

EFFECTO DE LA PREDACION DE LOPHIUS UPSICEPHALUS SOBRE LA POBLACION DE
MERLUCCIUS CAPENSIS

E. Macpherson

Instituto de Investigaciones Pesqueras, Barcelona, España

*This study of the feeding pattern of anglerfish (*Lophius upsicephalus*) off the coast of Namibia (23°-28° S) carried out during 1984 shows that fish (mainly *Merluccius capensis*) are the most abundant prey. A method to estimate the daily ration is discussed. The effect of predation on the hake population is also discussed and it is estimated that, almost 8 % of the natural mortality of the hake in age groups I-III could be due to predation by anglerfish.*

*Cette étude du schéma d'alimentation de la baudroie (*Lophius upsicephalus*) au large des côtes de la Namibie (23°-28° S) réalisée en 1984 montre que les poissons (et principalement *Merluccius capensis*) sont la proie la plus abondante de cette espèce. La discussion porte sur une méthode d'estimation de la ration quotidienne ainsi que sur l'effet de la prédation sur la population de merlus. Il est estimé que dans les groupes d'âge I-III, presque 8 % de la mortalité naturelle du merlu pourraient être dus à la prédation par la baudroie.*

*Este estudio del modelo de alimentación del rape (*Lophius upsicephalus*) frente a la costa de Namibia (23°-28° S) realizado durante 1984 muestra que los peces, y sobre todo *Merluccius capensis*, constituyen la presa más abundante. Se aplica un método para estimar la ración diaria. También se examina el efecto de la depredación sobre la población de merluza y se estima que cerca del 8 % de la mortalidad natural de la merluza de los grupos de edad I a III podría deberse a la depredación por parte del rape.*

INTRODUCCION

En los últimos años y debido a su importancia en la estimación de la mortalidad natural, se han realizado numerosos trabajos teóricos y prácticos sobre el efecto de la predación en las poblaciones explotadas (Lleonart et al., 1985a y en prensa).

El rape (*Lophius upsicephalus*) es un predador importante de numerosas especies comerciales (Macpherson 1983), poseyendo además una biomasa relativamente importante en el área (Macpherson et al., 1984). Por lo tanto, la estimación de su intensidad predatora y su efecto sobre una de sus principales presas (*Merluccius capensis*) permitirá estimar de una manera más adecuada los valores de la mortalidad natural de la merluza, sobre la cual ya se han realizado otros trabajos referidos al canibalismo y a la predación por *Genypterus capensis* (Lleonart et al. 1985a, y en prensa).

El propósito de este trabajo es analizar la dieta de *Lophius upsicephalus* en zonas de las Divisiones 1.4 y 1.5, durante el invierno y el verano de 1984, a fin de determinar la metodología adecuada para este tipo de estudios y proporcionar los primeros resultados sobre la incidencia de la predación del rape en los valores de la mortalidad natural de la merluza.

MATERIALES Y METODOS

El área de muestreo se situó entre los paralelos 23° S y 28° S, entre 200 y 400 m de profundidad.

Los muestreos se realizaron durante enero-febrero y julio-agosto de 1984, examinándose un total de 654 estómagos (Cuadros 1 y 2.)

De cada ejemplar se obtuvo longitud, peso y sexo, reuniéndose inicialmente los resultados en grupos de 10 cm. Cada estómago fue analizado individualmente, identificándose a nivel específico, si era posible. De cada presa se calculó su peso y longitud inicial, a partir de fórmulas de conversión (longitud otolito-longitud total, etc). Debido a la morfología del rape, con una boca de gran tamaño, lo que provoca que numerosas especies entren durante la pesca, se desecharon aquellos estómagos con presas intactas y que presumiblemente habían entrado durante el arrastre.

La dieta se expresó en porcentaje de

ocurrencia (número de estómagos conteniendo una determinada presa dividido por el total de estómagos con alimento), ya que refleja mejor la frecuencia de aparición en la dieta y es de mayor utilidad en los estudios de predación.

La dieta diaria se estimó siguiendo el método descrito en Macpherson (en prep.) y basado en las fórmulas de Diana (1979):

$$RD = \frac{W \times N_{11}}{TD \times N_t} \quad (1)$$

siendo RD la dieta diaria (en gramos o en % del peso del cuerpo); W el peso inicial medio del estómago (en gramos o en % del peso del cuerpo); N_t el número de estómagos muestreados; N_{11} el número de estómagos llenos y TD el tiempo de digestión de la presa (expresado en días).

Diana (1979) también define la intensidad alimentaria y frecuencia de alimentación (IA), como:

$$IA = \frac{TD \times N_t}{N_t} \quad (2)$$

Asumiendo una digestión del tipo exponencial, la evacuación de una presa en el estómago vendrá determinada por la ecuación:

$$S_t = S_0 (e^{-Rt}) \quad (3)$$

siendo S_t y S_0 el peso final e inicial de la presa, R el coeficiente instantáneo de evacuación y t el tiempo (Elliot y Persson, 1978 y Worobec, 1984).

