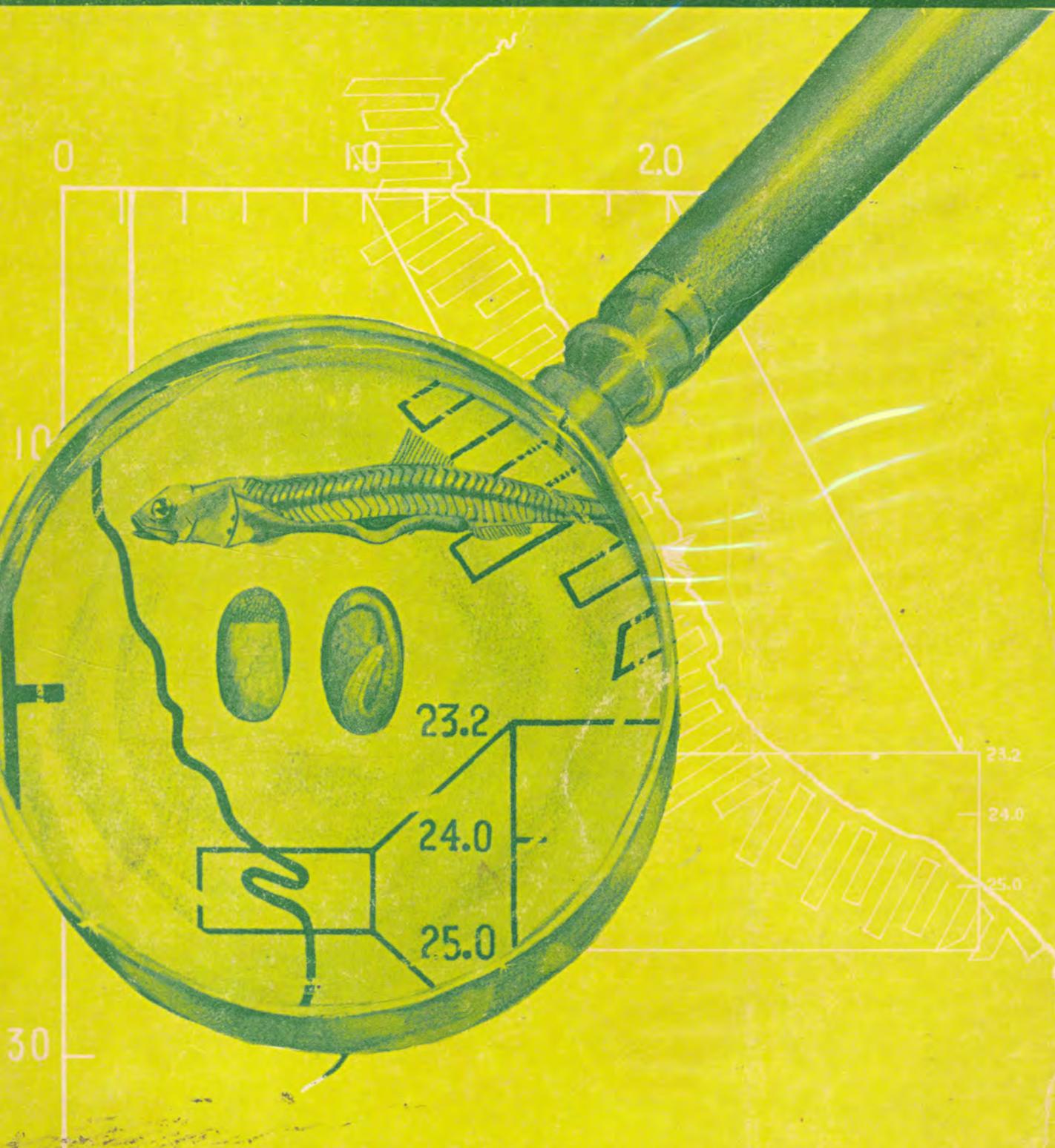




INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

# Boletín

ISSN - Q 378 - 7699  
VOLUMEN EXTRAORDINARIO



**INVESTIGACION COOPERATIVA DE LA ANCHOVETA  
Y SU ECOSISTEMA -ICANE- ENTRE PERU Y CANADA  
CALLAO 1981 PERU**

## PATRONES DE DISTRIBUCION Y FLUCTUACIONES DE DESOVES DE ANCHOVETA Y SARDINA

por:

Haydeé Santander  
Instituto del Mar del Perú

### RESUMEN

Se exponen resultados relativos a los estudios sobre las primeras etapas de vida de la anchoveta principalmente, y sardina, incidiendo en los cambios observados en los ciclos de desove hasta 1979, con la finalidad de entender los mecanismos que interactúan en sus fluctuaciones.

Los patrones de desove de la anchoveta de los primeros años (1964–1968) se han venido modificando por el decrecimiento paulatino de la población originalmente causado por la presión pesquera y coadyuvado por bruscos cambios climatológicos.

Las variaciones temporales del pico de desove parecen estar en relación con la secuencia de los ciclos de producción y las traslaciones de sus áreas de desove, con el transporte de masas de agua, ecuatoriales o subtropicales superficiales, de diferentes características a las costeras y de mezcla.

Las áreas de desove de anchoveta que se han venido reduciendo en los últimos años como consecuencia del decremento del stock desovante, están siendo ocupadas en forma progresiva por los desoves de sardina.

A las causas originales de los decrementos de anchoveta, se añade en los últimos años, el continuo incremento de la sardina, especie pelágica, competidora en diferentes fases de su vida y predadora en su fase adulta, de huevos y larvas de anchoveta, que posiblemente como fenómeno compensatorio muestra un progresivo ritmo de desarrollo desde 1972.

### SUMMARY

Results are given of a study of the early stages of anchoveta and also of sardine, remarking in the changes of the spawning cycles through 1979. The objective is to understand the factors that affect their fluctuations.

The anchovy spawning pattern in the first years studied (1964–1968) has been modified by the gradual decreasing of the population, originally caused by fishing pressure with the contribution of abrupt changes of the environment.

The temporal fluctuations of the spawning peak seems to be related to the sequence of the production cycles and changes of the spawning are affected by the dynamics of the water masses, equatorial or surface sub-tropical waters, with different characteristics from the cold coastal and the mixed ones.

The anchoveta spawning area, reduced in the last years, as a consequence of the decrease of the spawning stock, are being occupied in a progressive way by the sardine spawning.

To the original causes of the anchoveta decrease, in the last years, the increment continuous of sardine, pelagic species, competitors in different phases of its life and as adults, predators of anchoveta eggs and larvae, possibly as a compensatory phenomenon, show a progressive development, since 1972.

### INTRODUCCION

Cambios en el sistema ecológico marino en las aguas costeras frente al Perú se estarían produciendo a partir de las inestables fluctuaciones de la población de anchoveta, eje principal de este ecosistema, y del posterior y posiblemente definitivo descenso de esta población. Por largos períodos de tiempo

cuando la pesca era muy limitada o no existía la anchoveta era la especie dominante. En la década del 60 la pesquería se desarrolla en forma explosiva y el stock fluctúa entre 12 y 24 millones de toneladas, con un máximo en los años 1967 y 1968, luego se reduce hasta alrededor de la cuarta parte en 1972 por la acción conjunta de las pesquerías y las condiciones ambientales de 1972. Y en los

últimos 7 años hasta 1979 ha fluctuado entre 2 y 11 millones de toneladas (Johannesson y Vélchez, 1980).

Frente a estas oscilaciones las poblaciones pelágicas que juntamente con la anchoveta se mantienen en equilibrio por ocupar el mismo o adyacentes niveles tróficos, también han mostrado cambios, al parecer en opuestas direcciones, es decir, en creciente desarrollo. Una de las especies más cercanas a la anchoveta por presentar características ecológicas "similares", es la sardina, principalmente por el tipo de alimentación, ubicado en el plancton. Alimento que hasta 1972 debía ser algo diferente al de la anchoveta por la diferente distribución geográfica de la sardina, en esos momentos.

Hasta 1977, a falta de evaluaciones, las evidencias del crecimiento de la población de sardina estaban basadas en los incrementos de las capturas desde 1973 a 1976. Y desde 1977 los estimados por eco-integración han mostrado un considerable incremento de recursos pelágicos en general y de sardina en particular.

Además de la pesca que continúa ejerciendo su acción sobre la anchoveta en estos últimos años, estos otros elementos interactuantes, es decir el incremento de otras poblaciones, la sardina principalmente y otros recursos pelágicos como el jurel, caballa, predadores de la anchoveta que en diferente o co-ocurrente forma ha venido influyendo aún más sobre esta población mermada, y en los últimos dos años se vienen observando signos inequívocos de un reemplazamiento.

En el presente trabajo se describen las fluctuaciones de los desoves, densidades de índices y cambios distribucionales espacio-temporales de la anchoveta y sardina de 1965 a 1979 y 1972 a 1979 respectivamente.

Se analizan las conexiones de algunos factores ambientales, temperatura y salinidad, en relación a los cambios en el patrón del ciclo de desove y distribución geográfica de estas especies.

Y se pretende relieves los resultados en relación con el paralelismo entre sus fluctuaciones y la de sus poblaciones desovantes.

