

SELECTIVIDAD DEL ALIMENTO EN DOS PECES BENTOFAGOS (*MUGILOIDES CHILENSIS* Y *CALLICLINUS GENIGUTTATUS*)

CARLOS A. MORENO Y JUAN H. ZAMORANO

Instituto de Ecología y Evolución, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile

SYNOPSIS

Prey electivity of two littoral fishes that belong to intermedial links of the trophic sub-web of the trophic sub-web of Caleta San Carlos, Corral bay is studied. Stomach content has been analyzed by mean of the numerical method and prey abundance in the environment has been evaluated with 0.1 m² samples, taken with SCUBA techniques. For each prey that's consumed by these fishes, Ivlev's electivity index was fitted; besides that, the correlation between food availability and the amount that is consumed by each of these predators was established. The results have been interpreted according to the behaviour of these fishes in relation to the top predator of the community. The results suggest that electivity has a component that's induced by the adaptive responde of these fishes with the top predator.

Introducción

La selección de una particular especie o un particular tamaño de presa por parte de un depredador, repercute sobre la estructura de la comunidad, incluso cuando la presión de depredación no es muy alta. Estos fenómenos han sido evidenciados en los sistemas planctónicos dulceacuícolas (Brooks & Dodson, 1965), peces dulcícolos (Zaret & Paine, 1973) y en las regiones marinas intermareales (Paine, 1966). De ahí, el alto interés ecológico que presenta el estudio de la selectividad de la presa por parte de un depredador.

Desde que Ivlev (1961) se aproximara, tanto teóricamente como experimentalmente, al estudio de la selectividad sobre un particular tipo de presa por parte de los peces, muchos autores han puesto énfasis en estudiar los factores de los cuales depende este fenómeno. Al presente resulta bien conocido - entre los factores externos al pez - la relación entre el tamaño de la presa y el del depredador (Dodson, 1970), el grado de movilidad de la presa y su visibilidad (Moore & Moore, 1976), la abundancia de la presa en el medio (Ivlev, 1961) y ciertos factores internos del depredador como el grado de hambre, ritmos circadianos, campo de visión, experiencia del pez y ritmos anuales afectados por procesos fisiológicos (Curio, 1976). Muchos de estos factores que tienen relación con la selectividad, han sido incorporados en modelos teóricos de balance energético costo-beneficio en la teoría de las estrategias de alimentación (Schoener, 1971).

Desde el punto de vista de la organización de la comunidad sin embargo, estos estudios son reduccionistas, puesto que los organismos que se han tratado como depredadores, en condiciones naturales son a la vez presas y depredadores. En el caso de los peces bentofagos, consumidores de invertebrados en el sublitoral rocoso de la costa de Chile, son a su vez presas para los lobos marinos del género *Otaría* (Moreno, *et al.*, 1977). De este modo, sus padrones de actividad trófica no sólo deben estar influenciados por las características de sus presas, sino que también por la respuesta ecológica y evolutiva del depredador tope de la comunidad.

De acuerdo con Curio (1976), ciertos rasgos conductuales pueden ser adaptaciones exitosas para evitar ser depredado, entre estas, respuestas adaptativas basadas en la velocidad de escape, como el vivir disperso, camuflado e inmóvil. Ambos tipos de respuestas corresponden a estrategias opuestas para evitar ser depredado.

En este artículo, presuponiendo la validéz de los rasgos conductuales anteriormente expuestos como indicadores de estrategias en el modo de vida, queremos examinar las influencias que la adopción de una u otra estrategia tiene en la determinación de las características de las dietas en dos especies de peces seleccionados, especialmente en los parámetros de amplitud (eurifagia o estenofagia) como en la selectividad de cada una de sus presas.

Materiales y Metodos

Los peces para este estudio fueron recolectados en Caleta San Carlos (39° 50' S; 73° 25' W) utilizando buceo libre y fusil-arpón. Se obtuvieron 30 ejemplares de *Mugiloides chilensis* MOL. y 24 de *Calliclinus geniguttatus* VAL. Se les extrajeron los estómagos y el contenido fué contado e identificado, y cada individuo que se encontró entero, fué medido en su longitud más relevante (ver Jara & Moreno, 1978).

