

Ecología trófica de los ostreros *Haematopus palliatus pitanay* (Murphy 1925) y *Haematopus ater* (Vieillot et Oudart 1825) en mantos del tunicado *Pyura praeputialis* (Heller 1878) en la Bahía de Antofagasta, Chile

Trophic ecology of the oystercatchers *Haematopus palliatus pitanay* (Murphy 1925) and *Haematopus ater* (Vieillot et Oudart 1825) on beds of the tunicate *Pyura praeputialis* (Heller 1878) in the Bay of Antofagasta, Chile

CRISTIAN J. PACHECO & JUAN C. CASTILLA

Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Código Postal: 6513677, Santiago, Chile, e-mail: 'jcastill@genes.bio.puc.cl

RESUMEN

En Antofagasta, norte de Chile, coexisten dos especies de ostreros: *Haematopus palliatus pitanay* (ostrero blanco) y *Haematopus ater* (ostrero negro). Ambas especies depredan en un sistema rocoso intermareal peculiar cuya franja media se encuentra dominada por el tunicado *Pyura praeputialis* (= *Pyura stolonifera bradleyi*; Kott 1997). En la literatura se discute sobre las diferencias morfológicas del pico (largo y ancho) entre ambos tipos de ostreros. Dichas diferencias podrían segregar los roles de forrajeo de estas aves cuando comparten un mismo hábitat: los ostreros blancos atacarían preferentemente a presas de textura “blanda” y los ostreros negros atacarían presas de textura “dura” (i.e. cobertura calcárea). En este trabajo se consideró a *P. praeputialis* (piure de Antofagasta) como una presa de textura “blanda”, ya que su tunica, compuesta por tunicina, es suave y flexible. En el estudio se comparan diversos aspectos ecológicos entre ambas especies de ostrero tales como: (a) abundancia de ostreros y de otras aves costeras que depredan sobre *P. praeputialis*, (b) distribución espacial de los ostreros en el manto de piure durante sus actividades de depredación, (c) tallas de piures preferidos, (d) tiempos de manipulación, (e) tasa de consumo y (f) frecuencia de consumo de otros invertebrados distintos del piure. Los resultados señalan a *H. palliatus pitanay* como la especie de ostrero que ataca con mayor frecuencia a *P. praeputialis*. Por otra parte, *H. ater* ataca con mayor frecuencia presas de textura “dura” como: lapas, caracoles, choritos, erizos.

**Palabras clave:** ostreros, tunicados, *Haematopus*, *Pyura*, ecología trófica, intermareal rocoso, Chile.

ABSTRACT

At Antofagasta, northern Chile, two oystercatcher species coexist: the white oystercatcher, *Haematopus palliatus pitanay* and the black oystercatcher *H. ater*. Both species forage on an intertidal system where the middle fringe is dominated by the tunicate *Pyura praeputialis* (= *Pyura stolonifera bradleyi*; Kott 1997). According to the literature, differences in the morphology of their bills (length and width) segregate the foraging roles of white and black oystercatchers when the birds coexist in the same habitat. *H. palliatus pitanay* is best adapted for capturing soft bodied preys, while black oystercatcher *H. ater* attack “hard” preys (i.e. preys with calcareous shells). We consider here that the tunicate *P. praeputialis* as a soft bodied prey because the tunic, composed of tunicine, is soft and pliable. We compare ecological aspects between the two oystercatchers species in Antofagasta, such as: (a) abundance of oystercatchers and other coastal birds preying on *P. praeputialis*, (b) the spatial distribution of the oystercatchers in the *Pyura* bed during foraging periods, (c) *Pyura* size preferences of oystercatchers, (d) handling time, (e) consumption rate and (f) preference of other invertebrates prey items distinct from *Pyura*. The results show that *H. palliatus pitanay* attacks more frequently *Pyura* than *H. ater*, and that *H. ater* attacks more frequently “hard” preys such as: limpets, snails, mussels and sea urchins.

**Key words:** oystercatchers, tunicate, *Haematopus*, *Pyura*, trophic ecology, rocky intertidal, Chile.

## INTRODUCCION

Los ostreros pertenecen a la familia Haematopidae, son monogénicos (*Haematopus*) e incluyen especies que habitan las costas de gran parte del mundo (Lauro & Nol 1995). Los ostreros presentan dos tipos característicos de plumajes, las especies denominadas "ostreros blancos" (Pied o American Oystercatcher) que presentan un plumaje blanco en el vientre y negro sobre el dorso, mientras que las especies de "ostreros negros" (Sooty o Black Oystercatcher) tienen un plumaje negro generalizado. Ambos tipos de ostreros viven en simpatría (Hayman et al. 1986) en ambientes costeros intermareales. Los ostreros blancos se caracterizan por capturar presas cuyos cuerpos son de textura "blanda" en sustratos de playas de arena, como poliquetos y pequeños crustáceos (Goss Custard et al. 1992, Nol y Humprey 1994, Lauro & Nol 1995). En general los ostreros negros depredan en sustratos rocosos sobre presas cuyos cuerpos son de textura "dura", que poseen conchas calcáreas, como mitílidos y gastrópodos (Hockey & Branch 1984, Lindberg et al. 1987, Lauro & Nol 1995). En la literatura se discute la existencia de diferencias morfológicas en relación con el pico de cada uno de estos tipos de aves; por ejemplo, se indica que los ostreros blancos presentan picos más largos y aguzados que los negros (Lauro & Nol 1995).

