

Reproducción de *Anchovia clupeioides* y *Anchoa parva* (Pisces: Engraulidae) en dos ciénagas del Caribe colombiano

Aracelly Caselles Osorio¹ y Arturo Acero P.²

¹ Apartado 1016 INVEMAR, Santa Marta, Colombia.

² Universidad Nacional de Colombia (Instituto de Ciencias Naturales), Apartado 1016 (INVEMAR), Santa Marta, Colombia.

(Rec. 31-X-1994. Acep. -13-IX-1995)

Abstract: From February 1992 to March 1993 some reproductive aspects of the fishes *A. clupeioides* and *A. parva* were studied at the Ciénaga Grande de Santa Marta and Ciénaga de Pajalar, Colombian Caribbean. The frequent presence of juveniles and mature adults through the year indicate a permanent spawning. The reproductive seasons, determined by the Gonadosomatic Index (GSI), vary according to the monthly behavior of the dominant environmental conditions. The estimation of a Relative Gonadosomatic Index (RGI) may be an alternative in order to eliminate the bias shown by the traditional IGS. The condition factors of these species were relatively constant during the year. The average sizes of maturity of *A. clupeioides* and *A. parva* were 15.1 - 16.2 and 4.5 - 4.8 cm, respectively. Females of *A. clupeioides* were always more abundant than males, and *A. parva* show values not very much different from equilibrium. Fecundities of these species are relatively high and their eggs are elliptical.

Key words: Spawning, maturity, fecundity, species, Colombia.

La ecología de los engraulidos es aún poco conocida en Colombia, debido a que no representan actualmente un grupo de interés para el consumo y la comercialización. En el Caribe colombiano las pocas investigaciones sobre la biología y ecología de la familia Engraulidae se han efectuado en la zona costera y en la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM). Gallo (1986) analizó los hábitos alimentarios de los juveniles de cuatro especies del género *Anchoa* en la CGSM y su área de influencia, encontrando que son filtradoras y detritívoras en estados de postlarva y planctófagas en estados juveniles. Castaño (1989) estudió algunos aspectos tróficos de tres engraulidos en la misma región. Al evaluar las características del ictio-plancton en la CGSM (López 1988) y Ciénaga de Pajalar (CP) (Castaño 1990), se encontró que las larvas y huevos de la familia Engraulidae constituían un alto porcentaje de las muestras analizadas a través de todo el período de estudio. Gallo (1993) estudió los aspectos reproductivos de *Cetengraulis edentulus* (Cuvier

1829) destacando dos picos de desove, uno a comienzos y otro a finales del año. Esta familia es una de las más abundantes en la región costera de Santa Marta y con mayor capacidad para utilizar eficazmente la oferta ambiental de los recursos tróficos disponibles (González 1981). En general las especies se caracterizan por presentar tasas de crecimiento y fecundidades altas, ciclos de vida cortos (dos a tres años) y los huevos son típicamente elipsoides en la mayoría de las especies (Cervigón 1980).

Anchovia clupeioides (Swainson 1839) habita zonas costeras o estuarinas y es muy frecuente en manglares, o en áreas cercanas a lagunas hipersalinas e incluso en aguas dulces (Cervigón 1991). *Anchoa parva* (Meek y Hildebrand 1923) es una especie de pequeña talla, abundante en playas protegidas, en lagunas salinas y probablemente en agua dulce. Dentro de la literatura disponible para realizar este estudio, no se encontró ninguna referencia específica sobre la biología de estas dos especies. *Anchovia clupeioides* y *A. parva* se distribuyen

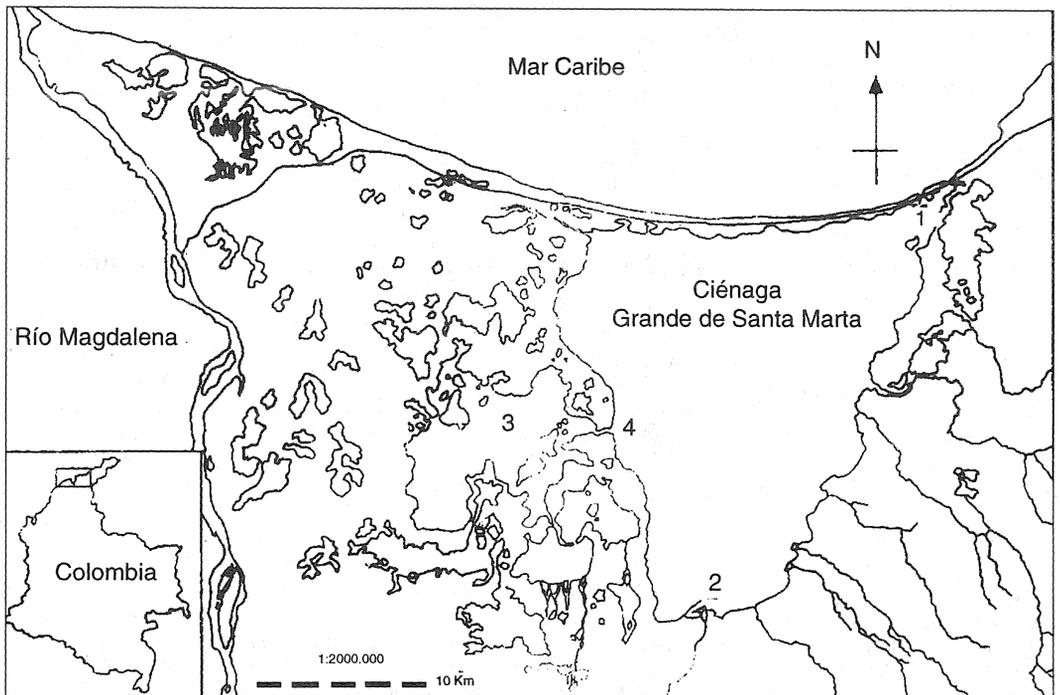


Fig. 1. Localización del área de estudio y las estaciones de muestreo. 1. Boca de la Barra, 2. Desembocadura Río Fundación, 3. Ciénaga de Pajaral, 4. Caño Grande.

ampliamente en el complejo deltaico y han sido registradas en amplios rangos de salinidad (Botero *et al.* 1993). Por su frecuencia y abundancia en la CGSM, son considerados residentes permanentes (Santos-Martínez y Acero 1991). En este trabajo se presentan los resultados de fecundidad, tallas de madurez, proporción de sexos y épocas de desove de estas dos especies de engraulidos en el sistema CGSM.