Esta ecuación, como señalan estos autores es la adecuada para aquellos predadores que, como el rape, se alimentan una sola vez, no volviendo a capturar más presas hasta que han digerido la anterior (Macpherson, en prensa).

El valor de R se estimó a partir de datos experimentales procedentes de otros autores. Durbin et al. (1983) encuentran que la relación entre R y la temperatura (T) sigue una exponencial del tipo:

$$R = a(e^{bT})$$

siendo a y b constantes.

Los valores de a y b dependen del tipo de presas, siendo muy constantes para distintos predadores que se alimentan de un mismo tipo de presas. En el caso del rape y de otras especies ictiófagas, la relación entre R y T, para los peces como presas, sigue la ecuación:

$$R = 0,0149 (e^{0,1209T}) \quad (r^2 = 0,95)$$

según Macpherson (en prep.).

La digestión de los cefalópodos presenta unos valores de R parecidos, pero existe poca información experimental (Brodeur, 1984), por lo que no se han incluido en este trabajo.

El valor de T según datos obtenidos durante los muestreos, oscila entre 8 °C y 10 °C, con un valor medio de 9,5 °C, para la mayor parte de la zona estudiada.

Conociendo el valor de R (en nuestro caso igual a 0,047) se puede estimar el tiempo de digestión de las presas. El valor de S_t se asume como el 2 % del peso inicial (S_0) de la presa. El modelo exponencial, propuesto por Elliot y Persson (1978), asume que la digestión es independiente del tamaño de la presa y del predador, lo que ha sido confirmado posteriormente por numerosos trabajos experimentales (Durbin et al., 1983 y Brodeur, 1984). Por lo tanto, el valor de TD para peces, en los diferentes grupos de tallas y épocas, es de 3,47 días.

Los valores de N_t y N_{11} , o porcentaje de estómagos llenos, se estimaron a partir de los diferentes muestreos. El porcentaje de estómagos llenos no varía con la hora del día, lo que implica que el rape come sin ningún tipo de ritmo diario definido, como ocurre con otras especies (Macpherson, en prep.). Este hecho y el tiempo medio de digestión de las presas superior a 24 horas, permite calcular de una manera sencilla los porcentajes de estómagos llenos por día, ya que no se necesitan ciclos de 24 horas y solo se requiere el porcentaje medio de estómagos llenos en los diferentes muestreos.

Una vez conocidos TD, N_t y N_{11} se sustituyen en (1) o (2), para calcular la dieta diaria o la frecuencia de alimentación.

RESULTADOS Y DISCUSION

Para seguir la nomenclatura de ICSEAF, se ha dividido la zona muestreada según las Divisiones 1.4 y 1.5, aunque las muestras solo abarcan parte de ellas: 23° S a 25° S (1.4) y 25° S a 28° S (1.5). Al sur del paralelo 28° S, también se captura *Lophius upsicephalus*, pero en cantidades pequeñas y, por otra parte, pertenece a otro stock (Macpherson et al., 1984), no habiéndose cogido suficiente material para este tipo de estudios.

Inicialmente se agruparon los estómagos en grupos de 10 cm, pero el análisis de los

estómagos reveló una dieta muy similar entre los distintos grupos, por lo que se agruparon en tres clases: 20-39 cm, 40-59 cm y mayores de 60 cm. Este último grupo, poco representado tanto en los muestreos como en las capturas, no se incluyó en la estimación de la predación sobre la merluza.

En ambas zonas y épocas la composición de la dieta es muy similar (Cuadros 1 y 2), alimentándose principalmente de peces (*Merluccius capensis*, macrúridos, etc) y en menor cantidad, de cefalópodos (*Todarodes sagittatus*, etc) y crustáceos. Se observa asimismo, un incremento de la talla media de las presas con la longitud del rape, apareciendo las especies pequeñas (*Nematogobius bibarbatus*, *Clorophthalmus atlanticus*) tan solo en los rapas más pequeños (20-39 cm). Estos resultados coinciden con los encontrados por Macpherson (1983) en las Divisiones 1.3 y 1.4. La aparición de canibalismo sobre tallas juveniles, coincide con la presencia de éstos en la misma zona que en los adultos y en grandes cantidades (Macpherson et al., en prep.).

La merluza depredada corresponde a las edades 2 y 3 años (tallas 17-35 cm), siendo más abundantes las más jóvenes en los rapas de 20-39 cm.