En la costa del norte de Chile se presentan los dos tipos de ostreros, *Haematopus palliatus pitanay* (Murphy 1925), una raza de ostrero neotropical blanco, que se distribuye desde el Ecuador hasta Chiloé en Chile (Goodall et al. 1957) y *Haematopus ater* (Vieillot et Oudart 1825), el ostrero o "pílpil negro", que se encuentra en el Pacífico Suroriental, desde Perú, aproximadamente desde los 7° S hasta el Cabo de Hornos, y además se le ha capturado en el archipiélago de Juan Fernández, Chile (Goodall et al. 1957).

En el intermareal rocoso de la Bahía de Antofagasta, norte de Chile, ambas especies de ostreros depredan en un sistema peculiar, en que el sustrato rocoso esta dominado por el tunicado conocido como "piure de Antofagasta", *Pyura praeputialis* (= *P. stolonifera bradleyi*, ver Kott 1997; además ver Castilla 1998, Clarke et al. 1999). Este tunicado es un competidor dominante (Paine & Suchanek 1983, Castilla 1998, Guíñez & Castilla en prensa) que se localiza exclusivamente dentro de la Bahía de Antofagasta a lo largo de aproximadamente 70 km de costa (Cerde & Oliva<sup>1</sup>) y forma densos monocultivos de individuos adheridos colectivamente y cementados a la roca. De acuerdo a observaciones preliminares *H. palliatus pitanay* depreda en estos sistemas

intermareales, tanto sobre piures adheridos a las rocas como sobre aquellos varados en el supralitoral (desprendidos y arrastrados por las olas). Este ostrero ataca a los piures adheridos a las rocas produciendo una perforación en la parte superior de la túnica. Los piures varados en el supralitoral son atacados a través de repetidos golpes con el pico (que producen perforaciones) en el costado superior expuesto de la túnica. Las observaciones de los autores indican a este piure como un importante aporte de alimento para el ostrero blanco.

Los únicos otros roqueríos intermareales del mundo donde esta especie de tunicados forman densos mantos son los de las costas de Australia (*P. stolonifera praeputialis*; Kott 1997; Fairweather 1991) y las de Africa del Sur (*P. stolonifera stolonifera*; Kott 1997; Fielding et al. 1994). Las únicas observaciones que existen respecto de ostreros depredando sobre piures en dichas localidades se relacionan con el ostrero negro *Haematopus fuliginosus*, en Australia (Shultz 1989, Chafer 1992).

Los objetivos de este trabajo son: (a) comparar la abundancia de los ostreros *H. palliatus pitanay* y *H. ater* y otras aves litorales sobre los mantos de piures de Antofagasta, (b) analizar sobre qué franjas intermareales del piure *P. praeputialis* estos ostreros concentran su actividad de depredación durante las mareas bajas, (c) identificar las especies de presas de invertebrados, incluyendo las diferentes tallas de piures, que consumen y (d) determinar los tiempos de manipulación y las tasas de consumo de estas dos aves sobre este tunicado.

En el trabajo se considera que *P. praeputialis*, que posee una túnica o cobertura de tunicina (Smith y Dehnl 1971), es un tipo de presa con cuerpo de textura "blanda", en comparación con presas como mitílidos y gastrópodos. Por lo tanto, de acuerdo a estos antecedentes se predice que el ostrero blanco, *H. palliatus pitanay* depredaría predominantemente sobre piures. En cambio, se predice que el ostrero negro, *H. ater*, depredaría más recurrentemente sobre presas con cuerpo de textura "dura" localizadas en microhábitats del manto de *P. praeputialis* o en la franja intermareal superior, dominada por cirripedios y mitílidos según ha sido descrito por Castilla (1998).

<sup>1</sup> Cerde & Oliva (1997) Variación de la estructura poblacional de *Pyura praeputialis* (Heller 1878) en la zona intermareal de Antofagasta (23° 42' S; 70° 27' W) en el verano de 1997. Resúmenes del XVIII Congreso de Ciencias del Mar, Santiago, Chile: 180.

## MATERIALES Y METODOS

*Sitio de estudio y observaciones de aves*

El estudio fue realizado en la localidad de El Way, Antofagasta ( $23^{\circ} 44' S$ ,  $70^{\circ} 26' W$ ; Fig. 1), a lo largo de una plataforma rocosa intermareal horizontal (entre  $2^{\circ}$  y  $5^{\circ}$  de inclinación) de 1 km de largo y de aproximadamente 50 m de ancho, en la que *P. praeputialis* domina la zona intermareal media (Castilla 1998). Las observaciones y filmaciones de *H. palliatus pitanay* y *H. ater* fueron realizadas por un observador (C.J.P.) durante el día (entre las 10:00 a 18:00 h), en mareas bajas de tarde y altas matinales (rango: 0,17-1,50 m). Entre el 1 de Julio de 1997 y el 8 de Octubre 1998 se completaron un total de 107 observaciones directas sobre ejemplares adultos de *H. palliatus pitanay* y 16 observaciones sobre ejemplares adultos de *H. ater*, con un tiempo total de observación de 101 horas. Las observaciones fueron realizadas desde la zona intermareal alta, distante aproximadamente a 20-30 m de las zonas de actividad de los ostreros, utilizando un telescopio Bausch and Lomb 15 x 60 con zoom y un binocular Simor 10 x 50. Los ostreros sobre los que se realizaron las observaciones focales diarias fueron escogidos al azar dentro de aquellos que depredaban y observados desde el inicio hasta el final de cada excursión de depredación (entre 5 y 15 min). Los ostreros no fueron marcados individualmente ni se determinó el sexo, por lo que fue

imposible diferenciarlos en días sucesivos. Observaciones repetidas sobre la misma ave fueron asumidas como independientes (ver Ward 1991). Sin embargo, basado en censos diarios de los ostreros, se determinó que aproximadamente 15 *H. palliatus pitanay* y 6 *H. ater* adultos son los potenciales depredadores en la plataforma de piures estudiada. Las observaciones directas de los ostreros durante las actividades de depredación se complementaron con un total de 12 horas de filmaciones, durante 6 días no consecutivos, utilizando una video cámara Hi-8 Sony TR-910.

