



INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

Boletín

ISSN-0378-7699

VOLUMEN 8 N°5

LA PESCA DE ARRASTRE DE LA FLOTA COSTERA DE PAITA
ENTRE 1970 - 1982 pag. 159

Por: *Marco Espino, Claudia Wosnitzza-Mendo y Raúl Castillo*

LA RELACION ENTRE STOCK Y RECLUTAMIENTO DE LA MERLUZA
PERUANA (*Merluccius gayi peruanus*)..... pag. 179

Por: *Marco Espino y Claudia Wosnitzza-Mendo*

EL USO DEL MODELO CSIRKE-CADDY PARA LA MERLUZA
PERUANA (*Merluccius gayi peruanus*)..... pag. 191

Por: *Marco Espino y Claudia Wosnitzza-Mendo*

Publicación N° 21 de PROCOPA
auspiciada por la Agencia Alemana
de Cooperación Técnica (GTZ)

CALLAO - PERU, 1984

C Instituto del Mar del Perú
Esq. Gamarra y Gral. Valle s/n
Teléfono 297630
Apartado postal 22
Callao, PERU

Hecho el depósito de Ley.

Reservados todos los derechos de reproducción total o parcial,
la fotomecánica y los de traducción.

Impreso en el Perú
Servicios de Impresiones de IMARPE
Esq. Gamarra y Gral. Valle s/n
Teléfono 297630
Apartado postal 22
Callao, PERU

Conducción editorial: Dr. Antonio Landa Cannon, Editor Científico

Bol. Inst. Mar Perú-Callao, Vol. 8, N° 5, 157-208, setiembre 1984.

LA PESCA DE ARRASTRE DE LA FLOTA
COSTERA DE PAITA ENTRE 1970-1982

por:

Marco Espino
Claudia Wosnitza-Mendo
Raúl Castillo

LA PESCA DE ARRASTRE DE LA FLOTA
COSTERA DE PAITA ENTRE 1970-1982

por:

Marco Espino
Claudia Wosnitzza-Mendo
Raúl Castillo

CONTENIDO

	<u>Pág.</u>
RESUMEN	163
INTRODUCCION	163
LA PESCA DE ARRASTRE DE LA FLOTA COSTERA DE PAITA Y SU RELACION CON LA EXTRACCION NACIONAL	164
CAPTURA DEMERSAL TOTAL DE PAITA Y CAPTURA DE MERLUZA	165
<u>Fluctuaciones anuales</u>	165
<u>Fluctuaciones mensuales</u>	165
ESFUERZO DE PESCA	166
CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO (CPUE)	166
DISCUSION	167
BIBLIOGRAFIA	170
TABLAS	171
FIGURAS	175

LA PESCA DE ARRASTRE DE LA FLOTA
COSTERA DE PAITA ENTRE 1970-1982

Por: Marco Espino¹, Claudia Wosnitza-Mendo² y Raúl Castillo¹

- 1 Instituto del Mar del Perú, Apartado 22, Callao, Perú
- 2 Programa Cooperativo Peruano-Alemán de Investigación Pesquera (PROCOPA), Instituto del Mar del Perú, Apartado 22, Callao, Perú

RESUMEN

En el presente trabajo se analiza las variaciones de los desembarques de arrastre en Paita y sus condicionantes, haciendo una comparación con la extracción nacional.

También se estudian las fluctuaciones en el esfuerzo y en la captura por unidad de esfuerzo a lo largo de 13 años, y en base a esto se plantean alternativas para la evaluación y manejo de los recursos.

INTRODUCCION

La pesca de arrastre en el Perú se remonta hacia los años 50 cuando tuvo como principal centro de actividad el área comprendida al norte de 08°S, teniendo como principal centro de desembarque el puerto de Paita. En la primera parte de la década del 70 operó también una flota costera de arrastre con sede en el puerto de Salaverry, pero de menor dimensión que la flota paitaena y con un radio de acción similar a esta última pero orientada fundamentalmente hacia el sur. En la segunda mitad de

la década del 70 la flota de Salaverry se incorporó a la de Paita, quedando centrada toda la actividad de arrastre en este puerto. El área de acción de la flota de arrastre paiteña normalmente está ahora comprendida entre Punta Pariñas y Bayovar, haciéndose viajes también a la zona de Cancas, Punta Cruz (Tumbes), Reventazón, Isla Lobos de Afuera y Lobos de Tierra.

Esta flota pesca a profundidades que van desde 20 hasta más de 100 brazas, actuando sobre un subsistema ecológico (demersal) que está compuesto por más de 400 especies de peces y otras tantas de crustáceos y moluscos (Samamé, 1979). De éstas, unas 90 especies son destinadas al consumo humano directo (Tabla 1). Entre ellas destacan la merluza (Merluccius gayi peruanus), el tollo (Mustelus whitneyi), la cabrilla (Paralabrax humeralis), la cachema (Cynoscion analis), vocador (Prionotus stephanophrys) y suco (Paralanchurus peruanus).

El presente trabajo trata de mostrar la actividad pesquera de arrastre del puerto de Paita y su variación entre 1970-82.

LA PESCA DE ARRASTRE DE LA FLOTA COSTERA DE PAITA Y SU RELACION CON LA EXTRACCION NACIONAL

Antes de la década del 70 la pesquería de arrastre se concentró en el puerto de Paita, correspondiendo del 52 al 73% del desembarque nacional; pero a partir de 1973, con la participación de la flota de arrastre de altura de banderas extranjeras, el desembarque de arrastre de la flota costera de Paita sólo representó un promedio de 16.5% del total (Tabla 2).

El aumento de los desembarques nacionales (Espino et al., 1984) de la pesca de arrastre a partir de 1973 se debió al aumento de la extracción de la merluza que fue del orden de las 100 mil TM aproximadamente en los años 73, 74, 75, 76 y 77, luego ascendió a las 303 mil TM en 1978 y posteriormente la captura continuó con 93 mil TM en 1979 y 150 mil TM en 1980, colapsando el recurso que tendió a descender paulatinamente.

A pesar de la reducción en la extracción de la merluza por paralización parcial de la flota de altura a partir de 1981 y de la consiguiente reducción de los desembarques de otras especies a nivel nacional, el promedio de los desembarques procedentes de la pesca costera de arrastre

de Paita se ha mantenido desde 1975 (Figura 1), lo que evidencia la actividad de esta flota sobre lugares en los cuales la flota de altura no pudo operar debido a que estas áreas eran zonas restringidas de acuerdo a Ley.

CAPTURA DEMERSAL TOTAL DE PAITA Y

CAPTURA DE MERLUZA

Fluctuaciones anuales

La captura total anual de los peces demersales en Paita varió entre 10.2 mil TM (1982) y 43.6 mil TM (1973) con un promedio de 23.5 mil TM y un coeficiente de variación en 13 años del 43% (Tabla 2, Figura 1). En los años 70, 71, 73 y 74 la pesca estuvo sobre el promedio descendiendo a partir de 1975 para mantenerse en un promedio de 16.6 mil TM hasta 1981. En 1982 alcanzó su valor mínimo de 10.2 mil TM. El valor de 1972 fue notablemente más bajo que en 1973 y 74 debido a la acción de "El Niño" que dispersó los recursos demersales disminuyendo su accesibilidad (Espino *et al.*, en prensa). La misma influencia se nota en lo que hasta ahora se conoce en la temporada y aunque faltan estadísticas oficiales se puede afirmar que la pesca ha llegado a sus más bajos niveles debido a la mayor intensidad de este fenómeno.

La captura de demersales consistió en su mayor parte de merluza que representó entre el 40.4 y 83.5% de la captura total (Tabla 3, Figura 3).

Por lo tanto, la captura total de demersales está condicionada mayormente a las fluctuaciones en la pesca de la merluza cuyo coeficiente de variación es del 62%. Otros demersales como el tollo (*Mustelus whitneyi*), el suco (*Paralichthys peruanus*), la cabrilla (*Paralabrax humeralis*) y la cachema (*Cynoscion analis*) entre los más importantes, han bajado de 11 mil a 5 mil TM (Figura 2) con variaciones independientes de las fluctuaciones drásticas de la merluza y provocadas por El Niño, lo que evidenciaría una resistencia de estos recursos a la acción de fenómenos de esta naturaleza.

Fluctuaciones mensuales

La Figura 4 muestra las fluctuaciones mensuales de la captura total de

demersales y de la merluza en el área de Peita durante los años 70-82, notándose que generalmente en los meses de invierno la captura baja incrementándose en primavera y verano. Esto se observa mejor en la Figura 5 que muestra el promedio mensual de los 13 años con la disminución de la captura en mayo, junio y julio, incrementándose a partir de septiembre para mantenerse alta hasta finales de verano. Esto posiblemente se deba a que las especies demersales migran hacia el sur para desovar en el invierno.

ESFUERZO DE PESCA

El esfuerzo de pesca fue determinado como "número de viajes" mensuales o anuales y fluctuó entre 2913 (1980) y 5108 (1973) viajes anuales con un promedio de 3712 y un coeficiente de variación de 18.2% (Tabla 4, Figura 6).

