

ARTÍCULO

Macroinfauna en playas arenosas de la costa del Norte Grande de Chile sometidas a diferentes presiones antrópicas

Sandy beach macroinfauna from the coast of northern Chile affected by different anthropic pressures

Emilio O. Acuña¹ y Eduardo Jaramillo²

¹Calle Nueva 375, Valdivia, Chile

²Facultad de Ciencias, Campus Isla Teja, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. ejaramillo@uach.cl

Abstract.- Urban sandy beaches are affected by artificial grooming and recreational activities that result in disturbances of sediments and macroinfauna. During October 2012, 3 urban and 4 non-urban beaches were sampled along the coast of northern Chile (*ca.*, 20-21°S), in order to evaluate their intertidal macroinfauna community structure. Four transects set - perpendicular to the shoreline - were replicated from the upper intertidal to the low tide level to collect sediment samples and macroinfauna on the upper, middle and lower beach. The amount of debris stranded across the shore was used as an estimation of beach grooming. Urban beaches with grooming (*i.e.*, almost no debris) had lower species richness than non-urban beaches without grooming and thus with stranded debris (4-5 vs. 8-9 spp., respectively). The crab *Ocypode gaudichaudii* was absent in 2 urban beaches where artificial grooming is used; on the other hand, even when they are present in an urban beach with artificial grooming (Huayquique) the burrow's diameter of this crab were the lowest at that site. No significant differences were found in the population abundances of the other 2 common species occurring in urban and non-urban beaches: the isopod *Excirolana braziliensis* and the anomuran *Emerita analoga*. Thus, it is concluded that artificial grooming affects primarily to an upper shore species, the crab *O. gaudichaudii*, which is a conspicuous member of the faunal communities in sandy beaches of northern Chile.

Key words: Sandy beaches, northern Chile, anthropic disturbance

Resumen.- Las playas arenosas urbanas son afectadas por limpieza artificial y recreación, lo que resulta en perturbación de los sedimentos y la macroinfauna. Durante octubre 2012, se muestrearon 3 playas urbanas y 4 no urbanas a lo largo de la costa del norte de Chile (*ca.*, 20-21°S), para evaluar la estructura comunitaria de la macroinfauna intermareal. Se replicaron 4 transectos perpendiculares a la línea de costa extendidos entre el intermareal superior y el nivel de la marea baja, para recolectar muestras de sedimento y macroinfauna en los niveles superior, medio e inferior de la playa. La cantidad de basura varada en la zona de muestreo fue utilizada como un estimador de limpieza artificial. Las playas urbanas con limpieza artificial (*i.e.*, basura casi ausente) tuvieron menor riqueza de especies que playas no urbanas sin limpieza y con presencia de basura varada (4-5 vs. 8-9 spp., respectivamente). El cangrejo (carismático) *Ocypode gaudichaudii* estuvo ausente en 2 playas urbanas donde se practica limpieza artificial; aun cuando presente en una playa urbana con limpieza (Huayquique), las madrigueras de *O. gaudichaudii* fueron las de menor diámetro. No se encontraron diferencias significativas en las abundancias poblacionales de las otras 2 especies más comunes que ocurren en playas urbanas y no urbanas del área: el isópodo *Excirolana braziliensis* y el anomuro *Emerita analoga*. Por lo tanto, la limpieza artificial en las playas del área afecta primariamente a una especie de la parte superior de la playa, el cangrejo *O. gaudichaudii*, miembro conspicuo de la comunidad faunística de las playas arenosas del norte de Chile.

Palabras clave: Playas arenosas, norte de Chile, perturbación antrópica

INTRODUCCIÓN

Las playas arenosas alrededor del mundo (*ca.*, 75% de la costa libre de hielo; Brown 2001) prestan servicios ecosistémicos, muchos de ellos fundamentales para mantener el uso que el ser humano hace de ellas (Nel *et al.* 2014). Entre tales servicios están la disipación de eventos extremos (tormentas, tsunamis), respuesta a los

cambios en el nivel del mar, descomposición de materia orgánica, filtración y purificación de agua, turismo y recreación (Defeo *et al.* 2009). Las actividades relacionadas a recreación, limpieza artificial y contaminación de la zona costera ocurren muchas veces en zonas de alto atractivo turístico, como es el caso de las playas arenosas del

extremo norte de Chile y que por su clima, atraen gran número de turistas en cualquier época del año (Municipalidad de Iquique)¹. Una de las ciudades del norte de Chile con más turismo es Iquique, con playas que se encuentran dentro del radio urbano y que son generalmente limpiadas artificialmente, actividad que perturba las capas superficiales del sedimento (Fig. 1a); por el contrario, en aquellas playas afuera del radio urbano, es común encontrar varazones de basura inorgánica y orgánica (Fig. 1b).

Jaramillo (1987) y Jaramillo *et al.* (2000), estudiaron la abundancia y zonación de la macroinfauna intermareal en playas arenosas de la costa de Iquique, observando baja riqueza de especies en relación a otras playas del litoral chileno. En ellas, el crustáceo anomuro *Emerita analoga* (Stimpson, 1857) fue dominante en los niveles inferiores y el cangrejo *Ocypode gaudichaudii* (H. Milne Edwards & Lucas, 1843) en los niveles superiores. A diferencia de lo observado en playas del centro y sur de Chile, Jaramillo (1987) no encontró crustáceos anfípodos (Talitridae) en los niveles superiores de estas playas, y solo una especie de isópodo cirolánido *Excirrolana braziliensis* (Richardson, 1912) en los niveles medios.

Los efectos de la perturbación de origen antrópico sobre la fauna de las playas arenosas, han sido escasamente estudiados alrededor del mundo. Veloso *et*

al. (2006), estudiaron el efecto del desarrollo urbano en playas arenosas de la costa de Rio de Janeiro, Brasil, encontrando que en playas donde ocurre un mayor número de visitantes, las abundancias del isópodo cirolánido *E. braziliensis*, son menores a las observadas en playas con menor afluencia de visitantes. Similarmente, Vieira *et al.* (2012) encontraron efectos negativos en playas urbanas en el sur de Brasil, tanto en abundancia como riqueza específica de la macroinfauna intermareal. Por otra parte, Aheto *et al.* (2011), sugieren que el tamaño de las madrigueras de *Ocypode* spp. en la costa de Ghana, es un buen indicador del impacto humano en playas arenosas expuestas al oleaje, observándose una menor densidad de madrigueras en playas con mayor perturbación mecánica. Los estudios de Schlacher *et al.* (2007), muestran efectos negativos del paso de vehículos sobre las poblaciones de *Ocypode cordimanus* (Latreille, 1818) y *Ocypode ceratophthalma* (Pallas, 1772) en playas de North Stradbroke Island, Australia; *i.e.*, la abundancia de estas especies en playas con alto tráfico de vehículos es baja, estimándose que en el peor de los casos, un solo vehículo puede matar el 0,75% de la población, lo que con un tráfico menor a 100 vehículos por día podría causar la muerte del 50% de la población intermareal de estas especies de cangrejos.

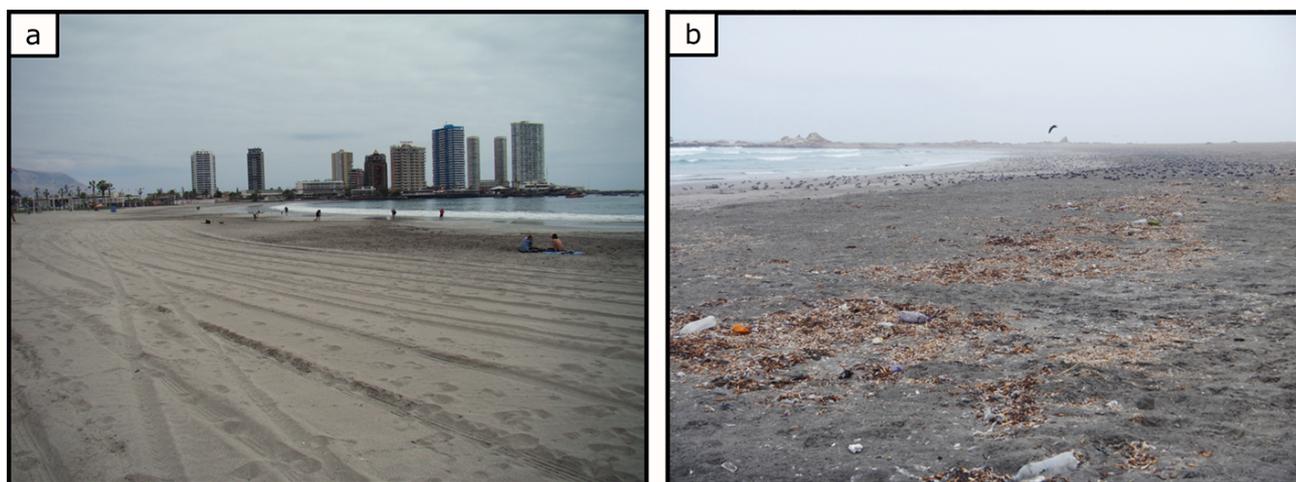


Figura 1. a) Cavancha, playa arenosa del centro urbano de Iquique. Nótese la perturbación de la arena producto de la limpieza de las mismas. b) Chomache, playa ubicada fuera del radio urbano de Iquique y donde no ocurre limpieza de la basura que se deposita periódicamente en los niveles superiores de la misma / a) Cavancha, an urban sandy beach of Iquique. Take note of the sand disturbance as a result of the artificial grooming of this site. b) Chomache, a non - urban beach without artificial grooming of the debris stranded on the upper shore levels

¹< <http://www.municipioiquique.cl/iquique/turismo-2/>>

El objetivo de este estudio fue comparar la abundancia y riqueza de especies de la macrofauna intermareal en playas ubicadas dentro y fuera del radio urbano de Iquique, a fin de evaluar eventuales efectos de la limpieza artificial que se realiza en las primeras sobre tales atributos comunitarios de esa macrofauna.

