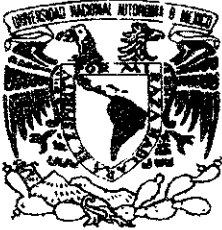


267



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

"ESTUDIO CITOGENÉTICO COMPARATIVO DE LAS
POBLACIONES CENTRAL Y SUREÑA DE LA ANCHOVETA
Engraulis mordax".

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
BIOLOGO

PRESENTA

NÉSTOR VALDÉS MORALES

DIRECTOR DE TESIS:

DR. MANUEL URIBE ALCOCER



MEXICO, D.F.

DICIEMBRE DE 1968

SECRETARÍA DE CIENCIAS
EDUCACIÓN ESCOLAR

2001

289837



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central

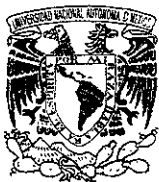


UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

MAT. MARGARITA ELVIRA CHÁVEZ CANO
Jefa de la División de Estudios Profesionales
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:

“ Estudio citogenético comparativo de las poblaciones central y sureña de la anchoveta *Engraulis mordax* ”.

realizado por **NESTOR VALDES MORALES**

Con número de cuenta **6603656-8**, pasante de la carrera de **BIOLOGIA**

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de tesis
Propietario

Dr. Manuel Uribe Alcocer.

Propietario

Dr. Martín López Hernández.

Propietario

Dr. Pindaro Díaz Jaimes.

Suplente

Biol. Yolanda Hornelas Orozco.

Suplente

Dr. María Esther Diupotex Chong.

Edna María Suárez Díaz

Consejo Departamental de Biología
Dra. Edna María Suárez Díaz

A mi esposa EDITH

A mis hijos EMMANUEL, ADRIAN Y KENNY

Con agradecimiento

Al Dr. Manuel Uribe Alcocer, mi maestro

Al Dr. Píndaro Díaz Jaimes por sus observaciones y sugerencias

Al Dr. Martín López Hernández por la revisión y consideraciones

A la Bióloga Yolanda Hornelas Orozco por el apoyo y el ánimo

A la Dr. María Esther Diupotex Chong por la ayuda y los consejos

CONTENIDO

	Pag.
I.- Introducción.....	1
II.- Antecedentes.....	3
III.- Objetivo.....	20
IV.- Material y Métodos.....	21
V.- Resultados.....	25
VI.- Discusión.....	33
VII.-Conclusiones.....	38
VIII.- Bibliografía.....	39

INTRODUCCION.

El incremento de la actividad pesquera en nuestro país debido a factores tales como el aumento en el número de especies explotadas y de cooperativas pesqueras, aunado a la demanda de un mayor abasto de proteína animal para fines industriales o alimenticios, así como por la necesidad de la entrada de divisas al país, está acompañada de la posibilidad de poner en riesgo la estabilidad de los ecosistemas marinos y, en consecuencia, la explotación de los recursos del mar que nos ofrecen nuestros extensos litorales.

A fin de poder evitar estos riesgos, en la actualidad existen numerosos estudios dirigidos a analizar la importancia de la delimitación genética en las poblaciones pesqueras (Gall, 1986 y 1987; Utter *et al.*, 1974 y Utter 1986; Allendorf y Utter, 1979 y Allendorf *et al.*, 1987; Hedgcock 1986, McCall 1986; Pella y Milner 1987; Smith *et al.*, 1989 y Smith 1993; Ferguson, 1994; Ryman, 1994; Díaz-Jaimes *et al.*, 1994) para su aprovechamiento óptimo. El manejo de estas poblaciones pesqueras tiende a aplicar los conocimientos científicos a problemas pesqueros para lograr su óptimo rendimiento. Entre más amplios sean los conocimientos interdisciplinarios enfocados al manejo de las pesquerías podrá ser más factible su control y administración.

La aplicación de la genética al manejo de las pesquerías tiene gran importancia a corto plazo, puesto que la abundancia y características deseables de las poblaciones pesqueras no pueden ser conservadas únicamente mediante el equilibrio entre las capturas y el reclutamiento de individuos, ya que la propia captura puede modificar la composición genética de las poblaciones (Allendorf *et al.*, 1987).

La preservación de los recursos genéticos de una población se basa principalmente en el mantenimiento de su diversidad genética. Su disminución puede llevar a la pérdida del potencial de adaptabilidad poblacional, por ejemplo, a través de la disminución de la frecuencia de genotipos heterocigotos, los que presentan a menudo índices de supervivencia o tasas de crecimiento relativo superiores (FAO,

UENP, 1984). Por ello, es importante la determinación de la estructura genética de las poblaciones explotadas por las pesquerías, mediante la identificación de las entidades que las conforman debido a que, mediante las propias pesquerías, podría ejercerse una presión selectiva en algún sector específico de la población que disminuyera su potencial de variabilidad y produjera daño a sus recursos genéticos.

Es importante la utilización de los conocimientos resultantes de los diversos estudios tendientes a diferenciar las subunidades que conforman una población, ya que permiten acercarse a la meta de lograr el óptimo rendimiento de la pesquería sin el menoscabo del recurso.

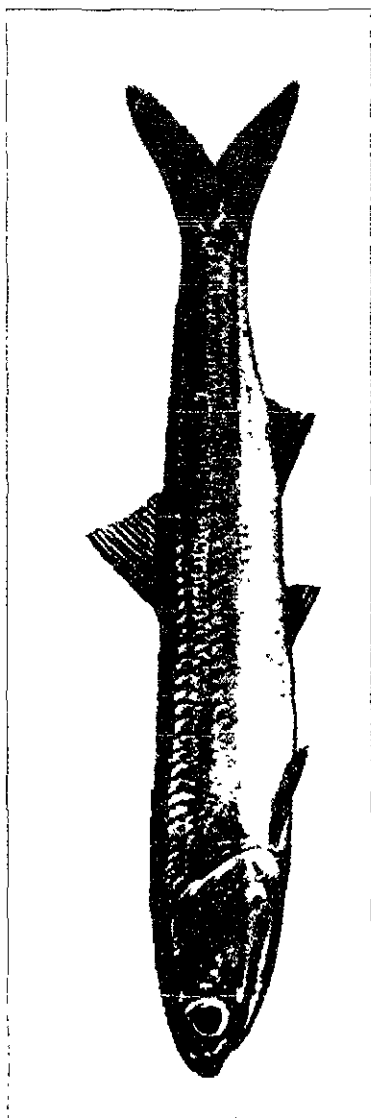
ANTECEDENTES.

Las anchovetas (*Engraulis mordax*, Girard 1854) son peces pelágicos pertenecientes a la familia *Engraulidae*, comprendida en el orden *Clupeiformes*, incluidas en la clase *Osteichthyes* (Greenwood *et al*, 1966) (fig 1). Comparten la característica del orden *Clupeiformes* en cuanto a carecer de línea lateral. La familia *Engraulidae* consta de organismos pequeños, plateados, de cuerpo algo redondeado. El hocico alargado sobresale más que el maxilar (Bond, 1979). La aleta caudal es homocerca, las aletas dorsal, anal y caudal tienen rayos suaves y delgados, escamas cicloides y frágiles.

Wadsworth (1974 a y b) consideró a las anchovetas de las costas de California y Baja California como uno de los mayores recursos no utilizados de Norteamérica y señaló que la mitad del stock aproximadamente se encuentra en el área de Baja California. Ello ha representado un enorme potencial económico para nuestro país. Se ha calculado la posibilidad de una captura anual de un millón de toneladas aproximadamente, por las estimaciones hechas por Vrooman y Smith (1971) de la biomasa desovada en el área de investigaciones de CalCOFI donde se reportó aproximadamente un valor de 10 millones de toneladas.

La pesquería de la anchoveta fue una de las más importantes en el país y, junto con la de la sardina, se localiza en una zona de alta productividad, el sistema de la corriente de California. Esta pesquería constituyó hasta un 20% de las capturas totales de peces a nivel nacional en 1980 y 1981, años en que se lograron volúmenes de captura de más de 300 mil toneladas (Escudero, 1984 y SePesca, 1987) para declinar posteriormente hasta sólo 49 toneladas en 1990 (SePesca, 1992). Aunque no es utilizada preferencialmente para consumo directo humano, representa una fuente importante de proteínas para la elaboración de alimentos, a través de su procesamiento en harina de pescado, destinado a la engorda de animales forrajeros (Wadsworth, 1974a) al constituir del 2 al 10 % del contenido proteico de dichos alimentos. De la anchoveta se obtiene también aceites con fines comestibles e industriales. Beumer

(1974) ha propuesto diversos métodos para el procesamiento de la anchoveta y su aprovechamiento para el consumo humano.



Phylum: Chordata
Grupo: Craniata
Subphylum: Vertebrata
Superclase: Gnathostomata
Clase: Osteichthyes
Subclase: Actinopterygii
Superorden: Teleostei
Orden: Clupeiformes
Suborden: Clupeoidei
Familia: Engraulidae
Genero: *Engraulis*
Especie: *mordax*

Fig 1. Clasificación Hickman, 1978,
Bond, 1979.

Las anchovetas son peces pelágicos que se caracterizan por coincidir con las zonas de surgencias (Polanco, 1987), caracterizadas por una alta productividad, en especial las localizadas en aguas templadas (Robinson *et al.*, 1995). Siendo organismos epipelágicos las anchovetas ocupan aguas tanto neríticas como oceánicas, desde la superficie hasta 50 metros de profundidad, donde el oxígeno se encuentra aún cerca de sus niveles de saturación, con salinidades de 33 a 37 partes por mil. No obstante, existen informes de que bajan hasta los 300 metros de profundidad (SePesca,1982; Inst. Nal. Pesca, 1985).

La distribución de las anchovetas está marcada notablemente por los gradientes de temperatura y turbulencia causados por las surgencias, principalmente en las áreas de desove. Por comentarios hechos por pescadores de Ensenada y Puerto San Carlos se conoce que la anchoveta no aparece en zonas de aguas cálidas ni extremadamente frías; Baxter (1967) encontró un rango de distribución de las anchovetas de 14.5° a 20° C para adultos y de 13° a 17.5° C para huevos y larvas. Sin embargo, existen informes de migraciones verticales durante el día, muy de mañana se van a aguas profundas y por la noche regresan a la superficie junto con las agregaciones del plancton, (Robinson *et al.*; 1995). Se observa en anchovetas el fenómeno de pastoreo que consiste en seguir al plancton en sus migraciones con el fin de alimentarse de él (SePesca, 1982; Inst. Nal. Pesca, 1982).

Polanco (1987), menciona que se ha determinado experimentalmente que las anchovetas tienen marcadas preferencias por bajas intensidades de luz y, de hecho, las capturas se llevan a cabo en aguas superficiales durante la noche. La captura se efectúa usando redes de cerco con jareta en la relinga inferior, de dimensiones de 300 brazas de largo por 36 brazas de profundidad (500 m por 60 m). La luz de la malla es de 1/2 pulgada y 9/16 de pulgada (13 y 14 mm), de paño de nylon (poliamida), en su mayoría de color negro y tejido con nudo (Inst. Nal. Pesca, 1985). Pedrín y Chávez (1974), han hecho la recomendación de usar aparatos electrónicos como el sonar para localizar los cardúmenes de día y de noche. En la actualidad la mayoría de las embarcaciones usan redes de cerco.

Se usa además equipo auxiliar para localizar los cardúmenes, como el sonar, ecosonda, goniómetro, radio, y / o bien mediante prospección aérea como lo hacía la Pesquera Zapata del Sauzal. (Pesquera Zapata, 1977). La descarga de la pesca se hace mediante bombeo si se trata de la anchoveta destinada a la reducción de harina y en contenedores si la anchoveta está destinada a consumo humano (Tornes 1974).

Durante el invierno las anchovetas realizan migraciones mar adentro en dirección suroeste, y de la superficie a la profundidad, coincidiendo con el período pico de desove (Gallardo, 1985a; Polanco, 1987), al final del invierno e inicio de primavera. Las regiones habitadas por *Engraulis mordax* están influenciadas por la acción del sistema de corrientes de California que actúa como enfriadora del medio que está compuesto por aguas más cálidas. La corriente de California que viene del norte en la región 25° N, dobla hacia el occidente. En las partes noroeste y suroeste se forman dos sistemas de surgencia, el límite entre ellas está en los 32° N (cerca de Ensenada) que forma la frontera entre las aguas de estructura tropical y subtropical, al mismo tiempo hay una contracorriente cercana a la costa que va en dirección norte, la cual tiene cambios estacionales y se forma hasta la profundidad de 200 metros llegando hasta Cabo Mendocino. Esta contracorriente lleva al norte masas de agua más cálidas y salinas (Ins. Nal. Pes., 1982).

Después del desove, se repliegan, retornan a la costa e inician desplazamientos en dirección al norte, manteniéndose en la capa superficial a la distancia de 40-80 millas de la costa, aprovechando la época de surgencias, donde encuentran gran cantidad de alimento para los diferentes estadios de desarrollo (Stepanenko, 1978) (fig 2a). En primavera la contracorriente desaparece por la acción de los vientos del norte, en las costas hay una elevación de las masas de agua (surgencias) lo que trae un alto contenido de elementos biogénicos (Ins. Nal. Pes., 1982), de abril a mayo los cardúmenes son de menores dimensiones pero muy numerosos, su concentración alcanza 100-200 cardúmenes por milla cuadrada, y cada cardumen contiene de 0.5 a 2.5 toneladas de anchovetas. Los juveniles no realizan migraciones como los adultos, (Stepanenko, 1978). Los desplazamientos verticales los hacen por el alimento en

especial por los eufácidos (Robinson *et al*; 1995) y para huir de los enemigos como las aves piscívoras (Bailey, 1989).