### DESCRIPCION DEL AREA DE DESOVE

Los rasgos característicos de las aguas costeras, hasta la profundidad de 1,000 metros frente al Perú han sido descritos por Zuta y Guillén (1970). Los que incluyen aspectos físicos y químicos del agua: masas de agua, circulación, afloramiento, etc.

Dentro de esta gran área, la principal área de desove de la anchoveta y en gran parte de crianza presentan características muy particulares. Está influenciada principalmente por la Corriente Costera Peruana superficial, lenta y de poco transporte (Stommel, 1948) de baja temperatura y salinidad entre 35.1 y 34.8‰ que fluye hacia el Ecuador, a lo largo de la costa hasta aproximadamente 6°S, como parte del movimiento anticiclónico del Pací-

fico Sur. Los vientos alisios del SE afectan particularmente esta corriente motivando sus cambios en intensidad, incrementándose en invierno principalmente, de abril a setiembre y debilitándose en verano.

Según Wyrski (1965) su velocidad promedio es de 0.2 a 0.3 nudos a lo largo de la costa y hasta 0.5 a 0.7 nudos a 6°S, donde cambia de dirección hacia el oeste.

La extensión de esta corriente está en cierta forma limitada por las aguas sub-tropicales superficiales con salinidades mayores de 35.1‰; las que se manifiestan durante todo el año, a distancias de alrededor de 50 millas de la costa. La intensidad de estas aguas varía estacionalmente, en relación inversa a la intensidad de los afloramientos costeros, los que alimentan a la Corriente Costera Peruana.

Las aguas Ecuatoriales Superficiales de temperaturas mayores y salinidad menor de 34.8‰, que se presentan al norte de 6°S, aunque usualmente no ocupan el área de desove, influyen en ella en forma semejante a las aguas Subtropicales Superficiales, aunque al parecer con mayor rigor, cuando traspasan sus habituales áreas de distribución, avanzando hacia latitudes mayores con poblaciones planctónicas diferentes a las de las áreas de desove (Santander et al., en prensa). Estas aguas alcanzan su mayor intensidad durante primavera y principalmente en verano (Guillén, 1976).

De estas tres corrientes superficiales, la Corriente Costera Peruana por ser la que principalmente ocupa el área de desove parece ser la más importante en el éxito de su desarrollo.

La influencia negativa de las otras dos es también muy importante en la reducción de las condiciones favorables y en el aporte de poblaciones nectónicas y planctónicas diferentes a las de la Corriente Costera Peruana, que incrementaría la predación sobre huevos y larvas. Relacionados a las fluctuaciones de los vientos, los afloramientos también parecen tener relación con su intensidad y permanencia, además de la orientación de la línea costera y el fondo marino; habiendo algunos casos en que pueden desarrollarse independientemente del viento (Zuta y Santander, 1974).

En el área de desove frente a Chimbote (09°S) los vientos son más débiles en agosto y octubre y frente a Callao (12°S) en enero y octubre (Zuta y Guillén, 1970).

Mientras que al sur de 14°S especialmente frente a San Juan son más intensos y persistentes, y al norte de 6°S, los vientos son más variables con direcciones de S y SW en las 4 estaciones del año.

En forma consecuente con las fluctuaciones de vientos, los afloramientos de mayor intensidad se producen entre 14° y 16°S, durante gran parte del año y al norte de 6°S, donde la gradiente horizontal es bastante pronunciada. Otras áreas importantes son: Callao (12°S), Atico (16°20'S) y Mollendo (17°S). Y en tercer término los afloramientos moderados de Pimentel (06°50'S), Chicama (07°

40°S), Salaverry (08° 20'S), Chimbote (09°S) y Supe (10°50'S), según Zuta y Urquiza (1972).

Este tercer grupo de menor intensidad está localizado en el área costera de la principal área de desove y de distribución larval de anchoveta. En consecuencia, la relación de afloramientos/desove es relativa, pues no co-ocurren, ni las áreas de más intenso afloramiento (14°–16°S) con las de mayor desove; ni los períodos de máximo afloramiento (invierno) con el pico del desove (inicios de primavera). Pero si hay correspondencia secuencial de los máximos en el tiempo, con el desarrollo de las poblaciones planctónicas en el período entre los máximos respectivos. A este respecto tanto la mayor producción de fitoplancton (Mendiola y Ochoa, 1980), como de zooplancton (básicamente copépodos en las áreas costeras) se da en primavera (Santander, 1974). Y en verano cuando los afloramientos son mínimos y se produce el segundo pico del desove, las poblaciones planctónicas cambian (y se presentan en forma masiva con organismos como *Gymnodinium splendens* y *Mesodinium rubrum*) disminuyendo ligeramente la densidad del fitoplancton y de algunos crustáceos del zooplancton pero sin llegar a los valores mínimos de invierno.

En relación a la distribución del zooplancton frente al Perú, el área entre 6°30' y 10°30'S y hasta 65 mn, ocupada por la anchoveta, sería la más favorable para el desove y crianza de larvas de peces, por la gran extensión ocupada por zooplanctones pequeños y de mayor distanciamiento con zooplanctones predadores de larvas, en relación con la configuración de la extensión de la plataforma, Santander (en prensa).

## MATERIAL Y METODOS

El material proviene de 1965 a 1971 de 4 cruces estacionales al año, con alrededor de 120 muestras por crucero. Estos cubrían toda el área costera frente al Perú y en la mayor parte de ellos hasta 120 millas de la costa.

Y desde julio de 1972 hasta 1979, de 3 a 4 exploraciones Eureka al año, donde se colectan alrededor de 350 muestras por exploración. Estas exploraciones con alrededor de 25 embarcaciones comerciales, en 2 a 4 días cubren el área entre 6° y 18°S y hasta 80 y 100 millas de la costa.

Durante los 15 años las colecciones se hicieron con Red Hensen, y la metodología utilizada en general está descrita por Santander y O.S. de Castillo, 1979.

## RESULTADOS

### Desove de Anchoveta

La anchoveta desova a lo largo de casi toda la costa del Perú desde Cabo Blanco (03°30'S) y hasta el sur de Taltal en Chile (25°40'S). Frente al Perú, el área más importante para este desove, es la nort-central ubicada entre Pta. Aguja y Pisco (06°-14°S).

La amplitud del desove usualmente abarcaba alrededor de 60 millas de la costa en el área principal, de mayor densidad del desove. La distribución vertical alcanza hasta 70 metros de profundidad y las mayores concentraciones se encuentran en los 30 metros superficiales (Santander y de Castillo, 1973). Durante setiembre de 1969 se localizaron principalmente en el nivel de 30 metros, y concordante con esta distribución en la misma área explorada se detectaron los cardúmenes desovantes en la capa superior de 25 a 30 metros tanto de día como de noche, sin notarse la migración vertical observada en otras oportunidades (Jordán, 1971).

El desove se inicia en el mes de julio y aumenta la intensidad hasta llegar a su máximo generalmente en el mes de setiembre, decrece luego la intensidad del desove hasta inicios de verano y nuevamente se produce un incremento generalmente en febrero, para finalizar el ciclo en el mes de marzo. Entre abril y julio es el período de reposo.

### Desove de sardina

En forma semejante a la anchoveta, el ciclo incluye alrededor de nueve meses, de julio a marzo, dependiendo de la intensidad del desove. Desde 1966 hasta 1972, los desoves fueron muy reducidos, limitados al área norte principalmente, hasta 10°S y con las mayores concentraciones en los períodos más cálidos como en 1969, año considerado caliente.

Desde 1972 hasta 1979 el desove se ha venido extendiendo a lo largo de casi toda la costa con diferentes intensidades de año en año, pero con tendencia a incrementar progresivamente, tanto espacialmente como en densidad. En estos últimos ocho años de cambios continuos en la producción del desove de estas dos especies, se ha apreciado cierta inestabilidad en la ubicación del pico de desove. Aún cuando en los primeros años hasta 1971, la máxima producción (por frecuencia de muestras positivas) parecía darse a fines de invierno en el mes de agosto y en el segundo período después de 1972, hay una mayor incidencia del desove en el mismo mes; también se han detectado cambios en el tiempo, hacia verano, hacia el mes de julio y de setiembre. Estos cambios están relacionados con las condiciones ambientales prevalecientes. Tendiendo a retrasarse, produciéndose el máximo en verano, cuando las condiciones son frías como en 1975, y a adelantarse cuando las condiciones son calientes como en 1972. Estas fluctuaciones en el ambiente marino están relacionadas con el acercamiento de las Aguas del Frente Ecuatorial y de las Aguas Sub-Tropicales Superficiales, principalmente, a las que está ligada su distribución. Implicando además del adelanto del máximo un incremento en la intensidad del mismo.

A diferencia de la anchoveta que se distribuye principalmente en Aguas Costeras frías, con salinidades y temperaturas óptimas entre 34.9 y 35.00/oo y 15.5 y 17.5°C, respectivamente; (Fig. 1a) la sardi-

na, en los primeros años de estudio hasta 1974, se distribuía inicialmente en áreas próximas a las procedentes del Frente Ecuatorial y principalmente en Aguas Sub-tropicales Superficiales, con temperaturas entre 19° y 22°C y salinidades de 35 a 35.26‰ (Fig. 1b).

Por lo que su área de distribución en general no co-ocurría con la de anchoveta, o en algunos casos colindaba, con esta última.