MATERIAL Y METODOS

Área de estudio: La CGSM hace parte de un complejo de ciénagas del Delta Exterior del Río Magdalena. Debido a su extensión (450 km²), su gran potencial pesquero y su ubicación cerca a importantes centros de comercialización y consumo de productos pesqueros, este sistema constituye la mayor y más importante laguna costera del Caribe colombiano (González y Hernández 1992). Está localizada al noroccidente del departamento del Magdalena entre los 10° 44' y 11° 00' N y los 74° 19' y 74°

31' W (Fig. 1). La profundidad de la CGSM es en promedio 1.5 m, con excepción del Caño Grande y la Boca de la Barra, donde se encuentran profundidades mayores de 8 m (Santos-Martínez y Acero 1991). Entre el sector occidental de la Ciénaga y el Río Magdalena se encuentra una extensa zona de bosques pantanosos, aluviones con numerosos charcos, laguitos, ciénagas y caños. El complejo de ciénagas menores de Pajaral y la Aguja, que se comunican con la Ciénaga a través de los caños Grande y Ciego/Caño Palenque, son los más importantes (Cosel 1986).

La Isla de Salamanca, una franja estrecha de tierra, separa casi totalmente el complejo lagunar del mar abierto, excepto en una apertura de 150 m de longitud aproximadamente, conocida como la Boca de la Barra. Este sitio es el único canal de comunicación e intercambio de aguas entre la Ciénaga y el mar Caribe (González y Hernández 1992). Al sur y al oriente la Ciénaga recibe el aporte de las corrientes de agua dulce provenientes de la vertiente occidental de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), formada

principalmente por los ríos Fundación, Aracataca, Sevilla y Frío. El clima del plano deltaico es de tipo semiárido de estepa muy caliente. La temperatura ambiente anual es en promedio superior a los 28 °C, la humedad relativa media anual es 75% y el potencial anual de evapotranspiración asciende a 1707 mm (González y Hernández 1992). En la zona se diferencian claramente dos períodos climáticos: una época seca (diciembre-abril), que coincide con la presencia de los vientos alisios y la entrada de agua al sistema a través de la Boca de la Barra, y un período de lluvias (septiembre-noviembre), con el predominio de vientos del sur y del suroeste, que favorecen el transporte de agua de la Ciénaga al mar. Existe adicionalmente, la influencia de un período menor de lluvias entre mayo y junio y un período intermedio de sequía entre julio y agosto, conocido como veranillo de San Juan (González y Hernández 1992).

Las formaciones de manglar en el complejo lagunar están constituidas por *Rhizophora mangle*, *Avicenia germinans* y *Laguncularia racemosa*. Hasta hace pocos años el bosque de manglar cubría una gran extensión en las regiones norte y occidental de la Ciénaga. Sin embargo, la hipersalinización de los suelos (Cardona 1991), como resultado de la alteración de los regímenes hidrológicos, ha generado actualmente la desaparición de más de 1000 Ha de bosque (González 1988).

Metodología: Se realizaron muestreos en cuatro sitios localizados en la Boca de la Barra, en la Boca del Río Fundación, en Caño Grande y en la Ciénaga de Pajalal (CP). Los parámetros fisicoquímicos incluidos durante el estudio fueron la salinidad, medida en el laboratorio con un salinómetro electrónico, y la temperatura medida *in situ* con un termómetro de escala 1 a 50 °C. Los resultados de salinidad se sustentaron en las categorías establecidas de acuerdo al Sistema de Venecia (modificado de Esteves 1988) para aguas estuarinas, según los niveles de salinidad. Para la captura de las especies se utilizaron una atarraya pequeña de 1.5 cm de ojo de malla, una red agallera (trasmallo) de 1 cm de ojo de malla y una red de arrastre manual de 1.6 mm de ojo de malla. En el laboratorio los peces fueron identificados y la longitud total (L) se determinó por medio de un ictiómetro graduado en mm. Los pesos total (P) y

gonadal (W), se estimaron con balanza analítica de 0.0001 g de precisión y balanza eléctrica de plato de 0.1 g de precisión. El factor de condición (K) se calculó como:

$$K = P * 100/L^3.$$

La talla promedio de madurez se calculó con el método gráfico (Maldonado y Remolina 1979). Se utilizó la escala de madurez de Holden y Raith (1975) modificada para cinco estados.

La época de desove se determinó mediante el Índice Gonadosomático (IGS) tradicional, calculado como $IGS = W * 100/P$. De Vlaming *et al.* (1982) afirman que el IGS tradicional supone una relación lineal funcional entre el peso de la gónada (W) y el peso del cuerpo y que el intercepto de la curva de regresión es siempre cero. Debido a que estos supuestos no se cumplieron en su totalidad, se aplicó el modelo propuesto por Erickson *et al.* (1985), el Índice Gonadosomático Relativo (IGR) según la expresión: $IGR_i = a_i * W/S^{b_i}$, donde S es el peso del cuerpo menos el peso de la gónada y a, b son parámetros por estimar para cada estado de desarrollo gonadal i. Este nuevo índice requiere que las pendientes de la línea de regresión sean homogéneas, para lo cual se realizó un análisis de covarianza. La fecundidad parcial se determinó mediante el método volumétrico. Los ovarios de las hembras maduras fueron preservados en líquido Gilson (100 ml de alcohol 60%, 880 ml de agua, 15 ml de ácido nítrico al 80%, 18 ml de ácido acético glacial y 20 g de cloruro mercúrico) y bajo el estereoscopio se hicieron los conteos.

RESULTADOS

Parámetros fisicoquímicos: En las Figs 2 y 3 se ilustran el comportamiento de la salinidad y la temperatura superficial en las cuatro estaciones de muestreo. En abril y mayo y de diciembre a febrero los niveles de salinidad en la Boca de la Barra fueron superiores a 30 o/oo (condiciones euhalinas). Únicamente en octubre y noviembre/92 la salinidad fue inferior a 20 o/oo, con un nivel mínimo de 17 o/oo en noviembre (condiciones mesohalinas). En la Boca del Río Fundación se presentaron condiciones euhalinas (salinidades superiores a 30 o/oo)

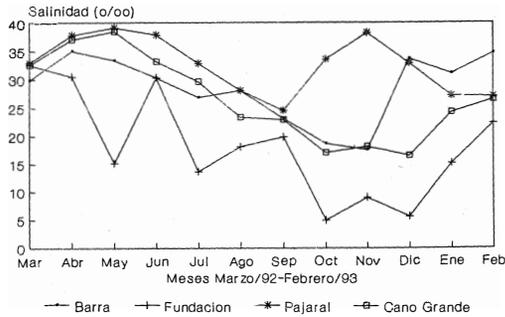


Fig. 2. Promedio mensual de salinidad superficial en los cuatro sitios de muestreo.

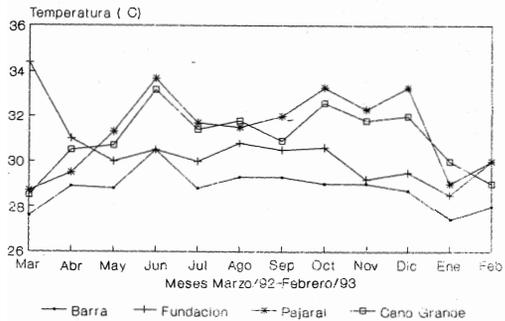


Fig. 3. Promedio mensual de temperatura superficial en los cuatro sitios de muestreo.

