

INFESTACION DE LA VIEYRA TEHUELCHÉ (*CHLAMYS TEHUELCHA* (D'ORBIGNY)) POR *POLYDORA WEBSTERI* HARTMAN (POLYCHAETA: SPIONIDAE) EN EL GOLFO SAN JOSE, (CHUBUT, ARGENTINA): UN ENFOQUE CUANTITATIVO

INFESTATION OF THE TEHUELCHÉ SCALLOP (*CHLAMYS TEHUELCHA* (D'ORBIGNY)) BY *POLYDORA WEBSTERI* HARTMAN (POLYCHAETA: SPIONIDAE) IN SAN JOSE GULF (CHUBUT, ARGENTINA): A QUANTITATIVE APPROACH.

Néstor F. Ciocco

RESUMEN

Se estudió la infestación del bivalvo, *Chlamys tehuélcha*, por el polipecto espiónido, *Polydora websteri*, y se comparó la misma con la tasa de crecimiento, la densidad y la composición de edades del pectinido en 5 bancos naturales. Los datos de intensidad de ataque fueron agrupados por valva, edad del bivalvo y banco de origen. *P. websteri* afecta indistintamente ambas valvas de *Ch. tehuélcha*. La intensidad de infestación aumenta significativamente con la edad. La intensidad de infestación varió significativamente entre bancos. Los niveles más elevados de infestación coincidieron con las menores tasas de crecimiento. Las densidades de vieyras totales y por grupos de edad fueron significativamente diferentes entre localidades. Las edades 0+ y 1+ resultaron poco afectadas, tanto en bancos con elevada densidad como en localidades con reducida proporción de vieyras de edad 0+ y 1+. En las vieyras más susceptibles de infestación (edad $\geq 2+$), las intensidades de ataque elevadas ocurrieron por lo general en los bancos con mayor densidad de bivalvos $\geq 2+$. La intensidad de la infestación de *Ch. tehuélcha* por *P. websteri* se relaciona en forma inversamente proporcional con el crecimiento de la vieyra y éste, a su vez, es afectado por diferencias interpopulacionales en la disponibilidad de alimento (por gradiente ambiental) y disminución del alimento disponible por competencia intraespecífica (denso-dependencia). Se discute la interrelación entre tasa de infestación, condición y crecimiento del bivalvo y se sugiere como más probable una relación de tipo retroalimentación entre las variables mencionadas.

Palabras claves: Polipectos perforantes, Pectinidae, crecimiento, estructura de edades, metapoblación.

ABSTRACT

Studies were done to quantify the infestation of the bivalve *Chlamys tehuélcha* by the spionid polychaete *Polydora websteri*, and to compare the infestation rate with individual growth rate, density and age composition of *Ch. tehuélcha* from 5 natural grounds. Data were pooled by valve, age of the bivalve, and ground. *P. websteri* affects indistinctly both valves of *Ch. tehuélcha*. The intensity of infestation increases significantly with the age of the bivalves. The intensity of infestation varied significantly among grounds. The highest levels of infestation coincided with the lowest rates of bivalve growth. Scallop densities, total and by age groups, varied significantly among grounds. Bivalves 1+ and younger were slightly affected in localities with high densities, as well as in grounds with little densities of scallops 0+ and 1+. Among scallops more likely to be infested (age 2+ and older), high intensity of attack generally occurred in grounds with high densities of bivalves of age 2+ and older. Intensity of the infestation of *Ch. tehuélcha* by *Polydora websteri* and scallop growth are inversely related. Growth, in his turn, is affected by interpopulational differences in the food availability due to environmental gradient and depressions of the food availability due to intraspecific competition (density-dependence). Relationships among infestation rate, condition and bivalve growth are discussed. A feed-back relation is suggested as the most probable relationship among the above mentioned variables.

Key words: Boring polychaeta, Pectinidae, growth, age structure, metapopulation.

INTRODUCCION

En los últimos años el concepto de metapoblación ha despertado creciente interés entre los ecó-

logos (Roughgarden *et al.*, 1985; Couvet *et al.*, 1985; Roughgarden & Iwasa, 1986). La vieyra tehuélche *Chlamys tehuélcha* (d'Orb.) del golfo San José (Chubut, Argentina) constituye un

ejemplo de este nivel de organización (Orensanz, 1986). Los bancos representan las poblaciones o subpoblaciones componentes y la dispersión de las larvas pelágicas asegura el flujo genético entre las mismas, conformando la metapoblación. La comprensión de la dinámica de organizaciones suprapoblacionales de este tipo requiere tipificar con cierta precisión las características bioecológicas destacables de cada segmento o población.

La abundancia en cada banco (población componente) del golfo San José está determinada por factores denso-dependientes y denso-independientes, a los que se atribuyen las diferencias interpoblacionales observadas en la tasa de mortalidad natural y en el crecimiento individual (Ciocco, 1985; Orensanz, 1986). La infestación por el poliqueto espionido, *Polydora websteri*, es uno de los factores que se ha asociado con tasas de crecimiento individual bajas de *Chlamys tehuelcha* (Orensanz, 1986).