Además de estos desplazamientos existen movimientos detectados mediante marcaje desde 1966. Algunos individuos marcados en la Bahía de San Francisco fueron recapturados en la Bahía de Monterey y en el sur de California. Igualmente peces marcados en la Bahía de Monterey fueron recolectados en la Bahía Morro.

Otros peces marcados en puerto Hueneme, en la Isla Santa Catalina en el área de Long Beach y en los Angeles, frente a la Isla San Clemente y en San Diego, fueron recapturados en las cercanías de Ensenada. Igualmente, ejemplares marcados en Ensenada fueron encontrados en el sur de California, y en esta misma área se hicieron numerosas recuperaciones de peces marcados en San Diego (Messersmith, 1967; Haugen *et al.*, 1969; Wood y Collins, 1969 y Chávez *et al.*, 1976).

Los resultados de estos estudios mostraron que las anchovetas se mueven ampliamente en el área de estudio y que existe intercambio de peces entre las zonas de pesca de California Central, del sur de California y de Baja California, como por ejemplo en el centro de California lat. 36° N, donde se da una mezcla de los stocks del norte y central, mientras que los stocks del centro y del sur lo hacen en Bahía Sebastián Vizcaíno.

Muchas poblaciones de peces de importancia económica, en especial los pelágicos como las anchovetas, (Smith et al; 1989) se encuentran en áreas oceánicas separadas en diferentes grupos o stocks desovadores formando subpoblaciones, esta representa la fracción de una población, cuya principal característica es ser autosuficiente genéticamente (Marr, 1956). Son grupos de peces que se entrecruzan más o menos al azar entre ellos mismos y en ocasiones con otros sectores de la población total; son unidades naturales definidas por límites de cruzamiento (Hedgecock, 1986).

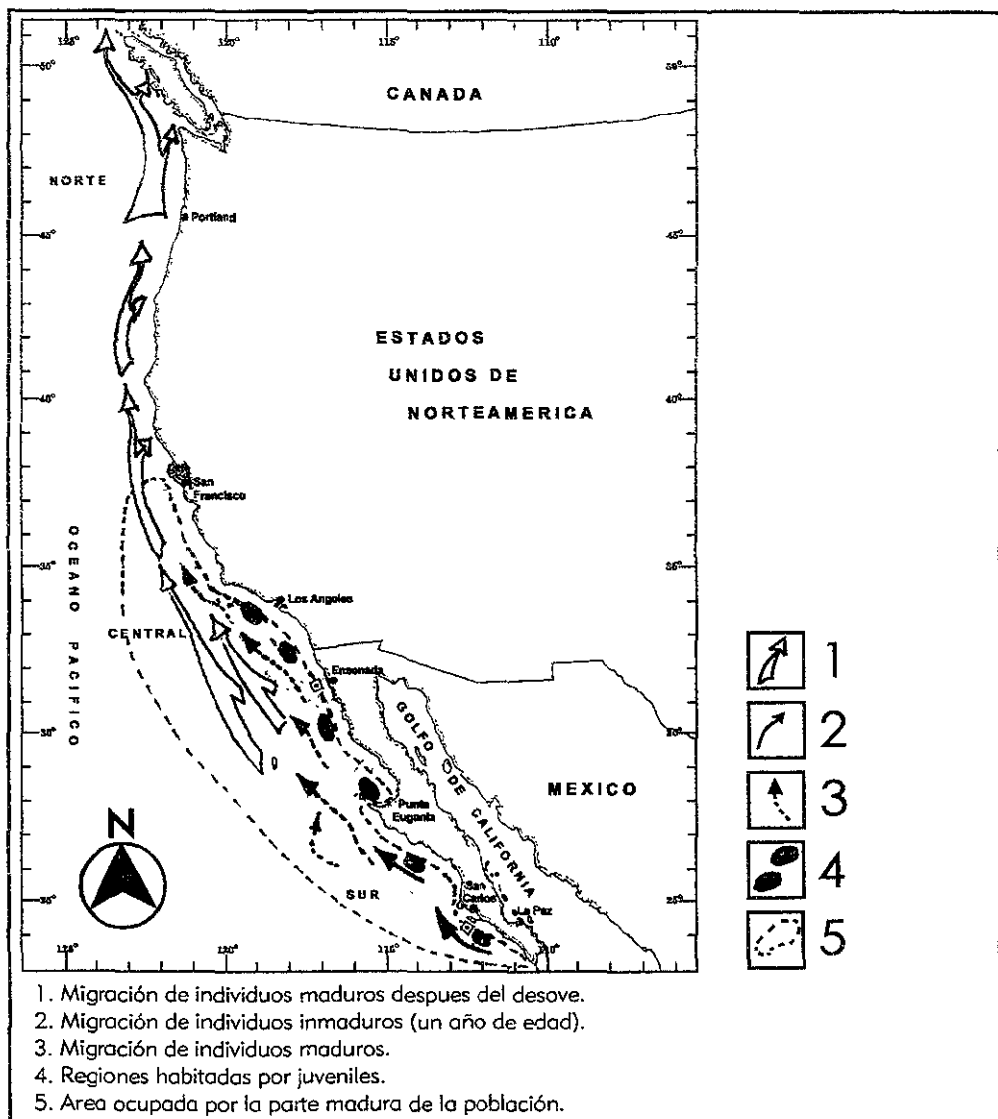


Fig 2a. Migraciones de anchoveta en primavera verano (Inst. Nal. Pesca, 1982).

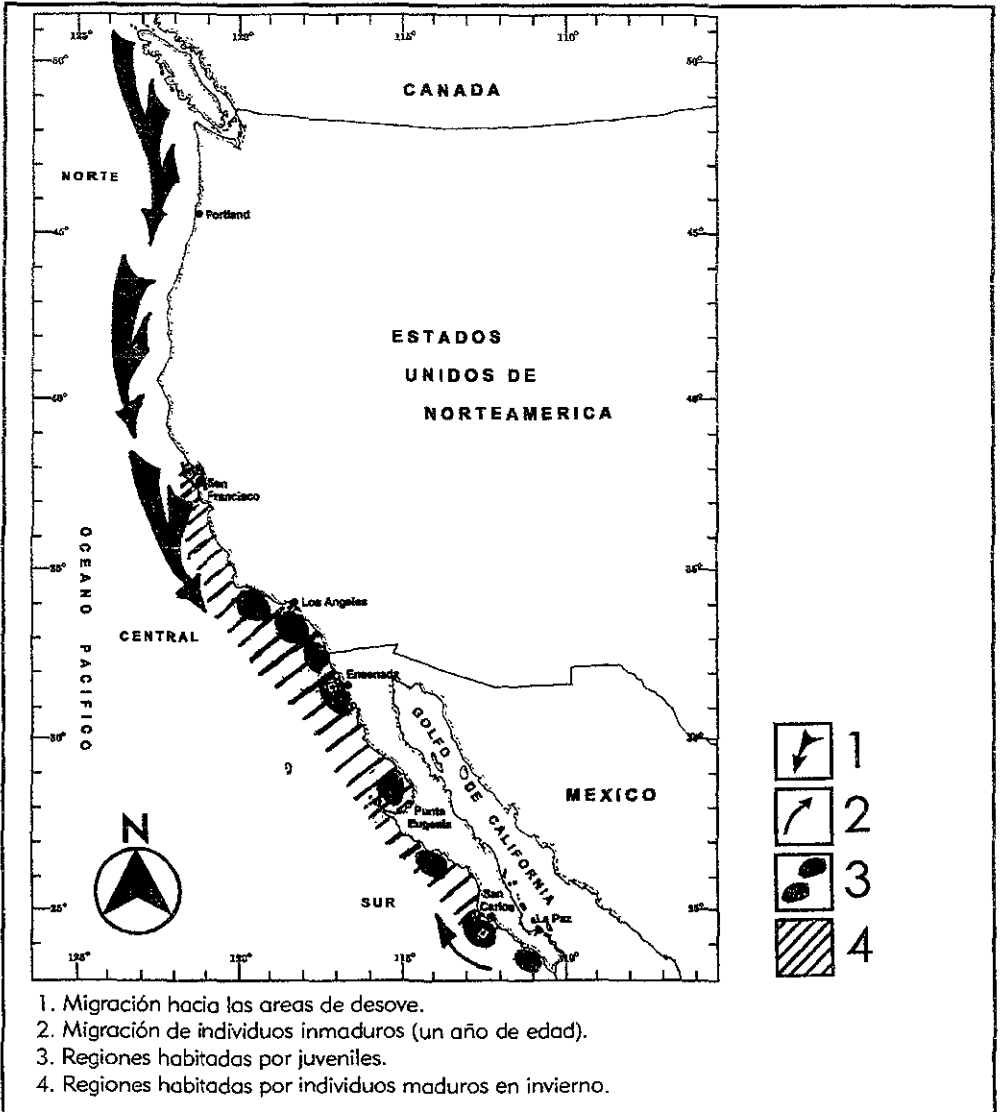


Fig 2b. Migraciones de anchoveta en otoño invierno (Inst. Nal. Pesca, 1982).

Diversas subpoblaciones de la anchoveta norteña *Engraulis mordax* han sido descritas. La primera descripción es de Hubbs, quien en 1925, a partir de muestras colectadas de San Francisco, California y basándose en características tales como el número de vértebras, proporciones de la cabeza, longitud, hábitos y distribución, consideró dos subespecies : *Engraulis mordax mordax* y *Engraulis mordax nanus*.

Posteriormente, McHugh (1951), consideró la presencia de tres subpoblaciones basado en estudios de caracteres merísticos y morfométricos. Los límites de las subpoblaciones fueron ubicados:

- 1) Desde las costas de la Columbia Británica (Queen Charlotte) en Canadá hasta Punta Concepción en California, para la subpoblación norte.
- 2) Desde Punta Concepción en California hasta Punta Blanca en el norte de Baja California, para la subpoblación central.
- 3) Desde Punta Blanca en Baja California norte hasta Cabo San Lucas para la subpoblación sur. (Fig. 3)

Vrooman *et al.*, (1981), basados en estudios morfométricos, merísticos y electroforéticos corroboraron la presencia de dichas subpoblaciones encontrando que las transferrinas presentan una estructura genética formada por cuatro alelos codominantes, cada uno de los cuales controla una forma alternativa de la proteína con frecuencias génicas diferentes en cada una de las poblaciones de la anchoveta.

Hedgecock *et al.* (1989) a su vez, realizaron el análisis electroforético de doce loci de diferentes enzimas, a partir de muestras de la subpoblación central. Encontraron polimorfismo en 8 de estos loci, los cuales fueron estadísticamente heterogéneos en su distribución, es decir, presentaron diferencias en su estructura genética en muestras colectadas en puntos cercanos, lo que puso de manifiesto que el stock central de la anchoveta *Engraulis mordax* no corresponde a una subpoblación homogénea, sino que dentro de ésta misma existen diferentes grupos, adaptados probablemente a diferentes épocas de desove. En especies distribuidas continuamente

pueden ocurrir subdivisiones muy marcadas, por la variación temporal de la composición genética de los reclutas, como resultado de selección en la población de larvas o gran varianza en el éxito reproductivo de los individuos.(Hedgecock, 1994)

Estos datos concuerdan con los estudios realizados por Gallardo (1985a y b) quien determinó los patrones correspondientes a la edad y al crecimiento de las anchovetas del stock central y basándose en el análisis de otolitos encontró diferencias entre dos poblaciones que denominó "norte" y "sur", mientras que Chiappa (1988), en muestras tomadas de ese mismo stock señaló la presencia de poblaciones discretas basado principalmente en diferencias en la talla promedio, en tres zonas señaladas por características hidrográficas particulares, según reportes de la CalCOFI .

Parrish et al., (1985) observaron diferencias regionales en composición de edades y las atribuyeron a una mezcla de stocks con diferentes tasas de mortalidad. La *variación del crecimiento* (las anchovetas juveniles del stock del norte crecen más rapido que las del stock central y éstas crecen más rapido que las del stock del sur) lo atribuyeron a la intención de componentes genéticos, ambientales o estacionales del desove. Todo ello hace factible que el crecimiento muestre un patrón geográfico. Por su parte, Arenas (1992) sugirió la posibilidad de una mezcla incompleta de las poblaciones manifestada en las diferencias regionales de crecimiento por edades. Esto podría ser debido a sincronización aleatoria de la actividad reproductiva con periodos de condiciones oceanográficas conducentes a la fertilización, desarrollo larval, retención y reclutamiento. (Hedgecock 1994)

El desove se da en todos los meses del año, pero el pico máximo se presenta generalmente a finales del invierno y a principios de la primavera, con un desove menor al inicio del otoño. Con la temperatura ideal de 13° a 18° C la anchoveta desovaría todo el año, pero está restringida a un ciclo reproductivo estacional aparentemente por requerimientos dietéticos (Brewer, 1978) .

