

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU
BOLETIN

VOLUMEN 2

NUMERO 7

**Informe sobre la Segunda Reunión del Panel
de Expertos en Dinámica de Población
de la Anchoqueta Peruana**

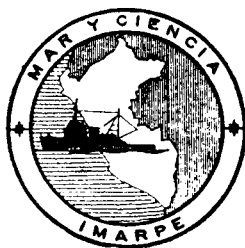
Marzo de 1971

(Versión en castellano, pág. 377)

**Report of the Second Session of the Panel
of Experts on the Population Dynamics
of Peruvian Anchovy**

March 1971

(English version, page 433)



CHUCUITO, CALLAO, PERU
1972

Informe sobre la Segunda Reunión del Panel de Expertos en Dinámica de Población de la Anchoveta Peruana

Marzo de 1971

C O N T E N I D O

	Pág.
1. INTRODUCCION.	377
2. DATOS BASICOS.	377
2.1 Estadística de pesca.	377
2.2 Estadística de esfuerzo.	378
2.3 Muestreo de tamaños.	378
3. MARCACION.	379
3.1 Resultados del experimento de 1970.	379
3.2 Fuentes de error de los datos.	380
4. EVALUACION.	382
4.1 Tamaños de los stocks a base de análisis de cohortes.	382
4.2 Cambios en la composición de tamaños.	384
4.3 Estimados del máximo rendimiento sostenido empleando datos sobre captura y esfuerzo	385
4.4 Revisión de las unidades de esfuerzo.	386
4.5 Análisis hiperbólico.	388
5. REGLAMENTACION.	390
5.1 Consideraciones generales.	390
5.2 Reglamentación para la estación de 1970/71.	392
5.3 Pronósticos a corto plazo del volumen de la pesca y su composición por tamaños. .	394

6. INFORMACION ADICIONAL SOBRE LOS STOCKS DE ANCHOVETA..	395
6.1 Prospecciones acústicas: Trabajo actual..	395
6.2 Uso futuro y posibilidades..	396
6.3 Datos sobre huevos y larvas..	397
6.4 Datos sobre el medio ambiente..	397
7. OTROS ASUNTOS..	398
7.1 Aves..	398
7.2 Informe del Panel de Economía..	399
7.3 Rendimiento potencial de otras especies..	399
8. TRABAJO FUTURO..	401
8.1 Actividades del Panel..	401
8.2 Recomendaciones para trabajos futuros..	402
9. SUMARIO..	404
9.1 Nivel del máximo rendimiento sostenido en la Pesquería de la anchoveta..	404
9.2 Aumento en eficiencia..	404
9.3 Estudios futuros..	405
9.4 Peces de consumo..	406
Tablas..	407
Gráficos..	417
Apéndices..	424

1. INTRODUCCION

La segunda reunión del Panel de Expertos tuvo lugar en el Instituto del Mar del Perú entre el 1º y el 10 de marzo de 1971. La lista de los panelistas se dá en el Apéndice 1, pero, además, participaron en las discusiones miembros del Instituto, del Proyecto de FAO y representantes del Ministerio de Pesquería. Infortunadamente, el Dr. W. E. Ricker, Presidente del Panel, tuvo que ausentarse debido a un quebranto de su salud, tomando su lugar el Dr. G. J. Paulik.

La agenda de la reunión figura en el Apéndice 2, en el cual, a pedido del Instituto del Mar, se incluye una revisión sumaria del conocimiento ganado hasta el presente sobre recursos pesqueros distintos de la anchoveta.

En el Apéndice 3 se dá la lista de los documentos y demás información que fueron presentados al Panel.

2. DATOS BASICOS

En su primer informe el Panel centró su atención en el análisis de los datos existentes, sin considerar a fondo la cuestión de la exactitud o de la fidedignidad de ellos. En toda pesquería comercial las dificultades inherentes a la recolección de los datos hace que se deslicen errores o deficiencias, y, por lo tanto, es poco probable que la pesquería de la anchoveta constituya una excepción. Por esta razón, el Panel concentró su atención en las clases de datos que se estaban recolectando y en las posibles deficiencias que pudieran existir en ellos.

2.1 Estadística de pesca

En el informe de su primera reunión, el Panel llamó la atención sobre las varias causas que determinan subestimados de la pesca total (pérdidas en el mar, pérdidas en las descargas, informes defectuosos sobre el monto de las capturas). También los datos del pasado son insuficientes porque no suministra junto con ellos más información sobre las áreas de pesca que la implícita en la posición geográfica del puerto de descarga. Aunque en los primeros tiempos los viajes de pesca eran de corta duración, porque todo el pescado era cogido cerca del puerto de descarga, actualmente los viajes son más largos, especialmente en el caso de las embarcaciones más nuevas y más grandes (habiendo llegado información a los panelistas de viajes ocasionales de retorno, desde las áreas de pesca hasta las fábricas de harina, de hasta 50 horas). Si esta tendencia de viajes más largos continúa, habrá de ser necesario modificar los métodos de informar sobre el lugar de pesca si se han de lograr buenos estimados del volumen del stock, aun en el caso de que, como lo sugiere el análisis que ya se ha hecho de los resultados del marcamiento, exista un alto grado de mezcla de los cardúmenes a lo largo de toda la costa.

El Panel, por tanto, ve con buenos ojos los nuevos formularios que con este objeto ha introducido el Instituto del Mar desde noviembre de 1970, porque considera que ellos proporcionarán una mejor información sobre la localidad de pesca y el esfuerzo empleado. Resulta así probable que, en la medida en que estos nuevos formularios y otros cambios en los métodos de colección permitan mejorar los estimados de pesca total, las estadísticas actuales de pesca no sean susceptibles de ser comparadas con las correspondientes a años anteriores. Este asunto debiera ser investigado, tanto indirectamente mediante el cómputo de rendimiento de harina en diferentes años, tomando en consideración los factores estacionales y de otra naturaleza, como también directamente esto es empleando el antiguo método de obtener los datos de captura. Estas comparaciones debieran ser empleadas para corregir los estimados de pesca de años anteriores.

2.2 Estadística de esfuerzo

Como se comenta en otra parte del presente informe, es muy difícil medir el esfuerzo de pesca en las pesquerías que emplean redes de encierre. Los cambios introducidos en la operación de las embarcaciones, v.gr. un aumento en el tiempo efectivo de búsqueda de cardúmenes, pueden generar grandes diferencias en el grado de eficacia de una determinada unidad de esfuerzo de pesca. Aunque no existe una fórmula simple para corregir los sesgos por tales cambios, un componente esencial de tales correcciones consiste en allegar una mejor y más detallada información respecto de la forma cómo operan las embarcaciones. Y hay muchos de estos datos deseables en los formularios que han entrado en uso desde noviembre de 1970.

La información sobre duración del viaje de pesca ha de ser ciertamente muy útil y a medida que se acumulen datos para una serie de años, podrá expresarse el esfuerzo pesquero en unidades diferentes a TRB-viaje; por ejemplo, a menudo se considera que el esfuerzo exhibe una más estrecha relación con la duración del viaje o el tiempo de búsqueda que con el simple número de viajes. Siendo esto así, el esfuerzo podría expresarse como TRB-horas en el mar, o como TRB-horas búsqueda. También sería de valor conocer el número de caladas por viaje. Se comprende que existen dificultades en la recolección de tales datos, ya que, por ejemplo, muchos pescadores se muestran remisos a declarar cuántas caladas (especialmente cuántas caladas infructuosas) hubieron de hacer para lograr el monto de su pesca. Esto no obstante, debe decirse que esta información está siendo recolectada en el caso de otras pesquerías, por lo que el Panel es del parecer que se debiera desplegar un mayor esfuerzo para hacer lo propio en el caso de la pesquería de la anchoveta.

2.3 Muestreo de tamaños

El muestreo para determinar la composición de tamaños en la pesca se dificulta en la medida en que los individuos pescados se deterioran antes de

ser muestreados en las fábricas. Los peces más pequeños son los más propensos a sufrir daños (se decapitan, etc.) tornándose su medición difícil o imposible. Esto se traduce, de ordinario, en una sub-estimación de la proporción de los individuos pequeños en las pescas, lo que, a su vez, puede afectar seriamente las evaluaciones del stock, especialmente cuando el grado de estos sub-estimados varía de año en año, v.gr. debido a cambios en la duración de los viajes, a cambios en las vedas de verano y a cambios en el tamaño de los peces en el momento del reclutamiento, etc. (Ver Sección 4.2).

Por esta razón, el Panel opina que se requiere introducir mejoras en las técnicas de medición. Por otra parte, la forma como se han venido obteniendo las muestras en la fábrica podría haber estado generando un sesgo y, en consecuencia, será menester mejorar la técnica del muestreo. Se ha propuesto la comparación de las medidas hechas en el mar con las realizadas en las fábricas para la misma pesca a fin de determinar el grado del sesgo. Las técnicas que a este respecto debieran considerarse incluyen: a) recolección de muestras en el mar antes de que los pescados sufran deterioro alguno, por ejemplo, colocando cajas ad-hoc a bordo de las embarcaciones, conteniendo, tal vez, sustancias preservadoras, y b) métodos para estimar la longitud total en todos los individuos de la muestra, aunque estén deteriorados o incompletos, midiendo, por ejemplo, la longitud de la cabeza.

3. MARCACION

3.1 Resultados del experimento de 1970

Después de haber conducido un experimento piloto inicial frente a Tambo de Mora en abril, en el cual se marcaron 14,000 individuos, se efectuó un experimento en gran escala en julio, marcándose 170,042 anchovetas, en su mayor parte de una talla superior a 14 cm., en unas 30 localidades a lo largo de aproximadamente tres semanas. Estas localidades estuvieron distribuidas desde Chimbote hasta Ilo. Las recuperaciones fueron de 1,661 marcas en setiembre, 1,743 en octubre, 528 en noviembre y 275 en diciembre. Tabla 1a.

El resumen provisional de los resultados indica que aun cuando parece ser muy limitado el movimiento del stock como un todo, esto es que no existe una migración claramente dirigida, y que por otra parte, los más altos porcentajes de recuperación de marcas corresponden a áreas que se encuentran en inmediato contacto con aquellas en que se efectuaron las marcaciones, sin embargo, se pone de manifiesto una considerable dispersión de los individuos desde las áreas de marcación. La consecuencia de esto es que las pescas realizadas en una determinada área de pesca están compuestas de una mezcla de individuos procedentes de varias áreas de marcación. En la Fig. 1 se dan ejemplos de dispersión. Debiera tenerse en cuenta que la falta de confiabilidad de la información relativa al área de recaptura, que ya fue mencionada antes, contribuirá a aumentar la aparente dispersión de los individuos marcados. Pero, pese a este hecho, los datos parecerían revelar

que el grado de mezcla en las áreas de pesca es de tal magnitud que, para la mayor parte de los fines prácticos, el recurso anchoveta puede ser considerado como una unidad poblacional, con excepción, tal vez, de la región más meridional de la costa. En setiembre, pocos fueron los individuos que, de los que se marcaron frente a Mollendo e Ilo, se recuperaron luego en localidades situadas al norte de las acabadas de mencionar, pero, después de setiembre predominaron las recapturas en áreas septentrionales, hasta la zona frente a Pisco. También se ha recuperado un número apreciable de marcas en Chile. Por el contrario, pocos de los individuos marcados en Pisco y otras áreas al norte de este puerto fueron subsiguientemente recuperados en Ilo y Mollendo. De esto se sigue que aun cuando las anchovetas meridionales se mezclan un tanto con las de áreas septentrionales, en la zona Pisco-San Juan y en ciertos meses, la separación bien puede ser lo suficiente como para que se justifique instituir una reglamentación independiente para el área Ilo-Mollendo.

Un estimado preliminar del esfuerzo de pesca por área, permitió, a su vez, estimar el número de recapturas por unidad de esfuerzo y por área. La variación numérica que de mes a mes exhibió este estimado, en cada localidad de marcación, es un tanto errática, pero el promedio de disminución numérica parecería indicar una tasa de mortalidad total del 50% mensual, lo que resulta ser una tasa desusualmente alta. Análisis más detallados incluyendo la determinación del número de marcas por cantidad unitaria de anchovetas, de 13 ó más centímetros, en las pescas por área, puede ser que provean de información adicional sobre el grado en que es dable confiar en el número de marcas recuperadas para hacer estimados de mortalidad.

La evaluación provisional de los resultados de la marcación es bastante alentadora, pero, al mismo tiempo, ha puesto en evidencia importantes problemas. Es altamente aconsejable que se efectúe, lo más antes posible, un análisis completo de los datos de recaptura, por cuanto que tales análisis no sólo permitirán elaborar resultados más detallados que los que se han logrado con la evaluación preliminar, sino que también pondrán en evidencia los defectos del experimento de marcación bajo comentario, señalando, además, cómo podrán ser evitados estos defectos en futuros experimentos de marcación. Aunque el Panel opina que nuevos experimentos del tipo del ya realizado son deseables, enfatiza la importancia de introducir en ellos las modificaciones que el análisis minucioso acabado de sugerir pudiera poner de manifiesto. A continuación se ofrecen algunas sugerencias para determinadas investigaciones fundadas en el método de la recuperación de marcas, etc. Experimentos de pequeña magnitud, conducidos en áreas limitadas, pueden también ser útiles en la solución de algunos de los problemas más importantes. También debieran realizarse experimentos que permitieran evaluar la factibilidad de marcar anchovetas de tallas inferiores a los 11 cm.

3.2 Fuentes de error de los datos

Los datos de marcación de la anchoveta padecen de los tipos de error

inherentes a todo experimento de marcación, tales como mortalidad inducida por las operaciones de marcación, mortalidad causada por las marcas mismas, pérdidas de marcas durante la vida del individuo marcado, recuperación incompleta de las marcas y demoras en la detección y reportaje de las marcas en las plantas de reducción.

Aunque estos factores probablemente no tienen un gran efecto sobre la información relativa a la distribución y migración de los peces marcados, pueden, tal vez, afectar considerablemente los estimados de mortalidad que se deriven de los experimentos.

Las observaciones hechas durante las operaciones de marcación y un número limitado de experimentos de marcación efectuados en tanques, parecen indicar que la mortalidad debida al proceso de la marcación y a las marcas mismas, así como también la pérdida de marcas, es bastante pequeña, aunque la predación efectuada por las aves, los lobos de mar y las otras especies de peces sobre las anchovetas marcadas y liberadas puede, a veces, ser considerable.

A fin de obtener datos más detallados se recomienda que se realicen más experimentos, incluyendo observaciones referentes al número de peces que sobreviven en un vivero flotante durante un día después de haber sido marcados, así como también experimentos en tanques, relativos a pérdidas de marcas y mortalidad producida por las propias marcas en una escala algo mayor a la usada hasta el presente y con un número adecuado de peces no marcados que sirvan de testigos.

Un factor muy importante es el de la recuperación incompleta de marcas. Los experimentos preliminares han mostrado que la recuperación de marcas de las anchovetas introducidas en las fábricas puede ser bastante elevada, dependiendo ello principalmente de las características de descarga y sistemas de construcción de la planta, así como del tipo, ubicación y número de imanes empleados para recuperar las marcas y del estado físico en que se encuentran los individuos..... entre el 1 y 30 por ciento. Los porcentajes más bajos se obtuvieron precisamente en plantas cuyos sistemas de transporte de materia prima y semielaborada hasta la ubicación del imán son muy extensos y con mucha pérdida de fragmentos en el trayecto.

Se requieren, pues, investigaciones más amplias y más minuciosas sobre las tasas de recuperación de las marcas colocadas en diferentes fases desde el momento en que se realiza la pesca hasta el de la conclusión de la elaboración de la harina de pescado, debiendo, además, efectuarse un cuidadoso estudio de los lugares de recuperación y de los procedimientos en las fábricas. Estos estudios deberían incluir la comparación de las tasas de recuperación en las diferentes fábricas, de los individuos marcados en el experimento de 1970.

La falta de precisión en la información relativa al lugar en que fue pescado el individuo marcado es una consecuencia de la insuficiente infor-

mación de que se dispone sobre las áreas en que las embarcaciones efectúan sus pescas, así como también de la dificultad de decidir qué embarcación y en qué viaje pescó un determinado individuo marcado. Los experimentos preliminares mostraron que transcurría un tiempo considerable entre el ingreso a la planta de individuos marcados y la recuperación de sus marcas en los magnetos. Las primeras marcas aparecían en los magnetos dentro de la hora subsiguiente al ingreso de la materia prima a la planta, continuando las recuperaciones durante el mismo día y el siguiente. 10% de las marcas fueron recuperadas por los magnetos después de más de 2 días en que ellas ingresaron a la planta y, de hecho, la recuperación de las marcas en otros lugares de la maquinaria de las fábricas sólo podía efectuarse cuando se hacía la limpieza general de aquella. Aunque estos factores negativos no pueden ser eliminados totalmente, es posible que estudios más cuidadosos en fábricas ad-hoc, mejoramiento en el rendimiento de los magnetos y una mejor información sobre las áreas en que pescan las flotas correspondientes a cada fábrica, pudiera ser que contribuya a eliminar algunas de las inexactitudes en la información recolectada.

4. EVALUACION

4.1 Tamaños de los stocks a base de análisis de cohortes*

Los resultados de un análisis de los datos sobre edad/longitud y pesca total fueron sometidos a la consideración del Panel. Estos resultados son descritos con más detalle en el trabajo de Burd y Valdivia (ver Apéndice 3). Empleando la clave mensual de edad/longitud, se calculó en número de individuos pescados de cada clase desovante. Los datos de las regiones del centro y del norte fueron examinados separadamente. Empleando estos valores de pesca por mes y suponiendo un coeficiente instantáneo de mortalidad natural de $M = 0.09$ por mes y un coeficiente instantáneo de mortalidad de pesca de $F = 0.10$, para los peces de mayor edad en el cohorte, Burd y Valdivia obtuvieron estimados de la población de cada clase desovante en cada mes. Aunque los estimados de F y M acabados de dar son considerados razonables, debiera tenerse en cuenta que el valor que se asigne a M tendrá un efecto importante en los resultados. Por esta razón el Panel es de la opinión que debieran repetirse los cálculos con otros valores de M tan pronto como sea posible. Estos valores del tamaño de la población, dados en número de individuos, fueron transformados a valores de peso y la Fig. 2 muestra las fluctuaciones mensuales de la población durante el período que va de mayo 1963 a mayo 1970. La Tabla 1 dá los estimados mensuales promedio que se obtuvieron para el stock.

* cohort.

Tabla 1 Estimados de la abundancia del stock obtenidos en base a análisis de cohortes.

Estación	Promedio mensual del stock (en millones de toneladas)
Mayo 1963/abril 1964	13.2
1964/5	13.7
1965/6	18.3
1966/7	16.9
1967/8	19.7
1968/9	13.9
1969/70	14.7

Estos estimados del stock son independientes de aquellos que pueden ser obtenidos empleando la estadística referente a captura por unidad de esfuerzo.

De estos estimados mensuales de la población y el monto de la pesca por mes, se puede obtener un estimado mensual del coeficiente instantáneo de mortalidad por pesca, **F**. Este estimado es completamente independiente de los datos sobre esfuerzo de pesca y puede ser combinado con los datos sobre esfuerzo para lograr un estimado del coeficiente de capturabilidad, **q**, o la efectividad real de una unidad de esfuerzo nominal. Estos datos se presentan en la Tabla 2; en la Fig. 3 se han ploteado los promedios anuales para las regiones del norte y del centro. Los valores para el área del norte en 1964 son elevados, pero si se les omite se pone de manifiesto un constante y parejo aumento durante todo el período que representa una cuadruplicación de los valores entre 1963 y 1970 en el área central, y casi una triplicación entre 1965 y 1970 para el área del norte.

Está bien establecido que la mayor parte de las estadísticas de esfuerzo de pesca con boliche sólo permiten llegar a estimados crudos del verdadero esfuerzo pesquero. En el Instituto del Mar se han hecho correcciones a las estadísticas básicas de TRB-viaje para incorporarse a ellas los probables cambios en eficiencia que tuvieron lugar entre 1960 y 1966, debido a la introducción de macacos, redes más grandes, absorbentes, etc. Se estimó que estas modificaciones aumentaron el poder de pesca en un 20 por ciento. Este valor se fundó, primordialmente, en estimados que se hicieron del tiempo ahorrado con el uso de los macacos, o del aumento del área batida por una red, pero no se logró incluir una compensación por otros factores no susceptibles de ponderación como son, por ejemplo, el aumento de la habilidad de los pescadores, o la mejor búsqueda de cardúmenes, etc.

Es probable que el verdadero poder de pesca ejercido por TRB-viaje haya continuado incrementándose desde 1966. Así, por ejemplo, parece que tanto el promedio de duración de los viajes como el tiempo efectivo de búsqueda de cardúmenes por viaje ha aumentado. Así mismo, es probable que la eficiencia en la búsqueda de cardúmenes y el grado en que las flotas pueden concentrar sus artes de pesca en los cardúmenes de mayor densidad también haya mejorado quizás a favor de una mejor cooperación entre las unidades de la flota, o por la práctica, de las compañías que poseen varias fábricas, de trasladar sus flotas en consonancia con la distribución de los cardúmenes.

Es difícil cuantificar el efecto de estos factores cuando sólo se dispone para ese análisis de la estadística de pesca y esfuerzo. Los datos de la Fig. 3 y de la Tabla 2 permiten llegar a un valioso estimado independiente de los cambios en la eficiencia de una unidad de esfuerzo de pesca. De hecho el Panel no considera precisos los estimados que indican que el aumento ha sido de tres o cuatro veces su valor, aunque admite que esos estimados dan una idea del incremento que se ha producido en la eficiencia de la pesca.

Como se describe más adelante, se han considerado, para el análisis de los datos sobre pesca y esfuerzo, una serie de estimados de eficiencia. Estos análisis muestran que la determinación del rendimiento máximo sostenido no es muy sensible al grado en que se presume que la eficiencia ha aumentado ya que las principales conclusiones extraídas son, aproximadamente, las mismas ya sea que se considere un doble o un cuádruple aumento de la eficiencia. Y es que todas las curvas muestran que el rendimiento actual no es muy diferente del máximo; aunque hay algunas diferencias en la forma de la curva. El supuesto de un gran incremento en la eficiencia, deviene en una curva considerablemente más aplanada.