*Estimación de abundancia de ostreros y aves costeras en la plataforma de estudio*

Durante el estudio se estimó la abundancia de *H. palliatus pitanay*, *H. ater* y de tres especies de aves costeras asociadas a los sitios de alimentación de los ostreros: las gaviotas *Larus dominicanus*, *L. modestus* y el zarapito *Numenius phaeopus*. Las aves fueron contabilizadas, sin repetición, a lo largo de la plataforma de estudio, realizando 8 censos independientes entre el 18 de Agosto y el 17 de Octubre de 1997, período que incluye la época reproductiva de los ostreros (Goodall et al. 1957). Los censos fueron realizados mediante recorridos de 15 a 25 minutos de duración a lo largo de la plataforma de estudio. Para comparar la abundancia promedio entre las dos especies de ostreros se utilizó una prueba de ANDEVA de una vía (Sokal & Rolf 1981).

*Selectividad de tamaño de los piures consumidos*

Al final del día (aproximadamente a las 18:00 h) los piures adheridos a las roca y perforados por los ostreros fueron contabilizados y se determinó sus tamaños (anchos máximos, siguiendo a Kott 1952). Para comparar la distribución de las tallas de los piures atacados por *H. palliatus pitanay* y *H. ater* se utilizó una prueba de Kolmogorov-Smirnov (Sokal & Rolf 1981). Además, en el protocolo de estudio se incluyó la determinación del tamaño de la perforación realizada por los ostreros en la túnica de *P. praeputialis*. El ancho máximo de los piures y el tamaño de la perforación fueron medidos utilizando un pie de metro con 0,1 mm de precisión.

*Tasa de consumo y tiempo de manipulación*

Mediante observaciones directas (a ojo desnudo) durante 27 períodos individuales de depredación

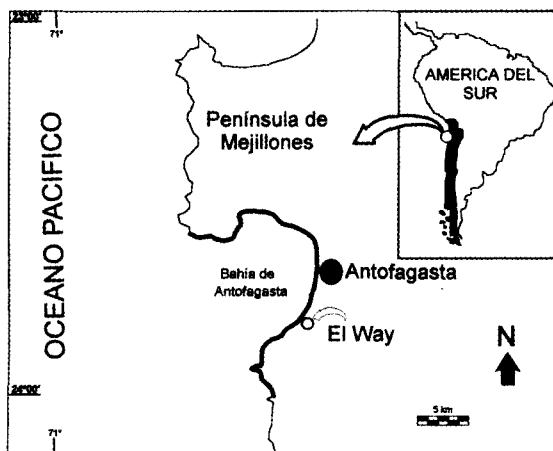


Fig 1. Area geográfica y localización de la plataforma de estudio. La línea en negrita indica la distribución de *P. praeputialis* en la Bahía de Antofagasta. (ver Castilla 1998 y Clarke et al. 1999).

Geographic area and location of the platform studied. Bold line in Antofagasta Bay shows the distribution of *P. praeputialis* (see Castilla 1998, Clarke et al. 1999).

de 5 minutos cada uno de *H. palliatus pitanay* y 32 períodos de igual duración para de *H. ater*, se determinó la tasa de consumo de ostreros, per capita, de piures adheridos a las rocas. Además, se registraron otras presas consumidas por ambas especies de ostreros. El resultado fue expresado como número de piures consumidos por cada 5 minutos de observación por ave (piures  $\times$  5 min<sup>-1</sup>). Para comparar las tasas de consumo per capita promedio obtenidas para cada uno de los ostreros se utilizó una prueba de ANDEVA de una vía. El tiempo de manipulación de los piures consumidos (el tiempo que tarda el ave en perforar la túnica del piure) fue obtenido mediante el análisis de imágenes de video utilizando un videograbador Sony HF-998, un videograbador con función de lapso de tiempo Sony STV-3000 y el sistema digital de análisis de imágenes Media 100 v. 2.6, programa NIH 1.61 para Macintosh. Para comparar estadísticamente el tiempo promedio de manipulación de piures entre ambas especies se utilizó una prueba de ANDEVA de una vía. Para ambos ostreros se presentan resultados comparativos, tales como: (a) número de ostreros depredando durante marea baja, (b) área promedio (m<sup>2</sup>) recorrida durante períodos de depredación de 5 minutos y (c) número de piures atacados por marea baja. Los resultados promedio fueron comparados utilizando una prueba de ANDEVA de una vía.