únicamente en marzo y abril, mientras que durante el período de julio a enero se encontró una condición mesohalina (5-20 o/oo); sólo en febrero y en junio las condiciones fueron polihalinas (20-30 o/oo). En esta estación se encontró una gran variación temporal de la salinidad, con valores extremos de 4.9 o/oo en octubre y 32.5 o/oo en marzo. En la mayoría de los muestreos de la CP se presentaron salinidades entre 32 y 39 o/oo (condiciones euhalinas) y sólo en cuatro meses la salinidad fluctuó entre 24 y 29 o/oo. De esta forma, se infiere que en la CP hay un claro predominio de condiciones poli-euhalinas. En Caño Grande la salinidad presentó valores superiores a 30 o/oo entre abril y junio. A partir de julio y hasta diciembre se observó una tendencia decreciente en la salinidad. En enero y febrero la condición predominante fue la polihalina.

En la Boca de la Barra la temperatura del agua fluctuó entre 27.3 y 31.5°C. Los máximos valores se registraron en junio y los mínimos en marzo. Este hecho significa una variación anual inferior a 5°C. y refleja una gran

estabilidad temporal de la temperatura en esta estación. En la desembocadura del Río Fundación la temperatura permaneció relativamente constante a lo largo del año, con valores extremos de 28.5°C. en enero/93 y un único valor alto en marzo/92 de 34.1°C. En general, se considera que esta variable se comportó en forma estable con una menor variación que la Boca de la Barra. En la CP se registraron valores altos de temperatura en casi todo el período, a diferencia de las demás estaciones de muestreo. En junio se observaron las más altas temperaturas y las mínimas en marzo. El agua de la CP se caracterizó por las más altas temperaturas y salinidades en el sistema. En Caño Grande la máxima temperatura se registró en junio (33.2°C.) y la mínima en marzo (27.8°C.). Lo anterior significa una diferencia estacional de la temperatura de 5.4 °C. De acuerdo a los resultados obtenidos durante el estudio se puede afirmar que la temperatura permanece relativamente estable y alta a través del año y no existen diferencias espaciales notables.

Abundancia: *Anchovia clupeioides* fue la especie más abundante y se recolectó permanentemente en la CGSM y en la CP, principalmente en Caño Grande. El mayor número de individuos de *A. parva* se capturó en el Caño Grande y el menor se registró en la desembocadura del río Fundación.

Factor de condición: En las Figs. 4 y 5 se muestra el comportamiento del factor de condición para las hembras y los machos de *A. clupeioides* y *A. parva* a través del año. En general, los valores estuvieron entre 0.6 y 0.7 para *A. clupeioides*. Esta baja variabilidad indica claramente que esta especie no presentó cambios significativos en la condición física a través del año. El factor de condición de *A. parva* fluctuó entre 0.57 en abril y 0.79 en septiembre para las hembras y, en menor escala, entre 0.65 en noviembre y 0.79 en abril para los machos. Durante el período mayo a septiembre el factor de condición mostró una tendencia creciente para las hembras con descensos leves de octubre a enero; para los machos se presentaron tendencias decrecientes en mayo-junio y octubre-noviembre.

Índice Gonadosomático y época de desove: Tanto en *A. clupeioides* como en *A. parva*, a

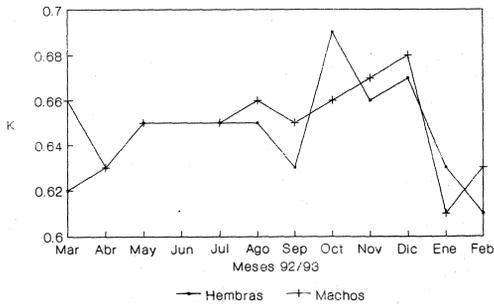


Fig. 4. Promedio mensual del factor de condición (K) en hembras y machos de *A. clupeioides*.

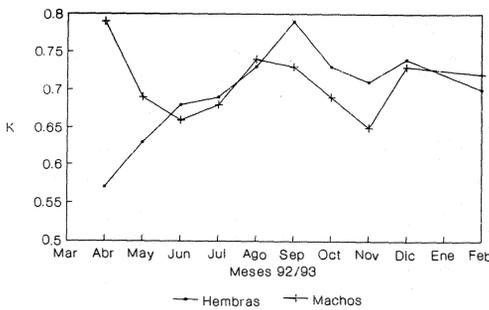


Fig. 5. Promedio mensual del factor de condición (K) en hembras y machos de *A. parva*.

través de todo el año de muestreo, se encontraron estados gonadales inmaduros, madurando, maduros y desovados. Sin embargo, no se encontró un número representativo de ejemplares en todos los estados de desarrollo gonadal en cada una de las especies. Por lo tanto, se tomaron en cuenta principalmente aquellos estados donde el número de ejemplares fue mayor. En el Cuadro 1 se sintetizan los resultados de los análisis de regresión para el peso del cuerpo y el peso de las gónadas. En *A. clupeioides* se observa claramente una correlación significativa entre los pesos del ovario y del cuerpo en los estados gonadales I, III y IV. En el estado II no existe una correlación significativa y para el estado V es débil. De acuerdo con la prueba de hipótesis (prueba t), los interceptos de la curva de regresión difieren significativamente de 0 en los estados I, III y IV.

El análisis de regresión para peso del ovario-peso del cuerpo en *A. parva* mostró una correlación alta en los estados III y IV, pero en los estados II y V el coeficiente de correlación fue bajo. Sólomente en el estado gonadal IV el intercepto difiere significativamente de 0. El

CUADRO 1

Relación entre el peso del ovario (W) y el peso del cuerpo sin gónadas (S) en dos especies de *Engraulididae*; $n = N^\circ$ de individuos en cada estado de desarrollo gonadal,
 $W = a + b*(S)$

Especie	Estado gonadal	b	Error estándar	a	r
<i>Anchovia clupeioides</i> (n=38)	I	0.02	0.003	-0.11	0.72
	II	0.001	0.004	0.23	0.06
	III	0.04	0.004	-0.2	0.85
	IV	0.06	0.008	-0.5	0.77
	V	0.022	0.006	0.05	0.49
<i>Anchoa parva</i> (n=29)	II	0.004	0.002	0.11	0.32
	III	0.03	0.009	0.002	0.54
	IV	0.05	0.011	-0.005	0.69
	V	0.008	0.011	0.02	0.13

estado de desarrollo gonadal I no se tuvo en cuenta por el bajo número de ejemplares. A pesar de las observaciones anteriores, se calculó el IGS tradicional para hembras y machos de las especies en estudio (Fig. 6 A, B). *Anchovia clupeioides* presentó valores altos del IGS en marzo, mayo, agosto y diciembre, tanto en hembras como en machos. En *A. parva* el IGS es más alto, tanto en hembras como en machos. Los valores más bajos, están comprendidos entre 2.6 y 2.8 y los más altos entre 3.2 y 8.4. En mayo, agosto y septiembre se presentan los valores más altos para las hembras y en septiembre y noviembre para los machos. Los resultados de la regresión logarítmica se resumen en el Cuadro 2. En las dos especies, los interceptos