La pesquería generalmente no está dirigida a una determinada especie y se calculó el porcentaje de viajes con captura de merluza (expresado en porcentaje) para tener una idea de la presencia de esta especie (Tabla 4). La Figura 7 muestra que los menores porcentajes de viajes con merluza se presentaron en 1972, 1976/77 y 1982 correspondiendo a años de El Niño o posteriores a ellos respectivamente. En los años 79, 80 y 81 se encuentran los valores más altos de toda la década para bajar en 1982 por influencia de El Niño nuevamente.

CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO (CPUE)

Un índice de la abundancia de la población de peces es la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) que en nuestro caso corresponde a captura en kg por viaje. El valor promedio para la CPUE de los totales está en 6.02 TM/viaje con un valor bajo en 1972 (4.19 TM/viaje, efecto de El Niño), un aumento en 1973 y para después bajar constantemente hasta 1977.

Luego asciende hasta casi alcanzar el promedio en 1981 y baja a su mínima expresión en 1982 (Figura 6).

Para la merluza se encuentra la misma tendencia con el valor de 1972 que es bajo en relación a los valores vecinos. La máxima CPUE se tuvo en 1973 (7.03 TM/viaje). La mínima CPUE se registró en 1977 con 1.47 TM/viaje (Figura 8).

DISCUSION

El puerto de Paita se encuentra en una región ecológica interesante debido a que se sitúa en una zona de afloramiento que corresponde al encuentro del extremo sur de la contracorriente ecuatorial y de la corriente peruano-chilena (Humboldt). Esto hace que anualmente sus condiciones cambien en el verano debido a la intromisión de aguas ecuatoriales, lo que cambia la estructura térmica del subsistema demersal y las densidades de las especies componentes del mismo, haciendo que unas sean más vulnerables que otras, lo que se refleja en las capturas.

También existen variaciones en intervalos mayores de tiempo que corresponden a fenómenos El Niño, ampliamente descritos en la literatura, que altera este ecosistema en períodos largos de tiempo que pueden durar más de un año como sucedió en 1982/83.

Estas alteraciones en series de tiempo anuales (estacionales) o mayores, hacen que la disponibilidad de los recursos cambie, y por ende, la pesquería de este puerto.

En los años analizados (70-82) hemos presenciado la sucesión de 3 de éstos grandes fenómenos, uno tenue en 1976, otro medianamente intenso en 1972, y finalmente uno muy intenso en 1982/83. Por otro lado tenemos que la actividad dependiente de la extracción pesquera también sufrió cambios notables. La mayor demanda de merluza a partir de 1976 con el inicio de los trabajos en el Complejo Pesquero de Paita y luego la creación de diversas compañías que finalmente tendieron a reemplazar a éste en el procesamiento y exportación de los congelados de merluza. Asimismo, a pesar de la creciente demanda de pescado de mesa (diferentes a merluza) para el consumo popular, la pesca de arrastre en el puerto de Paita ha mantenido su nivel de acuerdo a la disponibilidad de los recursos.

Estos condicionantes han motivado que la actividad de una gran flota pesquera de arrastre, compuesta por barcos factoría que elevan las capturas nacionales de merluza en el orden del 500% en 1973 y cuyo centro de operaciones fue confluyente con el de la flota de Paita, haya producido una disminución constante en las capturas en Paita de otros demersales al orden del 50% al final de 1982 y también las de merluza que después de 1973 desciende paulatinamente hasta alcanzar a finales de los años analizados, aproximadamente la mitad.

Esta disminución en los desembarques se ha debido fundamentalmente al marcado descenso de la biomasa de los recursos demersales presentes en el área, tal como sucedió con la merluza (Espino et al., 1984) y con el suco (Espino, en preparación).

También se puede deducir que algo similar habría sucedido con especies como cachema, cabrilla, tollo y otros cuyas longitudes medias de captura han descendido (Samamé, 1980).

El Fenómeno El Niño altera la distribución de los recursos demersales, y notamos que éste ha afectado notablemente el desembarque de la merluza que decreció en 1972, 1977 y 1982 mientras que los otros demersales han sido más estables.

En las variaciones estacionales de la captura vemos que los recursos demersales tienen un patrón directamente proporcional a la temperatura superficial del mar dado que en invierno se obtienen las menores capturas, mientras que en primavera y verano éstas aumentan. Esto se debería fundamentalmente a que las especies migran al sur del grado 06 LS para desovar retornando a la zona de pesca en primavera. Esto parecería incongruente con lo que sucede con el efecto del Fenómeno El Niño que produce reducción de las capturas por dispersión de los recursos.

Con respecto a la CPUE, tenemos que las variaciones producidas por efecto de las alteraciones cíclicas (El Niño) podrían sesgar el estimado de abundancia relativa ya que como producto de la intromisión de aguas ecuatoriales la dimensión de las áreas de distribución cambia, produciendo variaciones en los índices de abundancia (CPUE). Estos varían de especie en especie, según como el fenómeno les afecte.

Hay que añadir también que estas variaciones del área de distribución se dan estacionalmente con la consiguiente variación en las estimaciones de densidad.

También tenemos que considerar que hay una orientación de la pesquería hacia determinados recursos por la demanda de la industria o mejora de precios en otros, como sucede con el langostino. Este recurso se hace accesible a la flota de Paita normalmente durante los veranos y más acentuadamente durante El Niño en que este recurso prolonga su distribu-

ción en función de la dimensión del fenómeno en espacio y tiempo.

Con estas consideraciones, al tratar de usar los datos de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de la merluza en modelos de producción como el de Schaefer (1954) o Fox (1970), no dio resultados debido a las variaciones en la capacidad de carga del sistema ecológico que cambió de acuerdo a las variaciones en el contenido de oxígeno en el fondo marino a nivel de la plataforma continental (Espino *et al.*, en prensa). Estas variaciones en los niveles de oxígeno varían en profundidad y latitud, distorsionando sus patrones de normalidad con el Fenómeno El Niño. Esto hace que se amplíen o reduzcan las áreas de distribución de los recursos en espacio (profundidad y latitud) y tiempo, haciendo variar las densidades que se verán de alguna manera reflejadas en la CPUE, alterándola. También se debe considerar que la dispersión producida por El Niño induce a una veda natural ya que los recursos se hacen menos accesibles, lo que condicionaría una recuperación de los mismos. Así aumenta la densidad en momentos posteriores a estos eventos como se puede observar en las estadísticas de captura.

Naturalmente, esto no se podría apreciar en gráficas globales ya que existen especies como el falso volador que incrementan su desembarque con El Niño y lo reducen posteriormente al mismo, y otras que lo reducen con este fenómeno aumentándolo posteriormente, lo cual crea un efecto compensatorio en la figura. Se debe considerar que el uso de modelos de producción tradicionales para la evaluación de poblaciones de peces no pueden ser aplicados a priori en pesquerías demersales como las que se dan en el puerto de Paita, ya que la CPUE puede estar sesgada por variaciones de tipo ambiental.

Creemos que es adecuado entonces aplicar modelos de evaluación que se basen en estructuras por edades en series de tiempo considerables que nos permitan calcular las variaciones en biomasa y en la estructura demersal en función de los cambios ambientales. Se podría recomendar el uso de análisis de cohortes o análisis de población virtual, por ejemplo.

Por otra parte, es recomendable tener una flota flexible que capture lo que el ambiente ofrece, es decir, una flota orientada al uso eficiente de los recursos que se presentan en función a cambios de ambiente, que si bien es cierto, se dan en pequeña escala cada año, suceden también en gran escala en intervalos de tiempo más largos y permanecen por más tiempo, extendiéndose a mayor distancia. Esto condiciona cambios en la composición por especies del subsistema demersal. Como por ejemplo, la presencia de langostino que de no contar con una flota versátil que se acondicione a la extracción de este recurso, será subexplotada. Efectos similares se dan con otros recursos que no son aprovechados eficientemente cuando no se cuenta con flotas que tengan la flexibilidad adecuada para acomodarse a lo que el medio ambiente proporcione.

BIBLIOGRAFIA

- ESPINO, M., C. WOSNITZA-MENDO y U. DAMM. 1984. Análisis de la pesquería de la merluza peruana (Merluccius gayi peruanus). Bol. Inst.Mar Perú-Callao, Vol. 8(2):17-68.
- ESPINO, M., C. BENITES y M. MALDONADO. En prensa. Situación de la población de merluza durante "El Niño". Boletín Especial Inst. Mar Perú-Callao, Symposium sobre El Niño. Arequipa, Perú. Octubre 1983.
- ESPINO, M., C. WOSNITZA-MENDO. 1984. El uso del modelo de Csirke-Caddy para la merluza peruana (Merluccius gayi peruanus). Bol.Inst. Mar Perú-Callao, Vol. 8(5):191-208
- FOX, W.W. 1970. An exponential surplus-yield model for optimizing exploited fish populations. Trans.Am.Fish.Soc., 99(1):80-88.
- SAMÁME, L.M. 1979. Las pesquerías demersales en el Perú. Trabajo presentado al Seminario Latinoamericano sobre Metodología de Evaluación y Recursos Pesqueros (SELA), Guayaquil-Ecuador. 4-15 de julio, 1979.
- 1980. Las pesquerías demersales en el Perú. Actualidad Pesquera, Año 2, N° 10. pp. 11-12.
- SCHAEFER, M.B. 1954. Fisheries dynamics and the concept of maximum equilibrium catch. Proc.Gulf and Caribbean Fish.Inst. 6th Annual Session, 1953.