La presencia de poliquetos espionidos en moluscos bivalvos de interés comercial se ha mencionado en numerosos casos, especialmente en ostras y mejillones (Atkins, 1931; Lunz, 1940, 1941; Loosanoff & Engle, 1943; Metcof, 1946; Galtsoff, 1964; Haigler, 1969; Blake & Evans, 1973; Kent, 1977, 1979, 1981; Meixner, 1981; Lauckner, 1983). Mori *et al.*, (1985) han descrito la infestación del 'hotategai' japonés *Patinopecten yessoensis* (Jay) por *Polydora variegata* Ima-jima & Sato, *Polydora ciliata* (Johnston) y *Polydora concharum* Verrill. Román & Pérez (1980) y Buestel *et al.* (1985) han atribuido a *Polydora sp.* retrasos en el crecimiento e incremento de la mortalidad en cultivos experimentales de *Pecten maximus* L. En la costa este de América del Norte, se han registrado *Polydora concharum* y *Polydora socialis* (Schmarda) sobre *Placopecten magellanicus* (Gmelin) (Evans, 1969; Blake, 1969a, 1969b, 1971). *Polydora websteri* Hartman ha sido registrada en pectinidos de ambas costas de América del Norte (*Aequipecten irradians* (Lamarck); *Aequipecten gibbus* (L.), *Placopecten magellanicus*, *Patinopecten caurinus* (Gould) y *Argopecten gibbus* (L.); Lauckner, 1983). La mención de *Polydora websteri* sobre *Chlamys tehuelcha* del golfo San José ha sido el primer registro de este poliqueto para el Atlántico Sudoccidental (Orensanz, 1986).

Blake & Evans (1973) describieron tres tipos principales de daños causados por *Polydora sp.* en valvas de moluscos bivalvos: 1) epibiosis; 2),

galerías en forma de U; y 3) cámaras de barro ('mud-blisters'). El primer tipo no comprende penetración en el sustrato calcáreo. Los gusanos forman tubos sobre la superficie de la valva inmersos en una delgada pátina de barro secretada por ellos mismos. En el segundo caso, la larva del poliqueto se asienta generalmente sobre la superficie externa de la valva y excava galerías en forma de U que luego son rellenadas con barro compactado. Por último, las cámaras de barro son el tipo más común y dañino. El poliqueto se ubica entre la valva y el manto y deposita acúmulos de barro. El bivalvo responde secretando una capa delgada y transparente de conquiolina a la que siguen depósitos de calcita. El gusano ocupa entonces el espacio comprendido entre la valva y las capas recién formadas y luego compacta la cavidad con sucesivas secreciones de barro dentro de las cuales excava galerías que comunican con el exterior (Hempel, 1957; Haigler, 1969). A *Polydora websteri* se han atribuido galerías en forma de U y, más comúnmente, 'mud-blisters' (Blake & Evans, 1973). Las cámaras de barro predominan en la infestación de *Chlamys tehuelcha* del golfo San José.

La mayoría de los trabajos sobre poliquetos espionidos como epibiontes de bivalvos tratan sobre la sistemática y distribución del grupo, los mecanismos de perforación y los tipos de ataque o los efectos globales de la infestación. Los intentos por cuantificar el efecto del ataque en moluscos bivalvos son escasos (Kent, 1977, 1979, 1981). El objetivo del presente trabajo es el análisis cuantitativo del impacto de *Polydora websteri* sobre la vieyra tehuelche del golfo San José. En ese contexto interesa establecer la preferencia del gusano por una u otra valva, analizar la relación entre edad y frecuencia de la infestación y, sobre todo, comparar la intensidad de infestación en los distintos bancos con la tasa de crecimiento individual, la densidad y la composición de edades de las vieyras.

AREA DE INVESTIGACION

El golfo San José (Lat. 42°20' S, Long. 64°20' W) está ubicado en el extremo septentrional del mar Epicontinental Patagónico. La península de Valdés lo separa del golfo Nuevo al sur, mientras que su estrecha boca se abre por el norte al golfo San Matías (Fig. 1).

