registrándose los mayores valores de riqueza y representatividad de la diversidad para la zona de Leonas y en mayo.

4 Baldarrago D, Aragón B, Vizcarra Y, Tejada A. 2020. Diversidad y abundancia de macroinvertebrados en matrices submareales de *Aulacomya atra* (Molina, 1782) (Gastropoda: Mytilidae) en zonas de Leonas y Punta Coles - Moquegua y Loberas - Tacna. 2019. Informe Anual. Informe Interno IMARPE Sede Ilo.

5 Baldarrago D, Aragón B, Vizcarra Y, Tejada A. 2021. Diversidad y abundancia de macroinvertebrados en matrices submareales de *Aulacomya atra* (Molina, 1782) (Gastropoda: Mytilidae) en las zonas de Leonas, Punta Coles y Bufadero - Moquegua durante el 2020. Informe Anual. Informe Interno IMARPE Sede Ilo.

6. REFERENCIAS

- ALAMO, V. & VALDIVIESO, V. (1997). Lista Sistemática de moluscos marinos del Perú. Publicación especial. *Inst Mar Perú*. 200 pp. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/1436>
- ANDERSON, M. J., GORLEY, R. N. & CLARKE, K. R. (2008). PERMANOVA+Primer: Guide to software and statistical methods. PRIMER-E Ltd., Plymouth, UK. <https://doi.org/10.1002/9781118445112.stat07841>
- CHARTON, J. & RUZAFÁ, A. (1999). Ecological heterogeneity and the evaluation of the effects of marine reserves. *Fisheries Research*, 42(1-2), 1-20. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(99\)00043-0](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(99)00043-0)
- CLARKE, K. R. & GORLEY, R. N. (2001). PRIMER v5: User Manual/Tutorial. PRIMER-E: Plymouth, 91 pp.
- CLARKE, K. R. & WARWICK, R. M. (1994). Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth: *Plymouth Marine Laboratory*, 144 pp. <https://lib.ugent.be/catalog/rug01:000852542>
- CLARKE, K. R. & WARWICK, R. M. (1990). Statistical analysis and interpretation of marine Community data. I.O.C. *Draft, Manuals and Guides*, 22, UNESCO, 52 pp.
- COLE, V. & McQUAID, C. (2010). Bioengineers and their associated fauna respond differently to the effects of biogeography and upwelling. *Ecology*, 91(12), 3549-3562. DOI:10.1890/09-2152.1
- ENFEN. (2020). Estado del sistema de alerta: Vigilancia de La Niña Costera1. Comunicado oficial. ENFEN No. 9-2020. 13 agosto 2020. <https://www.cenepred.gob.pe/web/comunicado-enfen-2020>
- HAMMOND, W. & GRIFFITHS, C. (2006). Biogeographical patterns in the fauna associated with southern African mussel beds. *African Zoology*, 41(1), 123-130. DOI:10.1080/15627020.2006.11407342
- LATHLEAN, J. & McQUAID, C. (2017). Biogeographic variability in the value of mussel beds as ecosystem engineers on South African rocky shores. *Ecosystems*, 20(3), 568-582. DOI:10.1007/s10021-016-0041-8
- RESOLUCIÓN MINISTERIAL Núm. 0329-2020-PRODUCE. [Ministerio de la Producción]. Pesca exploratoria del recurso choro. 3 de octubre 2020. [Resolución Ministerial N.º 329-2020-PRODUCE - Normas y documentos legales - Ministerio de la Producción - Plataforma del Estado Peruano \(www.gob.pe\)](https://www.gob.pe/gobierno/resolucion-ministerial-0329-2020-produce)