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

Este estudio se llevó a cabo durante octubre 2012, en 7 playas arenosas, localizadas entre la ciudad de Iquique por el norte y el río Loa por el sur (Región de Tarapacá, *ca.*, 20-21°S). Tres de estas playas se ubican dentro del radio urbano de Iquique: Cavancha (20°13'54,3''S;70°08'50,1''W), Playa Brava (20°14'28,7''S;70°08'44,7''W) y Huayquique (20°16'51,2''S; 70°07'44,3''W), a la vez que 4 se ubican al

sur del radio urbano de esta ciudad: Chauca (20°49'24,3''S; 70°11'08,1''W), Chomache (21°04'46,6''S; 70°07'46,7''W) Boca del Diablo (21°10'45,8''S; 70°06'12,1''W) y Playa Larga (21°17'46,3''S; 70°03'57,4''W) (Fig. 2).

MUESTREO DE MACROINFAUNA Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LAS PLAYAS

Se muestreó sobre 4 transectos perpendiculares a la línea de costa, y separados 5 m entre sí. Los transectos se extendieron entre la línea de la marea alta más antigua hasta el límite de la marea baja. Cada transecto se dividió en 3 zonas: A) zona superior: extendida entre el límite de la marea alta más antigua y la marea alta más reciente; B) zona media: entre la marea alta más reciente y la línea de efluente, y C) zona inferior: entre la línea de efluente y el nivel de marea baja del día de muestreo. Las zonas A, B y

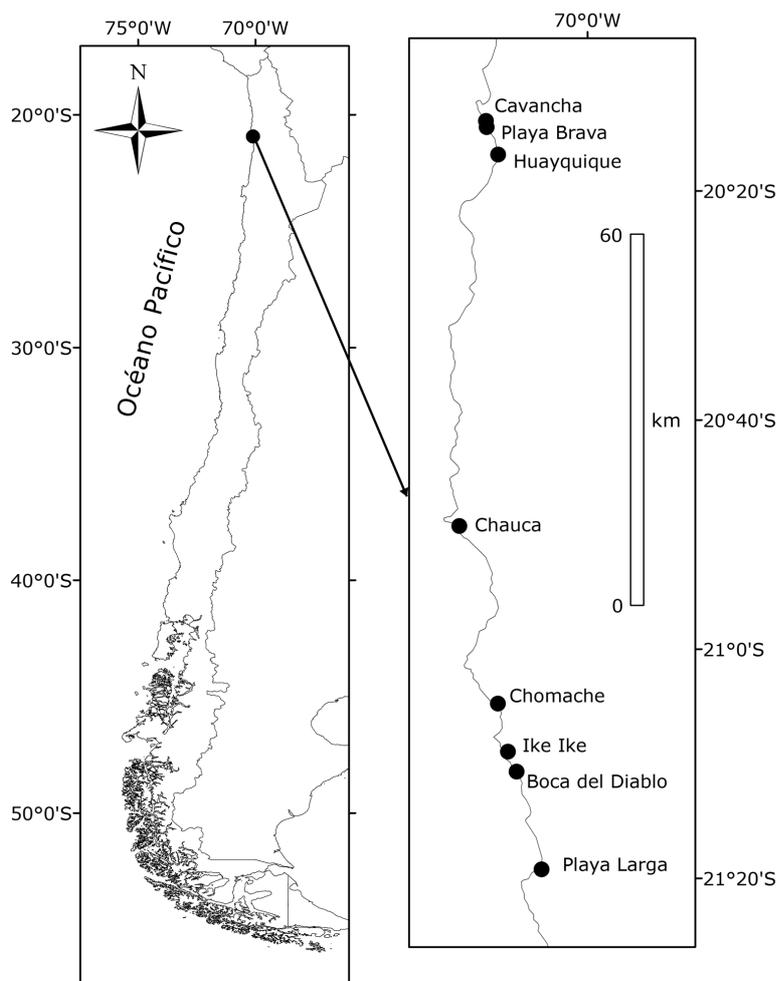


Figura 2. Mapa del área de estudio en la costa de Iquique, Chile. Los círculos negros indican la ubicación de los sitios de muestreo / Map of the study area at the coast of Iquique, Chile. The black dots indicate the location of the study sites

C corresponden a las zonas de secado, retención y resurgencia respectivamente, definidas por Salvat (1964). En cada zona y a lo largo de los transectos, se recolectaron 5 muestras con un cilindro metálico (10 cm de diámetro) enterrado 20 cm en la arena. Estas 5 muestras se colocaron en un tamiz de abertura de malla de 1000 μm para proceder a un proceso de filtración para separar la arena de los organismos de la macroinfauna. Los organismos retenidos en la malla se almacenaron en bolsas plásticas con formalina al 10% para su posterior análisis en laboratorio.

También se recolectaron muestras de sedimentos para análisis granulométricos en los siguientes niveles: marea alta más antigua, marea alta más reciente, línea de efluente y nivel de marea baja. En cada nivel se recolectaron cuatro muestras de los primeros 5 cm del sedimento y sobre los 4 transectos mencionados anteriormente. Estas muestras se analizaron mediante estudio de velocidades de sedimentación de las partículas de arena (Emery 1938) y método de momentos (Seward-Thompson & Hails 1973). En cada playa se registró el ancho (medido desde el nivel de la marea alta antigua hasta el nivel de marea baja) y pendiente de la misma (Emery 1961). Esta última se expresa como $1/x$, donde x es la distancia en metros necesaria para tener un desnivel de 1 m. Mientras mayor es el valor de x , más plana es una playa (*i.e.*, menor declive o inclinación).

Para la estimación de la abundancia y distribución de *Ocypode gaudichaudii*, se contó la cantidad de agujeros en la playa (*cf.*, Quijón *et al.* 2001). Se muestreó sobre 6 transectos perpendiculares a la línea de costa, separados por 5 m entre si y extendidos entre la línea de marea alta más antigua y la línea de efluente; cada transecto tuvo un ancho de 2 m. En cada transecto se determinó la cantidad total de madrigueras de *Ocypode* y el diámetro de las mismas.

PERTURBACIÓN DEL SEDIMENTO

Se obtuvieron 4 fotografías en el nivel de la marea alta más antigua, nivel de marea alta del día y línea de efluente, niveles que corresponden a los de mayor acumulación de basura. Las fotografías se tomaron sobre áreas de 100 x 100 cm (Fig. 3).

ANÁLISIS DE LOS DATOS

Los datos de abundancia de la macroinfauna fueron llevados a metro lineal (ind. m^{-1}) para estandarizar los diferentes anchos intermareales de cada una de las playas de este estudio. Este se calculó multiplicando la cantidad de individuos de cada muestra, por un factor de conversión, el que considera el ancho de la zona dividido por el área de la muestra obtenida (n° de cores por el área de cada uno).



Figura 3. Fotografía de la cantidad de basura depositada en el nivel de marea alta antiguo en la playa de Chomache (3 octubre 2012). Cada vara plástica mide 100 cm / Stranded debris at the oldest high tide level of the beach Chomache (October 3, 2012). Each plastic rod measured 100 cm

Para evaluar eventuales diferencias entre los tipos de playas, se utilizó el análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis (Kruskal & Wallis 1952). Se realizaron análisis de correlación de Pearson (datos normales) y de Spearman (datos no normales) para analizar la relación de los parámetros comunitarios de la macroinfauna con su cercanía al centro urbano de Iquique.