Con buceo autónomo (SCUBA) se obtuvieron 18 muestras cuantitativas de 0.1 m², en los habitats frecuentados por *M. chilensis*, entre 6 y 14 m de profundidad. Para evaluar la disponibilidad de alimento para *C. geniguttatus*, se tomaron 11 muestras cuantitativas de 0.1 m² entre 2 y 6 m de profundidad, siempre sobre grandes rocas. Tanto el número de estómagos analizados como el número

de muestras bentónicas fueron determinados de acuerdo a la estimación del área mínima de muestreo (Zamorano & Moreno, 1975); todas las muestras fueron recolectadas en la misma época del año (Noviembre-Marzo 1976-1977). Las observaciones del comportamiento diurno de las dos especies fueron realizadas con buceo SCUBA, por un período de más de 30 horas netas de observación bajo el agua. No se realizaron observaciones nocturnas.

Las comparaciones estadísticas se hicieron siguiendo a Sokal & Rohlf (1969) y usando las tablas de Rohlf & Sokal (1969). Para medir la selectividad se utilizó el índice de selectividad de Ivlev (1961), de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$S = a - b / a + b ; (-1 < S < +1)$$

donde "a" es el porcentaje del número de una presa en el total de estómagos analizados, y "b" el porcentaje de la misma en el número total encontrado en las muestras bentónicas. "S", es la selectividad, cuyos valores varían entre -1 (selectividad negativa o consumo por abundancia de la presa) y + 1 (selectividad positiva o preferencia por un organismo que es escaso en el ambiente).

Resultados

a) Observaciones cualitativas sobre el comportamiento de ambas especies.

Los "rollizos" (*M. chilensis*) se desplazan cerca del fondo, separados de él por una distancia que va entre 15 a 30 cm. Forman pequeños grupos de 2 a 5 individuos de clases de tamaños semejante, separados entre sí, por una distancia aproximada al doble de su tamaño. Su desplazamiento es sinuoso, siguiendo los rasgos del fondo, aunque al igual que el "pez dorado" hay una tendencia a virar alternadamente a la izquierda y a la derecha (Kleerekoper *et al.*, 1970). A este tipo de movimiento durante la búsqueda de las presas, Curio (1976) los denomina "movimiento de barrido", y según este autor pueden modificarse en función de la distribución de las presas. Esta especie durante sus desplazamientos diurnos visita diferentes tipos de fondo (arena, grava, rocas), los que en el lugar en que se hicieron las observaciones están distribuidos en forma de parches, aunque tienden - en mayor escala - a estratificarse.

La reacción de escape de estos peces en el momento de contacto visual con el buzo, es una brusca aceleración de la natación al mismo tiempo que el grupo se dispersa en forma de abanico por delante del buceador. Dada la similitud de tamaño entre un buzo y los depredadores naturales de estos peces (*Otaría flavelensis*), suponemos que el padrón de escape es similar en ambos casos. Durante la persecución de uno de los individuos, se manifiesta una reacción diferente, después de nadar entre 20 a 50 m busca refugio bajo alguna roca, momento que fué aprovechado para recolectar los ejemplares.

Los "tomollos" (*C. geniguttatus*) en cambio, tienen un comportamiento diferente, viven solitarios, apoyados sobre alguna roca donde permanecen prácticamente inmóviles. Observados desde cierta distancia, solo hemos detectado movimientos de reacomodación sin cambiar de lugar.

Esta especie no manifiesta una reacción de escape, sino que permanece inmóvil cuando el buzo se acerca, sólo al extender la mano para tomarlos manifiestan agresividad; por este rasgo fué relativamente fácil recolectarlos.

Ambas especies difieren además en su coloración, *M. chilensis* presenta una pigmentación de tipo neotónico que lo puede confundir con el medio sólo visto desde arriba (Aleyev, 1977) (Fig. 1a), en cambio *C. geniguttatus* tiene colores abigarrados (Moreno & Cas-