Tabla 1. Lista de especies demersales.

Nº	Nombre común	Nombre científico
1	Tollo negro	<i>Aculeola nigra</i>
2	Doncellita	<i>Anthias gordensis</i>
3	Doncellita	<i>Anthias sechurae</i>
4	Fraille	<i>Aphos porosus</i>
5	Argentina	<i>Argentina aliciae</i>
6	Baigre	<i>Baigre panamensis</i>
7	Congrio rosado	<i>Brotula clarkae</i>
8	Brotula	<i>Brotula ordwayi</i>
9	Sargo del Norte, Marotilla	<i>Calamus brachysomus</i>
10	Peje gallo	<i>Callorhynchus callorhynchus</i>
11	Peje Blanco, Cabezón	<i>Caulolatilus cabezon</i>
12	Doncella	<i>Centristhmus signifer</i>
13	Mero colorado	<i>Cephalopholis acanthistius</i>
14	Pintadilla	<i>Cheilodactylus variegatus</i>
15	Bocón	<i>Chirolophus forbesii</i>
16	Lenguado	<i>Citharichthys platophrys</i>
17	Lenguado moteado	<i>Citharichthys sordidus</i>
18	Congrio culebra	<i>Congrina</i> sp.
19	Cachema, Ayanque	<i>Cynoscion analis</i>
20	Ayanque	<i>Cynoscion</i> sp.
21	Batana	<i>Dasyatis brevis</i>
22	Kaya	<i>Dasyatis violacea</i>
23	Camotillo	<i>Diplectum conceptione</i>
24	Lenguado de cola manchada	<i>Engyophrys sancti-laurenti</i>
25	Mero, Cherre	<i>Epinephelus itajara</i>
26	Lenguado de boca chica	<i>Europus ectenes</i>
27	Baigre con faja	<i>Galeichthys peruvianus</i>
28	Congrio, Congrio moreno	<i>Genypterus maculatus</i>
29	Doncella	<i>Heranthias peruanus</i>
30	Ojo de uva	<i>Hemilutjanus macrophthalmus</i>
31	Tiburón gato	<i>Heterodontus guoyi</i>
32	Lenguado ojón, Lengüeta	<i>Hippoglossina bollmani</i>
33	Lenguado de ojo grande	<i>Hippoglossina macrops</i>
34	Lenguado de 4 ocelos	<i>Hippoglossina tetrapthalmus</i>
35	Cabinza	<i>Isacia conceptionis</i>
36	Bulldog	<i>Kathetostoma avaruncus</i>
37	Bereche	<i>Larimus gulosus</i>
38	Bereche	<i>Larimus pacificus</i>
39	Congrio plateado	<i>Lepophidium microlepis</i>
40	Congrio aleta pintada	<i>Lepophidium negropinna</i>
41	Ratón, Pez ratón, Cola de ratón	<i>Macrourus canus</i>
42	Mis ras	<i>Menticirrhus ophicephalus</i>
43	Merluza	<i>Merluccius gayi peruanus</i>
44	Corvina dorada	<i>Micropogon altipinnis</i>
45	Tollo	<i>Mustelus dorsalis</i>
46	Tollo	<i>Mustelus lunulatus</i>
47	Tollo	<i>Mustelus mento</i>
48	Tollo común, Tollo prieto	<i>Mustelus whitneyi</i>

continúa Tabla 1

49	Raya águila	<i>Myliobatis peruvianus</i>
50	Raya águila	<i>Myliobatis chilensis</i>
51	Anguila	<i>Ophichthus pacifici</i>
52	Perela, Cabrilla fina	<i>Paralabrax callaensis</i>
53	Cabrilla	<i>Paralabrax humeralis</i>
54	Lençuado común	<i>Paralichthys adspersus</i>
55	Lençuado	<i>Paralichthys woolmari</i>
56	Cóco, Succo	<i>Paralonchurus peruanus</i>
57	Palometa	<i>Peprilus medius</i>
58	Roncador rayado	<i>Pareques lanfeari</i>
59	Caballo moro	<i>Peristedion</i> sp.
60	Pañal	<i>Pontinus dubius</i>
61	Diablico rojo, Pañal	<i>Pontinus furcistrinus</i>
62	Diablico	<i>Pontinus sierra</i>
63	Morena cola pintada	<i>Priodonophs equatorialis</i>
64	Trigla, Falso volador	<i>Prionotus gymnothethus</i>
65	Cabrilla voladora	<i>Prionotus ruscarius</i>
66	Volador, Falso volador	<i>Prionotus stephanophrys</i>
67	Pastelillo	<i>Psamobatis brevicaudatus</i>
68	Raya espinosa	<i>Psamobatis caudispina</i>
69	Raya	<i>Psammettesis raculatus</i>
70	Raya	<i>Raja equatorialis</i>
71	Raya bruja	<i>Raja velezi</i>
72	Guitarra	<i>Rhinobatos planiceps</i>
73	Raya	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
74	Cojinoba del Norte	<i>Schedophilus haedrichi</i>
75	Lorna grande	<i>Sciaena callaensis</i>
76	Lorna	<i>Sciaena deliciosa</i>
77	Diablico	<i>Scorpaena afuerae</i>
78	Pez diablo	<i>Scorpaena plumieri mystes</i>
79	Fortuno	<i>Seriola mazatlana</i>
80	Cojinoba	<i>Seriolella violacea</i>
81	Angelote	<i>Squatina armata</i>
82	Mojarrilla	<i>Stellifer fürthi</i>
83	Mojarrilla	<i>Stellifer minor</i>
84	Bereche con barbo	<i>Ctenosciana peruviana</i>
85	Torpedo	<i>Torpedo trenens</i>
86	Pámpano	<i>Trachinotus paitensis</i>
87	Pez cinta	<i>Trichiurus nitens</i>
88	Raya con púa	<i>Urotrygon</i> sp.
89	Guitarra con bandas	<i>Zapteryx exasperata</i>

Tabla 2. Desembarque total nacional de peces demersales ^{a)} y flota costera de Paita (TM).

Año	Total		Merluza		Suco		Cachema		Cabrilla		Tollo		% Paita nacional
	nac.	Paita	nac.	Paita	nac.	Paita	nac.	Paita	nac.	Paita	nac.	Paita	
70	-	27.945	-	16.728	-	1.082	-	546	-	945	-	3.387	-
71	47.601	34.918	26.197	24.000	4.248	1.513	3.107	264	4.242	812	9.348	2.299	73.36
72	30.122	15.717	12.581	7.695	2.994	1.207	1.788	491	3.771	957	3.490	1.325	52.18
73	171.138	43.605	132.856	36.122	6.531	1.132	7.861	843	3.951	1.825	19.192	3.308	25.48
74	142.103	37.557	109.318	20.279	7.751	1.117	6.303	406	4.503	828	13.508	2.677	26.43
75	107.817	22.300	84.898	14.277	5.990	1.030	2.232	201	2.572	640	11.629	1.125	20.68
76	111.038	19.118	92.802	9.354	4.892	1.404	2.380	216	1.757	481	8.460	620	17.22
77	128.375	15.996	106.799	5.833	5.775	1.564	3.127	296	1.946	931	9.727	1.481	12.46
78	327.663	18.878	303.495	10.738	6.438	1.128	3.090	148	2.795	956	11.043	2.138	5.76
79	111.911	13.319	92.954	8.163	5.965	1.350	3.049	159	1.438	381	7.415	739	11.89
80	177.491	12.867	159.376	8.165	4.230	1.207	2.482	169	2.093	691	8.503	1.392	7.25
81	93.215	19.843	69.293	14.553	6.746	1.155	3.517	132	3.405	1.036	9.558	1.597	21.29
82	-	10.210	35.000	6.286	-	948	-	148	-	183	-	3.220	-

prom: 29.9

a) flota de altura y otros puertos además de Paita

Tabla 3. Desembarque de demersales (total) y merluza en el Puerto de Paita (TM).

Año	Captura total	Captura merluza	%capt. merluza capt. total	Nº de viajes	CPUE total	CPUE merl.
1970	27.945	16.728	59.9	3.680	7.59	4.55
71	34.918	23.999	68.7	3.814	9.16	6.29
72	15.717	7.694	49.0	3.755	4.19	2.05
73	43.605	36.122	82.8	5.108	8.54	7.07
74	37.557	29.182	83.5	4.773	7.32	6.11
75	22.300	14.277	64.0	3.529	6.32	4.05
76	19.118	9.354	48.9	3.989	4.79	2.34
77	15.996	5.833	40.4	3.964	4.04	1.47
78	18.878	10.738	56.9	3.432	5.50	3.13
79	13.319	8.162	61.3	3.155	4.22	2.59
80	12.867	8.165	63.5	2.913	4.42	2.80
81	19.843	14.553	73.3	3.512	5.65	4.14
82	10.210	6.286	61.6	2.632	3.88	2.38
prom:	22.482	14.699		3.712		
d.s.	10.424	9.520		677		
C.V.	43 %	62 %		18.2%		

Tabla 4. Porcentaje de viajes con merluza.