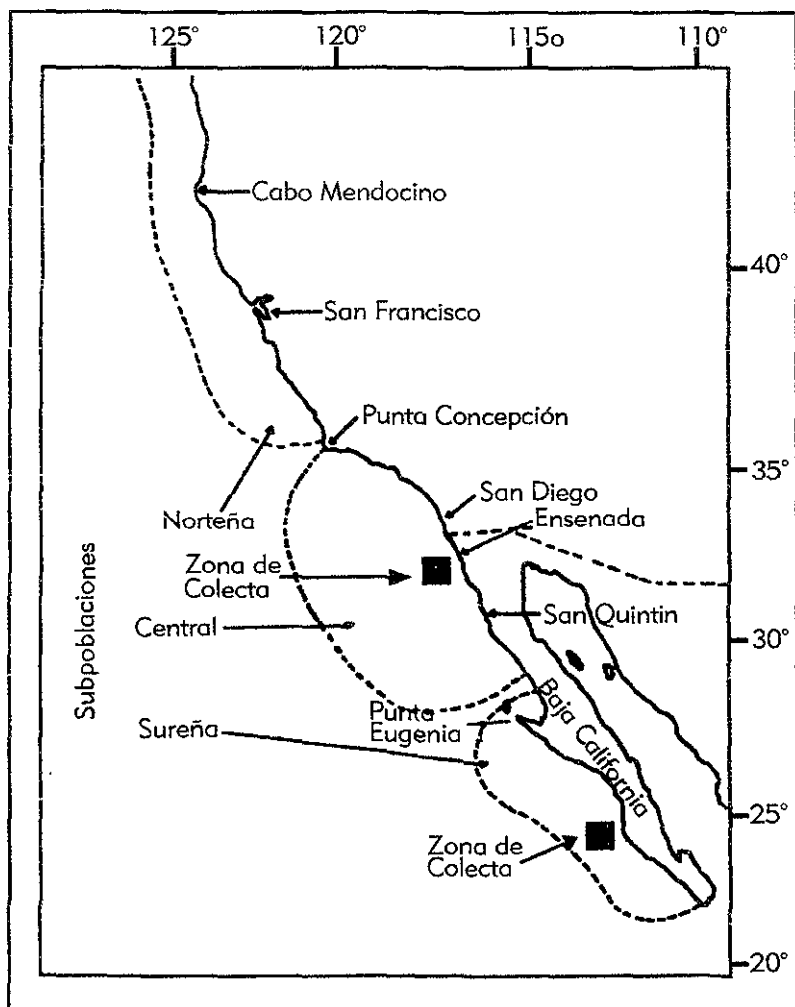


Figura 3. Area de distribución de las subpoblaciones y zona de colecta de *Engraulis mordax* (Inst. Nal. Pesca, 1982).

El desove es discontinuo por el crecimiento asincrónico de los ovocitos. En cada desove se liberan de 20 a 30 mil huevecillos y una hembra realiza de 2 a 3 desoves por año. La eclosión ocurre de 2 a 4 días después, produciendo larvas pelágicas. A los 7 días se convierten en postlarvas y a los 5 meses en juveniles, con una longitud de 7 cm. En esta etapa el cuerpo se cubre de escamas. La madurez es alcanzada a los 2 ó 3 años. (Rounsefell, 1975).

La vida de la anchoveta es relativamente corta, normalmente de 4 años, cuando tiene en promedio 17.8 cm de longitud, aunque se han encontrado individuos de 7 años y 22.9 cm. (Flores, 1970; Chávez et al; 1976). Su tasa promedio de mortalidad total anual es de 66.5 % (McCall, 1973).

Clark y Phillips (1952) consideran que algunos ejemplares alcanzan la madurez sexual al término del primer año de vida, cuando miden de 90 a 100 mm de longitud patrón o estándar. Baxter (1975), Knaggs (1977), Hunter y Macewicz (1980) y Tapia *et al.*, (1988) llegaron a la conclusión de que la primera madurez sexual en las anchovetas se presenta cuando hembras y machos alcanzan una talla de 81 a 85 mm. de longitud patrón, y que a los 2 años de edad todos han alcanzado la madurez sexual (12.7 a 14 cm.).

Las anchovetas son importantes desde el punto de vista ecológico ya que son convertidoras de plancton (SePesca, 1982) y son el principal alimento de la albacora, el atún de aleta azul y del bonito, y, en menor escala, de otras especies depredadoras, como la merluza, la macarela, el charrito, el barrilete, otros atunes y el jurel (Inst. Nal. de Pesca, 1982). El principal competidor de la anchoveta norteña es la sardina del Pacífico *Sardinops sagax* (Baxter, 1967), aunque se sabe que la anchoveta también compite con los juveniles del pez sable *Anoploma fimbria* (Polanco, 1987).

La pesquería de la anchoveta tuvo su origen en el descenso brusco del stock de la sardina, fenómeno que, según varios autores, propició el aumento en el stock de anchoveta. McCall (1973) discutió la posibilidad de un decremento del stock de la

anchoveta anterior al de la sardina causado por condiciones oceanográficas desfavorables para la anchoveta, y su posterior recuperación, debido a que los censos de larvas realizados por la CalCOFI durante 1940 y 1941 indican una biomasa de desove de entre 2 y 3 millones de toneladas al mismo tiempo que la biomasa de la sardina correspondió a 1.3 y 2 millones de toneladas, por lo que supone que ambas especies existieron simultáneamente.

Los registros de captura de anchoveta se inician en 1960 con un volumen de 19 toneladas, que sumadas a las capturas de 1961 y 1962 no alcanzan las mil toneladas, de 1963 a 1976 la pesquería de la anchoveta se incrementa gradualmente, 1963 es el primer año en que se captura más de mil toneladas alcanzando en el último año de este intervalo la mejor captura hecha hasta ese momento con 78.47 mil toneladas. (Sec. Ind. y Com., 1959-1965, y 1964-1966 ; Sec. Ind. Com., 1967; SePesca, 1982).

En una cronología realizada por la Secretaría de Pesca (Polanco, 1987) sobre las capturas de la anchoveta, se muestra que esta pesquería en México tuvo un crecimiento intensivo de 1977 a 1981, años en los cuales se lograron capturas por encima de las 100 mil toneladas, en 1981 se logró la mayor captura en la historia de esta pesquería con 367.3 mil toneladas. A partir de 1982 se inicia un decremento que no ha parado en la actualidad. En 1983 se captura sólo 97.9 mil toneladas. En los años 1984 a 1989, las capturas de anchoveta superan las 100 mil toneladas anuales. En 1990 se abatió drásticamente y se informa sólo de un volumen de 61 toneladas, capturadas en el mes de septiembre, desde entonces la pesquería de la anchoveta parece olvidada como se ve en la Tabla 1 y fig. 4. (SePesca , 1972 a 1994). García y Sánchez reportan volúmenes de captura sólo para la costa occidental de Baja California en 1995 de 17.77 mil toneladas y 1996 de 4.17 mil toneladas (García y Sánchez 1995 y 1996), en 1997 y 1998 de nuevo hay baja en el volumen de captura con 2.635 y 2.392 mil toneladas respectivamente (SEMARNAP 1997 y 1998).

Se cree que el descenso en la pesquería de la anchoveta observado a partir de 1982, fue originado por el fenómeno oceanográfico conocido como " El Niño ", que tuvo

grandes repercusiones en los años de 1982-1983. Fiedler *et al.*, (1986) pusieron de manifiesto los trastornos causados en las poblaciones de anchovetas durante " El Niño " de 1982-1983, atribuyendo a este fenómeno un descenso en la fecundidad, crecimiento lento en adultos y juveniles durante 1983, una baja considerable en el reclutamiento en ese mismo año y un alto índice de mortalidad.

Por su parte Escudero (1984) afirmó que la pesquería de la anchoveta ha mostrado un importante decremento ya que se viene sustentando cada vez más, al paso del tiempo, en organismos juveniles que no han alcanzado tallas reproductivas por lo que se ha causado una inestabilidad en la estructura poblacional y, con esto, una disminución de los volúmenes capturados del recurso.

Parrish y colaboradores (1986) han señalado que las poblaciones de peces pelágicos son particularmente susceptibles a un colapso, caso en el que parece encontrarse la anchoveta, y que la alteración de la estructura de edades del stock que se da bajo una presión de sobrepesca tiene grandes efectos sobre la fecundidad y la estacionalidad del desove debido a la gran dependencia que la fecundidad y la proporción de sexos tienen con la edad (la relación hembra-macho es de 0.83 : 1 en la edad uno y 2.01 : 1 en la edad cuatro) por lo que la reducción en la composición de edades como resultado de una sobrepesca tendería a reducir el potencial de fecundidad de la población y disminuiría la longitud del periodo de desove (Parrish *et al.*, 1986).

En peces teleósteos la fecundidad absoluta aumenta con la edad. La abundancia de una especie de peces no es una cantidad fija y varía de un lugar y un tiempo a otro, produciendo patrones espaciales y temporales, toda población muestra cambios a través del tiempo, por muertes, migraciones o reclutamiento, por ello se debe hacer una estimación correcta del tamaño de la población para evitar una sobre explotación (Pitcher y Hart, 1982).

Tabla 1. Captura anual de anchoveta 1960-1998 (miles de toneladas)

Año	Captura	Año	Captura	Año	Captura
60	0.019	73	15.84	86	116.90
61	0.097	74	42.29	87	161.30
62	0.868	75	59.44	88	113.72
63	1.497	76	78.47	89	105.36
64	5.378	77	144.06	90	000.061
65	9.624	78	180.67	91	11.03
66	13.748	79	249.73	92	3.40
67	22.755	80	327.63	93	1.71
68	15.882	81	367.30	94	1.12
69	4.079	82	218.04	95	17.77
70	5.441	83	97.91	96	4.17
71	4.145	84	125.90	97	2.635
72	6.65	85	147.10	98	2.392

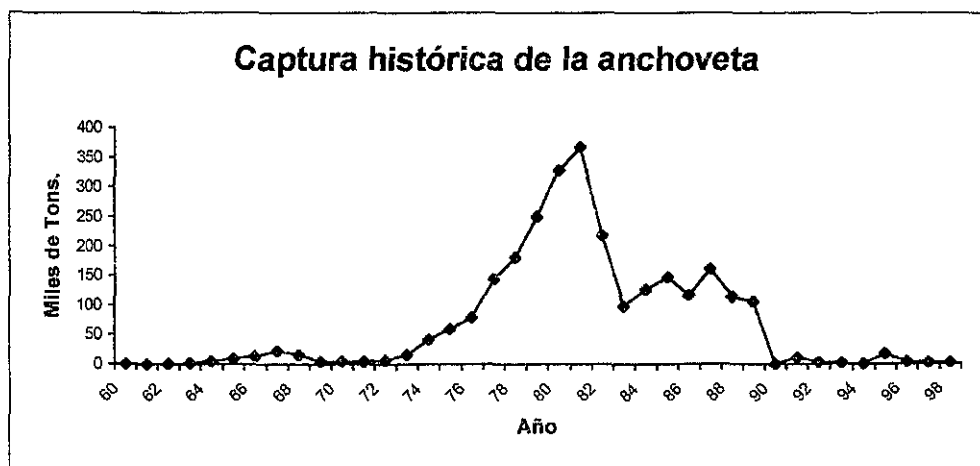


Figura 4. Captura histórica de la Anchoveta . (Sepesca ,1972 a 1998).

Estudios citogenéticos.

La caracterización de las poblaciones reproductivas de la anchoveta septentrional es indispensable para el establecimiento de criterios y normas que permitan el máximo aprovechamiento sin menoscabo del recurso. Uno de los recursos para lograr dicha caracterización lo proporciona el estudio de la citogenética que puede detectar diferencias a nivel celular en el número y estructura de los cromosomas, las estructuras subcelulares portadoras de la herencia durante la división celular.

Estas estructuras pueden ser identificadas por sus caracteres morfológicos en preparaciones de metafase mitótica. La posición relativa de los brazos cromosómicos en función del centrómero y la posición del organizador nucleolar contribuyen a la identificación específica de los cromosomas (Bloom y Goodpasture, 1976; Levan *et al.*, 1964; Naranjo *et al.*, 1983). La mayoría de los cromosomas eucarióticos están formados por regiones genéticamente activas llamadas eucromatina y regiones genéticamente inactivas llamadas heterocromatina. Las regiones de heterocromatina de los cromosomas son más densas que las regiones de eucromatina y permiten identificar a los cromosomas, cuando son teñidos de manera diferencial con Giemsa se producen las bandas G.

La citogenética ictiológica ha brindado auxilio en algunas áreas de la biología pesquera, tales como en la determinación taxonómica de algunos grupos, en los que la taxonomía tradicional puede ser difícil debido a que los especialistas no concuerdan en sus opiniones, muchas veces debido a la inconsistencia de las bases morfológicas utilizadas en la identificación específica. Este problema ha podido ser resuelto empleando características cromosómicas para la identificación crítica de las especies (Uribe-Alcocer *et al.*, 1983, en Gobiidae; Maldonado Monroy *et al.*, 1985, en Gobiidae; Gold, 1981, en Cyprinidae; Clarck y Mathis, 1982, en Ictaluridae; Ueno y Ojima, 1984, en Cyprinidae; Turner *et al.*, 1985, Hochberg y Erdmann, 1988, en Pimmelidae; Portela *et al.*, 1988, Characidae; Uwa y Parenti, 1988, en el genero *Oryzias*; Uribe-Alcocer *et al.*, 1988, en Gobiidae; Uribe Alcocer, 1988, en Ariidae; García-Molina y Uribe-Alcocer; 1989, en Ariidae; Ramírez-Escamilla y Uribe-Alcocer, 1989, en Gobiidae;

Uribe-Alcocer y Arreguin-Espinosa, 1989, en Cichlidae; Uribe-Alcocer *et al.*, 1992, en Cichlidae; Uribe-Alcocer *et al.*, 1994, en Gobiidae; Uribe-Alcocer y Díaz-Jaimes, 1996, en Gobiidae; Uribe-Alcocer *et al.*, en Cichlidae, en prensa).

En la clase Pisces, los estudios citogenéticos se han incrementado desde 1960, pudiendo atribuirse esto en gran medida al mejoramiento de la tecnología para obtener y estudiar dichos cromosomas (Baksi y Means, 1988, Reddy y John, 1986 y Chourrot, 1986).