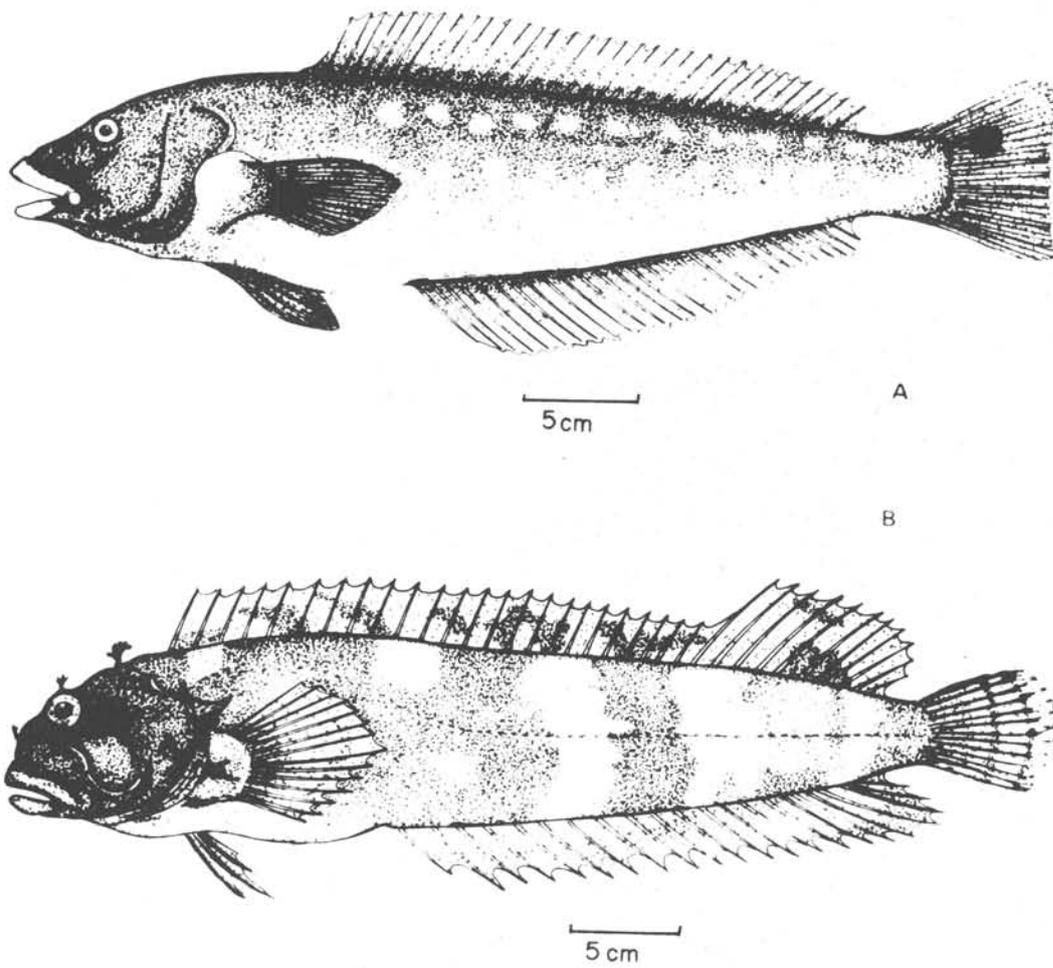


Fig. 1 — Padrones de coloración de: A *Mugiloides chilensis* molina y B. *Calliclinus geniguttatus* valenciennes.

Cuadro 1.— Estado de Repleción de los estómagos de ejemplares recolectados de día.

	llenos	medios	con restos	vacíos
<i>Mugiloides chilensis</i>	63 %	20 %	10 %	7 %
<i>Calliclinus geniguttatus</i>	51 %	18 %	7 %	24 %

Cuadro 2.- Contenido gástrico y selectividad de *Calliclinus geniguttatus* de Caleta San Carlos, Bahía de Corral, Chile.

Especies presas ¹	En estómagos ²		En ambiente ³		Selectividad
	Nº	%	Nº	%	
<i>Fisurella spp.</i>	9	11,1	5	2,0	0,69
<i>Pisoides edwardsii</i>	18	22,2	4	1,6	0,86
<i>Taliepus dentatus</i>	24	29,6	20	8,1	0,57
<i>Homalaspis plana</i>	6	7,4	1	0,4	0,89
<i>Cancer edwardsii</i>	6	7,4	2	0,8	0,80
<i>Amphoroidea tupa</i>	9	11,1	2	0,8	0,86
Amphipodos	3	3,7	211	85,1	-0,91
<i>Tripterigion cunninghami</i>	6	7,4	3	1,2	0,72

1. Solo tamaños disponibles para el depredador.

2. Sobre 24 estómagos con contenido

3. Sobre 11 muestras de 0,1 m² recolectados entre -2 y -6 m.Cuadro 3.- Contenido gástrico y Selectividad de *Mugiloides chilensis* de Caleta San Carlos, Bahía de Corral, Chile.