Sin embargo, todavía es deseable poder disponer de una mejor información sobre los verdaderos cambios que se operan en el esfuerzo de pesca. La mejor manera de enfocar el problema sería lograr una información más detallada de las actividades de la embarcación durante cada viaje. Esta información debería incluir datos sobre área de pesca y duración de cada viaje, descomponiendo éste último, de ser posible, en tiempo invertido en el viaje, tiempo de búsqueda y tiempo efectivo dedicado a la pesca. Datos sobre el número de caladas, con y sin pesca para cada viaje, también serían de valor. Además es altamente deseable disponer de estimados de cambios en la abundancia, independientes de los obtenidos con datos de captura por unidad de esfuerzo.

4.2 Cambios en la composición de tamaños

La reunión anterior del Panel informó sobre un fuerte descenso en la proporción de anchovetas grandes en las pescas, que había tenido lugar a través de los años. Los datos para 1969 y 1970 (Fig. 4) muestran que esta tendencia ha continuado, y, así, en 1969 la proporción de individuos de 14 cm. o más en las pescas acusó el valor más bajo registrado hasta entonces.

Esta tendencia se debe, de una parte, a una continua disminución del tamaño al cual las anchovetas comienzan a ser cogidas por la pesca industrial, y, de otra, a una reducción real de la abundancia de las anchovetas mayores de 16 cm. Un análisis superficial de la razón entre los individuos grandes y los pequeños, parece indicar que los grandes están siendo pescados a un ritmo mayor que el que se deduciría a base del incremento moderado del esfuerzo de pesca nominal que ha tenido lugar desde 1964. Este es el mismo resultado, considerando las cosas de un modo un tanto elemental, que el incremento de la eficiencia deducido del análisis de cohortes, que es un método más elaborado y que ya se expuso en la sección precedente.

Aunque los cambios en la composición de tamaños no son considerados de un modo directo en los análisis posteriores, la tendencia hacia individuos más pequeños y el hecho de que la pesquería gravite, en grado cada vez mayor sobre una sola clase anual, con el riesgo de una seria declinación en la captura cuando aparezca una clase anual pobre, son razones adicionales que mueven a preocuparse por una posible inestabilidad del stock.

4.3 Estimados del máximo rendimiento sostenido empleando datos sobre captura y esfuerzo

En el Informe del Panel de Expertos del año 1970 se examinaron varias de las técnicas que existen para estimar, empleando datos de pesca y esfuerzo, la magnitud del máximo rendimiento sostenido (MRS). En vista de que, con fines prácticos, varios de los métodos empleados dieron estimados del MRS idénticos y que otras técnicas resultaron claramente inadecuadas, el presente Panel empleó sólo los tres modelos básicos que se consideraron más apropiados para estimar el MRS de los stocks de anchoveta peruana, a saber: logístico, genprod (producción general) y exponencial (Tabla 3), más el método del análisis hiperbólico que se expone en detalle.

Todos los modelos fueron ajustados a los valores de la pesca y esfuerzo totales consignados en las Tablas 4 y 5, de modo tal que en ellos quedaron incluidos tanto la predación humana como la de las aves. Los diferentes MRS así computados fueron luego reducidos en 0.74 millones de toneladas que se supone que podrían ser consumidos por la actual población de aves guaneras, estimada en 5 millones de individuos (considerando un consumo anual de 157 kilos por ave). Los datos de pesca y esfuerzo empleados se refieren a estaciones de pesca que van de setiembre de un año a mayo del siguiente. Las curvas de rendimiento de estas funciones, usando las series de esfuerzo no corregidos por conceptos de los posibles grandes incrementos en la eficiencia discutidos en la sección 4.1, pero incorporando el 20% de aumento en eficiencia dentro del período de 1960-1966 descrito en 6.1, incluyendo el año pesquero 1969-70, se presentan en la Fig. 5. Los intervalos de confianza de alrededor de 95 por ciento para estas curvas están, más o menos, a 1 millón de toneladas por debajo y por encima de los estimados del MRS. Para la curva hiperbólica el MRS es estimado a un esfuerzo infinito, lo cual demandó la extrapolación más allá de los datos procedentes de observaciones

reales; los intervalos de confianza para el MRS hiperbólico están aproximadamente 2 millones de toneladas por encima y por debajo de la curva.

El intervalo de confianza es una medida estadística del grado de incertidumbre asociado a un estimado del MRS. El intervalo de confianza **no** mide la variación del MRS dentro de una serie de años sino más bien la probabilidad de que el verdadero valor del MRS caiga dentro de dicho intervalo de confianza. El valor teórico del MRS representa el valor de la producción de equilibrio del stock en condiciones promediales. El modelo exponencial es el que demostró ajustarse mejor a los datos. Para cada uno de los modelos empleados el punto más alejado respecto de la línea teórica de rendimiento ocurrió en el período 1965/66, cuando el volumen de la pesca fue inusitadamente bajo a causa de "El Niño".

El Panel notó que el nuevo estimado del máximo rendimiento sostenido es 0.3 a 0.4 millones de ton. más alto que el estimado del último año y la corrección por concepto de predación aviar es cerca de 0.1 millón de ton. menos (Tabla 3). Estos estimados más altos pueden ser atribuidos a la influencia de una pesca media más alta que la que se esperaba para el esfuerzo de pesca empleado en 1969/70, lo que casi con seguridad, fue motivado por la presencia de una "clase anual" extraordinariamente grande que apareció en diciembre de 1969. Notamos, sin embargo, que el nuevo estimado del MRS cae completamente dentro del límite de confianza para el estimado del último año.

4.4 Revisión de las unidades de esfuerzo

Un asunto del mayor interés, tanto para el año pasado como para el presente, es saber si la medida del esfuerzo está de acuerdo con la realidad. Esto es, ¿es posible que la eficiencia haya aumentado en grado significativo por el efecto de factores difíciles o imposibles de medir tales como el incremento de la habilidad para pescar, una mayor comunicación entre los pescadores, etc.? Este problema de precisar en qué medida mejora el esfuerzo a través del tiempo ha demostrado ser casi insoluble en el caso de todas las pesquerías que usan redes de encierre y boliches, tales como la pesquería del arenque de Noruega o la de sardina de California. Entre paréntesis debe decirse que esto enfatiza la necesidad de obtener medidas del tamaño del stock sin recurrir a los datos de esfuerzo.

Varios análisis independientes de cambios en el poder de pesca de una unidad nominal de esfuerzo, indican que los ajustes que se hicieron en las estadísticas de esfuerzo posteriores a la estación 1963/64 sub-estimaron los verdaderos aumentos en la eficiencia del aparejo de pesca. Los análisis hechos por Burd, Robles y Tsukayama emplearon datos y métodos algo diferentes y aun cuando hay cierto desacuerdo respecto de la magnitud exacta en el cambio de eficiencia, estos investigadores están de acuerdo en que el poder de pesca de una unidad nominal por lo menos se ha doblado desde 1960/61. Los tres modelos básicos así como el hiperbólico fueron empleados

con tres conjuntos de datos de esfuerzo a lo largo del período que va de 1963/64 a 1969/70 ajustándolos de tal modo que abarcan toda la gama de posibles aumentos de eficiencia. La Tabla 6 muestra los datos de esfuerzo y los factores de ajustamiento empleados para computar los esfuerzos corregidos. Tal como se ve en la Tabla 7, estos factores de corrección tienen escaso efecto sobre los estimados del MRS, lo cual parecería indicar que dichos estimados son esencialmente independientes respecto de los valores específicos dados a los factores de ajuste del esfuerzo. Estos ajustes del esfuerzo reducen apreciablemente la varianza de los valores observados alrededor de dos de las líneas ploteadas para la curva exponencial; en cambio en el caso de la curva logística, esos mismos ajustes determinaron un aumento de sus respectivas varianzas.

De las tres nuevas series de esfuerzo, la primera, es decir, la de esfuerzo (2) en la Tabla 6, se cree que es la más ajustada a la realidad y sus implicancias son consideradas en detalle en la Fig. 6, la cual muestra el ajuste de los datos de captura y esfuerzo en los modelos logístico, hiperbólico y exponencial. Se puede ver que el hiperbólico es el que mejor se ajusta a los datos, siendo el logístico el peor. El método del ajuste de la curva logística consistió en hacer la regresión entre la captura por esfuerzo sobre el esfuerzo y la exponencial en hacer la regresión del logaritmo de la captura por esfuerzo sobre el esfuerzo. Para la curva hiperbólica los datos de captura fueron ajustados directamente a los de esfuerzo mediante el empleo de una técnica repetitiva no lineal. La hipérbola parece ser la curva que permite estimar mejor las consecuencias económicas derivadas de los cambios en el esfuerzo. Las implicaciones biológicas son examinadas en la próxima sección.

Se pueden formular tres importantes asertos. Primero, como ya se dijo líneas arriba, hay poco cambio en el estimado del MRS. En efecto es de 10.0×10^6 T.M., según el método exponencial y de 10.3×10^6 T.M., según el logístico (cifras que se refieren al rendimiento total menos 0.74×10^6 T.M. por concepto de predación aviar). En términos de TRB-viajes para el período 1969/70, los citados máximos rendimientos corresponden a 20.2 y 17.6 millones TRB-viajes (equivalentes a 30.8 y 31.3 TBR en esfuerzo corregido), es decir considerablemente menos que los 24.5 millones de TRB-viajes que figuran en las estadísticas de 1969/70. (La curva hiperbólica no tiene ningún máximo para ningún valor finito o real del esfuerzo pesquero y, por lo tanto, no es comparable con las otras).

El segundo aserto importante que puede hacerse, a base del presente análisis, es que existe un gran excedente de esfuerzo. El exceso en esfuerzo potencial, esto es aquel que podría ejercerse por la flota pesquera actual si trabajara a tiempo completo a través de todo el año, sin las restricciones que le impone la reglamentación vigente, es, como se dijo en otro lugar, considerablemente mayor que el realmente empleado, y está aún más en exceso del nivel de esfuerzo dado para el rendimiento máximo bajo condiciones promedio.

El aserto final digno de considerarse es que el valor medio de la biomasa

de anchoveta en 1969/70, según el estimado hecho usando la serie de esfuerzo más cauta, representa solamente el 38% de la correspondiente al período de 1960/61 y es posible que sólo sea aún más pequeño con respecto de la biomasa del stock en condiciones vírgenes. De esto se infiere que la intensa pesca de la anchoveta ha deprimido el volumen del stock hasta un nivel extremadamente bajo. Como se discute en la próxima sección el Panel cree que esto podría llevar a una situación inestable en la cual habría el peligro de un abrupto colapso del stock.

Además de los modelos acabados de comentar, el Panel también consideró otro que puede ser empleado en el análisis de los datos sobre captura y esfuerzo. Se le describe con algún detalle en lo que sigue, aunque no se piensa que necesariamente es mucho mejor (o mucho peor) que los otros modelos. La excepción es el modelo logístico que se torna menos satisfactorio a medida que se introducen valores crecientes de eficiencia pesquera.

4.5 Análisis hiperbólico

Puede decirse que el sistema de producción íctica en la Corriente del Perú funciona en forma muy similar a la de un quimostato (un mecanismo para mantener cultivos continuos de poblaciones tales como bacterias o fitoplancton). La cinética del crecimiento de las poblaciones cultivadas en quimostatos puede ser simulada con bastante aproximación por el modelo hiperbólico o ecuación de Michaelis-Menton, como se le llama de ordinario. Puesto que los datos sobre la anchoveta se ajustan tan bien al modelo hiperbólico y la analogía biológica parece correcta, algunas de las importantes implicaciones de dicho modelo debieran ser examinadas en más detalle. Puede mostrarse fácilmente que una relación hiperbólica entre la captura por unidad de esfuerzo y el esfuerzo supone que la captura sostenida aumenta linealmente a medida que el tamaño del stock disminuye (Ver Fig. 7).

Es obvio que el máximo rendimiento sostenido no puede ser obtenido cuando el tamaño del stock es cero y a un número infinito de unidades de esfuerzo. Lo que este modelo sí implica es que la producción teórica de equilibrio alcanza un máximo cuando el tamaño del stock está muy por debajo de la mitad del tamaño que tendría si sobre él no se ejerciera pesca alguna, mientras que en el caso del modelo logístico el MRS ocurre cuando el tamaño del stock es la mitad de su máximo (Ver Fig. 7). Por otra parte, en lugar de un descenso gradual hacia los niveles de sobrepesca, propios de los modelos logísticos y exponencial, en el hiperbólico se trata de una función discontinua y como tal ella predice un repentino colapso del stock en un nivel indeterminado a medida que el rendimiento se acerca al valor que tendría con un esfuerzo pesquero infinito.

En relación con este asunto se muestra en la Fig. 7 el estimado del tamaño del stock actual, que está apreciablemente por debajo de la mitad del valor que tendría en condiciones vírgenes y, en consecuencia, cualquier descenso hacia el cero de rendimiento, desde niveles menores que el que tiene actual-

mente, deberá ser muy drástico. Puede, por otra parte, que esto no ocurra nunca ya que también el modelo señala que para conducir el stock a tamaños aún menores se tendría que incrementar el esfuerzo de pesca en gran medida y antieconómicamente. Es más probable que una o dos estaciones de desove pobre generen el mismo efecto que el asociado a un fuerte aumento del esfuerzo de captura.

Esto es lo que ocurre en un quimostato. En efecto, en un quimostato el colapso tiene lugar cuando la tasa de las extracciones de cultivo excede a la de la máxima multiplicación celular, y, si bien es cierto que dicho colapso no es vertical sí acusa una fuerte pendiente. La anchoveta no se reproduce, tan simplemente, como lo hace una célula, pero su corta vida y la forma de su reproducción la aproximan bastante bien al caso de los cultivos quimostáticos. Pero sea ello como fuere, los retrasos que habría que introducir en el modelo, por razón de su ontogenia más compleja, sólo acentuarían la tendencia de su población a colapsarse drásticamente.

El aspecto de la ontogenia de la anchoveta que sugiere que el modelo concuerda con la realidad, es el hecho de que el reclutamiento parece ser máximo a un valor del stock inferior a la mitad del que tendría en condiciones vírgenes, como lo puso en evidencia la fuerte clase anual constatada a comienzos de 1970. Las características del desove junto con la conocida propensión de la anchoveta a devorar sus propios huevos, parece indicar que este engráulido posee un sensible mecanismo autoregulator dependiente de la densidad de su población. Por ejemplo, un exitoso período de desove en agosto-setiembre debe amortiguar considerablemente el de febrero, y viceversa. Por el contrario a un desove pobre en agosto-setiembre seguiría un exitoso desove en febrero, siempre que, desde luego, haya suficiente número de adultos.

A medida que disminuye el tamaño del stock se puede esperar que aumente su potencial reproductivo hasta que, repentinamente, la población se colapsa. Las observaciones sobre el comportamiento de poblaciones ícticas reales, que se encuentran en niveles bajos de abundancia, muestran que la productividad tiende a hacerse muy errática y, al mismo tiempo, extremadamente alta. Ejemplos de poblaciones con alta producción en la fase de aguda depresión numérica, motivada por la sobrepesca u otras causas, justamente antes de su colapso, lo constituyen, por ejemplo, la sardina de California, y varios stocks de los Grandes Lagos en los EE.UU. Siendo esto así, es de la mayor importancia establecer, en el caso de la anchoveta, un preciso y oportuno sistema monitor que permita detectar cualquier evidencia de notable perturbación como sería, por ejemplo, un fracaso en el reclutamiento. Esta información debería entonces ser empleada para reducir rápidamente la pesca a un nivel que permita a la población recuperarse hasta que asegure su preeminente posición en el Sistema de la Corriente del Perú.

5. REGLAMENTACION

5.1 Consideraciones generales

Las curvas que relacionan, en condiciones promediales, la pesca sostenida con el esfuerzo de pesca y que fueron presentadas en la sección precedente, suministran las bases para instituir la reglamentación de la pesquería.

Aunque las curvas difieren entre sí un poco, lo que depende del modelo de análisis empleado y el grado en que se supone haber aumentado la eficiencia de una unidad de esfuerzo, exhiben, sin embargo, una apreciable concordancia respecto del problema de mayor importancia: que el nivel de esfuerzo actual es demasiado alto, pues el máximo de las curvas de rendimiento corresponde a un nivel de esfuerzo pesquero considerablemente inferior al presente. El exceso de este esfuerzo durante la estación de 1969/70, para el caso de los modelos logístico y exponencial, está entre el 30 y 70 por ciento del esfuerzo que corresponde al máximo rendimiento sostenido. Aun para las curvas de rendimiento obtenidas mediante la aplicación del ajuste por el método GENPROD que presenta un máximo a un nivel de esfuerzo de pesca más alto que el logístico o el exponencial, sólo podrá esperarse un pequeño aumento en la pesca correlativo a cambios mayores en el aumento del esfuerzo, puesto que las curvas de rendimiento son prácticamente horizontales cerca de los máximos. Este excesivo esfuerzo pesquero lleva aparejado los siguientes malos resultados:

- (a) El volumen de la pesca, en promedio, es inferior al que se podría lograr, debido a que los individuos no tienen suficiente tiempo para crecer.
- (b) El costo de la pesca es mucho mayor que el necesario; el punto del máximo rendimiento económico neto está muy desplazado hacia la izquierda del punto correspondiente al máximo rendimiento físico bruto.
- (c) La inestabilidad del stock ha sido aumentada, y existe un mayor riesgo de que se produzca el colapso de todo el stock.

El Panel no podría cuantificar el rubro (c), pero sí cree que se trata de un riesgo real y que, en vista de la importancia que para el Perú tiene la industria de harina de pescado, y la falta de recursos bióticos alternativos, debe minimizarse el albur de un colapso.

Varias pesquerías pelágicas foráneas, tales como la de la sardina de California y algunos stocks de arenque del Atlántico Norte, han sufrido un colapso. Tal parece que, bajo una fuerte presión de pesca, una sucesión de años de condiciones ambientales insatisfactorias puede deprimir el stock a tal punto que luego se le hace difícil recuperarse cuando las condiciones se normalizan. Se han dado casos en los que una sucesión de clases anuales pobres y la declinación de la pesquería han sido precedidas de una clase anual extraordinariamente grande, quizás si como una reacción de com-

pensación del stock ante la desmedida presión de pesca. Tomando en consideración estos hechos, la clase anual extremadamente grande sobre la que gravitó la pesquería de la anchoveta en 1970 podría no ser del todo alentadora.

La precisa elección del tipo de reglamentación que deberá instituirse, dependerá de balancear atinadamente los diferentes objetivos (maximizar la pesca, reducir los costos o disminuir el riesgo de colapsar la pesquería). Los dos últimos se logran mejor mediante una reglamentación que tiende a mantener el esfuerzo por debajo del que dá el máximo rendimiento sostenido. Las curvas de rendimiento (Fig. 7) son sensiblemente aplanadas para una gama bastante amplia de valores de esfuerzo de pesca alrededor de aquel que corresponde al máximo rendimiento sostenido. Esto significa que el aumento de esfuerzo de pesca requerido para aumentar la pesca digamos de 98 por ciento hasta 100 por ciento del máximo, tendría que ser grande y los desembolsos serían mucho más grandes que las ganancias percibidas por concepto de la producción adicional y esto sin considerar el efecto que tendría la mayor producción sobre el precio del producto. De otro lado, como se señaló en el informe del primer panel, no se conoce bien la forma de las curvas de rendimiento más allá de la posición correspondiente al máximo.

Si el objetivo que se persigue es lograr una captura física máxima, el Panel en su primera reunión puntualizó que sería necesario determinar de manera más precisa la posición del máximo rendimiento recurriendo a un método de búsqueda secuencial y empírica, consistente en permitir que en cada estación aumente leve y temporalmente el esfuerzo de pesca por encima del estimado hecho para la estación anterior del esfuerzo óptimo hasta que se obtenga alguna evidencia de que la producción está disminuyendo. En esa oportunidad el Panel creyó que el esfuerzo (esto es en la estación 1968/1969) que fue la última para la cual se dispuso de datos completos) estuvo algo por debajo del máximo y así teniendo en cuenta las consideraciones señaladas arriba, propuso incrementos en la curva de captura en $\frac{1}{2}$ millón de toneladas para obtener una mejor definición de la parte superior de la curva de rendimientos.

En la estación de 1969/70, aparte de un gran aumento en la pesca, debido a la presencia de una clase anual extraordinaria, también se registró un considerable aumento en el esfuerzo de pesca, tanto al expresarlo en unidades estándar como, y aún más, si se introducían correcciones por el probable aumento de eficiencia. El Panel es del parecer que este aumento en esfuerzo más allá del probable nivel al que ocurre el máximo rendimiento sostenido, ha rebasado la cautelosa expansión recomendada en la primera reunión. Sugiere, en consecuencia, que el objetivo inmediato de la reglamentación debiera ser reducir el esfuerzo, pero en forma efectiva, por debajo del nivel de 1969/70, por lo menos en un 20 por ciento. Y conste que esta reducción todavía dejaría a la pesquería de la anchoveta con un esfuerzo superior que la mayor parte de los estimados que se han hecho sobre el esfuerzo de pesca que daría el máximo rendimiento sostenido. En condiciones promediales, este esfuerzo generaría una pesca de alrededor de 10 millones de toneladas, cifra que no discrepa notablemente de los estimados que se han hecho del máximo rendimiento sostenido.

El Panel, obrando bajo el supuesto de un reclutamiento promedio, propone, para la presente estación, una cuota de pesca de 10 millones de toneladas. Advierte, sin embargo, que una simple cifra para la cuota anual sin controles adicionales, no es una forma satisfactoria de regular la pesca. Puesto que las curvas de rendimiento son generalmente aplanadas, en su parte superior, se comprende que el mismo volumen de pesca puede ser generado por muy diferentes esfuerzos pesqueros. El emplazamiento del esfuerzo en el tiempo y en el espacio puede también ser muy importante. La reglamentación debiera, por tanto, incluir algunas disposiciones que aseguren que no se ejerza pesca excesiva de una determinada clase anual al comienzo de su vida. En cierta medida esto ya se logra mediante la forma como se distribuye la veda de verano y las épocas del año puesto que la nueva clase anual se recluta a la pesquería hacia la mitad de la estación de pesca.