Las fotografías destinadas a evaluar la cantidad de basura depositada en las playas, se analizaron con el programa CPCe 4.1 (Kohler & Gill 2006). Se usaron 100 puntos distribuidos uniformemente sobre la fotografía, distinguiéndose las categorías basura y arena. Con estos datos se obtuvo un porcentaje total de basura para cada nivel, los que fueron promediados por cada nivel y playa, para calcular el contenido de basura por playa. La abundancia de basura fue utilizada como una estimación de la perturbación que se produce al realizar limpieza artificial en las playas estudiadas. Mientras más alto es el contenido de basura en la playa, menor es la perturbación por limpieza artificial en la misma.

RESULTADOS

PARÁMETROS FÍSICOS

ANCHO DE LA ZONA INTERMAREAL

El ancho de la zona intermareal, varió entre 67 m en Huayquique y 159 m en Playa Larga. Las playas urbanas fueron, en general, más angostas (67-74 m) que aquellas ubicadas fuera del radio urbano (111-159 m) (Tabla 1).

TAMAÑO MEDIO DE LAS PARTÍCULAS DE ARENA

El tamaño medio de las partículas de arena en el nivel superior de las playas (correspondiente a la marea alta más antigua), fluctuó entre 256 y 354 μm (Playa Larga y Playa Brava); *i.e.*, arenas de tamaño medio (*cf.*, Folk 1980) (Tabla 1). La variación entre los tamaños de partícula en el nivel de la marea alta de día o más reciente, fluctuó entre 228 y 356 μm . Playa Larga y Chauca presentaron los tamaños más bajos de partículas en este nivel (228 y 248 μm , respectivamente), correspondientes a un tamaño de grano de arena fino (*cf.*, Folk 1980). En los otros sitios, el tamaño medio de la partícula de arena fluctuó entre 267 y 356 μm (arenas de tamaño medio, 250-500 μm ; *cf.*, Folk 1980) (Tabla 1). El tamaño medio de las partículas de arena en la línea de efluente varió entre 236 y 333 μm (Playa Larga y Playa Brava, respectivamente). En Playa Larga, se encontró el menor tamaño de partículas (236 μm ; arenas finas; *cf.*, Folk 1980), mientras que en los otros sitios, este nivel estuvo caracterizado por arenas de tamaño medio (250-500 μm ; *cf.*, Folk 1980) (Tabla 1). El tamaño medio de las partículas de arena en el límite de la marea baja, fluctuó entre 277 y 437 μm (Playa Larga y Playa Brava, respectivamente) correspondientes a arenas de tamaño medio (*cf.*, Folk 1980) (Tabla 1).

PENDIENTE DE LA PLAYA

Playa Brava fue la playa con la mayor inclinación o pendiente (1/25), a la vez que Chauca, Chomache y Playa Larga fueron las de menor inclinación (*i.e.*, playas más planas) (1/48-1/58). Cavancha, Huayquique y Boca del Diablo tuvieron valores intermedios de pendiente (1/34-1/39) (Tabla 1).

Tabla 1. Ancho del intermareal, tamaño promedio de las partículas de arena en micrones y pendiente (1/x) (1 desviación estándar en paréntesis). MAA= marea alta más antigua, MAD= marea alta del día, LE= línea de efluente y MB= nivel de marea baja / Intertidal width, mean size of sand particles in microns and beach face slope (1/x) (1 standard deviation in parentheses). MAA= oldest high tide line, MAD= high tide line of the sampling day, LE= effluent line and MB= low tide line

Playa	Ancho del intermareal (m)	Tamaño de la partícula de arena (μm)				Pendiente de la playa (1/x)
		MAA	MAD	LE	MB	
Cavancha	74	300 (20)	267 (3)	288 (25)	325 (27)	32 (3,6)
Playa Brava	68	354 (29)	291 (17)	333 (9)	437 (37)	25 (0,5)
Huayquique	67	292 (10)	313 (5)	277 (10)	326 (16)	34 (2,2)
Chauca	135	257 (5)	248 (3)	265 (14)	323 (17)	48 (1,3)
Chomache	135	307 (9)	356 (16)	316 (10)	325 (10)	50 (4,2)
Boca del Diablo	111	322 (7)	306 (7)	323 (4)	394 (49)	39 (0,6)
Playa Larga	159	256 (5)	228 (2)	236 (2)	277 (4)	58 (0,5)

RELACIÓN ENTRE PENDIENTE DE LA PLAYA Y TAMAÑO DE LA PARTÍCULA DE ARENA

Los resultados de los análisis de correlación llevados a cabo para evaluar eventuales relaciones entre el tamaño medio general de la arena (*i.e.*, promedio de los 3 niveles inferiores) y la pendiente, no mostraron correlación significativa entre ambas (r de Pearson = -0,63; $P = 0,13$).

PARÁMETROS BIOLÓGICOS

ZONACIÓN DE LA MACROINFAUNA

La Tabla 2 y la Figura 4 dan cuenta de la zonación intermareal de la macroinfauna de las playas arenosas estudiadas. El coleóptero tenebriónido *Phalerisida maculata* (Kulzer) se recolectó solamente en la zona de secado (*sensu* Salvat 1964) de la playa, a la vez que el decápodo braquiuro *Ocyrode gaudichaudii* y el isópodo cirolánido *Excirrolana braziliensis*, se detectaron en las zonas de secado y retención (*sensu* Salvat 1964) en prácticamente todas las playas en que estas especies fueron observadas (Tabla 2). El decápodo anomuro *Emerita analoga*, se recolectó en la zona de resurgencia (*sensu* Salvat 1964) de todas las playas; en esta misma zona y en 3 de las playas, se recolectó el anomuro *Lepidopa chilensis* (Lenz, 1902). El braquiuro *Bellia picta* (H. Milne Edwards, 1848) solo apareció en la zona de resurgencia de Chauca (Tabla 2). Los poliquetos fueron los invertebrados que presentaron una distribución más

variable; *i.e.*, una especie de la familia Glyceridae, se detectó desde la zona de retención hasta la zona de resurgencia de la mayoría de las playas, a la vez que una especie de la familia Spionidae se recolectó tanto en la zona de retención como en la de resurgencia, mientras que una especie de la familia Nephtyidae y una especie de la familia Orbiniidae solo aparecieron en la zona más baja de la playa (*i.e.*, zona de resurgencia) (Tabla 2).

COMPOSICIÓN ESPECÍFICA Y ABUNDANCIAS DE LA ESPECIES DE LA MACROINFAUNA

Los valores más altos de riqueza específica ($n = 9$ especies), se registraron en Chomache y Playa Larga, mientras que los más bajos se detectaron en Playa Brava, Cavanca y Huayquique ($n = 4-5$ especies) (Tabla 3). Los resultados de los análisis de correlación realizados para evaluar la relación entre esta variable y la distancia de los sitios de muestreo al centro urbano de Iquique, mostraron una correlación significativa (r de Pearson = 0,95; $P = 0,001$) (Fig. 5). Es decir, las playas más alejadas de ese centro (*i.e.*, zona urbana) tienen un mayor complemento de especies que aquellas cercanas al centro. Los análisis efectuados (Kruskal-Wallis) para comparar la riqueza de la macroinfauna entre los 2 tipos de playas (urbanas con limpieza artificial y no urbanas sin esta perturbación), mostraron diferencias significativas entre ambos ($P < 0,001$) (Fig. 5), con valores más altos en las segundas.

Tabla 2. Especies presentes en cada una de las zonas físicas de las playas estudiadas / Species inhabiting each of the physical zones at the beaches studied

Zonas	Cavanca	Playa Brava	Huayquique	Chauca	Chomache	Boca del Diablo	Playa Larga
Zona de secado	<i>P. maculata</i>	<i>P. maculata</i>	<i>E. braziliensis</i>	<i>O. gaudichaudii</i>	<i>O. gaudichaudii</i>	<i>O. gaudichaudii</i>	<i>O. gaudichaudii</i>
	<i>E. braziliensis</i>	<i>E. braziliensis</i>		<i>P. maculata</i>	<i>P. maculata</i>	<i>P. maculata</i>	<i>P. maculata</i>
				<i>E. braziliensis</i>	<i>E. braziliensis</i>	<i>E. braziliensis</i>	<i>E. braziliensis</i>
Zona de retención	<i>E. analoga</i>	<i>E. braziliensis</i>	<i>O. gaudichaudii</i>	<i>O. gaudichaudii</i>	<i>O. gaudichaudii</i>	<i>O. gaudichaudii</i>	<i>E. braziliensis</i>
		Glyceridae sp.1	<i>E. braziliensis</i>	<i>E. braziliensis</i>	<i>E. braziliensis</i>	<i>E. braziliensis</i>	Glyceridae sp.1
			Glyceridae sp.1	<i>L. chilensis</i>	Glyceridae sp.1	Glyceridae sp.1	
				Glyceridae sp.1			Spionidae sp.1
Zona de resurgencia	<i>E. analoga</i>						
	Glyceridae sp.1	Glyceridae sp.1	Nephtyidae sp.1	<i>B. picta</i>	<i>L. chilensis</i>	<i>L. chilensis</i>	<i>L. chilensis</i>
	Spionidae sp.1			Glyceridae sp.1	Spionidae sp.1	Glyceridae sp.1	Spionidae sp.1
					Nephtyidae sp.1	Nephtyidae sp.1	Nephtyidae sp.1
				Orbiniidae sp.1	Orbiniidae sp.1	Orbiniidae sp.1	

