

Observaciones sobre la abundancia y diversidad de las poblaciones de peces estuarinos en el Caribe de Panamá

por

Luis D'Croz* y Aramis A. Averza*

(Recibido para su publicación el 6 de noviembre de 1978)

Abstract: In observations on the abundance and diversity of the estuarine fish of the Caribbean coast of Panama, twenty-six species were found. Juveniles of *Ulaema lefroyi* and *Mugil trichodon* were the most abundant (31% and 28%, respectively, of the total catch). Collections were made during the rainy season, from May to December of 1977.

A low fish diversity was observed and H' maximum values ranged from 0.81 to almost 0.90.

The study of the effects of salinity, temperature and rainfall on the fish population shows that probably only temperature has some influence on the diversity. Length and abundance of a few species are also correlated with some of these parameters.

Los estudios biológicos sobre estuarios tropicales son escasos en la literatura mundial y aún más con referencia a las zonas estuarinas de la América Tropical. Aquellos más conocidos y divulgados se refieren a los trabajos realizados en las costas de Florida, cuyos resultados no pueden ser extrapolados a regiones latitudinalmente más bajas. La importancia de los estuarios como áreas naturales de crianza de juveniles de numerosas especies es ampliamente conocida y la dinámica de estas poblaciones resulta de interés biológico y pesquero.

Al considerar las cambiantes condiciones en los hábitats costeros en muchas regiones del mundo y en especial en los países en desarrollo, donde el incremento de las actividades humanas frecuentemente no es planificado en una forma armoniosa con el ambiente, se requiere con urgencia información ecológica sobre el papel e importancia de los estuarios.

En 1974, el Laboratorio de Biología Marina inició un programa de estudio de los estuarios en las costas de Panamá. Inicialmente, el programa sólo contempló estudios en las costas del Pacífico, que posteriormente se extendieron hacia el Caribe. Este estudio forma parte del programa y pretende aportar la información inicial sobre las poblaciones de peces en los estuarios del Caribe de Panamá.

* Laboratorio de Biología Marina, Escuela de Biología, Universidad de Panamá.

MATERIAL Y METODOS

Los muestreos de las poblaciones de peces se hicieron en diferentes estuarios de las costas del Caribe de Panamá. Para ello, se establecieron tres estaciones que fueron visitadas mensualmente (Fig. 1). El período de muestreo estuvo comprendido entre mayo y diciembre de 1977 y las colectas se hicieron con una red (chinchorro) de 7,50 x 1,90 m y malla de 7,0 mm de nudo a nudo, en colectas de 30 minutos de duración.

Los peces capturados se midieron para determinar la longitud estándar en milímetros (distancia comprendida entre la porción más anterior de la cabeza y la base de los radios de la cola).

La temperatura del fondo fue registrada en cada colecta y también la salinidad, que se midió en las primeras colectas con un refractómetro y posteriormente con un salinómetro Y.S.I.

Los datos de precipitación pluvial del área fueron obtenidos de la Oficina Hidrográfica de la Compañía del Canal de Panamá, que mantiene una estación hidrometeorológica en Portobelo.

Se hizo el análisis de correlación entre la abundancia, tamaño y diversidad de la población de peces con los parámetros hidrometeorológicos (v.gr. abundancia de un mes vs. precipitación del mismo mes) y también con un mes de desfase (v.gr. precipitación de un mes vs. abundancia del mes siguiente). Al coeficiente obtenido se le hizo la prueba "t" de Student para determinar el grado de significancia.

La diversidad de la población de peces se calculó utilizando tres índices: la fórmula de Shannon-Weaver, usada en la teoría de la información:

$$H' = \sum_{i=1} P_i \log P_i$$

donde P_i es la proporción de individuos en la especie i ; el índice de riqueza de especie de Margalef:

$$d = \frac{S - 1}{\log N}$$

donde S es el número de especies y N el número de individuos; y el índice de uniformidad o de Pielou:

$$J = \frac{H'}{\log S}$$

En todos los casos se aplicaron los logaritmos naturales.