Se debe anotar que si la estación de pesca para la cual la cuota se calculó, se inicia cuando los peces se reclutan fuertemente, habría menos control sobre el esfuerzo de pesca; por ejemplo, si hubo una fuerte pesca apenas después de iniciarse el reclutamiento, las capturas en términos de peso serían abundantes, pero, no en la proporción del gran número de individuos cogidos; en el resto del año los peces continuarán en un nivel alto a base de los relativamente pocos sobrevivientes sin que se alcance la cuota, debido a la ausencia de peces más grandes, y no habría control en la cantidad de pesca. Las posibilidades de que la cuota sea alcanzada serían aun más reducidas si la clase anual en cuestión estuviera por debajo de la magnitud promedio.

Por otra parte, con la presente estación de pesca, la que termina poco después que una nueva clase de reclutas entra a la pesquería, la cuota puede ser alcanzada y se establecerá un freno a una mayor pesca, sin embargo, quedan pocos peces de la clase anual que alimentó la pesquería en la primera parte de la estación de pesca. La consecuencia de los diferentes esquemas de temporadas de pesca es especialmente importante al presente nivel de esfuerzo potencial, con el que la flota es capaz de capturar una gran parte de los stocks relativamente en pocos meses.

5.2 Reglamentación para la estación de 1970/71

El Panel tomó conocimiento de que se habían propuesto disposiciones adicionales para el resto de la estación de 1970/71. Estas incluían una cuota separada de 1.2 millones de toneladas para marzo de 1971, así como cuatro posibles alternativas para el resto de la estación (sobre la base de un total de 4.8 millones de toneladas asignadas para la pesca durante la segunda mitad de la estación). El Panel no trató de calcular cuál debiera ser la cuota para la segunda mitad de la estación de 1970/71 usando los nuevos estimados de MRS bajo condiciones promediales y el tamaño de las recientes clases anuales, pero, opinó que la cifra de 4.8 millones de toneladas propuesta por el Ministerio de Pesquería era razonable. Las alternativas que se propusieron fueron:

- (a) Pesca irrestricta hasta cubrir los 4.8 millones de toneladas de la cuota.
- (b) Un límite de 20 días de pesca por mes.
- (c) Un límite de 1.2 millones de toneladas por mes.
- (d) Un límite de 4 días de pesca por semana.

Si los tamaños de los individuos que se pescaran en cada una de las 4 alternativas enumeradas fueran los mismos y el total de las pescas fuera de 4.8 millones de toneladas, los efectos sobre el stock serían virtualmente los mismos. Si hubieran peces de pequeña talla en número significativo, resultaría ventajoso distribuir las pescas de modo parejo a través de todo el período, a fin de darles a los individuos una oportunidad de crecer. Sin embargo, puede que, en principio, sea deseable modificar la cuota actual, ya sea por encima o por debajo de los 4.8 millones de toneladas, en función de la magnitud de la clase anual entrante. Esto no podrá ser determinado hasta que no se conozcan los resultados de la pesquería en marzo, en particular, la composición en tamaños de las capturas y los valores de la captura por unidad de esfuerzo. Sería conveniente, si se ha de hacer este ajuste, que las pescas se distribuyan, con igual intensidad, a lo largo de un período más largo [recurriendo a cualquiera de las alternativas (b), (c) o (d)], a fin de dar más tiempo para que se hagan los análisis de los datos respectivos y se puedan sopesar los resultados de dichos análisis.

La revisión perentoria de la cuota de pesca, en función de la magnitud de la clase anual entrante, es algo difícil y el Panel cree que esta dificultad bien podría ser mayor que los beneficios teóricos, a no ser que las clases anuales fueran particularmente débiles.

Los sobrevivientes de una fuerte clase anual estarían aún vivos en setiembre, al comienzo de la nueva estación, y la pérdida en números durante la época de veda se compensaría con el aumento en biomasa. Cualquier fracaso en el aumento de las capturas en marzo-mayo, al final de una estación, puede, por tanto, quedar compensado por las pescas incrementadas al comienzo de la próxima estación. Las pérdidas en biomasa causadas por la mortalidad natural durante el invierno del hemisferio sur resultan más que compensadas por el crecimiento individual de los peces, es decir, que la magnitud del stock no sufrirá ninguna merma a través de este período sin pesca. Sería, por lo tanto, suficiente ajustar las cuotas de captura en la segunda estación; es decir, el ajuste para una variación del promedio de la magnitud de la clase anual entrante, al comienzo de 1971, podría hacerse modificando la cuota para la estación de 1971/72. La excepción la constituiría el caso de una clase anual entrante muy débil, la cual se vería prontamente reducida a un nivel muy bajo si las pescas se mantuvieran en su valor promedio.

El Panel cree, por lo tanto, que no debiera efectuarse ningún ajuste a la cifra propuesta de 4.8 millones de toneladas para la segunda mitad de la estación de 1970/71, a no ser que en el stock el número de los pequeños reclutas sea muy escaso. De presentarse esta situación debiera considerarse seriamente la necesidad de dar por terminada la estación de pesca antes de lo normal.

También es opinión del Panel que debieran proseguirse los estudios sobre cómo varían las pescas mensuales o estacionales de una clase anual a través de toda su vida y bajo diferentes niveles de esfuerzo pesquero. Estos estudios debieran ser empleadas para idear un sistema de cuotas con ajustes adecuados para compensar por los cambios en la magnitud de las clases anuales, que mantuviera el esfuerzo pesquero en un nivel deseable.

5.3 Pronósticos a corto plazo del volumen de la pesca y su composición por tamaños

Los pronósticos de largo alcance se agrupan alrededor del MRS y su asociada función de predicción. Ellos se fundan en el crecimiento promedio, reclutamiento y los sobrevivientes para el desove. Los pronósticos a corto plazo consideran la variabilidad de los términos en la ecuación que da el MRS, debido a los cambios en el crecimiento o reclutamiento y disponibilidad. En el caso que nos ocupa, como en la mayor parte de otros, el elemento crucial de mayor trascendencia en las predicciones de corto alcance es el reclutamiento. Le siguen en importancia la variación del crecimiento y la época en que tiene lugar el reclutamiento, uno y otro de los cuales son probablemente funciones del medio ambiente; siendo la temperatura, por lo menos en parte, un indicador muy útil.

Durante los primeros años de una pesquería, esta variación tiene poca trascendencia: la población soporta una pesca incipiente y los volúmenes totales de pesca guardan una directa correlación con la cantidad de peces que puede ser pescada, procesada y comercializada. Más tarde, a medida que las capturas se aproximan al máximo, también comienzan a variar en consonancia con los cambios temporales del reclutamiento, crecimiento, etc. Finalmente, cuando la población está siendo fuertemente explotada y aproximadamente, toda la producción en exceso está siendo cosechada, la pesca anual es altamente sensible a estas variaciones de corta duración.

Estas fluctuaciones causan serios problemas económicos y pueden poner en peligro al stock y a la pesquería, porque cuando la fluctuación es negativa, la pesquería se encuentra bajo una fuerte presión económica para sobreexplotar el stock, especialmente cuando, como en el Perú, hay un exceso de embarcaciones pesqueras. Estas dos clases de problemas pueden ser resueltos señalando expresamente un nivel de cuota anual que casi siempre puede ser alcanzado. Esto significa, por supuesto, que se desperdiciará pescado (durante los años de desviaciones positivas). La solución alternativa es hacer pronósticos y luego ajustar las capturas de modo tal que el máximo se tome durante toda la vida del pez. Los pronósticos también permiten a la industria formular adecuados planes económicos: Si se pronostica con bastante anterioridad los abastecimientos por encima o por debajo de lo normal.

El primer paso que se debe dar es la elaboración de un programa de

investigación que incluya rubros tales como observaciones cuantitativas del ambiente, de la fuerza del reclutamiento y del crecimiento en base a las descargas en puertos y, otras investigaciones especialmente diseñadas. Este material es entonces analizado elaborándose luego un sistema compuesto por una serie de predicciones. Por ejemplo, la serie en cuestión podría ser pronósticos para uno, dos, cuatro, ocho y doce meses. Una vez que el sistema de pronósticos entra en función se le va mejorando utilizando para ello las diferencias entre los valores pronosticados y los realmente constatados.

Básico para el establecimiento de un tal sistema es mantenerse en estrecho contacto con la industria a fin de que sus requerimientos sobre el tipo de los pronósticos, su calidad y su formato sean tomados debidamente en cuenta. Entre paréntesis diremos que un tal sistema casi con seguridad requerirá un mejoramiento del procesado de los datos y de las facilidades para efectuar los cómputos en IMARPE puesto que sólo así los pronósticos podrán hacerse en tiempo oportuno.

La importancia de establecer un sistema de esta naturaleza no es posible exagerarla. Los beneficios económicos pagarán con creces los costos del mismo, y serían acrecentados considerablemente si la industria considera y emplea los pronósticos en función de la oferta y demanda mundiales. Resulta más crucial aún el hecho de que se dispone de considerable evidencia de que los stocks de anchoveta se encuentran bajo una presión de pesca tan fuerte que una perturbación negativa, por ejemplo, una clase anual pequeña, no administrada adecuadamente, bien puede desencadenar un colapso irreversible de la población. Se desprende, pues, que a no ser que se disponga de un nuevo sistema de pronósticos, las acciones administrativas correctivas llegarían demasiado tarde.

6. INFORMACION ADICIONAL SOBRE LOS STOCKS DE ANCHOVETA

6.1 Prospecciones acústicas: Trabajo actual

Se dispone de observaciones acústicas sobre distribución de peces desde 1961, en varias formas y detalle; durante los primeros años se obtenían eco-registros en todos los cruceros de investigaciones generales, después se introdujo el sistema de operaciones con varias embarcaciones (QUIZAS y EUREKA). A partir de 1966 hasta el presente han sido conducidas 17 exploraciones EUREKA dentro de un programa estándar empleando la misma clase de instrumentos y métodos. En los últimos años los esfuerzos de investigación también han sido dirigidos a mejorar y adecuar los métodos a las condiciones locales, a fin de estudiar el comportamiento y la abundancia de la anchoveta sirviéndose de estimados directos. Esto ha involucrado medidas de la "magnitud del blanco" y su relación con el tamaño, comportamiento y distribución de los peces. Los programas de exploración locales emprendidos para someter a prueba la metodología han demostrado que se requiere introducir mejoras. Esto será tratado más adelante.

Estas exploraciones EUREKA tienen por objeto ofrecer una visión sinóptica de la distribución y abundancia relativa de la anchoveta y, en parte, son conducidas como un servicio a la industria. La comparación de los índices de abundancia a base de los eco trazos de las exploraciones EUREKA y el éxito alcanzado en varios puertos han demostrado la utilidad general de los resultados. Se cree que estas observaciones contienen más información aún y que, en consecuencia, se presta para un análisis más cuidadoso de las mismas.

El Panel pasó breve revista de los índices totales de abundancia de la anchoveta, elaborados a base de los eco-registros, utilizando las exploraciones EUREKA efectuadas en agosto de cada año y los datos de años anteriores obtenidos por las embarcaciones de investigación. Se hizo evidente una declinación en años recientes, compatible con el esperado efecto de la magnitud de la pesca, aunque los primeros años no armonizaron con esta interpretación. La exploración EUREKA de agosto de 1970 puso de manifiesto un índice total bajo de abundancia estimada a base de eco-registros, mientras que el de febrero 1971 fue razonablemente alto. Al comparar los resultados de las exploraciones EUREKA de año en año debe tenerse en cuenta la época en la cual los nuevos reclutas ya son lo suficientemente grandes como para comenzar a formar cardúmenes y ser captados por los impulsos de los eco-sondas empleados. Esta época varía algo de un año al siguiente.

6.2 Uso futuro y posibilidades

Las exploraciones EUREKA se estiman que son de uso directo para la industria y son también muy valiosas en la investigación científica del Instituto, debiendo, por lo tanto, ser proseguidas.

Parece, sin embargo, probable que podría lograrse una información considerablemente mayor si se mejorara la calidad de estas exploraciones, lo que, por otra parte, no implicaría desplegar mucho mayor esfuerzo. Todos los instrumentos debieran ser calibrados utilizando un blanco estándar. Las pruebas en la pesca, comenzadas en febrero de 1971, debieran ser intensificadas y la exploración acústica debiera confinarse a una área pequeña, empleando una embarcación de investigación dotada de instrumentos calibrados e integradores. Esto constituiría un primer enfoque práctico para obtener un índice total de abundancia a base de eco-registros.

En forma paralela al mejoramiento de las exploraciones EUREKA dirigidas principalmente a las anchovetas de tamaño comercial, el método acústico también debiera ser considerado como una de las técnicas más promisoras para obtener estimados de la abundancia de los pre-reclutas. Esto requerirá de un mayor conocimiento respecto de las propiedades acústicas de las anchovetas más pequeñas y de su comportamiento. Para pescar anchovetas que se encuentran en la fase de pre-reclutas, debiera elegirse un aparejo de pesca adecuado y que, de ser posible, genere información cuantificable.

Los trabajos que permitan un mayor desarrollo de las técnicas acústicas a usarse en las investigaciones de la anchoveta deberán incluir medidas del blanco, de la intensidad para diferentes tamaños de peces y bajo diferentes condiciones. Los aspectos relativos al comportamiento son de la mayor importancia, tales como distribución vertical, cardumenaje y cambios diurnos del comportamiento. Debe también estudiarse la metodología y las tácticas empleadas en relación con los cambios diurnos y estacionales de la distribución y el comportamiento. De singular valor es estudiar estos asuntos en el estrato de agua comprendido entre la superficie y unos seis metros. También debiera ponerse atención a la selección y desarrollo de adecuados aparejos de pesca para muestrear e identificar las diferentes especies ícticas que generan la diversa clase de eco-registros observados.

6.3 Datos sobre huevos y larvas

Debe considerarse la posibilidad de extender el tipo de exploraciones EUREKA a las investigaciones sinópticas de la distribución de huevos y larvas. Se sugiere para ello el uso de pequeños muestreadores de alta velocidad desde las embarcaciones empleadas en las exploraciones EUREKA. Este tipo de observaciones podrían proveer información útil y a bajo costo sobre asuntos tales como cambio en la posición y extensión de las áreas de desove. Una disminución del área de desove ha sido, con alguna frecuencia, un signo premonitorio de la declinación en la abundancia de algunos stocks pelágicos, y observaciones de la magnitud del desove pueden indicar anticipadamente una inminente declinación del stock.

Además se podría lograr un cuadro más completo de la abundancia del macroplancton (v.gr. Eufáusidos y Sagitas).

6.4 Datos sobre el medio ambiente

Aunque actualmente ya se dispone de una considerable información sobre varios aspectos biológicos de las poblaciones de anchoveta así como también sobre su medio ambiente, se ha desplegado poco esfuerzo en la tarea de correlacionar uno y otro tipo de información.

Es del más grande y urgente interés correlacionar las variaciones en el reclutamiento con varios factores del medio ambiente, tales como temperatura, intensidad del afloramiento, etc. Puesto que la abundancia de una clase recluta probablemente está determinada por lo que le ocurra durante los 3 ó 4 primeros meses de vida, debiera procurarse describir los fenómenos oceanográficos que tienen lugar durante ese período tan fielmente como sea posible. Una complicación es que la época exacta en que una clase recluta es desovada no es siempre bien clara, razón por la cual puede ser necesario disponer en varios modos alternativos de comparar los datos. Quizás debiera intentarse también el uso de un índice térmico muy simple. Otro aspecto importante de estos tipos de estudio es el tratar de correlacionar la distri-

bución y el comportamiento de la anchoveta con varios factores mesológicos. Haciéndolo así podría obtenerse resultados importantes para evaluar los cambios en la disponibilidad de la anchoveta. Se propone que el Instituto del Mar se aboque a estos estudios tan pronto como sea posible.

Como primer paso en este estudio, debiera prepararse un sumario tabular que diera, para cada mes, desde 1955, un índice de las condiciones hidrográficas del área concernida. Datos seriados de temperatura para una localidad determinada, tales como los de Chicama, serían útiles y debieran ser publicados a intervalos regulares.

7. OTROS ASUNTOS

7.1 Aves

La ornitofauna guanera mantiene un ritmo de incremento poblacional lento, estimándose que su número está entre los 5 y 6 millones de individuos, en contraste con los 26 millones de 1955, cuando la pesquería era muy pequeña (Ver el informe anterior —Bolet. IMARPE, Vol. 2, N° 6). La incapacidad que muestra la población de aves para incrementarse puede obedecer a la dificultad que ella enfrenta en la obtención de su alimento de una población de anchoveta reducida o por la interferencia que los pesticidas puedan tener sobre los procesos reproductivos en las cadenas alimentarias, aunque sobre esto último no se dispone de ninguna evidencia.

Uno de los mecanismos responsables de esta incapacidad de la población aviar para incrementarse pudiera ser una disminución del número de polluelos por adulto. Durante el mes de febrero, en los años de 1960, 1962 y 1963, el promedio de polluelos por adulto fue de 0.6. Estos años comprenden el último período de crecimiento de las poblaciones aviarias. Durante un período más reciente (1966-1970) en el cual la población no aumentó, el promedio de polluelos por adulto, en febrero, fue de 0.3 por adulto. Ahora bien, si 0.3 mantiene la población en un nivel constante, 0.6 permitiría un rápido crecimiento de la misma. Careciendo de información fehaciente referente al efecto de los pesticidas sobre las aves guaneras, la hipótesis más simple es que, ante una población de anchoveta reducida, las aves ya no pueden invertir tanta energía en la reproducción como les fue posible hacerlo anteriormente.

Aunque bien puede ser que no exista una verdadera razón para alarmarse respecto de las aves guaneras, su incapacidad para incrementar sus números puede estar relacionada con el hecho de que la magnitud del stock de anchoveta está bien por debajo de la mitad de la que le correspondería en condiciones vírgenes, lo cual sugiere, a su vez, que la población de anchoveta debiera ser explotada con sagacidad. También sugiere que la pesca intensa de la anchoveta puede limitar la productividad de las poblaciones de peces

de consumo, los cuales, a semejanza de las aves, tienen en las anchovetas su principal fuente de alimento.

El Panel opina que un mejor estudio de la interacción entre la pesquería y las aves podría lograrse a favor de una más detallada información sobre la dinámica de la población de las aves, además de proseguir con los censos que de ella se efectúa actualmente. Tales estudios podrían ser realizados en un número reducido de sitios seleccionados y debieran incluir cosas como el grado de éxito de las eclosiones, proporción de huevos rotos (que podría constituir una medida del efecto de los pesticidas); grado de éxito de la crianza de los polluelos, peso de los adolescentes (que podría servir de una medida indirecta de la disponibilidad alimentaria) e información respecto de la edad a la cual las aves alcanzan su primera madurez sexual.

7.2 Informe del Panel de Economía

El presente Panel tomó nota del informe del Panel de Expertos sobre los efectos económicos de las reglamentaciones alternativas para la pesquería de la anchoveta peruana, expuestas en el Informe 34 del Instituto del Mar. El Panel cree que este es un informe muy importante que complementa el trabajo del Panel de Evaluación del Stock. Los resultados aquí expuestos corroboran las conclusiones del Panel de Economía. En particular, los estudios más recientes sobre la inestabilidad de poblaciones ícticas, fuertemente explotadas, confirman la conclusión del riesgo inherente que entraña la existencia de una capacidad de explotación excesiva en una época de condiciones ambientales adversas.

El Panel, por tanto, recomienda enfáticamente que las propuestas del Panel de Economía sean puestas en marcha, a fin de que la pesquería peruana de la anchoveta pueda alcanzar una alta eficiencia económica y se coloque en una situación de poder hacer frente a la presentación de condiciones ambientales desventajosas y de un stock disminuído.

Una pesquería así racionalizada experimentaría menos necesidad de efectuar pescas excesivas de un stock deprimido, movida por consideraciones económicas de corta duración. Con ello se reduciría el riesgo de que condiciones ambientales desfavorables determinaran el colapso del stock.

7.3 Rendimiento potencial de otras especies

Además de los estudios referentes a la anchoveta, el Panel puso alguna atención al potencial de otros recursos pesqueros, y consideró algunos estimados tentativos de este potencial que recientemente devinieron disponibles.

Los estudios hechos en base a varias clases de datos, incluyendo los datos pesqueros, los de pescas exploratorias y los de eco-sondas, la comparación con otras áreas de características similares y de producción conocida y otra

suerte de información biológica, condujeron a un primer estimado de pesca potencial del orden de las 400,000 toneladas y quizás de unos pocos cientos de miles más de otros animales, principalmente jibias, que, sumadas a las anteriores darían un total de unas 600,000 toneladas.

Los estimados fundados en la comparación del número de huevos y larvas de anchoveta con los de otras especies acusaron valores comprendidos entre 250,000 y 1 ó 2 millones de toneladas, según fueran las suposiciones hechas respecto a la producción de huevos por especies, período de vida de los huevos y otros factores. Los estimados hechos en base a la producción primaria y a las cadenas alimentarias condujeron a una mayor amplitud de variación, en función de los supuestos básicos y de los valores empleados (desde 100,000 hasta 7 millones de toneladas).

Uno y otro de los dos últimos modos de encarar el problema son altamente sensibles a cambios relativamente pequeños en los parámetros básicos empleados en los cálculos tal como el valor usado para la eficiencia de la transferencia entre niveles tróficos. Y, para varios de los tipos de datos requeridos, los métodos actualmente disponibles no permiten una precisión suficiente que genere resultados confiables.

El grupo concluyó que al presente no se puede dar otro estimado, que revista cierto grado de seguridad, que el que corresponde al potencial de pesca de la anchoveta, aunque es claro que los desembarques actuales de alrededor de 170,000 toneladas pueden ser aumentados considerablemente.