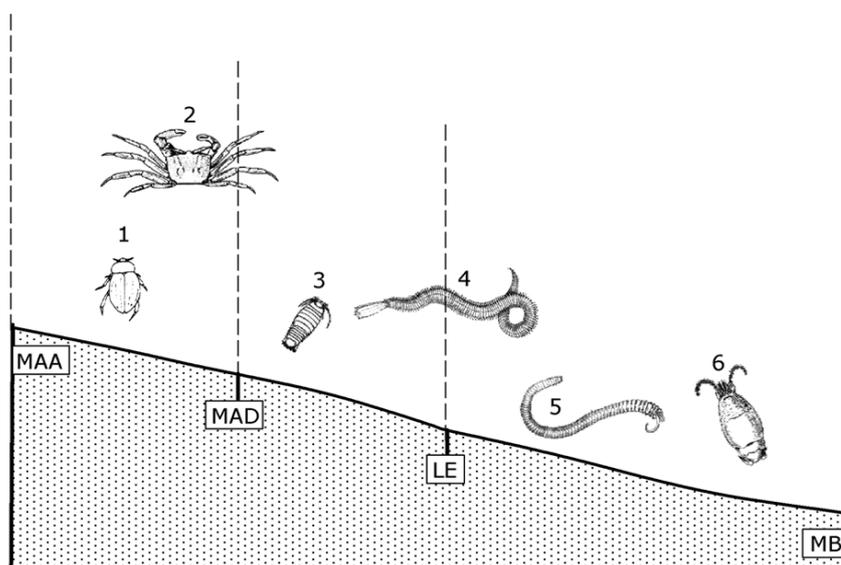


Figura 4. Distribución general de la macroinfauna que ocurre a lo ancho de las playas arenosas del área de estudio. MAA= marea alta antigua, MAD= marea alta del día, LE= línea de efluente y MB= nivel de marea baja. Para cada zona de la playa se muestran las especies características de las mismas. 1: *Phalerisidia maculata*, 2: *Ocypode gaudichaudii*, 3: *Excirrolana braziliensis*, 4: *Gliceridae* sp., 5: *Spionidae* sp., 6: *Emerita analoga* / General across shore distribution of the sandy beach macroinfauna occurring at the sandy beaches of the study area. MAA= oldest high tide line, MAD= high tide line of the sampling day, LE= effluent line and MB= low tide line. The characteristic species for each zone are shown: 1: *Phalerisidia maculata*, 2: *Ocypode gaudichaudii*, 3: *Excirrolana braziliensis*, 4: *Gliceridae* sp., 5: *Spionidae* sp., 6: *Emerita analoga*

Tabla 3. Riqueza específica, promedios de abundancia total y abundancias de las especies de la macroinfauna en las playas estudiadas. Los valores se expresan en m^{-1} para la abundancia total y para todas las especies con excepción de *O. gaudichaudii*, para la cual los valores se expresan en m^{-2} . Por lo tanto, los valores de abundancia total no incluyen a este cangrejo / Species richness, mean abundances of the total macroinfauna and that of each species at the beaches studied. The values are expressed in m^{-1} for all the species but *O. gaudichaudii* whose abundances are expressed in m^{-2} . Thus, total abundances do not include abundances of this crab

	CAV	PB	HUA	CHA	CHO	BD	PL
Riqueza específica	5	4	5	8	9	8	9
Abundancia total	102113,6	81512,6	45632,8	809587,5	1147536,3	146269,4	23669,5
<i>O. gaudichaudii</i>	0,0	0,0	0,52	0,19	0,20	0,10	0,23
<i>P. maculata</i>	38,2	1604,3	0,0	1082,3	763,9	916,7	541,1
<i>E. braziliensis</i>	76,4	3208,6	687,5	21072,1	4615,5	687,5	1591,5
<i>E. analoga</i>	101362,4	74917,2	44334,1	783486,1	1134676,6	140387,1	3558,7
<i>L. chilensis</i>	0,0	0,0	0,0	318,3	3819,7	891,3	10695,2
<i>B. picta</i>	0,0	0,0	0,0	509,3	0,0	0,0	0,0
Glyceridae	318,3	1782,5	101,9	2928,4	1114,1	2049,9	1935,3
Spionidae	318,3	0,0	0,0	191,0	636,6	0,0	668,4
Nephtyidae	0,0	0,0	509,3	0,0	1273,2	445,6	4010,7
Orbiniidae	0,0	0,0	0,0	0,0	636,6	891,3	668,4

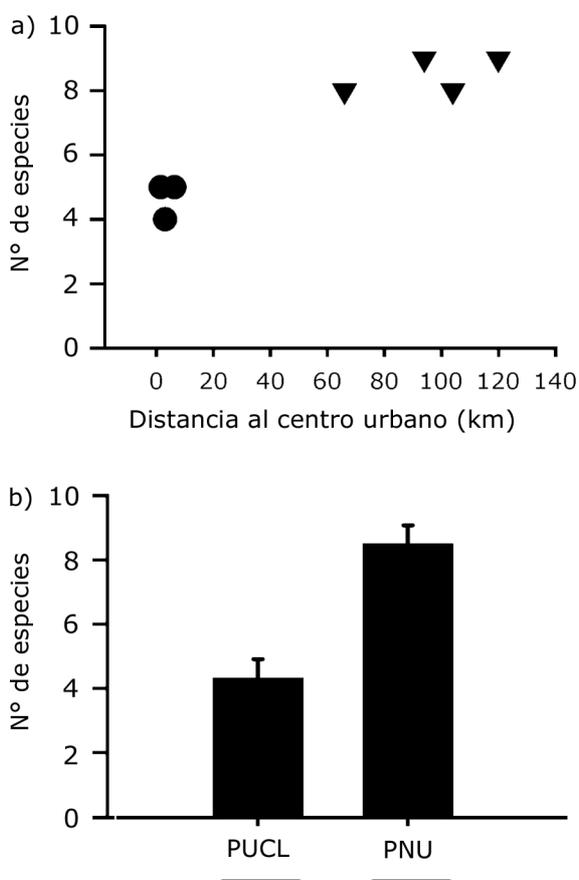


Figura 5. a) Riqueza específica de la macroinfauna de las playas estudiadas en relación a distancias al centro urbano de Iquique. Los círculos negros representan a playas urbanas donde se realiza limpieza artificial de las mismas (Cavancha, Playa Brava y Huayquique), a la vez que los triángulos negros representan a las playas ubicadas fuera del área urbana de Iquique donde no se realiza limpieza (Chauca, Chomache, Boca del Diablo y Playa Larga). b) Valores promedio (+ 1 desviación estándar) de riqueza específica en playas urbanas con limpieza artificial (PUCL) y en playas no urbanas (PNU) ubicadas fuera del radio urbano de Iquique. Las líneas negras no unidas indican ausencia de diferencias significativas ($P > 0,05$) entre los grupos comparados (ver Materiales y Métodos) / a) Species richness of the macroinfauna in relation to distances of sampling sites to the urban center of Iquique. The black dots represent urban beaches with artificial grooming (Cavancha, Playa Brava and Huayquique), while the black triangles represent beaches located outside of the urban area of Iquique where no grooming is used (Chauca, Chomache, Boca del Diablo and Playa Larga). b) Mean values (+ 1 standard deviation) of species richness in urban beaches with artificial grooming (PUCL), and in non-urban beaches (PNU) located outside of the urban area of Iquique and where no grooming is used. The non-linked black lines indicate no significant differences ($P > 0.05$) among the groups compared (see Materials and Methods)

La riqueza de especies (incluyendo a *O. gaudichaudii*) presentó una correlación directa y significativa con el perfil de la playa (r de Pearson= 0,93; $P= 0,003$), no así el tamaño promedio de la arena (r de Pearson= -0,36; $P= 0,43$); *i.e.*, la mayor riqueza se detectó en playas con menor inclinación o más planas.