Año	Nº de viajes total	Nº de viajes c. merluza	% con merluza
1970	3.680	2.003	54.43
71	3.814	2.632	69.01
72	3.755	1.281	34.11
73	5.108	3.451	67.56
74	4.773	2.359	49.42
75	3.529	2.095	59.37
76	3.989	1.735	43.49
77	3.964	1.548	39.05
78	3.432	2.030	59.15
79	3.155	2.443	77.43
80	2.913	2.319	79.61
81	3.512	2.957	84.20
82	2.632	1.463	55.59

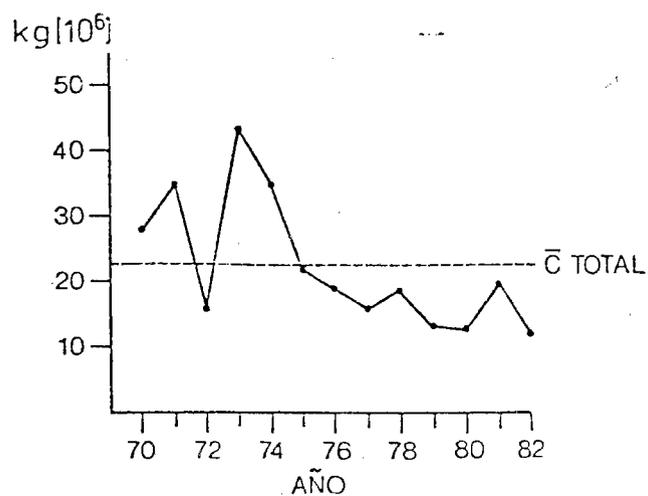


Figura 1. Pesca demersal total de la flota costera de Paíta.

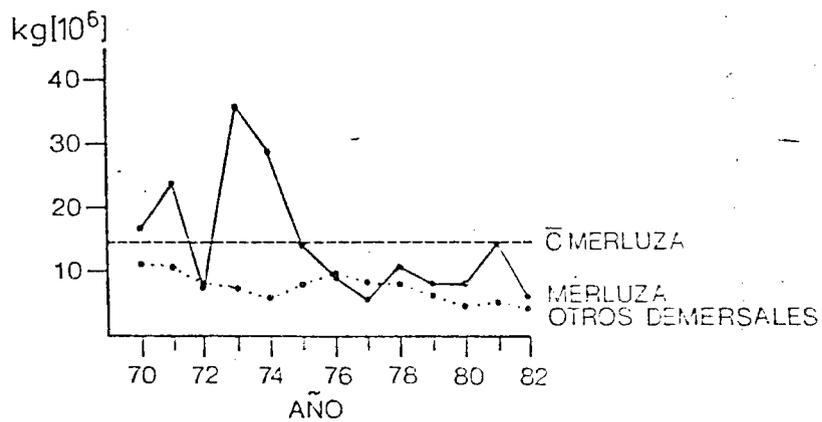


Figura 2. Pesca de merluza (indicando promedio de los años 70-82) y pesca de otros demersales.

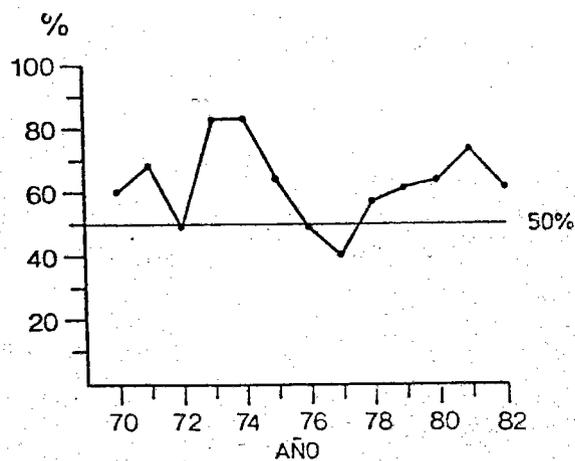


Figura 3. Porcentaje de merluza en la captura demersal total de la flota costera de Paíta.

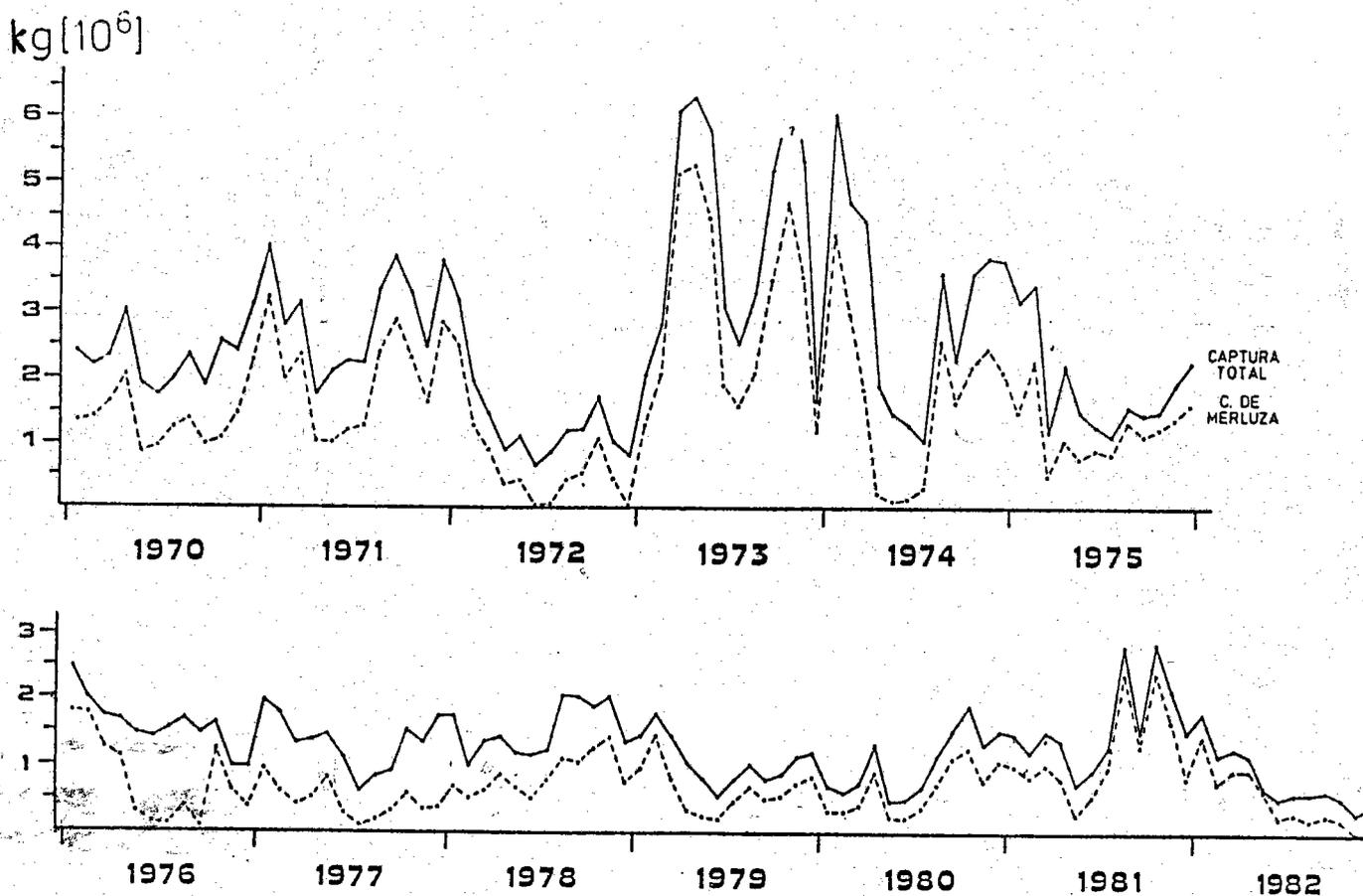


Figura 4. Variación mensual de la captura total demersal y de la merluza de la flota costera de Paíta.

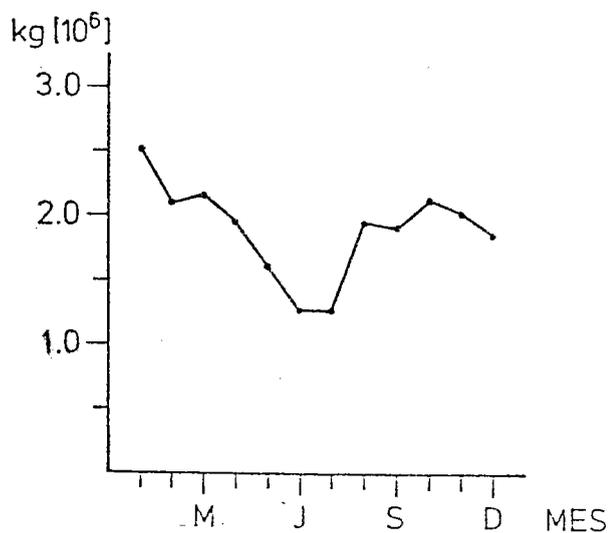


Figura 5. Promedio mensual de la captura total demersal de la flota costera de Paita (para los años 70-82).