En estudios de genética de poblaciones, la variabilidad específica ha sido estudiada por medio de electroforesis de proteínas sanguíneas y musculares (Sinderman, 1962; Sprague *et al.*, 1972; Hedgecock, 1986; Berg y Gall, 1988; Fevolden y Haug 1988; Seeb y Gunderson, 1988; Jorstad y Naeval, 1989; Díaz-Jaimes, 1987 y Díaz-Jaimes *et al.*, 1994). También se han hecho estudios de ADN mitocondrial (ADNmt) y nuclear (ADNn) con pruebas de marcadores genéticos moleculares, como el polimorfismo de longitud de los fragmentos de restricción (RFLP's), DNA polimorfo amplificado al azar (RAPD), el estudio de minisatélites y microsatélites y el número variable de loci repetidos en tándem (VNTRs).

Burton 1994, trabaja comparando aloenzimas y secuencia ADN para estudiar estructura genética de poblaciones marinas; Ferguson *et al.*, 1995, usa los marcadores moleculares para estudiar las poblaciones de peces en especial al salmón; Niegel 1994, trabaja con secuencias de ADN y con moléculas de desarrollo rápido para detectar estructuras en poblaciones marinas; Nielsen *et al.*, 1994, hace patrones filogeográficos determinados por ADN mitocondrial y microsatélites. El estudio de electroforesis para *Engraulis mordax* fue hecho por Díaz-Jaimes *et al.*, 1994. A partir de estos estudios se ha puesto en evidencia que algunas poblaciones de importancia comercial, están compuestas por grupos aislados, o stocks menores, que son distinguibles genéticamente.

Estudios cromosómicos recientes han confirmado que la mezcla entre tales

grupos es limitada (Phillips *et al.*, 1988 y 1989). Estos elementos subcelulares son particularmente estables dentro de una población, y, de acuerdo a la evidencia conocida hasta el momento, no están sujetos a presiones selectivas ambientales directas, por lo que el cariotipo de una especie es un rasgo particularmente confiable en la caracterización de las poblaciones a nivel específico. Con mucha frecuencia los cariotipos de especies diferentes, son distintos, y en el caso de que el cariotipo convencional no muestre diferencias existe el recurso de acudir a las técnicas de bandeo cromosómico a fin de encontrar marcadores útiles en el reconocimiento de las poblaciones.

Hay algunos estudios que han demostrado que en algunas especies de peces existe polimorfismo cromosómico intraespecífico. Estos pueden manifestarse en diversos aspectos, como en el polimorfismo en el número cromosómico en *Ictalurus punctatus* (Hudson, 1976), *Noturus flavus* (LeGrande y Cavender, 1980), *N. albater* (LeGrande, 1981), *Gymnotus carapo* (Foresti *et al.*, 1984), *Gobius niger* (Vitturi y Catalano, 1989) y *Gobius paganellus* (Amores *et al.*, 1990) o por la presencia de cromosomas supernumerarios, como en *Prochilus scrofa* (Pauls y Bertollo, 1983). El polimorfismo se puede manifestar también como variación de los patrones de bandas NOR (Región del Organizador Nucleolar), como en *Salvelinus alpinus* (Phillips *et al.*, 1988) o como variación del patrón de bandas C en diversas poblaciones de truchas (Phillips *et al.*, 1989). Estos antecedentes justifican la búsqueda de un posible polimorfismo que pudiera ser coincidente con la separación de las poblaciones central y sureña de la anchoveta, susceptible de ser utilizado como marcador genético de estas entidades.

OBJETIVO

Objetivo general.

El propósito de este trabajo es establecer los cariotipos representativos de las poblaciones central y sureña de la anchoveta *Engraulis mordax*, a fin de poder realizar comparaciones entre ellos y poder evaluar su potencial de discriminación entre las poblaciones central y sureña de la anchoveta *Engraulis mordax*.

Objetivos particulares.

- a) Determinación del número diploide cromosómico en las preparaciones
 - a1) Colecta de organismos
 - a2) Técnicas citogenéticas
 - a3) Técnicas microscópicas

- b) Obtención de parámetros cromosómicos.
 - b1) Análisis cariotípico

- c) Comparación estadística entre los parámetros cromosómicos obtenidos.

MATERIAL Y METODOS

a.1 Colecta de organismos.

A fin de asegurar que las muestras pertenecieran a las poblaciones en estudio, y evitar una posible mezcla debida a las constantes migraciones de estos organismos, las anchovetas fueron recolectadas dentro de los puntos más lejanos del territorio nacional asequibles con nuestros medios: Ensenada, B.C. (31.52° N, 116.37° O) o Puerto San Carlos , B.C.S. (24.59° N, 112.05° O), con la hipótesis de que, si hubiera surgido polimorfismo cromosómico en las subpoblaciones intermedias, la posibilidad de detectarlo sería mayor en estos muestreos en zonas geográficamente lejanas.

Debido a la influencia determinante de las corrientes en las diversas épocas del año (Hickey, 1979) para la migración de las anchovetas, los muestreos se realizaron a inicios del verano y en otoño buscando que las diferentes condiciones oceanográficas permitieran obtener una muestra más representativa de la población. La muestra de la población norteña consistió en material vivo obtenido en Ensenada, B.C., proveniente de los barcos de pesca deportiva, en especial de la empresa Clipper, que cuenta con un barco asignado para capturar la carnada viva, usada para la pesca deportiva y turística del pez Vela y del Marlin. Esta carnada viva está constituida principalmente por anchoveta. El barco carnadero captura anchovetas y las deposita en una jaula flotante colocada a la entrada de la ensenada, con un volumen aproximado de 16 a 20 m³. Algunas veces las muestras provenían de esa jaula, sobre todo cuando eran obtenidas en la mañana. Si la colecta se realizaba por la tarde, las anchovetas se recogían de los tanques para la carnada que se encuentran en el interior de los botes de pesca deportiva cuando regresaban al puerto.

Los organismos de las muestras de Puerto San Carlos se obtuvieron de los barcos que pescan el atún usando varas, ya que utilizan la anchoveta también como carnada viva. Son capturadas en la Bahía Magdalena o en las costas de la isla del mismo nombre localizada frente a esta bahía.

Las técnicas citogenéticas fueron realizadas en individuos procedentes de cuatro muestras, obtenidas en épocas diferentes. (Tabla 2).

Se procesaron un total de 40 especímenes de los cuales 5 fueron de la primera colecta, 8 de la segunda colecta, 12 de la tercera colecta. De la última, se procesaron 9 especímenes mediante técnica citogenética directa y 6 especímenes para intentar establecer cultivos de tejidos, para la obtención de los cromosomas. (Tabla 2).

Lugar	Fecha	Especímenes procesados
P. San Carlos B.C.S.	Junio 1988	5
Ensenada B.C.	Julio 1988	8
Ensenada B.C.	Octubre 1988	12
P. San Carlos B.C.S.	Octubre 1989	9 + 6
Total		40

a.2 Técnicas citogenéticas.

La obtención de los cromosomas se realizó mediante la técnica citogenética descrita por Uribe *et al* (1983), que incluye básicamente los siguientes pasos:

- 1) Inyección a los especímenes de una solución de cloruro de calcio a una concentración de 0.1%. Reposo durante 30 minutos.
- 2) Inyección de una solución de colchicina al 0.1%, en una proporción de 0.1 ml/10 g de peso corporal. Reposo durante 50 minutos.
- 3) Extirpación de las branquias, y descamación del epitelio branquial en una solución hipotónica de KCl 0.75 M. Suspensión del material celular en solución hipotónica nueva, durante 45 minutos.
- 4) Centrifugación del material celular durante 5 minutos a 750 RPM, a fin de separarlo de la solución hipotónica.
- 5) Resuspensión en mezcla de metanol: ácido acético (3:1) durante 15 minutos.

- 6) Centrifugación y resuspensión en metanol-acético tres veces más.
- 7) Goteo sobre portaobjetos previamente limpiados con una mezcla de xileno - éter (1:1) y secado al aire.
- 8) Tinción con Giemsa en buffer pH 6.8.

La tinción se realizó con el colorante Giemsa, a partir de una solución madre previamente preparada con 1g de polvo de Giemsa en 66 ml de glicerina a 60°C durante dos horas. Se enfrió a temperatura ambiente y se agregaron 66 ml de metanol absoluto. Una vez preparada se conservó en frío. Esta solución se diluyó al 10% en agua destilada (Denton, 1973) para la tinción de las dispersiones cromosómicas.

a.3 Técnicas microscópicas.

Los campos microscópicos fueron analizados con un fotomicroscopio de contraste de fases Carl Zeiss con filtro de interferencia verde, optovar 1 y 1.25 x y objetivos de 16, 40 y 100 x.

Se fotografiaron los mejores campos utilizando la cámara Zeiss C 35 integrada al microscopio, con un exposímetro para regular el tiempo de exposición en función de la intensidad de la luz y de la sensibilidad de la película utilizada. Esta fue Technical Pan Film ASA 100 (21° din) de Kodak. La impresión de los mejores campos mitóticos se efectuó sobre papel Kodabrome II RC de la misma casa comercial.

b.1 Análisis cariotípico.

Para la elaboración de los cariotipos se procedió a recortar los cromosomas y acomodarlos en grupos de pares homólogos en orden decreciente de tamaño. Se midieron con una lupa graduada en mm y se tomó la longitud de cada brazo cromosómico para obtener después la longitud total de cada cromosoma.

El análisis estadístico para la comparación de los cariotipos y la preparación del

ideograma de las poblaciones de *Engraulis mordax* se hizo en base a la longitud relativa de cada par cromosómico, que se obtiene de acuerdo a la siguiente fórmula

$$Y_1 = (X_1) (100) / \sum (p+q)_1 \text{ (mm)}$$

$$= (X_1) \text{ (factor)}$$

en donde:

$$\text{factor} = 100 / \sum (p+q)_1$$

$$Y_1 = \text{longitud relativa del par cromosómico}_1$$

$$X_1 = \text{longitud absoluta en mm}$$

Dado que la totalidad de los cromosomas son de tipo monorrámeo, (la longitud del brazo corto $p = 0$), no fue necesario obtener los parámetros de proporción de brazos ($r = \text{brazo largo "q" / brazo corto "p"}$) o (P.B), ni el de Índice Centromérico (I.C. = $100 p / \text{longitud total del cromosoma}$), que permiten localizar la posición del centrómero para la clasificación de los cromosomas, que en otros estudios son útiles para las comparaciones cariotípicas.

Se determinó el número diploide mediante el análisis de 328 campos mitóticos obtenidos de 13 individuos de la población central provenientes de dos muestras, y de 315 campos de 14 individuos de la población sur obtenidos también en dos colectas.

Se montaron 8 cariotipos representativos: 4 de cada población y se midieron los diferentes elementos cromosómicos. Dichas medidas fueron estandarizadas en cada cariotipo y promediadas para obtener el patrón cromosómico correspondiente a cada población. Se compararon mediante la prueba de comparación de medias de Student.

Se compararon los promedios de longitud relativa de ambas poblaciones mediante la prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney para la comparación de medianas poblacionales (Siegel y Castellan, 1988). La longitud relativa promedio de cada par cromosómico fue comparada con la del par correspondiente de la otra población, por medio de la prueba de comparación de Student.

RESULTADOS

La aplicación de la técnica citogenética directa requiere de individuos vivos y sanos. En el caso de la anchoveta, la obtención de estos individuos es difícil debido a las metodologías de captura utilizadas. La aplicación de la metodología mencionada requiere de adaptaciones a las condiciones fisiológicas y ambientales de los especímenes utilizados.

En la Tabla 3 se muestran los números cromosómicos encontrados en 643 campos mitóticos analizados de los individuos de las 4 colectas, dos de cada población. El número cromosómico modal de los campos mitóticos estudiados fue considerado como el número diploide de la muestra: $2n = 48$. Dado el carácter monorrámeo de los cromosomas el número fundamental fue de $NF = 48$. No hubo diferencias entre los números diploides de las distintas muestras ni entre las poblaciones. Se considera, siguiendo el criterio generalmente aceptado por los citogenetistas, que los números inferiores o superiores al número modal se deben a la pérdida o ganancia de algunos elementos cromosómicos durante el procesamiento de las células para obtener la dispersión celular. Para confirmar que los números cromosómicos se deben a la técnica

Tabla 3. Distribución de los números cromosómicos de las poblaciones analizadas							
Población	No. células Analizadas	Distribución números cromosómicos					
		45	46	47	48	49	50
Central							
colecta 2	146	1	8	12	122	3	0
colecta 3	169	2	7	6	149	3	2
Total	315	3	15	18	271	6	2
Porcentaje		0.95	4.76	5.71	86.03	1.22	0.91
Sur							
Colecta 1	119	1	3	12	100	2	1
Colecta 4	209	4	6	16	179	2	2
Total	328	5	9	28	279	4	3
Porcentaje		1.52	2.74	8.54	85.06	1.22	0.91

se hizo una prueba de ji cuadrada por medio de una tabla de contingencia para probar que el número cromosómico es independiente de las colectas, el resultado fue un valor no significativo de χ^2 ($\chi^2 = 13.83$; $\alpha = 0.05$, para 15 gl).

Los cariotipos convencionales de ambas poblaciones, (Fig. 5 y 6) constan de 48 elementos cromosómicos monorrámeos de tamaño muy similar, que decrecen ligera pero progresivamente, de talla. Por ejemplo, en la población Central, el par mayor tiene una longitud relativa 56.10 y el par menor una de 32.41, todo en unidades estandarizadas. En la población Sureña , el par mayor tiene 54.36 y el menor 33.12 . La diferencia promedio de longitud entre los 24 pares cromosómicos es de 0.91 en la primera y en la segunda de 0.90 . Como los resultados están calculados con base en 1000 unidades por cariotipo esta diferencia significa tan solo un 0.09 %.