AREA DE ESTUDIO

Descripción de las estaciones de colecta: De las tres estaciones, dos (1 y 2) se establecieron a diferentes niveles del Río Guanche (Fig. 1). La Estación 1 está en la desembocadura del río, donde hay contacto directo con el mar; la Estación 2 es una

de las desembocaduras secundarias del Río Guanche, en la cual durante mayo y junio las aguas estuarinas estuvieron separadas de las costeras por una barrera arenosa. En julio esta barrera se abrió, poniendo en contacto directo las aguas del estuario y las de la costa, manteniéndose esta condición hasta diciembre. La Estación 3 es la desembocadura del Río Piedra.

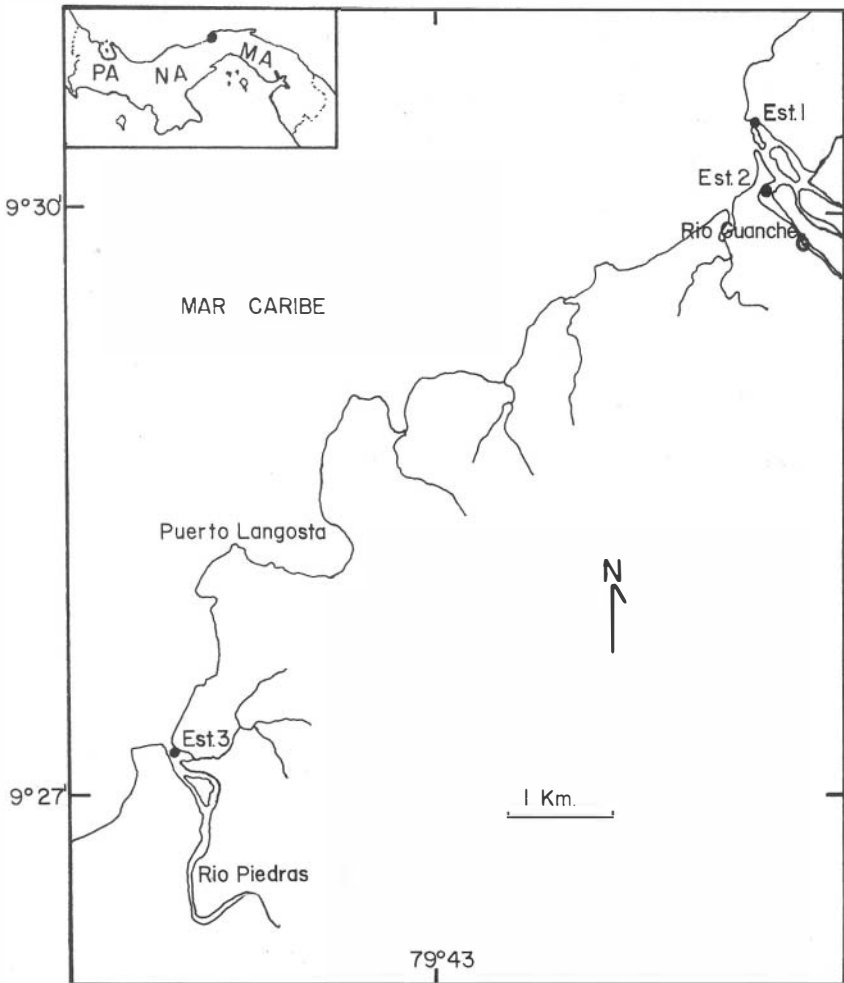


Fig. 1. Area de estudio ●

Climatología e hidrología del área: Las costas del Caribe de Panamá se caracterizan por la marcada distribución estacional de las precipitaciones a lo largo del año, donde ocurre una época lluviosa (de mayo a diciembre) y otra de lluvias escasas o ausentes (enero a abril).

Durante el período de colecta, que corresponde a la estación lluviosa, la precipitación total fue de 3.944,62 mm. Las precipitaciones más bajas se observaron en mayo (265,43 mm.) y julio (292,86 mm) seguidas por una máxima de 716,05 mm en el mes de agosto (Fig.2). Generalmente las más altas precipitaciones ocurren entre octubre y diciembre, sin embargo durante este estudio la precipitación de agosto fue sorprendentemente alta.