Especies presas	En estómagos		En ambiente		Selectividad
	Nº	%	Nº	%	
<i>Marphysa aenea</i>	4	4,1	32	5,4	-0,13
<i>Platynereis australis</i>	12	12,2	46	7,8	0,22
<i>Diopatra sp.</i>	2	2,0	8	1,4	0,17
Polynoidae indet.	1	1,0	2	0,3	0,53
<i>Nassarius gayi</i>	5	5,1	98	16,6	-0,52
<i>Fisurella spp.</i>	3	3,1	3	0,5	0,72
<i>Siphonaria lessoni</i>	10	10,2	3	0,5	0,90
<i>Tonicia sp.</i>	9	9,2	13	2,2	0,61
<i>Petrolisthes angulosus</i>	8	8,2	8	1,4	0,70
<i>Petrolisthes affinis</i>	3	3,1	3	0,5	0,72
<i>Taliepus dentatus</i>	3	3,1	3	0,5	0,72
<i>Halicarcinus platanus</i>	2	2,0	4	0,7	0,48
<i>Pinnixa bahamondei</i>	1	1,0	2	0,3	0,41
<i>Cancer edwardsii</i>	7	7,1	3	0,5	0,84
<i>Homalaspis plana</i>	6	6,1	2	0,3	0,90
<i>Amphoroidea tupa</i>	5	5,1	21	3,5	0,18
Amphipoda	15	15,3	335	56,6	-0,57

1.- Solo tamaños disponibles para el depredador

2.- Sobre 30 estómagos con contenido

3.- Sobre 18 muestras de 0,1 m² obtenidas entre -6 y -14 m.

tilla, 1977) (Fig. 1b) camuflándose con el fondo. Los juveniles de esta última especie viven en la zona intermareal y sólo los adultos en el sublitoral rocoso, de tal manera que los tamaños de los individuos involucrados en esta comunicación son mayores de 15 cm, y hasta un tamaño máximo de 23,5 cm de longitud total.

b) Contenido gástrico, disponibilidad de alimento y selectividad.

Ambas especies presentaron al ser recolectadas durante el día (11 a 16 h), un alto porcentaje de estómagos con contenido (Cuadro 1), aunque en *C. geniguttatus* la cantidad de estómagos vacíos fué más alta.

En el Cuadro 2 se resume la composición específica de la dieta de *C. geniguttatus*, y la representación numérica de cada presa en la dieta. Se puede ver que 7 de las 8 presas corresponden a organismos móviles que se desplazan sobre el fondo durante el día; sólo una de ellas (*Fisurella* sp.) se desplaza lentamente. Además en el mismo cuadro se indica el número de organismos — de los que son consumidos por esta especie — recolectados en las muestras bentónicas. Con estos dos juegos de datos, transformados en porcentajes, se ha calculado la selectividad de Ivlev (se usa aquí selectividad de Ivlev, como un sinónimo de la palabra inglesa "electivity"). Se puede notar que 7 de los 8 valores representan selectividad positiva, lo que indica de acuerdo con Ivlev (1961) que son porcentualmente más importantes en la dieta que en el medio; esto denota una "preferencia" del pez por las presas seleccionadas positivamente. Llama también la atención que el promedio de los valores de selectividad son altos (0.77) y de varianza pequeña ($\text{var} = 0.01$) y que sólo los antípodos son consumidos por abundancia y no por preferencia.

El tamaño promedio de las presas consumidas por *C. geniguttatus*, medidas en su longitud más relevante (ver Jara & Moreno, 1978) fué de 32,1 mm \pm 20; $\text{var} = 379.5$).