FIG. 1a. Distribución de huevos en un diagrama T/S

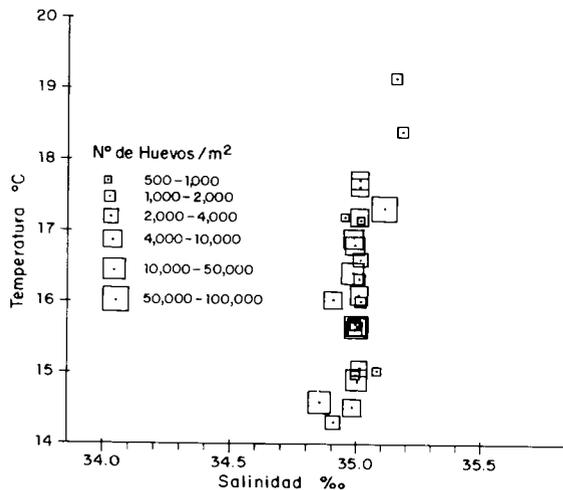
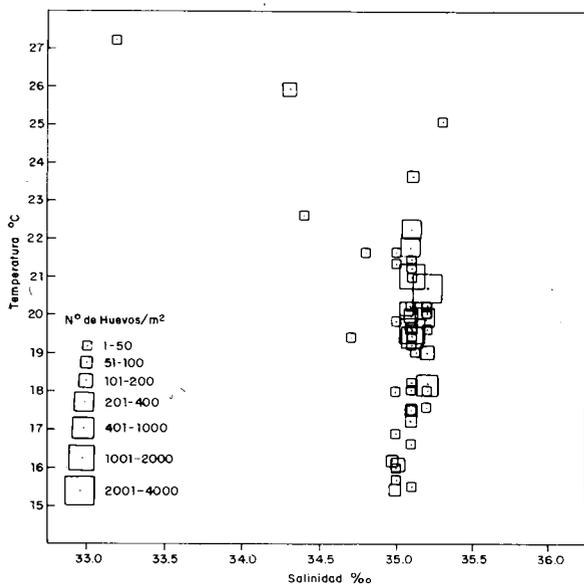


FIG. 1b. Distribución de huevos de sardina en un diagrama T/S



### Interrelaciones de los desoves de anchoveta y sardina

La selección de la anchoveta del área entre 6° y 14°S y principalmente 6°30' a 10°30'S, como su principal área de desove, parece estar ligada a las condiciones anteriormente mencionadas. Como se ha dicho el área de desove de sardina, originalmente era la colindante a la de anchoveta. De condiciones diferentes a las costeras, temperatura y salini-

dad y factores relacionados con estas diferencias, entre las poblaciones zooplanctónicas diferentes. Para ambas especies y en diferente sentido, la distribución geográfica de los desoves, principalmente ubicados en el área norte-central hasta 14°S estuvo relacionada principalmente con la distribución de las masas de agua.

El pico del desove entre agosto y setiembre y el período de desove, desde fines de invierno hasta fines de verano, es común para estas especies, lo que parecería implicar una cierta relación con los ciclos de producción planctónica y el tipo de alimento de las larvas.

Sin embargo, las variaciones temporales del pico de desove hacia verano, en relación con las fluctuaciones del medio ambiente, en 1972 (año cálido) para anchoveta y 1975 (año frío) para sardina, sugieren diferencias en la dieta alimenticia de estas especies de acuerdo a las variaciones estacionales del plancton y también de acuerdo a su localización en las áreas de crianza las que inicialmente no eran co-ocurrentes, en el plano horizontal.

Para analizar las interrelaciones de distribución de los desoves entre estas dos especies se considera la información del período que cubre los ciclos de desove, de julio a marzo, en el área norte-central (6° - 14°S).

Durante 15 años, desde 1965, y a través de los desoves se han notado las fluctuaciones de la anchoveta, decreciendo marcadamente a partir de 1971 (Fig. 2).

Anteriormente en 1966 y 1967 se detectaron los máximos desoves, las distribuciones fueron las de mayor amplitud y las de máxima densidad en áreas extensas.

En 1968, el desove decreció y más aún en 1969 que fue un año caliente, llegando en 1971 y posteriormente en 1972 a los mínimos índices (Santander y S. de Castillo, 1979) observados hasta 1979. Desde 1972 en contraposición, la sardina mostró un incremento progresivo en extensión y densidad de los desoves, solamente atenuado, cuando condiciones ambientales, concretamente la temperatura y cambios asociados a ésta, decrecieron en 1975 (Fig. 3).

Debido a que el ambiente óptimo de la sardina está asociado a temperaturas mayores a 19°C, y a factores relacionados, los que generalmente se localizan por fuera de 40 ó 60 mn de la costa, el acercamiento progresivo hacia la costa implica la ocupación de un nicho diferente, el de la anchoveta, con temperaturas más bajas y salinidades menores, o el acercamiento como consecuencia del transporte del agua.

Cuando esta aproximación es consecuencia de la dinámica de las masas de agua, específicamente, paralela a las aguas sub-tropicales superficiales y/o del Frente Ecuatorial como en 1972 (Fig. 4a, b) la sardina se mantiene en su ambiente acuático, aunque la distribución geográfica cambie.

En setiembre, 1973 aún cuando se observaron

FIG. 2 Ciclos de desove de anchoveta de 1965 a 1980 en el área 6° - 14° LS

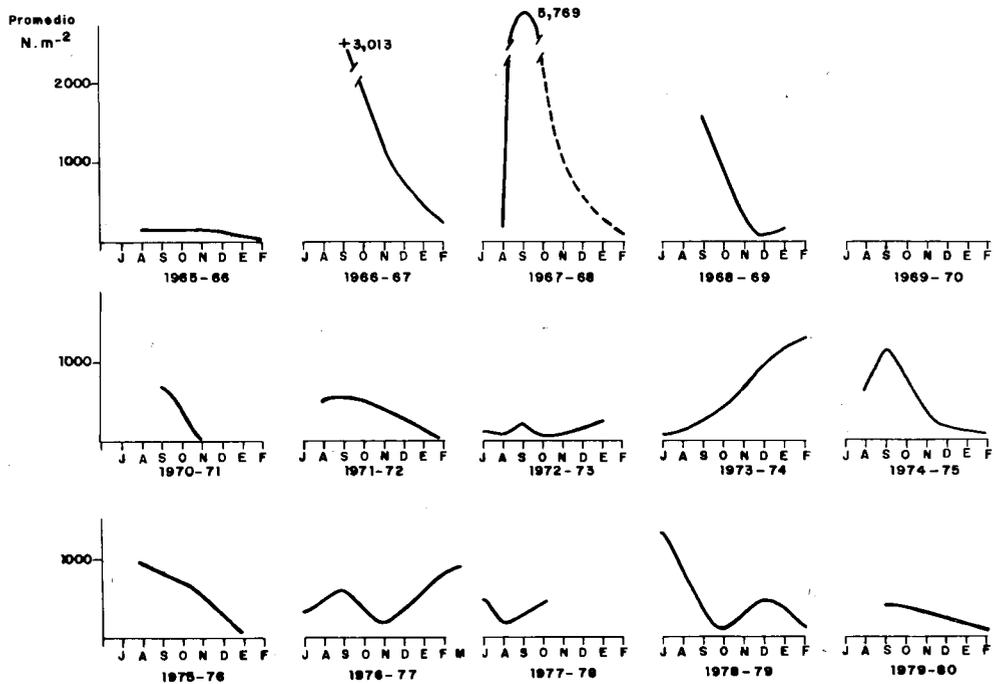
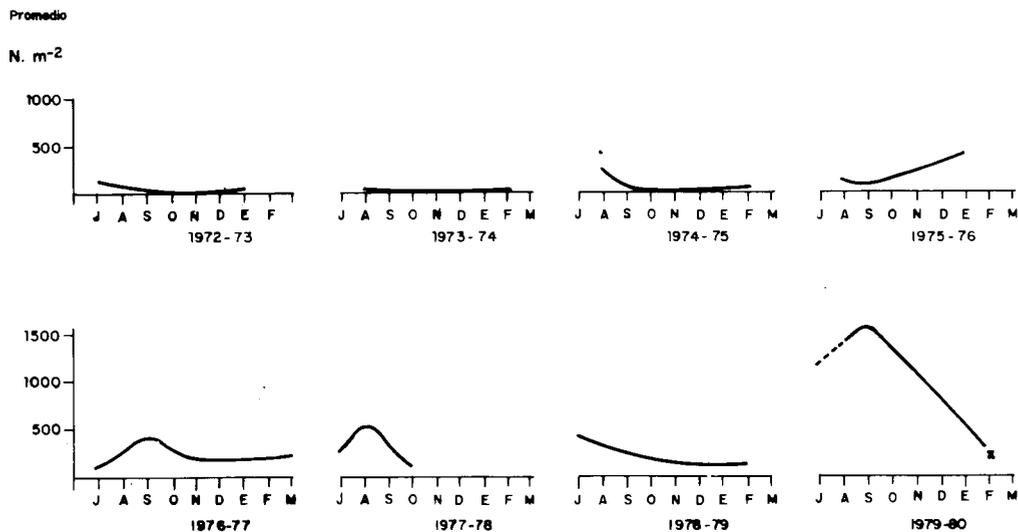


