

Hábitos de alimentación del lenguado *Paralichthys orbignyanus* (Valenciennes, 1842) en una laguna costera somera del Atlántico Sur: Rocha, Uruguay

Feeding habits of the flounder *Paralichthys orbignyanus* (Valenciennes, 1842) in a shallow coastal lagoon of the southern Atlantic Ocean: Rocha, Uruguay

Walter Norbis^{1*}

Oscar Galli²

¹ Departamento de Ecología, Sección Oceanología
Facultad de Ciencias

Iguá 4225, Montevideo, Uruguay

* E-mail: wnorbis@dinara.gub.uy

² Departamento de Biología Pesquera
Dirección Nacional de Recursos Acuáticos
Constituyente 1497, Montevideo, Uruguay

Recibido en julio de 2003; aceptado en junio de 2004

Resumen

Se analizaron 293 estómagos de lenguados adultos (*Paralichthys orbignyanus*) de 25 a 64 cm de longitud total (LT), a partir de muestreos ocasionales de capturas de la pesca artesanal que opera en la laguna costera de Rocha, Uruguay. Un total de 119 individuos (40.61%) presentaron contenido estomacal, siendo el pejerrey (*Odontesthes argentinensis*) su presa principal. Se encontraron variaciones significativas ($P < 0.05$) en la dieta entre clases de talla. El canibalismo fue menor al 3% del total de las presas y ocurrió en el rango de tallas de 46 a 56 cm. Se observaron tendencias positivas y significativas entre la longitud del pejerrey y la longitud total de los lenguados, pero sólo un porcentaje bajo de la variabilidad en el tamaño de la presa (<47%) fue explicado por el tamaño del predador. La dieta especializada y selectiva de los adultos de *P. orbignyanus* sugiere que ésta es típica de un predador piscívoro activo que utiliza la visión para capturar sus presas. El estado de digestión de las presas (en condiciones relativamente frescas o en principio de digestión), el momento de la captura y el bajo índice de alimentación podrían estar indicando que la especie actúa como un predador activo durante la noche.

Palabras clave: alimentación, lenguado, *Paralichthys orbignyanus*, laguna costera, Atlántico sudoccidental.

Abstract

A total of 293 stomachs of adult flounders, *Paralichthys orbignyanus*, were analyzed from the catch of artisanal fisheries that operate in Rocha Lagoon, Uruguay. Flounders between 25 and 64 cm total length showed that 119 individuals (40.61%) had content in their stomachs, the silverside *Odontesthes argentinensis* being the main prey item. Significant variations were observed between size classes. Cannibalism was less than 3% of total prey items and occurred within the 46–56 cm size class. Significant and positive trends were observed between the length of the silverside and the total length of the flounder, but a low percentage of the variability in prey size (<47%) was explained by the predator size. The specialized and selective diet of *P. orbignyanus* adults is considered to be typical of active piscivore predators and visual fish feeders. The state of prey digestion (in relatively fresh condition or in the beginning of digestion), the moment of catch and the low feeding index could indicate that the species acts as an active predator during the night.

Key words: feeding, flounder, *Paralichthys orbignyanus*, coastal lagoon, southwestern Atlantic.

Introducción

Los estudios sobre hábitos alimenticios de los peces contribuyen al conocimiento de las interacciones tróficas entre poblaciones y son también muy importantes para evaluar el rol de un organismo dentro del ecosistema. Tres especies del género *Paralichthys* ocurren en las costas del sur de Brasil, de

Introduction

Studies on feeding habits of fish contribute to the knowledge of trophic interactions between populations and are very important to understand the role of an organism within the ecosystem. Three species of the genus *Paralichthys* occur off the coasts of southern Brazil, Uruguay and Argentina.

Uruguay y de Argentina: *Paralichthys orbignyanus* (Valenciennes, 1842), *Paralichthys patagonicus* (Jordan, 1889) y *Paralichthys isosceles* (Jordan, 1891) (Haimovici *et al.*, 1996; Díaz de Astarloa y Munroe, 1998; Nión, 1998). El conocimiento sobre sus características biológicas es escaso (García, 1987; Fabré, 1988; Fabré y Cousseau, 1990; Macchi y Díaz de Astarloa, 1996), particularmente para *P. orbignyanus* (Mellito da Silveira *et al.*, 1995). Estos recursos tienen un alto valor para el consumo humano (Fabré y Díaz de Astarloa, 1996) y alcanzan altos precios en el mercado. *P. patagonicus* y *P. isosceles* son predadores marinos que comen principalmente organismos demersales, tales como peces y crustáceos (Fabré, 1988; Díaz de Astarloa y Munroe, 1998). *P. orbignyanus* puede ser caracterizado como un teleósteo eurihalino marino/estuarino (Sampaio y Bianchini, 2002) que ocurre principalmente en aguas estuarinas y costeras, y ha sido considerado para el cultivo debido a su amplia tolerancia a factores ambientales tales como la salinidad y el pH (Wasielisky *et al.*, 1995, 1997). No hay referencias que describan la alimentación y los hábitos alimenticios de *P. orbignyanus*. Nosotros analizamos los hábitos alimenticios de *P. orbignyanus* en la laguna costera de Rocha y comparamos su comportamiento alimenticio con estudios realizados con especies similares.