Para calcular si el tamaño del muestreo era adecuado, se juzgó la diversidad acumulada de las presas (Hurtubia, 1973), considerando las distintas edades de merluza como si fuesen especies diferentes. Dada la baja diversidad de la dieta, el valor asintótico de la diversidad se alcanzó con un número relativamente bajo de estómagos, lo que confirmó la bondad del muestreo.

El porcentaje de estómagos llenos fue muy bajo en ambas épocas, siendo algo inferior en enero-febrero y en las tallas mayores (Cuadro 3). Para determinar N_{11} , se consideraron solamente aquellos muestreos con más de diez ejemplares por grupo de tallas. Estos valores coinciden con los señalados por Macpherson (en prep.) para la misma época, en años anteriores.

En el Cuadro 3 se presentan también los valores de intensidad alimenticia (IA) para ambas épocas y grupos de tallas. *Lophius upsicephalus*, como la mayoría de los predadores que capturan al acecho (Griffiths, 1980) es, por lo tanto, un predador de presas de gran talla, pero con una frecuencia de alimentación baja, lo que está correlacionado con su forma de vida sedentaria y de cazador al acecho. La frecuencia de alimentación, para una velocidad de digestión de 3,47 días, oscila entre 8,7 y

18,1 días en julio-agosto y 11,2-32,1 días en enero-febrero. Estos valores son inferiores a los observados en especies más activas y que capturan sus presas mediante el olfato o a la vista (Diana, 1979; Macpherson, en prep.).

Para calcular el efecto de la población de rape sobre *Merluccius capensis*, se calculó el número de merluzas depredadas a partir de la proporción de éstas en la dieta y la frecuencia de alimentación.

Las edades de la merluza depredada son: I, II y III, variando según la zona, época y talla del predador. En el Cuadro 3 se resume el número de merluzas depredadas, por grupo de tallas, edad, área y época. El número de rapas en el mar se ha calculado a partir de los resultados obtenidos en las campañas Benguela VI y VII (enero-febrero y julio-agosto, 1984, respectivamente), mediante el método de área barrida. Se ha supuesto que el muestreo realizado es representativo de todo el año, por lo que se ha extrapolado el resultado de cada campaña al semestre correspondiente.

Para calcular el valor de M_r (mortalidad natural de la merluza inducida por la predación del rape) se utilizó la ecuación:

$$M_r = \frac{Z D_r}{N (1 - e^{-Zt})}$$

siendo Z la mortalidad total; D_r el número de muertos inducidos por la predación del rape; t la edad; y N el número de merluzas en el mar.

Los valores de N, para cada edad, se han estimado a partir de los resultados obtenidos en las campañas Benguela VI y VII, obteniéndose de la curva de captura los diferentes valores de Z.

En el Cuadro 4 se muestran los valores de M_r para los grupos de edad I, II y III de *Merluccius capensis*, para toda la zona considerada (23°-28° S). El valor es bastante constante en los tres casos (0,024-0,018), lo que supone que el rape induce aproximadamente el 8 % de la mortalidad natural de *M. capensis*. Teniendo en cuenta las variaciones estacionales y geográficas de los distintos parámetros utilizados (proporción de estómagos vacíos, porcentaje de merluza en la dieta, número de rapas y merluzas en el mar, etc) convendría continuar y ampliar este tipo de estudios, a fin de conocer con más exactitud la incidencia de la predación del rape en la mortalidad natural de la merluza.

REFERENCIAS

- BRODEUR, R.D. 1984 - Gastric evacuation rates for two foods in the black rockfish, *Sebastes melanops* Girard. *J. Fish. Biol.* 24: 287-298.
- DIANA, J.S. 1979 - The feeding pattern and daily ration of a top carnivore, the northern pike (*Esox lucius*). *Can. J. Zool.* 57: 2 121-2 127.
- DURBIN, E.G., A.G. DURBIN, R.W. LANGTON y R.E. BOWMAN 1983 - Stomach contents of silver hake, *Merluccius bilinearis*, and Atlantic cod, *Gadus morhua*, and estimation of their daily rations. *Fish. Bull. U.S.* 81: 437-454.
- ELLIOT, J.M. y L. PERSSON 1978 - The estimation of the daily rates of food consumption for fish. *J. Anim. Ecol.* 47: 977-991.
- GRIFFITHS, D. 1980 - Foraging costs and relative prey size. *Am. Nat.* 116: 743-752.
- HURTUBIA, J. 1973 - Trophic diversity measurement in sympatric predatory species. *Ecology* 54: 885-890.
- LLEONART, J., J. SALAT y E. MACPHERSON 1985 - CVPA, a expanded VPA with cannibalism. Application to a hake population. *Fish. Res.* 3: 61-79.
- LLEONART, J., J. SALAT y E. MACPHERSON (en prensa) - a MSVPA empiric: an example for hake and kingklip in the coast of Namibia. *Int. Symp. upwelling Areas Western Africa.*
- MACPHERSON, E. 1983 - Ecología trófica de peces de la costa de Namibia. I. Hábitos alimentarios. *Res. Exp. Cient.* 11: 81-137.
- MACPHERSON, E. (en prep.) - Daily rations of some fishes off the coast of Namibia.
- MACPHERSON, E., B. ROEL y B. MORALES (en prensa) - Reclutamiento de la merluza y abundancia y distribución de diferentes especies comerciales en las Divisiones 1.4 y 1.5 durante 1983-84. *Colln scient. Pap. int. Comm SE. Atl. Fish.* 12(II).
- WOROBEC, M.N. 1984 - Field estimation of the daily ration of winter flounder, *Pseudopleuronectes americanus* (Walbaum) in a southern New England pond. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 77: 183-196.