La especie más abundante en el área de estudio fue *E. analoga* (Decapoda, Anomura), con excepción de Playa Larga, donde la especie predominante fue *L. chilensis* (Decapoda, Anomura) (Tabla 3). La mayor abundancia de *E. analoga* se encontró en las playas de Chauca y Chomache; similarmente, *E. braziliensis* presentó sus mayores abundancias en estas playas, a la vez que la menor abundancia de este isópodo se detectó en Cavancha. Los análisis de correlación destinados a evaluar relaciones entre la abundancia total de la macroinfauna y la de las especies más representativas del área con la distancia al centro urbano de Iquique, no mostraron correlaciones significativas: *P. maculata* (r de Pearson= 0,17; $P= 0,72$), *E. braziliensis* (ρ de Spearman= 0,27; $P= 0,49$), *E. analoga* (ρ de Spearman= 0,0; $P= 0,97$) (Fig. 6), y abundancia total de especies (ρ de Spearman= 0,0; $P= 0,97$). Los análisis efectuados (Kruskal-Wallis) para comparar la abundancia de la macroinfauna entre los 2 tipos de playas (urbanas con limpieza artificial y no urbanas sin esta perturbación), no mostraron diferencias significativas entre ambos ($P > 0,05$) (Fig. 7).

La mayor abundancia de *O. gaudichaudii* ocurrió en Huayquique, mientras que la menor se encontró en Boca del Diablo; no se encontraron madrigueras de esta especie en Cavancha y Playa Brava (Tabla 3). Los resultados de los análisis de correlación llevados a cabo para relacionar las abundancias de esta especie (incluyendo las 2 playas donde esta especie estuvo ausente) con la cercanía al centro urbano de Iquique, no mostraron correlación significativa (r de Pearson= 0,048; $P= 0,92$) (Fig. 6). Los análisis realizados para comparar las abundancias de *O. gaudichaudii* con respecto a la zona de estudio (incluyendo las 2 playas donde esta especie estuvo ausente), no presentaron diferencias significativas entre las playas urbanas donde se realiza limpieza artificial y aquellas fuera del radio urbano (Kruskal-Wallis, $H= 3,52$; $P= 0,063$) (Fig. 7).

Los diámetros promedio de las madrigueras de *O. gaudichaudii* fluctuaron entre 1,30 y 6,77 cm (Huayquique y Chauca, respectivamente) (Fig. 8a). El diámetro de las madrigueras de Huayquique fue significativamente más bajo (Kruskal-Wallis, $H= 132,59$, $P < 0,0001$) que el estimado

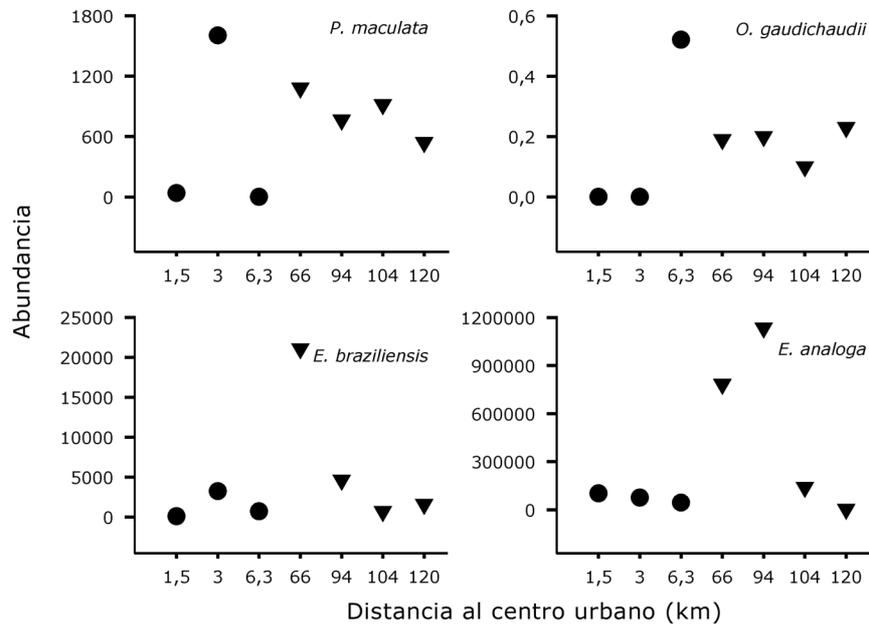
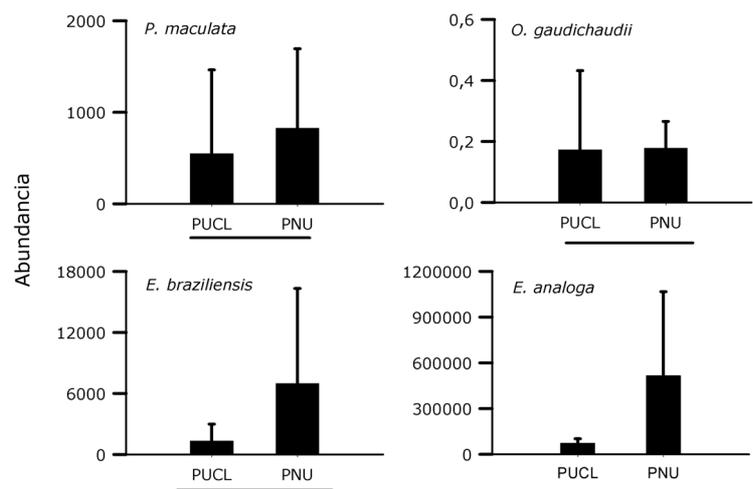


Figura 6. Abundancias promedio de *Phalerisidia maculata* (m^{-1}), *O. gaudichaudii* (m^2), *Excirolana braziliensis* (m^{-1}) y *Emerita analoga* (m^{-1}), en relación a distancias de los sitios de muestreo al centro urbano de Iquique. Las abundancias de *O. gaudichaudii* fueron estimadas a partir de las densidades de las madrigueras de este cangrejo (ver Material y Métodos). Los círculos negros representan a playas urbanas donde se realiza limpieza artificial (Cavancha, Playa Brava y Huayquique), a la vez que los triángulos negros representan a las playas ubicadas fuera del área urbana de Iquique y donde no se realiza limpieza (Chauca, Chomache, Boca del Diablo y Playa Larga). Para ubicación latitudinal de los sitios de muestreo, ver Fig. 1 / Mean abundances of *Phalerisidia maculata* (m^{-1}), *O. gaudichaudii* (m^2), *Excirolana braziliensis* (m^{-1}) and *Emerita analoga* (m^{-1}), in relation to distances of sampling sites to the urban center of Iquique. The abundances of *O. gaudichaudii* were estimated from burrow's density of this crab (see Material and Methods). The black dots represent urban beaches with artificial grooming (Cavancha, Playa Brava and Huayquique), while the black triangles represent beaches located outside of the urban area of Iquique where no grooming is used (Chauca, Chomache, Boca del Diablo and Playa Larga). For latitudinal location of sampling sites, see Fig. 1

Figura 7. Abundancias promedio (+ 1 desviación estándar) de *Phalerisidia maculata* (m^{-1}), *O. gaudichaudii* (m^2), *Excirolana braziliensis* (m^{-1}) y *Emerita analoga* (m^{-1}) en playas urbanas con limpieza artificial (PUCL), y en playas no urbanas (PNU) ubicadas fuera del radio urbano de Iquique y donde no se utiliza limpieza. Las líneas negras unidas indican ausencia de diferencias significativas ($P > 0,05$) entre los grupos comparados (ver Materiales y Métodos) / Mean abundances (+ 1 standard deviation) of *Phalerisidia maculata* (m^{-1}), *O. gaudichaudii* (m^2), *Excirolana braziliensis* (m^{-1}) and *Emerita analoga* (m^{-1}) in urban beaches with artificial grooming (PUCL), and in non-urban beaches (PNU) located outside of the urban area of Iquique and where no grooming is used. The linked black lines indicate no significant differences ($P > 0.05$) among the groups compared (see Materials and Methods)



para todos los otros sitios de muestreo; en Chauca, este diámetro fue significativamente mayor ($P < 0,05$) que en Huayquique, Boca del Diablo y Playa Larga (Fig. 8a).

DISTRIBUCIÓN DE *OCYPODE GAUDICHAUDII*

Las madrigueras de *O. gaudichaudii* se encontraron entre el límite de marea alta más antigua y la línea de efluente, pero mayoritariamente sobre el límite de la marea alta del día. La playa en que este cangrejo presentó menor distribución espacial fue Chomache, con una distribución no mayor a 7 m (principalmente bajo la línea de marea alta del día) (Fig. 8b). Las playas en que *O. gaudichaudii* presentó una mayor distribución a lo ancho de la playa, fueron Playa Larga, con una distribución total de 20 m sobre la línea de marea alta del día y Chauca con 20 m (desde 4 m bajo la marea alta del día) (Fig. 8b). En Huayquique, no se registraron madrigueras de *O. gaudichaudii* sobre la línea de la marea alta del día (Fig. 8b). Todas las madrigueras de este cangrejo, se ubicaron en sectores con arenas de grano medio (cf., Folk 1980), con la excepción de los agujeros observados en Playa Larga (sustrato con arenas de tipo fino; cf., Folk 1980).