#### *Distribución de los ostreros que forrajean sobre el manto de piures*

Dentro de la plataforma de estudio, en dos sitios de 98 y 126 m<sup>2</sup> respectivamente, con 100 % cobertura de piures, durante mareas bajas, se identificó mediante observación directa la distribución espacial de ambas especies de ostreros en actividades de depredación sobre el manto piures. Se determinó si los ostreros se alimentan en franjas específicas del manto de acuerdo a la abundancia y tamaños de los piures. Para ello, la franja intermareal media (Castilla 1998) donde se localiza el manto de piures, de aproximadamente 6 m de ancho, fue dividida en 3 sub-franjas de 2 m de ancho cada una: (a) media alta, (b) media y (c) media baja. En forma independiente se caracterizó la distribución de tallas de piures disponibles y las tallas atacadas por los ostreros. La franja intermareal media, caracterizada por el manto de piures, se definió como aquella que comienza en el borde inferior de la distribución de *Perumytilus purpuratus*, *Jehlius cirratus* y *Notochthamalus scabrosus* (Castilla 1998) y finaliza en la zona dominada por las algas crustosas lithotamnioides.

Las tallas de piures que conforman esta franja fueron evaluadas utilizando 5 cuadrantes (de 200 x 200 mm) ubicados en forma aleatoria en cada una de las sub-franjas.

#### RESULTADOS

En la plataforma intermareal rocosa de la Bahía de Antofagasta la abundancia promedio diaria (durante mareas bajas) de *H. palliatus pitanay* es significativamente mayor ( $10,63 \pm 6,13$  individuos) que *H. ater* ( $1,0 \pm 0,65$  individuos) ( $F_{[1,13]} = 34,96$ ;  $P < 0,001$ ). En el 97,8% de los períodos individuales de depredación observadas *H. palliatus pitanay* ataca a *P. praeputialis*, mientras que *H. ater* lo hace en sólo un 45% (Tabla 1). Durante todo el estudio no se observó a otra especie de ave costera depredando con éxito a estos tunicados (Tabla 1).

La talla promedio de piure atacado por *H. ater* es de  $60,22 \pm 1,42$  mm y significativamente mayor que aquella atacada por *H. palliatus pitanay*,  $49,34 \pm 0,81$  mm (D. max: 0,54;  $P < 0,001$ ; Fig. 2). El tamaño promedio del orificio producido por *H. ater* en las túnicas de los piures atacados,  $28,08 (\pm 0,85)$  mm es significativamente mayor que aquel producido por *H. palliatus pitanay*,  $19,32 (\pm 0,85)$  mm; ( $F_{[1,77]} = 41,53$ ;  $P < 0,001$ ). Las tallas de *P. praeputialis* atacados por *H. palliatus pitanay* en dos sitios dentro de la plataforma de estudio, donde los ostreros forrajean frecuentemente, sugieren que *H. palliatus pitanay* se alimenta en la sub-franja del manto donde se encuentra la mayor abundancia de piures de su preferencia. Estos resultados fueron confirmados mediante observación directa de los ostreros depredando durante marea baja (Fig. 3). El área de forrajeo promedio recorrida por *H. palliatus pitanay* durante un período de 5 minutos ( $1,26 \pm 0,28$  m<sup>2</sup>) es significativamente menor que el área recorrida por *H. ater* ( $20,33 \pm 6,10$  m<sup>2</sup>) ( $F_{[1,18]} = 12,05$ ;  $P = 0,002$ ). Debido a la extensa área que recorre *H. ater* durante cada marea baja no fue posible analizar la estructura de tamaños de los piures presentes en ella. Sin embargo, cuando *H. ater* depredó sobre los sitios estudiados para *H. palliatus pitanay* (Fig. 3) el ostrero negro escogió sus presas (piure) en las mismas sub-franjas que los ostreros blancos.

El número promedio de piures atacados por *H. palliatus pitanay*, con perforación de túnica, en una unidad de tiempo de 5 min ( $2,27 \pm 0,16$ ) es significativamente mayor que aquellos atacados por *H. ater*,  $0,72 \pm 0,13$  ( $F_{[1,57]} = 57,55$ ;  $P < 0,001$ ; Fig. 4 a). Sin embargo, el tiempo de manipulación promedio de esta presa para ambos ostreros no es

TABLA 1

Abundancia promedio ( $\pm 1$  EE) de ostreros adultos y otras aves costeras que utilizaron la plataforma intermareal de estudio en Antofagasta entre Agosto y Octubre de 1997 y observaciones de depredación sobre *P. praeputialis*. La prueba de ANDEVA, utilizada para comparar la abundancia promedio entre las especies de ostreros, indica que *H. palliatus pitanay* es significativamente más abundante que *H. ater* ( $F_{(1,13)} = 34,96$ ;  $P < 0.001$ )

Average abundance ( $\pm 1$  SE) of adult oystercatchers and other coastal birds that used the intertidal platform studied between August and October of 1997 and percentage of observed predation on attached *P. praeputialis*. The ANOVA test between average abundance of oystercatchers show that *H.palliatus pitanay* is significantly more abundant than *H. ater* ( $F_{(1,13)} = 34,96$ ;  $P < 0.001$ )