El zócalo continental angosto y la escasez de oxígeno sobre la mayor parte del zócalo peruano restringen el potencial biótico de las especies demersales. Se cree que la pesca de estas especies puede ser expandida en unas 100,000 toneladas, pero es probable que la posibilidad de una mayor expansión en el volumen de las pescas de peces de consumo dependerá principalmente de la disponibilidad de especies pelágicas, de modo especial de aquellas que habitan en el océano abierto. Existen muy pocas observaciones directas sobre la abundancia de tales especies, excepción hecha en lo que se refiere al bonito, otros túnidos y la jibia.

El potencial de incremento es distinto para diferentes especies. Mientras que unas especies, tales como la jibia y quizás el jurel, pueden soportar una pesca igual a varias veces el monto de la actual, otras especies como la corvina, el tollo, las rayas y demás puede ser que ya estén siendo fuertemente explotadas y ofrezcan así, poco o ningún potencial de expansión.

Todo plan de inversiones para el desarrollo de una pesquería comporta un estimado de la magnitud, de la clase y de la ubicación del recurso potencial implicado. Se producirán pérdidas si el estimado de la magnitud probara ser substancialmente erróneo. Si el estimado es demasiado bajo, él se pondrá en evidencia cuando el desarrollo pesquero se produzca, y las pescas se aproximarán al límite estimado del recurso sin un efecto manifiesto sobre el stock. Entonces los planes para el desarrollo pueden ser modificados y la

única pérdida es algún retardo en alcanzar los niveles más altos de pesca. Si, por el contrario, el estimado es demasiado elevado, y es empleado como base para hacer inversiones en la compra de embarcaciones, en las construcciones de tierra firme, etc., entonces las pérdidas pueden ser muy severas, especialmente cuando no existe la posibilidad de utilizar el exceso de embarcaciones y de las instalaciones en otras actividades alternativas y productivas. Por lo tanto, el Panel opina que los planes para la fase inicial de la pesca de consumo debieran fundarse sobre una cautelosa política de acción.

Se recomienda como objetivo inicial 300,000 toneladas de pescado, más 100,000 toneladas de jibia, monto que sería lo suficientemente cauteloso como para proveer de una base sensata para formular los planes de desarrollo inicial. Este desarrollo debiera estar acompañado de un estudio de su efecto sobre los stocks de peces de consumo y de una re-evaluación de sus rendimientos potenciales. Bien podría ocurrir que este estudio señalara la necesidad de aumentar el estimado de los rendimientos potenciales por lo menos de algunos stocks y así permitir una modificación de los planes de desarrollo. Los planes de desarrollo deben también tomar en consideración la composición espeziológica de las pescas aumentadas, ya que este aspecto es de la mayor importancia en la determinación de los requerimientos de embarcaciones, aparejos de pesca y facilidades para el procesamiento de la pesca.

Al considerar el potencial de un recurso que no sea la anchoveta, surge la pregunta de en qué medida la pesca de la anchoveta afecta a la producción de esos otros recursos. Se sabe que la anchoveta sirve de alimento a varias, aunque no a todas, de las importantes especies de peces de consumo, y la extracción de una gran parte del stock de anchoveta puede haber provocado una disminución en el volumen de otros recursos y de ese modo haber influido en las condiciones de vida del mar. Consideraciones similares han sido presentadas en este informe respecto de las aves guaneras. Sin embargo, no se dispone de evidencia sobre el tipo y la extensión de tales efectos, como no sea en el caso mismo de la anchoveta.

8. TRABAJO FUTURO

8.1 Actividades del Panel

Las actividades del Panel hasta el presente han permitido una considerable comprensión de la dinámica de la población de anchoveta y han proporcionado una guía para la administración racional de su pesquería. También han puesto en evidencia importantes vacíos en el conocimiento respectivo, especialmente en lo que se refiere a las reacciones de la anchoveta y, ciertamente, de muchos otros stocks de peces pelagiales, ante una intensa explotación. Al mismo tiempo las presiones que entran en juego en la explotación de un recurso público parecen estar conduciendo el stock de

anchoveta, pese a las medidas administrativas en actual vigencia, a una posición que puede tornarse inestable, y, en cualquier caso, en la que los efectos de una pesca alta y sostenida son cada vez más difíciles de predecir. De esto se desprende que es indispensable contar con una continua y experta evaluación de los stocks. Mediante el presente Panel ha sido posible proveer asesoramiento de una gama y calidad que no le es posible obtener a una sola institución, ya sea que se considere el Perú o cualquier otro país del mundo. Excepción hecha de los gastos de viaje y otras facilidades provistos por el proyecto FAO/UNDP, la creación del Panel ha sido posible por el interés y el reto que representa para los especialistas de Norteamérica y Europa el estudio de la pesquería más grande del mundo como es la de la anchoveta. También ha sido posible por la disponibilidad de buenas series de datos estadísticos recolectados por el Instituto del Mar sobre volúmenes de pesca, esfuerzo pesquero y composición de tamaños.

El Panel tomó nota de que el presente proyecto FAO/UNDP (SF) debe concluir a mediados de 1971. La forma de su posible continuación, de ser ello factible, no es conocida. Bajo las estipulaciones vigentes, el fin del proyecto significaría el fin del Panel. Se recomienda, con el mayor énfasis posible, que se hagan, de un modo o de otro, nuevos arreglos a fin de que pueda continuar el trabajo del Panel. Los gastos directos principales, serán, como en la actualidad, los de los viajes y estadía, durante el período que abarque el Panel, el cual debería ser convocado por lo menos una vez al año. Se recomienda muy enfáticamente que se consigan fondos para hacer estudios especiales que puedan requerir equipos altamente especializados tales como ciertos tipos de computadoras electrónicas. Uno de tales proyectos consiste en emplear computadoras para diseñar un sistema de tiempo efectivo para el pronóstico del status de la población de anchoveta. De hecho, algunos miembros del Panel han señalado ya algunos de los estudios que se podrían efectuar.

Es también absolutamente indispensable que se prosiga la recolección de las series de datos estadísticos básicos (y en el presente informe se indica varias formas de mejorar su fidedignidad o su precisión). A no ser que estos datos sean provistos y que se pueda confiar en ellos, ningún análisis, por elaborado que él sea, podrá proporcionar información más confiable respecto del estado de los stocks.

8.2 Recomendaciones para trabajos futuros

Rubros prioritarios (Modificaciones de los programas en actual decurso).

(a) Estadística de pesca :

El Panel ha relevado la importancia de obtener una buena información de las capturas por medio de los nuevos formularios. Debido a la falta de precisión con que generalmente se describe el área de pesca, debiera ponerse particular interés en lograr estimados precisos del tiempo que

la embarcación ha pasado en el mar, desde el momento en que salió del puerto hasta el momento en que regresó a él.

(b) Datos sobre tallas :

La técnica del muestreo para determinar la composición de las capturas en cuanto a tallas se refiere, requiere de algunas modificaciones tendientes a mejorar los estimados de los peces pequeños.

(c) Datos sobre edad :

Por lo menos tan importante como el asunto de mejorar los datos relativos a la longitud, es el requisito indispensable para una mejor y más rápida información sobre la composición por edades de la anchoveta. El hecho de que aún no se ha logrado la ágil determinación de la edad en las muestras biológicas mediante la lectura de otolitos continúa impidiendo una satisfactoria y oportuna estimación de la mortalidad de la anchoveta.

(d) Marcación :

El Panel considera que debiera asignársele la mayor prioridad al análisis de los datos aportados por el experimento de marcación de anchovetas acabado de realizarse, análisis para el cual sería de la mayor utilidad contar con la ayuda de un experto foráneo de gran experiencia en el asunto. Nuevos estudios referentes a la variabilidad de las tasas de recuperación de las marcas en las fábricas son esenciales, y es probable que estos estudios deberían estar acompañados de nuevos experimentos de marcación en el mar en escala restringida. Es probable que estos estudios insuman la mayor parte de las facilidades disponibles este año, de modo que un segundo experimento de gran envergadura sólo podría planearse tan pronto como sea posible.

(e) Exploraciones EUREKA :

En vista de las dificultades que se han constatado cuando se trata de comparar los estimados de esfuerzo de diferentes años, el Panel considera que es esencial continuar y desarrollar más las exploraciones EUREKA, como un método para estimar la magnitud del stock de anchovetas.

Es más, la distribución geográfica del stock puede ser comparada con el área realmente explotada por la flota pesquera.

Rubros prioritarios (Nuevos programas)

(a) Predicción del reclutamiento :

El Panel recomienda que se confiera la máxima prioridad a un programa

diseñado para obtener un estimado de las magnitudes de las clases reclutas entrantes.

El análisis de cohortes permite hacer estimados del reclutamiento total para cada clase desovante. De este tipo de análisis y de otros, resultó claro que la magnitud del reclutamiento de la clase recluta más reciente fue bien grande y que ella ha permitido la mayor parte de los grandes volúmenes recientes de pesca.

En razón de la dependencia de la pesquería respecto de la magnitud de la clase recluta entrante, el Panel considera que se debe elaborar un programa que permita el monitoreo de los reclutas que ingresan a la pesquería. Podría ser que una investigación de las relaciones entre reclutamiento pasados y los parámetros mesológicos correspondientes permitiera desarrollar un método para predecir la magnitud de la clase recluta entrante. El temprano estimado que se pudiera hacer de la magnitud de la clase recluta entrante, a base de los datos sinópticos relativos a la abundancia de los pre-reclutas podría proporcionar la información necesaria que permitiera hacer ajustes a la cuota u otras regulaciones.

(b) Datos de temperatura:

Se estimó que en relación con el programa de predicción de la magnitud del reclutamiento, sería necesario disponer de datos seriados de temperatura de la superficie del mar que abarquen largos períodos. El Panel recomienda que se restablezca el observatorio de Chicama. Debiera investigarse las posibilidades de que existan otras largas series de datos de temperatura.

9. SUMARIO

9.1 Nivel del máximo rendimiento sostenido en la Pesquería de la anchoveta

Fundándose en los datos más recientes (que incluyen los resultados de una buena clase anual en 1970) y técnicas modernas, el estimado de la máxima captura sostenida que puede obtenerse en la Pesquería de la anchoveta (bajo condiciones promediales y con una población aviar en el nivel que ella tiene actualmente) es de alrededor de 10 millones de T.M. Los límites de la precisión de este estimado, para condiciones promediales, son de ± 1 millón de tons. Las capturas en un año particular pueden caer fuera de esta amplitud de variación si las condiciones son desusadas como por ejemplo, sería el caso si ingresara a la pesquería una clase anual particularmente abundante o muy pobre.

9.2 Aumento en eficiencia

La determinación cuantitativa correcta del esfuerzo de pesca, en cualquier

pesquería que usa mallas de encierre es difícil. Hay indicaciones de que la eficiencia de la pesquería de la anchoveta peruana ha aumentado de modo que el esfuerzo real ejercido por TRB-viaje en 1970 ha resultado ser entre 2 y 3 veces mayor que el ejercido por la misma unidad en 1963. Esto implica, entonces, que la abundancia de la población es menor que el estimado hecho anteriormente. Esto no afecta grandemente el estimado del rendimiento promedio sostenido pero sí comporta un mayor riesgo de inestabilidad, ya que por ejemplo, si se presentaran pobres condiciones de desove durante un par de estaciones consecutivas, podría producirse una declinación catastrófica del stock. El aumento de la eficiencia también significa que la capacidad en exceso de la presente flota pesquera es aún mayor que la previamente estimada.

Los beneficios económicos potenciales que se derivarían de reducir este exceso serán, por lo tanto, mayores que los montos apreciables estimados por el Panel de expertos que se reunió en junio de 1970, sobre los efectos económicos de reglamentaciones alternativas.

La cuota de pesca aconsejable para la estación 1970/71 tendrá que ser determinada más tarde cuando se conozca mejor la magnitud de la clase anual entrante. Pero si dicha magnitud no fuera notablemente diferente del promedio, las pescas en el período marzo-junio de 1971 debieran ser de alrededor de 4.8 millones de T.M.

9.3 Estudios futuros

Una revisión cuidadosa y continuada de la dinámica de la población de anchoveta, junto con la aplicación oportuna por la autoridad administrativa competente de los hallazgos que se vayan haciendo, es indispensable para poner a la pesquería a buen recaudo de un colapso similar a los observados en varias otras pesquerías pelágicas. Hay una urgente necesidad en este momento de re-evaluar las prioridades de estudio dentro del programa de la anchoveta y de expandir ciertos tipos de investigación. Las necesidades más críticas están representadas por los siguientes rubros:

- (a) Mejoramiento de la calidad de los datos Estadísticos Básicos. (Capturas, esfuerzos, composición de longitudes y edades).
- (b) Estimados tempranos del reclutamiento, ya sea mediante un sistemático muestreo de reclutas, exploraciones acústicas u otros métodos.
- (c) Ampliación de los estudios básicos de la dinámica de la población de anchoveta incluyendo estimados de la abundancia del stock independientes de aquellos que se derivan en base a datos de captura y esfuerzo. Deberán también hacerse comparaciones de la pesquería de la anchoveta con otras pesquerías pelágicas del mundo.

9.4 Peces de consumo

Nadie posee en la actualidad evidencia suficiente para hacer un estimado firme de las capturas potenciales que podrían obtenerse de los diferentes stocks de peces de consumo peruanos. El estimado de 600,000 T.M. (incluyendo la jibia), que fue avanzado tentativamente por el Instituto del Mar, está en armonía con la información actual sobre el potencial de los stocks de peces de consumo y dicha cifra tanto puede pecar por exceso como por defecto. Se puede incurrir en grandes pérdidas económicas (como las registradas en otras partes, por ejemplo, en la industria de la harina de pescado chilena) cuando se hacen inversiones excesivas fundadas en estimados demasiado optimistas respecto de los recursos disponibles. Por esta razón, el Panel ha recomendado enfáticamente que la expansión de la industria de peces de consumo debiera proceder cautelosamente, señalándose como meta inicial una captura de alrededor de 300,000 T.M. (sin incluir la jibia). Debiera instituirse la práctica de hacer periódicas re-evaluaciones de los recursos implicados a medida que la industria se expande. Los estudios debieran parcelar el estimado del potencial total en función de las especies y su ubicación geográfica, ya que los principales recursos de peces de consumo que no son objeto aún de la activa explotación acusan generalmente magnitudes diferentes de las correspondientes a las de los recursos que ya están en plena explotación.

Tabla 1a Marcación de anchoveta, julio 1970. Recuperación de marcas de setiembre a diciembre 1970.

Table 1a Anchovy tagging, July 1970. Recovery of tags from September to December 1970.

Area de recaptura Recapture area	Total de marcas recuperadas Total of tags recovered	Meses Months	Grupos de marcación Groups of tagging								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
860	6	Nov.	4	1	1	—	—	—	—	—	—
870	2	Oct.	1	—	—	—	—	—	—	—	—
		Nov.	1	—	—	—	—	—	—	—	—
779	18	Set.	—	—	—	1	—	—	—	—	—
		Oct.	2	—	3	—	—	—	—	—	—
		Nov.	6	1	3	—	2	—	—	—	—
789	34	Set.	16	—	6	1	1	1	—	—	—
		Oct.	6	—	1	1	—	—	—	—	—
		Nov.	1	—	—	—	—	—	—	—	—
788	26	Set.	—	2	9	—	2	—	—	—	—
		Oct.	—	3	6	2	—	—	—	—	—
		Nov.	—	—	—	—	—	2	—	—	—
799	10	Oct.	2	1	4	3	—	—	—	—	—
798	243	Set.	19	6	61	11	22	14	—	—	—
		Oct.	27	8	36	9	15	9	—	—	—
		Nov.	2	—	2	—	1	1	—	—	—
307	54	Set.	1	1	19	4	7	5	—	—	—
		Oct.	—	—	—	—	1	9	—	—	—
		Nov.	—	—	4	—	3	—	—	—	—
308	167	Set.	4	3	32	10	18	22	—	—	2
		Oct.	15	2	19	7	11	11	—	—	9
		Nov.	—	—	1	—	—	1	—	—	—

Tabla 1a (Continuación).

Table 1a (Continuation)

Area de recaptura	Total de marcas recuperadas	Meses	Grupos de marcación								
			Groups of tagging								
Recapture area	Total of tags recovered	Months	1	2	3	4	5	6	7	8	9
317	285	Set.	—	2	47	3	72	68	1	—	—
		Oct.	—	—	8	1	7	26	1	—	—
		Nov.	4	—	9	2	9	13	1	1	—
		Dic.	—	—	1	—	1	7	1	—	—
326	436	Set.	2	—	39	3	41	256	—	—	—
		Oct.	—	—	11	—	6	67	—	—	—
		Nov.	—	—	—	—	2	5	—	—	—
		Dic.	—	—	—	—	—	4	—	—	—
327	180	Set.	1	—	11	—	22	51	—	—	—
		Oct.	—	1	10	1	15	38	2	—	—
		Nov.	1	—	6	—	3	16	—	—	—
		Dic.	—	—	—	—	1	1	—	—	—
336	776	Set.	—	—	13	1	25	129	1	—	—
		Oct.	—	—	24	1	27	464	16	1	1
		Nov.	—	—	4	1	7	53	5	—	—
		Dic.	—	—	—	—	—	2	1	—	—
346	203	Set.	—	—	1	—	—	10	1	—	—
		Oct.	—	—	6	1	8	135	5	—	—
		Nov.	—	—	1	—	2	9	—	—	—
		Dic.	—	—	—	—	2	16	6	—	—
345	239	Set.	—	—	1	—	2	13	1	—	—
		Oct.	—	—	4	—	4	45	—	—	—
		Nov.	—	—	5	—	4	95	9	1	—
		Dic.	—	—	3	—	2	43	7	—	—

Tabla 1a (Continuación).

Table 1a (Continuation)

Area de recaptura Recapture area	Total de marcas recuperadas Total of tags recovered	Meses Months	Grupos de marcación Groups of tagging								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
355	230	Set.	—	—	2	—	—	—	—	—	—
		Oct.	—	—	—	—	1	11	—	—	—
		Nov.	1	1	12	—	12	100	6	—	—
		Dic.	—	—	6	—	3	70	5	—	—
354	29	Oct.	—	—	—	—	—	—	2	—	—
		Nov.	—	—	—	—	1	—	4	1	—
		Dic.	—	—	1	—	2	18	—	—	—
364	14	Set.	—	—	—	—	—	—	1	—	—
		Nov.	—	—	1	—	—	1	8	—	—
		Dic.	—	—	—	—	—	3	—	—	—
363	43	Set.	—	—	—	—	—	—	—	2	—
		Oct.	—	—	—	—	—	—	11	—	5
		Nov.	—	—	—	—	—	2	4	—	10
		Dic.	—	—	1	—	—	7	—	—	1
362	103	Set.	—	—	—	—	—	—	—	15	—
		Oct.	—	—	—	—	—	—	—	25	—
		Nov.	—	—	—	—	—	—	—	—	2
		Dic.	—	—	—	—	1	1	8	—	10
372	18	Set.	—	—	—	—	—	—	3	1	9
		Oct.	—	—	—	—	—	—	—	1	—
		Dic.	—	—	—	—	—	—	—	3	—

Tabla 1a (Continuación).

Table 1a (Continuation)

Area de recaptura	Total de marcas recuperadas	Meses Months	Grupos de marcación Groups of tagging								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
371	542	Set.	—	—	—	—	—	—	139	6	162
		Oct.	—	—	—	—	1	—	50	2	107
		Nov.	—	—	—	—	—	1	14	—	28
		Die.	—	—	—	—	—	2	7	1	22
370	343	Set.	—	—	—	—	—	—	21	1	109
		Oct.	—	—	—	—	—	—	29	—	172
		Nov.	—	—	—	—	—	—	—	—	11
380	158	Set.	—	—	—	—	—	—	12	—	11
		Oct.	—	—	—	—	—	—	38	7	85
		Nov.	—	—	—	—	—	—	—	—	1
		Die.	—	—	—	—	—	—	1	—	3
390	7	Set.	—	—	—	—	—	—	5	—	—
		Oct.	—	—	—	—	—	—	1	—	1
900	25	Set.	—	—	—	—	—	—	5	—	10
		Oct.	—	—	—	—	—	—	2	1	6
		Nov.	—	—	—	—	—	—	—	—	1
910	15	Set.	—	—	—	—	—	—	4	2	8
		Oct.	—	—	—	—	—	—	1	—	—
930	1	Nov.	—	—	—	—	—	—	—	—	1
4,207			116	32	434	63	266	1857	485	25	829

Tabla 2 Estimados mensuales del coeficiente de pesca, q, en los sectores norte y centro (deducidos de análisis de cohortes).

Table 2 Monthly estimates of catchability coefficient, q, in the northern and central areas (deduced from the cohort analysis).

Región Norte
Northern Region

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Promedio (1)
1963					78	58	38	44	35	51	32	95	58.2
1964	166	131	218	188	128	78	102	74	86	123	41	62	127.0
1965	99	12	41	50	42	40	4	—	6	18	45	26	37.6
1966	73	61	82	51	72	—	—	—	57	47	—	92	66.9
1967	88	33	51	63	60	11	—	—	25	56	81	123	64.4
1968	83	61	57	47	64	—	—	—	53	74	93	95	69.6
1969	49		144	92	64	—	—	—	83	83	100	97	89.0
1970	97	73	103	107	101								96.2

Región Central
Central Region

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Promedio (1)
1963					57	47	12	21	23	14	20	22	27.2
1964	48	51	66	65	35	27	28	6	4	25	25	30	38.8
1965	64	68	86	20	27	38	2	—	8	14	19	46	39.1
1966	98	96	83	113	78	—	—	—	30	53	—	19	71.2
1967	62	40	48	60	78	11	—	—	21	60	54	60	53.7
1968	103	120	125	102	50	—	—	—	77	90	15	16	77.6
1969	118	—	192	98	49	—	—	—	28	36	10	140	83.9
1970	129	78	83	182	63								107.0

(1) Sin incluir junio, julio y agosto.

(1) Excluding June, July and August.

Tabla 3 Estimados del M.R.S. y los correspondientes niveles de pesca (hombre y aves).

Table 3 Estimates of M.S.Y. and corresponding levels of fishing effort.