RELACIONES ABUNDANCIA DE LA MACROINFAUNA Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS PLAYAS

No se encontraron correlaciones significativas entre la abundancia total de la macroinfauna, la abundancia de *O. gaudichaudii*, *P. maculata*, *E. braziliensis* y *E. analoga* con el tamaño promedio de las partículas de arena y la pendiente de la zona que ocupan en la playa (Tabla 4).

Tabla 4. Valores de r y P, para los análisis de correlación (Pearson y Spearman) entre los parámetros biológicos y las características físicas de la playa (pendiente y tamaño del grano de arena). Los valores en negrita corresponden a aquellos resultantes de la correlación de Spearman (rho y P) / r and P values resulted from the correlation analyses between biological parameters and the physical characteristics of the beaches (slope and sand grain size). The values highlighted in bold are from Spearman correlation (rho and P)

	Pendiente de la playa (1/x)		Tamaño de la partícula de arena (µm)	
	r	P	r	P
Abundancia total				
<i>O. gaudichaudii</i>	0,47	0,29	-0,30	0,52
<i>P. maculata</i>	-0,53	0,23	0,46	0,30
<i>E. braziliensis</i>	0,29	0,49	-0,04	0,91
<i>E. analoga</i>	0,43	0,30	0,25	0,55

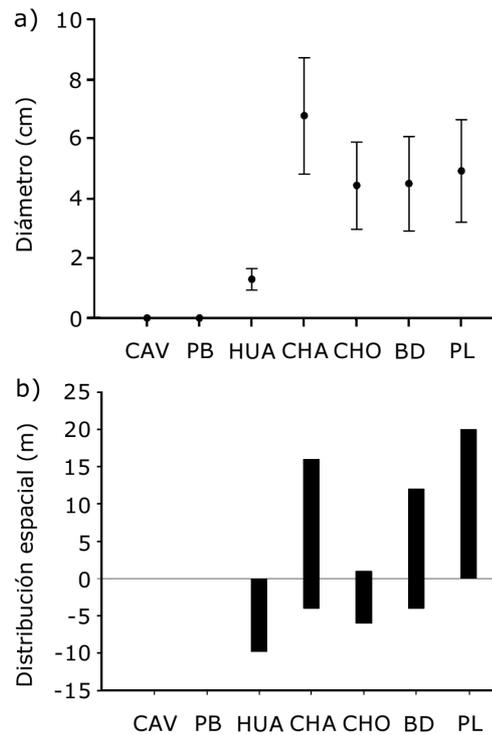


Figura 8. a) Diámetros promedio (± 1 desviación estándar) de las madrigueras de *Ocypode gaudichaudii*. b) Distribución espacial de estas madrigueras en relación a la línea de marea alta del día de muestreo (0) en cada uno de los sitios de estudio. Las playas están ordenadas de norte a sur: CAV= Cavancha, PB= Playa Brava, HUA= Huayquique, CHA= Chauca, CHO= Chomache, BD= Boca del Diablo y PL= Playa Larga / a) Mean diameters (± 1 standard deviation) of the burrows of *Ocypode gaudichaudii*. b) Spatial distribution of these burrows in relation to the high tide line of the sampling day (0) at each study sites. The beaches are ordered southward: CAV= Cavancha, PB= Playa Brava, HUA= Huayquique, CHA= Chauca, CHO= Chomache, BD= Boca del Diablo and PL= Playa Larga

CONTENIDO DE BASURA

La variabilidad espacial en los contenidos de basura en cada sitio, muestra que las playas con menor cantidad de basura, (considerando los 3 niveles estudiados), fueron Cavancha, Playa Brava y Huayquique, mientras que las playas con mayor contenido de basura fueron Chomache, Boca del Diablo y Playa Larga (Fig. 9).

PARÁMETROS BIOLÓGICOS VERSUS CONTENIDO DE BASURA

Los análisis de correlación realizados para evaluar la eventual relación entre la abundancia total de la macroinfauna y de las especies más representativas del área con el contenido de basura no mostraron correlaciones significativas: abundancia total de la

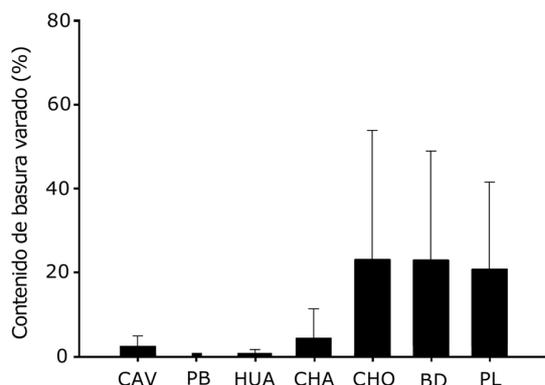


Figura 9. Porcentaje promedio (+ 1 desviación estándar) del contenido de basura varado a lo ancho de cada playa; se consideran en las estimaciones los niveles de la marea alta más antigua, marea alta del día y línea de efluente (ver Materiales y Métodos). Las playas están ordenadas de norte a sur: CAV= Cavancha, PB= Playa Brava, HUA= Huayquique, CHA= Chauca, CHO= Chomache, BD= Boca del Diablo y PL= Playa Larga / Mean percentage (+ 1 standard deviation) of debris stranded across shore of each beach. Percentages based in estimations at the oldest high tide line, high tide line of the sampling day and effluent line (see Materials and Methods). The beaches are ordered southward: CAV= Cavancha, PB= Playa Brava, HUA= Huayquique, CHA= Chauca, CHO= Chomache, BD= Boca del Diablo and PL= Playa Larga

macroinfauna (ρ de Spearman= 0,54; $P=0,18$), *P. maculata* (ρ de Spearman= 0,0; $P= 0,97$), *O. gaudichaudii* (ρ de Spearman= 0,25; $P= 0,55$), *E. braziliensis* (ρ de Spearman= 0,22; $P= 0,6$) y *E. analoga* (ρ de Spearman= 0,54; $P= 0,18$). Por el contrario, la riqueza de especies estuvo significativamente correlacionada con el contenido de basura en cada sitio estudiado (ρ de Spearman= 0,9; $P= 2 \times 10^{-7}$) i.e., mayor riqueza en lugares con mayor contenido de basura.

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio muestran que la riqueza de especies de la macroinfauna intermareal de las playas arenosas de la costa de Iquique, fue significativamente más baja en sitios ubicados dentro del centro urbano de la ciudad (ca., 20°S), ahí donde se realiza extracción de la basura depositada en los niveles superiores de los mismos. Más aún, en esos sitios no se detectó la presencia del decápodo braquiuro *O. gaudichaudii*, una de las especies más conspicuas en las playas arenosas de la costa del norte de Chile. Por el contrario, no se encontraron diferencias al comparar las abundancias poblacionales de las otras 2 especies más comunes en el área de estudio: el isópodo cirrolánido *E. braziliensis* y el decápodo

anomuro *E. analoga*. La dominancia numérica de esas especies en las playas arenosas de la costa de Iquique (independiente del tipo de playa), fue similar a la encontrada por Jaramillo (1987), aproximadamente 37 años atrás.

La relación riqueza específica de la macroinfauna versus cercanía al centro urbano de Iquique, también se observó al comparar este parámetro comunitario con el contenido de basura depositada en las playas de la costa de Iquique; i.e., la menor riqueza específica ocurrió en playas con un menor contenido de basura (Cavancha, Playa Brava y Huayquique), situación probablemente asociada a que esas playas son limpiadas periódicamente de modo artificial, lo que resulta en perturbación del ordenamiento natural del sedimento y pérdida de microhabitat para la macroinfauna intermareal. Esto sugiere que la perturbación por efecto de la limpieza periódica de la basura depositada en las playas arenosas, es un factor relevante al evaluar el efecto de tal actividad sobre la macroinfauna intermareal de playas arenosas. No obstante los resultados de este estudio, hay que destacar que aun cuando los resultados del mismo permiten concluir que la riqueza específica de la macroinfauna intermareal de las playas arenosas de la costa de Iquique es afectada significativamente por la perturbación por limpieza artificial, no se ha medido otro tipo de perturbación que pudiera también afectar a la macroinfauna. Es el caso del eventual efecto de la perturbación mecánica producida por la gente sobre las capas superficiales de las playas urbanas; tal efecto puede sumarse al de la limpieza artificial de basura, ya que es justamente en estas playas donde el número de personas que acude a este tipo de ambiente litoral es mayor. Es interesante señalar aquí los resultados de Moffett *et al.* (1998), quienes demostraron en playas de Sudáfrica (costa del Cabo), que la perturbación mecánica producida por el deambular de la gente tuvo un efecto negativo sobre los bivalvos *Donax serra* (Röding, 1798) y *D. sordidus* (Hanley, 1845) y el isópodo *Eurydice longicornis* (Studer, 1883).