FIG. 3 Ciclos de desove de sardina de 1972 a 1980 en el área 6° - 14° LS



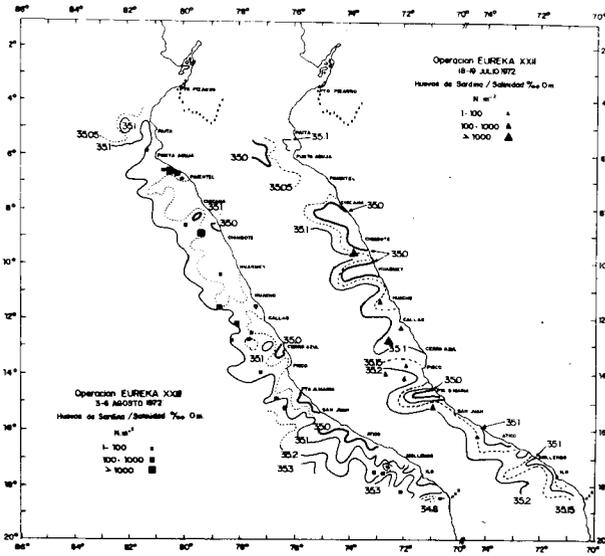
amplia zonas de afloramiento a lo largo de la costa, las aguas sub-tropicales superficiales, con salinidad mayor a 35.1‰, se aproximaron hasta 20 millas de la costa principalmente al norte de Huarmey, lo que condujo a una distribución pobre y dispersa del desove de anchoveta pero también a un bajo desove de sardina en el área explorada como una reacción, al repoblamiento de la zona norte, por la anchoveta adulta después del fenómeno El Niño 1972 y a las extensas áreas con temperaturas menores a 17°C típicos de los períodos post-Niño.

Pudiendo suponerse que los desoves de sardina se produjeron fuera del área explorada y que el índice medido fue parcial con respecto al desove total, siendo que el stock de sardina estaba incrementada con respecto al año anterior.

Después de un período frío como el del segundo semestre de 1973, en febrero de 1974 y hacia el final del ciclo de desove, las temperaturas incrementaron, en conformidad con la estación del año, verano, pero considerándose inferiores al promedio patrón y semejantes a los que ocurren en primavera. Las salinidades mayores a 35.1‰ relacionadas con las Aguas Sub-tropicales Superficiales, no tuvieron una gran aproximación hacia la costa, excepto al sur de 14°S y al norte entre Huarmey y Chancay.

En estas condiciones se produjo un fuerte desove de anchoveta, el más alto registrado en verano, desde 1963 y un mínimo desove de sardina. Concordando las áreas de anchoveta con salinidades menores de 35.0‰ concentradas entre Pimentel y Huarmey principalmente.

FIG. 4 Distribución de huevos de sardina en relación con la salinidad en 18-19 julio y 3-6 agosto 1972.



Durante el ciclo 1974-75, las condiciones ambientales se presentaron muy cercanas al promedio, durante agosto el afloramiento costero se desarrolló en el área de desove de anchoveta con temperaturas entre 15 y 16°C y salinidades menores a 35.05‰ con mayor acercamiento hacia la costa conjuntamente con la isohalina de 35.10‰.

Y en setiembre, las distribuciones también ocuparon áreas diferentes a la de anchoveta típica

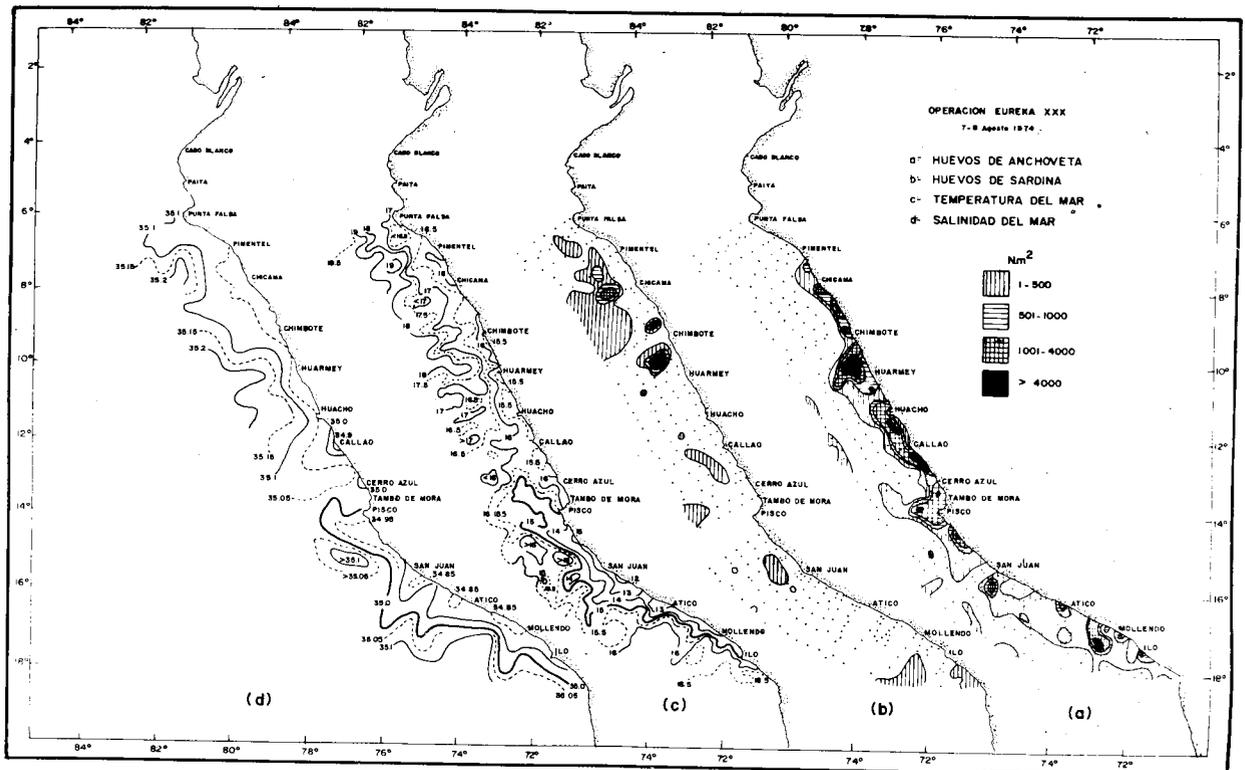
amente costera hasta alrededor de 20 millas de la costa y la de sardina, colindante con ésta, fuera de las 20 millas y hasta las estaciones más extremas. En tanto que las mayores áreas para el desove de anchoveta fueron la norte-central, la más extensa distribución del desove de sardina se encontró al sur.

En este ciclo el pico del desove de anchoveta fue en setiembre cuando las isotermas se extendieron más homogéneamente y en agosto para sardina. Posteriormente, ambos desoves decrecieron y en verano fue muy reducido.

Durante 1975 a partir de febrero, las Aguas Sub-tropicales Superficiales tuvieron una gran aproximación hacia la costa, con tendencia a seguir un paralelismo con la línea costera, con valores hasta de 35.30‰ dentro de las 60 millas más cercanas de Chimbote a Cerro Azul (9°-13°S) y sur de Atico. Nuevamente en condiciones contrastantes de desviaciones negativas pronunciadas de temperaturas de -2.0 a -3.5 (Pimentel, Huarmey, Tambo de Mora y sur de San Juan) al norte de 16°S y de acercamiento pronunciado de las Aguas Sub-tropicales Superficiales, ninguno de los desoves, ni de anchoveta ni sardina tuvo un gran desarrollo, aunque la época no es la más apropiada para un gran desove, éstos fueron mínimos.

En agosto de 1975, ciclo 1975-76, el afloramiento tuvo un gran desarrollo en varios puntos de la costa, especialmente del sur de Huarmey a San Juan y frente a Pimentel, coincidente con las áreas donde las aguas Sub-tropicales Superficiales

FIG. 5 Distribución de huevos de anchoveta (a), huevos de sardina (b), Temperatura superficial (c), y Salinidad superficial (d) en 7-8 agosto 1974.



ciales estuvieron más alejadas de la costa. (Huacho – San Juan).

En el área norte, de Huarney a Chicama principalmente las aguas de alta salinidad, mayor 35.10/oo, se acercaron hacia la costa, amenguando los afloramientos. El desove de anchoveta favorecido por las áreas de afloramiento se desarrolló al sur de P. Falsa a Chancay y de Callao a San Juan, con las mayores concentraciones entre los focos de afloramiento.

Y los de sardina, al norte de Pimentel principalmente y con concentraciones menores frente a Huarney y Pta. Doña María – San Juan, posiblemente en este último como producto de las aguas de mezcla al sur de San Juan (Fig. 6).

En setiembre (1975) los afloramientos se intensificaron aún más que en agosto, extendiéndose en grandes áreas, con temperaturas de 13° y 14° en todo el litoral. La salinidad superficial mostró una corriente costera muy extendida. Sin embargo, el desove de anchoveta fue muy localizado, entre Pimentel-Chimbote y Pucusana-Cerro Azul principalmente, donde las isotermas de 15° y 16° tuvieron mayor aproximación a la costa, indicando con esto que temperaturas tan frías como 13° o afloramientos en estado inicial no son favorables para el desove ni de anchoveta y menos aún, para sardina, cuyo desove fue muy limitado.