Modelo Model	Esfuerzo Effort	Captura Máxima (10⁶ toneladas) (Maximum yield) (10⁶ Tons)	Esfuerzo Máximo (TRB-viajes 10⁶) Maximum effort (GRT-trip 10⁶)
Logístico Logistic	1 año year	10.7	30.0
	2 años years	10.2	27.4
Exponencial Exponential	1 año year	11.3	39.9
	2 años years	10.6	34.6
Genprod. q restringido restricted		10.1	29.8
q no-restringido unrestricted		10.1	28.4

Tabla 4 Captura total en miles de toneladas y estimaciones del esfuerzo y captura por unidad de esfuerzo (CPUE) en miles de TRB-viaje por año calendario y regiones (esfuerzo corregido según explicaciones del texto).

Table 4 Total catch in '000 tons and estimates of effort in '000 GRT-trip and catch per unit effort (CPUE) per calendar year and by regions (effort corrected as explained in text).

Año Year	Todo el país Total country			Norte North			Centro Central			Sur South		
	Captura Catch	Esfuerzo Effort	CPUE	Captura Catch	Esfuerzo Effort	CPUE	Captura Catch	Esfuerzo Effort	CPUE	Captura Catch	Esfuerzo Effort	CPUE
1961	4579.7	7745.5	0.591	1444.3	2553.0	0.566	2971.4	4912.3	0.605	164.1	280.2	0.586
1962	6274.6	10745.3	0.584	2193.6	3272.0	0.670	3800.0	6910.6	0.550	281.1	563.7	0.499
1963	6423.2	16830.7	0.382	1907.8	4682.9	0.407	4095.9	11183.6	0.366	419.5	954.2	0.435
1964	8863.4	21695.6	0.409	3429.0	7086.4	0.484	4649.3	12775.6	0.364	785.1	1833.6	0.428
1965	7233.4	21986.3	0.329	2289.9	6918.0	0.331	4346.5	13052.4	0.333	597.2	2010.7	0.297
1966	8523.0	20148.8	0.423	2897.9	6369.0	0.455	4719.1	12517.5	0.377	905.9	1931.9	0.469
1967	9824.6	20948.0	0.469	3837.2	7393.5	0.519	5477.5	12420.5	0.441	509.9	1164.2	0.438
1968	10106.7	21232.6	0.476	4350.9	8548.0	0.509	5097.3	11428.9	0.446	658.5	1327.7	0.496
1969	8736.2	23934.8	0.365	3292.6	9233.0	0.357	4812.2	13293.4	0.362	795.1	2304.6	0.362
1970	12086.2	26739.4	0.452	4031.1	8507.0	0.474	6852.2	15644.2	0.438	1202.7	2362.9	0.509

Tabla 5 Estadísticas de captura por temporadas de pesca —setiembre a agosto. Captura total en miles de toneladas y estimaciones del esfuerzo en miles de TRB-viaje (esfuerzo corregido según las explicaciones del texto).

Table 5 Catch statistics by fishing seasons —September to August. Total catch in '000 tons and estimates of effort in '000 GRT-trip (effort corrected as explained in text).

Tempo- rada Season	Todo el país Total country			Norte North			Centra Central			Sur South			Factor de corrección Correction factor
	Captu:a Catch	Esfue:izo Effort	CPUE	Captura Catch	Esfue:izo Effort	CPUE	Captura Catch	Esfue:izo Effort	CPUE	Captura Catch	Esfue:izo Effort	CPUE	
1960/61	3934.3	7134.1	0.551	1114.6	2293.3	0.486	2680.6	4604.0	0.582	139.1	236.8	0.587	1.033
1961/62	5501.6	9128.7	0.603	1827.1	2872.3	0.635	3457.3	5843.4	0.592	217.2	413.1	0.526	1.075
1962/63	6906.7	14446.8	0.473	2245.9	4311.6	0.521	4235.8	9301.7	0.455	425.0	833.5	0.510	1.120
1963/64	8005.8	21284.8	0.376	2702.5	6091.3	0.444	4590.3	13450.0	0.341	713.0	1743.5	0.409	1.145
1964/65	8036.6	21374.0	0.376	2965.7	6817.8	0.435	4394.1	12736.4	0.345	676.8	1824.3	0.371	1.170
1965/66	8095.6	22740.6	0.356	2705.9	7622.4	0.355	4565.9	13008.3	0.351	823.8	2190.9	0.376	1.200
1966/67	8242.3	18947.8	0.435	3003.3	6283.1	0.478	4757.4	11193.8	0.425	481.7	1312.6	0.367	1.200
1967/68	9817.8	20800.4	0.472	3728.9	7212.7	0.517	5355.4	12285.4	0.436	732.4	1389.8	0.527	1.200
1968/69	9967.7	23453.4	0.425	4251.4	9468.5	0.449	5042.6	12450.8	0.405	673.8	1534.4	0.442	1.200
1969/70	10654.5	26493.1	0.435	4018.3	9132.5	0.440	5807.9	13633.6	0.426	828.3	1812.5	0.457	1.200

Tabla 6 Series de pesca total y esfuerzo para estudiar el efecto de subestimar el aumento de la eficiencia de la flota en función del tiempo.

Table 6 Total catch and effort series for study of effect of underestimating the increase of the efficiency of the fleet with time.

Estación Season	Sólo el hombre Man only				Hombre Man	Ave Bird
	Esfuerzo (1) Effort (1)	Esfuerzo (2) Effort (2)	Esfuerzo (3) Effort (3)	Esfuerzo (4) Effort (4)	Pesca Catch	Pesca Catch
60/61	7,134	7,134	7,134	7,134	3.93	1.88
61/62	9,129	9,129	9,129	9,129	5.50	2.67
62/63	14,447	14,447	14,447	14,447	6.91	2.83
63/64	21,285	21,285	21,285	21,285	8.01	2.36
64/65	21,374	24,580	26,718	28,855	8.04	2.72
65/66	22,741	29,563	34,113	38,660	8.10	0.68
66/67	18,948	27,474	33,159	38,843	8.24	0.75
67/68	20,800	33,280	41,600	49,920	9.82	0.71
68/69	23,453	41,042	52,769	64,496	9.97	0.85
69/70	24,493	46,537	61,232	75,928	10.65	0.74

(1) Esfuerzo standard publicado y ajustado por IMARPE (Ver tabla IMARPE-Tabla 4)

(2) Aumentado en 15% anual, empezando en 64/65. 69/70 = 1.90

(3) Aumentado en 25% anual, empezando en 64/65. 69/70 = 2.50

(4) Aumentado en 35% anual, empezando en 64/65. 69/70 = 3.10

(1) Standard published adjusted IMARPE Effort (see table IMARPE-Table 4)

(2) Increased 15% per year beginning with 64/65. 69/70 = 1.90

(3) Increased 25% per year beginning with 64/65. 69/70 = 2.50

(4) Increased 35% per year beginning with 64/65. 69/70 = 3.10

Tabla 7 Estimados revisados del M.R.S. con eficiencia incrementada.

Table 7 Revised estimates of M.S.Y., making allowance for increased efficiency.

Modelo Model	Esfuerzo Effort	Captura Máxima (10 ⁶ toneladas) Maximum yield (10 ⁶ tons)	Esfuerzo Máximo (TRB-viajes 10 ⁶) Maximum effort (GRT-trip 10 ⁶)
Logístico Logistic	1 año year	11.0	33.4
	2 años years	10.3	31.3
Exponencial Exponential	1 año year	10.7	38.4
	2 años years	10.0	30.8
Genprod. q restringido restricted		9.7	32.4
	q no-restringido unrestricted	9.7	28.6

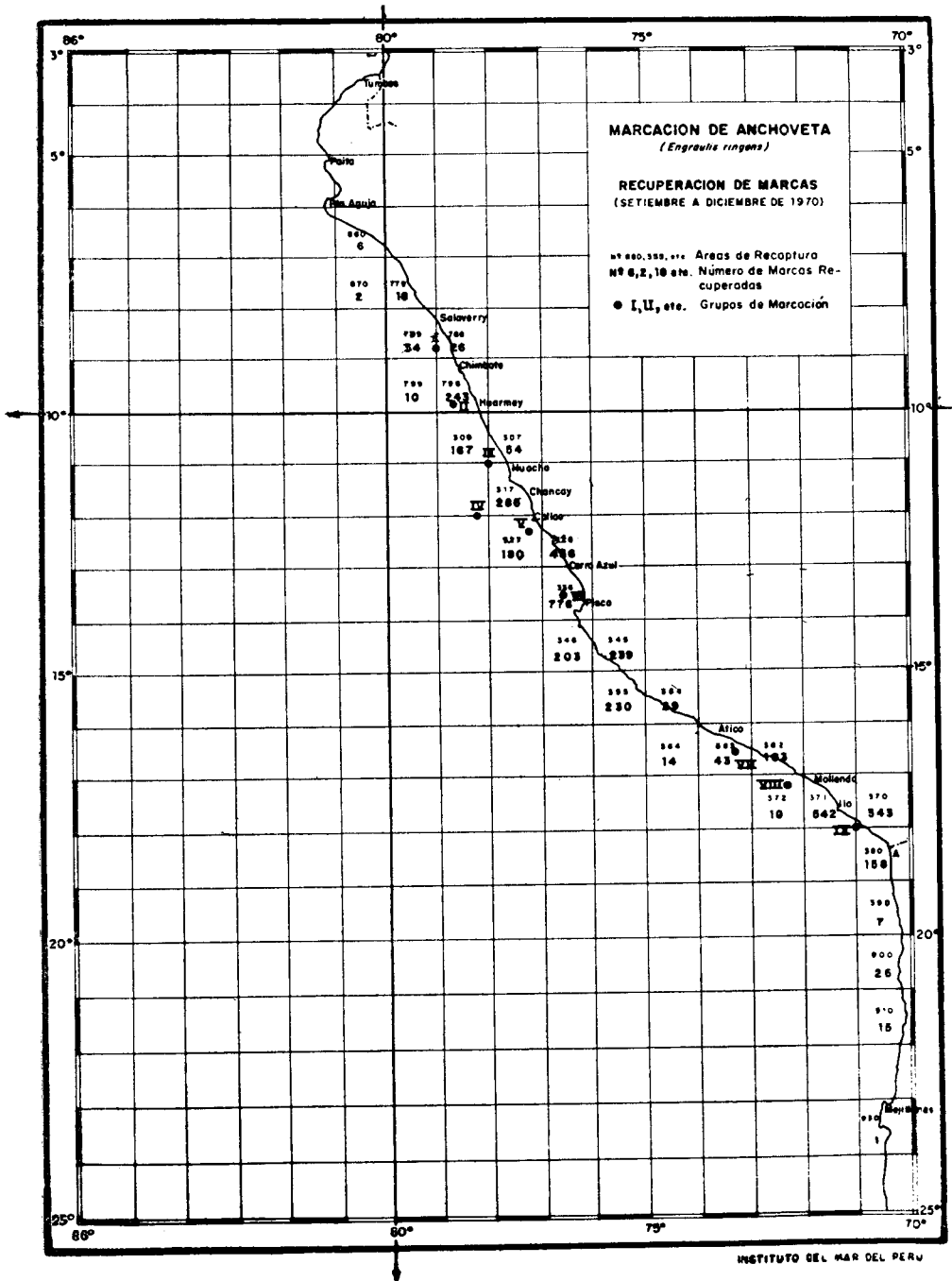


Fig. 1 Posición de los lugares de marcación, indicado por grupos y número de retornos por cada grado cuadrado. (Para referencia a meses de recaptura, ver Tabla anexa).
Location of tagging areas, by groups and number of returns for each degree square. (For reference as to months of recapture, see attached Table).

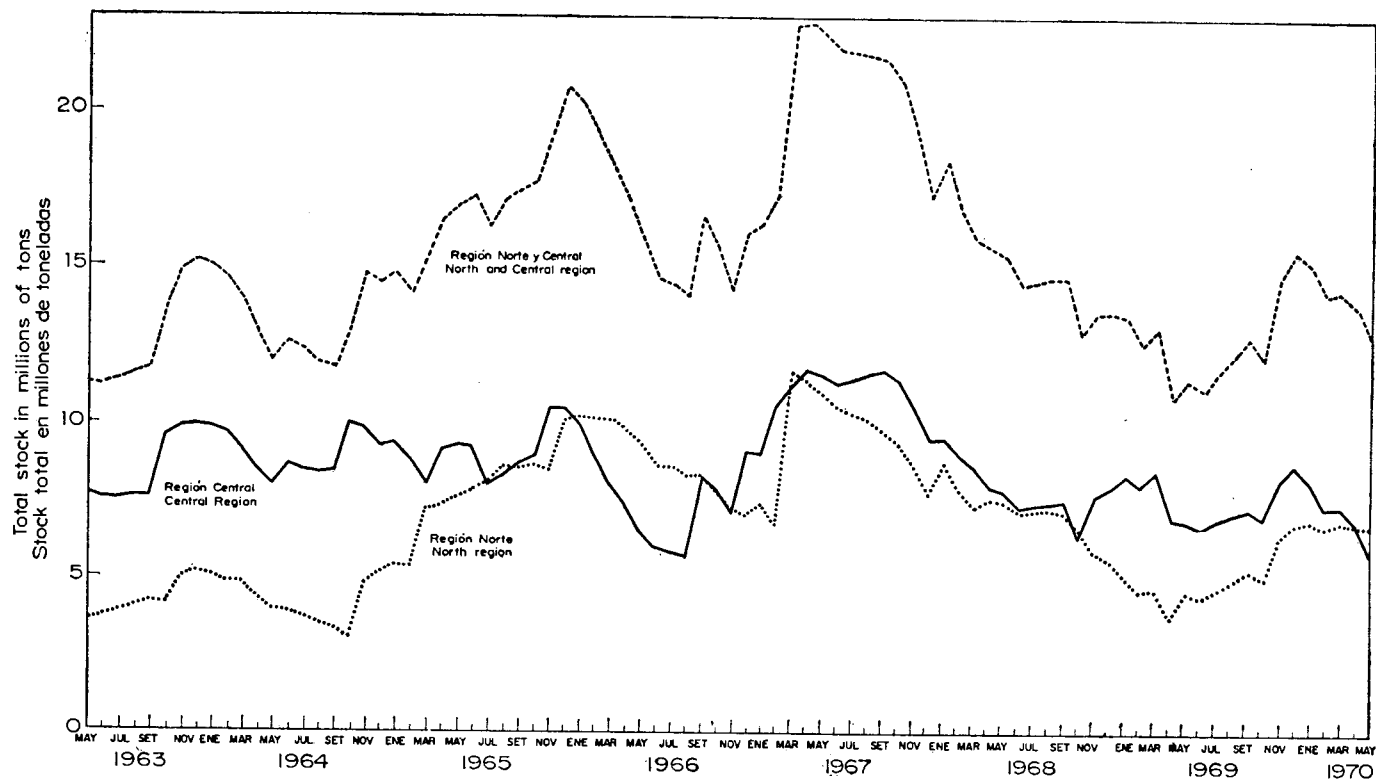


Fig. 2 Fluctuaciones mensuales del tamaño de la Población de Anchoveta para las regiones Norte, Central; y Norte más Central, en base a análisis de Cohortes.
Monthly fluctuations of Peruvian Anchoveta Population size for the Central and northern regions, separately and together on base of cohorts analysis.

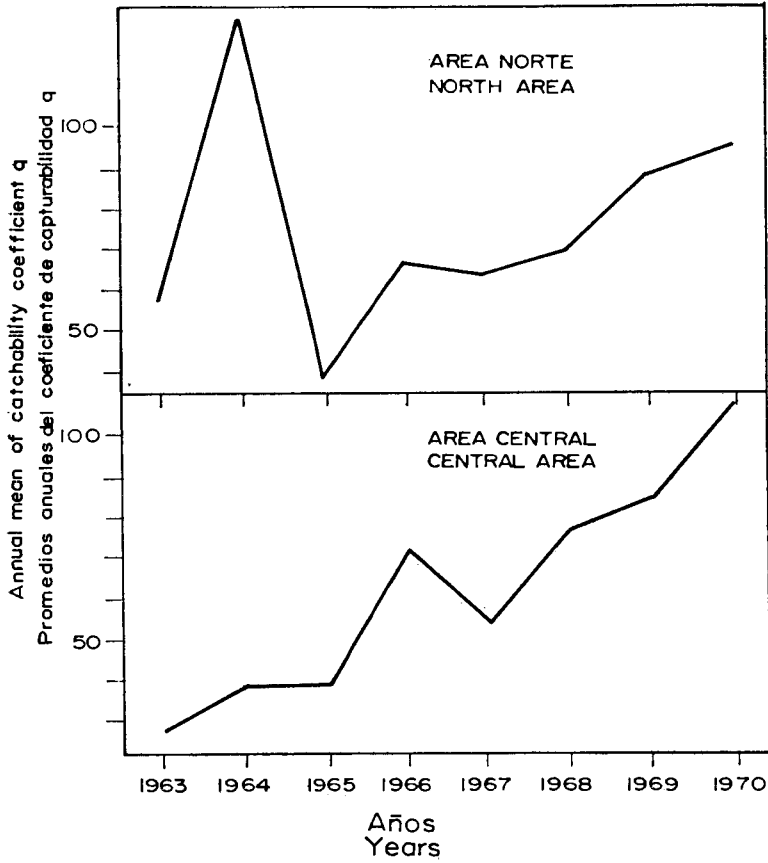


Fig. 3 Variaciones anuales del coeficiente de captabilidad q .
Annual variations of the catchability coefficient q .

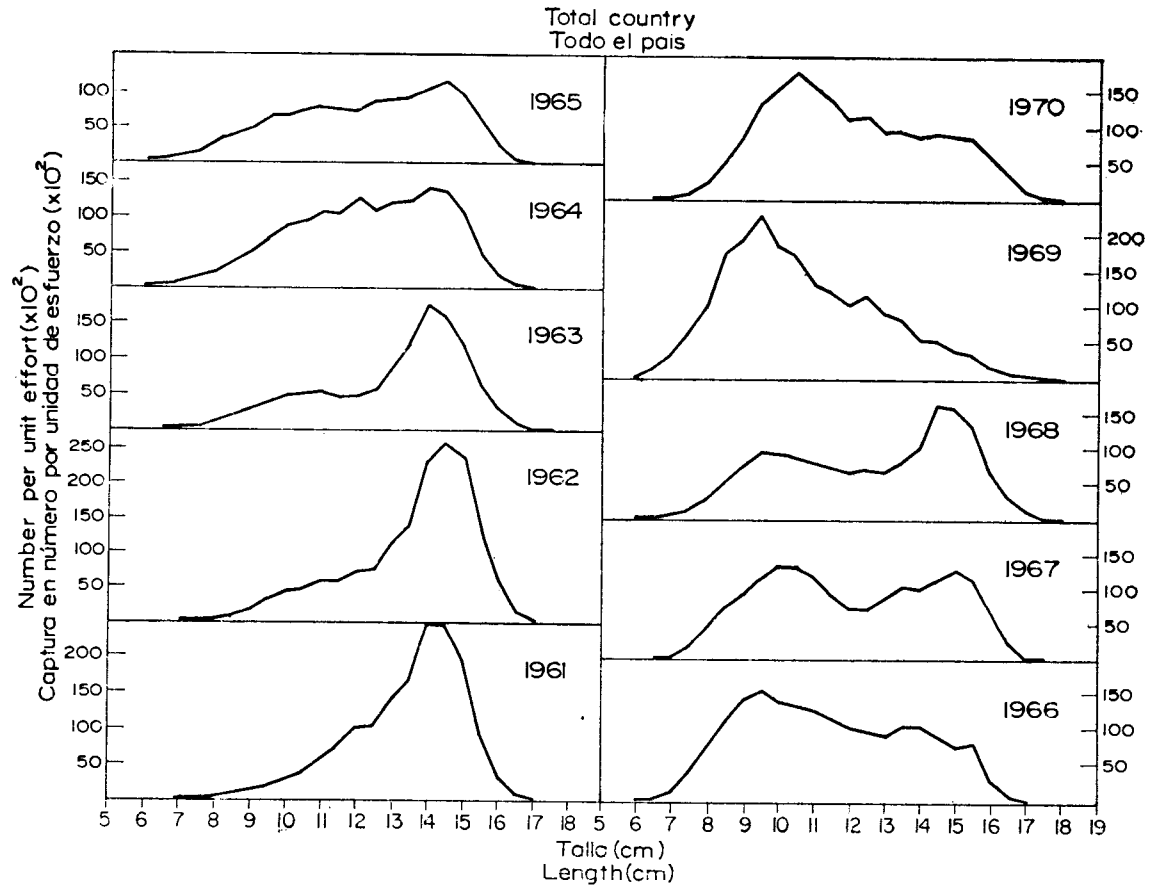


Fig. 4 Composición por tallas, de la captura peruana total por años calendarios, expresada en números de ejemplares de cada grupo de talla desembarcado por unidad de esfuerzo.
Length composition, in terms of numbers of each length group landed per unit effort, of the total peruvian catch in calendar year.

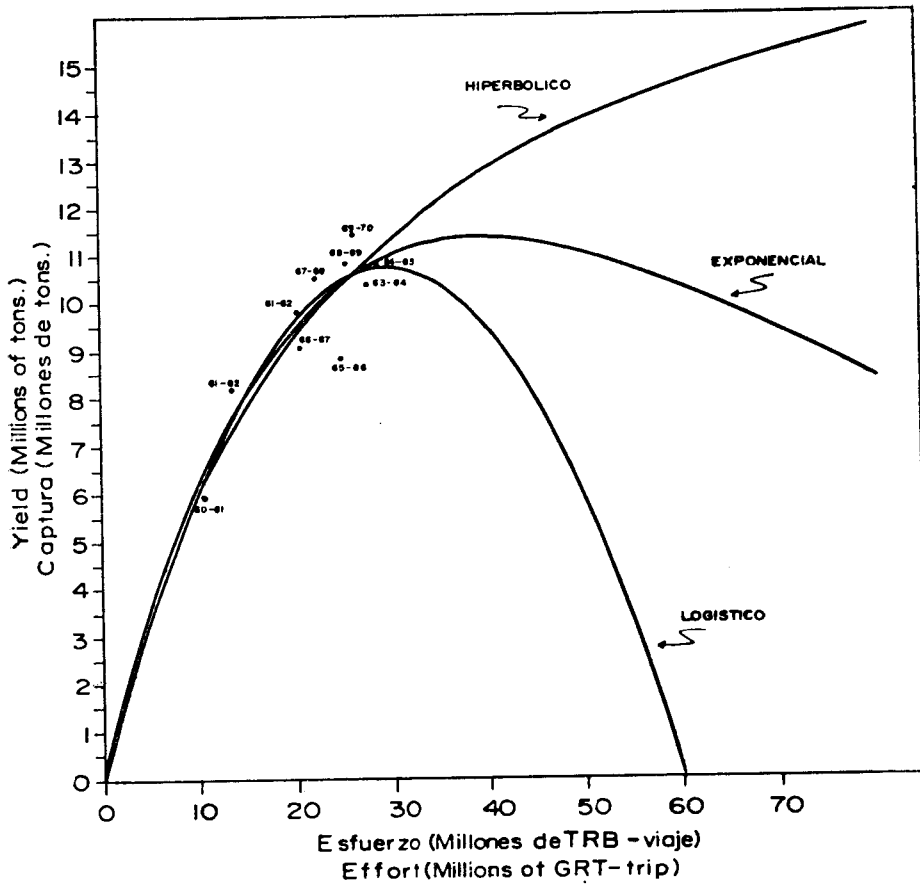


Fig. 5 Curvas de rendimiento-esfuerzo, sin incremento por eficiencia.
Yield-effort curves, making no allowance for increased efficiency.