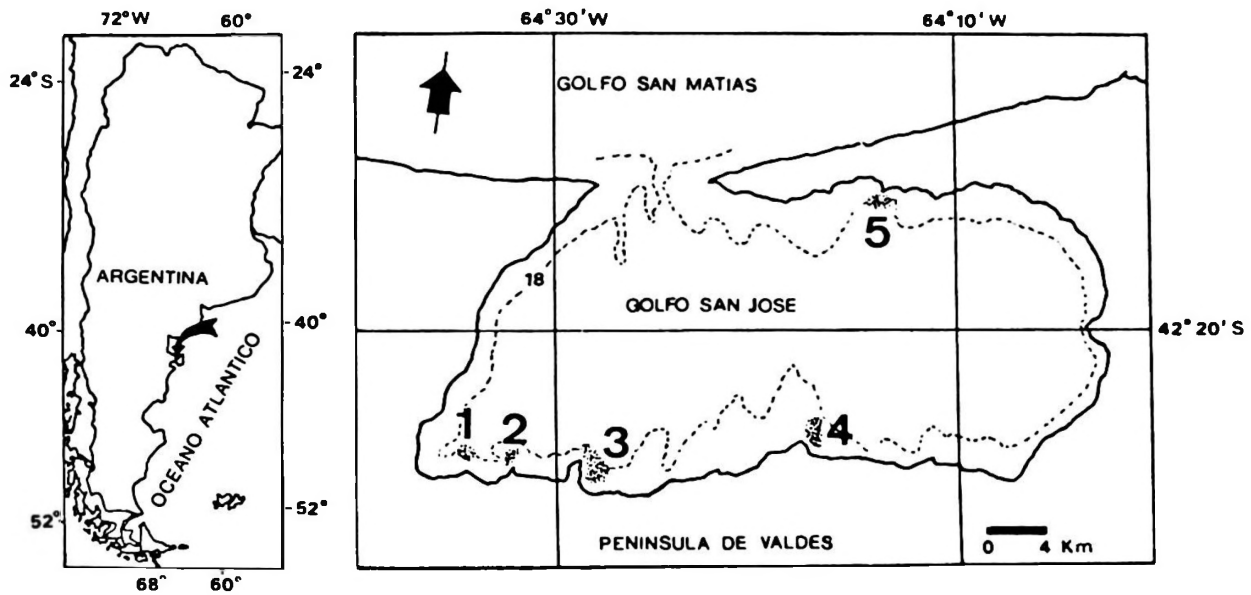


Figura 1. Ubicación del área de estudio y de las estaciones de muestreo. 1: Juan de la Piedra; 2: Gales; 3: Logaritmo; 4: Tehuelche; 5: San Román. (Profundidad en metros).

La superficie del golfo es de unos 814 km². y la profundidad media de alrededor de 30 m. La temperatura del agua oscila entre 9-10°C en invierno y 16-17°C en verano y la salinidad media es 33,9‰ (s = 0,006; Pizarro, 1976).

MATERIAL Y METODOS

Entre 35 y 52 unidades de muestreo se extrajeron mediante buceo entre agosto y noviembre de 1980 en cinco localidades del infralitoral superior del golfo San José: San Román en la costa norte y Juan de la Piedra, Gales, Logaritmo y Tehuelche en la costa sur (Fig. 1).

Cada unidad de muestreo estuvo constituida por todas las vieyras contenidas en un cuadro de 0,50 m de lado. En cada unidad de muestreo se registraron densidad total y por grupos de edad: 0+ -1+, 2+ -3+, y ≥ 4+, lo que corresponde a animales que no entraron en la talla comercial (60 mm de alto total), adultos jóvenes y adultos, respectivamente. La edad de los ejemplares se determinó a partir de la talla, de acuerdo a las ecuaciones de von Bertalanffy obtenidas con datos (anillos de crecimiento) del mismo período de muestreo (Ciocco, 1985).

Se destinaron 750 vieyras para estimar la infestación por *Polydora websteri*: 150 ejemplares por localidad y 50 animales por grupo de edad en

cada banco. En aquellos casos en que la composición de edades lo imponía (especialmente Gales, grupo 0+ -1+), se completaron los datos faltantes con individuos muestreados en los meses subsiguientes.

La presencia, ausencia e intensidad del ataque por *Polydora websteri* se registró en ambas valvas de cada individuo. Con este último fin se estableció una escala arbitraria como referencia para clasificar las cámaras de barro de acuerdo a su tamaño, de la siguiente manera:

Tamaño de la cámara de barro	Código
Mancha previa a la formación de la cámara de barro	1
Diámetro mayor de la cámara de barro ≤ 3mm	2
Diámetro mayor de la cámara de barro > 3mm y ≤ 6mm	3
Diámetro mayor de la cámara de barro > 6mm y ≤ 10mm	5
Diámetro mayor de la cámara de barro > 10mm	8

El tamaño de las cámaras de barro se midió macroscópicamente con calibre. La medición se completó con microscopio estereoscópico equipado con ocular graduado en los casos en que ello resultó necesario.

Para permitir la consideración simultánea y

acumulativa de la frecuente aparición de más de una cámara de barro por valva o individuo se procedió a otorgar a cada ejemplar un índice representativo de la intensidad total del ataque. Ese índice se obtuvo sumando los códigos que siguiendo la tabla anterior se registraron en ambas valvas de cada individuo. Las vieyras se agruparon por niveles de infestación de la siguiente manera:

Índice de ataque	Nivel nominal de infestación
0	Ausente (AU)
1 a 3	Incipiente (IN)
4 a 7	Medio (ME)
≥8	Avanzado (AV)

Utilizando una metodología similar se codificó la infestación en cada valva como sigue:

Valor por valva	Nivel de infestación
0	O (Ausente)
1 a 5	I (Moderado)
≥6	II (Avanzado)

Para las comparaciones estadísticas se utilizaron pruebas de X^2 simples o con partición de los grados de libertad. A fin de facilitar la interpretación de las tablas de contingencia con partición de los grados de libertad, los niveles de

infestación se reagruparon en dos grupos (Ausente-Incipiente y Medio-Avanzado) y las localidades se dispusieron en orden decreciente de acuerdo a la tasa de crecimiento de cada banco: [S. Román ≈ J. Piedra] > [Logaritmo ≈ Tehuelche ≈ Gales] (modelos de von Bertalanffy obtenidos mediante ajuste no lineal de lectura de anillos de crecimiento, datos correspondientes al período septiembre-noviembre de 1980; Ciocco, 1985).

Previa prueba de homogeneidad de varianzas (t de Bartlett y F máxima), las densidades totales y por grupos de edad se compararon entre bancos mediante pruebas de Games & Howell o análisis de la varianza seguidos por comparación de medias apareadas (método GT2; Sokal & Rohlf, 1981).