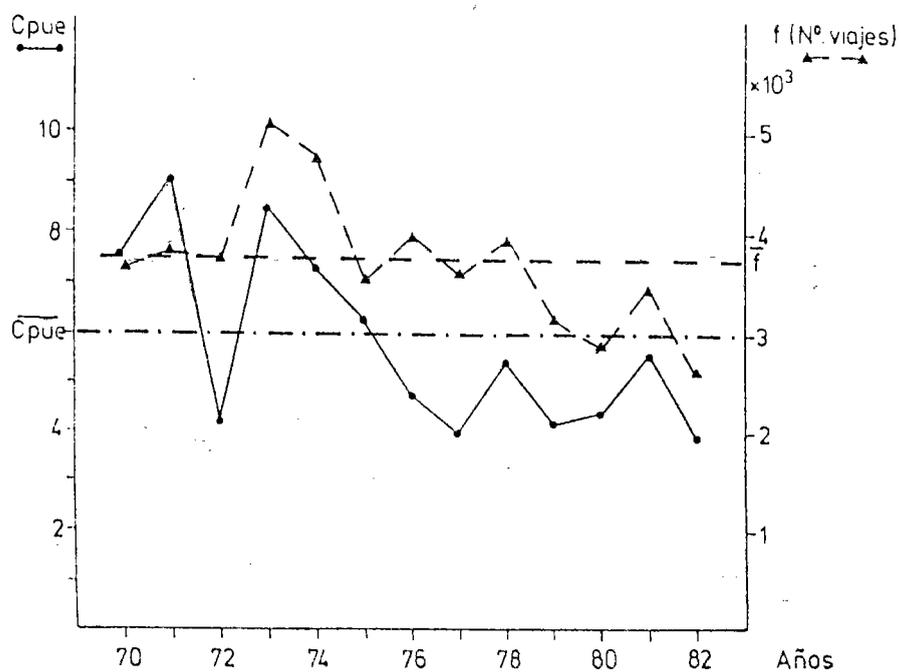


Figura 6. Esfuerzo ($f = \text{N}^\circ$ de viajes) y captura por unidad de esfuerzo (CPUE) para la flota de arrastre de Paita.

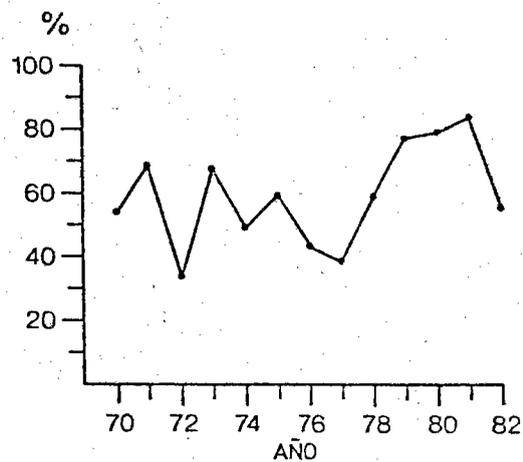


Figura 7. Porcentaje de viajes con captura de merluza.

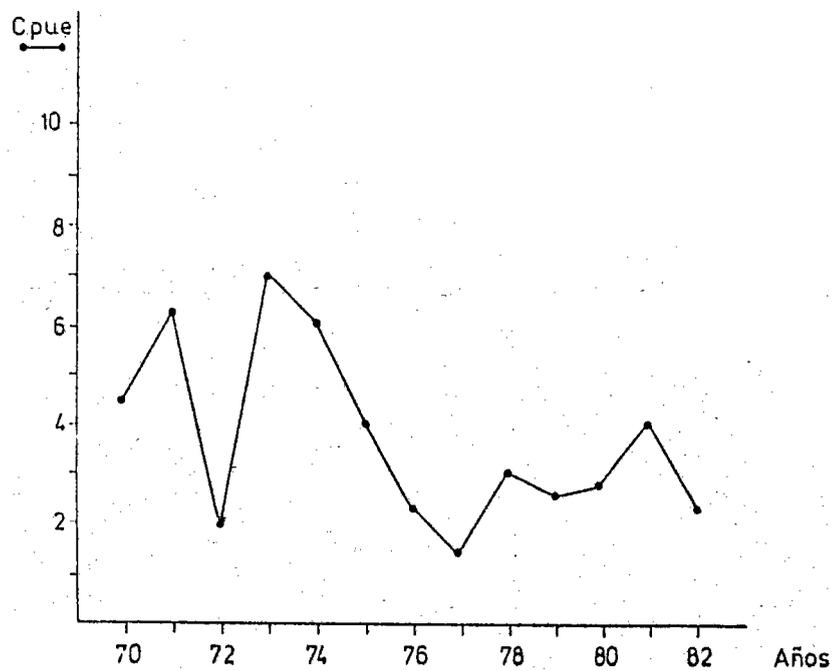


Figura 8. Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de la merluza (flota de arrastre de Paita).

LA RELACION ENTRE STOCK Y RECLUTAMIENTO DE LA
MERLUZA PERUANA (MERLUCCIUS GAYI PERUANUS)

por:

Marco Espino
Claudia Wosnitza-Mendo

LA RELACION ENTRE STOCK Y RECLUTAMIENTO DE LA
MERLUZA PERUANA (MERLUCCIUS GAYI PERUANUS)

Por:

Marco Espino
Claudia Wosnitza-Mendo

CONTENIDO

	<u>Pág.</u>
RESUMEN	183
INTRODUCCION	184
MATERIAL Y METODOS	184
RESULTADOS	185
DISCUSION	186
BIBLIOGRAFIA	187
TABLA	188
FIGURAS	189

LA RELACION ENTRE STOCK Y RECLUTAMIENTO DE LA
MERLUZA PERUANA (MERLUCCIUS GAYI PERUANUS)

Por: Marco Espino¹ y Claudia Wosnitza-Mendo²

1 Instituto del Mar del Perú, Apartado 22, Callao, Perú

2 Programa Cooperativo Peruano-Alemán de Investigación Pesquera
(PROCOPA), Instituto del Mar del Perú, Apartado 22, Callao, Perú

RESUMEN

Las observaciones hechas en la relación entre el stock y reclutamiento de la merluza peruana sugiere una curva de tipo Ricker expresada por la ecuación

$$R = 1.537 P e^{-0.004692 P}$$

habiéndose obtenido un coeficiente de correlación de $r = 0.702$.

Este valor es bastante alto si lo comparamos con los resultantes de otros stocks de peces, a pesar de que esta relación se ve afectada por fenómenos oceanográficos. Tal es el caso del año 1976 en que el valor se aleja bastante de la curva como una consecuencia de "El Niño" de 1972.

En el año 1982 el stock de merluza peruana se encuentra en un nivel bastante bajo en el número de reclutas, siendo recomendable un manejo conservador del stock en 1983.

INTRODUCCION

En general, la relación entre stock y reclutamiento se basa en dos suposiciones. Primero, si no hay stock no habrá reclutas y por ésto a un nivel reducido de stock corresponderá un nivel reducido de reclutas; y segundo, en un nivel alto del stock, el reclutamiento o es estable e independiente del stock (curva de Beverton y Holt) o el stock y el reclutamiento están relacionados inversamente (curva de Ricker); de lo contrario el stock seguiría creciendo al infinito. Estos principios están ilustrados en la Figura 1.

En cualquier momento en una población existen uno o más estadios de vida en que la relación entre éstos y los otros estadios son principalmente dependientes de la densidad; la magnitud de reclutamiento da una idea de la capacidad de carga del ambiente para cada especie. Biológicamente, los factores que limitan la biomasa del stock son:

- abundancia de alimentos,
- predación y
- enfermedades.

Por otro lado, la concepción de los modelos originales en la pesquería es la de sistemas cerrados y en estado estable. En los últimos años, sin embargo, se está tendiendo a la concepción de que los sistemas biológicos son abiertos y afectados por procesos no-lineales, no-equilibrados y no-reversibles.

Con todos estos antecedentes sobre la limitación de los modelos existentes, se estudia la relación entre el stock y el reclutamiento de la merluza peruana como un elemento de juicio más para su posterior manejo.

MATERIAL Y METODOS

Con las estadísticas de pesca de 12 años (entre 1971 y 1982) y usando el método del análisis de cohortes (Pope, 1972), se calculó la biomasa del stock desovante (III+) y de los reclutas del grupo de edad II (Tabla 1).

La gráfica del stock desovante con los reclutas dos años después (ambos en miles de toneladas) sugiere una curva de tipo "Ricker" (1954) según la expresión:

$$R = AP e^{-BP} \quad (1)$$

R = Reclutas
P = padres (stock desovante)
A y B = constantes que se determinaron por la técnica de los mínimos cuadrados.

RESULTADOS

La curva calculada expresada como:

$$R = 1.537 P e^{-0.004692 P}$$

con un coeficiente de correlación de 0.702 significativo al nivel de 5% es bastante buena si la comparamos con la obtenida en otros stocks de peces (Figura 2).