Materiales y métodos

La Laguna de Rocha es una laguna somera (profundidad media = 0.6 m; área = 72 km²), salobre y micromareal, dentro de una cuenca de drenaje de aproximadamente 1216 km², localizada sobre la costa suroeste de América del Sur (34°33'S, 54°22'W) (fig. 1). De acuerdo con las lluvias y la entrada de agua salada, el cuerpo de agua es variable. La laguna está separada del océano por una barra de arena paralela a la costa que se abre periódicamente al océano a través de un canal por la acción de las tormentas del sur, y recibe pulsos de agua dulce como consecuencia de las lluvias o por la acción humana. La intrusión marina provoca un fuerte gradiente salino (Pintos *et al.*, 1991; Conde *et al.*, 1999, 2000; Norbis, 2000). En la Laguna de Rocha los pescadores artesanales capturan lenguados usando una red de enmalle de 1000–1200 m de longitud por 2 m de altura con un tamaño de malla de 20 cm entre nudos opuestos. La red es calada durante 24 horas desde las 06:00 y revisada al amanecer. El lenguado, debido a su alto valor en el mercado se comercializa fresco entero. Sin embargo, a menudo los pescadores evisceran los lenguados capturados inmediatamente después del desembarque para comercializarlos frescos, sin vísceras y obtener un mejor precio. Así, el muestreo de *P. orbignyanus* fue realizado de manera oportunista en la pesquería artesanal que operó en la laguna costera de Rocha entre los años 1997–1999 (tabla 1). La longitud total (LT) de los individuos fue medida al cm inferior para ambos sexos. Los estómagos con contenido fueron removidos intactos y examinados en condiciones relativamente frescas. Fueron analizados los contenidos estomacales de 293 lenguados adultos

Paralichthys orbignyanus (Valenciennes, 1842), *Paralichthys patagonicus* (Jordan, 1889) and *Paralichthys isosceles* (Jordan, 1891) (Haimovici *et al.*, 1996; Díaz de Astarloa and Munroe, 1998; Nión 1998). Knowledge about their biological characteristics is scarce (García, 1987; Fabré, 1988; Fabré and Cousseau, 1990; Macchi and Díaz de Astarloa, 1996;), particularly for *P. orbignyanus* (Mellito da Silveira *et al.*, 1995). These resources are highly valued for human consumption (Fabré and Díaz de Astarloa, 1996) and reach high market prices. *Paralichthys patagonicus* and *P. isosceles* are marine predators. They feed mainly on demersal organisms such as fish and crustaceans (Fabré, 1988; Díaz de Astarloa and Munroe, 1998). *Paralichthys orbignyanus* can be characterized as a marine/estuarine euryhaline teleost (Sampaio and Bianchini, 2002) that occurs principally in estuarine and coastal waters. It has been considered for culture purposes due to a wide tolerance to environmental factors such as salinity and pH (Wasielisky *et al.*, 1995, 1997). There are no references regarding the food and feeding habits of *P. orbignyanus*. We analyzed the feeding habits of *P. orbignyanus* in Rocha Lagoon and compared its feeding behaviour with studies conducted on similar species.

Materials and methods

Rocha Lagoon is a shallow (mean depth = 0.6 m; area = 72 km²), brackish and microtidal lagoon within a drainage area of approximately 1216 km², located on the southwestern coast of South America (34°33' S, 54°22' W) (fig. 1). The water body is variable according to the rainfall and the inflow of salt water. The lagoon is separated from the ocean by a sand bar parallel to the coast that is periodically opened to the ocean through one restricted inlet by the action of southern storms, receiving pulses of fresh-water inputs as a consequence of the rain or human actions. A strong salinity gradient is provoked by marine intrusion (Pintos *et al.*, 1991; Conde *et al.*, 1999, 2000; Norbis, 2000). At Rocha Lagoon, artisanal fishermen catch flounder using a gillnet, 1000–1200 m long by 2 m deep, with a 20-cm stretched-mesh size. The gillnet is set at 06:00 for 24 h and checked at dawn. Because of the flounder's high market prices, it is commercialized whole and fresh; however, fishermen often commercialize flounder fresh without guts immediately after the catch to obtain a better price. Hence, *P. orbignyanus* was sampled opportunistically from the artisanal fishery that operates at Rocha Lagoon from 1997 to 1999 (table 1). Total length (TL) of individuals was measured to the nearest centimetre for both sexes. Intact stomachs with contents were removed and examined in relatively fresh condition. Stomach contents from 293 adult flounder between 25 and 64 cm TL (162 females and 131 males) were analyzed (fig. 2). Food items were identified to the lowest possible taxon. The number of empty stomachs was also recorded. Feeding intensity was calculated using the feeding index (FI) (Hureau, 1970), defined as follows: $FI = f_s / (f_s + e_s)$, where f_s is the stomachs with food content and e_s is the empty stomachs