CUADRO 2

Relación potencial entre el peso del ovario (W) y el del cuerpo sin gónadas (S) en cada una de las especies de *Engraulididae*

$$L_n W = L_n a + b * L_n S$$

Especie	Estado gonadal	b	Error estándar	a	r
<i>Anchovia clupeioides</i>	I	1.28	0.21	-5.7	0.71
	II	0.61	0.42	-3.4	0.23
	III	1.46	0.21	-4.9	0.75
	IV	1.4	0.24	-4.4	0.69
	V	0.96	0.24	-3.71	0.55
<i>Anchoa parva</i>	II	0.68	0.2	-4.0	0.53
	III	1.08	0.19	-3.0	0.65
	IV	0.89	0.19	-3.0	0.65
	V	0.33	0.41	-3.6	0.14

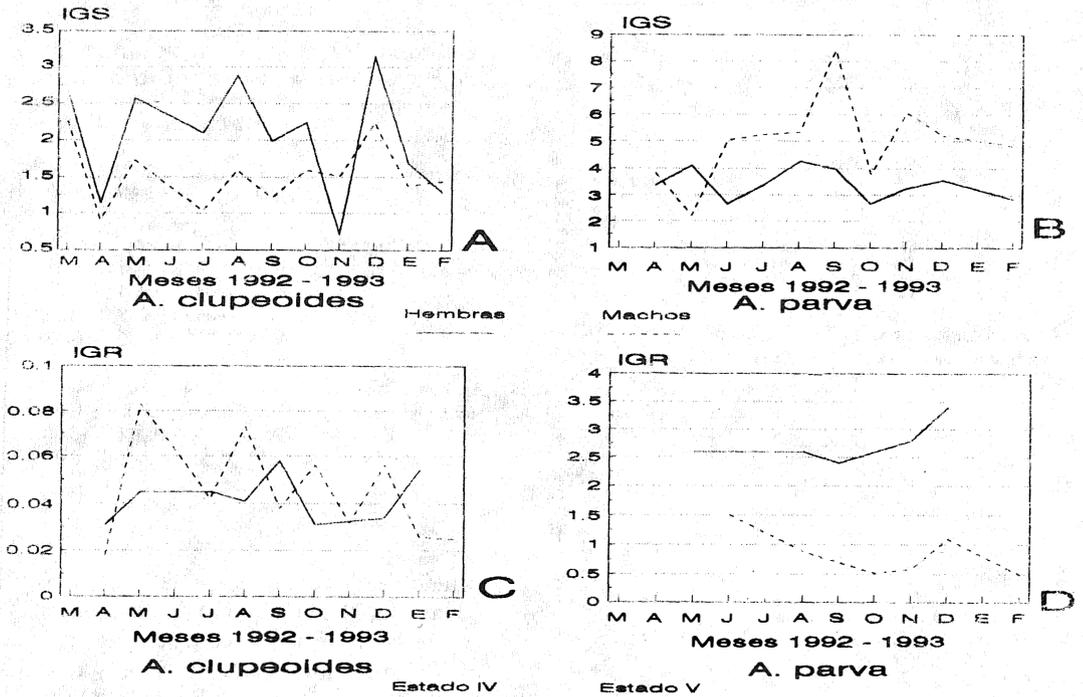


Fig. 6. Índice Gonadosomático (IGS) en hembras y machos (A y B) e Índice Gonadosomático relativo (IGR) para los estados gonadales IV y V (C y D) en *A. clupeioides* y *A. parva*.

de las curvas no difieren considerablemente de 0 en los distintos estados gonadales, exceptuando los estados I, III y IV en *A. clupeioides* y IV en *A. parva*.

Las transformaciones log-peso cuerpo y log-peso gónada en *A. clupeioides* mostraron una correlación significativa en los estados I, II y IV, ninguna en el estado III y una débil correlación en el estado V. En *A. parva*, como en el caso de los datos no transformados, se obtuvo una correlación significativa en los estados III y IV. En forma general, puede afirmarse que el procedimiento de transformación logarítmica de los pesos del cuerpo y del ovario no modifica significativamente los niveles de correlación de estas dos variables obtenidas con los datos no transformados. Los resultados del análisis de covarianza demostraron que para *A. clupeioides* y *A. parva* las pendientes son homogéneas a través de todos los estados de desarrollo gonadal (Cuadro 3).

Con base en lo anterior, se calculó una pendiente común para la totalidad de los estados de desarrollo gonadal y se determinó el IGR en los

estados gonadales IV y V (maduro y desovado) identificados a lo largo del año de estudio (Fig. 6 C, D). En *A. clupeioides* los valores del IGR para el estado IV fluctuaron entre 0.031 en abril y 0.058 en septiembre. Para el estado V los valores se movieron entre 0.018 en abril y 0.083 en mayo. En *A. parva* los valores del IGR fueron mayores para el estado IV y variaron entre 2.4 en septiembre y 3.4 en diciembre. En el estado V los valores fluctuaron entre 0.49 en febrero y 1.5 en junio.

Estadios de maduración gonadal: El número de ejemplares de hembras y machos en cada estado de desarrollo gonadal de *A. clupeioides* se ilustran en la Fig. 7. Para las hembras se encontraron especímenes en estado I y II durante casi todo el período de estudio, con un mayor número en abril y febrero para el estado II y en julio y febrero para el I. El estado III se presentó en mayo, julio, agosto y febrero, principalmente. Hembras en estado IV fueron recolectadas en abril, mayo, julio, agosto, octubre y diciembre, siendo julio y agosto los meses de mayor representatividad. Las hembras en

CUADRO 3

Resultados del análisis de covarianza en las especies estudiadas

Especie	Fuente de Variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr > F
<i>Anchovia clupeioides</i>	Estado gonadal	4	2.59	0.64	1.56	0.187
	Peso cuerpo		27.09	27.09	65.22	0.001
	Peso cuerpo*Est. gon		1.83	0.45	1.10	0.357
<i>Anchoa parva</i>	Estado gonadal	3	0.50	0.16	1.43	0.237
	Peso cuerpo		4.65	4.65	39.71	0.001
	Peso cuerpo*Est. gon		1.03	0.34	2.93	0.036

estado V fueron frecuentes en abril, agosto, octubre, enero y febrero, principalmente.

En los machos, al igual que en las hembras, se capturaron ejemplares en estados gonadales I y II a través de todo el año. En abril se encontró un elevado número de machos en estado II; el estado III fue, en general, poco frecuente. La mayor cantidad de machos en los estados IV y V se cuantificó en abril, mayo y octubre. En enero sólo se recolectaron nueve machos con representantes de todos los estados de desarrollo.