El valor de 1976 se encuentra alejado de la curva teórica como consecuencia del Fenómeno "El Niño" de 1972 que favoreció la sobrevivencia larval en 1973/74, resultando en un valor alto de los reclutas del grupo de edad II en 1976. En consecuencia aumentó el número y biomasa del stock desovante en 1977 y 1978 (puntos "79" y "80"). En 1978 se realiza una gran extracción (300,000 TM) de las cuales, con la participación de la flota bolichera de Chimbote, se pescaron 172,000 TM (56.5%) en 2 meses (julio y agosto). Esto afectó directamente los reclutamientos por reducción brusca de los individuos de edad III y IV, lo que se aprecia en la Figura 2 (stock desovante 79 y 80) en que los puntos "81" y "82" se orientan hacia abajo y a la izquierda evidenciando una reducción del stock de desovantes y de reclutas.

DISCUSION

Si bien es cierto que la relación entre el stock y el reclutamiento depende en mayor grado de la densidad que es afectada por fenómenos como "El Niño", y que ésta tal vez pueda expresarse mejor como una función tridimensional entre densidad, población y reclutamiento (Csirke, 1979), creemos que la relación bidimensional obtenida es significativa si consideramos el reducido número de datos empleados y el coeficiente de correlación alto.

Según esto podemos decir que el reclutamiento en 1981 y 1982 ha sido reducido (entre 50 y 60 mil toneladas) como consecuencia de la alta pesca realizada en 1978 y 1980 fundamentalmente. También el número de padres está reducido en 81 y 82 (Tabla 1). Esto evidencia desequilibrio en la población, rompiéndose la adecuada relación entre el stock y el reclutamiento.

También es necesario precisar que variaciones en la disponibilidad del recurso pueden darse, como lo sucedido en 1978 en que el recurso se hizo más accesible permitiendo una alta extracción en poco tiempo (2 meses) de individuos de edades relativamente jóvenes (edades III y IV) cuya participación en la reproducción por ende fue baja y en algunos casos nula, debido a que fueron extraídos bruscamente de la población. Esto afecta la relación que nos ocupa, reduciendo el stock de padres y también el número de reclutas en el momento y posteriormente.

De todas formas creemos que es adecuado ceñir nuestro análisis a las variaciones de las condiciones del ecosistema, lo que permitirá hacer proyecciones más confiables en base a la relación entre el stock y el reclutamiento, lo que redundará en un mejor manejo del recurso.

BIBLIOGRAFIA

- CSIRKE, J. 1979. El reclutamiento en la anchoveta peruana y su dependencia de la población adulta en los años 1961-1976. Bol. Inst.Mar Perú-Callao, Vol. 3(6):26 p.
- POPE, J.G. 1972. An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. Int.Comm.Northwest Atl. Fish.Res.Bull., 9:65-74.
- RICKER, W.E. 1954. Stock and recruitment. J.Fish.Res.Bd.Can., 11(5): 559-623.

Tabla 1. Biomasa de reclutas (R) y padres (P) de la merluza peruana (t x 10³).

AÑO	P (III-VIII)	R (II)	
1971	143	125	
72	239	136	
73	302	117	
74	259	115	$r^2 = 0.493$
75	239	129	A = 1.537
76	251	274	B = 0.004692
77	453	162	$P_m = 213.1$
78	472	149	$R_m = 120.5$
79	263	101	
80	240	65	
81	133	53	
82	71	59	

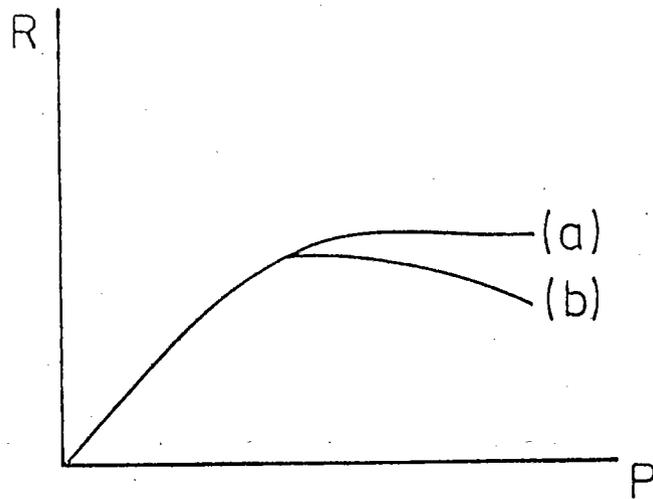


Figura 1. Esquema de las curvas teóricas de Beverton y Holt (a) y Ricker (b).
 R = Reclutas
 P = Padres

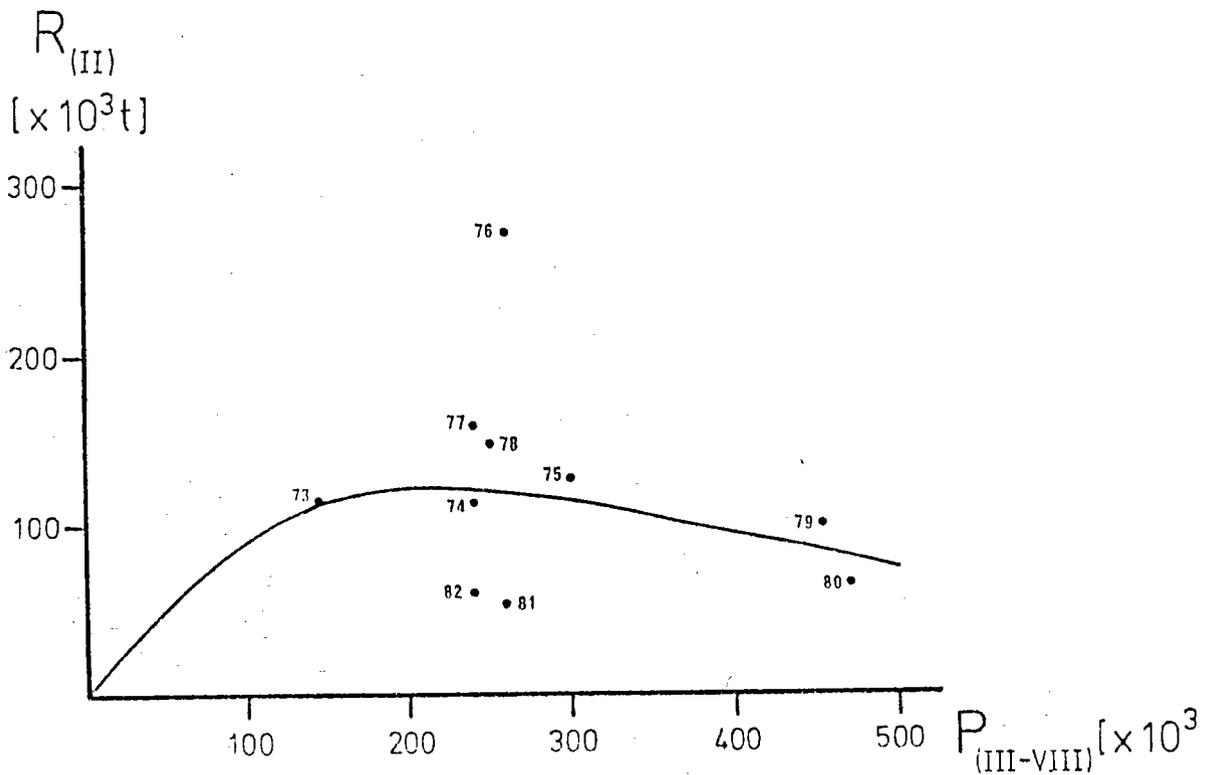


Figura 2. Relación stock-reclutamiento de la merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*).
 $P_{(III-VIII)}$ = Biomasa del stock de padres (TM)
 $R_{(II)}$ = Biomasa de reclutas de edad II (TM)

EL USO DEL MODELO CSIRKE-CADDY PARA
LA MERLUZA PERUANA (MERLUCCIUS GAYI PERUANUS)

por:

Marco Espino
Claudia Wosnitza-Mendo

EL USO DEL MODELO CSIRKE-CADDY PARA
LA MERLUZA PERUANA (MERLUCCIUS GAYI PERUANUS)

por:

Marco Espino
Claudia Wosnitza-Mendo

CONTENIDO

	<u>Pág.</u>
RESUMEN	195
INTRODUCCION	196
MATERIAL Y METODOS	197
RESULTADOS	198
DISCUSION	199
BIBLIOGRAFIA	201
TABLAS	202
FIGURAS	204

EL USO DEL MODELO CSIRKE-CADDY PARA
LA MERLUZA PERUANA (MERLUCCIUS GAYI PERUANUS)

Por: Marco Espino¹ y Claudia Wosnitza-Mendo²

1 Instituto del Mar del Perú, Apartado 22, Callao, Perú

2 Programa Cooperativo Peruano-Alemán de Investigación Pesquera
(PROCOPA), Instituto del Mar del Perú, Apartado 22, Callao, Perú

RESUMEN

Aplicando en el modelo de Csirke/Caddy (1983) datos de captura total de merluza peruana (Merluccius gayi peruanus) y tasas instantáneas de mortalidad total (Z) del análisis de cohortes para 12 años (Espino et. al., 1984), se obtuvieron las siguientes expresiones:

$$Y = -42.98 + 152.9 Z - 55.74 Z^2 \quad (\text{hembras})$$

$$Y = -25.56 + 123.73 Z - 64.15 Z^2 \quad (\text{machos})$$

de las que se desprende que el máximo rendimiento sostenible (MSY) estaría dado por 130 mil TM y mortalidades naturales de 0.27 (hembras) y 0.45 (machos). Estas aproximaciones, convalidadas con el resultado de otros análisis, nos permiten sugerir una captura sostenible de 100 mil TM, cantidad que deberá ser corroborada por el correspondiente crucero de evaluación.