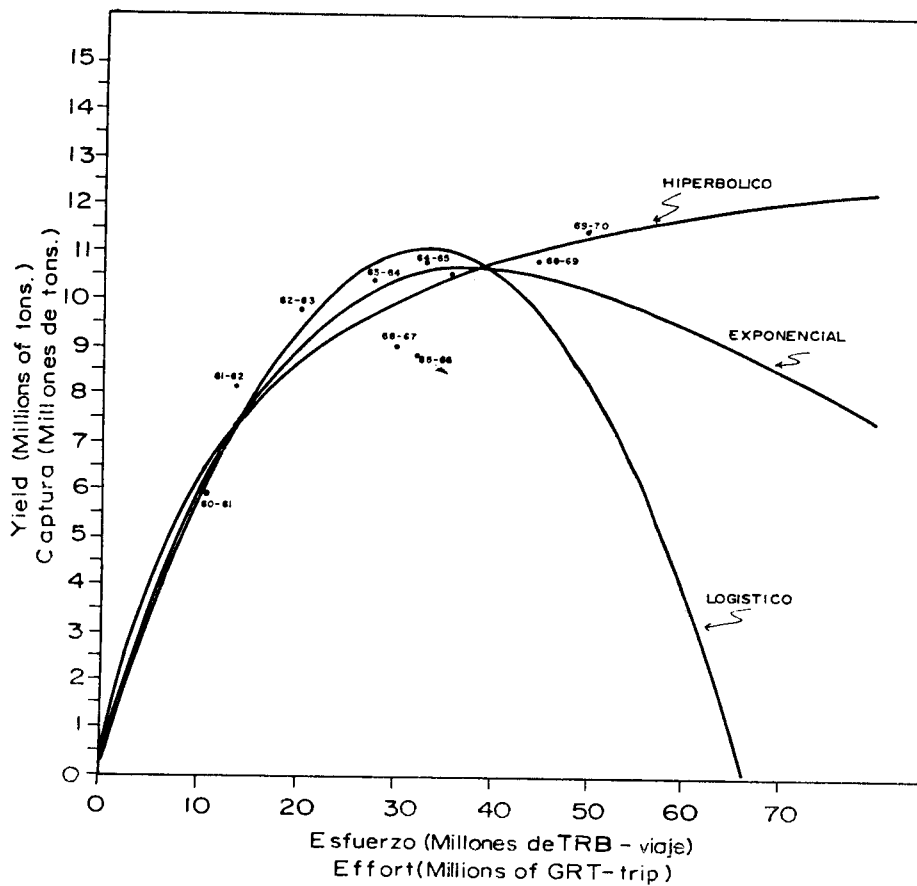


Fig. 6 Curvas de rendimiento-esfuerzo con correcciones por incremento de eficiencia.
Yield-effort curves, with corrections for increased efficiency.

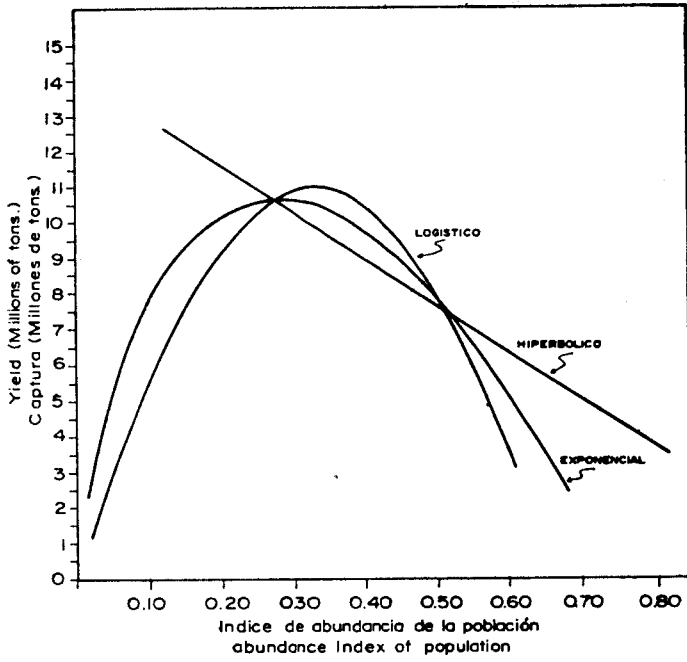


Fig. 7 Rendimientos sostenidos como función de la abundancia de la población.
Sustained yields as a function of population abundance.

MIEMBROS DEL CUADRO DE EXPERTOS**MEMBERS OF THE PANEL**

A. C. BURD		Ministry of Agriculture, Fisheries and Food Fisheries Laboratory Lowestoft Suffolk, England
L. K. BOEREMA	Sección de Evaluación de Poblaciones Subdirección de Eva- luaciones de Poblaciones de Peces Dirección de Recursos Pesqueros, FAO Roma, Italia	Stock Assessment Section Fish Stock Evaluation Branch Fishery Resources División, FAO Rome, Italy
J. A. GULLAND	Subdirección de Esta- dísticas y Datos Económicos Pesqueros Dirección de Economía e Instituciones Pes- queras, FAO Roma, Italia	Fishery Statistics and Economic Data Branch Fishery Economics and Institutions Division, FAO Rome, Italy
R. JORDAN	Instituto del Mar Apartado 3734 Lima, Perú	Instituto del Mar P. O. Box 3734 Lima, Peru
J. H. KUTKUHN	c/o Instituto del Mar Apartado 3734 Lima, Perú	c/o Instituto del Mar P. O. Box 3734 Lima, Peru
A. LANDA	Instituto del Mar Apartado 3734 Lima, Perú	Instituto del Mar P. O. Box 3734 Lima, Peru
G. L. MURPHY	Departamento de Oceanografía Universidad de Hawaii Honolulu, Hawaii 96822	Department of Oceano- graphy University of Hawaii Honolulu, Hawaii 96822

G. J. PAULIK (Presidente Accidental) (Deputy Chairman)	Universidad de Washington Seattle, Washington 98105	Center for Quantitative Science in Forestry, Fisheries and Wildlife University of Washington Seattle, Washington 98105
W. E. RICKER (Presidente) (Chairman)	Nanaimo, B. C. Canadá	Fisheries Research Board of Canada Biological Station Nanaimo, B. C. Canada
U. ROBLES	Sociedad Nacional de Pesquería Apartado 5526 Lima, Perú	Sociedad Nacional de Pesquería P. O. Box 5526 Lima, Peru
G. SAETERSDAL	Apartado 2906 Bergen, Norway	Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt Nordnesparken 2 Post Box 2906 Bergen, Norway
I. TSUKAYAMA	Instituto del Mar Apartado 3734 Lima, Perú	Instituto del Mar P. O. Box 3734 Lima, Peru
J. VALDIVIA	Instituto del Mar Apartado 3734 Lima, Perú	Instituto del Mar P. O. Box 3734 Lima, Peru
A. CH. DE VILDOSO	Instituto del Mar Apartado 3734 Lima, Perú	Instituto del Mar P. O. Box 3734 Lima, Peru

AGENDA

1. Revisión de las estadísticas y otros datos para toda la estación 1969/70 y, para la de 1970/71, hasta el presente.
2. Revisión del informe del Panel de Administración.
3. Adecuación y fidedignidad de la información actual:
 - (a) Estadística de captura
 - (b) Datos de longitudes
 - (c) Datos de esfuerzo
 - (d) Otros
4. Revisión de la nueva información y nuevas ideas sobre la dinámica de la población de anchoveta:
 - (a) La estabilidad general de los stocks de peces pelágicos en explotación
 - (b) Resultados de la marcación
 - (c) Otros
5. Actualización de evaluaciones anteriores
—Eficiencia
6. Consejos sobre reglamentación:
 - (a) Para la estación 1970/71
 - (b) Para estaciones posteriores
7. Consejos a FAO y a IMARPE sobre actividades futuras:
 - (a) Recolección de datos básicos
 - (b) Actividades investigatorias asociadas y relacionadas, por ejemplo estudios sobre separación del stock.
 - (c) Evaluación del stock y administración
8. Recursos ícticos potenciales diferentes de la anchoveta.
9. Adopción del informe.

Appendix 2

AGENDA

1. Review of statistics and other data for the complete 1969/70 season and the 1970/71 season to data.
2. Review of report of Management Panel.
3. Adequacy and reliability of present information:
 - (a) Catch statistics
 - (b) Length data
 - (c) Effort data
 - (d) Others
4. Review of new information and ideas on population dynamics of anchoveta:
 - (a) The general stability of pelagic fish stocks under exploitation
 - (b) Tagging results
 - (c) Others
5. Up-dating of previous assessments — Efficiency
6. Advice on regulations:
 - (a) For 1970/71 seasons
 - (b) Later seasons
7. Advice to FAO and IMP on future activities:
 - (a) Collection of basic data
 - (b) Associated and related research activities, e.g. studies on stock separation
8. Potential resources of fish other than anchoveta.
9. Adoption of report

Apéndice 3
Appendix 3

**LISTA DE LOS DOCUMENTOS E INFORMES PRESENTADOS
A LA REUNION — MARZO 1971**

**LIST OF DOCUMENTS AND REPORTS SUBMITTED TO THE
MEETING — MARCH 1971**

1. Note on the application of a hyperbolic function to the effort-catch relation of the Peruvian anchovy by G. I. Murphy.
2. The use of a virtual population analysis on the Peruvian Anchoveta data by A.C. Burd and J. Valdivia.
3. Cálculos de rendimiento máximo sostenible (con datos 1960-70, aves más hombres) por 3 métodos. Se preparó durante el Panel.
4. Cuadros y gráficos sobre experimentos de marcación de julio 1970. IMARPE.
5. Los estudios de factibilidad de marcaciones de anchoveta (cuadros) IMARPE.
6. Censo de aves guaneras. IMARPE.
7. Ejemplos de cálculos de productividad, por L. K. Boerema.
8. Tablas bioestadísticas básicas para la evaluación del stock a diciembre 1970.
9. Atlas bio-oceanográfico (gráficos de temperatura, salinidad y oxígeno).
10. Informes sobre operaciones Eureka.

DOCUMENTOS PREPARADOS DURANTE LA REUNION DEL PANEL

DOCUMENTS PREPARED DURING THE PANEL MEETING

1. Nivel de producción máxima sostenida de la pesquería de anchoveta.
2. Maximum Sustained Yield Estimates from Catch and Effort Data.
3. Changes in Size Composition.
4. Use of data from Acoustic Surveys (español).
5. Tagging Results. IMARPE-FAO.
6. Basic Data.
7. Birds.
8. Resultados de Marcación-inglés.
9. Adequacy of Basic Data — by G. I. Murphy.
10. Analysis of environmental Data — by G. I. Murphy.
11. Assessment of Stocks — FAO.
12. Report of the Economic Panel by G. I. Murphy.
13. Short term Forecasts of Catch Size and Composition — G. I. Murphy.
14. Data Collection — by G. I. Murphy.
15. Una nota sobre las regulaciones durante la temporada 1970-71.

LISTAS DE LAS FIGURAS Y TABLAS

- Fig. 1 Distribución de las recuperaciones de marcas.
- Fig. 2 Estimados de la abundancia de la población en base a análisis de cohortes.
- Fig. 3 Cambios en el coeficiente de pesca, q , como una medida del incremento de la eficiencia.
- Fig. 4 Composición anual de las tallas de anchovetas desembarcadas.
- Fig. 5 Curvas de rendimiento-esfuerzo, sin tomar en cuenta el aumento de eficiencia.
- Fig. 6 Curvas de rendimiento-esfuerzo, corregidas por el aumento de eficiencia.
- Fig. 7 Rendimientos sostenidos como función de la abundancia de la población.
- Tabla 1a Marcación de anchoveta, julio 1970. Recuperación de marcas de setiembre a diciembre 1970.
- Tabla 1 Sumario de la abundancia de población en base a análisis de cohortes.
- Tabla 2 Estimados mensuales del coeficiente de pesca, q , en los sectores norte y centro.
- Tabla 3 Estimados de MRS y niveles correspondientes de esfuerzo y pesca.
- Tabla 4 Sumario de las estadísticas de pesca y esfuerzo, por estación de pesca.
- Tabla 5 Sumario de las estadísticas de pesca y esfuerzo, por año calendario.
- Tabla 6 Reajustes introducidos en las estadísticas de esfuerzo para compensar por el incremento de la eficiencia.
- Tabla 7 Estimados revisados del MRS tomando en consideración el aumento de eficiencia.

LIST OF FIGURES AND TABLES

- Figure 1 Distribution of tag returns.
- Figure 2 Estimates of population abundance from cohort analysis.
- Figure 3 Changes in the catchability coefficient, q , as a measure of increases in efficiency.
- Figure 4 Annual length compositions of anchoveta landings.
- Figure 5 Yield-effort curves, making no allowance for increased efficiency.
- Figure 6 Yield-effort curves, with corrections for increased efficiency.
- Figure 7 Sustained yields as a function of population abundance.
- Table 1a Anchovy tagging, July 1970. Recovery of tags from September to December 1970.
- Table 1 Summary of population abundance from cohort analysis.
- Table 2 Monthly estimates of catchability coefficient, q , in the northern and central areas.
- Table 3 Estimates of M.S.Y. and corresponding levels of fishing effort.
- Table 4 Summary catch and effort statistics, by fishing season.
- Table 5 Summary catch and effort statistics, by calendar year.
- Table 6 Adjustments made to effort statistics to allow for increased efficiency.
- Table 7 Revised estimates of M.S.Y., making allowance for increased efficiency.

Report of the Second Session of the Panel of Experts on the Population Dynamics of Peruvian Anchovy

March 1971

C O N T E N T S

	Page
1. INTRODUCTION	433
2. BASIC DATA	433
2.1 Catch statistics	433
2.2 Effort statistics	434
2.3 Length sampling	434
3. TAGGING	435
3.1 Results of the 1970 experiment	435
3.2 Sources of errors in the data	436
4. ASSESSMENT OF STOCKS	437
4.1 Stock sizes from cohort analysis	437
4.2 Changes in size composition	439
4.3 Maximum sustained yield estimates from catch and effort data	439
4.4 Revision of effort units	440
4.5 Hyperbolic analysis	442
5. REGULATIONS	443
5.1 General considerations	443
5.2 Regulations for the 1970/71 season	446
5.3 Short-term forecasts of catch and size composition	447
6. OTHER INFORMATION ON ANCHOVETA STOCKS	448
6.1 Acoustic surveys: Present work	448
6.2 Future use and possibilities	449
6.3 Egg and larval data	450
6.4 Environmental data	450

	Page
7. OTHER MATTERS	451
7.1 Birds	451
7.2 Report on the Economic Panel	451
7.3 Potential yields from other species	452
8. FUTURE WORK	453
8.1 Activities of the Panel	453
8.2 Recommendations for further work	454
9. SUMMARY	456
9.1 Level of maximum sustained yield of the anchoveta fishery	456
9.2 Increase in efficiency	456
9.3 Further studies	457
9.4 Food-fish	457
Tables	407
Figures	417
Appendixes	424

1. INTRODUCTION

The second meeting of the Panel of Experts was held in the Instituto del Mar del Perú from 1 to 10 March 1971. The panel members are listed in Appendix 1; in addition, several other members of the staff of the Instituto and of the FAO Project, as well as a representative of the Ministry of Fisheries, took part in the discussion. Unfortunately, the Chairman, Dr. W. E. Ricker, had to leave early owing to illness, and the chair for the rest of the meeting was taken by Dr. G. J. Paulik.

The Agenda of the meeting is given in Appendix 2; at the request of the Instituto del Mar it provided for a brief review of the present knowledge of fish resources other than anchovy.

A list of documents and other information presented to the Panel is given in Appendix 3.

2. BASIC DATA

In its first report the Panel concentrated on the analysis of existing data, without being concerned too greatly on the accuracy or reliability of these data. In any commercial fishery, the difficulties of data collection make it likely that errors or deficiencies will arise, and the anchoveta fishery is unlikely to be an exception. At the present meeting the Panel therefore gave more attention to the types of data being collected, and possible deficiencies in them.

2.1 Catch statistics

The Panel, in the report of its first meeting drew attention to the several causes of underestimation of total catch (losses at sea, losses at unloading, and under-reporting). Past catch data are also inadequate in that no information is given concerning location of fishing, other than that implied by the location of the port of landing. Though in the early days of the fishery trips were very short and the fish were all caught close to the port of landing, more recently longer trips have been made, particularly by the newer and larger vessels. (Occasional steaming times to the factory of up to 50 hours were mentioned to members of the Panel). If this trend toward longer trips continues, modifications of the past methods of reporting place of capture are essential for good stock assessments, even if as the early analysis of the tagging results suggest, there is a high degree of mixing of fish along the coast.

The Panel therefore welcomed the new reporting forms which were introduced by the Instituto del Mar in November 1970. These would give better information on the location of catches, and also of effort. There is a likelihood that, to the extent that the use of the forms and other changes

in methods of collection produce better estimates of total catch, the current statistics will not be comparable with those from earlier years. This should be checked, both indirectly by computing meal yields in different years, taking into account seasonal and other factors, and also by obtaining catch data by the old method. These comparisons should then be used to obtain corrected estimates of the actual catches in earlier years.

2.2 Effort statistics

As discussed elsewhere, fishing effort is exceedingly difficult to measure in any purse-seine fishery. Changes in the pattern of operation of the vessels, e.g., increasing amounts of time spent actually searching for fish, can make large differences in the effectiveness of a nominal unit of fishing effort. Though no simple formula can be put forward to correct for such changes, an essential ingredient for making corrections is better and more detailed information on the operation of the vessels. Much of the desirable data is contained on the new forms in use since November 1970.

The information on length of trip is certain to be most useful. As a series of years of data accumulates, effort might be expressed in units different from GRT-trips. For example, it is often considered that the effort is more closely related to the total duration of the trips, or the time spent searching, than to the number of trips. Then the effort might be expressed as total GRT-hours at sea or of GRT-hours searching. Data on the number of shots or sets made during the trip would also be valuable. It is understood that there are difficulties in collecting such data —many fishermen are unwilling to admit how many shots (and especially how many unsuccessful shots) they needed to catch their fish. However, this information is being collected in some other fisheries, and the Panel felt that further efforts should be made to collect it for the anchoveta fishery.

2.3 Length sampling

Sampling for length composition of the catch is made difficult by the extent of the damage to the fish occurring before they are sampled in the factories. The smaller fish are likely to be more often damaged (headless etc.), and thus either unmeasurable or more difficult to measure than the large fish. This is likely to lead to under-estimation of the proportion of small fish in the catches, which in turn could seriously affect the assessments, particularly if the degree of under-estimation changes from year to year, e.g., due to change in the average length of trip, to changes in the summer vedas, to changes in the size at recruitment (see section 4.2), etc.

The Panel therefore believed that improvements were needed in the techniques of measuring. Also, the way in which the samples were obtained at the factory could produce bias and should be improved. The proposed comparison between measurements made at sea with those made subsequently

on the same catches in the factory would show the current degree of bias. Techniques which should be considered included: (a) collecting samples at sea before damage occurs, e.g., by placing containers, possibly with preservatives, on the fishing vessels, and (b) estimating total length of all the fish in the sample even when damaged or incomplete, e.g., by measuring head length.

3. TAGGING

3.1 Results of the 1970 experiment

After an initial pilot experiment carried out off Tambo de Mora in April, in which about 14,000 fish were tagged, a full-scale experiment was carried out in July. 170,042 anchovetas, mainly of 14 cm length and larger, were tagged at about 30 stations in the course of about three weeks. The tagging locations ranged from north of Chimbote southward until Ilo. Recoveries amounted to 1661 in September, 1743 in October, 528 in November and 275 in December. Table 1a.

The provisional summary of the results suggests that whereas there appears to be little mass movement in the form of a directed migration, and the highest percentage of returns came in general from the areas close to the tagging areas, there is a substantial amount of dispersion away from the tagging location. This has the effect that the catches at any one fishing ground contain a mixture of fish from several tagging areas. Examples of the dispersion are given in Figure 1. However, it should be kept in mind that the apparent dispersion of fish from tagging areas is in part due to the previously mentioned unreliability of the information on locations of fishing. Notwithstanding this reservation the data would suggest that the mixing on the fishing grounds is of such a magnitude that for most practical purposes the anchoveta resource can be treated as a unit stock, with the exception perhaps of anchoveta in the most southern part of the region. Of the fish tagged in the area off Mollendo and Ilo, few recoveries were made in more northerly areas in September, but thereafter more substantial recoveries were made northward as far as the area off Pisco. Substantial numbers have also been recovered from Chile. Conversely, few fish tagged in the Pisco and more northern areas were recovered in Ilo and Mollendo. Whereas this shows that the southern anchovetas do mix to some extent with more northern fish in the Pisco-San Juan area in certain months, the separation may well be sufficient to justify separate regulations for the Ilo-Mollendo area.