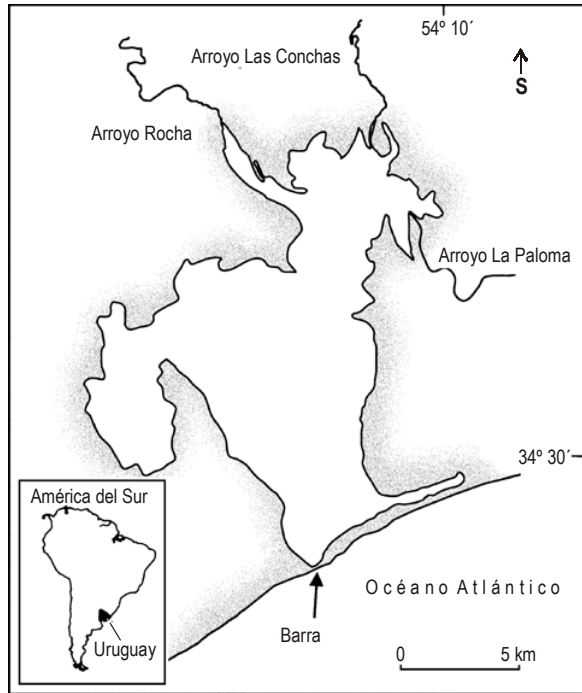


Figura 1. Mapa y ubicación de la Laguna de Rocha, Uruguay (redibujado de Conde *et al.*, 1999).
Figure 1. Map and location of Rocha Lagoon, Uruguay (redrawing of Conde *et al.*, 1999).

comprendidos entre los 25 y 64 cm de LT (162 hembras y 131 machos). La identificación de los ítems alimentarios fue realizada al taxón más bajo posible. También se registró el número de estómagos vacíos. La intensidad de alimentación por fecha de muestreo se calculó usando el índice de alimentación (IA) (Hureau, 1970) definido como: $IA = a_s / (a_s + v_s)$, donde a_s = estómagos con alimento y v_s = estómagos vacíos. También se calculó el porcentaje de la frecuencia de ocurrencia, $\%Fi = 100 \times s_i / S_c$, y el porcentaje en número de los ítems alimenticios, $\%Ni = 100 \times n_i / N_p$ (Hyslop, 1980), donde s_i es el número de estómagos que contienen la presa i , S_c es el número de estómagos con contenido, n_i es el número de individuos de la presa i y N_p es el número total de presas ingeridas. Para conocer cómo el consumo de las presas fue o no dependiente de la longitud de los lenguados se aplicó el test de independencia G (Sokal y Rohlf, 1995) a las frecuencias de ocurrencias absolutas de las presas totales y al grupo de presas más abundantes. Para esto, los lenguados fueron separados en cuatro clases de longitud (1: 25–35 cm; 2: 36–45 cm; 3: 46–55 cm y 4: 56–65 cm). La longitud de las presas enteras, en condiciones relativamente frescas o en principio de digestión, se midió al milímetro de acuerdo a las características de la aleta caudal como longitud total o longitud furcal. Para la principal presa consumida se analizó la relación entre el tamaño de la presa (mm) y la longitud total de los lenguados por sexo, usando el modelo de regresión funcional (Ricker, 1984).

by sampling date. Indices of frequency of occurrence ($\%Fi$) ($Fi = 100 \times s_i / S_c$) and number of food items ($\%Ni$) ($Ni = 100 \times n_i / N_p$) (Hyslop, 1980) were also calculated (s_i is the number of stomachs that contain prey i , S_c is the number of stomachs with contents, n_i is the number of individuals of prey i and N_p is the total number of ingested prey). The independence G-test (Sokal and Rohlf, 1995) was applied to the absolute frequencies of occurrence of the total prey and the major prey group in order to know whether the consumption of these items was dependent on the length of the flounder or not. For this, flounders were separated into four length classes (1: 25–35 cm; 2: 36–45 cm; 3: 46–55 cm; and 4: 56–65 cm). The length of the whole prey, in relatively fresh condition or in the beginning of digestion, was measured to the nearest millimetre according to the characteristics of the caudal fin as total length or fork length. For the main species consumed, relationships between prey size and total length of the flounder by sexes were analyzed using functional regression (Ricker, 1984).

Results

Of the individuals analyzed ($n = 119$), 40.61% were found with content in their stomachs (table 1). The cumulative frequency of total length at 25% and 50% of the sizes retained by the gillnets was 38.7 and 46.5 cm TL, respectively (fig. 2). The feeding index varied between 0.20 and 0.59 (table 1). The occurrence and numeric coefficients of taxa are summarized in table 1. A total of five food items, generally in fresh condition or in the beginning of digestion, were identified in the flounder diet: the silverside *Odontesthes argentinensis* (Valenciennes, 1835; family Atherinopsidae), the Brazilian menhaden

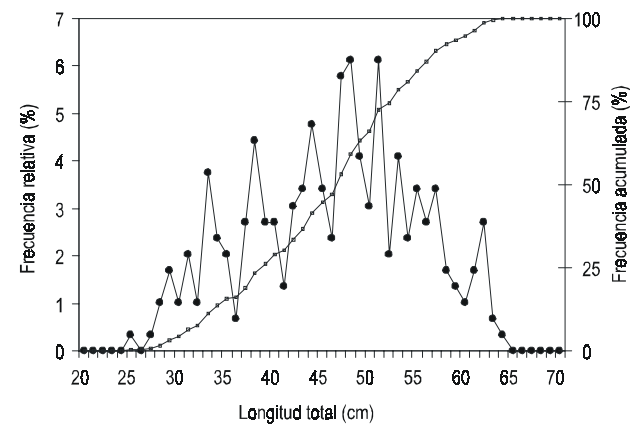


Figura 2. Frecuencias relativa (puntos negros) y acumulada (línea) de la distribución de longitudes totales de *Paralichthys orbignyanus* capturados por la flota de pesca artesanal en la Laguna de Rocha y analizados en este trabajo.