Durante el análisis de las medidas cromosómicas se pudo observar de acuerdo a las longitudes cromosómicas que, no obstante de no encontrar diferencias significativas, los cromosomas pequeños procedentes de la muestra de la población sureña presentan una tendencia a ser mayores que los de la población central, mientras que la tendencia se revierte en los cromosomas mayores . No existe, por el momento, alguna causa para la explicación de dicha observación.

En la tabla 4 se muestran las longitudes cromosómicas relativas de cada par cromosómico resultantes de la evaluación promedio de los cariotipos medidos, tanto de la subpoblación central, como de la población sureña de la anchoveta *Engraulis mordax*, mostrando los valores de desviación estandar.

A fin de poder encontrar algunos rasgos característicos, se recurrió al análisis de figuras mitóticas prometafásicas provenientes de una muestra de la población central, ilustradas en la figura 7. Se muestra que en esta etapa de la mitosis tres pares cromosómicos muestran brazos cortos pequeños (pares 9, 12, y 17), pero distinguibles, que pueden resultar de utilidad en el reconocimiento poblacional de las anchovetas cuando se cuente con los campos provenientes de la población sureña (Figura 7).

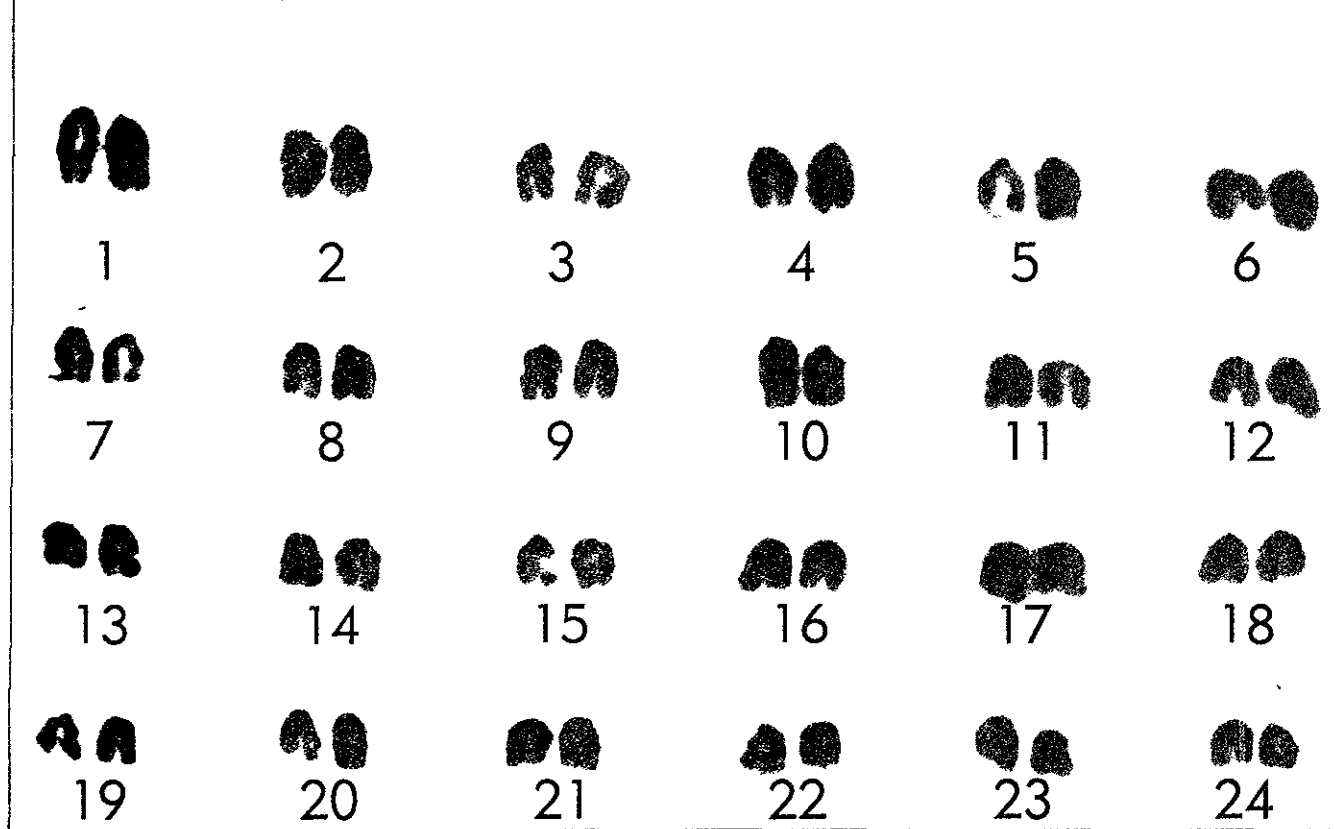


Figura 5. Cariotipo de la población central de la anchoveta *Engraulis mordax*, con un número cromosómico diploide de $2n = 48$, y todos sus cromosomas de tipo acrocéntrico de tamaño que disminuye gradualmente

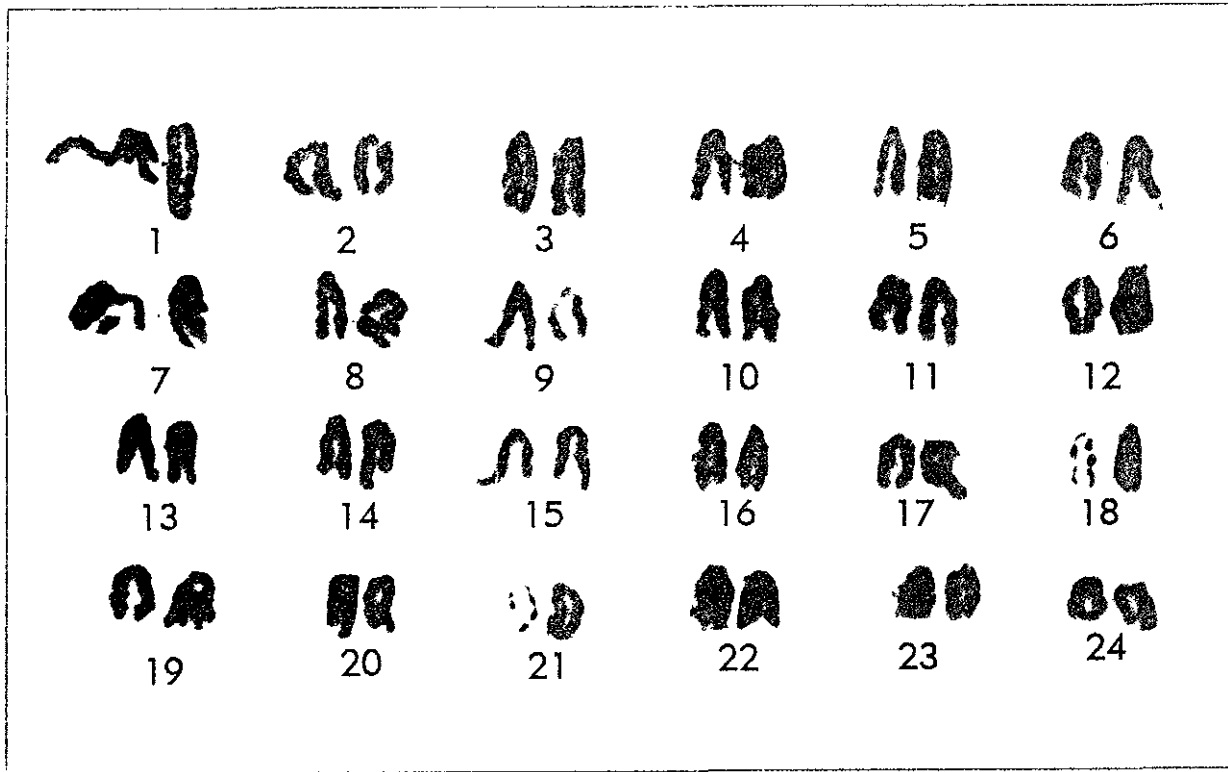


Figura 6. Cariotipo de la población sureña de la anchoveta *Engraulis mordax*, con las mismas características mencionadas en la figura 5.

TABLA 4. Medidas cromosómicas de los cariotipos de las poblaciones de la anchoveta *Engraulis mordax*. Las unidades son estandarizadas. $2n = 48$

Par Cromosómico	Población central	Población del sur
	Longitud \pm desv. St.	Longitud \pm desv. St.
1	56.10 \pm 1.90	54.36 \pm 2.62
2	50.44 \pm 0.49	49.56 \pm 1.43
3	48.81 \pm 1.14	47.71 \pm 0.75
4	46.99 \pm 1.50	45.98 \pm 1.44
5	46.14 \pm 1.18	45.48 \pm 1.18
6	45.32 \pm 0.66	44.49 \pm 0.69
7	44.84 \pm 0.94	44.49 \pm 0.69
8	43.92 \pm 0.62	44.49 \pm 0.69
9	43.30 \pm 0.85	43.01 \pm 1.01
10	42.48 \pm 0.61	42.52 \pm 0.72
11	41.74 \pm 0.56	40.85 \pm 0.97
12	41.31 \pm 0.70	40.54 \pm 0.97
13	40.84 \pm 0.39	40.29 \pm 0.79
14	40.30 \pm 0.56	39.80 \pm 0.58
15	39.75 \pm 0.39	39.55 \pm 0.11
16	39.21 \pm 0.60	39.55 \pm 0.11
17	38.46 \pm 0.76	38.80 \pm 0.74
18	38.01 \pm 0.84	38.56 \pm 0.91
19	37.54 \pm 0.96	38.56 \pm 0.91
20	36.65 \pm 0.73	37.81 \pm 1.68
21	35.99 \pm 1.25	37.57 \pm 1.84
22	35.27 \pm 1.22	37.32 \pm 2.10
23	34.18 \pm 1.18	35.59 \pm 1.41
24	32.41 \pm 1.51	33.12 \pm 1.56

Se analizó igualmente un patrón de bandeo G, en un campo cromosómico proveniente de una muestra de la población central. El establecimiento de algunos patrones de bandas particulares de cada población puede proporcionar marcadores intracromosómicos para el reconocimiento de reacomodos estructurales de los cromosomas (Figura 8). Si un reacomodo se hubiera extendido a toda una población, pudiera constituir un rasgo de reconocimiento específico poblacional.

No se tuvo éxito en el intento de obtener cultivo de tejidos a partir de los linfocitos de la sangre de la anchoveta, probablemente por la falta de las condiciones idóneas de trabajo, ya que se tuvo necesidad de utilizar un recinto habilitado como laboratorio proporcionado en la Escuela Primaria de Puerto San Carlos, B.C.S.

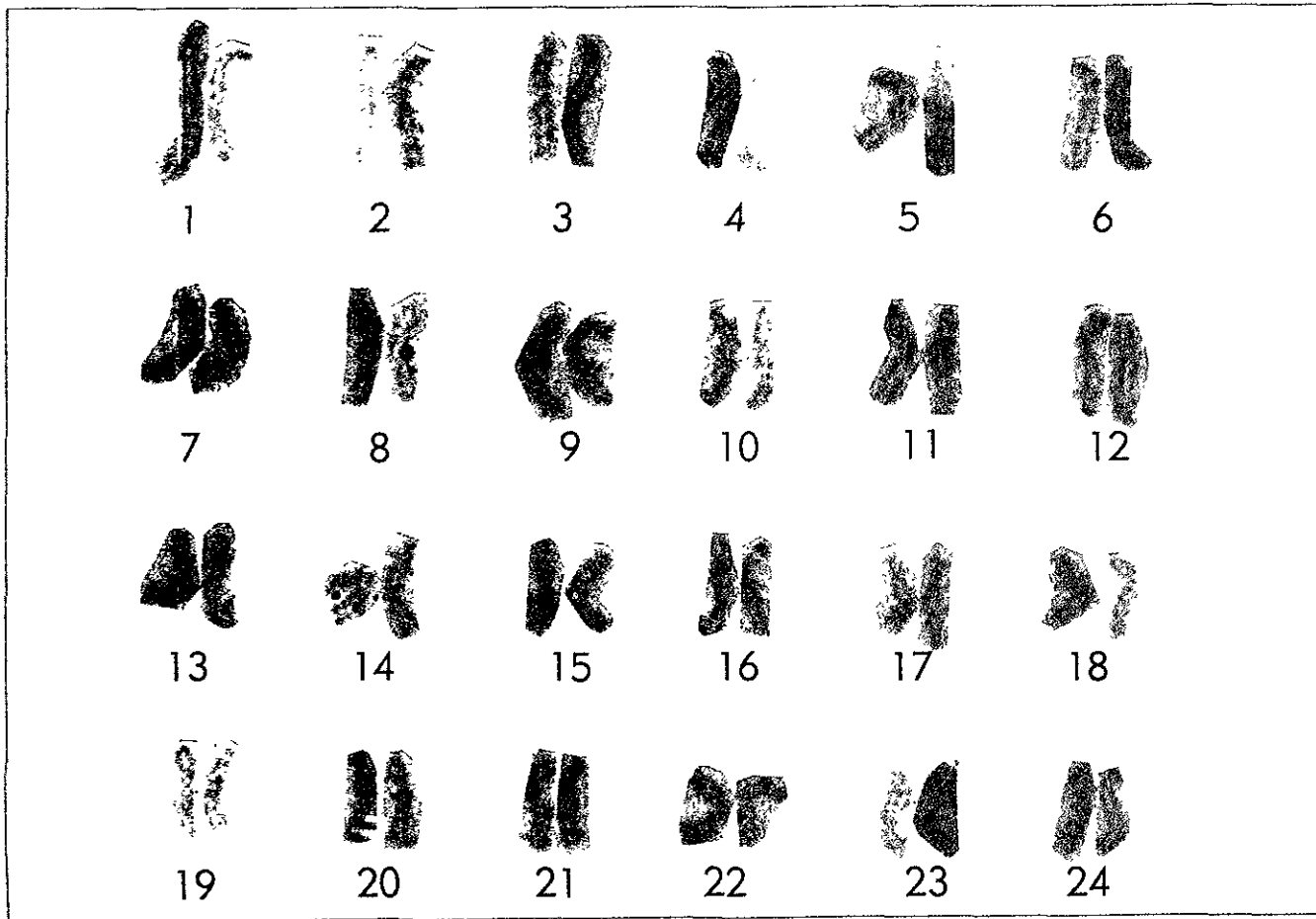


Figura 7. Cariotipo representativo de una figura mitótica en prometafase, mostrando algunos marcadores intracromosómicos de las poblaciones de anchoveta.