RESULTADOS

Distribución del ataque por valvas

La intensidad del ataque por *Polydora websteri* no fue diferente en forma significativa entre valvas, izquierda y derecha, en cuatro de los cinco bancos analizados y en el lote total de animales muestreados. En Juan de la Piedra el impacto del poliqueto fue superior en la valva izquierda ($p < 0,05$) (Tabla 1).

Tabla 1

Niveles de infestación (0, I y II) en ambas valvas y resultado de las pruebas de Ji cuadrado (X^2) aplicadas en las cinco localidades y en el conjunto total de animales.

O: ausente; I: moderado; II: avanzado; NS: No significativo; *: significativo ($p < 0,05$).

	LOCALIDAD																	
	San Román			Juan de la Piedra			Logaritmo			Tehuelche			Gales			5 bancos juntos		
Nivel de infestación	0	I	II	0	I	II	0	I	II	0	I	II	0	I	II	0	I	II
Valva izquierda	88	50	12	77	55	18	101	36	13	78	58	14	80	56	14	424	255	71
Valva derecha	84	54	12	89	55	6	105	38	7	72	61	17	70	66	14	420	274	56
X^2 y significancia	0.2469 NS			6.8670 *			1.9320 NS			0.6060 NS			0.4756 NS			2.4730 NS		

2. Parasitismo y edad

La mayoría de los ejemplares 0+ y 1+ (86% a 100% según el banco) no presentaron rastros de infestación, mientras que el resto estu-

vo ligeramente afectado. Los primeros registros de parasitismo 'medio' y 'avanzado' aparecieron en vieyras de edad 2+ y 3+. Sin embargo, la proporción de ejemplares de estas edades sin parasitar o ligeramente afectados continuó siendo

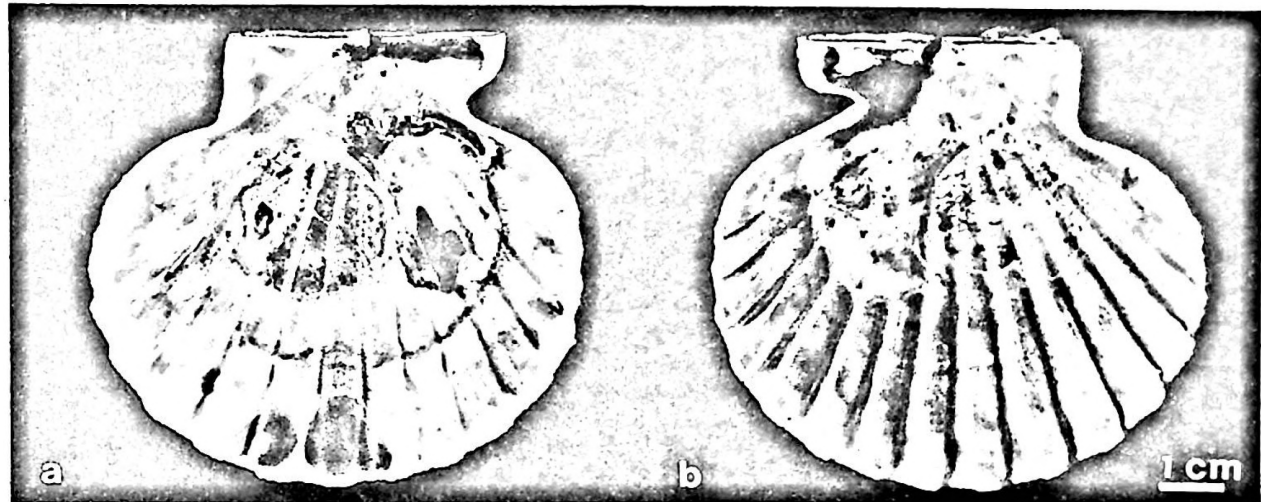


Figura 2. Vieyra de edad 4+ fuertemente infestada por *Polydora websteri*. a) valva izquierda; b) valva derecha.

importante (46% a 90% según el banco). Las vieyras de edad 4+ o mayores fueron las más seriamente afectadas por *Polydora websteri* (Fig. 2). La prueba de X^2 aplicada en cada banco indicó que en las cinco localidades los niveles más altos de intensidad de ataque estuvieron asociados

a las vieyras que superaban la talla comercial mínima, especialmente ejemplares de edad 4+ o mayores, mientras que los niveles de ataque 'ausente' o 'incipiente' fueron mucho más frecuentes en individuos menores de 2 años ($p < 0,001$; tabla 2).

Tabla 2

Niveles de infestación (AU, IN, ME y AV) por grupo de edad y resultado de las pruebas de Ji cuadrado (X^2) aplicadas en cada banco.

	LOCALIDAD																			
	San Román				Juan de la Piedra				Logaritmo				Tehuelche				Gales			
Nivel de infestación	AU	IN	ME	AV	AU	IN	ME	AV	AU	IN	ME	AV	AU	IN	ME	AV	AU	IN	ME	AV
Vieyras 0+ y 1+	50	0	0	0	50	0	0	0	46	4	0	0	45	3	0	2	43	7	0	0
Vieyras 2+ y 3+	29	16	5	0	12	19	12	7	22	14	6	8	6	17	15	12	7	17	12	14
Vieyras 4+ y mayores	1	14	18	17	6	17	19	8	17	16	10	7	5	18	14	13	4	19	16	11
X^2 y significancia	117.0470 ***				93.8729 ***				41.3588 ***				89.6292 ***				85.9979 ***			

AU: ausente; IN: incipiente; ME: medio; AV: avanzado. ***: altamente significativo ($p < 0,001$)

Comparación de la intensidad de ataque en diferentes bancos por grupos de edad.