Especie de aves	Nº promedio en plataforma de estudio	% de observaciones de aves depredando sobre <i>P.praeputialis</i>
Consumidores de piure		
<i>H. palliatus pitanay</i>	10,63 $\pm$ 6,13	97,75
<i>H.ater</i>	1,0 $\pm$ 0,65	45,00
Kleptoparasitos		
<i>Larus modestus</i>	406,75 $\pm$ 180,15	0
<i>Larus dominicanus</i>	12,13 $\pm$ 5,22	0
<i>Numenius phaeopus</i>	46,38 $\pm$ 46,91	0

significativamente diferente: *H. palliatus pitanay* 92,60  $\pm$  8,46 s y *H. ater* 103,37  $\pm$  10,85 s, Fig. 4 b; ( $F_{(1,57)} = 0,04$ ;  $P > 0,05$ ). La tasa de consumo per capita promedio de piures por parte de *H. palliatus pitanay* por cada 5 minutos (2,36  $\pm$  0,61) fue significativamente superior a la de *H. ater* 0,52  $\pm$  0,18 ( $F_{(1,17)} = 8,30$ ;  $P = 0,01$ ). El número

promedio de piures atacados y consumidos por *H. palliatus pitanay* (n = observación de 6 ostreros individuales) durante una marea baja diurna de aproximadamente 6 horas, fue de 59 individuos (máximo de 118). *H. ater* (n = observación de 2 ostreros individuales), en igual tiempo, atacaron un promedio de 16 piures (máximo de 20, Tabla

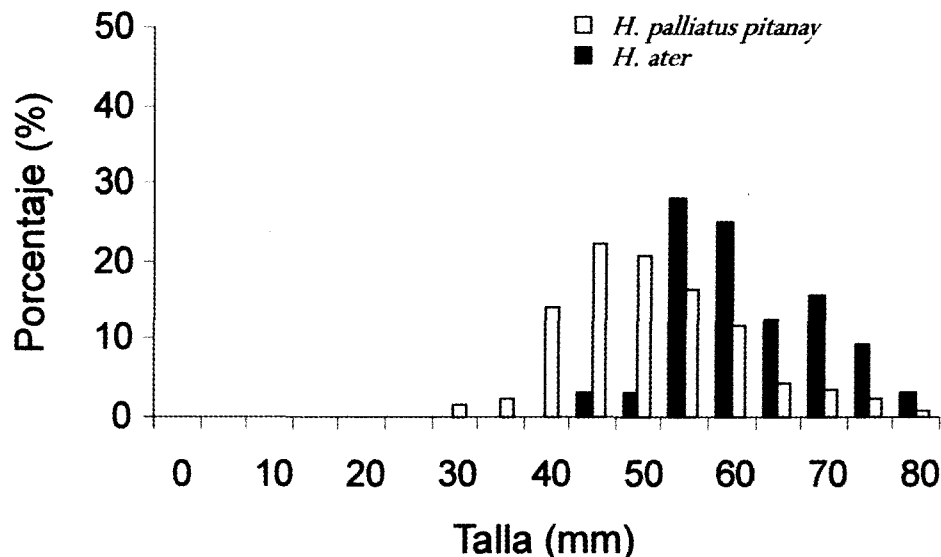


Fig 2. Tallas de *P. praeputialis* seleccionadas por *H. palliatus pitanay* y *H. ater* en El Way, Antofagasta. Size distribution of sessile live *P. praeputialis* consumed by *H. palliatus pitanay* and *H. ater* at El Way, Antofagasta.