Resultados similares a los encontrados en este estudio, han sido mencionados para diversos litorales. Colombini *et al.* (2003) concluyeron que la perturbación por limpieza artificial en playas arenosas de diferentes costas, causa impactos significativos en la macroinfauna, disminuyendo la riqueza y abundancia de especies. Similarmente, Dugan *et al.* (2003) encontraron una relación directa entre esos parámetros comunitarios y la biomasa de macroalgas varadas en playas de la costa de California. Vieira *et al.* (2012) compararon sectores urbanos y no urbanos en 2

playas arenosas del sur de Brasil (Paraná y Santa Catarina), encontrando un número significativamente más bajo de especies en el sector urbano de la playa con el mayor número de visitantes, situación atribuida por estos autores a la perturbación mecánica del sedimento en ese sitio, producto de la presión antrópica a la que se ve sometido. Gilburn (2012), estudió el efecto de la limpieza de playas en aproximadamente 60 sitios en la costa de Escocia (UK), encontrando una baja riqueza y abundancia de organismos en las playas en que se realiza este tipo de actividad.

En este estudio, también se hipotetizó que la abundancia total de la macroinfauna y la abundancia de las especies características de las playas arenosas de la costa de Iquique, sería menor en playas urbanas que en aquellas alejadas del radio urbano. Los presentes resultados no muestran diferencias significativas en las abundancias de *P. maculata*, *E. braziliensis* y *E. analoga* al comparar playas urbanas y no urbanas, lo que difiere de los resultados de Vieira *et al.* (2012) quienes encontraron en playas de Brasil, relaciones negativas entre la abundancia de las especies y la cantidad de personas que accede a esas playas. Veloso *et al.* (2011) al estudiar las presiones antrópicas sobre el isópodo *E. braziliensis* en playas de Brasil, encontraron un efecto negativo sobre estas en los sitios donde el hombre ejerce una mayor perturbación. Por otra parte, Schierding *et al.* (2011) encontraron que playas arenosas del norte de Alemania (costa del Mar Báltico) ocupadas por muchos visitantes, presentan menor riqueza de especies que sitios con menor afluencia.

Diversos estudios han encontrado negativos efectos sobre poblaciones de cangrejos del género *Ocypode* como consecuencia de perturbaciones causadas por turistas. Barros (2001) y Schlacher *et al.* (2007) en playas de Australia con *O. cordimanus* y *O. ceratophthalma*; Blankesteyn (2006) y Neves & Bemvenuti (2006) y Magalhães *et al.* (2009), en playas de Brasil con *O. quadrata* (Fabricius, 1787). En este estudio, no se detectó a *O. gaudichaudii* en dos playas urbanas donde se realiza limpieza artificial (Cavanca y Playa Brava); sin embargo, hay que tener presente que las estimaciones de abundancia realizadas para este cangrejo fueron indirectas, ya que estuvieron basadas en el número de madrigueras y no en estimaciones reales. Aun así, consideramos que tal como ha sido demostrado en estudios anteriores (Turra *et al.* 2005, Tureli *et al.* 2009), la abundancia de madrigueras es un indicador apropiado de la abundancia de este cangrejo. También es importante

mencionar que las 2 playas urbanas en donde no se encontraron madrigueras de *O. gaudichaudii* (Cavanca y Playa Brava), son las más cercanas a los centros urbanos de Iquique, a diferencia de la playa de Huayquique, donde se observaron madrigueras de este cangrejo e igualmente se realiza limpieza artificial de la basura depositada en la playa.

El tamaño de las madrigueras de *O. gaudichaudii* en esta última playa - el único sitio urbano en que se encontró esta especie - fue significativamente menor al de las madrigueras que ocurren en las playas ubicadas fuera del radio urbano, lo que podría ser producto de la perturbación mecánica producida por los visitantes y que resultaría en la remoción de la matriz sedimentaria. Esta conclusión es similar a la Aheto *et al.* (2011) para *Ocypode* spp. en playas de Ghana; *i.e.*, el tamaño de las madrigueras de estos cangrejos es un buen indicador del impacto humano, posiblemente mejor que la estimación de su abundancia. Las madrigueras de *O. gaudichaudii* estudiadas en la costa de Iquique, se ubicaron preferentemente alrededor del nivel de la marea alta del día. Esto fue similar a lo observado aproximadamente 17 años atrás por Quijón *et al.* (2001) en playas de la misma zona y a lo estudiado para *O. quadrata* en la costa de Brasil (Turra *et al.* 2005) y para *O. cursor* (Linnaeus, 1758) en la costa de Turquía (Tureli *et al.* 2009). Turra *et al.* (2005) y Tureli *et al.* (2009), también encontraron una correlación entre el tamaño del cangrejo con su cercanía al mar (*i.e.*, las madrigueras más pequeñas se ubican más cerca del nivel de marea baja). En el presente estudio no se midió la distancia de cada agujero a tal límite mareal; sin embargo, la observación de los tamaños y la distribución promedio de las madrigueras de este cangrejo, permite corroborar que la tendencia se mantiene. Por ejemplo, en Huayquique y Chomache - playas donde se observaron las madrigueras con los diámetros más pequeños - los agujeros de enterramiento de *O. gaudichaudii* ocurrieron mayoritariamente bajo el nivel de la marea alta del día. Por el contrario, en Chauca y Playa Larga - las playas con las madrigueras de mayores diámetros - la ubicación de los agujeros de enterramiento de *O. gaudichaudii* se encontró preferentemente sobre el límite de la marea alta del día, lo que confirma la relación entre el tamaño de *O. gaudichaudii* y la ubicación de esta especie a lo ancho de la playa.

Turra *et al.* (2005) plantearon evaluar la relación entre la distribución de *Ocypode quadrata* con parámetros físicos como el tamaño de la partícula de arena y la pendiente de la playa en las costa de Brasil. En este

estudio, al igual que en el efectuado por Tureli *et al.* (2009), se encontró que *O. gaudichaudii* ocurre principalmente en arenas de tamaño medio (*cf.*, Folk 1980). Aun cuando no se encontraron relaciones entre la abundancia de las madrigueras con la pendiente y ancho del intermareal, en la playa con un intermareal más ancho (Playa Larga), *O. gaudichaudii* se encontró solo sobre el límite de la marea alta del día y en aquella con el menor ancho (Huayquique), solo se la encontró bajo este límite. Lo anterior permite inferir que existe una relación entre la distribución de esta especie a lo ancho del intermareal con el ancho del sitio donde se encuentra.

En conclusión, en este estudio se encontró un efecto negativo de la perturbación del sedimento (producto de la limpieza artificial de las playas) sobre la riqueza de especies de la macroinfauna que habita las playas arenosas de la costa de Iquique, siendo las especies afectadas aquellas que ocupan primariamente los niveles superiores (*O. gaudichaudii*) y medios (poliquetos) de la zona intermareal. En este sentido, la especie más afectada es el cangrejo *Ocypode gaudichaudii*, la cual no fue observada en 2 playas donde ocurre limpieza artificial de las mismas (Cavancha y Playa Brava). Es interesante señalar que cuando era ausente o escasa ese tipo de perturbación, esta especie ocurría en playas donde hoy no ocurre o es escasa (*cf.*, Jaramillo 1987). Esto muestra que el hábitat natural de esta especie -los niveles superiores de las playas de arena- están constantemente amenazado por el desarrollo costero, cosa no trivial cuando la distribución de esta especie en Chile está restringida a la costa comprendida aproximadamente entre Arica y la Península de Mejillones (*obs. pers.*) y considerando que la función y rol de los cangrejos de este género en el ecosistema de playas arenosas es relevante dada la capacidad de transferir energía, ya sea depredando y consumiendo carroña (Wolcott 1978) o extrayendo microalgas de las arenas de las playas (Robertson & Pfeiffer 1981). Más aún, diversos autores han mostrado que las especies de *Ocypode* son indicadores apropiados de las perturbaciones humanas producidas en las playas arenosas: *e.g.*, Blanckenhorn (2006), Neves & Bemvenuti (2006), Araujo *et al.* (2008), Moss & McPhee (2006), Schlacher *et al.* (2007), Barros (2001) y Peterson *et al.* (2000). De ahí la necesidad de realizar estudios - entre otros aspectos, con mayor frecuencia de muestreo a la utilizada en este trabajo - y complementar más información sobre el estado de conservación de esta importante especie de las playas arenosas de la costa del norte de Chile.