CUADRO 1. Porcentaje de ocurrencia de las distintas presas en *Lophius upsicephalus*, por grupos de tallas y áreas de muestreo, durante enero-febrero 1984

Presa	Area Talla (cm)	23° S-25° S			25° S-28° S		
		20-39	40-59	60	20-39	40-59	60
Pisces							
<i>Nematogobius bibarbatus</i>		12,9					
<i>Clorophthalmus atlanticus</i>		12,9					
<i>Lophius upsicephalus</i>		12,9	6,3				
<i>Coelorhynchus fasciatus</i>		25,8	12,5			14,3	
<i>Nozumia aequalis</i>			6,3				
<i>Trachyrhynchus trachyrhynchus</i>		12,9					
<i>Selachopidium guentheri</i>			6,3				
<i>Merluccius capensis</i>		12,9	62,5		75,0	57,1	
No identificados							33,3
Cephalopoda							
<i>Todarodes sagittatus</i>						14,3	66,7
<i>Todaropsis ebianae</i>		12,9	6,5		25,0	14,3	
Nº total de estómagos		91	107	8	25	51	19
Nº estómagos llenos		10	15		9	7	4

CUADRO 2. Porcentaje de ocurrencia de las distintas presas en *Lophius upsicephalus*, por grupos de tallas y áreas de muestreo, durante julio-agosto 1984

Presa	Area Talla (cm)	23° S-25° S			25° S-28° S		
		20-39	40-59	60	20-39	40-59	60
Pisces							
<i>Nematogobius bibarbatus</i>		7,4			45,0	7,7	
<i>Coelohynchus fasciatus</i>		59,3			25,0	23,1	37,5
<i>Nezumia oequilis</i>						7,7	
<i>Merluccius capensis</i>		33,3	93,8	75,0	33,3	30,8	37,5
<i>Merluccius paradoxus</i>					5,0		
Cephalopoda							
<i>Todarodes sagittatus</i>			6,2	25,0		23,1	25,0
Stomatopoda							
<i>Pterygosquilla armata</i>						7,7	
Decapoda							
<i>Bathynectes piperitus</i>					5,0		
Nº total de estómagos		112	114	11	46	52	18
Nº estómagos llenos		34	21	4	21	14	4

CUADRO 3. Predación de *Lophius upsicephalus* sobre *Merluccius capensis*, por estación, área y grupo de tallas

Area/Talla (cm)	N ₁₁	IA	A			B		
			I	II	III	I	II	III
Enero-febrero								
23°00'-24°59' S								
20-39	12,7	27,3	0,25	0,25	0,25	708	708	708
40-59	14,0	24,8		2,4	1,6	16 212	10 808	
25°00'-27°59' S								
20-39	31,0	11,2	12,0	4,0		76 070	25 357	
40-59	10,8	32,1	1,5	1,5		8 056	8 056	
Julio-agosto								
23°00'-24°59' S								
20-39	23,6	14,7	1,3	1,3	1,3	2 601	2 601	2 601
40-59	19,2	18,1	1,8	5,4	1,8	3 078	9 233	3 078
25°00'-27°59' S								
20-39	40,1	8,7	6,0			10 911		
40-59	40,0	8,7	6,0			9 047		

N₁₁ proporción de estómagos llenos

IA intensidad alimenticia

A número de merluzas de cada edad depredadas por semestre por cada rape

B número (10⁻³) de merluzas de cada edad depredadas por la población de rape, por semestre

CUADRO 4. Predación de *Lophius upsicephalus* sobre *M. capensis*

Parámetro	Edad de la merluza		
	I	II	III
Z	0,3	0,448	1,677
D _r	126 683	56 763	6 387
M _r	0,024	0,018	0,018

Z Mortalidad total de la merluza en cada edad, calculada a partir de la curva de captura obtenida de las campañas realizadas durante 1984;

D_r número de merluzas depredadas por toda la población de rape (10^{-3}) en toda la zona considerada;

M_r mortalidad natural de la merluza inducida por la predación del rape.