Figure 2. Relative (black dots) and cumulative (dark line) frequency of total length distribution for *Paralichthys orbignyanus* captured by artisanal fisheries at Rocha Lagoon and analyzed in this work.

Resultados

El 40.61% de los individuos analizados ($n = 119$), presentaron contenidos estomacales (tabla 1). La frecuencia acumulada de la longitud total al 25% y 50% de las tallas retenidas por la

Brevoortia aurea (Agassiz, 1829; family Clupeidae), the white croaker *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823; family Sciaenidae), the flounder *Paralichthys orbignyanus* (Valenciennes, 1842; family Paralichthyidae), and some teleost fishes that remained unidentified (table 1). The silverside *O.*

Tabla 1. Fechas de muestro y composición de la dieta de *Paralichthys orbignyanus* colectados en la Laguna de Rocha por fecha de muestreo (Oa = *Odontesthes argentinensis*; Ba = *Brevoortia aurea*; Po = *Paralichthys orbignyanus*; Mf = *Micropogonias furnieri*; Ptni = peces teleosteos no identificados; EC = estómagos con alimento; EV = estómagos vacíos; IA = índice de alimentación; F = frecuencia de ocurrencia en número; N = número total de presas).

Table 1. Sampling date and diet composition of *Paralichthys orbignyanus* collected at Rocha Lagoon by sampling date (Oa = *Odontesthes argentinensis*; Ba = *Brevoortia aurea*; Po = *Paralichthys orbignyanus*; Mf = *Micropogonias furnieri*; Ptni = unidentified teleost fishes; EC = stomachs with food; EV = empty stomachs; IA = feeding index; F = frequency of occurrence in number; N = total number of prey).

Año	Mes	Día	EC	EV	IA	Oa		Ba		Po		Mf		Ptni		
						F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	
1997	9	13	2	7	0.22	2	2									
		20	3	6	0.23	3	3									
		26	9	11	0.30	8	8							1	1	
	10	4	7	7	0.50	7	15									
		10	4	6	0.40	4	4									
		18	7	6	0.54	7	10									
	11	1	4	3	0.57	4	5									
		13	19	13	0.59	15	17	3	4	1	1					
		20	11	16	0.41	11	20									
		28	7	12	0.50	6	6	1	1							
	12	6	7	11	0.39	5	8	1	2					1	1	
		22	4	6	0.40	4	5									
		23	3	3	0.50	3	5									
1998	10	13	2	5	0.29	1	1							1	1	
		18	4	4	0.50	1	1	2	2					1	1	
		24	0	6	0.00											
1999	1	16	4	3	0.57	3	7			1	1					
		10	1	6	0.33	5	7							1	1	
		9	7	11	0.39	5	5	1	1	1	1					
		16	3	12	0.20	3	4									
		23	6	14	0.30	4	5	1	2			1	1			
Totales			119	174		101	138	9	12	3	3	1	1			
Frecuencia (estómagos) (%F)						84.87		7.56		2.52		0.84		5		5
Número (conteo) (%N)						86.79		7.55		1.89		0.63		4.20		3.14
Rango de longitud de las presas (cm)						7–19.5		5–7		12–13.5		12–12				

Tabla 2. Consumo de *Paralichthys orbignyanus* por clases de tamaño en la Laguna de Rocha. Los valores representan la frecuencia de ocurrencia de cada presa.

Table 2. Consumption of fishes by size classes of *Paralichthys orbignyanus* in Rocha Lagoon. The values represent the frequency of occurrence of each prey.

Clases de tamaños (cm)	Presas				
	<i>Odontesthes argentinensis</i>	<i>Brevoortia aurea</i>	<i>Paralichthys orbignyanus</i>	<i>Micropogonias furnieri</i>	Peces teleosteos no identificados
25–35	8	1	0	0	2
36–45	28	4	0	0	0
46–55	46	4	2	1	2
56–65	10	0	1	0	1

red fue de 38.7 cm y 46.5 cm, respectivamente (fig. 2). El índice de alimentación varió entre 0.20 y 0.59 (tabla 1). Los coeficientes de ocurrencia y numérico por presa se presentan en la tabla 1. Se identificó un total de 5 ítems alimenticios, en general relativamente frescos o en principio de digestión, en la dieta del lenguado: el pejerrey *Odontesthes argentinensis* (Valenciennes, 1835; Familia Atherinopsidae), la lacha *Brevoortia aurea* (Agassiz, 1829; Familia Clupeidae), la corvina blanca *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823; Familia Scianidae), el lenguado *Paralichthys orbignyanus* (Valenciennes, 1842; Familia Paralichthyidae) y peces teleosteos no identificados (tabla 1). El pejerrey *Odontesthes argentinensis* fue la principal especie consumida por el lenguado, mientras que otros peces fueron presas esporádicas con bajos porcentajes de ocurrencia y número (tabla 1). El canibalismo fue menor al 3% del total de los ítems presa presentes en los estómagos (tabla 1) y ocurrió en las clases de talla de 46–56 cm (tabla 2). Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las clases de talla para el total de las presas (test G = 32.12; $X^2_{12, 0.05} = 21.03$) y para *O. argentinensis* (test G = 27.55; $X^2_{3, 0.05} = 7.81$) (tabla 2). Se observaron correlaciones significativas ($P < 0.05$) y tendencias positivas entre la longitud furcal del pejerrey y la longitud total del lenguado por sexos, pero un bajo porcentaje de la variabilidad en el tamaño de la presa (<47%) es explicado por el tamaño del predator (tabla 3).