Los antecedentes anteriores permiten considerar a los cangrejos del género *Ocypode* como organismos indicadores e icónicos de perturbaciones ambientales en playas arenosas de diferentes litorales (Harris *et al.* 2014). Consecuentemente, es necesario realizar investigaciones que permitan por ejemplo, conocer las respuestas conductuales de *Ocypode* a diferentes magnitudes de cambios ambientales, tal como ha sido sugerido por Scapini *et al.* (2014), para otras especies características de playas arenosas.

Anteriormente se mencionó que podría haber otros factores afectando la estructura comunitaria de las playas arenosas estudiadas. Entre tales factores, podría estar por ejemplo el efecto de la depredación por aves playeras - específicamente aquellas que consumen *E. analoga* - efecto que podría ser evaluado mediante la realización de experimentos naturales; *e.g.*, evaluación de abundancias de este crustáceo en playas con diferentes abundancias de aves, pero similares en cuanto a actividades antrópicas (*e.g.*, sin extracción de basura). Otro experimento natural sería por ejemplo, comparar el número de madrigueras de *O. gaudichaudii* (especie icónica del área; *cf.*, Harris *et al.* 2014) en playas con similares cantidades de basura, pero con diferentes facilidades de acceso a vehículos que perturban los niveles superiores de las mismas, justamente aquellos donde habita este crustáceo. Estudios de este tipo, permitirían avanzar en el diseño y puesta en acción de estrategias de conservación de un hábitat litoral de amplia representación en todas las costas del mundo (Brown 2001).

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado por el Proyecto FONDECYT 1121043 dirigido por Eduardo Jaramillo. Los autores agradecen la ayuda en terreno de los biólogos marinos Roland Sánchez y Carlos Velásquez.

LITERATURA CITADA

- Aheto D, C Asare, E Mensah & J Aggrey-Fynn. 2011. Rapid assessment of anthropogenic impacts of exposed sandy beaches in Ghana using ghost crabs (*Ocypode* spp.) as ecological indicators. *Momona Ethiopian Journal of Science* 3: 93-103.
- Araujo CCV, DM Rosal & JM Fernandes. 2008. Densidade e distribuição espacial do caranguejo *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Crustacea, Ocypodidae) em três praias arenosas do Espírito Santo, Brasil. *Revista Biotemas* 21: 73-80.

- Barros F. 2001.** Ghost crabs as a tool for rapid assessment of human impacts on exposed sandy beaches. *Biological Conservation* 97: 399-404.
- Blankensteyn A. 2006.** O uso do caranguejo maria-farinha *Ocypode quadrata* (Fabricius) (Crustacea, Ocypodidae) como indicador de impactos antropogênicos em praias arenosas da Ilha de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 23: 870-876.
- Brown AC. 2001.** Biology of sandy beaches. In: Steele JH, SA Thorpe & KK Turekian (eds). *Encyclopedia of Ocean Sciences* 5: 2496-2504. Academic Press, London.
- Colombini I, L Chelazzi, R Gibson & R Atkinson. 2003.** Influence of marine allochthonous input on sandy beach communities. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 41: 115-159.
- Defeo O, A McLachlan, D Schoeman, T Schlacher, J Dugan, A Jones, M Lastra & F Scapini. 2009.** Threats to sandy beach ecosystems: a review. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 81: 1-12.
- Dugan J, D Hubbard, M McCrary & M Pierson. 2003.** The response of macrofauna communities and shorebirds to macrophyte wrack subsidies on exposed sandy beaches of southern California. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 58: 25-40.
- Emery KO. 1938.** Rapid method of mechanical analysis of sands. *Journal of Sedimentary Petrology* 8: 105-111.
- Emery KO. 1961.** A simple method of measuring beach profiles. *Limnology and Oceanography* 6: 90-93.
- Folk R. 1980.** Petrology of sedimentary rocks, 182 pp. Hemphill Publishing, Texas.
- Gilburn A. 2012.** Mechanical grooming and beach award status are associated with low strandline biodiversity in Scotland. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 107: 81-88.
- Harris L, N Ronel, S Holness, K Sink & D Schoeman. 2014.** Setting conservation targets for sandy beach ecosystems. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 150: 45-57.
- Jaramillo E. 1987.** Sandy beach macroinfauna from the Chilean coast: Zonation patterns and zoogeography. *Vie et Milieu* 37: 165-174.
- Jaramillo E, C Duarte & H Contreras. 2000.** Sandy beach macroinfauna from the coast of Ancud, Isla de Chiloe, Southern Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 73: 771-786.
- Kohler K & S Gill. 2006.** Coral Point Count with Excel extensions (CPCe): A Visual Basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology. *Computers & Geosciences* 32: 1259-1269.
- Kruskal WH & WA Wallis. 1952.** Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association* 47: 583-621.
- Magalhães W, J Lima, F Barros & J Dominguez. 2009.** Is *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) a useful tool for exposed sandy beaches management in Bahia State (Northeast Brazil)? *Brazilian Journal of Oceanography* 57: 153-155.
- Moffett M, A McLachlan, P Winter & A De Ruyck. 1998.** Impact of trampling on sandy beach macrofauna. *Journal of Coastal Conservation* 4: 87-90.
- Moss D & D McPhee. 2006.** The impacts of recreational four-wheel driving on the abundance of the ghost crab (*Ocypode cordimanus*) on a subtropical sandy beach in SE Queensland. *Coastal Management* 34: 133-140.
- Nel R, EE Campbell, L Harris, L Hauser, DS Schoeman, A McLachlan, DR du Preez, K Bezuidenhout, TA Schacher. 2014.** The status of sandy beach science: Past trends, progress, and possible futures. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 150: 1-10.
- Neves F & C Bemvenuti. 2006.** The ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) as a potential indicator of anthropic impact along the Rio Grande do Sul coast, Brazil. *Biological Conservation* 133: 431-435.
- Peterson CH, DH Hickerson & GG Johnson. 2000.** Short-term consequences of nourishment and bulldozing on the dominant large invertebrates of a sandy beach. *Journal of Coastal Research* 16(2): 368-378.
- Quijón P, E Jaramillo & H Contreras. 2001.** Distribution and habitat structure of *Ocypode gaudichaudii* H. Milne Edwards & Lucas, 1843, in sandy beaches of northern Chile. *Crustaceana* 74: 91-103.
- Robertson JR & PJ William. 1981.** Deposit-feeding by the ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 56: 165-177.
- Salvat B. 1964.** Les conditions hydrodynamiques interstitielle des sediment meubles intertidaux et la repartition verticale de la jenne endogee. *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences, Paris* 259: 1567-1579.
- Scapini F. 2014.** Behaviour of mobile macrofauna is a key factor in beach ecology as response to rapid environmental changes. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 150: 36-44.
- Schierding M, S Vahder, L Dau & U Irmeler. 2011.** Impacts on biodiversity at Baltic Sea beaches. *Biodiversity and Conservation* 20: 1973-1985.
- Schlacher T, L Thompson & S Price. 2007.** Vehicles versus conservation of invertebrates on sandy beaches: mortalities inflicted by off - road vehicles on ghost crabs. *Marine Ecology* 28: 354-367.
- Seward-Thompson B & J Hails. 1973.** An appraisal of the computation of statistical parameters in grain size analysis. *Sedimentology* 20: 161-169.
- Tureli C, O Duysak, E Akamca & V Kiyagi. 2009.** Spatial distribution and activity pattern of the ghost crab, *Ocypode cursor* (L., 1758) in Yumurtalik bay, North-Eastern Mediterranean-Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 8: 165-171.

- Turra A, M Gonçalves & M Denadai. 2005.** Spatial distribution of the ghost crab *Ocypode quadrata* in low-energy tide-dominated sandy beaches. *Journal of Natural History* 39: 2163-2177.
- Veloso V, G Neves & L de Almeida-Capper. 2011.** Sensitivity of a cirrolanid isopod to human pressure. *Ecological Indicators* 11: 782-788.
- Veloso V, E Silva, C Caetano & R Cardoso. 2006.** Comparison between the macroinfauna of urbanized and protected beaches in Rio de Janeiro State, Brazil. *Biological Conservation* 127: 510-515.
- Vieira J, C Borzone, L Lorenzi & F Carvalho. 2012.** Human impact on the benthic macrofauna of two beach environments with different morphodynamic characteristics in southern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography* 60: 135-148.
- Wolcott TG. 1978.** Ecological role of ghost crabs, *Ocypode quadrata* (Fabricius) on an ocean beach: Scavengers or predators? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 31: 67-82.

Recibido el 8 de octubre de 2014 y aceptado el 23 de marzo de 2015

Editor Asociado: Mauricio Landaeta D.