Edades 0+ y 1+. El 99,2% de las vieyras menores de dos años censadas en los diferentes bancos carecieron de infestación o estuvieron ligeramente afectadas (Tabla 3).

Edades 2+ y 3+. La intensidad del ataque fue significativamente diferente de una localidad a la otra ($p < 0,001$). San Román fue el banco menos afectado y Gales y Tehuelche los más atacados. Juan de la Piedra y Logaritmo ocuparon una posición intermedia.

Edades 4+ y mayores. La intensidad de ataque, como en el caso previo, difirió significativamente

Tabla 3

Niveles de infestación (AU-IN y ME-AV) por bancos en los 3 grupos de edad y en el conjunto total de individuos. AU-IN: ausente-incipiente; ME-AV: medio-avanzado

Localidades	EDAD																			
	0+ - 1+					2+ - 3+					4+ y mayores					Todas las edades				
	SR	JP	L	T	G	SR	JP	L	T	G	SR	JP	L	T	G	SR	JP	L	T	G
AU — IN	50	50	50	48	50	45	31	36	23	24	15	23	33	23	23	110	104	119	94	97
ME — AV	0	0	0	2	0	5	19	14	27	26	35	27	17	27	27	40	46	31	56	53

SR: San Román; JP: Juan de la Piedra; L: Logaritmo; T: Tehuelche; G: Gales.

de un banco a otro ($p < 0,001$). La tasa de infestación más alta se registró en San Román y la más baja en Logaritmo. Los bancos restantes estuvieron moderadamente afectados.

Totales. El impacto de *Polydora websteri* no fue el mismo en todos los bancos ($p < 0,01$). Las frecuencias más elevadas de vieyras no parasitadas o poco atacadas (69% a 79%) y los niveles más bajos de ejemplares mediana o intensamente afectados (21% a 31%) se hallaron en Juan de la Piedra, Logaritmo y San Román. Por el contrario, Gales y Tehuelche presentaron una mayor proporción de vieyras considerablemente atacadas (35% a 37%, respectivamente) y una menor frecuencia de animales sin ataque o ligeramente

afectados (63% a 65%). La diferencia entre los grupos mencionados (Gales-Tehuelche y J. Piedra-S. Román-Logaritmo) fue altamente significativa ($p < 0,001$).

Densidad de vieyras, por grupos de edad, en los diferentes bancos

Edades 0+ y 1+. Las densidades medias de San Román y Juan de la Piedra superaron los 10 individuos/0,25 m² y fueron superiores a las de las localidades restantes ([San Román \approx J. Piedra] > [Logaritmo \approx Tehuelche \approx Gales]; $p < 0,01$) (Tabla 4).

Tabla 4

Densidad media de vieyras (d/0,25 m²) discriminada por banco y grupo de edad. s= desviación estándar; n= número de muestras.

	LOCALIDAD														
	SAN ROMAN			J. PIEDRA			LOGARITMO			TEHUELCHÉ			GALES		
	d	s	n	d	s	n	d	s	n	d	s	n	d	s	n
Vieyras 0+ y 1+	10.84	3.99	43	10.86	7.69	52	1.53	1.68	36	1.94	2.35	35	0.36	0.54	36
Vieyras 2+ y 3+	3.81	2.00	43	2.23	1.52	52	1.33	1.47	36	4.00	2.38	35	5.58	2.31	36
Vieyras 4+ y mayores	1.07	0.99	43	1.69	1.11	52	2.28	1.67	36	2.94	1.51	35	2.28	1.39	36
Los 2 grupos anteriores en conjunto (vieyras $\geq 2+$)	4.88	2.08	43	3.92	1.87	52	3.61	2.34	36	6.94	2.78	35	7.86	2.17	36
Todas las edades	15.72	4.32	43	14.78	7.69	52	5.14	2.65	36	8.88	4.19	35	8.25	2.32	36

Edades 2+ y 3+. Gales, Tehuelche y San Román tuvieron densidades similares entre sí (3,8 a 5,6 vieyras/0,25 m² y significativamente superiores a las de Juan de la Piedra y Logaritmo

([Gales \approx Tehuelche] > [J. Piedra \approx Logaritmo] $p < 0,01$; [S. Román] > [J. Piedra \approx Logaritmo], $p < 0,05$).

Edades 4+ y mayores. Las densidades fueron bajas en las cinco localidades (1,1 a 2,9 vieyras/0,25 m²). Las vieyras $\geq 4+$ fueron más abundantes en Tehuelche con respecto a San Román ($p < 0,01$) y Juan de la Piedra ($p < 0,05$) y en Gales con referencia a San Román ($p < 0,05$). En el resto de las localidades las densidades medias no difirieron entre sí.

Vieyras $\geq 2+$, agrupadas. Gales y Tehuelche presentaron mayores densidades (≈ 7 vieyras/0,25 m²) que las localidades restantes (≈ 4 vieyras/0,25 m²; $p < 0,01$).