Para probar si existe o no correlación entre el número de individuos en los estómagos y los encontrados en el ambiente, se estableció una regresión entre estos dos parámetros, considerando como variable independiente la cantidad de organismos en las muestras ambientales, obteniéndose una relación descrita por la ecuación $Y = 11.14 + (-0.03) X$, pero cuyo valor de correlación -0,33 para $n = 8$, no permite en un nivel crítico de $P < 0.05$ rechazar la hipótesis de nulidad $H_0: r = 0$, consecuentemente en esta situación no es posible establecer una relación de dependencia entre ambos parámetros.

En el Cuadro 3, se resume idéntica información para el caso de la especie bentonectónica *M. chilensis*. Llama la atención el mayor número de especies que conforman su dieta, la existencia de tres ítem de selección negativa, es decir consumo por abundancia, y un promedio de los valores de selectividad positiva más bajo que la especie anterior ($X = 0.56 \pm 0.26$; $\text{var} = 0.06$) y también un promedio de tamaño de sus presas más pequeño ($X = 7.16 \pm 6.33$; $\text{var} = 38.78$).

A diferencia del caso anterior, la regresión encontrada ($Y = 4.55 + 0.03 X$) que relaciona la cantidad de individuos presas con la abundancia de los mismos en el ambiente, presenta una correlación positiva y significativamente diferente de cero ($r = 0.63$; $n = 17$; $P < 0.05$).

Discusión

Las dos diferencias más notorias entre los padrones de alimentación de estas dos especies, están en la amplitud de la composición específica de la dieta, y la existencia en un caso, de una correlación significativa entre la densidad de las especies presas en el ambiente y las encontradas en los contenidos estomacales; ambas diferencias son el reflejo directo de dos comportamientos opuestos. En efecto, en el caso de *Mugiloides chilensis*, especie de continuos desplazamientos diurnos por varios habitats o microambientes tiene la probabilidad de encontrar un mayor número de especies para consumir, lo que explica en parte la correlación significativa encontrada.

Algunos autores llaman a este comportamiento trófico "generalista" (ej. Paine & Palmer, 1978) y se caracteriza por una amplia composición específica de la dieta. Conociendo en el caso de *M. chilensis*, que la amplitud de su dieta se debe a que recorre varios habitats, al igual que *Notothenia gibberifrons* de los fondos costeros de la antártica (Moreno & Osorio, 1977), el concepto de generalista trófico en peces bentonectónicos es una expresión de una escasa especialización en el habitat, como ocurre también en el caso estudiado por Paine & Palmer (1978), donde el pejesapo (*S. sanguineus*) habita diferentes niveles de la zona intermareal y sublitoral.

M. chilensis consume en el sitio de muestreo presas tanto móviles como sésiles de tamaño pequeño y poco variable ($X =$

7.16 ± 6.33) y de una composición específica que guarda poca relación con lo encontrado por Bahamonde (1950) en una población de fondos arenosos del Seno de Reloncaví, cerca de Puerto Montt, pero ambas dietas a juzgar por los datos de este autor, tendrían tamaños similares y serían capturadas activamente por *M. chilensis*.

En oposición al caso anterior se encuentra *Calliclinus geniguttatus*, que es una especie que vive camuflada e inmóvil en el habitat rocoso exclusivamente, cuya conducta trófica consiste en esperar que sus presas pasen delante o cerca de ella, desencadenando su reacción de captura probablemente por su movimiento; la dominancia en su dieta de especies casi exclusivamente móviles parece ser una prueba de ello. Por otra parte la mayor varianza en el tamaño de sus presas también parece demostrarlo, puesto que para esta especie la probabilidad de capturar una presa depende, más que de sus propias características de características de las presas, de allí que una diferencia significativa de la varianza del tamaño de las presas de ambos predadores tenga un sentido biológico [$F_s = 95.7 > F(0.01)(29;12) = 2.98$]. Además la probabilidad de encontrarse con su presa, depende en gran medida del azar. Por ello debe consumir presas en movimiento de cualquier tamaño, dentro de sus limitaciones morfológicas. Este tipo de comportamiento trófico debe ser llamado "oportunisto" y en este caso refleja una alta especialización al habitat.