Las hembras de *A. parva* en estados gonadales I, II y III se encontraron durante casi todo el año (Fig. 8). En agosto se observó el mayor número de ejemplares en estado III. Hembras maduras (IV) se capturaron en mayo, agosto y noviembre principalmente. Los especímenes desovados (V) se recolectaron en agosto y especialmente fueron abundantes en noviembre y en febrero. A pesar de que el número de machos fue menor que el de hembras, todos los estados de desarrollo gonadal estuvieron representados en los muestreos. Los machos en estado I se encontraron principalmente en mayo y octubre. Ejemplares en estados II, III, IV se observaron casi todo el año; los estados III y IV fueron principalmente abundantes en julio, agosto, noviembre y febrero. En junio y octubre todos los estados de desarrollo gonadal estuvieron presentes. Los machos en estado maduro (IV) fueron más abundantes en agosto y noviembre.

Talla de madurez

De acuerdo con la Fig. 9, la talla promedio de madurez de *A. clupeioides* fue 16.2 cm para las hembras y 15.1 cm para los machos. En *A. parva* la talla promedio de madurez fue 4.8 cm para las hembras y 4.5 cm en los machos (Fig. 10).

Proporción de sexos

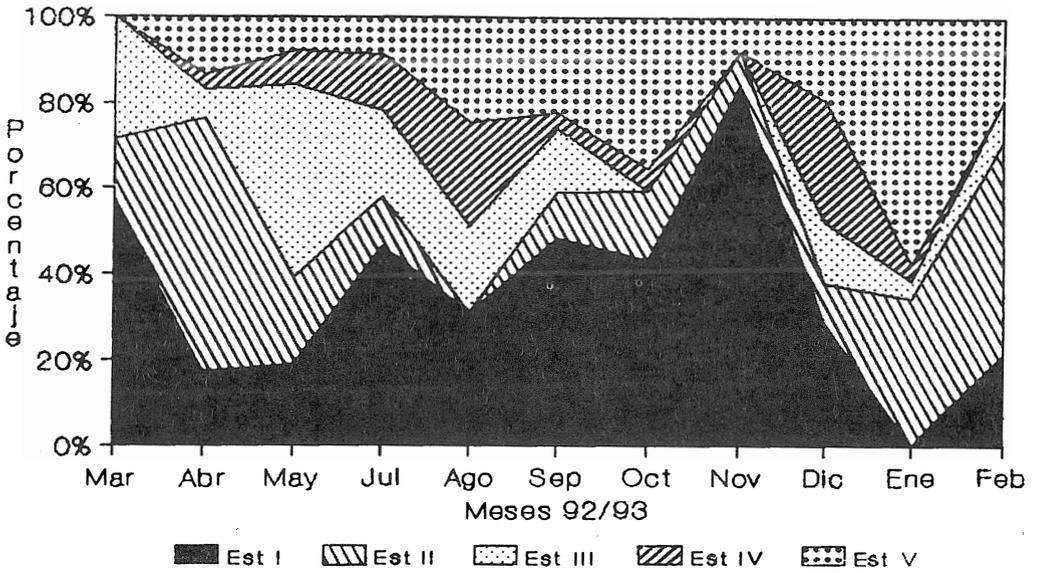
En *A. clupeioides*, de 1180 individuos recolectados el 41.7 % fueron hembras, el 29.0 % machos y el 29.3% indiferenciados (Fig. 11). La proporción de sexos fue de 1.4:1.0 (hembras:machos). En mayo, enero y febrero se capturó un mayor número de hembras y sólo en marzo el número de machos fue superior. La presencia de ejemplares juveniles en el período septiembre-diciembre fue notable. La prueba de X^2 demostró que la proporción de sexos es significativamente diferente del equilibrio (Cuadro 4). De 573 individuos recolectados de *A. parva* el 45.2% fueron hembras, 36.0% machos y el 18.8% indiferenciados (Fig. 12). La proporción hembras:machos para esta especie fue de 1.3:1.0. Esta proporción también difiere del equilibrio (Cuadro 4).

Fecundidad

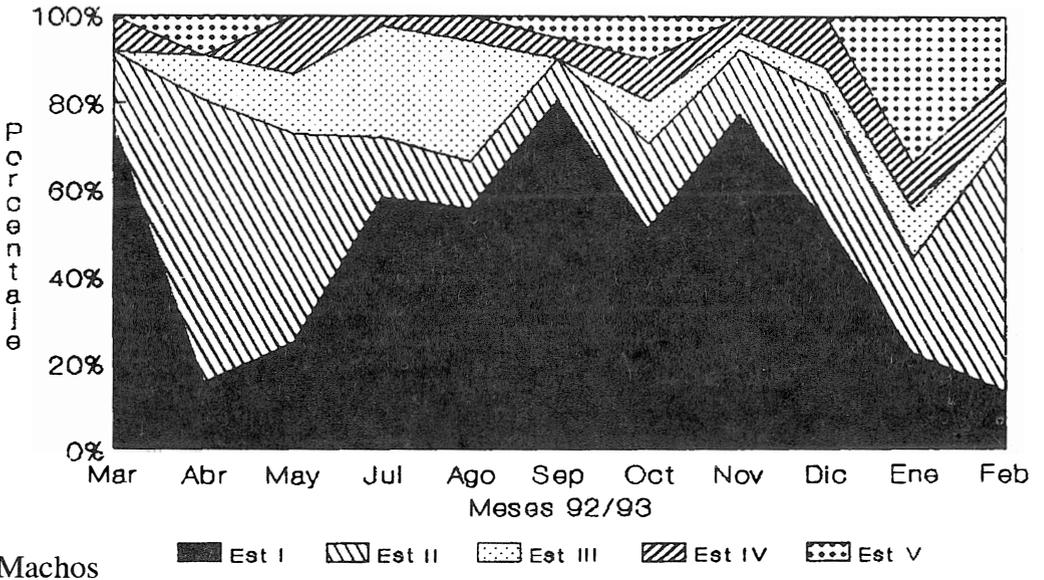
De *A. clupeioides* se examinaron un total de 38 hembras maduras (estado IV) con tallas entre 13 y 19 cm. Los huevos ováricos de esta especie son ovalados y de aspecto translúcido. El tamaño fluctuó entre 366 y 597 micras. La fecundidad varió entre 3500 y 28050 huevos ováricos. En las 29 hembras maduras de *A. parva* la fecundidad osciló entre 450 y 2250 huevos, con tamaños entre 200 y 437 micras. Los análisis de regresión múltiple para las relaciones talla-fecundidad y peso-fecundidad (Cuadro 5) demuestran que la fecundidad está relacionada tanto con el peso, como con la talla del pez.