- RESOLUCIÓN MINISTERIAL Núm. 0309-2020-PRODUCE., Establecer el período de veda reproductiva del recurso hidrobiológico choro (*Aulacomya atra*) en el litoral peruano, 18 de setiembre 2020. [Resolución Ministerial N.º 309-2020-PRODUCE - Normas y documentos legales - Ministerio de la Producción - Plataforma del Estado Peruano \(www.gob.pe\)](https://www.gob.pe/gobierno/resolucion-ministerial-0309-2020-produce)
- RESOLUCIÓN MINISTERIAL Núm. 506-2018-PRODUCE. Declárese en recuperación al recurso hidrobiológico choro (*Aulacomya atra*) Créase la Comisión Sectorial de Trabajo Técnico para la recuperación del recurso hidrobiológico choro (*Aulacomya atra*). 9 de noviembre 2018. [Resolución Ministerial N.º 506-2018-PRODUCE - Normas y documentos legales - Ministerio de la Producción - Plataforma del Estado Peruano \(www.gob.pe\)](https://www.gob.pe/gobierno/resolucion-ministerial-506-2018-produce)
- RESOLUCIÓN MINISTERIAL Núm. 209-2001-PE. Aprueban relación de tallas mínimas de captura y tolerancia máxima de ejemplares juveniles de principales peces marinos e invertebrados. Lima, 26 de junio de 2001. [RM 209-2001-PE Tallas Mínimas PDF | PDF | Pesquería | Pescado \(scribd.com\)](https://www.gob.pe/gobierno/resolucion-ministerial-209-2001-pe)
- SEPÚLVEDA, R., CAMUS, P. & MORENO, C. (2016). Diversity of faunal assemblages associated with ribbed mussel beds along the South American coast: relative roles of biogeography and bioengineering. *Marine ecology*, 37(5), 943-956. <https://doi.org/10.1111/maec.12301>
- SEPÚLVEDA, R., ROZBACZYLO, N., IBÁÑEZ, C., FLORES, M. & CANCINO, J. (2015). Ascidian-associated polychaetes: ecological implications of aggregation size and tube-building chaetopterids on assemblage structure in the Southeastern Pacific Ocean. *Marine Biodiversity*, 45(4), 733-741. <http://www.researchgate.net/publication/267868444>
- SOENENS, P. 1985. Estudios Preliminares sobre el Efecto del Fenómeno «El Niño» 1982 -1983 en Comunidades de *Aulacomya ater*. En: <El Niño> Su Impacto en la Fauna Marina, (Ed.) W. Arntz, A. Landa y J. Tarazona, Bol Vol. extraordinario, Inst Mar Perú, 51 -54. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/1164>
- TEJADA, A. & BALDARRAGO, D. (2016). Monitoreo biológico poblacional de *Aulacomya atra* (Molina, 1782) en el litoral de Moquegua y Tacna. *Inf Inst Mar Perú*, 43(1), 46-67. <https://hdl-handle.net/20.500.12958/3068>
- TSUCHIYA, M. & NISHIHARA, M. (1985). Islands of *Mytilus* as a habitat for small intertidal animals: effect of island size on community structure. *Mar Ecol Prog Ser.*, 25, 71-81. <https://www.jstor.org/stable/24816880>
- VÁSQUEZ, J. & SANTELICES, B. (1984). Comunidades de macroinvertebrados en discos adhesivos de *Lessonia nigrescens* Bory (Phaeophyta) en Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural*, 57, 131-154. https://rchn.biologiachile.cl/pdf/1984/2/Vasquez_&_Santelices_19984.pdf
- ZAIKSO, H. E. (2004). Bancos de cholga *Aulacomya atra atra* (Molina) (Bivalvia: Mytilidae) del golfo San José (Chubut, Argentina): Diversidad y relaciones con facies afines. *Revista de biología marina y oceanografía*, 39(2), 61-78. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572004000200003>
- ZÚÑIGA, O. 2002. Guía de Biodiversidad: Macrofauna y algas marinas. Centro Regional de Estudios y Educación Ambiental (CREA). II Región de Antofagasta - Chile, 1(2), pp. 63.