Ambas estrategias de alimentación, búsqueda activa y espera pasiva, son coherentes con el tipo de adaptación morfológica y conductual para evitar ser depredado (suponiendo una respuesta similar ante el buzo, que la que ocurre frente a los lobos marinos). Estas conductas parecieran ser un factor importante en la explicación de los padrones de alimentación de estos dos peces del sublitoral rocoso. En general estos datos y otros casos de cambios en la alimentación por inducción ambiental (Moreno & Osorio, 1977 y Moreno 1978), nos llevan a la hipótesis de que en los peces bentófagos las dietas y la selección de las presas es, en parte, el resultado de la adaptación de estos organismos para escapar al depredador tope de la comunidad.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Dirección de Investigación de la Universidad Austral de Chile por el financiamiento de esta contribución (Proyecto RS-77-34); a la División de Ciencias Marinas de UNESCO su ayuda bibliográfica (SC/RP 550-551) y finalmente a la oficina regional latinoamericana del PNUMA quien contribuyo para que este trabajo fuese presentado en el V Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica.

Referencias Bibliográficas

- ALEYEV, Y.G. 1977. Nekton. The Hague, Dr. W. Junk, 435p.
 BAHAMONDE, N. 1950. Alimentación del rollizo (*Pinguipes chilensis*, Molina 1782). Investes zool. chil., 1(2) : 13-14.
 BROOKS, J.L. & DODSON, S.I. 1965. Predation, body size and composition of plankton. Science, 150 : 28-35.
 CURIO, E. 1976. The ethology of predation. Berlin, Springer-Verlag, 250p.
 DODSON, S.I. 1970. Complementary feeding niches sustained by selective predation. Limnol. Oceanogr., 15 : 131-137.
 IVLEV, V.S. 1961. Experimental ecology of the feeding of fishes. New Haven, Yale University Press, 302p.
 JARA, H.F. & MORENO, C.A. 1978. Alimentación selectiva por tamaños en la predictabilidad de las tramas tróficas: un ejemplo en peces intermareales sudpatagónicos. Medio Ambiente (Chile), 4 (1). (En prensa).
 KLEEREKOPER, H.; TIMMS, A.M.; WESTLAKE, G.F.; DAVY, F.B.; MALAR, T. & ANDERSON, V.M. 1970. An analysis of locomotor behaviour of goldfish (*Carassius auratus*). Anim. Behav., 18 : 317-330.
 MOORE, J.W. & MOORE, I.A. 1976. The basis of food selection in some estuarine fishes. Eels, *Anguilla anguilla* L., whiting, *Merlangius merlangus* (L.), sprat, *Sprattus sprattus* (L.) and stickleback, *Gasterosteus aculeatus* L. J. Fish Biol., 9 : 375-390.
 MORENO, C.A. 1978. A reproductive relationship between *Trematomus bernacchii* and *Rosella nuda*: its effects on the food habits of this antarctic fish. Copeia. (En prensa).
 MORENO, C.A. & CASTILLA, J.C. 1977. Guía para el reconocimiento y observación de peces de Chile. Ed. Gabriela Mistral. Serie Expedición a Chile, 120p.
 -----; DUARTE, W.E. & ZAMORANO, J.H. 1977. Variación latitudinal del número de especies de peces en el

- sublitoral rocoso: una explicación ecológica, Comun. Soc. Biol. de Chile, XX R. Anual:
- & OSORIO, H.H. 1977. Bathymetric food habitat changes in the antarctic fish *Notothenia gibberifrons* Lonnberg (Pisces: Nototheniidae). Hydrobiologia, 55 (2) : 139-144.
- PAINE, R.T. 1966. Food web complexity and species diversity. Am. Nat., 100 (910) : 65-75.
- & PALMER, A.R. 1978. *Sicyases sanguineus*: a unique trophic generalist from the Chilean intertidal zone. Copeia, (1) : 75-81.
- ROHLF, F.J. & SOKAL, R.R. 1969. Statistical tables. San Francisco, W. H. Freeman, 253p.
- SCHOENER, T.W. 1971. Theory of feeding strategies. A. Rev. Ecol. Syst., 2 : 369-404.
- SOKAL, R.R. & ROHLF, F.J. 1969. Biometry. San Francisco, W.H. Freeman, 776p.
- ZAMORANO, J.H. & MORENO, C.A. 1975. Comunidades bentónicas del sublitoral rocoso de Bahía de Corral. I. Area mínima de muestreo y descripción cuantitativa de la asociación de *Pyura chilensis* Molina Medio Ambiente (Chile), 1 (1) : 58-66.