La temperatura durante las colectas mostró una cierta variación estacional (Fig.2) , donde en general, los valores de mayo y junio resultan los más altos, mientras que entre octubre y diciembre se registraron los más bajos. A mediados de la temporada lluviosa (septiembre), la temperatura aumentó ligeramente. Las tres estaciones muestran diferencias en la temperatura, siendo la Estación 1 la más cálida y la Estación 3 la más fría.

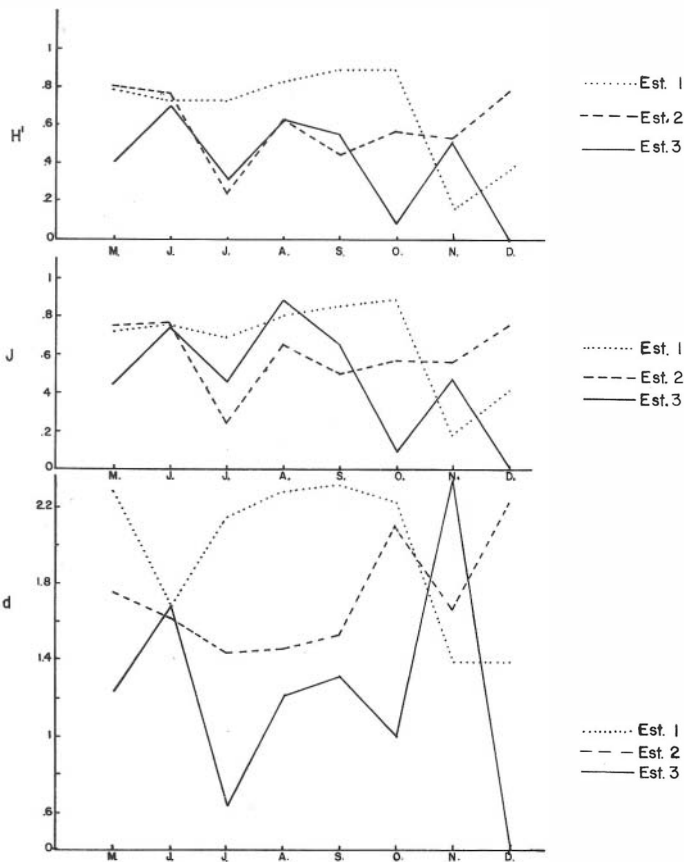


Fig. 2. Variación de la temperatura, salinidad y precipitación durante las colectas.

La salinidad durante las colectas se mantuvo generalmente baja. En la Estación 1 se observó el más alto valor ($21,9^{0}/\text{oo}$) en mayo, siendo notoriamente más baja en los meses siguientes (Fig. 2). En la Estación 2 el máximo valor se registró en septiembre ($14,0^{0}/\text{oo}$), aunque la mayor parte de las mediciones fueron cercanas a cero. La salinidad en la Estación 3 nunca llegó a $1,0^{0}/\text{oo}$. Esta condición característica de salinidad baja resulta lógica para los estuarios del Caribe panameño, donde las variaciones de las mareas fluctúan dentro de un ámbito menor a un metro, por lo que los cambios en los valores de salinidad se pueden atribuir principalmente al efecto de la precipitación en el área. Durante el período de observación (estación lluviosa), los valores más altos de salinidad se observaron en mayo, justamente después de la temporada de mínima precipitación, comprendida entre enero y abril.