ANEXO 1

Abundancia promedio (ind.*0,0625 m²) en matrices de *A. atra* por zona de muestreo

Grupo taxonómico	N°	Especie	Abundancia (ind.*0,0625m ²)												
			Leonas			Punta Coles			Chagllanto			Loberas			
			May	Jul	Nov	May	Jul	Nov	May	Jul	Nov	Jul	Nov		
Annelida	1	Cirratulidae	3,00	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	-	1,00	-
	2	<i>Lumbrineris</i> sp. 1	2,88	2,50	1,63	2,00	1,91	1,43	3,50	2,00	1,50	2,00	2,00	2,00	2,00
	3	<i>Marphysa</i> sp.	4,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	Nereididae	2,67	8,67	1,80	-	5,25	1,33	10,40	2,75	1,00	5,50	1,00	5,50	1,00
	5	<i>Pherusa</i> sp.	1,00	1,00	1,50	1,50	1,50	1,40	2,00	2,00	1,50	2,00	-	-	-
	6	<i>Phragmatopoma moerchi</i>	7,38	4,80	2,00	5,67	5,29	4,00	1,67	1,50	1,33	1,00	2,82	2,82	2,82
	7	Phyllodocidae	1,00	2,00	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-
	8	Polynoidae	8,36	5,87	3,00	11,53	8,43	2,87	6,33	10,38	2,58	12,94	3,67	3,67	3,67
	9	Sabellidae	3,60	2,70	1,60	5,86	2,23	2,20	6,18	4,25	2,00	3,00	2,25	2,25	2,25
	10	Serpulidae	-	-	8,00	-	-	10,00	-	8,00	10,00	-	-	-	-
	11	<i>Syllis</i> sp. 1	19,21	18,93	9,36	29,19	27,36	9,92	14,75	17,73	9,11	19,20	9,67	9,67	9,67
	12	<i>Syllis</i> sp. 3	-	-	-	-	14,00	-	-	-	-	-	-	-	-
	13	Terebellidae	-	5,17	1,50	-	3,20	-	-	3,00	-	3,00	1,50	1,50	1,50
	14	<i>Acantholobulus mirafloresensis</i>	3,00	-	-	-	1,00	-	-	1,00	-	-	-	-	-
	15	<i>Allopetrolisthes angulosus</i>	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	5,00
	16	Amphipoda sp. 10	-	3,00	5,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	17	Amphipoda sp. 13	-	-	-	-	-	4,00	-	-	-	-	-	-	2,00
	18	Amphipoda sp. 15	-	-	3,50	-	-	6,00	-	-	-	2,00	-	-	3,00
	19	Amphipoda sp. 17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,50	-	-
	20	Amphipoda sp. 21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-
	21	Amphipoda sp. 5	-	6,00	-	3,00	-	-	2,00	-	-	-	-	-	-
	22	Amphipoda sp. 6	-	-	2,00	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-
	23	Amphipoda sp. 7	6,50	6,75	2,20	-	4,20	4,00	2,00	4,00	2,50	5,33	3,00	3,00	3,00
	24	Amphipoda sp. 8	-	-	2,50	-	-	4,50	-	2,50	4,00	-	3,20	3,20	3,20
	25	Asellota	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-
26	<i>Balanus laevis</i>	4,00	-	-	-	8,00	-	-	-	-	-	-	-	106,0	
27	Caprellidae	-	2,67	2,00	-	3,00	2,50	-	4,00	1,88	3,00	-	-	-	
28	<i>Eurypanopeus transversus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	
29	Gammaridae	-	3,00	-	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
30	<i>Gaudichaudia gaudichaudii</i>	-	-	-	-	2,00	1,50	-	1,67	-	1,00	1,50	1,50	1,50	
31	<i>Liopetrolisthes mitra</i>	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	
32	Majidae	-	-	1,00	-	-	1,00	-	-	-	1,00	-	-	-	
33	Ostracoda	8,00	2,00	3,00	8,00	6,00	1,00	13,50	8,00	-	4,50	3,50	3,50	3,50	
34	<i>Pachycheles grossimanus</i>	1,00	1,00	-	1,33	-	1,00	-	1,33	1,50	3,00	2,83	2,83	2,83	
35	<i>Paguristes tomentosus</i>	1,00	1,00	-	3,50	1,33	-	1,50	1,00	1,00	-	-	-	-	
36	<i>Pagurus edwardsii</i>	1,25	1,00	1,67	1,00	1,33	-	1,60	1,40	1,57	-	3,50	3,50	3,50	
37	<i>Pagurus villosus</i>	1,00	1,00	1,25	1,86	1,83	1,60	1,78	3,30	3,25	-	-	-	-	
38	Pantopoda	23,83	13,43	7,20	22,67	26,38	7,89	11,56	17,14	6,89	26,53	6,45	6,45	6,45	
39	<i>Petrolisthes desmarestii</i>	-	1,00	-	1,00	1,75	1,00	-	1,00	-	4,00	1,50	1,50	1,50	
40	<i>Pilumnoides perlatus</i>	2,50	1,60	1,44	2,71	1,20	1,33	2,60	2,00	1,75	1,88	3,80	3,80	3,80	
41	Pinnotheridae	-	-	-	2,00	1,33	1,00	-	-	-	-	1,00	1,00	1,00	
42	<i>Romaleon setosum</i>	-	-	2,00	-	-	1,00	-	-	1,25	-	1,00	1,00	1,00	
43	Stenothoidae	4,00	7,25	4,50	3,00	10,10	6,22	3,00	6,89	7,00	7,40	6,82	6,82	6,82	
44	<i>Synalpheus spinifrons</i>	-	1,00	1,00	1,33	1,00	1,00	1,67	1,25	1,20	1,67	1,00	1,00	1,00	
45	Tanaidacea sp. 1	-	-	-	-	-	-	-	3,00	-	-	-	-	-	
46	Xanthidae	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	
Brachiopoda	47	<i>Discinisca lamellosa</i>	2,40	8,25	2,20	10,06	8,32	4,00	1,50	2,80	1,60	1,88	2,11	2,11	
Chordata	48	<i>Pyura chilensis</i>	6,00	15,50	11,50	-	2,00	-	-	-	-	2,50	1,00	1,00	
Cnidaria	49	Actinia sp. 1	-	3,50	3,09	5,33	5,00	2,23	-	3,50	3,50	-	1,33	1,33	
	50	Actinia sp. 2	-	-	1,82	-	-	2,00	-	1,00	2,67	-	2,00	2,00	
	51	Actinia sp. 4	2,00	2,00	-	3,33	1,88	-	-	1,67	-	1,00	-	-	
	52	<i>Antholoba achates</i>	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	53	<i>Anthothoe chilensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	