Totales. Las densidades medias de San Román y Juan de la Piedra no difirieron entre sí (≈ 15 vieyras/0,25 m²) y fueron superiores a las de Tehuelche y Gales ($p < 0,01$). Logaritmo, por su parte, fue el banco más raleado (5,14 vieyras/0,25 m²; [Logaritmo] < [Tehuelche], $p < 0,05$; [Logaritmo] < [S. Román, J. Piedra, Gales], $p < 0,01$).

DISCUSION

La metapoblación de vieyra tehuelche del golfo San José está afectada por una superpoblación (Margolis *et al.*, 1982) de *Polydora websteri*. A cada población de vieyras componente de la metapoblación corresponde una población del espiónido.

La infrapoblación del poliqueto que afecta a cada hospedador se distribuye indistintamente en ambas valvas de *Chlamys tehuelcha*. La información disponible acerca de la ruta de invasión que siguen los espiónidos formadores de cámaras de barro es contradictoria. Se ha mencionado que *Polydora websteri* puede ubicarse entre la valva y el manto de un bivalvo desplazándose por el interior del mismo perforando la valva desde su superficie externa (Blake & Evans, 1973). En el caso de *Chlamys tehuelcha*, Orensanz (1986) ha mencionado que los anillos de crecimiento de la vieyra tehuelche favorecen el asentamiento del gusano. Sí, en efecto, el ataque se inicia desde el exterior, la abundancia del poliqueto en las valvas puede depender de la posición de las mismas con respecto al fondo, como sucede con la epibiosis. El ataque indiscriminado de *Polydora websteri* se debería, entonces, a ausencia de tropismo en la larva del espiónido o a una orienta-

ción poco definida de la vieyra tehuelche con respecto al sustrato. Hay datos que sugieren esta última situación. En principio, *Chlamys tehuelcha* no tiene valvas marcadamente desiguales como sucede en pectínidos que, como *Pecten maximus*, poseen una valva 'superior' plana y una 'inferior' convexa (Dakin, 1909). En segundo lugar, se han observado animales fijados por el biso en posición oblicua o casi perpendicular con respecto al fondo, así como vieyras libres asentadas indistintamente sobre una u otra valva (Ciocco, observación personal). El ataque por *Polydora variegata*, *Polydora ciliata* y *Polydora concharum*, no obstante, es significativamente mayor en la valva izquierda de *Patinopecten yessoensis*, un pectínido ligeramente inequivalvo (Mori *et al.*, 1985). Los autores mencionados trabajaron con vieyras provenientes de cultivos en suspensión y la ruta de invasión de los poliquetos no se conoce con precisión. No obstante, la orientación de las valvas con respecto al fondo y la consecuente disponibilidad de las mismas como sustrato de fijación para los espiónidos no serían los únicos factores que determinan la abundancia de los gusanos en una u otra valva.

La intensidad de la infestación por *Polydora websteri* se incrementa sensiblemente con la edad del hospedador. Si bien no existen pruebas experimentales sobre los efectos de poliquetos espiónidos en pectínidos, hay evidencias sobre los daños que provocan estos gusanos en otros bivalvos. La dureza de la valva de *Mytilus edulis* L. disminuye notablemente en mejillones infestados por *Polydora ciliata* (Kent, 1981). Significativamente, el impacto del poliqueto sobre el mitilido se incrementa con la talla del bivalvo (Kent, 1977, 1981; Meixner, 1981). También el cierre de las valvas de *Mytilus edulis* es afectado seriamente por *Polydora ciliata*. Los mejillones infestados ceden más fácilmente a la apertura de las valvas que los no parasitados, probablemente debido a una disminución del tamaño relativo del músculo aductor (Kent, 1977). El mismo autor ha demostrado que las grandes cámaras de barro reducen sensiblemente el contenido de agua de la cavidad paleal y el índice de condición del manto, lo que sugiere que podrían afectar la fecundidad de los mejillones y la fisiología general del bivalvo.

Tanto la disminución de la dureza de las valvas como el debilitamiento del cierre de las mismas se han mencionado como factores que

contribuyen a aumentar la vulnerabilidad de los bivalvos al ataque de depredadores. Lauckner (1983) informó que en las costas del mar del Norte los mejillones que quedan abiertos después de ser lanzados desde el aire por la gaviota *Larus argentatus* Pontoppidan tienen invariablemente más de 60 mm de largo y niveles altos de infestación por *Polydora ciliata*. Kent (1977, 1979) ha demostrado experimentalmente que el cangrejo *Cancer pagurus* L. depreda selectivamente sobre *Mytilus edulis* con valvas debilitadas por la presencia de *Polydora ciliata*. Las pruebas sobre el debilitamiento del cierre de las valvas del mismo bivalvo se realizaron con fuerzas de tracción similares a las que ejerce *Asterias rubens* L., uno de los asteroideos más importantes como depredador de *Mytilus edulis* (Kent, 1977). Un asteroideo (*Cosmasterias lurida* (Philippi)), un pulpo (*Enteroctopus megalocyathus* (Gould)) y un gasterópodo volútido (*Odontocymbiola magellanica* Gmelin) han sido mencionados como depredadores de la vieyra tehuelche en el golfo San José (Orensanz, 1986). Si en *Chlamys tehuelcha* los efectos de *Polydora websteri* fueran similares a los de *Polydora ciliata* sobre *Mytilus edulis*, al menos en los casos de la estrella de mar y del pulpo, *Polydora websteri* provocaría un incremento dependiente de la edad en la mortalidad natural debida a depredación. Algo similar ha sido sugerido por Lauckner (1983) al comentar la correlación positiva entre incremento de infestación por *Polydora ciliata* y talla de *Mytilus edulis* hallada por Kent (1977, 1981).