INTRODUCCION

Entre los diferentes modelos de producción, Csirke y Caddy (1983) sugieren un acercamiento al tamaño de la población y al rendimiento excedente, aplicando el modelo logístico a los datos de una pesquería. Al contrario de los modelos de Schaefer (1954) y Fox (1970) que relacionan los cambios en la abundancia o tasa de captura con el esfuerzo de pesca total, este modelo usa la tasa instantánea de mortalidad total (Z) en relación con la captura total (C). En el caso de la merluza peruana, existen estadísticas de capturas completas desde hace muchos años, pero no hay datos suficientes de esfuerzo pesquero ejercido por la flota de barcos factoría.

Por otro lado, existen ciertos datos de esfuerzo de la flota costera de Paita que solamente comprende una pequeña parte de los desembarques totales, y pareciera que estos datos no sirven como índice de la mortalidad por pesca.

Además, con el desarrollo de una pesquería como la de la merluza peruana que empezó con mayor énfasis en el año 1973, se desarrolla también una cierta necesidad de introducir factores de corrección al esfuerzo de pesca nominal. Esto se debe a cambios en la eficiencia, destreza del pescador, estrategia de pesca, etc. y sobre todo, en el cambio de la distribución, el comportamiento y composición por especies. Todo éso podría afectar el coeficiente de capturabilidad (q). Con ésto, el esfuerzo (f) ya no sería proporcional a la mortalidad por pesca (F), proporcionalidad que es la base de los modelos de Schaefer y Fox.

En la pesquería de la merluza peruana hay grandes cambios en la concentración y distribución debido a las variaciones en el ambiente que se dan durante "El Niño", que afectan en mayor o menor grado a la población que se explota. Pero estos efectos son difíciles de cuantificar en pesquerías en desarrollo como es el caso de la merluza peruana.

MATERIAL Y METODOS

En nuestro caso se ha calculado mortalidades en base a un análisis de cohortes según Pope (1972), las que con las capturas totales se aplicaron en la siguiente ecuación:

$$Y_E = -(B_\infty M + B_\infty \frac{M^2}{r}) + (B_\infty + 2B_\infty \frac{M}{r}) Z - (\frac{B_\infty}{r}) Z^2 \quad (1)$$

en donde:

- B_∞ = tamaño de la población virgen
 r = tasa específica de incremento de la población
 Y_E = rendimiento de equilibrio (captura)

Asumiendo que los términos en los paréntesis son constantes,

$$Y = c + bZ + aZ^2 \quad (2)$$

que describe una parábola como se ve en las Figuras 1 y 2 en que

$$a = -B_\infty / r \quad (3)$$

$$b = B_\infty \left(\frac{r+2M}{r} \right) \quad (4)$$

$$c = -B_\infty \left(\frac{rM+M^2}{r} \right) \quad (5)$$

El máximo rendimiento sostenible (MSY) está definido como:

$$MSY = c - \frac{b^2}{4a} \quad (6)$$

y la mortalidad natural:

$$M = \frac{-b + \sqrt{(b^2 - 4ac)}}{2a} \quad (7)$$

RESULTADOS

Ploteando los datos de captura en peso con las mortalidades totales (Z) de machos y hembras por separado para 12 años, resultan las siguientes expresiones:

$$Y = -42.98 + 152.9Z - 55.74Z^2 \quad (\text{hembras}) \quad (8)$$

con

$$MSY = 80.24 \quad \text{y} \quad r = 0.61$$

y,

$$Y = -25.56 + 123.73 Z - 64.15 Z^2 \quad (\text{machos}) \quad (9)$$

con

$$MSY = 85.60 \quad \text{y} \quad r = 0.57$$

que corresponden a las Figuras 1 y 2.

El valor que más difiere de la curva teórica calculada es el de 1978 y es el efecto de un cambio en el arte de pesca y en el comportamiento de la especie. En este año la merluza se hizo en parte semipelágica y una gran fracción de la captura se pescó con redes de cerco (bolicheras) además de las redes de arrastre usuales. Esto no condujo a una mortalidad total (Z) elevada en las hembras debido a que éstas se reclutan posteriormente a los machos, mientras que en éstos el Z fue elevado debido a que estuvieron mayormente representados en las capturas por tener menos longevidad y más ejemplares en los grupos de edades menores.

De todas maneras creemos que la capturabilidad (q) ha cambiado pero no es posible determinar el grado de variación de ésta por falta de información del esfuerzo empleado en la flota de altura. De todas formas, sabemos que ésta aumentó debido a que el recurso se hizo más accesible y vulnerable, y también el esfuerzo aumentó por el incremento de la flota de cerco que extrajo el 60% de la captura total. Esto deja entrever que el aumento de Z en función de F es lógico aunque queda por demostrar si la dimensión del aumento es fiel reflejo del esfuerzo actuante en ese momento.

La alta captura en 1978 probablemente es un efecto de El Niño de 1972/

73, que condicionó un posible crecimiento en la población. (Más explicaciones en cuanto a las consecuencias del Niño en la merluza se dan en Wosnitza-Mendo y Espino, en prensa).

El MSY ♀♀ + ♂♂ de 165,800 toneladas es muy elevado y se debe a los altos valores de 1978. Eliminando estos valores se reduce el estimado de MSY a 129,700 tons, que sería el más recomendable a usar.

También este método da estimaciones de la mortalidad natural (M). Cuando hay datos para los inicios de la pesquería, como es en nuestro caso (1971-72), con capturas totales y F's bajos, el intercepto debe pasar forzosamente cerca del valor real de M. Nuestro valor más bajo de captura es para 1972, año del Niño cuando aumentó la dispersión de la merluza. Entonces casi no hubo pesca y el valor de Z representa casi totalmente el valor de M, de tal forma que M de ninguna manera puede estar muy por encima de 0.4 para hembras y 0.45 para machos, sino por el contrario, por debajo.

DISCUSION

Los modelos de producción de rendimiento excedente pueden dar una primera estimación del máximo rendimiento sostenible de una pesquería, pero cuando se trata de métodos no muy sofisticados, hay que tener en cuenta que éstos se basan en un MSY calculado en base de un modelo de condición estable (= "steady state") o en equilibrio en que Y_{MSY} se halla con la ecuación de Graham (1935):

$$Y_E = \frac{r \bar{B}}{B_\infty} (B_\infty - \bar{B}) \quad (10)$$

La población de la merluza peruana no es una población en equilibrio. Antes de 1973 en que empezó la gran pesquería, el stock era más pequeño y fueron probablemente dos efectos los que permitieron un aumento de la biomasa. Un efecto menor fue la influencia de la pesquería comercial que comenzando en 1973 extrajo 10 veces más que la tradicional, lo que probablemente indujo a un crecimiento de la población.

Pero el mayor efecto fue por cambios en el ecosistema pelágico (71/72) con la caída de la anchoveta que dejó mejores condiciones para la merluza entre otras especies. También este fenómeno aumentó considerable-

mente el área de distribución de esta especie, la cual tratándose de ocupar efectivamente toda el área disponible aumenta su desove y por otro lado disminuye el canibalismo por dispersión disminuyendo por ende la mortalidad natural.

Además de esto, en el caso de la merluza, los factores del ambiente producen un desequilibrio en el ecosistema alterando el tamaño de la población posteriormente a los cambios ambientales; tal es el caso de El Niño de 1972/73 que condicionó posiblemente el crecimiento de la población de merluza (Espino, en prensa). Tomando en cuenta esta debilidad del modelo, un rendimiento máximo sostenible de 130,000 TM puede servir para calcular una tasa de explotación de equilibrio usando como referencia la biomasa promedio del stock obtenida por el análisis de cohortes (Espino et al., 1984).

Según esto, se recomendaría una tasa de explotación de 0.25, que para una biomasa en recuperación debido a los mejores reclutamientos por efecto de El Niño (Espino, en prensa), permitirán para 1985 una extracción de 100 mil TM, cantidad que deberá ser ratificada con la realización de un crucero de evaluación orientado a la estimación de la biomasa de la merluza peruana.

BIBLIOGRAFIA

- CSIRKE, J. and J.F. CADDY. 1983. Production modeling using mortality estimates. Can.J.Fish.Aquat.Sci. 40:43-51.
- ESPINO, M., C. WOSNITZA-MENDO y U. DAMM. 1984. Análisis de la pesquería de la merluza peruana (Merluccius gayi peruanus). Bol.Inst. Mar Perú-Callao, Vol. 8(2):17-68.
- FOX, W.W. 1970. An exponential surplus-yield model por optimizing exploited fish populations. Trans.Am.Fish.Soc., 99(1):80-88.
- GRAHAM, M. 1935. Modern theory of exploiting a fishery and application to the North Sea trawling. Cons.internat.Explor.Mer.J.Cons. 13(1).
- POPE, J.G. 1972. An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. Int.Comm.Northwest Atl. Fish.Res.Bull., 9:65-74.
- SCHAEFER, M.B. 1954. Fisheries dynamics and the concept of maximum equilibrium catch. Proc. Gulf and Caribbean Fish.Inst. 6th Annual Session, 1953.
- WOSNITZA-MENDO, C. and M. ESPINO. The impact of "El Niño" on recruitment in the Peruvian hake (Merluccius gayi peruanus). En prensa (probablemente Meeresforschung, Kiel).