...Continuación Anexo 1

Grupo taxonómico	N°	Especie	Abundancia (ind.*0,0625m ²)										
			Leonas			Punta Coles			Chagllanto			Loberas	
			May	Jul	Nov	May	Jul	Nov	May	Jul	Nov	Jul	Nov
Echinodermata	54	Holothuriidae	-	-	-	2,00	1,00	-	-	3,00	-	-	-
	55	<i>Luidia magellanica</i>	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-
	56	<i>Ophiactis kroeyeri</i>	59,59	46,67	57,44	255,53	127,32	167,72	152,21	201,60	164,13	218,65	209,28
	57	<i>Ophiophragmus</i> sp.	-	-	3,33	-	-	-	-	-	1,00	-	-
	58	<i>Patiria chilensis</i>	3,29	1,00	1,83	11,10	6,21	2,83	1,60	3,91	1,63	1,67	5,67
	59	<i>Tetrapyrgus niger</i>	3,00	2,17	1,00	4,38	2,43	1,83	1,10	2,67	1,00	2,33	2,00
	60	<i>Aeneator fontainei</i>	1,00	-	1,00	-	1,00	-	-	1,00	-	-	-
	61	<i>Alia unifasciata</i>	2,50	7,67	3,62	2,33	2,33	3,70	2,25	5,33	7,73	1,50	1,25
	62	<i>Aulacomya atra</i>	85,56	62,93	47,28	193,53	147,29	71,00	358,07	281,27	119,80	200,29	176,67
	63	<i>Brachidontes granulatus</i>	3,71	4,40	4,00	4,00	5,21	3,29	4,67	3,00	2,00	5,45	1,77
	64	<i>Caecum chilense</i>	-	-	4,50	-	-	3,88	-	-	3,00	-	2,50
	65	<i>Calliostoma jucundum</i>	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-
	66	<i>Carditella tegulata</i>	7,50	4,13	4,58	2,75	3,60	6,86	3,50	4,50	4,45	5,80	2,60
	67	<i>Chaetopleura peruviana</i>	2,25	1,20	1,33	9,00	2,22	1,33	2,25	3,88	-	1,17	2,17
	68	<i>Chaetopleura</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00
	69	Chamidae	-	-	-	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-
	70	<i>Chiton cumingsii</i>	-	-	1,00	-	-	1,00	-	3,00	-	1,00	-
	71	Chitonidae sp. 3	-	-	-	-	-	1,67	-	-	-	-	-
	72	Chitonidae sp. 5	-	-	-	-	-	1,67	-	-	3,00	-	-
73	<i>Choromytilus chorus</i>	8,86	12,86	9,50	-	3,00	-	-	-	-	-	-	
74	<i>Concholepas concholepas</i>	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	
75	Coralliophilinae	-	-	-	1,86	1,13	-	-	-	-	-	-	
76	<i>Crassilabrum crassilabrum</i>	4,06	13,09	8,47	5,20	1,78	3,81	1,92	4,85	3,50	2,22	2,00	
77	<i>Crepipatella dilatata</i>	2,63	2,63	2,89	4,67	4,12	1,67	1,88	4,50	4,67	2,50	2,13	
78	<i>Crucibulum quiriquinae</i>	-	-	-	-	-	1,00	-	1,00	-	-	-	
79	<i>Crucibulum</i> sp.	-	-	1,00	-	2,00	-	-	2,33	1,00	-	-	
80	<i>Doris fontainii</i>	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	
81	<i>Entodesma delicatum</i>	1,67	2,00	2,89	-	1,00	9,31	1,00	1,00	5,91	1,50	2,00	
82	<i>Eulithidium</i> sp.	-	-	1,25	-	-	-	-	-	-	-	-	
83	<i>Eurhomalea rufa</i>	-	-	-	-	-	1,00	-	-	1,00	-	-	
84	<i>Fissurella cumingi</i>	-	-	3,00	-	-	-	-	-	-	-	-	
85	<i>Fissurella latimarginata</i>	1,00	-	-	3,00	-	-	-	-	-	-	-	
86	<i>Fissurella peruviana</i>	3,00	1,00	1,00	1,33	1,38	2,00	-	1,00	-	1,50	-	
87	<i>Fissurella picta</i>	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	
88	<i>Hiatella arctica</i>	9,44	8,22	-	6,86	7,58	2,14	2,44	6,88	-	2,33	1,00	
89	<i>Iselica carotica</i>	3,40	3,40	4,89	4,10	2,44	2,63	3,55	4,00	4,46	8,36	2,71	
90	<i>Leukoma thaca</i>	2,00	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	
91	<i>Linucula pisum</i>	-	2,00	1,20	-	-	-	-	-	1,00	-	-	
92	Mollusca sp. 19	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	
93	Mollusca sp. 20	-	-	-	-	-	1,25	-	-	-	-	-	
94	Mollusca sp. 21	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	
95	Mollusca sp. 23	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	
96	Muricidae sp. 2	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	
97	Muricidae sp. 3	-	-	-	-	-	2,00	-	-	-	-	-	
98	<i>Nassarius gayii</i>	-	2,00	1,00	1,50	-	1,25	-	1,00	1,00	-	-	
99	Nudibranchia	1,00	-	-	1,00	1,75	1,00	1,00	1,33	1,00	-	-	