La intensidad del ataque por *Polydora websteri* difirió de un banco a otro del golfo San José. Gales y Tehuelche fueron los bancos más afectados, mientras que Logaríto, Juan de la Piedra y San Román registraron los menores niveles de infestación. Comparando estos resultados con los datos de crecimiento del mismo año de muestreo (Material y Métodos), se observa que los dos bancos con niveles más altos de infestación tuvieron las menores tasas de crecimiento y dos de los tres bancos menos afectados (San Román y Juan de la Piedra) registraron las tasas de crecimiento más altas del golfo.

Orensanz (1986) registró diferencias interpoblacionales en el crecimiento individual de *Ch. tehuelcha* del golfo San José (tasas máximas en el Noroeste y mínimas en el Sudeste) y atribuyó las mismas a un gradiente ambiental en la disponibilidad de alimento. La relación inversamente pro-

porcional entre infestación y crecimiento detectado en el presente trabajo sugiere que la infestación por *P. websteri* tiende a ser menor en los bancos del Norte y Oeste del golfo, y mayor en el Sudeste.

La relación entre el impacto de *Polydora websteri* y la densidad y composición de edades de los bancos de vieyra fue menos clara. Los ejemplares de edad 0+ y 1+ no fueron afectados por el poliqueto en ningún caso, independientemente de la densidad de vieyras. En las edades más susceptibles de infestación ($\geq 2+$), en cambio, hubo correspondencia entre densidad y tasa de infestación.

Las fluctuaciones de la densidad de vieyras en un período dado provocan variaciones intrapoblacionales en la tasa de crecimiento individual (denso-dependencia del crecimiento, Orensanz, 1986). En el presente trabajo las densidades elevadas de vieyras de edades más susceptibles a la infestación coincidieron con altas tasas de infestación y bajo crecimiento. Esta relación explica casos que, como el de Gales, no se adaptan a la hipótesis del gradiente en la disponibilidad de alimento.

Las tasas de infestación por *Polydora websteri* se relacionan en forma inversamente proporcional con el crecimiento de *Ch. tehuelcha* en diferentes bancos del golfo San José. El crecimiento de la vieyra, a su vez, es afectado por variaciones interpoblacionales (por gradiente ambiental) o intrapoblacionales (por denso-dependencia) en la disponibilidad de alimento. La tasa de infestación por *Polydora sp.* en moluscos bivalvos se ha relacionado con el estado de condición de los hospedadores (Kent, 1977; Orensanz, 1986). Uno de los factores que se ha mencionado como responsable de períodos de condición pobre en bivalvos suspensivos es la disminución del alimento disponible (Frechette & Bourget, 1985; Bricelj *et al.*, 1987).

Los datos recogidos, en consecuencia, sugieren una interrelación entre disponibilidad de alimento, condición y crecimiento del bivalvo y tasas de infestación. Puede suponerse a) que el aumento de la infestación y la disminución del crecimiento son fenómenos de ocurrencia simultánea no necesariamente relacionados en forma causa-efecto ni dependientes de un fenómeno común (disponibilidad de alimento y/o estado de condición) o b) que existen relaciones causa-

efecto entre todas o algunas de las variables mencionadas.

Establecer este último tipo de relación es difícil. La escasez de alimento disponible afectaría la condición del bivalvo y ésta, a su vez, el crecimiento de la vieyra. El retraso en el crecimiento del pectínido aumentaría la frecuencia e intensidad de los anillos de crecimiento que han sido mencionados como la probable vía de acceso de *P. websteri* a *Ch. tehuelcha* (Orensanz, 1986). Puede suponerse que, a la inversa, los estados de condición pobre favorecen la infestación por *P. websteri* y ésta, a su vez, provoca la disminución de la tasa de crecimiento del bivalvo o que, en cambio, la presencia de *P. websteri* es la que afecta la condición de la vieyra provocando la disminución de su ritmo de crecimiento. La alternativa más probable, en definitiva, parece ser una relación del tipo retroalimentación entre infestación por *P. websteri*, estado de condición y crecimiento del bivalvo. La disponibilidad de alimento, entre otros factores, afectaría en forma simultánea o independiente a alguna o a las tres variables mencionadas.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento al Dr. José M. Orensanz (School of Fisheries, University of Washington, Seattle, U.S.A.) y a dos revisores anónimos por la lectura crítica del manuscrito y las valiosas sugerencias recibidas.

Este trabajo contó con el apoyo financiero del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de la República Argentina (CONICET).