Sin embargo en este ciclo (1975-76) aunque siguiendo la modalidad del desove de anchoveta con máximo a fines de invierno, se observaron al-

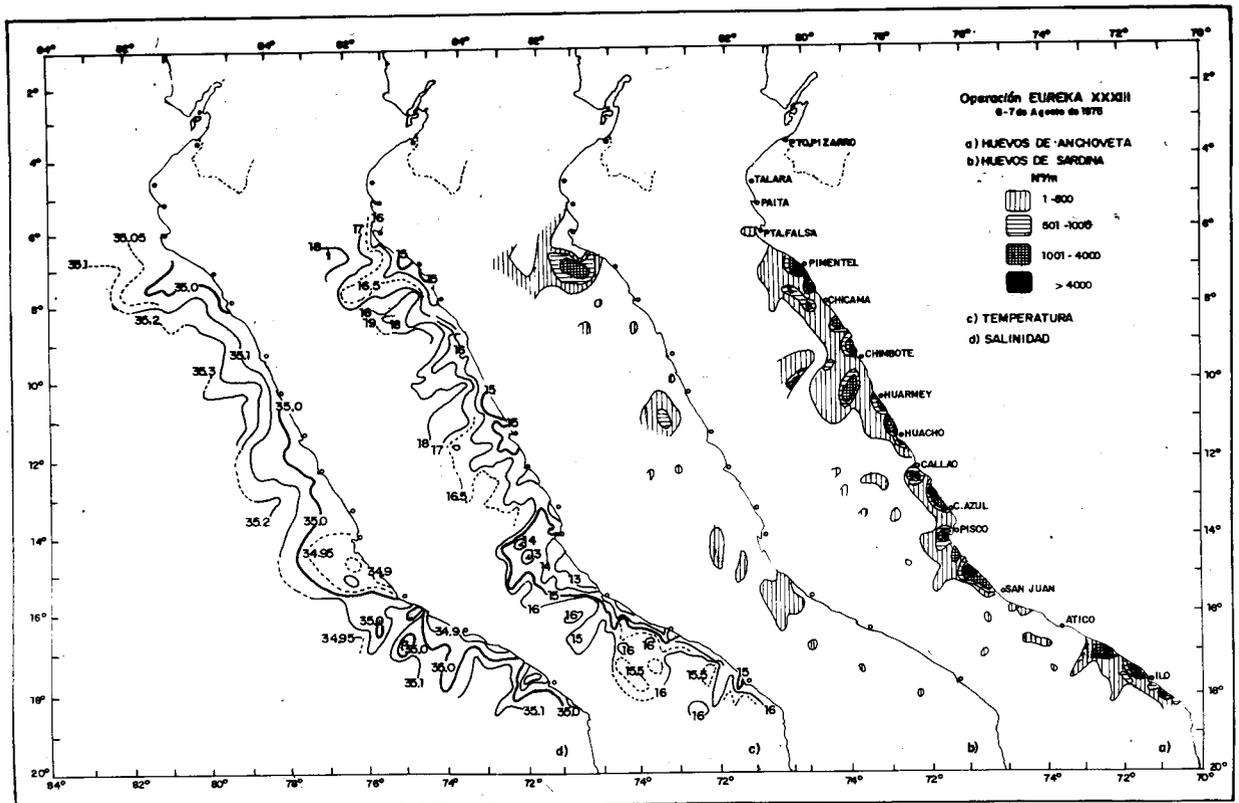
gunos cambios. El desove alcanzó su máximo en el mes de agosto no en setiembre, como ocurría anteriormente cuando las condiciones fueron menos rígidas (frías). La presencia de ejemplares juveniles con modo en 7 y 7.5 cm en diferentes áreas de la costa, en el mes de octubre, indicaban que procedían de desoves inusuales de junio, o que su crecimiento habría sido acelerado por condiciones muy favorables si procedieron de desoves posteriores a junio. Con lo que se podía asumir que el máximo del desove habría ocurrido aún antes de agosto. Y en el caso de la sardina, las condiciones habrían sido desfavorables, llegando a producirse un pobre desove en invierno, y el máximo en verano, originado por un sólo foco localizado (Pta. Falsa).

Este ciclo en general correspondió a un período frío, principalmente en la primera fase del ciclo, favoreciendo el desove de anchoveta y alterando el patrón del desove de sardina.

Desde diciembre de 1975 se observaron cambios de diferente naturaleza en el mar. Extensas áreas superficiales fueron ocupadas, de 5° – 15°S por el dinoflagelado *Gymnodinium splendens*, que permanecieron hasta abril y mayo (Packard et al., 1978). Y poblaciones densas de medusas se observaron principalmente en el área central y sur en los meses de verano.

En marzo y abril de 1976, durante el estudio del área de 14° a 16°S de detectó una capa deficiente de oxígeno (< de 1 ml/l) entre 20 y 30 m y ocasionalmente entre 10 y 20 m y las aguas superfi-

FIG. 6 Distribución de huevos de anchoveta (a), huevos de sardina (b) Temperatura superficial (c), y Salinidad superficial (d) en 6-7 agosto 1975.



ciales contenían solamente 2 ml/l, sobre la plataforma continental. Además se produjeron varazones de peces e invertebrados (bentónicos) en áreas aledañas a la de estudio.

Aún cuando el área de 14° - 16°S, no es la típica de desove, es parte del área distribucional de la anchoveta adulta, y se supone que la pobreza zooplanctónica de esta área, Santander (en prensa), así como la dominancia de un organismo fitoplanctónico en superficie, en áreas tan extensas en el período de desarrollo gonadal, habían conducido a que éste sea deficiente y posteriormente a una pobre producción del desove, en el ciclo 1976-77.

Aún cuando se supone que organismos tales como *G. splendens* en concentraciones suficientes constituyen alimento de larvas de peces (Lasker, 1975), la época en que se desarrolló a lo largo del litoral, no correspondió con el pico del desove de anchoveta o de máxima producción larval del ciclo 1975-76 (agosto-setiembre, 1975). Las larvas de anchoveta y sardina procedentes de los desoves de verano de 1976, los que fueron muy reducidos, si co-ocurrieron con las grandes concentraciones del dinoflagelado. La sobrevivencia de estas larvas debe haber contribuido en parte con el reclutamiento 1976, proveniente del desove de invierno-primavera 1975; el que resultó ser un alto reclutamiento.

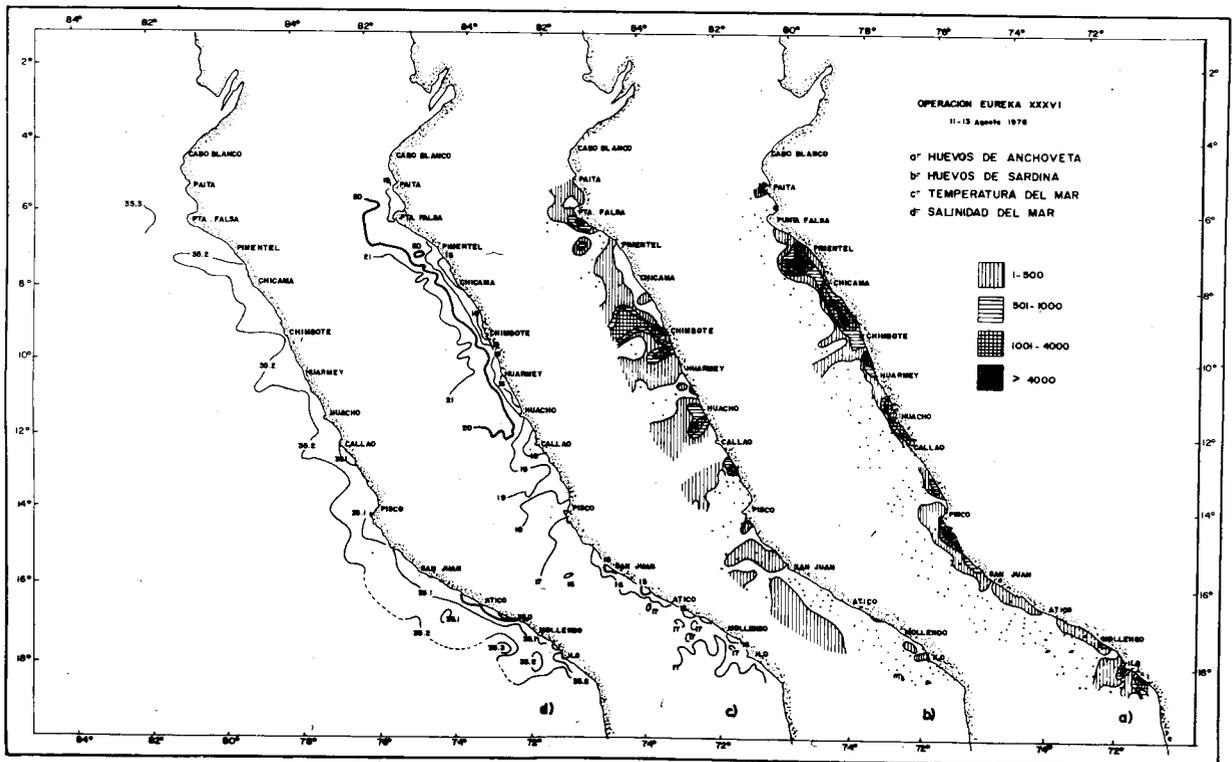
En agosto de 1976 en casi toda el área explorada la temperatura superficial presentó valores altos con desviaciones positivas del promedio (1949-1969) más notables entre 6° y 13°S. Los aflora-

mientos aunque reducidos se presentaron con temperaturas de 18° en el área norte entre Pimentel -Chicama y frente a Chimbote especialmente. En forma semejante con altas temperaturas, la salinidad indicó que Aguas Sub-Tropicales Superficiales cubrieron una gran extensión del área explorada, impactando principalmente el área frente a Chimbote, Supe y Cerro Azul (Fig. 7).