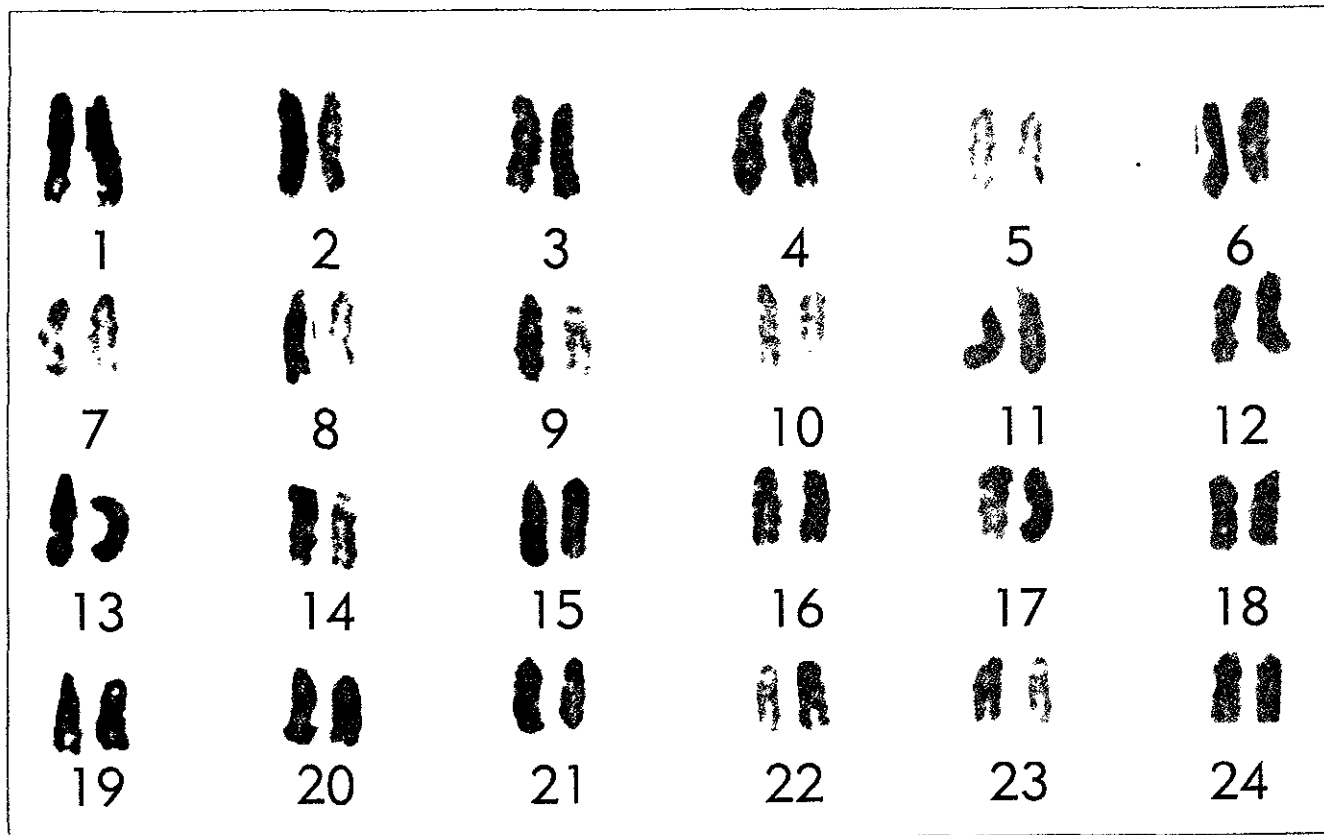


Figura 8. Campo mitótico con bandeo G.

DISCUSION

La anchoveta es un pez pelágico que puede recorrer grandes distancias (Messersmith, 1967; Haugen *et al.*, 1969 y Wood y Collins, 1969) y por ello, se podría argumentar que los sitios de colecta no fueron adecuados. No obstante, el punto más lejano hacia el sur en el que se ha documentado la presencia de la población central es de 26.5° N. (Parrish *et al.*, 1985). Por la distancia de aproximadamente 300 Km. que media entre Puerto San Carlos, nuestro sitio de colecta, y este punto, se considera que la probabilidad de incluir individuos de la población central en las muestras de la población sureña es prácticamente nula.

Por otra parte, las zonas más lejanas hacia el norte en el que se ha documentado la presencia de individuos de la población sureña, ha sido la latitud 30.3° N., región cercana a Punta Baja, (Parrish *et al.*, 1985) considerada como el límite norte de esta población, que se ubica a 230 Km al sur del sitio de nuestro muestreo. Por lo anterior se considera que ambos sitios de colecta fueron adecuados, además de que, a fin de obtener una muestra más representativa de las poblaciones estudiadas, las colectas fueron realizadas en distintas estaciones, con condiciones oceanográficas diferentes y no se detectaron diferencias entre dichos muestreos por tanto ambas poblaciones son representativas.

No obstante, debido a la gran movilidad de las anchovetas, que en otros sitios y en otras condiciones oceanográficas han recorrido distancias mayores que la mencionada, se admite la posibilidad de inclusión de algún organismo de la población sureña en las muestras de Ensenada, de incidencia excepcional, ya que de otro modo se asume hubiera sido detectado en estudios intensivos sobre las poblaciones de anchoveta llevados a cabo en la región por Parrish *et al.*, 1985.

El número diploide encontrado en el cariotipo de la anchoveta muestra rasgos de ser cariotípicamente primitivo, ya que es un cariotipo compartido con una gran cantidad de teleósteos (Roberts, 1964). Por ello se considera que, más que ser el producto de

una gran cantidad de convergencias evolutivas, debe corresponder al cariotipo ancestral heredado sin modificaciones estructurales importantes, a muchos taxa de peces (Ohno, 1970)(fig 5).

El cariotipo encontrado en las poblaciones estudiadas corresponde al publicado por Ohno et al., (1968). No obstante en este artículo el lugar de colecta de los organismos estudiados no está especificado, sin embargo por la ubicación del Laboratorio donde se realizó el trabajo (City of Hope, Duarte, California), se puede inferir que provengan de la población central. Esta concordancia de resultados de investigaciones independientes verifica el cariotipo de la población central establecido en este trabajo .

La similitud de las tallas entre los diferentes pares cromosómicos, manifestada en la disminución gradual de los valores de longitud relativa en el cariotipo, no proporciona rasgos poblacionales específicos porque no se encuentran cromosomas que se puedan considerar particulares, ni en cuanto a la posición del centrómero, ni en cuanto a su talla.

La estabilidad de los números cromosómicos de las poblaciones de peces pelágicos formadores de grandes bancos, como es el caso de la anchoveta, probablemente refleje lo que se ha encontrado en los mamíferos, en los que las especies compuestas por demes con un gran número de individuos que se cruzan panmícticamente tienden a mantener sus cariotipos sin modificaciones (Bush *et al.*, 1977). Las mutaciones cromosómicas no siguen un patron de herencia mendeliana, por lo tanto la posibilidad de que se fijen dado el tamaño de la población es escaso en contraste con mutaciones a nivel de alelos. Las mutaciones cromosómicas aparecidas espontáneamente en algunos pocos individuos tienden a desaparecer o a ser mantenidos sólo por pocos portadores debido a la escasa probabilidad de que dos de éstos se lleguen a cruzar y a producir descendencia homocigótica para la mutación, y de que, posteriormente, los portadores homocigóticos lo extiendan a toda la población.

La anchoveta es una especie cuyas larvas epipelágicas pueden ser transportadas de su lugar de origen a prácticamente cualquier lugar del ámbito de distribución de la especie. Posteriormente, a partir de que asumen movimiento independiente, por causas todavía en estudio, se agregan en grandes cardúmenes, cuya estructura genética difiere, indicando que sus componentes han sido reclutados a partir de diferentes poblaciones desovantes (Arenas 1992; Robinson *et al* 1995). En tales condiciones, la aparición de reacomodos cromosómicos en escasos miembros de la población tiene como destino más probable su desaparición en la siguiente generación, o su transmisión a la siguiente generación como característica heterocigótica, por la bajísima probabilidad de que los gametos de dos individuos portadores del mismo reacomodo cromosómico lleguen a encontrarse y a producir un individuo homocigótico para dicho reacomodo.

La probabilidad de que los gametos de dicho individuo pudieran encontrarse con los de otro individuo semejante decrece de manera considerable, de modo que es casi imposible que en las condiciones normales de vida de las especies de peces formadores de cardúmenes, esto pueda llegar a suceder.

No obstante, las probabilidades de que los eventos anteriores puedan ocurrir se incrementa notoriamente, si el número de individuos reproductores disminuye drásticamente, si disminuye la extensión del ámbito de distribución, como en los casos conocidos como "cuello de botella" poblacionales, o bien si algún segmento queda aislado del resto de la población. Si en este caso existe alguna ventaja selectiva producida por el reacomodo cromosómico en sí, o que aparece paralelamente al reacomodo, los organismos portadores podrían contribuir de manera más abundante a la siguiente generación, de manera que la nueva forma cromosómica pudiera incrementarse hasta que, después de cierto tiempo, pudiera reemplazar a la forma cromosómica original en el seno de dicha población.

La detección de una cantidad pequeña, pero significativa de heterogeneidad genética en diversas muestras de la población central (Hedgecock *et al.*, 1989;

Hedgecock, 1994 y Hedgecock et al., 1994) puede atribuirse a que, no obstante tener una importante capacidad de dispersión en sus diferentes estadios de desarrollo que pudiera contribuir a su homogeneización genética poblacional, el número efectivo de reproductores se reduce significativamente debido a que sólo los cigotos que encuentran ventanas oceanográficas que permiten la supervivencia, el crecimiento, la retención y posteriormente el reclutamiento (Cury y Roy, 1989), contribuyen a la composición genética de la siguiente generación.

Aunque es prácticamente imposible explicar de manera específica los procesos históricos que se dieron en el seno de todas las especies, existen algunas de éstas que forman cardúmenes, que tienen números cromosómicos que difieren del ancestral de 48 cromosomas (Tabla 5).

En el caso de las anchovetas no se ha dado el evento de la diversificación cromosómica, como se puede asumir de los resultados del presente estudio. No obstante, el aislamiento de un segmento de la población sureña, debido a la entrada al golfo de California de cardúmenes de anchoveta, debido probablemente a las modificaciones climáticas y ecológicas producidas por el evento oceanográfico denominado "El Niño", (Hamman y Cisneros- Mata, 1987), podría ser un ejemplo de los aislamientos iniciales de segmentos poblacionales mencionados anteriormente.

Los resultados del presente estudio no tienen la utilidad prevista de encontrar características diagnósticas interpoblacionales. No obstante se considera que ha contribuido a incrementar nuestro conocimiento sobre la biología de las anchovetas, y de esta manera general, a aproximarse a la meta de conocer mejor el recurso, con vistas a un eventual aprovechamiento óptimo de este importante recurso pesquero nacional.

TABLA 5. Números cromosómicos conocidos de peces formadores de cardúmenes

	Nombre científico	2n	referencia
Anchovetas	<i>Engraulis mordax</i>	48	Ohno et al., 68
		48	Presente estudio
Arenques	<i>Alosa pseudoharengus</i>	48	Mayers & Roberts, 69
	<i>Clupea harengus harengus</i>	52	Roberts, 66
	<i>Clupea harengus pallasii</i>	52	Ohno et al., 68
	<i>Clupea pallasii</i>	52	Ida et al., 1991
	<i>Sardinella zunasi</i>	48	Ida et al., 1991
	<i>Sardinops melanostictus</i>	48	Ida et al., 1991
atunes	<i>Thunnus thynnus</i>	48	Ida et al., 78
	<i>Thunnus alalunga</i>	48	Ratty et al., 86
		48	Song Yunchun, 87
	<i>Thunnus albacares</i>	48	Ratty et al., 86
		48	Song Yunchun, 87
	<i>Katsuwonus pelamis</i>	48	Ratty et al., 86
		48	Song Yunchun, 87
	<i>Scomber tapeinocephalus</i>	48	Ida et al., 78
bacalao y merluza	<i>Gadus morhua</i>	46	Nygren et al., 74
	<i>Pollachius virens</i>	40	Nygren et al., 74
	<i>Pollachius pollachius</i>	30	Nygren et al., 74
	<i>Raniceps raninus</i>	48	Nygren et al., 74
	<i>Trisopterus minutus</i>	48	Nygren et al., 74

CONCLUSIONES

En el desarrollo de este trabajo se obtuvieron los siguientes logros:

- Se logró establecer los cariotipos convencionales de las subpoblaciones central y del sur de la anchoveta *Engraulis mordax*, que es un número diploide $2n = 48$.
- En ambos casos todos los cromosomas son acrocéntricos, de tamaño muy similar que decrecen lenta y progresivamente de talla.
- No se encontraron heterocromosomas sexuales, ni satélites.
- No presentan rasgos estructurales ni de talla que puedan ser considerados específicos de las subpoblaciones estudiadas.
- Por lo tanto no podemos discriminar organismos de una subpoblación con respecto a los de la otra, por lo que habrá de recurrirse a otros rasgos cromosómicos a fin de intentar encontrar marcadores poblacionales que nos permitan discriminar entre una y otra subpoblación.
- El intento con las bandas G no es todo lo bueno que se necesita, por lo que hay que mejorar en la técnica y trabajar en otras como bandas C y la Región del Organizador Nucleolar (NOR), usando para ello cromosomas prometafásicos

BIBLIOGRAFIA

- Allendorf, F.W. y Utter, F.M. 1979. Population Genetics. *In*: W.S. Hoar, D.J. Randall, and J.R. Brett (ed). Fish Physiology, vol. 8, (Academic Press, N. Y.), pp. 417-454.
- Allendorf, F.W., Ryman, N. y Utter, F.M. 1987. Genetics and Fishery Management. *In*: N. Ryman and F. Utter (editors). Population Genetics and Fishery Management p 1-19. Wash. Sea Grant Program. Univ. Wash Press, Seattle.
- Amores, A., Giles, V., Thode, G. y Alvarez, C. 1990. Adaptative character of a Robertsonian fusion in chromosomes of the fish *Gobius paganellus* (Pisces, Perciformes). *Heredity*, 65: 151-155.
- Arenas, P., 1992. Spatial behavior of fish and fishermen; the use of habitat selection and optimal foraging theory in fisheries. NMFS, SWFC. Adm. Rep. L.J. 92-09.
- Bailey, R. S., 1989 . Interactions between fisheries, fish stock and seabird. *Marine Pollution Bulletin* 20, 427- 430.
- Baksi, S.M y Means, J.C., 1988. Preparations of chromosomes from early stages of fish for cytogenetic analysis. *J. Fish. Biol.* 32 321-325.
- Baxter, J.L. 1967. Summary of biological information on the northern anchovy *Engraulis mordax* Girard. *CalCOFI Rept.*, 11: 110-116.
- Baxter, J.L. 1975. Resumen de información biológica sobre la anchoveta norteña *Engraulis mordax mordax* Girard. Proyecto de investigación y Fomento Pesquero México/FAO. Vol 1.
- Berg, W. J. y Gall, G. A. E. 1988. Gene flow and genetic differentiation among California coastal rainbow trout populations. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 45: 122-131.

- Beumer, H. 1974. Nuevos productos alimenticios de anchoveta. Prog. Invest. y Fom. Pesq. Mex./PNUD/FAO. Contribuciones al estudio de las pesquerías de México. CEPM 7: 63-71.
- Bloom, S. E. y Goodpasture, C. 1976. An improved technique for selective silver staining of nucleolar organizer regions in human chromosomes. Hum. Genet. 34: 199-206.
- Bond, C. E. 1979. Biology of Fishes. Saunders College Publishing U. S. A. 514 pp.
- Brewer, G.D. 1978. Reproduction and spawning of the northern anchovy, *Engraulis mordax*. Calif. Fish and Game. 64 (3): 175-184.
- Burton, R. S. 1994. Inferring the genetic structure marine populations: A case study comparing allozyme and DNA sequence data. CalCOFI Rep. 35: 52-60
- Bush, G. L., Case, S. M., Wilson, A. C., y Patton, J. L. 1977. Rapid speciation and chromosomal evolution in mammals. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S. A., 71: 3942 - 3946.
- Caddell, S.M. 1988. Early life descriptions of the deepbody and slough anchovies with comparisons to the northern anchovy (family engraulidae). Bull. of Marine Science. 42(2): 273-291.
- Clarck, B. y Mathis, B., 1982. Karyotypes of the middle Tennessee bullheads: *Ictalurus melas* and *Ictalurus natalis* (Cyprinodontidae: Ictaluridae). Copeia 2: 457-460.
- Clark, N.F. y Phillips, B.J. 1952. The northern anchovy (*Engraulis mordax*) in the California Fishery. Calif. Fish and Game. 38(2): 189-207.

- Cury, P. y Roy, C., 1989. Optimal environmental window and pelagic fish recruitment success in upwelling areas. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 46: 670-680.
- Chávez, H., Silva, S. and Sunada, J.S. 1976. The fishery for northern anchovy, *Engraulis mordax*, off California and Baja California in 1975. CALCOFI., Reports, vol XIX, 147-165.
- Chiappa, C.F.X. 1988. Consideraciones bioecológicas sobre la alimentación, crecimiento, hábitos alimenticios y contenido calórico de la dieta de las poblaciones de anchoveta *Engraulis mordax* Girard, localizadas en las costas occidentales de Baja California. Tesis de Maestría en Ciencias. Unidad Académica de los Ciclos Profesional y Posgrado del Colegio de Ciencias y Humanidades. Universidad Nacional Autónoma de México. 131 pp
- Chourrot, D., 1986. Techniques of chromosome manipulation in rainbow trout: a new evaluation with karyology. *Theor. Appl. Genet.* 72: 627-632.
- Díaz Jaimes, P. 1987. Estudio electroforético de las esterasas en las poblaciones de Tilapia sujetas a explotación en el estado de Morelos. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 53p.
- Díaz Jaimes, P. y Uribe Alcocer, M. 1992. "Utilización de las esterasas como marcadores genéticos en las poblaciones de las tilapias *Oreochromis mossambicus* y *O. urolepis hornorum* cultivadas en el Estado de Morelos, México". *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. México* 19(2): 195-200.
- Díaz Jaimes, P., Uribe-Alcocer, M., Ayala-Duval, E., y Rodríguez, L. 1994. Estudio electroforético de las poblaciones central y sureña de la anchoveta *Engraulis mordax* de baja California. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nat. Auton. México*. Aceptado.

- Escudero, D. M. 1984. Estudio de la pesquería de la anchoveta (*Engraulis mordax*), en aguas mexicanas. Tesis Maestría en Ciencias. Unidad Académica de los Ciclos Profesional y Posgrado del Colegio de Ciencias y Humanidades. Universidad Nacional Autónoma de México.
- FAO/UNEP, 1981. Conservación de los recursos genéticos de los peces. Problemas y recomendaciones. Informe de la consulta a expertos sobre recursos genéticos de los peces. Roma, 8 a 13 de junio de 1980. FAO fish tech. paper 217.
- Ferguson, A ., Taggart, J. B., Prodohl, P. A., McMeel, O., Thompson, C., Stone, C., McGinnity, P., and Hynes, R. A . 1995 The application of molecular markers to the study and conservation of fish populations , with special reference to *Salmo* . Journal of Fish Biology . 47 (Supplement A) . 103-126
- Fevolden, S. E . y Haug, T. 1988. Genetic population structure of Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus*. Can. J. Fish. Aquat. Sci ., 45: 2 - 7.
- Fiedler, P.C., Methot, R.D. and Hewit, P.R. 1986. Effects of California *El Niño* 1982-1984 on the northern anchovy. J. Mar. Research. 44: 317-338.
- Flores, V.M. 1970. Contribución al conocimiento de la biología y pesquería de la anchoveta *Engraulis mordax mordax* Girard 1856. Secretaria de industria y comercio, Subsecretaria de Pesca I.N.P. México.
- Foresti, F., De Almeida Toledo, F., De Almeida Toledo, S. 1984. Chromosomes studies in *Gymnotus carapo* and *Gymnotus* sp. (Pisces, Gymnotidae). Caryologia, 37: 141-146.
- Gall, G.A.E. 1986. Application of electrophoresis to rainbow trout. In: D. Hedgecock (ed.), Workshop on Identifying fish subpopulations, pp. 18-20. Calif. Sea Grant Coll. Program publ. T CSGCP-013

- Gall, G.A.E. 1987. Inbreeding. *In*: N. Ryman and F. Utter (ed). Population Genetics and Fishery Management, p 47-80. Wash. Sea Grant Program. Univ. Wash. Press, Seattle.
- Gallardo, C.M. 1985a. Determinación de la edad de la anchoveta *Engraulis mordax* Girard en aguas de Baja California Norte (Pisces: Engraulidae). An. Inst. Cienc. Mar y Limnol. UNAM 12(1): 221-234.
- Gallardo, C.M. 1985b. Análisis del crecimiento de la anchoveta *Engraulis mordax* Girard en aguas de Baja California Norte (Pisces: Engraulidae) An. Inst. Cienc. Mar y Limnol. UNAM. 12(1): 235-252.
- García-Molina, F. y Uribe Alcocer, M. 1989. Análisis cromosómico del Bagre Marino *Arius felis* (Ariidae: Siluriformes) de la Región de la Laguna de Términos Campeche. An. Inst. Cienc.del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México.16:69-74.
- Gold, J.R., 1981. Cytogenetic studies in North American minnows (Cyprinidae). VII. Karyotypes of 13 species from the Southern United States. Cytologia 46: 105-115.
- Greenwood, P.H., Rosen, D.E., Weitzman, S.H. y Myers, G.S. 1966. Phyletic studies of teleostean fishes, with a provisional classification on living forms. Bull. Am. Mus. Nat. Hist., 131 (4): 341-355.
- Hammann, M.G. y Cisneros-Mata, M.A. 1987. Range extension and commercial capture of the northern anchovy *Engraulis mordax* Girard 1856, in the Gulf of California, Cal. Fish and Game. 1.11.
- Haugen, C. W. , Messersmith J. D. y Wickwire, R.H. 1969. Progress report in anchovy tagging off California and Baja California, March 1966 through May 1969. Calif. Dep. Fish and Game. Bull. 147: 75-89.

- Hedgecock, D. Hutchinson, S., Li, G., Sly, F.L. y Nelson, K., 1989. Genetic and morphometric variation in the pacific sardine, *Sardinops sagax caerulea*: Comparisons and contrasts with historical data and with variability in the northern anchovy, *Engraulis mordax*. Fish. Bull., 87: 653 - 671.
- Hedgecock, D. 1986. Recognizing subpopulations in California's mixed pelagic fish stocks. In: D. Hedgecock (ed). Workshop on Identifying Fish Subpopulations, p 26-32. Calif. Sea Grant Coll. Program publ. T-CSGCP-013.
- Hedgecock, D., 1994. Temporal and spatial genetic structure of marine animal populations in the California current. CalCOFI Rep., 35: 73-82.
- Hedgecock, D., Hutchinson, E.S., Li, G., Sly, F.L. y Nelson, K., 1994. The central stock of northern anchovy (*Engraulis mordax*) is not a randomly mating population. CalCOFI Rep., 35: 121-137.
- Hickey, B. M. 1979. The California Current System hypotheses and facts. Prog. Oceanog., 8: 191-279.
- Hickman, C.P. 1978. Biology of Animals. The C.V. Mosby Co. U.S.A. 640 pp.
- Hochberg, V.B.M. y Erdmann, B. 1988. Cytogenetical and morphological consideration on *Rhambdia quelen* (Pisces: Pimelidae) - the occurrence of B chromosomes and polymorphic NOR regions. Rev. Brazil Genet.11(3): 563-576
- Hubbs, C.L. 1925. Racial and seasonal variation in the Pacific herring, California sardine and California anchovy. Calif Fish Comm. Fish. Bull., 8:1-23.
- Hudson, R.C., 1976. A comparison of karyotypes and erythrocytes DNA quantities of several species of catfish (Siluriformes) with phylogenetic implications. Unpubl. Ph. Dissertation. North Carolina State University.

- Hunter, R.J. y Macewicz, J.B. 1980. Sexual maturity, batch fecundity, spawning frequency, and temporal pattern of spawning for the northern anchovy *Engraulis mordax* during the 1979 spawning season. Cal. Coop. Ocean. Fish Invest., Rept. 21: 139-149.
- Ida, H. , Murofushi, M., Fujiwara, S. y Fujino, K. 1978. Preparation of fish chromosomes by in vitro colchicine treatment. Jap. J. Ichthyol., 24(4): 281-284.
- Instituto Nacional de Pesca. 1982. Análisis de la pesquería de anchoveta y sardina . Reunión Nacional sobre investigación científica en el marco de de la explotación, la regulación y el desarrollo pesquero. Cocoyoc , Mor. , México. 289 pp.
- *Instituto Nacional de Pesca. 1985. Anchoveta Diagnostico y perspectivas . Resumen Informativo . México R I / 21 . pp. 56 .
- *Instituto del Mar de Perú / FAO . 1975 . Investigación de la Anchoveta Modelos y Realidad . IMARPE PERU/PNUD-FAO. 16 PP.
- Jorstad, K.E. y Naevdal, G. 1989. Genetic variation and population structure of cod, *Gadus morhua* L., in some fjords in northern Norway. J. Fish Biol.35: 245-252.
- Knaggs, E.H. 1977. Anchovy Fisheries and population structure. Calif. Dept.Fish. and Game presentation at 1975. CalCOFI conference, la Jolla Ca. 18 pp.
- LeGrande, W.H. y Cavender, T.M., 1980. The chromosome complement of the stonecat madtom, *Noturus flavus* (Siiluriformes: Ictaluridae), with evidence for the existence of a possible chromosomal race. Copeia, 1980(2):341-344.