DISCUSION

Actualmente las condiciones de salinidad en la CGSM están regidas principalmente por la entrada de agua dulce de los ríos provenientes

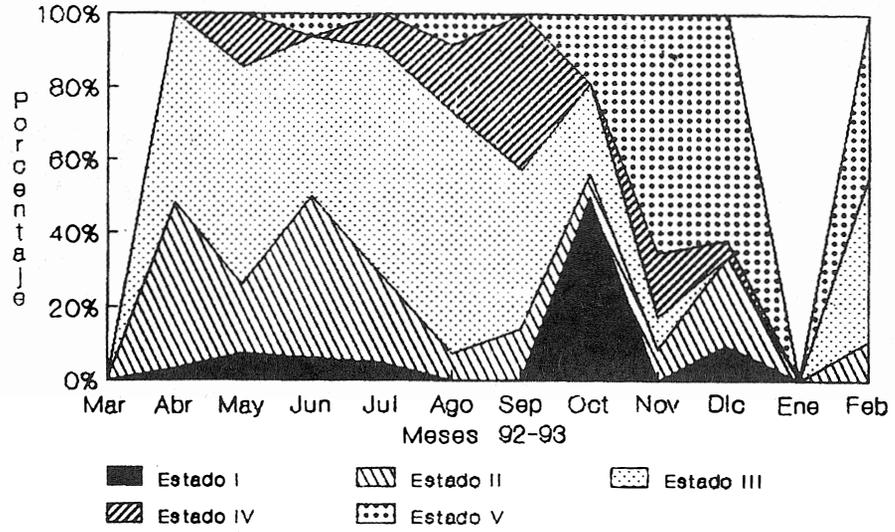


A. Hembras

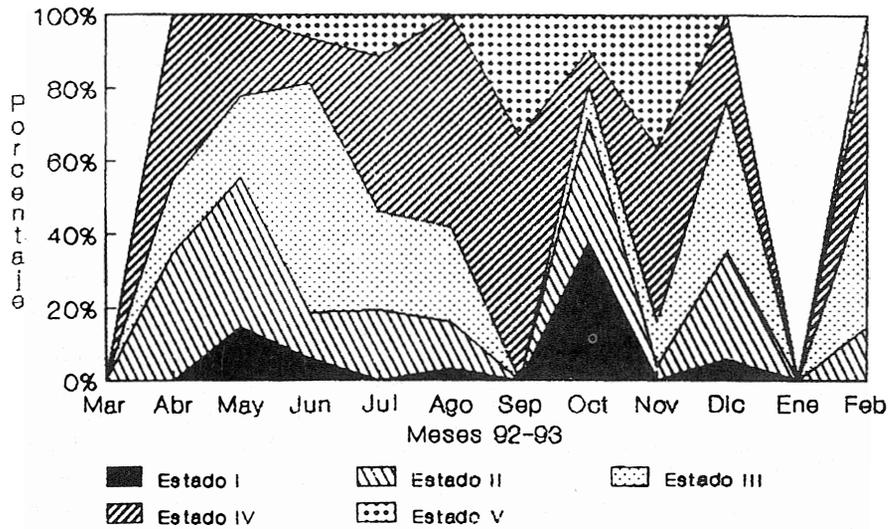


B. Machos

Fig. 7. Estados gonadales en hembras y machos de *A. clupeoides*.



A. Hembras



B. Machos

Fig. 8. Estados gonadales en hembras y machos de *A. parva*.

CUADRO 4

Resultados χ^2 para la proporción hembras:machos en las especies de *Engraulidae* estudiadas

Especie	X2	G.L	P
<i>Anchovia clupeioides</i>	26.38	1	0.001
<i>Anchoa parva</i>	6.4	1	0.025

CUADRO 5

Resultados del análisis de regresión múltiple. Fecundidad = $b_1*(\text{peso}) + b_2*(\text{longitud})$

Especie	Coefficiente de la talla	Coefficiente del peso	R ajustado
<i>A. clupeioides</i>	-37.95	569.11	0.92
<i>A. parva</i>	1.75	731	0.87

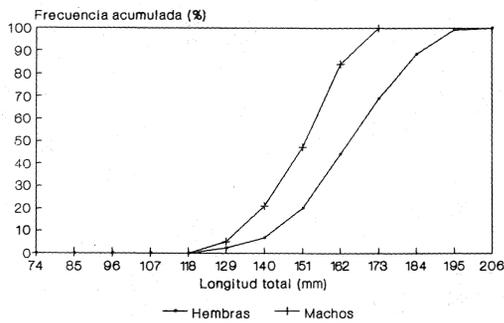


Fig. 9. Talla promedio de madurez en hembras y machos de *A. clupeioides*.

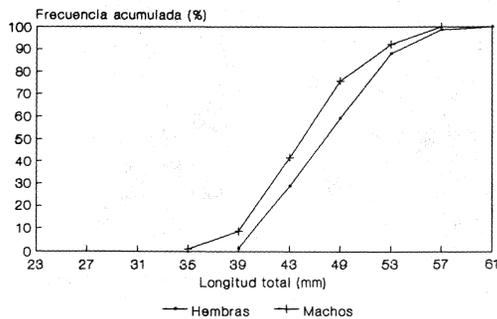


Fig. 10. Talla promedio de madurez en hembras y machos de *A. parva*.

de la SNSM. El ingreso de agua marina a través de la Boca de la Barra, el período prolongado de residencia del agua en el interior del sistema y las elevadas tasas de evaporación, se

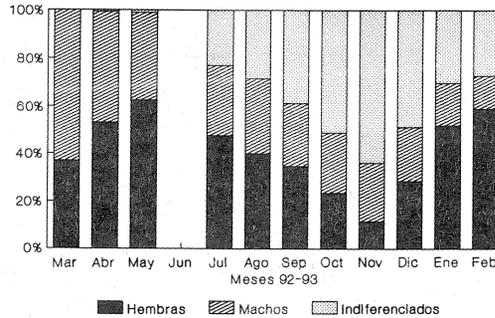


Fig. 11. Proporción mensual de sexos de *A. clupeioides*.

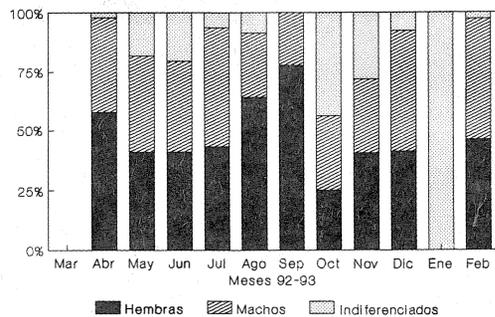


Fig. 12. Proporción mensual de sexos de *A. parva*.

manifiestan en un incremento de la salinidad a través del tiempo para el triángulo de la CGSM. En general, la salinidad no supera los valores del mar en los períodos más críticos. Durante este estudio en la CP se presentaron condiciones poli-euhalinas y la salinidad se mantuvo relativamente constante casi todo el año. En contraste, en otros trabajos (Castaño 1990, Rondón 1991) la salinidad allí alcanzó niveles bajos y fluctuó notablemente a través del año. En los meses más lluviosos de 1992 la salinidad en la CP exhibió valores altos. Esto podría ser el resultado del lavado de los suelos de las zonas de influencia directa. La notables diferencia de salinidad en la desembocadura del Río Fundación son debidas a la influencia directa de agua dulce en esa estación. En Caño Grande la salinidad también está influida por el ingreso de agua dulce al sistema a través de los ríos de la SNSM. Desde el punto de vista temporal y espacial, la influencia variable de agua dulce es el factor determinante en las variaciones de salinidad en la CGSM y CP.