LITERATURA CITADA

- ATKINS, D. 1931. On abnormal conditions of the gills of *Mytilus edulis*. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 17 (1930/31): 489-543.
- BLAKE, J.A. 1969a. Systematics and ecology of shell-boring polychaetes from New England. American Zoologist, 9: 813-820.
- BLAKE, J.A. 1969b. Reproduction and larval development of *Polydora* from northern New England (Polychaeta: Spionidae). Ophelia, 7: 1-63.
- BLAKE, J.A. 1971. Revision of the genus *Polydora* from the east coast of North America (Polychaeta: Spionidae). Smithsonian Contributions to Zoology, 75: 1-32.
- BLAKE, J.A. & J.W. EVANS. 1973. *Polydora* and related genera as borers in mollusk shells and others calcareous substrates (Polychaeta: Spionidae), Veliger, 15: 235-249.
- BRICELJ, V.M., J. EPP & R.E. MALOUF. 1987. Intraspecific variation in reproductive and somatic growth cycles of bay scallop *Argopecten irradians*. Marine Ecology-Progress Series, 36: 123-137.
- BUESTEL, D., A. GUENOLE & C. MINGANT. 1985. Pregrossissement du naison de coquille Saint-Jacques *Pecten maximus* (L.) en rade de Brest. 5th International Pectinid Workshop (La Coruña, España), 9 págs., tablas.
- CIOCCO, N.F. 1985. Biología y ecología de *Chlamys tehuelche* (d'Orbigny) en el golfo San José (Chubut, Argentina). Tesis, Univ. de La Plata, La Plata, Argentina, 406 págs.
- COUVET, D., P. GOUYON & F. KJELLBERG. 1985. De la métapopulation au voisinage: la génétique des population en déséquilibre. Génétique Sélection et Evolution, 17 (3): 407-414.
- DAKIN, W.J. 1909. Pecten. (L.M.B.C. Memoirs). Transactions of Liverpool Biological Society, 17: 333-473.
- EVANS, J.W., 1969. Borers in the shell of the sea scallop, *Placopecten magellanicus*. American Zoologist, 9: 775-782.
- FRECHETTE, M. & E. BOURGET. 1985. Food-limited growth *Mytilus edulis* L. in relation to the benthic boundary layer. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 42: 1166-1170.
- GALTSOFF, P.S., 1964. The American oyster *Crassostrea virginica* Gmelin. Fishery Bulletin, 64: 1-480.
- HAIGLER, S.A., 1969. Boring mechanism of *Polydora websteri* inhabiting *Crassostrea virginica*. American Zoologist, 9: 821-828.
- HEMPEL, C. 1957. Über den Rohrbau und die Nahrungsaufnahme einiger Spioniden (Polychaeta Sedentaria) der deutschen Küsten. Helgolander wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, 6: 100-135.
- KENT, R.M.L. 1977. The infestation of molluscs by *Polydora* spp. Thesis, School of Environmental Sciences, Plymouth Polytechnic, Plymouth, England, 153 págs.
- KENT, R.M.L., 1979. The influence of heavy infestation of *Polydora ciliata* on the flesh content of *Mytilus edulis*. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 59: 289-297.
- KENT, R.M.L., 1981. The effect of *Polydora ciliata* on the shell strength of *Mytilus edulis*. Journal du Conseil International pour l'Exploitation de La Mer, 39: 252-255.
- LAUCKNER, G., 1983. Diseases of Mollusca: Bilvalvia. En: Diseases of Marine Animals, 2: 477-961. O.Kinne (ed.). Biologische Anstalt Helgoland, Hamburg.
- LOOSANOFF, V.L. & J.B., ENGLE. 1943. *Polydora* in oyster suspended in the water. Biological Bulletin, 85: 69-78.
- LUNZ, G.R., 1940. The annelid worm *Polydora*, as an oyster pest. Science, N. Y., 92: 304-310.
- LUNZ, G.R., 1941. *Polydora*, a pest in South Carolina oysters, Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society, 57: 273-283.
- MARGOLIS, L., G.W. ESCH, J.C. HOLMES, A.M. KURIS & G.A. SCHAD. 1982. The use of the ecological terms in parasitology. Journal of Parasitology, 68 (1): 131-133.
- MEIXNER, R. 1981. The infestation rate of *Mytilus edulis* on a wild mussel bed in the flensburg fjord (W. Baltic) with *Polydora ciliata*. International Council for the Exploration of the Sea, CM 1981/K:6, 6 págs.

- METCOF, J.C. 1946. The mud-blister worm, *Polydora*, in Canadian oysters. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 6: 498-505.
- MORI, K., W. SATO, T. NOMURA, & M. IMAJIMA. 1985. Infestation of the Japanese scallop *Patinopecten yessoensis* by the boring polychaetes, *Polydora*, on the Okhotsk Sea coast of Hokkaido, specially in Abashiri waters, Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 51: 371-380.
- ORENSANZ, J. M., 1986. Size, environment and density: the regulation of a scallop stock and its management implications. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, 92: 195-227.
- PIZARRO, M. J., 1976. Análisis de los resultados de la primera campaña de cultivo de *Argopecten purpuratus* en el Mar Patagónico, Informe Científico N° 3 (Pto. Mardryn, Argentina, 14 págs., tablas.
- ROMÁN G. & A. PÉREZ. 1980. First experiment in scallop culture on rafts. 3rd International Pectinid Workshop (Isle of Man, U.K.), 4 págs.
- ROUGHGARDEN, J., Y. IWASA & C. BAXTER. 1985. Demographic theory for an open marine population with space-limited recruitment. Ecology, 66: 54-67.
- ROUGHGARDEN, J. & Y. IWASA. 1986. Dynamics of a metapopulation with space-limited subpopulations. Theoretical Population Biology, 29: 235-261.
- SOKAL, R.R. & F.J. ROHLF. 1981. Biometry. The Principles and Practice of Statistics in Biological Research. 2. W. Wh. Freeman & Co. San Francisco. 859. págs.