A rough approximation of the fishing effort by area was used to estimate the number of returns per unit effort by area. The change in this number from month to month, for fish from each tagging location, is somewhat irregular, but the average decline in the number would suggest a total mortality rate of 50 percent per month, which seems unusually high. More detailed analysis, including the determination of the number of tags returned per

unit quantity of anchoveta over 13 cm in the monthly catches by area, may provide further information on the reliability of the tag returns for mortality estimates.

The provisional evaluation of the tagging results has shown promising results, but also a number of important problems. It is most desirable that a complete analysis of the data be carried out as soon as possible. Such analysis will not only provide more detailed results than were obtained from the present provisional evaluation, but will also show what shortcomings there may be in the present experiment and how these could be avoided in future experiments. Whereas the Panel believes that a further experiment of the type carried out in 1970 is highly desirable, it stresses the importance of adjusting these experiments to the findings of the detailed analysis. Suggestions for specific investigations on tag recovery, etc. are given below. Small-scale experiments in certain limited regions may also help to solve some of the outstanding questions. Experiments should also be made to test the feasibility of tagging fish less than 11 cm long.

3.2 Sources of errors in the data

The tagging data are subject to the usual sources of error in tagging experiments, such as mortality due to the tagging operation, mortality due to the tags, loss of tag during the life of the fish, incomplete recovery of the tags, and time lags in detecting and reporting on tags at the factories.

Whereas these sources of bias are not likely to have great effect on the information about distribution and migration of tagged fish, they may seriously affect estimates of mortality from the experiments.

Observations during the tagging operation, and a few tank experiments with tagged fish suggest that mortality due to tagging and tags, and the loss of tags, is rather small, although predation by birds, sea-lions and fish when tagged fish are released may on occasions be significant. To get more detailed data it is recommended that further experiments be carried out, including observations on the survival of fish held in a live net for at least a day after tagging, and tank experiments on tag loss and tag mortality with a sufficient number of untagged fish as controls and conducted on a somewhat larger scale than hitherto.

A very important factor is incomplete recovery of tags. Preliminary experiments have shown that the recovery of tags introduced into fish in the factory can be fairly high, but that this depends on the characteristics of the fish unloading process, the lay-out of the plant, the type and location of the magnets used for recovery, on the phase in the processing sequence where the tags are planted, and on the condition of the fish. Recovery of tags inserted in the fish in the pits varied between 2 and 60 percent, and that of tags inserted in fish in the fish holds of the ships at the time of unloading, between 1 and 30 percent. The lower percentages were obtained

in plants in which the transport systems for raw and semiprocessed fish were long troubled with a substantial loss of raw material. More extensive and detailed investigations are needed on the recovery rate of tags planted in the catch at various stages from the moment of catch until the final meal production, and careful study should be made of the recovery places and procedures in the plants. These studies should include comparison of recovery rates in the various plants from the 1970 experiment.

Inaccuracies in information on the location of the catches containing tagged fish are caused by insufficient information on the fishing area of the boats, and by difficulty in attributing individual tags to the boat and trip at recapture. Preliminary experiments showed a substantial time lag in the recovery of planted tags from the magnets. The first tags appeared on the magnets within an hour after entering the plant, and they continued to appear during the same and the following day. Ten percent of the tags were recovered by the magnets more than 2 days after being put in the plant. Recovery from other places in the machinery may only take place during the regular cleaning. Whereas these difficulties cannot be avoided, more careful studies in selected plants, improvement in the magnet coverage, and improvement in information on the fishing area of the fleets of vessel attached to each plant may help in removing some of these inaccuracies.

4. ASSESSMENT OF STOCKS

4.1 Stock sizes from cohort analysis

The results of an analysis of the age/length and total catch data were presented to the Panel. These results are described in more detail in the paper by Burd and Valdivia (see Appendix 3). Using monthly age/length keys they calculated the numbers caught of each spawning class. The data from the central and northern regions were treated separately. Using these catches per month and assuming an instantaneous natural mortality coefficient of 0.09 per month and an instantaneous fishing mortality $F = 0.10$ on the oldest fish in the cohort, Burd and Valdivia estimated the population of each spawning class in each month. While these estimates of F and M were believed to be reasonable, the value of M used have an important effect on the results. The Panel therefore believed that the calculations should be repeated with other values of M as soon as possible. These values of population size were transformed into weight and Figure 2 shows the monthly fluctuations in population over the period May 1963 to May 1970. Table 1 gives the mean monthly stock estimates obtained, which are independent of those obtained using catch per effort statistics.

From these estimates of the population each month, and the monthly catch, an estimate of the monthly fishing mortality coefficient, F , can be obtained. This estimate is independent of data on fishing effort and can be combined with effort data to give an estimate of the catchability coefficient, q , or the

Table 1 Estimates of stock abundance obtained from cohort analysis.

Season	Mean monthly stock in million tons
May 1963/April 1964	13.2
1964/5	13.7
1965/6	18.3
1966/7	16.9
1967/8	19.7
1968/9	13.9
1969/70	14.7

actual effectiveness of a nominal unit of effort. These are given in Table 2, and the average monthly values for each year, in the northern and central regions, are plotted in Figure 3. These values are high in the northern area in 1964, but otherwise there is a steady and consistent increase during the whole period-by a factor of 4 between 1963 and 1970 in the central area, and by nearly 3 times between 1965 and 1970 in the northern area.

It is well known that most of the available statistics of fishing effort in a purse-seine fishery give only poor measures of the true fishing effort. Previously, corrections to the basic statistics of GRT-trips kept by the Instituto del Mar had been made for the probable changes in efficiency which took place between 1960 and 1966 due to the introduction of power-blocks, larger nets, fish pumps, etc. These were estimated to have increased the effective fishing power by 20 percent. This figure was largely based on estimates of the time saved by using power-blocks and increases in the area covered by the net, but did not include an allowance for the less quantifiable elements such as improvements in the skill of fishermen, better searching, etc.

It is probable that the real fishing effort exerted per GRT-trip has continued to increase since 1966. Thus it appears that the average length of trip has increased and the amount of time spent searching per trip has increased. Also the searching efficiency and the degree to which the fleet can concentrate on the highest density of fish may have been improved by better cooperation between units of the fleet, as well as by the practice of companies with several factories of moving their fleets up and down the coast in accordance with the distribution of fish.

These effects are difficult to estimate quantitatively simply from the analysis of statistics of catch and effort. The data of Figure 3 and Table 2 provide a very valuable independent estimate of the changes in the efficiency of a unit of fishing effort. The Panel does not believe that the estimates of

a three —to four— fold increase should be considered as at all precise, but they do give some idea of the order of magnitude of the increase in efficiency that has occurred. As is described later, a range of estimates of the efficiency increase have been included in the analysis of catch and effort data. These analyses show that determination of the MSY for the stock is not very sensitive to the degree to which efficiency is assumed to have increased, the main conclusions being much the same whether a 2 or 4-fold increase is assumed. That is, all the curves show that the present yield is not very different from the maximum, though there are some differences in the shape of the curve. The assumption of a large increase in efficiency results in a considerably flatter curve. It is therefore highly desirable to have better information on true changes in fishing effort. The best insight into this would be more detailed information on the activities of the individual vessel during each trip. This should include data on location of fishing and duration of each trip, if possible split between steaming time, searching time, and time spent actually fishing. Data on the number of sets made with and without fish during each trip would also be valuable. In addition, estimates of changes in abundance, independent of catch per unit effort data, are highly desirable.

4.2 Changes in size composition

The previous session of the Panel reported on the substantial decrease in the proportion of large fish in the catches which had occurred over the years. The data for 1969 and 1970 (Figure 4) show that this trend has continued, and in 1969 the proportion of fish of 14 cm or more in the catches was the lowest ever recorded. This trend has been due both to a continued decrease in the average size at which the fish recruit to the fishery, and to a real decrease in abundance of fish above 16 cm. A rough analysis of the ratio of large to small fish suggests that the larger fish are now being removed at a faster rate than would be suggested by the moderate increase in nominal fishing effort that has occurred since 1964. This has had the same effect as the increased efficiency looked at in a rather simpler way, deduced by the more sophisticated cohort analysis described in the previous section.

The changes in size composition are not specifically considered in the later analyses. However, the trend toward smaller fish, and the increasing tendency for the fishery at any one time to be relying on a single year-class, with the risk of a serious drop in catches when a poor year-class occurs, gives some reason for concern about the possible instability of the stock.

4.3 Maximum sustained yield estimates from catch and effort data

Several techniques for estimating from available catch and effort statistics the magnitude of the maximum sustainable yield (MSY) were reviewed in the 1970 Panel of Expert's Report. Because several of the methods produced

estimates of MSY that were identical for practical purposes and because others were clearly unsuitable, the present Panel employed only the three basic models found to be most appropriate for estimating MSY for the Peruvian anchoveta stocks; logistic, genprod, and the exponential (Table 3), plus the hyperbolic analysis discussed in detail below.

All models were fitted to total catch and total effort data given in Tables 4 and 5, adjusted to include predation on the stocks by both men and birds. The MSY's were then reduced by the 0.74 million tons that would be consumed by the existing population of about 5 million birds. The catch and effort data employed refer to fishing seasons extending from September through May of the following year. The yield curves for these functions, using the effort series uncorrected for the possible large increases in efficiency discussed in section 4.1 but including the 20% efficiency increase in the period 1960-1966 described in 6.1 and updated to include the 1969-70 fishing year, are shown in Figure 5. Approximate 95 percent confidence intervals for the MSY estimates associated with the logistic and exponential curves extend from about 1 million tons below to about 1 million tons above the estimated MSY's. For the hyperbolic curve the MSY is estimated at an infinite amount of effort and thus involves extrapolation for beyond the range of available data; the confidence interval limits for the hyperbolic MSY are approximately plus or minus 2 million tons.

The confidence interval is a statistical measure of the degree of uncertainty associated with the estimate of MSY. It does **not** measure year-to-year variability but rather is a measure of the probability that the confidence interval in fact includes the true value of MSY. This theoretical MSY value represents the steady-state production of the stock under average conditions.

The exponential model provides the best fit for these data. For each of these models the point farthest from the theoretical yield line occurred in the 1965/66 season when the catch was unusually low because of the El Niño.

The Panel noted that the newly estimated maximum sustainable yield is about 0.3 to 0.4 million tons higher than last year's estimate and the correction for consumption by birds is about 0.1 million tons less than last year's. (Table 3). These higher estimates can be ascribed to the influence of a higher-than-expected mean catch for the effort expended in the 1969/70 season, which was almost certainly caused by an unusually large "year class" that appeared first in December 1969. We note, however, that the new estimate of MSY is well within the confidence limit of last year's estimate.

4.4 Revision of effort units

A question of some concern this year and last year is whether the measure of effort is realistic. That is, is it possible that efficiency has increased significantly owing to factors difficult or impossible to measure such as increased experience and greater skill, better communication, etc. Properly

upgrading effort has been a nearly intractable problem in all ring-net and purse-seine fisheries, e.g., the Norwegian herring fishery and the California sardine fishery. Parenthetically, this underscores the desirability of obtaining measures of stock size independent of effort.

Several independent analyses of changes in the fishing power of a nominal unit of effort all indicate that previous adjustments in the effort statistics underestimate true increases in the efficiency of the gear since the 1963/64 season. Analyses by Burd, Robles and Tsukayama employ somewhat different data and different methods, and although there is some disagreement on the exact magnitude of the change in efficiency, all of these investigators agree that fishing power of a nominal unit has more than doubled since 1960/61. The three basic models and a hyperbolic model were fitted to three sets of effort data adjusted over the period from 1963/64 to 1969/70 to include the entire range of possible increases in efficiency. Table 6 shows the effort data and the adjustment factors used to compute corrected effort. As shown in Table 7 these correction factors have little effect upon the estimates of MSY, which may be considered to be essentially independent of the particular effort adjustment used. These effort adjustment substantially reduce the variance of the data points around the fitted lines for the exponential curve, but result in increased variability about the logistic line.

Of the three new effort series, the first one, i.e. effort (2) in Table 6 is believed to be the most realistic and its implications are considered in detail in Figure 6, which shows fits of catch and effort data to the logistic, hyperbolic, and exponential models. The hyperbola gives the best fit and the logistic the worst. The method of fitting the logistic was to regress the catch per effort on effort and the exponential to regress the log of catch per effort on effort. For the hyperbolic curve the catch data were fitted directly to the effort data by the use of a non-linear iterative technique. The hyperbola may well be the best curve for estimating the economic consequences of changes in effort. The biological implications are considered in the next section.

Three important points can be made. Firstly, as already noted, there is little change in the estimated MSY. It is 10.0 million tons for the exponential and 10.3 for the logistic (total yield less 0.74 million tons for birds). In terms of 1969/70 gross registered trips, these maxima occur at 20.2 and 17.6 million GRT-trips (equivalent to 30.8 and 31.3 GRT-trips in the corrected effort series), substantially less than the 24.5 million GRT-trips recorded in 1969/70. (The hyperbolic curve has no maximum for any finite or realistic effort and is not comparable to the others).

The second important point to note from this analysis is the existence of a large surplus effort. The potential effort, i.e., the effort that could be exerted by the existing fleet if it worked full-time throughout the year without being restricted by regulations, is, as has been noted elsewhere, substantially larger than that actually exerted, and the latter already exceeds the level of effort giving the maximum yield under average conditions. The final point to note is that the average standing crop in 1969/70, as

estimated by the most conservative of the revised effort series, is only 0.38 as large as 1960/61, and is likely an even smaller proportion of the virgin stock. The implication is that the intense fishery has pushed the stock to an extremely low level. As discussed in the next section, the Panel felt that this might lead to an unstable situation in which there could be a danger of an abrupt collapse of the stock.

In addition to the models previously used it was mentioned that the Panel also considered another model which can be used in analysing catch and effort data. It is described in some detail below, though it is not necessarily believed that it is much better (or worse) than the other models. The exception is the logistic model, which gives a significantly poorer fit as more allowance is made for increases in efficiency.

4.5 Hyperbolic analysis

The fish production system of the Peru Current may function in much the same way as a chemostat (a continuous culture device used to rear populations of such organisms as bacteria or phytoplankton). The growth of populations in chemostats may be modelled quite accurately by the hyperbolic or Michaelis-Menton equation as it is more commonly known. Since the anchoveta data fit the hyperbolic so closely and the biological analogy seems sound certain important implications of this model should be examined in more detail. It can be easily shown that a hyperbolic relation between catch-per-effort and effort implies that sustainable catch increases linearly as stock size decreases (see Figure 7).

Obviously the maximum sustainable catch cannot be obtained at a stock size of zero and at an infinite number of effort units. What this model does imply is that the theoretical steady-state production of the stock reaches its maximum at stock levels well below the level of half the size of the unexploited stock which is the position of the maximum indicated by the logistic model (see Figure 7). Also, instead of the gentle descent into overfishing predicted by the logistic and the exponential, it is a discontinuous function and as such predicts a sudden population collapse at some indeterminate point as the yield approaches the theoretical yield at infinite effort.

Relevant to this point, the estimated present stock size is indicated on Figure 7. It is well to the left to $\frac{1}{2}$ the virgin stock; at some lower population level the curve must descend to the origin, and this descent to zero catch from positions further to the left must be very steep. This may never happen as the model also predicts that large and probably uneconomical increases in effort will be required to move the stock size much further to the left. A more probable danger is that one or two poor spawnings will generate the same effect on the population abundance as a very large increase in effort.

This is similar to what happens in a chemostat. In that instance the collapse

occurs when the wash-out rate exceeds the maximum division rate, and while not vertical, is quite precipitous. The Peruvian anchovy does not reproduce as simply as a cell, but its short life and reproductive pattern make the approximation realistic. In any event, any time lags due to a more complex life history will only accentuate the tendency to a discontinuous collapse.

Aspects of the anchovy life history that suggest the model is realistic are that recruitment appears to have a maximum at rather less than half the virgin stock, as evidenced by the strong year-class that recruited at the beginning of 1970. The spawning pattern, together with the known proclivity of the anchovy to consume its own eggs, suggests a high degree of density-dependent feedback. For example a very successful August-September spawning can greatly dampen the February spawning, and viceversa. Conversely, a poor August-September spawning would be followed by a successful February spawning provided there are enough adults.

As the stock decreases its potential productivity can be expected to increase until the population suddenly collapses. Observations on the behaviour of actual fish stocks at low stock levels show that productivity is apt to be extremely erratic as well as extremely high. Examples of populations with high production at a time of severe stress caused by overfishing or other causes just before they collapsed include the California sardine, and several of the stocks in the Great Lakes. In these circumstances it is of utmost importance to set up an accurate and timely monitoring system to detect any evidence of population distress such as recruitment failure. This must then be used to reduce fishing quickly to a value that will allow the population to recover to a level that will ensure its survival as the dominant species in the Peru Current system.

5. REGULATIONS

5.1 General considerations

The curves relating sustained catch under average conditions to the fishing effort obtained in the previous section provide the basis for the regulation of the fishery.

Though the curves differ slightly from each other depending on the model used, and the degree to which it has been assumed that the efficiency of a unit of effort has increased, they are generally in agreement on the most important issue —that the present level of effort is too high. Where a maximum in the yield curve exists, it occurs at a level of effort substantially below the present. The excess effort during the 1969/70 season, according to the logistic and exponential models, is between 30 percent and 70 percent of the effort giving the maximum sustainable yield. Even for the yield curves obtained by application of the GENPROD fitting technique which

have maximum at a much higher level of fishing effort than either the logistic or exponential, only a slight increase in catch will result from major changes in the amount of effort since the yield curves are very flat near the maxima.

The high effort has three bad results:

- (a) The catch is on the average less than it could be, because the fish are not being given sufficient chance to grow.
- (b) The cost of fishing is much higher than it need be; the point of maximum net economic yield is far to the left of the point of maximum gross physical yield.
- (c) The instability of the population is increased, and there is an increased risk of the collapse of the entire stock.

The Panel could not attach any quantitative measure to the last point, but believed that the risk was real, and that in view of the importance of the fishmeal industry to Peru, and the lack of alternative resources, the chances of a collapse must be minimized.

Several other important pelagic fisheries, e.g., the California sardine and some herring stocks in the North Atlantic, have collapsed. It appears that under heavy fishing a succession of years of poor environmental conditions can so reduce the stock that it cannot easily recover when the environmental conditions return to normal. Sometimes the run of poor year-classes and the decline of the fishery has been preceded by one large outstanding year-class, possibly as a reaction of the stock to the stress of fishing. With this in mind the occurrence of the extremely good year-class which supported the fishery throughout 1970 may not be entirely comforting.

The precise choice of regulation will depend on the balance between objectives (maximizing catch, reducing costs, or reducing the chance of a collapse of the fishery). The latter two are served by regulations which keep the effort rather below that giving the maximum yield. The yield curves (Figure 7) are rather flat over quite a range of effort around the position of the maximum sustained yield. This means that the increase in effort required to increase the catch from, e.g., 98 percent to 100 percent of the maximum, would be large, and would cost very much more than the value of the added production, even without making any allowance for the effect of the added production on the price. On the other hand, as was pointed out in the report of the first meeting of the Panel, the shape of the yield curves beyond the currently estimated position of the maximum is not well known.

If the attainment of the maximum physical catch is the desired objective, the Panel, at its first meeting, stated that it might be necessary to determine the position of the maximum more precisely. It was suggested that an effec-

tive way of doing this is by means of a sequential and empirical search procedure; each season the fishing effort is allowed to increase slightly and temporarily beyond the previous season's estimate of the optimum effort until some evidence of decreasing production is obtained. The Panel at that time believed that the effort then (i.e., in the 1968/69 season, the last for which there were complete data) was somewhat below the maximum, and therefore, with the above consideration in mind, proposed increments in catch quota of half a million tons as a way of obtaining a better definition of the upper part of the yield curve.

In the 1969/70 season, in addition to a large increase in catch and due to the presence of an outstanding year-class, there was also a substantial increase in effort, both in the standard units and still more when corrections are made for the probable increase in efficiency. The Panel believes that this increase in effort beyond the probable level of that required to attain the maximum sustained yield is greater than the cautious expansion suggested at the previous meeting. They therefore suggest that the immediate objective of regulations should be to reduce the effort, in real terms, below the 1969/70 level, by at least 20 percent. This would still imply an effort greater than most estimates of the level giving the maximum yield. Under average conditions this would give a yield of around 10 million tons, which is not appreciably different from estimates of the maximum sustained yield.

The Panel therefore proposes 10 million tons as the level of the quota for the current season, assuming average recruitment. They note however, that a single figure for the annual quota is not a very satisfactory regulation without additional controls. Since the yield curves that apply to the Peruvian anchoveta are generally flat in the vicinity of the maximum sustainable yield, approximately the same quota can be harvested with very different amounts of effort. The deployment of the effort in time and space can also be extremely important. The pattern of regulations therefore should include some provision to ensure that excess catches are not taken from a year-class early in its life. To some extent this is done by the present pattern of fishing seasons, in which the new year-class enters about the middle of the season, and by the summer veda.

It may be noted that if the fishing season for which the quota is calculated started at the time at which the fish mainly recruited, there would be less control over the fishing effort. For example, if there was very heavy fishing soon after the fish recruited, the catches in terms of weight would be large but not in proportion to the very high number caught. During the rest of the year fishing could continue at a high level on the relatively few survivors without ever reaching the quota due to the lack of bigger fish, and there would be no control on the amount of fishing. The chances of the quota being reached would be further reduced if the year-class in question happens to be below average strength. With the present fishing season, on the other hand, which comes to an end soon after a new year-class recruits to the fishery, the quota can be reached, and a check placed on further fishing, however few fish remain from the year-class which supported the fishery during the first part of the fishing season.

This consequence of different schemes of fishing seasons is especially important at the present level of effort potential, at which the fleet can catch a very substantial part of the stocks in relatively few months.