Durante gran parte del período de estudio se encontraron la totalidad de los estados de

desarrollo gonadal en *A. clupeioides*, y *A. parva* en la CGSM, indicando un desove permanente. Estos resultados demostraron que estas especies se reproducen continuamente en la CGSM y presentan picos reproductivos en algunas épocas del año. La ubicación de los períodos máximos de desove posiblemente varían según el comportamiento intraanual de las condiciones ambientales predominantes en la CGSM. Los valores más bajos del factor de condición de las hembras de *A. clupeioides* no coincidieron con los picos reproductivos establecidos según el IGS. Por la estabilidad de los valores, no es posible utilizar el factor de condición como un indicador de la época reproductiva de *A. clupeioides* en la CGSM. Una situación similar se detectó para el caso de *A. parva*. En consecuencia, esta variable no permite establecer los patrones reproductivos en el tiempo.

La aplicación del IGS debe cumplir una serie de supuestos que no son considerados normalmente para su utilización en los estudios sobre la biología reproductiva de peces (DeVlaming *et al.* 1982). Según Erickson *et al.* (1985), el empleo del IGS supone una relación lineal entre el peso de la gónada y el del cuerpo y un intercepto 0. No obstante, frecuentemente se encuentra que en realidad el crecimiento gonadal en los peces es alométrico (Royce 1972). En el análisis preliminar no se encontró, en ninguna de las especies, una relación lineal entre estas dos variables en la totalidad de los estados de desarrollo gonadal. Además, el intercepto no siempre fue 0 en los diferentes estados. De esta forma, estos supuestos no se cumplen para los engraulidos de la CGSM, debiéndose utilizar para el cálculo del IGS ejemplares de la misma talla, dado que los resultados del IGS con especímenes de diferente tamaño pueden ser distorsionados (Brown-Peterson *et al.* 1986), debido a que la relación peso cuerpo-peso gónada no es siempre lineal (DeVlaming *et al.* 1982, Erickson *et al.* 1985).

A pesar de las consideraciones anteriores, se calculó el IGS en las dos especies de engraulidos. Los resultados mostraron diferencias temporales en estas especies e indicaron picos de desove bien delimitados. Es necesario enfatizar que estos resultados deben ser tomados con precaución, debido a las limitaciones de este procedimiento y a posibles errores experimentales como consecuencia del pequeño tamaño, principalmente de una de las especies.

La discordancia entre el factor de condición y los picos reproductivos en estas especies podría sustentarse en una estimación inadecuada del IGS. Sin embargo, las pequeñas diferencias en el factor de condición debido a una reproducción continua y parcial, no permiten detectar cambios notables en el comportamiento reproductivo. Estos resultados indicarían que para peces pequeños, con reproducción continua y parcial, la utilización del factor de condición y el IGS no es apropiada para determinar la actividad reproductiva. En consecuencia, el análisis detallado de las gónadas podría ser un indicador más confiable del comportamiento reproductivo de estos peces de aguas tropicales.

Utilizando el IGR se pretendió introducir un elemento adicional en este tipo de investigaciones, debido a los problemas en la aplicación del IGS sin análisis previos (DeVlaming *et al.* 1982, Erickson *et al.* 1985). El IGR permite hallar épocas reproductivas con base en los estados gonadales por separado y con cierta independencia del efecto de la talla del pez sobre el crecimiento de la gónada (Erickson *et al.* 1985). El análisis de regresión de los datos transformados (I_n peso el cuerpo sin gónadas y I_n peso de la gónada), mostró que no se obtenía una linearización de la curva en la mayoría de los estados gonadales a través de este procedimiento. Se supone entonces que la transformación logarítmica no es la más adecuada o, como lo sugieren DeVlaming *et al.* (1982), que no siempre el peso del cuerpo es la variable más apropiada como indicador del tamaño del pez; ellos encontraron, que la relación peso gónada-longitud estándar al cubo se ajustaba mejor en algunos peces que la relación entre pesos.

En *A. clupeioides* no se encontraron diferencias en el peso gonadal entre los estados IV y V e incluso, algunas veces, las gónadas en estado V fueron más pesadas, debido a la frecuente presencia de un volumen notable de un líquido sanguinolento en el interior del ovario. Este hecho se evidencia claramente en los resultados del IGR. Para *A. parva* se encontraron, en la mayoría de los casos, notables diferencias entre los pesos de las gónadas de los estados IV y V. Las características macroscópicas similares de los estados I y V pudieron introducir sesgos en la información. En contraste, estos dos estados son fácilmente identificables a nivel macroscópico en *A. clupeioides* debido a la mayor talla de esta especie. En resumen, las bajas diferencias en los

pesos de los estados IV y V en *A. clupeioides* y las dificultades para diferenciar macroscópicamente los estadios I y V en *A. parva* limitan la aplicación de cualquier índice gonadosomático en el caso de los engraulidos de la CGSM.

El análisis de las pendientes mostró que eran homogéneas para ambas especies. Con base en este criterio, se calculó el IGR para los estados IV y V. Al comparar los resultados del IGS y el IGR se observa que las épocas de desove son similares para cualquiera de los dos índices, principalmente en *A. clupeioides*. Debido a que la aplicación del IGR es relativamente reciente y la información bibliográfica disponible escasa, es difícil interpretar el significado de los resultados. La aplicación del IGR requiere que el estado de desarrollo sea conocido con cierta exactitud, lo cual no siempre es posible si las gónadas se examinan macroscópicamente. La determinación de los estados de desarrollo gonadal con base en la apariencia externa puede ser un método simple y rápido, pero es subjetivo e impreciso (West 1990).

La talla en la cual se alcanza la madurez depende de factores ecológicos, ambientales y de aspectos biológicos de cada especie (Udupa 1986). En consecuencia, la talla promedio de madurez está sujeta a variaciones dentro de una misma especie y no todos sus miembros alcanzan la madurez a la misma edad y talla. En *A. clupeioides*, la proporción de hembras y machos fue diferente de 1:1. En *A. parva*, las hembras fueron relativamente más abundantes que los machos, pero los valores no se alejaron estadísticamente del equilibrio. Sin embargo, estos resultados podrían estar influenciados por la intensidad de los muestreos y no reflejarían exactamente la proporción real en las poblaciones. Probablemente al inicio de los picos de desove se registra un aumento del número de machos, como en el caso de *A. clupeioides* en octubre.