Discusión

La selectividad de las redes usadas por los pescadores artesanales para capturar *P. orbignyanus* determinó la composición de longitudes analizada en este estudio. La frecuencia acumulada de la longitud total mostró que la red de enmalle retuvo principalmente individuos mayores de 38 cm. Teniendo en cuenta que la longitud de primera madurez del lenguado es de 26.9 cm para machos y de 38.5 cm para hembras (Mellito *et al.*, 1995), la mayoría de las capturas fueron individuos adultos.

El análisis del contenido estomacal de esta especie mostró que el espectro trófico estuvo compuesto de peces que habitan la laguna costera de Rocha (Santana y Fabiano, 1999),

Tabla 3. Resultados del análisis de regresión funcional total y por sexos entre la longitud del predator (*Paralichthys orbignyanus*) y la longitud furcal de la presa principal (*Odontesthes argentinensis*) (n = individuos enteros, en condiciones frescas o en principio de digestión) (r = coeficiente de correlación; r^2 = coeficiente de determinación; * = $P < 0.05$).

Table 3. Results of the functional regression analysis (total and by sexes) between the length of the predator (*Paralichthys orbignyanus*) and the fork length of the principal prey (*Odontesthes argentinensis*) (n = whole individuals in fresh condition or the beginning of digestion) (r = correlation coefficient; r^2 = determination coefficient; * = $P < 0.05$).

Sexos	n	Intercepto	Pendiente	r	r^2 (%)
Machos	38	3.53	0.26	0.68*	46.24
Hembras	45	5.05	0.20	0.63*	39.69
Total	83	6.07	0.19	0.62*	38.30

argentinensis is the main species consumed by the flounder, while other fishes are incidental prey with low occurrence and numeric percentages (table 1). Cannibalism was less than 3% of total prey items present in the stomachs (table 1) and occurred within the 46–56 cm size class (table 2). Significant differences ($P < 0.05$) were found between length classes for total prey (G-test = 32.12; $X^2_{12, 0.05} = 21.03$) and for *O. argentinensis* (G-test = 27.55; $X^2_{3, 0.05} = 7.81$) (table 2). Significant correlations ($P < 0.05$) and positive trends were observed between the fork length of the silverside and the total length by sexes of the flounder, but a low percentage of the variability in prey size (<47%) is explained by the predator size (table 3).

Discussion

Selectivity of gillnets used by artisanal fishermen to catch *P. orbignyanus* determined the length composition analyzed in this study. The cumulative frequency of total length showed that gillnets principally retained individuals greater than 38 cm TL. Taking into account that length at first maturity of flounder is 26.9 cm for males and 38.5 cm for females (Mellito *et al.*, 1995), most of the catches were adult individuals.

The analysis of the stomach contents of this species showed that the trophic spectrum was composed of fishes that inhabit Rocha Lagoon (Santana and Fabiano, 1999), mainly silverside. A great variation was not found in the diet of flounders, and