Grupo taxonómico	N°	Especie	Abundancia (ind.*0,0625m ²)											
			Leonas			Punta Coles			Chagllanto			Loberas		
			May	Jul	Nov	May	Jul	Nov	May	Jul	Nov	Jul	Nov	
Mollusca	100	<i>Priene rude</i>	-	1,75	-	1,00	-	-	-	1,00	-	-	-	
	101	<i>Priene scabrum</i>	-	-	1,00	1,00	-	1,00	-	-	-	-	-	
	102	<i>Prisogaster niger</i>	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	
	103	<i>Rissoina inca</i>	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	
	104	<i>Semimytilus algosus</i>	1439,67	984,56	182,00	-	-	3,67	-	-	-	-	1,00	
	105	<i>Stramonita haemastoma</i>	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	
	106	<i>Tegula atra</i>	2,67	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	
	107	<i>Tegula euryomphala</i>	6,00	2,67	1,00	1,00	1,00	1,20	2,00	-	1,00	1,20	1,29	
	108	<i>Tegula luctuosa</i>	1,50	2,43	2,00	3,78	3,25	2,30	2,63	1,63	1,20	1,00	2,00	
	109	<i>Tegula quadricostata</i>	1,50	3,00	1,86	1,57	1,00	1,60	1,20	2,00	1,00	1,00	1,00	
	110	<i>Tegula tridentata</i>	9,63	1,40	1,50	-	28,00	-	-	-	-	-	-	
	111	Tegulidae	17,25	-	1,60	-	-	1,00	-	-	1,00	-	-	
	112	<i>Thaisella chocolata</i>	1,00	1,00	2,00	1,89	2,14	1,00	2,17	1,43	1,00	-	1,50	
	113	<i>Tonicia chilensis</i>	-	3,00	1,00	-	1,00	1,50	-	3,50	-	-	-	
	114	<i>Tonicia elegans</i>	1,33	4,00	1,00	1,56	1,88	1,50	1,00	1,25	-	-	-	
	115	<i>Trochita trochiformis</i>	31,92	20,00	18,07	14,47	14,50	6,83	1,20	3,23	2,00	17,13	7,39	
	116	<i>Xanthochorus buxea</i>	1,00	7,00	1,00	1,50	1,00	1,00	2,17	2,44	1,00	1,22	1,33	
117	<i>Xanthochorus cassidiformis</i>	2,50	4,50	2,18	2,29	1,50	1,80	1,40	4,33	1,50	1,00	1,00		
Nematoda	118	Nematoda sp.	43,87	52,00	10,47	57,06	84,27	10,94	35,00	54,69	9,71	19,57	8,14	
Nemertea	119	Nemertino sp.	-	1,00	1,00	-	-	-	-	-	1,00	-	-	