Como consecuencia de las condiciones enumeradas, el desarrollo del ciclo 1976-77 no siguió el patrón usual de desove de anchoveta. Los desoves de regular intensidad se extendieron mayormente en el área norte-central principalmente entre Pimentel y Chimbote, con los focos de desove ubicados entre las áreas de afloramiento del norte de Chicama, Chimbote, Supe-Huarmey, etc. En la primera parte del ciclo correspondiente al desove de invierno y primavera, éste fue menor al ocurrido en 1974 y 1975, y muestra un descenso consecutivo desde 1974 y solamente superior a los desoves de invierno de 1972 y 1973, cuando los efectos de El Niño afectaron también el proceso reproductivo. En la segunda parte del ciclo en verano, se observó la mayor producción del desove de este ciclo para anchoveta. Tanto en invierno como en verano los desoves de anchoveta fueron superiores a los de sardina.

En el caso de la sardina el desove tuvo su mayor concentración frente a Chimbote y a lo largo de la costa en concentraciones menores y dispersas. Es especialmente singular que el área de mayor densidad de anchoveta, Pimentel-Chimbote, no fue ocu-

FIG. 7 Distribución de huevos de anchoveta (a), huevos de sardina (b), Temperatura superficial (d) en 11-13 agosto 1976



pada por el desove de sardina (Fig. 7). El desove de invierno-primavera fue superior al de verano, con el máximo del desove en el mes de setiembre, después de un incremento continuado desde julio y fluctuaciones irregulares desde 1972.

En 1977 como consecuencia de un año 1976 de irregular producción planctónica y un bajo nivel de desove, se obtuvo un bajísimo reclutamiento que condujo a un pobre ciclo de desove 1977-78, para la anchoveta. El desove de sardina mostró un ligero incremento con respecto al año anterior. Estos dos desoves ocuparon áreas diferentes y se produjeron en diferentes períodos.

En julio la anchoveta se distribuyó de Chicama a Pta. Caballa (7°50' - 15°S) en concentraciones costeras y discontinuas y la sardina por fuera de esta principalmente de 7°50' al 13°30' en concentraciones menores a la primera (Fig. 8). En este mes la presencia de larvas en toda la costa indicaba que los desoves se habían iniciado antes del desarrollo de esta exploración y durante los meses siguientes el desove fue menor que el detectado en este mes. Tanto en agosto como en octubre, el desove continuó pero con valores muy bajos. En la segunda fase del ciclo no se contó con información.

Hasta 1978, las principales áreas de desove de cada una de estas dos especies fueron colindantes y en algunos casos los picos de desove, si co-ocurrieron, como en la primera parte de 1976 y durante el ciclo 1978-79. En julio de 1978, las temperaturas superficiales mostraron afloramientos regularmente extensos principalmente al sur de Pisco con tempe-

raturas de 13° y 14°C y en el norte, con temperatura de 16°C, mientras que las salinidades indicaban que Aguas Sub-tropicales Superficiales dominaban todo el litoral. En este ambiente contrastante el desove de anchoveta fue superior a los de invierno de años anteriores a 1975, de igual forma que la sardina. Los desoves co-ocurrieron en algunos puntos, principalmente donde la sardina estuvo más costera, pero no en las áreas de mayores concentraciones de cada una (Fig. 9).

En setiembre de 1979, esta co-ocurrencia se intensificó, observándose una gran correspondencia espacial de los desoves (Fig. 10).

La extensa distribución y gran densidad del desove de sardina en julio y setiembre indicaban que condiciones más cálidas que las que regularmente se presentan en esta época, favorables para la especie, se extendieron en toda la costa y particularmente en el área norte, principalmente en setiembre, cuando la sardina tuvo un gran acercamiento hacia la costa y las mayores concentraciones de anchoveta se detectaron principalmente en la zona central y secundariamente en el sur.

**DISCUSION**

Dos de los aspectos determinantes en las fluctuaciones de los desoves de sardina y anchoveta, son el nivel de la población y el ambiente.

En el caso de la población de sardina, desde 1972 ha tenido un incremento continuado junta-

FIG. 8 Distribución de huevos de anchoveta (a), huevos de sardina (b), Temperatura superficial (d) en 2-14 julio 1977

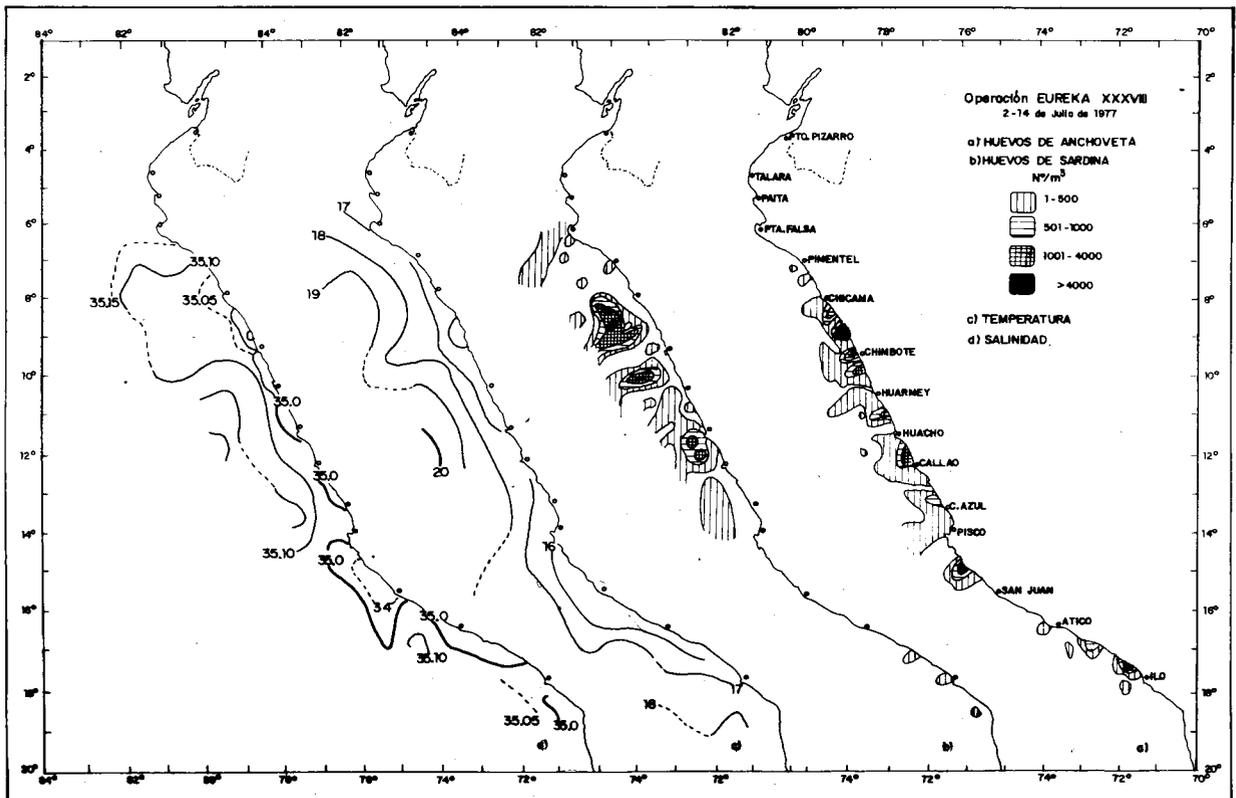


FIG. 9 Distribución de huevos de anchoveta (a), huevos de sardina (b), Temperatura superficial (d) en 19-21 julio 1978.