principalmente el pejerrey. No se encontró una gran variación en la dieta de los lenguados y esto no estuvo relacionado con la disponibilidad de presas en la laguna costera. *O. argentinensis* es considerado un pez estuarino residente (Chao *et al.*, 1985) que también es común en aguas costeras litorales del sur de Brasil, Uruguay y Argentina (Dyer, 1993; Nion, 1998; Beheregaray y Levy, 2000; Bemvenuti, 2000). También *B. aurea* y *M. furnieri* viven y son recursos abundantes en las áreas costeras, estuarios y lagunas de la región (Chao *et al.*, 1985; Cousseau y Díaz de Astarloa, 1993; Nion, 1998; Santana y Fabiano, 1999). Este depredador activo se caracterizó por su alimentación intensiva sobre peces (todas presas activas), lo cual está probablemente relacionado a su gran movilidad en la laguna. Los Pleuronectiformes pueden tener diferencias en su comportamiento de alimentación, usando la visión o mecanismos de quimio-recepción y mecano-recepción para detectar sus presas (Holmes y Gibson, 1983; Batty y Hoyt, 1995). Los depredadores activos y diurnos usan indicadores visuales para detectar el alimento, respondiendo primero a las presas en movimiento y por lo tanto se alimentan sobre presas activas más que sedentarias (de Groot, 1971; Braber y de Groot, 1973; Holmes y Gibson, 1983; Batty y Hoyt, 1995). Para experiencias en acuicultura, los lenguados son alimentados con juveniles vivos de *Mugil platanus* (Sampaio y Bianchini, 2002). De esta manera la relativa especialización y la dieta selectiva de *P. orbignyanus* podría ser típica de un pez que utiliza la visión para alimentarse (de Groot, 1971; Livingston, 1987). El lenguado *P. orbignyanus* es una de las especies objetivo de la pesquería artesanal (Saona *et al.*, 2003) y en ella no se realiza descarte. De acuerdo al conocimiento de los pescadores el lenguado tiene una alta probabilidad de ser retenido por la red de enmalle durante la noche, cuando podría ser más activo y no detecta la presencia de la red de enmalle en la laguna. Los pescadores recogen la captura después del amanecer y los datos analizados se corresponden con la actividad de alimentación durante la noche. De esta manera, el estado de digestión de las presas (en condiciones relativamente frescas o en principio de digestión) y el bajo índice de alimentación podría estar indicando que la especie actúa como un predador activo nocturno (Stoner, 2003). También, la alta turbidez debería reducir la eficiencia de captura de presas por los peces planos que utilizan la visión para alimentarse y podría influenciar la selección de alimento en el medio (More y More, 1976). En la laguna costera de Rocha la turbidez (sólidos totales suspendidos) es mayor en la zona norte (influencia de agua dulce-dominancia de fango y arcilla) que en la zona sur (influencia marina-dominancia de arena) como consecuencia del efecto de los vientos (Pintos *et al.*, 1991; Conde y Sommaruga, 1999; Conde *et al.*, 1999). Es posible que este efecto pueda reducir la disponibilidad de presas para los peces que utilizan la visión para alimentarse durante el día, pero son necesarios más estudios para confirmar esta hipótesis.

La morfología de la estructura del aparato para alimentarse no fue examinada, pero es probable que las diferencias en la estructura y la abertura de la boca sean importantes para

this was not connected with prey availability in the coastal lagoon. *Odontesthes argentinensis* is considered a resident estuarine fish (Chao *et al.*, 1985) that is also common in coastal waters of southern Brazil, Uruguay and Argentina (Dyer, 1993; Nion, 1998; Beheregaray and Levy, 2000; Bemvenuti, 2000). *Brevoortia aurea* and *M. furnieri* also live and are abundant resources in coastal areas, estuaries and lagoons of the region (Chao *et al.*, 1985; Cousseau and Díaz de Astarloa, 1993; Nion, 1998; Santana and Fabiano, 1999). This active predator is characterized by its intensive feeding on fishes (all active prey), which is probably related to their great motility in the lagoon. Pleuronectiformes may have differences in their feeding behaviour, using vision or chemoreception and mechanoreception for prey detection (Holmes and Gibson, 1983; Batty and Hoyt, 1995). Day-active predators use visual cues for food detection, responding primarily to moving prey, and thus feed mainly on active rather than sedentary prey (de Groot, 1971; Braber and de Groot, 1973; Holmes and Gibson, 1983; Batty and Hoyt, 1995). In aquaculture experiments, flounders were fed on living *Mugil platanus* juveniles (Sampaio and Bianchini, 2002). Thus, the relatively specialized and selective diet of *P. orbignyanus* could be typical of visual fish feeders (de Groot, 1971; Livingston, 1987). The flounder *P. orbignyanus* is one of the target species of the artisanal fishery (Saona *et al.*, 2003), in which there are no discards. According to the fishermen, there is a high probability that flounder will be retained by gillnets during the night, when they are more active and do not detect the presence of gillnets in the lagoon. The fishermen take the catch after day-break and the data analyzed correspond to the feeding activity during the night. Thus, the state of prey digestion (in relatively fresh condition or in the beginning of digestion) and the low feeding index could indicate that the species acts as an active predator during the night (Stoner, 2003). High turbidity may reduce the efficiency of prey capture by flatfish that use vision to feed and influence food selection in the field (Moore and Moore, 1976). At Rocha Lagoon, turbidity (total suspended solids) is greater in the northern zone (fresh-water influence/silt and clay dominance) than in the southern zone (marine influence/sand dominance) as a consequence of wind effects (Pintos *et al.*, 1991; Conde and Sommaruga, 1999; Conde *et al.*, 1999). It is possible that this effect may reduce availability of prey to visual feeders during the day, but further studies are necessary to confirm this hypothesis.

Feeding structure morphology was not examined, but it is likely that differences in mouth structure and gape are important in determining the size of prey taken by this fish. The range of prey length (5–19.5 cm) confirmed that only moderate-size fishes could be taken by *P. orbignyanus* because this species does not have a particularly large mouth. Our observations agree with other studies in which larger flatfish (>300 mm TL) are predominately piscivores (Yang and Livingston, 1988; Bowering and Lilly, 1992; Wertz and Domeier, 1997). Cannibalism does not seem to be important according to the percentages found but further sampling is

determinar el tamaño de la presa capturada por este pez. El rango de la longitud de las presas (5–19.5 cm) confirmó que sólo peces de tamaño moderado podrían ser retenidos por *P. orbignyanus* debido a que esta especie no tiene una boca particularmente grande. Nuestras observaciones coinciden con otros estudios en los que grandes peces planos (LT > 300 mm) son predominantemente piscívoros (Yang y Livingston, 1988; Bowering y Lilly, 1992; Wertz y Domeier, 1997). De acuerdo a los porcentajes encontrados, el canibalismo no parece ser importante pero deberán realizarse más muestreos para confirmar este aspecto. Aunque no fue posible realizar los muestreos a lo largo de un ciclo anual, los resultados encontrados sugieren que la laguna costera de Rocha es una importante área de alimentación y crecimiento para *P. orbignyanus*.