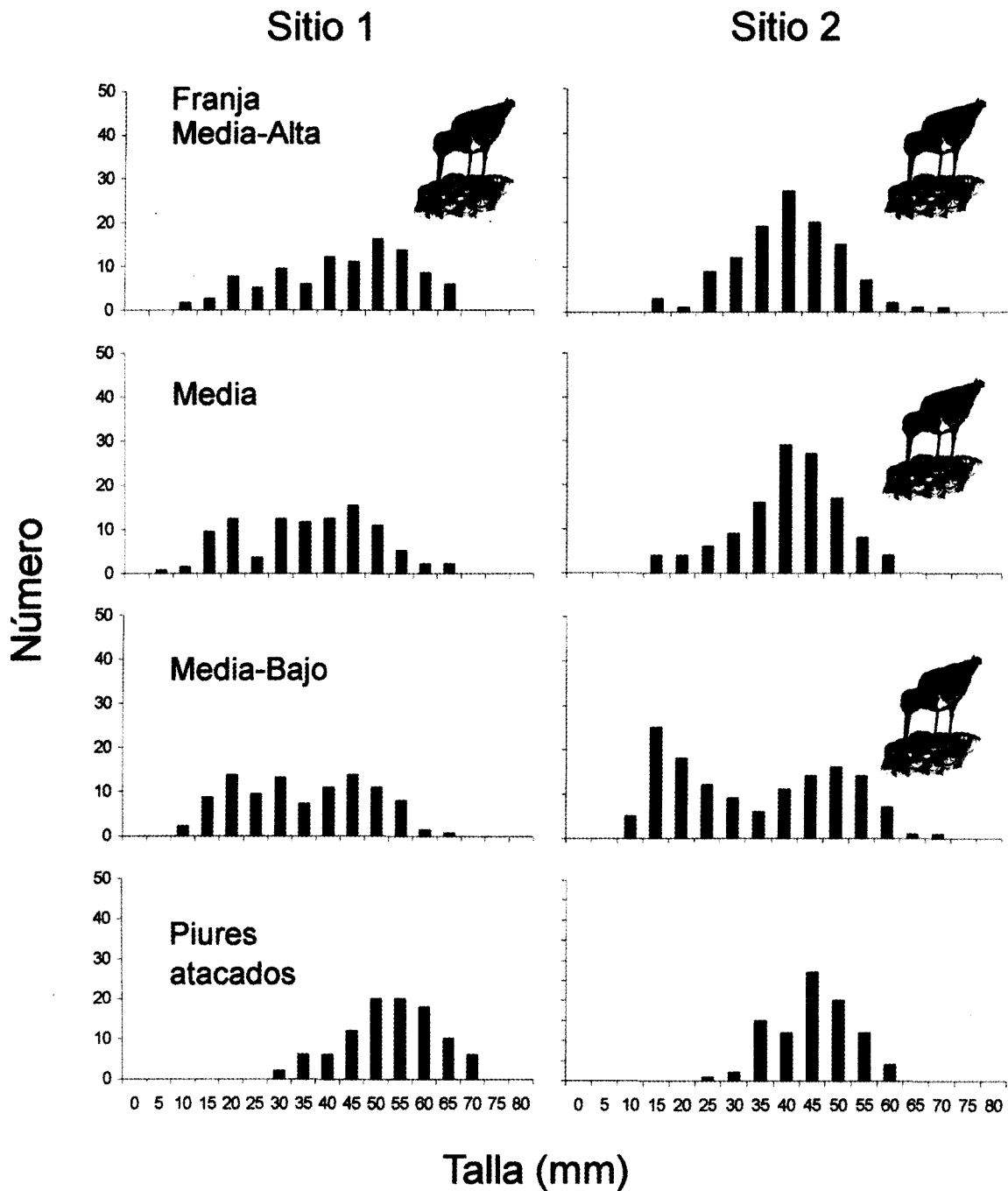


Fig. 3. Tallas de *P. praeputialis* disponibles en 2 sitios de 98 y 126 m<sup>2</sup> en la plataforma de estudio de El Way, Antofagasta. El manto de piure de cada sitio se dividió en 3 sub-franjas (media alta, media y media baja) y se caracterizó en forma independiente las tallas de piures disponibles y las tallas seleccionadas por *H. palliatus pitanay*. La figura del ostrero representa la franja donde se observó a las aves depredando.

Size distribution of *P. praeputialis* available in two sites of 98 and 126 m<sup>2</sup> respectively in the platform studied at El Way, Antofagasta. The *Pyura* bed was divided in 3 sub-fringes (upper-middle, middle, and low-middle) and size distribution of the *Pyura* available and consumed by *Haematopus palliatus pitanay*. The oystercatcher figure indicates the intertidal levels at each site where the birds were seen foraging.

TABLA 2

Resultados comparativos sobre área promedio de forrajeo ( $m^2$ ) entre *H. palliatus pitanay* y *H. ater*. El área promedio es definida como aquella recorrida por un promedio durante 5 minutos.

La Tabla incluye el número de piures promedio consumidos por marea baja por ostrero, número máximo de ostreros observados depredando sobre *P. praeputialis* adheridos a la roca en marea baja y la tasa de consumo promedio de piures por ostrero (piures  $\times 5 \text{ min}^{-1}$ ) en El Way, Antofagasta, 1997/1998

Comparative results over average area foraged ( $m^2$ ) by *H. palliatus pitanay* and *H. ater*. The average area was defined as the area used by the oystercatcher during 5 minutes of foraging. The Table includes the average number of *Pyura* consumed during one low tide, the maximum number of oystercatchers foraging on attached *P. praeputialis* per low tide and the average consumption rate of tuniate per oystercatchers species (*Pyura*  $\times 5 \text{ min}^{-1}$ )

Especie de Ave	Area promedio de forrajeo ( $m^2$ ) en 5 min	Promedio de piures consumidos por marea baja (6h)	Número máximo de ostreros depredando sobre <i>P. praeputialis</i>	Tasa de consumo promedio de piures per capita (piures $\times 5 \text{ min}^{-1}$ )
<i>H. palliatus pitanay</i>	$1,26 \pm 0,28$	$59,00 \pm 13,87$	6	$2,27 \pm 0,16$
<i>H. ater</i>	$20,33 \pm 6,10$	$16,00 \pm 4,00$	2	$0,72 \pm 0,13$

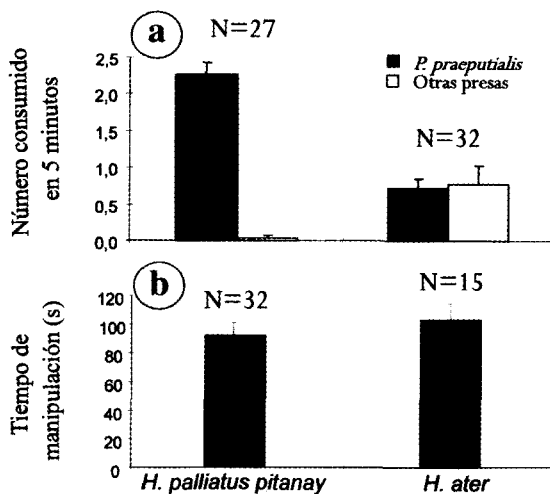


Fig. 4 a. Número promedio ( $\pm 1$  EE) de *P. praeputialis* y otras presas consumidas (*Concholepas concholepas*, *Fissurella crassa*, *F. maxima*, *F. pulcra*, *Tegula atra* and *Tetrapygyus niger*) por *H. palliatus pitanay* y *H. ater* durante períodos de forrajeo de 5 minutos en El Way, Antofagasta.

Mean number ( $\pm 1$  SE) of *P. praeputialis* and other prey (*Fissurella crassa*, *F. maxima*, *F. pulcra*, *Tegula atra* and *Tetrapygyus niger*) consumed by *H. palliatus pitanay* and *H. ater* during 5 minute observation periods at El Way, Antofagasta.