5.2 Regulations for the 1970/71 season

The Panel noted that extra regulations had been proposed for the rest of the 1970/71 season. These included a separate quota of 1.2 million tons for March 1971, and four possible alternatives for the rest of the season (on the basis of a total of 4.8 million tons as the allowable catch for the second half of the season). The Panel did not attempt to calculate what the quota for the second half of the 1970/71 season should be, on the basis of the new estimates of MSY under average conditions, and of the strength of the recent year-classes, but it believed that the figure of 4.8 million tons proposed by the Ministry of Fisheries was not unreasonable. The alternatives proposed were:

- (a) Unrestricted fishing until the 4.8 million tons quota is reached.
- (b) A limit of 20 days fishing per month.
- (c) A limit of 1.2 million tons per month.
- (d) A limit of 4 days fishing per week.

If the sizes of fish taken under each option were the same, and the catches totalled 4.8 million tons, the effect on the stock would be virtually the same. If there were significant numbers of small fish, it would be advantageous to spread the catches evenly over the time period to give the fish an opportunity to grow. However, it may be desirable in principle for the actual quota in the second half of the season to be adjusted upward or downward from 4.8 million tons in accordance with the strength of the incoming recruit class. This cannot be determined until the results of the March fishery, in particular data on the size composition of the catches and the value of the catches per unit of effort, are available. It would be convenient, if this adjustment is to be made, for the catches to be spread out over a longer period (by any of methods b, c, or d) so as to give more time for analysis of the data, and consideration of the results of the analysis.

The immediate recalculation of the catch quota to allow for the strength of the incoming year-class is, in fact, rather difficult and the Panel felt that these difficulties might outweigh the theoretical advantages, unless the year-classes were particularly weak.

The survivors of a strong year-class would be alive in September, at the beginning of the new season, and during the closed season the loss in numbers would be balanced by the gain in biomass. Any failure to increase catches in March-May, at the end of one season, can therefore be made up by increas-

ed catches at the beginning of the next season. Losses in biomass due to natural mortality over the southern winter are more than compensated by growth of individual fish, i.e., the stock inventory will not deteriorate over this period if unharvested. It would therefore be sufficient to adjust the catch quotas in this second season, i.e., the adjustments for any departure from average of the strength of the year-class recruiting in the early part of 1971 would be made to the quota for the 1971/72 season. The exception would be if the recruit year-class is very weak, then average-size catches could reduce it soon after recruitment to a very low level.

The Panel therefore believes that no adjustment should be made to the proposed figure of 4.8 million tons for the second half of the 1970/71 season, unless it appears that small, recruit fish are very scarce in the population. In that case serious consideration should be given to an early closure of the fishery.

The Panel also believes that further studies should be made of the monthly or seasonal pattern of catches from a year-class during its life, under different levels of fishing effort. These studies should be used to devise a quota system, with suitable adjustments for changes in year-class strength, which would maintain the effort at the desired level.

5.3 Short-term forecasts of catch and size composition

Long-term forecast usually centre around the MSY, and its associated prediction function. They involve average growth, recruitment and escapement to spawn. Short-term forecasts consider variability in the MSY due to variation in growth, recruitment and availability. In the present situation, as in most others, the most crucial element of short-term prediction is recruitment. The next most important is variation in growth and the timing of recruitment. Both of these are probably functions of environmental factors, for which temperature often represents a simple and useful index, at least in part.

During the early years of a fishery this variation is of little consequence; the population is underfished and the total landings are a direct reflection of the amount of fish that can be caught, processed and marketed. Later, as the catches begin to approach the maximum they also begin to vary to a greater extent in response to short-term changes in recruitment, growth, etc. When the population is fully stressed and nearly all surplus production is being harvested, the annual catch is maximally sensitive to these short-term variations.

These fluctuations cause serious economic problems and may endanger the stock and the fishery, because when the fluctuation is negative the fishery is under great economic pressure to over-harvest the stocks, especially when there is surplus vessel capacity available as in Peru. Both of these classes of problems can be avoided by deliberately setting the annual quota at a level that can nearly always be attained. This clearly involves wasted

fish (during the years of positive deviations). The alternate solution is to forecast, and adjust the catches so that the maximum is taken during the life span of the fish. The forecast could also permit the industry to make appropriate economic plans if they were made well in advance of the anticipated over or under-supply.

The first step is a research programme involving such things as environmental measures, recruit strength and growth evaluated from landings and special surveys. This material is analysed, and a series of prediction systems developed. These might, for example, be one, two, four, eight, and twelve month forecasts. After the forecast system is put in operation it is constantly upgraded on the basis of the difference between predicted and actual values.

Crucial to the establishment of such a system is close contact with industry so their needs with respect to forecast information, quality, and format are taken into account. Parenthetical, such a system will almost certainly require upgrading the data processing and computational facilities of IMARPE so that the forecasts are completed quickly.

The importance of establishing such a system cannot be over-emphasized. The economic benefits will pay for the system many times over, and will be amplified considerably if the industry considers and acts on the forecasts in the context of world supply and demand. Even more crucial is the fact that there is considerable evidence that the stocks of anchovies are now stressed to a point where a negative perturbation, e.g., a small year-class, not followed by an immediate and appropriate management response, may well bring on an irreversable population crash. Clearly, without a new prediction system, the management response will likely be too late.

6. OTHER INFORMATION ON ANCHOVETA STOCKS

6.1 Acoustic surveys: Present work

Acoustic observations of fish distribution are available from 1961 onward on various forms and detail; during the first years echo-records were made on all general survey cruises; later the multi-ship operations (QUIZAS AND EUREKA) were introduced. Since 1966, 17 EUREKA surveys have been carried out as a standard programme using the same type of instruments and methods. In the last few years research efforts have also been directed toward further development and adjustment to local conditions of methods for studying behaviour and for direct estimates of anchovy abundance. This has involved measurements of target strength and its relation to size, behaviour and distributional aspects. Local survey programmes to test methodology have demonstrated that further development work is needed. This will be discussed below.

The EUREKA surveys are intended to give synoptic reviews of the dis-

tribution of anchovy concentrations. They are carried out mainly as a service to the industry. Comparison of relative echo-abundance indices from EUREKA surveys and fishing success off various parts have demonstrated the general usefulness of the results. It is the Panel's opinion that the observations contain more information than has been extracted, and that the potential of this approach can only be realized by developing a more careful and detailed scheme of analysis.

The Panel briefly reviewed total indices of echo-abundance from yearly EUREKA surveys in August; data from some previous years' research vessel surveys were also considered. A decline in the indices of recent years is compatible with the expected effect of fishing on the stock, but observations from the earlier years do not fit into such an interpretation. The EUREKA survey of August 1970 showed a low total echo-abundance index, while that of February 1971 was reasonably high. When comparing the results of EUREKA surveys from year-to-year account must be taken of the time when the new recruits are big enough to start schooling and to be recorded by the echo-sounders used. This time may vary somewhat from year-to-year.

6.2 Future use and possibilities

The EUREKA surveys are of direct use to the industry; they are also a valuable element of the Instituto's research and should be continued.

It seems likely, however, that considerably more information could be obtained from an up-grading of these surveys which might not require very much more effort. All instruments should be calibrated on a standard target. The test fishing started in the survey of February 1971 should be expanded, and a limited area should be surveyed acoustically with a research vessel using calibrated instruments and integrators. This would be a first practical approach to obtaining total echo-abundance index.

Parallel with the up-grading and supplementing of the EUREKA surveys directed primarily toward fish of commercial size, acoustic methods should also be considered as one of the more promising techniques for obtaining estimates of pre-recruit abundance. This will require further knowledge of the acoustic properties of very small anchovy and of their behaviour. A suitable gear, preferably quantitative, for catching pre-recruits must be selected.

The acoustical development work needed to be done on the anchovy includes measurement of target strength of different size fish under different conditions. Behavioural aspects are of primary importance, such as depth distribution, schooling behaviour and diurnal changes in behaviour. Survey methodology and tactics must be studied in relation to diurnal or seasonal changes in distribution and behaviour; of special importance is the coverage of the uppermost water layer from the surface to about six

meters. Attention should also be paid to the selection and development of suitable gear to sample and identify fishes producing the different echotraces observed.

6.3 Egg and larval data

The possibility of extending the use of the EUREKA type survey to include the collection of synoptic data on egg and larval distribution should be investigated. It is suggested that use could be made of small high-speed samplers from the vessels used in EUREKA surveys. This information could provide useful information at little cost on such things as changes in the position or extent of the spawning area. A shrinking in the area of spawning has been a factor in the decline of some pelagic stocks, and observations on the extent of spawning may provide an early sign of imminent decline in the stock.

In addition a more complete picture of the abundance of macroplankton (Euphausiids and Sagitta) could be obtained.

6.4 Environmental data

Although there is by now a considerable amount of information on various biological aspects of the anchovy populations as well as data on the environment in which they exist, little effort has been made to relate the two types of data.

Of greatest and most urgent interest is a comparison of variations in recruitment with various environmental factors, e.g., temperature, upwelling intensity, etc. Since the abundance of a recruit class is probably determined during its first 3 to 4 months of life, attempts must be made to describe the oceanographic phenomena as representatively as possible during these months. One complication is that the exact time when a recruit class is spawned is not always quite clear. The data may thus necessitate alternative ways of comparison. The use of a very simple temperature index should perhaps also be attempted. Another important aspect of these types of studies would be to relate the distribution and behaviour of the anchovy to various environmental factors. Such comparison could yield results important for evaluating changes in the availability of the anchovy. It is proposed that the Instituto del Mar should undertake this analysis as soon as possible.

As a first step in this study a tabular summary should be prepared giving for each month from 1955 onward, an index of hydrographic conditions in the area. A series of temperature data at a fixed station, such as the series from Chicama, would be useful, and should be published at regular intervals.

7. OTHER MATTERS

7.1 Birds

The bird population continues to show little growth holding at 5 to 6 million birds, versus 26 million in 1955 when the fishery was very small (see previous report — IMARPE Bull. Vol. 2, N° 6). The failure of the bird population to increase may be caused by difficulty in obtaining food from the reduced anchoveta population or by reproductive interference caused by pesticides in the food chain. However, there is still no evidence of the latter.

One factor responsible for the inability of the bird population to grow may be reduced numbers of chicks per adult. During February 1960, 1962, and 1963, there were 0.6 chicks per adult. This was the last growth period of the population. During the recent period of no growth (1966-1970) the February mean was 0.3 per adult. If 0.3 will maintain a constant population, 0.6 would allow fairly rapid growth. Lacking evidence for any effect of pesticides, the simplest hypothesis is that with a reduced anchovy population, the birds are unable to allocate as much energy to reproduction as formerly.

Though there may be no real cause for alarm with respect to the birds, their inability to increase may be associated with an anchovy stock size well below half the virgin size, which suggests the anchovy population should be exploited with care. It also suggests that the intense anchovy fishery may limit the productivity of those foodfish populations, which, like the birds, rely on the anchovy as the main source of food.

The Panel believes that the further study of the interaction of the fishery and the birds would be assisted by more detailed information on the population dynamics of the birds, in addition to the counts already being carried out. Such studies might be done on a small number of selected sites, and should include such things as hatching success, proportion of broken eggs (which might give a measure of any effect of pesticides), fledging success, weight of young fledging (which might be a measure of food availability) and information on the age at first maturity.

7.2 Report on the Economic Panel

The present Panel took note of the report of the Expert Panel on the economic effects of alternative regulatory measures in the Peruvian anchoveta fishery, as given in Informe 34 of the Instituto del Mar. They believed that this was a most important report which complemented the work of the Stock Assessment Panel. The present results support the conclusions of the Economic Panel. In particular, the latest studies concerning the possible instability of heavily exploited fish populations confirm their conclusion of the risk inherent in an excess capacity occurring at a time of poor environmental conditions.

The present Panel therefore strongly recommends that the proposals of the Economic Panel are acted on, so that the Peruvian anchoveta fishery can achieve a high economic efficiency, and will be in a position to withstand the occurrence of poor environmental conditions, and low stock. An industry rationalized in this way would have less need, for short-term economic consideration, to take excess catches from a depleted stock. This would reduce the serious risk of temporarily unfavourable environmental conditions leading to a collapse of the stock.

7.3 Potential yields from other species

In addition to the anchoveta studies, the group paid some attention to the potential of other Peruvian fishery resources, and considered some tentative estimates of this potential which recently have become available.

Studies based upon various types of data, including catch data from existing fisheries sampling programme, data from exploratory fishing survey and echo-surveys, comparison with other areas of similar characteristics and known production, and other biological information led to a first estimate of potential on the order of roughly 400,000 tons of fish and perhaps a few hundred thousand tons of other animals, mainly squid (jibia), or a total of some 600,000 tons.

Estimates based upon a comparison of the number of eggs and larvae of anchoveta with those of other species gave figures of between 250,000 tons of fish and 1 or 2 million tons, depending on the assumptions made regarding the egg production by different species, life span of the eggs, and other factors. Estimates based upon primary production and foodchain studies led to even greater extremes of values depending on the basic assumptions and values used (from less than 100,000 tons up to 7 million tons).

Both of the latter two approaches are very sensitive to relatively small changes in the basic parameters, used in the calculations, such as the efficiency of transfer between trophic levels. For several of the parameters involved, presently available methods of estimation do not allow sufficient precision to give reliable results.

The group concluded that at present no estimate of fish potential other than that of anchoveta can be given with any certainty, though it is clear that the present landings of about 170,000 tons can be substantially increased.

The limited shelf area and the lack of oxygen over much of the Peruvian shelf restrict the potential of demersal species. It is believed that the catch of these species can be increased by about 100,000 tons, but it is likely that the possibility for further expansion of the foodfish fishery will depend largely on the availability of pelagic species, especially in offshore waters. Few direct observations exist on the abundance of such species, other than bonito, other tuna-like fishes and squid.

The potential for increase is different for different species. Whereas some species, such as squid and perhaps jack-mackerel (jurel) may be able to support catches many times the size of present landings, other species such as corvina, dogfish (tollo), rays (rayas), and others may already be heavily exploited with little or no potential for expansion.

Any investment plans for fishery development involve estimation of the magnitude, kind and location of the potential resources. Losses will be caused if the estimate of magnitude is seriously in error. If it is too low, this will become apparent when development takes place, and catches approach the estimated limit of the resource without having much apparent effect on the stock. Then the plans for development can be modified, and the only loss is some delay in reaching the higher levels of catch. On the other hand, if the estimate of potential is too high, and is used to develop plans for investment in boats, shore facilities, etc., then the losses can be very high, especially when there are no good alternative uses for the excess vessels and shore installations. The Panel therefore believes that plans for the initial phase of the foodfish fishery should be based on a conservative course of action. It is recommended that an initial target of 300,000 tons of fish, plus 100,000 tons of squid, would be sufficiently conservative as a sound basis for initial development plans. This development should be accompanied by a study of its effect on the foodfish stocks, and a re-assessment of their potential yields. These studies might well involve a revision upward of the estimated potential yields of at least some stocks, and hence allow a modification of the development plans. The development plans must also take into account the probable species composition of the increased catches, as this is most important in determining the requirements for vessels gear and processing facilities.

In considering the potential of resources other than anchoveta, the question arises as to how much the catch of anchoveta affects production of these resources. It is known that anchoveta is a major food item for several but not all of the important foodfish species. Thus, the removal of a large part of the anchoveta stocks by the fishery may have led to decreases in these other resources and in this way may have influenced living conditions in the sea. Similar considerations are given in this report with respect to the bird populations. No evidence, however, is available on the type and extent of such effects on the resources of fish other than anchoveta.

8. FUTURE WORK

8.1 Activities of the Panel

The activities of the Panel to date have provided considerable insight into the population dynamics of the anchoveta, and given guidance for the rational management of the fishery. They have also revealed important gaps in the present knowledge, particularly concerning the reactions of anchoveta

and, indeed, many pelagic fish stocks, to the stress of intense fishing. At the same time the usual pressures occurring in the exploitation of a common-property resource appear to be driving the stock, despite the management measures already in force, into a position where it may become unstable, and, in any case, where the effects of sustained high levels of fishing are increasingly difficult to predict. Continued expert advice on the state of the stocks is therefore essential. Through the present Panel it has been possible to provide advice on a range and experience that cannot be provided by any one research establishment, whether in Peru or anywhere else in the world. Apart from the travel and other facilities provided by the FAO/UNDP Project, the creation of the Panel has been made possible by the interest of and challenge to research workers in North America and Europe in studying the world's largest single-species fishery. It has also been aided by the availability of the good series of statistical data on catches, fishing effort and size composition collected by the Instituto del Mar.

The Panel noted that the present FAO/UNDP (SF) project is due to end in the middle of 1971, and the possible pattern of its continuation, if any, is not known. The end of the project would mean the end of the Panel under present arrangements. The Panel therefore strongly recommends that other arrangements be made for the continuation of its work. The main direct cost will, as at present, be the travel and associated expenses of attendance at the meetings, which should be held at least annually. It is strongly recommended that some funds be made available for special studies which may involve highly specialized equipment such as certain types of computer facilities. One such project is to employ computers to design a real-time system for forecasting the status of the anchoveta population. A number of other possible studies have also been identified by individual members of the Panel.

It is also absolutely essential that the present series of basic statistical data be maintained. (The present report includes several ways in which they should be improved in reliability or accuracy). Unless these data are provided and can be depended on, no amount of sophisticated analysis can give reliable advice on the state of the stocks.

8.2 Recommendations for further work

Priority items (Modifications of existing programmes)

(a) Catch statistics:

The group stressed the importance of obtaining good reportage of catch by means of the new reporting forms. Owing to the inaccuracies likely in describing the location of fishing, particular attention should be paid to obtaining accurate estimates of the time spent at sea from port of departure to port of return.

(b) Length data:

The technique of sampling for length composition of the catches requires modification to improve the estimates of small fish.

(c) Age data:

At least as important as the question of improved length data is the essential requirement for better and more quickly available information on anchoveta age composition. Failure to expedite the aging of sampled fish through examination of accumulating otoliths continues to impede reliable and timely estimation of anchoveta mortality.

(d) Tagging:

The Panel thought that first priority should be given to the analysis of the data of the present tagging experiment, for which the assistance of an experienced outside expert would be most useful. Further studies of the variability of the recovery rates of tags in the factories are essential, and should probably include further smaller-scale tagging experiments at sea. These studies are likely to take up most of the available facilities this year, and would enable a second large-scale experiment to be planned for execution as soon as possible.

(e) EUREKA surveys:

In view of the difficulties in the comparability of the estimates of effort between year, the Panel considered essential the continuation and further development of these surveys as a method of estimating stock size.

In addition, geographical distribution of the stock can be compared with the area exploited by the fleet.

Priority items (New Programmes)

(a) Recruitment forecasting:

The Panel recommended that a programme designed to obtain estimates of the size of incoming recruit classes be given the highest priority. The cohort analysis enables estimates of total recruitment of each spawning class to be made. It was clear from this and other analyses that the most recent recruit class was very strong and had contributed the greatest part of the recent high catches.

As a result of this dependence of the fishery on strong incoming year-classes the Panel considers it is essential that a programme is developed to monitor incoming recruitment. Investigation of the

relations between past recruitment and environmental parameters might afford a method for forecasting incoming recruitment. Earlier assessment of the incoming year-class may be possible from synoptic surveys of the pre-recruit stages and this might enable timely adjustments to be made to the quota, or encourage other regulations.

(b) Temperature data :

Long-term series of sea surface temperature data were considered necessary in association with the programmes for recruit forecasting. The group recommended the re-establishment of the sampling station at Chicama. The possibilities of the existence of further long-term series of temperature data should be investigated.

9. SUMMARY

9.1 Level of maximum sustained yield of the anchoveta fishery

Based on the most recent data (which include the results of a very good year-class present in 1970) and techniques, the estimate of the greatest sustained catch that can be taken from the anchoveta fishery, under average conditions and with the bird population at its present level, is about 10 million tons. The limits of accuracy of this estimate for average conditions are plus or minus 1 million tons. Catches in any one particular year may be above or below this range if the conditions are unusual, for example, if a particular strong or weak year-class enters the fishery.

9.2 Increase in efficiency

The correct measurement of fishing effort in any purse-seine fishery is difficult. There are indications that the efficiency of the Peruvian anchoveta fishery has increased, so that the true effort exerted per GRT-trip in 1970 was some 2 to 3 times that exerted per GRT-trip in 1963. The population abundance is therefore lower than previously estimated. This does not greatly affect the estimate of average sustainable yield, but there is a greater risk of instability, such that poor spawning conditions for a couple of consecutive seasons could lead to a catastrophic decline in the stock. The increased efficiency also means that the excess capacity of the present fishing fleet is even greater than previously estimated.

The potential economic benefits from reducing this excess will therefore be greater than the substantial amounts estimated by the Expert Panel on the economic effects of alternative regulations, which met in June 1970.

The desirable catch quota for the 1970/71 season will have to be determin-

ed later when the strength of the incoming year-class is better known. But if this is not greatly different from average, the catches in the period, March-June 1971 should be around 4.8 million tons.

9.3 Further Studies

A careful and continuing review of the population dynamics of the anchoveta, together with timely application of findings by management authority, is essential to ensure against the collapse of the fishery similar to those observed in several other pelagic fisheries. There is an urgent need at this time to reassess priorities within the anchoveta programme and to expand certain types of research. The most critical needs are for:

- (a) Improvement in the quality of the basic statistical data (catch and effort, as well as length and age composition).
- (b) Early estimation of recruitment, by systematic recruit sampling, acoustic surveys or other methods.
- (c) Further basic studies on the population dynamics of anchoveta including estimates of stock abundance independent of those derived from catch and effort data, and comparison of the anchoveta fishery with other pelagic fisheries of the world.

9.4 Foodfish

There is not sufficient evidence available anywhere at the present time to make a firm estimate of the potential catches from the many different Peruvian foodfish stocks. The estimate of 600,000 tons (including squid) put forward by the Instituto del Mar is consistent with present information on foodfish stock potential, and is as likely to be too high as too low. Great economic losses can be incurred (and have occurred elsewhere, e.g., in the Chilean fishmeal industry) through excessive investment based on too optimistic estimates of available resources. The Panel therefore strongly recommended that the expansion of the foodfish industry should proceed cautiously and that the initial target should be about 300,000 tons of fish (excluding squid). There should also be regular re-assessments of the resources as expansion proceeds. The studies should divide the estimate of the total potential according to species and location, as major under-utilized foodfish resources are likely to be different from those presently exploited.