Agradecimientos

A los pescadores artesanales de la Laguna de Rocha y a Florencia Forni por su asistencia en los muestreos. También agradecemos a Oscar Pin (DINARA) por los comentarios al manuscrito y a Arianna Massello por los comentarios y corrección del texto. Walter Norbis fue financiado por PROBIDES (URU/97/G31 Proyecto PNUD-GEF-MVOTMA). A los revisores anónimos por las sugerencias aportadas.

Referencias

- Batty, R.S. and Hoyt, R.D. (1995). The role of sense organs in the feeding behaviour of juvenile sole and plaice. *J. Fish Biol.*, 47: 931–939.
- Bemvenuti, M.A. (2000). Diferenciação geográfica do peixe-rei *Odontesthes argentinensis* (Atherinopsidae), no extremo sul do Brasil, através da morfometria multivariada. *Atlântica*, Rio Grande, Brasil, 22: 71–79.
- Beheregaray, L.B. and Levy, J.A. (2000). Population genetics of the silverside *Odontesthes argentinensis* (Teleostei, Atherinopsidae): Evidence for speciation in an estuary of southern Brazil. *Copeia*, 2000: 441–447.
- Braber, L. and de Groot, S.J. (1973). The food of five flatfish species (Pleuronectiformes) in southern North Sea. *Netherlands J. Sea Res.*, 6: 163–172.
- Bowering, W.R. and Lilly, G.R. (1992). Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) off southern Labrador and northeastern Newfoundland (Northwest Atlantic) feed primarily on capelin (*Mallotus villosus*). *Netherlands J. Sea Res.*, 29: 211–222.
- Chao, L.H., Pereira, L.E. and Vieira, J.P. (1985). Estuarine fish community of the Patos Lagoon, Brazil. A baseline study. In: Yáñez-Arancibia (ed.), *Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons: Towards an Ecosystems Integration*, pp. 429–450.
- Conde, D. and Sommaruga, R. (1999). A review of the state of limnology in Uruguay. In: R.G. Wetzel and B. Gopal (eds.), *Limnology in Developing Countries*. SIL/International Sciences Publ., New Delhi, pp. 1–31.
- Conde, D., Bonilla, S., Aubriot, L., De León, R. and Pintos, W. (1999). Comparison of the arial amount of chlorophyll *a* of planktonic and attached microalgae in a shallow coastal lagoon. *Hydrobiologia*, 408/409: 285–291.

necessary to confirm this aspect. Although it was not possible to conduct the survey throughout one annual cycle, the results suggest that Rocha Lagoon is an important feeding and growing area for *P. orbignyanus*.

Acknowledgements

We are grateful to the artisanal fishermen at Rocha Lagoon and to Florencia Forni for their assistance in the sampling task. We thank Oscar Pin and Arianna Massello for comments on an early draft of the manuscript and the anonymous referees for their suggestions. Walter Norbis received funding from PROBIDES (URU/97/G31, project PNUD-GEF-MVOTMA).

English translation by the authors.

- Conde, D., Aubriot, L. and Sommaruga, R. (2000). Changes in UV penetration associated with marine intrusions and freshwater discharge in a shallow coastal lagoon of the southern Atlantic Ocean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 207: 19–31.
- Cousseau, M.B. y Díaz de Astarloa, J.M. (1993). El género *Brevoortia* en la costa Atlántica sudamericana. *Frente Marítimo*, 14: 49–57.
- de Groot, S.J. (1971). On the interrelationships between morphology of the alimentary tract, food and feeding behaviour in flatfishes (Pisces: Pleuronectiformes). *Netherlands J. Sea Res.*, 5: 121–196.
- Díaz de Astarloa, J.M. and Munroe, T.A. (1998). Systematic distribution and ecology of commercially important paralichthyid flounders occurring in Argentinean-Uruguayan waters (Paralichthys, Paralichthidae): An overview. *J. Sea Res.*, 39: 1–9.
- Dyer, B. (1993). A phylogenetic study of atheriniform fishes with a systematic revision of the South American silversides (Atherinomorpho, Atherinopsinae, Sargentini). Unpubl. Ph.D. thesis, University of Michigan, Ann Arbor.
- Fabré, N.N. (1988). Estudio morfológico y morfométrico de los otolitos de dos especies de lenguados, *Xystreurus rasile* y *Paralichthys isosceles* (Pisces, Bothidae). *Physis A* (Buenos Aires), 46: 7–14.
- Fabré, N.N. y Cousseau, M.B. (1990). Sobre la determinación de la edad y el crecimiento del lenguado *Paralichthys isosceles* aplicando retrocálculo. *Rev. Bras. Biol.*, 50: 345–354.
- Fabré, N.N. y Díaz de Astarloa, J.M. (1996). Pleuronectiformes de importancia comercial en el sector del Atlántico Sudoccidental comprendido entre los 34°30' y 55°00'S. Distribución y consideraciones sobre la pesca. *Rev. Invest. Desarr. Pesq. (Mar del Plata)*, 10: 45–55.
- García, M.L. (1987). Pleuronectiformes de la Argentina. Alimentación de *Paralichthys isosceles* (Bothidae, Paralichthinae). *Museo de La Plata XXI, Zool.*, 207: 111–125.
- Haimovici, M., Martins, A.S. y Vieira, P.C. (1996). Distribución e abundancia de teleósteos demersais sobre a plataforma continental do sul do Brasil. *Rev. Bras. Biol.*, 56: 27–50.
- Holmes, R.A. and Gibson, R.N. (1983). A comparison of predatory behaviour in flatfish. *Anim. Behav.*, 31: 1244–1255.
- Hureau, J. (1970). Biologie comparée de quelques poissons antarctiques (Nototheniidae). *Bull. Inst. Oceanogr. Monaco*, 68: 1–244.
- Hyslop, E.J. (1980). Stomach content analysis: A review of methods and their application. *J. Fish Biol.*, 17: 411–429.