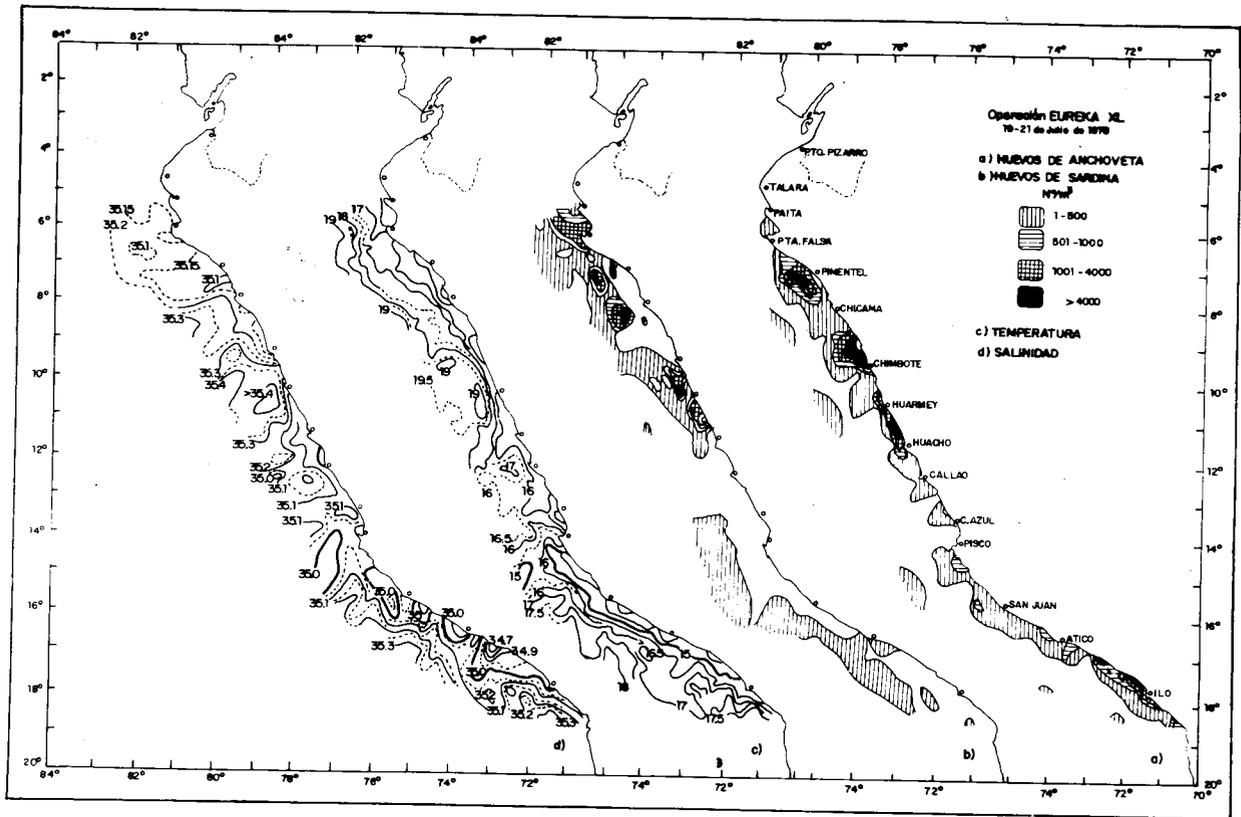
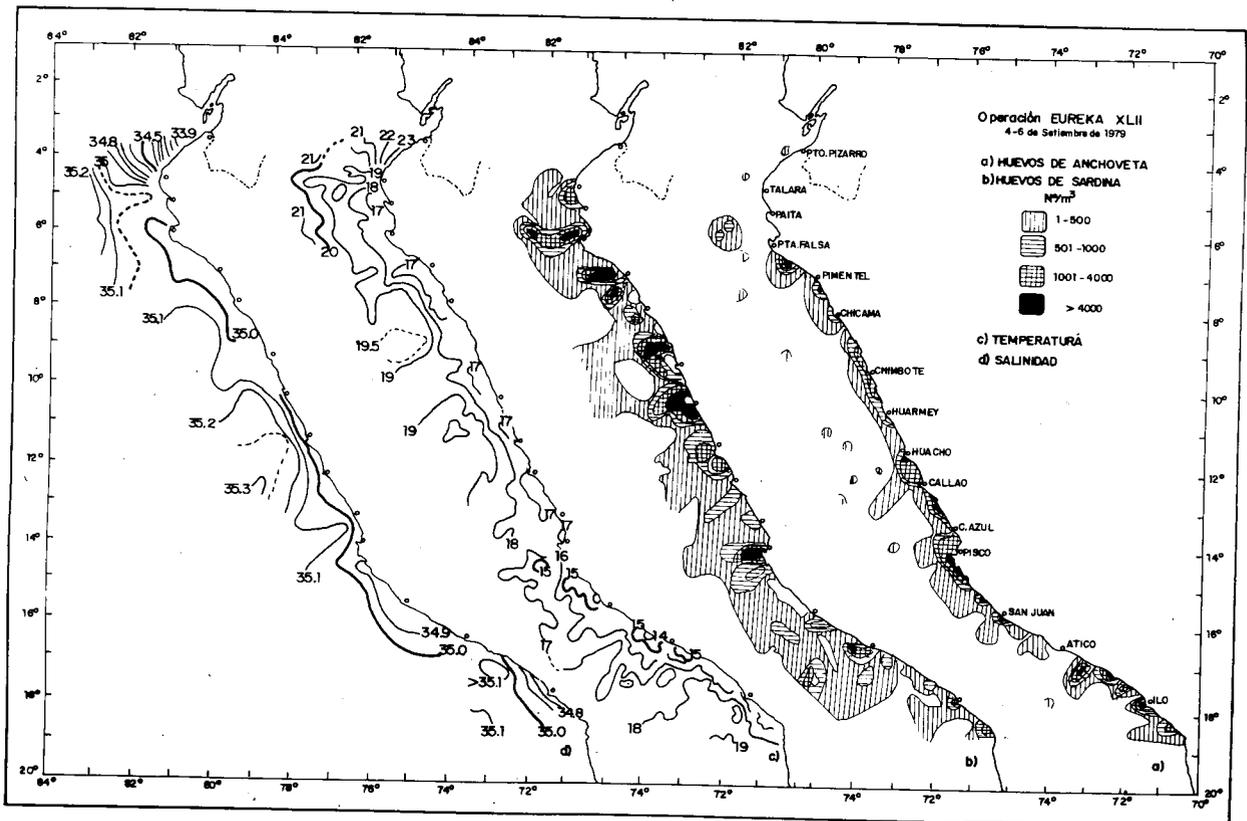


FIG. 10 Distribución de huevos de anchoveta (a), huevos de sardina (b), Temperatura superficial (d) en 4-6 setiembre 1979



mente con otros recursos pelágicos, especialmente jurel y caballa.

Estimándose en 1977, una biomasa de 1.8 y de 2 a 3 millones de toneladas, respectivamente para las dos primeras especies, duplicándose esta biomasa en 1978, para ambas (Jordán et al., 1978) y manteniéndose en niveles semejantes en 1979 para sardina y decreciendo hasta alrededor de la mitad para anchoveta (Johannesson y Vilchez, 1980).

Aún cuando a través del desove y de una manera general también se reflejan ambas tendencias, el factor ambiente juega un papel muy importante; desdibujando el paralelismo que debiera existir entre el desove y la población desovante, si las condiciones ambientales fueran regularmente cíclicas.

Las alteraciones en el clima marino afectan indirectamente en el proceso de desarrollo gonadal, a través de la alimentación, al incidir en el ciclo de la producción del mar. Trayendo como consecuencia retardo o adelanto en la producción del desove; o en la intensificación del mismo.

Frente al Perú no se conocen los efectos de las alteraciones de los cambios ambientales en cada uno de los niveles tróficos, en los diferentes sistemas. Pero se ha observado una correspondencia de los cambios climáticos con el acondicionamiento de los desoves, de la anchoveta, con la predominancia de las características frías de la Corriente Costera Peruana o de mezcla con las Aguas Sub-tropicales Superficiales, y de la sardina con las cálidas de las Aguas Sub-tropicales Superficiales y Aguas Ecuatoriales Superficiales.

Estas reacciones podrían deberse a dos tipos de mecanismos.

Que, siendo necesario un determinado tipo de alimentación que se dan en algún período del ciclo de producción para un desarrollo gonadal suficiente. Y si esto no se produce por la deficiencia o predominancia de algún factor ambiental (temperaturas altas), se produciría un retardo en el desove, como en los años cálidos 1972 (ciclo 72-73), primera parte de 1973 (ciclo 1973-74) y 1976 (ciclo 1976-77) para la anchoveta. O en los períodos extremadamente fríos como en 1975, o el decrecimiento del desove de 1973 para el caso de la sardina (Figs. 2 y 3).

O, que aún cuando el desarrollo gonadal se ha llevado a efecto, la especie desarrollaría un mecanismo fisiológico acorde con su habitat, que los conduciría a desovar en las condiciones más apropiadas para la progenie.

En los años previos a 1972 y en los períodos 1974-1975, cuando las condiciones ambientales parecían ser más regulares, el máximo del desove de anchoveta se producía a fines de invierno y comienzos de la primavera estacional, en setiembre, al parecer sincronizados con la mayor producción de fitoplancton y de crustáceos del zooplancton, alimento fundamental de los estadios larvales de la anchoveta.

Y aún cuando la distribución horizontal de de-

soves y larval de sardina son diferentes a los de anchoveta, la mayor producción del desove ocurre también en invierno (agosto). De lo que se podría deducir que determinados productos planctónicos (característicos) de las Aguas Subtropicales Superficiales y Aguas Ecuatoriales Superficiales ocurren en este período.

El inicio del desove sería inducido por la aparición de un determinado indicador y factores acompañantes que aparentemente en el caso de la anchoveta, es la temperatura.

En 1971, durante la estación de desove, el contenido de grasa alcanzó valores muy altos (18%) y los desoves fueron muy pobres, existiendo evidencias que el stock reproductor fue de alrededor de 10 millones de toneladas, sugiriendo que la producción de huevos por individuo fue muy baja, debido a que la grasa fue sólo parcialmente usada en la producción de huevos ante condiciones desfavorables al desove. Durante este año y desde mediados del año anterior (1970) las temperaturas fueron muy bajas, según Zuta et al. (1972) el período 1970-71 se caracterizó frente al Perú por temperaturas superficiales del mar de 2° a 6°C más bajas de lo normal. En contraste con las temperaturas notablemente más altas de lo normal, en gran parte del litoral a partir de noviembre de 1971.