Fig. 4 b. Tiempo de manipulación promedio ( $\pm 1$  EE) de *H. palliatus pitanay* y *H. ater* depredando sobre *P. praeputialis*.

Mean handling time ( $\pm 1$  SE) *H. palliatus pitanay* and *H. ater* preying on *P. praeputialis*.

2). Por otra parte, *H. ater* ataca en un número significativamente mayor de ocasiones invertebrados intermareales diferentes del piure, tales como los moluscos *Concholepas concholepas*, *Fissurella crassa*, *Fissurella pulcra*, *Fissurella maxima*, *Tegula atra* y el erizo *Tetrapygyus niger*, en comparación con *H. palliatus pitanay* ( $F_{[1,54]} = 8,55$ ;  $P = 0,005$ ; Fig. 4 A). Estas presas se localizan de preferencia en la franja intermareal inferior (Castilla 1998).

#### DISCUSION

El ostrero blanco *H. palliatus pitanay* y el negro *H. ater* son las únicas aves que depredan con éxito sobre el tunicado *P. praeputialis* en el intermareal rocoso de la Bahía de Antofagasta. *H. palliatus pitanay* es el ostrero más abundante en la plataforma de estudio y obtiene su alimento principalmente depredando sobre *P. praeputialis*. Por otra parte, *H. ater* ataca a los piures en menos del 50 % de sus acciones de forrajeo, utilizando la misma técnica de alimentación descrita por Pacheco y Castilla (manuscrito) para *H. palliatus pitanay*. Ambas especies de ostrero se distribuyen de manera irregular sobre la franja intermareal de piures, concentrándose en aquellas sub-franjas del intermareal medio donde las tallas de las ascidias preferidas son más abundantes. Según Magaard & Jensen (1994) *Haematopus ostralegus* (una especie paleártica de ostrero blanco) tiene el mismo comportamiento cuando depreda sobre *Mytilus edulis* en las costas de Dinamarca. De acuerdo a características morfológicas del pico que presentan los ostreros se asocia comúnmente a las espe-

cies negras (pico corto y grueso) con depredación sobre invertebrados con cuerpo de concha dura y a especies blancas (pico más largo y delgado), con la depredación sobre invertebrados con cuerpo blando (Lauro & Nol 1995). Las características morfológicas del pico de los ostreros "blancos" y "negros" podría influir en la selección del tamaño de los piures *P. praeputialis*. En efecto, *H. ater* selecciona piures significativamente más grandes ( $60,22 \pm 1,42$  mm) que los seleccionados por *H. palliatus pitanay* ( $49,34 \pm 0,81$  mm). Por otra parte, los resultados sugieren que la escasa abundancia en el ambiente intermareal de piures de las tallas seleccionadas por *H. ater* (Fig 2 y 4) obligaría a esta especie a recorrer extensas áreas durante sus períodos de forrajeo (Tabla 2). El tiempo de búsqueda utilizado por *H. ater* disminuiría su tasa de consumo per capita de piures, aún cuando el tiempo de manipulación de esta presa no difiere significativamente entre las dos especies de ostreros. Debido a lo anterior *H. ater* dedicaría un mayor tiempo (55 % del tiempo de forrajeo observado) a atacar presas de textura "dura", que según Castilla 1998 se encuentran en abundancia en la franja intermareal inferior, utilizando una técnica de alimentación denominada palanca (= prying, Del Hoyo et al. 1996), para lo cual sus características de pico le favorecen. En cambio, los ostreros blancos dedican una pequeña fracción del tiempo de forrajeo a atacar presas de textura "dura" (2,25 % del tiempo de forrajeo observado) concentrándose, durante los periodos de forrajeo, en la franja intermareal media donde el piure alcanza coberturas del 100 % del sustrato. Estos resultados confirmarían la predicción inicial de este trabajo basada en estudios previos de la literatura ornitológica.

Durante sus acciones de forrajeo ambas especies de ostreros se encuentran permanentemente acompañadas por *L. dominicanus*, *L. modestus* y *N. phaeopus*, especies abundantes en la plataforma de estudio (Tabla 1), quienes se comportan como aves kleptoparásitos oportunistas. La estrategia de kleptoparasitismo es utilizada frecuentemente por especies de gaviotas (Thompson 1986). Sin embargo, en las observaciones registradas en la literatura no figuran *L. modestus* ni *N. phaeopus* como aves kleptoparásitas. En el futuro, la influencia de los kleptoparásitos en la conducta de forrajeo de los ostreros debería ser estudiada cuantitativamente y en forma estacional.

Debido a la escasa información disponible acerca de las dinámicas de las poblaciones intermareales de *P. praeputialis* en la Bahía de Antofagasta no es posible inferir conclusiones definitivas acerca de la magnitud de los efectos ecológicos directos e indirectos, positivos o ne-

gativos, producidos por la depredación de los ostreros sobre el manto de piure. Nuestras observaciones preliminares, señalan que los piures adheridos a la roca mueren luego de ser perforados por los ostreros y se descomponen completamente en aproximadamente 7 días, dejando libre el espacio que ocupan. La cercanía entre los piures atacados, en particular por *H. palliatus pitanay*, el tamaño seleccionado y el gran número de tunicados consumidos en cada periodo de marea baja (Tabla 2) focalizados en áreas reducidas (1 a 47 m<sup>2</sup>), podrían ser factores que debiliten los piures que forman el manto, que con ocasión de fuertes oleajes o tormentas terminan siendo desprendidos de la roca, liberando sustrato primario y probablemente facilitando el reclutamiento de individuos juveniles de piures o el ingreso de otras especies de invertebrados y algas.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte de la Cátedra Presidencial en Ciencias otorgada a J. C. Castilla en 1997. Agradecemos el financiamiento adicional y facilidades otorgadas por Minera Escondida Limitada (Convenio Minera Escondida - P. Universidad Católica de Chile). Además, apreciamos sinceramente la colaboración en terreno de nuestros amigos M. Varas, J. Alvarado, V. Ortiz, R. Guíñez, M. Uribe y las sugerencias al manuscrito realizadas por J. Alvarado, M. Fernández, S. Navarrete, P. Marquet y dos revisores anónimos.