- Livingston, M. (1987). Food resource use among five flatfish species (Pleuronectiformes) in Wellington Harbour, New Zealand. *New Zealand J. Mar. Freshwat. Res.*, 21: 281–293.
- Macchi, G.J. y Díaz de Astarloa, J.M. (1996). Ciclo reproductivo y fecundidad del lenguado *Paralichthys patagonicus*. *Rev. Invest. Desarr. Pesq.*, 10: 73–83.
- Menni, R.C., Ringuelet, R.A. y Aramburu, R.H. (1984). Peces Marinos de la Argentina y Uruguay. Editorial Hemisferio Sur, 359 pp.
- Mellito da Silveira, M.P., Brahm Cousin, J.C. y Haimovici, M. (1995). Estrutura ovárica e testicular do linguado *Paralichthys orbignyanus* (Valenciennes, 1839). *Atlántica, Rio Grande, Brasil*, 17: 135–152.
- Moore, J.W. and Moore, J.A. (1976). The basis of food selection in flounders, *Platichthys flesus* (L.), in the Severn Estuary. *J. Fish Biol.*, 9: 139–156.
- Ni6n, H. (1998). Peces del Río de la Plata y algunos aspectos de su ecología. Capítulo 6. En: P.G. Wells y G.R. Daborn (eds.), *El Río de la Plata. Una Revisión Ambiental*. Dalhousie Univ., Halifax, Nova Scotia, Canada, pp. 169–19.
- Norbis, W. (2000). Estudios sobre la población de camar6n rosado (*Penaeus paulensis*) en las lagunas costeras de la Reserva de Bi6sfera Ba6ados del Este. PROBIDES-Rocha, Uruguay. Documento de Trabajo No. 28, 40 pp.
- Pintos, W., Conde, D., De León, R., Cardezo, M.J., Jorcín, A. and Sommaruga, R. (1991). Some limnological characteristics of Laguna de Rocha (Uruguay). *Rev. Bras. Biol.*, 51: 79–84.
- Ricker, W.E. (1984). Computation and uses of central trends lines. *Can. J. Zool.*, 62: 1897–1905.
- Saona, G., Forni, F., Vizziano, D. y Norbis, W. (2003). Estructura por tallas, sexo y estadios de madurez de la corvina blanca (*Micropogonias furnieri*, Desmarest, 1823; Teleostei: Sciaenidae), captura incidental en la pesquería artesanal en Laguna de Rocha, Uruguay. *Cienc. Mar.*, 29 (3): 315–324.
- Sampaio, L.E. and Bianchini, A. (2002). Salinity effects on osmoregulation and growth of the euryhaline flounder *Paralichthys orbignyanus*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 269: 187–196.
- Santana, O. y Fabiano, G. (1999). Medidas y mecanismos de administración de los recursos de las lagunas costeras del litoral Atlántico del Uruguay (lagunas José Ignacio, Garz6n, de Rocha y de Castillos). Plan de Investigación Pesquera, INAPE-PNUD URU/92/003, 169 pp.
- Sokal, R.R. and Rohlf, F.J. (1995). *Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research*. W.H. Freeman, New York, 850 pp.
- Stoner, A.W. (2003). Hunger and light level alter response to bait by Pacific halibut: Laboratory analysis of detection, location and attach. *J. Fish Biol.*, 62: 1176–1193.
- Wasielesky Jr., W., Miranda, K. y Bianchini, A. (1995). Tolerancia do linguado *Paralichthys orbignyanus* a salinidade. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, 38: 385–395.
- Wasielesky Jr., W., Bianchini, A., Santos M. and Poersch L. (1997). Tolerance of juvenile flatfish *Paralichthys orbignyanus* to acid stress. *J. World Aquacult. Soc.*, 28: 202–204.
- Wertz, S.P. and M.L. Domeier. (1997) Relative importance of prey items to California halibut. *Calif. Fish Game*, 83(1): 21–29.
- Yang, M.S. and Livingston, P.A. (1988). Food habits and daily ration of Greenland halibut, *Reinhardtius hippoglossoides*, in the eastern Bering Sea. *Fish. Bull.*, 86: 675–690.