- LeGrande, W.H., 1981. Chromosomal evolution in North American catfishes (Siluriformes; Ictaluridae) with particular emphasis on the madtons, *Noturus*. *Copeia*, 1981: 33-52.
- Levan, A., Fredga, K. y Sandberg, A.A., 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas* 52 (2): 201-220.
- Maldonado-Monroy, M.C., Uribe-Alcocer, M., Arreguín-espinosa, J. y Castro-Pérez, A. 1985. Karyotypical studies on *Dormitator maculatus* Bloch and *Gobiomorus dormitor* Lacepede (Gobiidae: Perciformes). *Cytologia Tokio*, 50: 5-21.
- Marr, J. C. 1956. The critical period in the early life history of marine fishes. *J. Cons. Int. Explor. Mer* 21: 160-170.
- Mayers, L. J. y Roberts, F.L. 1969. Chromosomal homogeneity of five populations of alewives *Alosa pseudoharengus*. *Copeia*, 1969: 313-317.
- McCall, A. D. 1973. The mortality rate of *Engraulis mordax* in southern California. *Calif. Dept. Fish. and Game. Mar. Res. Tech. Rept. No. 4. 23 pp.*
- McCall, A. D. 1986. Review of the biological rationale for identifying subpopulations in fisheries. *In*. D. Hedgecock (ed). *Workshop on Identifying Fish Subpopulations* p 9-13: Calif. Sea Grant Coll. Prog. Publ. T-CSGCP-013
- McHugh, J.L. 1951. Meristic variations and populations of the northern anchovy (*Engraulis mordax*) *Bull. Scripps Inst Oceanogr.* 6: 123-160.
- Messersmith, J. D. 1967. Tagged anchovies move from southern California to Monterey Bay. *Calif. Fish Game*, 53 (3): 209

- Methot, R.D. 1983. Seasonal variation in survival of larval northern anchovy, *Engraulis mordax*, estimated from the age distribution of juveniles. Fisheries Bull. vol. 81 No.4. 741-750.
- Neigel, J. E., 1994. Analysis of rapidly evolving molecules and DNA sequence variants: alternative approaches for detecting structure in marine populations. CalCOFI Rep. 35:82-90.
- Nielsen, J. L., Gan, C., Wright, J.M., Thomas, W. K., 1994. Phylogeographic patterns in California steelhead as determined by mtDNA and microsatellite analyses. CalCOFI Rep. 35: 90-92.
- Nygren, A., Bergkvist, G., Windahl, T. y Jahnke, G. 1974. Cytological studies in Gadidae (Pisces). Hereditas, 76: 173-178.
- Ohno, S. 1970. The enormous diversity in genome sizes of fish as a reflection of nature's extensive experiments with gene duplication. Trans. Am. Fish Soc. 99(1): 120-130.
- Ohno, S., Wolf, U. y Atkin, B.N. 1968. Evolution from fish to mammals by gene duplication. Hereditas 59: 169-187.
- Parr, A.E. 1956. On the original variates of taxonomy and their regressions upon size in fishes. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. 110(5): 372-297.
- Parrish, H.R., Mallicoate, L.D. y Klingheid, A.R., 1986. Age dependent fecundity, number of spawnings per year and maturation stages in northern anchovy *Engraulis mordax* Fish. Bull. 84(3): 503-517.
- Parrish, R.H., Mallicoate, D.L. y Mais, K.f. 1985. Regional variations in the growth and age composition of northern anchovy, *Engraulis mordax*. Fish. Bull., 83(4); 483-496.

- Pauls, E. y Bertollo, L.A.C. 1983. Evidence for a system of supernumerary chromosomes in *Prochilodus scrofa* Steindachner, 1881 (Pisces, Prochilodontidae). *Caryologia*, 36: 307-314.
- Pedrín, O. y Chávez, H. R. 1974. Consideraciones sobre la anchoveta de Baja California y las posibilidades de incrementar su captura. *Prog. Invest. y Form. Pesq. México. / PNUD /FAO. Contribuciones al estudio de las pesquerías de México. CEPM 7: 3 - 10.*
- Pella, J.J. y Milner, B.G. 1987. Use of genetic marks in stock composition analysis. *In: N. Ryman and F. Utter (editors). Population Genetics and Fishery management. p247-275. Wash. Sea Grant Program. Univ. Wash Press.*
- Pesquera Zapata, 1977. Desarrollo de la Explotación Pesquera de Anchoveta para Reducción de Harina de Pescado en las Costas de Baja California. Ed. Pesquera Zapata . Mex. pp. 14.
- Pitcher, T. J. and Hart, P. J. B. 1982. *Fisheries Ecology* . Ed. The Avi Publishing Company, Inc. Westport Connecticut. U.S.A. pp – 414.
- Phillips, R.B., Pleyte, K.A. y Hartley, S.E., 1988. Stock specific differences in the number and chromosome positions of the nucleolar organizer regions in the Artic char (*Salvelinus alpinus*). *Cytogenet. Cell Genet.* 48: 9-12.
- Phillips. R.B., Zanicke, K.C. e Ihssen, P.E., 1989. Population differences in chromosome banding polymorphisms in lake trout. *Trans. Amer. Fish Soc.* 118: 64-73.
- Polanco, J.E. 1987. Esquema de regulación propuesto para la administración de la pesquería de la anchoveta del noroeste. *In: Pesquerías Mexicanas: Estrategias para su administración. Secretaría de Pesca. México. pp: 309-375.*

- Portela, A.L.B.S., Galetti, P.M. y Bertollo, L.A.C., 1988. Considerations on the chromosome evolution of Tetragonopterinae (Pisces: Characidae). *Rev. Brazil. Genet.* 11(2): 307-316.
- Ramirez Escamilla, A. y Uribe Alcocer, M. 1989. Comparación citogenética entre las especies del Género *Dormitator* (Pisces: Gobiidae). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México.* 16: 75-80.
- Ratty, F.J., Song, Y.C., y Laurs, R.M. 1986. Chromosomal analysis of albacore, *Thunnus alalunga*, yellowfin, *Thunnus alabacares*, and skipjack, *Katsuwonus pelamis*, tuna. *Fish. Bull.*, 84: 469-476.
- Reddy, P.V.G.K. y John, G., 1986. A method to increase mitotic metaphase spreads and permanent chromosome preparation for karyotype studies in fishes. *Aquacult. Hung.* 5: 31-36.
- Roberts, F.L. 1964. A chromosome study of twenty species of Centrarchidae. *J. Morphol.*, 115: 401-418.
- Roberts, F.L. 1966. Cell culture of fibroblast from *Clupea harengus* gonads. *Nature*, 212: 1592-1593.
- Robinson, C. J., Arenas, F. V. y Gomez, G. J. 1995. Diel vertical and offshore-inshore movements of anchovies off the central Baja California coast. *Journal of Fish Biology* . 47, 877 – 892.
- Rounsefell, G.A. 1975. Ecology, Utilization, and Management of Marine Fisheries. The C.V. Mosby Co. U.S.A. 516 pp.
- Seeb, W. L. y Gunderson, R. D. 1988. Genetic variation and population structure of pasific ocean perch (*Sebastes aulutus*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 45: 78-88.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

- Sec.Ind.Com. 1959 – 1965 .Anuarios Estadísticos de Pesca. Ed. SubSec. Pesca. Dirección General de Estadística. México.
- Sec.Ind.Com. 1964 – 1966. Anuarios Estadísticos de Pesca. Ed. Subsec. Pesca. Dirección General de Estadística. México.
- Sec.Ind.Com. 1970 – 1975. Anuarios Estadísticos de Pesca. Ed. Subsec. Pesca. Dirección General de Estadística, México.
- SePesca . 1982 . Monografía de la anchoveta . Dirección General de Promoción Pesquera. Subdirección de Promoción Industrial. México. 24 pp .
- SePesca. 1972 a 1994. Anuarios Estadísticos de Pesca. Ed. Secretaria de Pesca. Dirección General de Estadística. México.
- SEMARNAP 1997 Y 1998. Anuarios de pesca. Ed. Secretaria del Medio Ambiente. Dirección General de Estadística, México.
- Siegel, S. y Castelan, N. J. Jr. 1988 . Non Parametric Statistic for the Behavioral Sciences. 2a. De International Edition. McGraw-Hill Book Co. Singapore. pp. 128-137.
- Sindermann , C . J . , 1962 . Serology of Atlantic Clupeoid fishes. Amer . Nat . 96 (889) : 225-231.
- Smith, P.J., Birley, A.J. and Jamieson, A. 1989. Electrophoretic studies and the stock concept in marine fishes J. Fish. Biol. 35(suppl. A): 345-346.
- Song Yunchum 1987. Studies on Karyotypes and C-banding patterns of three fish species in Scombridae. Oceanol.Limnol. Sin., 18(4): 352-356.

- Sprague, L. M. Halloway, J. R. Nakashina, L. J., 1972. Studies of erythrocyte antigens of albacore, big-eye, skipjack, yellow fin tunas and their use in subpopulation identification. World Sci. Meeting Biol. Tunas and Related Species. United Nations. Sect. 2 Exper. paper. Rome.
- Stepanenko, M. A. 1978. The Patterns of forming the abundance of the Californian anchovy and Pacific hake and estimation of their biomass for 1976--1977. Pacific Research Institute of Fisheries and Oceanography (TINRO) 690600 Vladivostok, U.R.S.S.
- Tapia, V.O., Cotero, A.E. y García, C. 1988. Determinación de madurez gonadal y fecundidad en la anchoveta (*Engraulis mordax*) de la subpoblación central. Ciencia pesquera 6: 69-101.
- Tornes, E. 1974. Procesamiento de harina de pescado, especialmente de anchoveta. Prog. Invest. Fom. Pesq. México/PNDU/FAO. Contribuciones al estudio de las pesquerías de México. CEPM 7: 12 - 25.
- Turner, B.J., Grudzien, T.A., Adkinsson, K.P. y Worrel, R.A., 1985. Extensive chromosomal divergence within a single river basin in the goodeid fish *Ilyodon furcidens*. Evolution 39(1): 122-134.
- Ueno, K. y Ojima, Y., 1984. A chromosome study of nine species of Korean cyprinid fishes. Jpn. J. Ichthyol. 31(3): 338-344.
- Uribe-Alcocer, M. y Arreguín-Espinosa, J., 1989. "Los cromosomas de los peces *Oreochromis urolepis hornorum* y *Oreochromis mossambicus* (Pisces: Cichlidae). An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. México. 16: 199-206.
- Uribe-Alcocer, M., Arreguín-Espinosa, J. y Rojas-Romero, S., 1988. The karyotype of a Gobiid, *Gobiomorus maculatus*, from Mexico. Jap. J. Ichthyol. 34 (4): 509-511

- Uribe-Alcocer, M., Nader-García, B.L. y Valdes-Morales, N. 1992. The Chromosomes of two cichlids from Mexico *Cichlasoma ellioti* and *C. trimaculatum*. *Jap. J. Ichthyol.* 39(2): 174-177.
- Uribe-Alcocer, M., Arreguín-Espinosa, J., Torres-Padilla, A. y Castro-Pérez, A. 1983. Los cromosomas de *Dormitator latifrons* (Pisces: Gobiidae). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nat. Auton. México*, 10(1): 23-30.
- Uribe-Alcocer, M. 1988. The karyotype of three ariid catfishes from México. *Genome* 30: (suppl 1) 256.
- Uribe-Alcocer, M. y Díaz-Jaimes, P., 1996. "Chromosome complements of *Gobionellus microdon* (Gilbert, 1891) and *Eleotris picta* Kner and Steindachner (Gobioidea, Perciformes) collected in Mexico". *J. Fish Biol.* 48: 796-798
- Uribe-Alcocer, M., Montes-Perez y Díaz-Jaimes, P. 1994. "The chromosome complement of *Eleotris pisonis* (Gobiidae; Perciformes) from Mexico. A new case of heteromorphic sex chromosomes in fishes". *Cytobios* 77: 183-187.
- Uribe-Alcocer, M., Tellez-Vargas, C. and Díaz-Jaimes, P. 1999. "Chromosomes of *Cichlasoma istlanum* (Perciformes: Cichidae) and karyotype comparison of two presumed subspecies." *Rev. Biol. Trop.* 47 (4). En prensa.
- Utter, F.M. 1986. Validity of electrophoresis in identifying fish populations structures. *In:* D. Hedgecock (editor) *Workshop on Identifying Fish Subpopulations*. p 14-19. Calif. Sea Grant Coll. Program Publ. T-CSGCD-013.
- Utter, F.M., Hodgins, O.H. and Allendorf, W.F. 1974. Biochemical genetic studies of fishes: Potentialities and limitations. *In:* D.C. Malins and J.R. Sargent (ed) *Biochemical and Biophysical Perspectives in Marine Biology*. p213-231, vol. 1. Academic Press, New York.

- Uwa, H. y Parenti, L.R., 1988. Morphometric and meristic variation in rice fishes, genus *Oryzias*: a comparison with cytogenetic data. *Jpn J. Ichtyol.* 34(4): 159-166.
- Vitturi, R. y Catalano, E. 1989. Multiple chromosome polymorphism in the gobiid fish *Gobius niger* Jozo L. 1758 (Pisces, Gobiidae). *Cytologia*, 2: 231-235.
- Vrooman, A. and Smith, P. 1971. Biomass of the subpopulation of northern anchovy, *Engraulis mordax* Girard. *Cal. Coop Ocean. Fish. Invest. Rept.* 15: 49-51.
- Vrooman, A.M., Paloma, A.P. and Zweifel, R.J. 1981. Electrophoretic, morphometric and meristic studies of subpopulations of northern anchovy, *Engraulis mordax*. *Calif. Fish and Game.* 67(1): 39-51.
- Wadsworth, P.T. 1974a. Anchoveta para consumo humano. *Prog. Invest. y Fom. Pesq. Mex./PNUD/FAO. Contribuciones al estudio de las pesquerías de México.* CEPM 7: 71-75.
- Wadsworth, P.T. 1974.b Desarrollo de la pesquería de la anchoveta: potencial y estrategia. *Prog. Invest. y Fom. Pesq. Mex./PNUD/FAO. Contribuciones al estudio de las pesquerías de México.* CEPM 7: 27-63.
- Wood, R. y Collins, R. A. 1969. First report of anchovy tagging in California. *Calif. Fish and Game* , 55 (2) : 141- 148.