#### LITERATURA CITADA

- CASTILLA JC (1998) Las comunidades intermareales de la Bahía de Antofagasta: Estudios de línea base y el programa ambiental de Minera Escondida Limitada en Punta Coloso. En: Arcos D (ed): Minería del cobre, ecología y ambiente costero: El caso de Minera Escondida Ltda: 191-214.
- CHAFER C J (1992) Ascidian predation by the sooty oystercatcher *Haematopus fuliginosus*: Further observation. *Stilt* 20: 20-21.
- CLARKE M, VS ORTIZ, & JC CASTILLA (1999) Does early development of the Chilean tunicate *Pyura praeputialis* (Heller 1878) explain the restricted distribution of the species? *Bulletin of Marine Science* 63: 745-754.
- GOODALL JD, AW JOHNSON & RA PHILIPPI B (1957) Las Aves de Chile. Tomo I. Platt Establecimientos Gráficos S.A. Buenos Aires. 445 pp.
- GOSS-CUSTARD JD, RGW CALDOW & RT CLARKE (1992) Correlates of the density of foraging ostreros *Haematopus ostralegus* at different population size. *Journal of Animal Ecology* 61: 159-173.



- FAIRWEATHER PG (1991) A conceptual framework for ecological studies of coastal resources: An example of a tunicate collected for bait on Australian seashores. *Ocean and Shoreline Management* 15: 125-142.
- FIELDING PJ (1994) Macroinvertebrates communities asociated with intertidal and subtidal beds of *Pyura stolonifera* (Heller 1878) (Tunicata: Ascidiacea) on the Natal coast. *South African Journal of Zoology* 29 (1): 46-51.
- GUIÑEZ R & JC CASTILLA (en prensa): An allometric tridimensional model of self-thinning for a gregarious tunicate. *Ecology*.
- DEL HOYO J, A ELLIOTT & J SARGATAL (1996) *Handbook of the Birds of the World. Vol. 3.* Linx Edicions, New York, U.S.A. 752 pp.
- HAYMAN PJ, J MARCHANT & T PRATER (1986) *Shorebirds-an identification guide to the wader of the world.* Houghton Mifflin CO, Boston. 412 pp.
- HOKEY PAR & GM Branch (1984) Oystercatchers and limpets: impact and implications- a preliminary assessment. *Ardea* 72: 199-206.
- KOTT P (1952) Ascidiata of Australia. I. Stolidobranchiata and Phlebobranchiata. *Australian Journal of Marine Freshwater Research* 3: 206-333.
- KOTT E (1997) Tunicates (Sub-Phylum Tunicata). En: Shepperd SA & M Davies (eds) *Marine Invertebrates of South Australia Part III. Series: Handbook of the Flora and Fauna of South Australia*: 1092-1255 pp. Published by SARDI Aquatic Sciences, Adelaide.
- LAURO B & E NOL (1995) Patterns of habitat use for pied and sooty oystercatchers nesting at the Furneaux islands, Australia. *The Condor* 97: 920-934.
- LAURO, B. & E. NOL (1995). Feeding behavior, prey selection, and bill size of pied and sooty oystercatchers in Australia. *Wilson Bulletin* 107 (4): 629-640.
- LINDBERG DR, KI WARHEIT & JA ESTES (1987) Prey preference and seasonal predation by oystercatchers on limpets at San Nicolas Island, California, USA. *Marine Ecology Progress Series* 39: 105-113.
- MAAGAARD L & T JENSEN (1994). Prey size selection, intake rate and distribution of staging oystercatchers. *Ophelia Supplement* 6: 201-215.
- NOL E & RC HUMPREY (1994) American Oystercatcher. In: *The Birds of North America* 82. A Poole & F Gill (eds), Philadelphia: The Academy of Natural Sciences, Washington DC, USA. 24 pp.
- PAINE RT and TH SUCHANEK (1983) Convergence of ecological processes between independently evolved competitive dominants; a tunicate-mussel comparison. *Evolution* 37(4): 821-831
- SCHULTZ M (1989) Sooty oystercatcher feeding on a washed up cunjevoi. *Stilt* 14: 66-67.
- SMITH MJ & PA DEHNL (1971) The composition of tunicas from four species of ascidians. *Comparative Biochemistry and Physiology* 40 B: 615-622.
- SOKAL R. and J ROHLF (1981) *Biometry. Second Edition.* W. H. Freeman and Company, New York, New York. 859 pp.
- THOMPSON DBA (1986) The economics of kleptoparasitism: optimal foraging, host and prey selection by gulls. *Animal Behaviour* 34: 1189-1205.
- WARD D. 1991. The size selection of clams by African Black oystercatchers and kelp gulls. *Ecology* 72: 513:522.