Además de estos posibles mecanismos inherentes a la especie, el ambiente influye directamente en su distribución, ampliando o reduciendo el área de desove. Siendo un elemento decisivo cuando el nivel de la población decrece como el observado en la anchoveta; en los últimos años y cuando existe una cierta interacción de dos especies ecológicamente similares.

Durante el período inicial de estudios y hasta 1971, la anchoveta dominaba el ecosistema. En este período se produjeron anomalías ambientales en 1965 y 1969, de menor intensidad que las acaecidas en 1972 y 1976.

En el ictioplancton, desde 1961 hasta 1964, un 85% correspondió a los huevos de anchoveta, mientras que el 15% restante estaba constituido por todos los otros peces. En 1965, este porcentaje descendió a 65%. En un año de anomalías oceanográficas moderadas. De 1966 hasta 1971 la proporción de la anchoveta fluctuaba entre 80% y 90% y en los años 1972 y 1973, decreció hasta 50% y 47% respectivamente. En estos 2 años tanto la producción desovadora de la anchoveta como de algunos otros peces se alteró, disminuyendo la de la anchoveta y aumentando en el caso de peces como la sardina, caballa y melva. Desde 1974 a 1980, la proporción ha variado notablemente, hasta quedar reducida en setiembre de 1979 a 20% del total de huevos de peces, Santander (1980).

Hasta 1971, la sardina ocurría en forma muy esporádica en el ictioplancton. En 1969, se observó un ligero incremento del desove con respecto a los años anteriores. En 1972 y los primeros meses de 1973, los incrementos observados se originaron por cambios distribucionales de la especie como

efecto de la variación temporal de las condiciones oceanográficas y transportadas por Aguas Sub-tropicales y Ecuatoriales Superficiales. La sardina ocupó parcialmente el área de desove de la anchoveta, cuando ésta se replegó hacia el centro y sur. Casi paralelamente con el cambio de condiciones, en la segunda parte de 1973, la intensidad del desove fue inferior al año anterior, deduciéndose que el área total del desove no fue íntegramente explorada y corroborando que el incremento del año 1972 fue debido al avance de aguas oceánicas y ecuatoriales. En los años subsiguientes, 1974 y 1975, cuando las condiciones ambientales tendieron a regularizarse se observó un incremento leve, que se considera fue real, y acorde con el incremento de la población adulta.

Y desde 1976 se nota un continuo y gradual avance en la ocupación de las áreas de desove de anchoveta (Fig. 7) pudiendo significar que una adaptación a estas condiciones esta ocurriendo, que implicaría competencia real entre estas 2 especies, en estos estados, si también ocurren en el plano vertical. Una indicación, de diferencia en la alimentación, es la ubicación del pico del desove en períodos diferentes, del ciclo, lo cual debe ya, implicar alguna variación en los ciclos de producción planctónica.

Los incrementos en la densidad de los índices de desove en el último ciclo (1979-80) muestra que esta población habría triplicado la de anchoveta, si la fecundidad fuera semejante.

La ocupación del área de desove de anchoveta por la sardina no es total; pero ocupa gran parte de ella y el área de distribución desde 1977 es mayor que en los años previos. La co-ocurrencia de los desoves de las dos especies observada en agosto o setiembre desde 1974 ha venido incrementando al mismo ritmo que la extensión del área de desove de la sardina (Fig. 11). Si las condiciones ambientales continúan siendo favorables a la sardina, como parece estar ocurriendo en los últimos 4 años, estaríamos frente a un proceso de reemplazamiento de la anchoveta en el ecosistema.

La secuencia de los cambios observados en los

FIG. 11 Frecuencia y co-ocurrencia de desoves de anchoveta y sardina de 1973 a 1979.

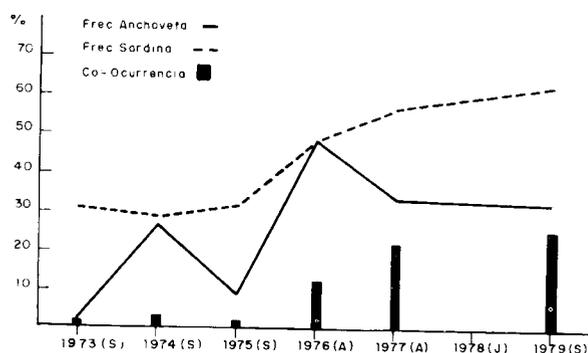


FIG. 11 FRECUENCIA Y CO-OCURRENCIA DE DESOVES DE ANCHOVETA Y SARDINA DE 1973 A 1979

patrones de distribución de los desoves de anchoveta y sardina frente al Perú, inducen a suponer que las interacciones de estas especies que ocupan un mismo nivel trófico, como filtradoras planctónicas, implican que la dominancia de una estaría supeditada al decrecimiento o desaparición de la otra. Aún cuando no se conoce exactamente el tipo de competencia entre ellas, los niveles poblacionales de ambas especies han cambiado notablemente y aunque no están todavía totalmente invertidos, el total de las otras especies que se distribuyen a 80 mn a lo largo de la costa si cubre la proporción, de la anchoveta de 1960/70 (80%/o) en el ictioplancton.

Sin embargo, estudios recientes de sedimentos frente al Perú (De Vries, 1979) han encontrado que mientras escamas de anchoveta están presentes en todas las capas durante milenios con alrededor de 79%/o (11 a 12,000 años), las de sardina se presentan solamente en forma intermitente y por períodos cortos de tiempo. Lo que podría inducir a suponer que la posible adaptación a las condiciones de la Corriente Costera, no era definitiva, en esta especie, cuando las pesquerías no existían. Con la actual acción de las pesquerías se sumarían un elemento más en detrimento de la adaptación de esta especie.

#### REFERENCIAS

- DE VRIES, T. 1979. Nekton remains, diatoms and holocene upwelling off Peru. M.S. Dissertation Dept. of Oceanography, Univ. of Oregon. Processed.
- GUILLEN, O. 1976. El sistema de la Corriente Peruana. Parte I: Aspectos Físicos. Reunión de trabajo sobre el fenómeno conocido como "El Niño". Guayaquil, Ecuador. 4-12 Dic. 1974: 243-284.
- JOHANNESSON, K. and R. VILCHEZ. 1980. Note on hydroacoustic observations of changes in distribution and abundance of some common pelagic fish species in the coastal waters of Peru, with special emphasis on the anchoveta. IOC Workshop, Report N° 28.
- JORDAN, R. 1971. Distribución de la anchoveta (*Engraulis ringens* J.) en relación con el ambiente. Análisis de Sistemas de Afloramientos, Investigación Pesquera, Vol. 35 (1): 113-125.
- J. CSIRKE e I. TSUKAYAMA. 1978. Situación de los recursos anchoveta, sardina, jurel y caballa a junio 1978. Informe Inst. Mar Perú Callao N° 56: 1-27.
- LASKER, R. 1975. Field criteria for survival of anchovy larvae: The relation between inshore chlorophyll maximum layers on successful first feeding. Fish. Bull. U.S. 73: 453-62.

- MENDIOLA, B. y N. OCHOA. 1980. Phytoplankton and spawning of anchoveta. IOC Workshop Report N° 28.
- PACKARD, T., R. DUGDALE, J. GOERING and R. BARBER. 1978. Nitrate reductase activity in the subsurface waters of the Peru Current. *J. Mar Res.* 23: 210-221.
- SANTANDER, H. 1974. Cosecha estable del zooplancton. *Serie de informes Especiales Inst. Mar Perú Callao.* 148: 1-15.
- . 1980. Fluctuations in spawning of anchoveta and some related factors. IOC Workshop Report N° 28.
- . En prensa. El zooplancton en un área de afloramiento frente al Perú. Presentado al Simposio de Afloramientos Costeros IDOE. Los Angeles 1980.
- y O. de CASTILLO. 1973. Estudio sobre las primeras etapas de vida de la anchoveta. *Informe Inst. Mar Perú Callao* N° 41-1.
- y O. de CASTILLO. 1979. El ictioplancton de la costa peruana. *Bol Inst. Mar Perú Callao.* 4 (3) 72-111.
- STOMMEL, H. 1948. The westward intensification of wind-driven ocean currents. *Trans. Amer. Geophys Un.* 29: 202-206.
- WYRTKI, K. 1965. Surface currents of the Eastern Equatorial Pacific Ocean. *Bull. I. ATTC.* 9 (5): 270-304.
- ZUTA, S. y O. GUILLEN. 1970. Oceanografía de las aguas costeras del Perú. *Bol Inst. Mar Perú Callao.* 2 (5): 157-324.
- O. GUILLEN, M. FARFAN y W. URQUIZO. 1972. Informe preliminar del Crucero Unanue 7111. *Serie de Informes Especiales Inst. Mar Perú Callao* IM-99.
- y H. SANTANDER. 1974. El ambiente marino y su relación con los recursos biológicos. Primer Seminario Nacional de Sistemas Ecológicos. Junio 1974. Lima, Perú.