Tabla 1. Datos de entrada para la relación de Csirke y Caddy, y sus resultados para la merluza peruana.

AÑO	HEMBRAS (III - VII)		MACHOS (III - V)	
	Z	C (x 10 ³ t)	Z	C (x 10 ³ t)
1971	0.55	11.5	1.0	14.5
72	0.41	7.1	0.46	5.4
73	1.15	77.7	1.16	56.4
74	1.25	54.9	1.21	54.4
75	0.81	29.9	1.04	45.9
76	0.86	41.4	1.30	51.2
77	0.95	56.1	1.60	51.9
78	1.26	140.5	2.38	168.3
79	0.93	42.3	1.60	52.2
1980	2.44	80.1	2.65	82.6
81	1.99	33.0	2.78	36.0
82	0.98	17.0	1.10	16.0
R ² = 0.374		r = 0.61	R ² = 0.434 r = 0.568	
a = -55.74			a = -64.15	
b = 152.9			b = 123.73	
c = -42.98			c = -25.56	
M = 0.41			M = 0.590	
Zopt = 1.7787			Zopt = 2.421	
Fopt = 1.3663			Fopt = 1.830	
r _m = 2.7326			r _m = 3.660	
MSY = 80.24			MSY = 85.60	
B _∞ = 117.45			B _∞ = 93.55	

Tabla 2. Resultados de la relación de Csirke y Caddy sin uso del valor del año 1978 (merluza peruana).

HEMBRAS (III - VII)	MACHOS (III - V)
$R^2 = 0.476$	$R^2 = 0.536$
$a = -21.55$	$a = -37.17$
$b = 84.61$	$b = 91.73$
$c = -20.36$	$c = -20.92$
$M = 0.273$	$M = 0.452$
$Z_{opt} = 2.078$	$Z_{opt} = 2.192$
$F_{opt} = 1.805$	$F_{opt} = 1.741$
$r_m = 3.61$	$r_m = 3.481$
$MSY = 66.35$	$MSY = 63.38$
$B_{\infty} = 73.51$	$B_{\infty} = 72.83$

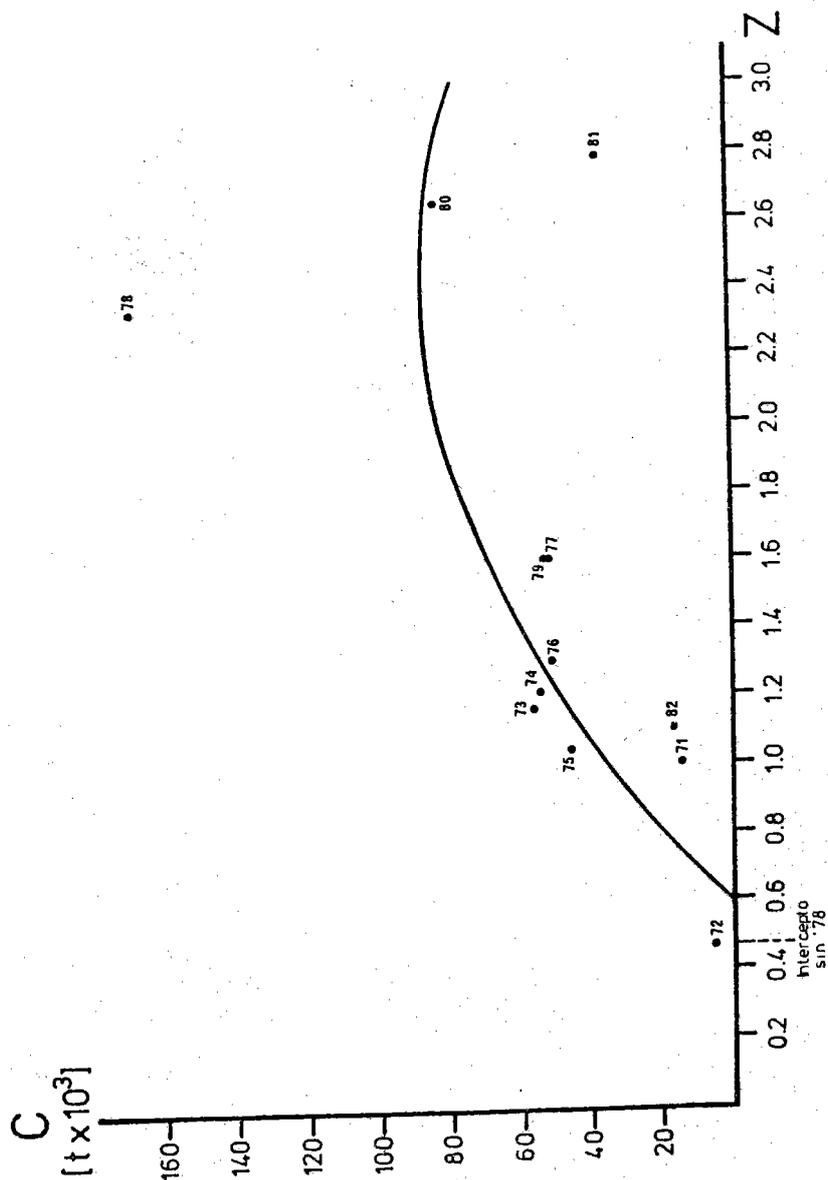


Figura 1. Relación entre captura (C) y mortalidad total (Z) de la merluza peruana (machos).

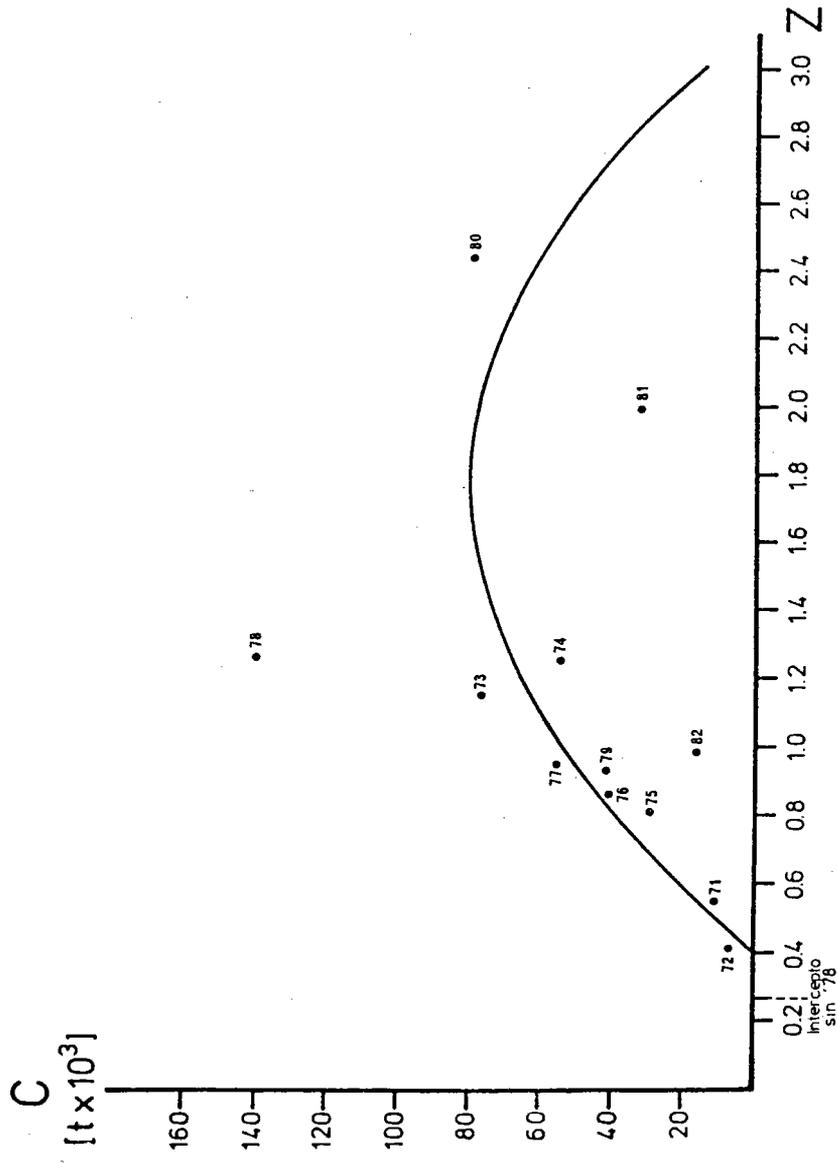


Figura 2. Relación entre captura (C) y mortalidad total (Z) de la merluza peruana (hembras).