Según Cervigón (1990), los engraulidos poseen una fecundidad particularmente alta. No obstante, en la literatura disponible no se encontraron datos concretos sobre fecundidad de estos peces. Dado que los engraulidos son desovadores parciales y que sólo se cuantificaron los huevos de mayor tamaño, próximos a ser expulsados, se asume que el número de huevos producidos al año es muy elevado. Si se compara la producción de huevos por gramo

de peso en una hembra de *A. clupeioides* con la de *A. parva*, se concluye que esta última especie posee una mayor fecundidad relativa. En contraste con lo señalado anteriormente en la discusión del IGS, los análisis de regresión múltiple mostraron que en los engraulidos de la CGSM, la fecundidad de estos peces está mejor correlacionada con su peso que con su talla.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte de la tesis de maestría en Biología Marina de la Universidad Nacional de la coautora, y fue realizada dentro del Programa Lagunas Costeras del Intituto de Investigaciones Marinas (INVEMAR), Santa Marta, con el apoyo financiero del Instituto Colombiano de Investigaciones Científicas y Proyectos Especiales "Francisco José de Caldas", COLCIENCIAS. Agradecemos a los profesores Jacobo Blanco y Jaime Palacio, por la orientación, discusión y valiosos aportes durante el desarrollo del trabajo.

RESUMEN

De febrero de 1992 a marzo de 1993 se estudiaron los aspectos reproductivos de *Anchoa clupeioides* y *Anchoa parva* en la Ciénaga Grande de Santa Marta y en la Ciénaga de Pajaral. La frecuente presencia de estados juveniles y adultos maduros de estas especies a lo largo del año indica un desove permanente. Las épocas reproductivas, determinadas según el índice gonadosomático (IGS), varían de acuerdo al comportamiento intraanual de las condiciones ambientales predominantes. La estimación de un índice gonadosomático relativo podría ser una alternativa para eliminar los sesgos presentados con el modelo tradicional del IGS. El factor de condición de estas especies permaneció relativamente constante durante el año de muestreo. La tallas promedio de madurez de *A. clupeioides* y *A. parva* estuvieron comprendidas entre 15.1 y 16.2 y entre 4.5 y 4.8 cm de longitud total, respectivamente. Las hembras de *A. clupeioides* fueron más numerosas que los machos y en *A. parva* los valores no se alejaron del equilibrio. La fecundidad de estas especies, es relativamente alta y los huevos son elipsoides.

REFERENCIAS

- Botero, L., M.J. Marshall, P. Cardona, M. Puyana, A. Santos-Martínez & J. Botero. 1993. Biodiversity within the living, dying and dead mangrove forests of the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. Informe. World Wild Fund for Nature, Ginebra, Suiza.

- Brown-Peterson, N., P. Thomas & C. R. Arnold. 1986. Reproductive biology of the spotted seatrout, *Cynoscion nebulosus*, in south Texas. *Fish. Bull.* 86: 373-388.
- Cardona O., P. 1991. Características de los suelos del manglar del costado noroccidental de la Ciénaga Grande de Santa Marta (Complejo Pajarales e Isla de Salamanca) y su relación con algunos atributos de la vegetación. Tesis de M. Sc. en Biología, Área de Ecología, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. 110 p.
- Castaño M., J. D. 1990. Estudios de la composición y abundancia del zooplancton en el complejo de cienágas y caños de Pajaral. Delta exterior del río Magdalena. Tesis de Biología Marina, Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá. 169 p.
- Castaño, T. 1989. Contribución al conocimiento de los hábitos alimentarios de los peces de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Tesis Biología, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. 57 p.
- Cervigón, F. 1980. Ictiología marina. I. Arco, Caracas. 359 p.
- Cervigón, F. 1991. Los peces marinos de Venezuela. I. Fundación Científica Los Roques, Caracas. 425 p.
- Cosel, R. v. 1986. Moluscos de la región de la Ciénaga Grande de Santa Marta. *An. Inst. Invest. Mar. Punta Betín* 15-16: 79-370.
- DeVlaming, V., G. Grossman & F. Chapman. 1982. On the use of the gonosomatic index. *Biochem. Physiol.* 73A.: 31-39.
- Erickson, D. L., J. E. Hightower & G. D. Grossman. 1985. The relative gonadal index: an alternative index for quantification of reproductive condition. *Biochem. Physiol.* 81A: 117-120.
- Esteves de A., F. 1988. Fundamentos de limnología. Inter-ciencia/FINEP, Río de Janeiro. 575 p.
- Gallo, J. 1993. Aspectos reproductivos de la anchoveta rabo amarillo *Cetengraulis edentulus* (Cuvier, 1829) en la Ciénaga Grande de Santa Marta (Magdalena Colombia). *Bol. Cient. INPA* 1:24-42
- Gallo V., E. 1986. Contribución al conocimiento de los hábitos alimenticios de juveniles de Engraulidae en la Ciénaga Grande de Santa Marta y su área de influencia. Tesis Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 95 p.
- González A., E. 1981. Estudio bioecológico de los estadios juveniles de peces en la Ciénaga Grande de Santa Marta y zonas adyacentes. Tesis Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 95 p.
- González A., E. 1988. Cambios ocurridos en la cobertura del manglar de la Ciénaga Grande de Santa Marta durante los años 1956-1987. Proyecto: "Estudio Ecológico de la Ciénaga Grande de Santa Marta Delta exterior del Río Magdalena. 2° etapa". INVEMAR, Santa Marta, Colombia. 26 p.
- González A., E. & C. Hernández. 1992. La región de Ciénaga Grande de Santa Marta ecosistemas y medio ambiente, p. 161-182. *In* G. Márquez (ed.). Desarrollo sostenible en la zona costera del Caribe colombiano. Aproximaciones al tema. O.E.A.-COLCIENCIAS-IDEA, Bogotá. 204 p.
- Holden, M. J. & D. F. Raitt. 1975. Métodos para investigar los recursos y su aplicación. Parte 2. Manual de ciencia pesquera. FAO. Doc. Téc. Pesca 15: 1-211.
- López R., R. 1988. Contribución al estudio bioecológico del ictioplancton de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Caribe colombiano. Tesis. M Sc. Biología Marina, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 225 p.
- Maldonado, J. & R. Remolina. 1979. Biología de la anchoveta colombiana, *Cetengraulis mysticetus* Günther, 1866. *Div. Pesq.* 14: 1-55.
- Rondón R., E. H. 1991. Estimación de la productividad fitoplanctónica en Ciénagas del Complejo Pajarales. Tesis Biología, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. 80 p.
- Royce, W. F. 1972. Introduction to the fishery science. Academic, Londres. 351 p.
- Santos-Martínez A. & A. Acero P. 1991. Fish community of the Ciénaga Grande de Santa Marta (Colombia): composition and zoogeography. *Ichthyol. Explor. Freshwaters* 2: 247-263.
- Udupa, K. S. 1986. Statistical method of estimating the size at first maturity in fishes. *Fishbyte* 4: 8-10.
- West, G. 1990. Methods of assessing ovarian development in fishes: a review. *Aust. J. Mar. Freshwater Res* 41: 199-122.