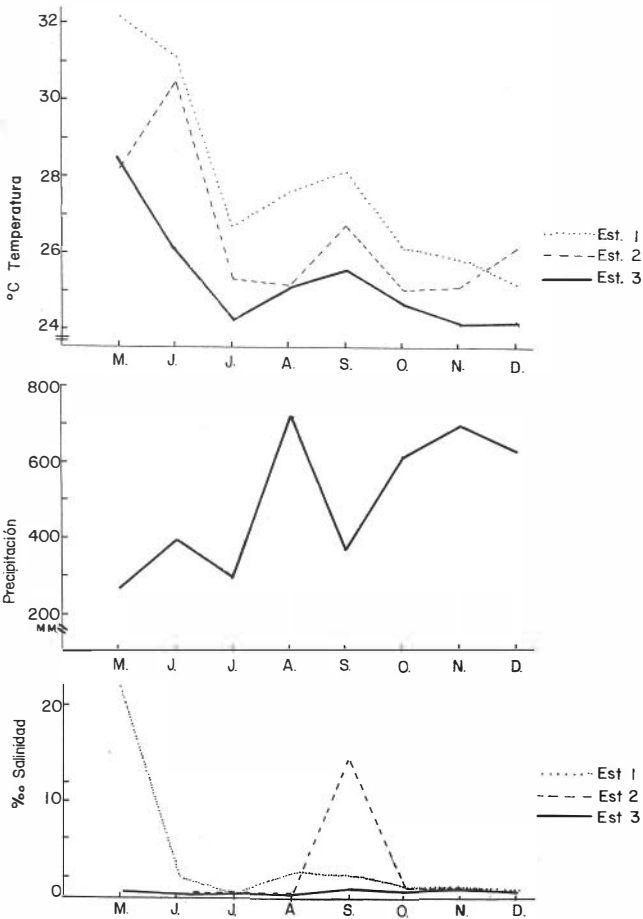


Fig. 3. Variación en la diversidad de las poblaciones de peces estuarinos.

CUADRO 1

Abundancia de peces (número de individuos) en las estaciones de colecta

| | MAYO | | | JUNIO | | | JULIO | | | AGOSTO | | | SETIEMBRE | | | OCTUBRE | | | NOVIEMBRE | | | DICIEMBRE | | | TOTAL |
|--|------|-----|-----|-------|-----|-----|-------|-----|-----|--------|-----|----|-----------|----|----|---------|----|-------|-----------|-----|-----|-----------|----|-----|-------|
| ESPECIE / Estación | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | |
| <i>Ulaema lefroyi</i> (Goode) | 28 | 51 | 71 | 40 | 17 | 9 | 0 | 460 | 250 | 8 | 56 | 9 | 15 | 64 | 26 | 7 | 46 | 14 | 142 | 77 | 78 | 40 | 17 | 0 | 1.525 |
| <i>Mugil trichodon</i> (Poey) | 0 | 0 | 1 | 3 | 4 | 0 | 13 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 | 0 | 3 | 2 | 1.069 | 2 | 4 | 5 | 1 | 28 | 233 | 1.392 |
| <i>Conodon nobilis</i> (Linnaeus) | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 1 | 6 | 281 | 20 | 118 | 9 | 0 | 3 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 7 | 1 | 0 | 0 | 455 |
| <i>Atherinomorus stipes</i> (Müller y Troschel) | 0 | 54 | 186 | 7 | 43 | 41 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 2 | 0 | 353 |
| <i>Gobionellus boleosoma</i> (Jordan y Gilbert) | 14 | 23 | 0 | 38 | 49 | 41 | 54 | 5 | 0 | 26 | 16 | 0 | 19 | 0 | 0 | 15 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 306 |
| <i>Poecilia gillii</i> (Kner y Steindachner) | 27 | 39 | 0 | 11 | 50 | 0 | 10 | 29 | 0 | 8 | 11 | 0 | 14 | 0 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | 19 | 0 | 0 | 21 | 0 | 250 |
| <i>Anchoa lamprotaenia</i> (Hildebrand) | 37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 | 16 | 4 | 0 | 0 | 3 | 2 | 1 | 7 | 0 | 4 | 8 | 103 | 1 | 0 | 192 |
| <i>Brachyrhaphis cascajalensis</i> (Meek y Hildebrand) | 3 | 2 | 0 | 0 | 72 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 79 |
| <i>Eleotris pisonis</i> (Gmelin) | 3 | 3.5 | 5 | 0 | 3 | 0 | 0 | 10 | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 65 |
| <i>Polydactylus virginicus</i> (Linnaeus) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 52 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 52 |
| <i>Oostethus lineatus</i> (Kaup) | 1 | 1 | 3 | 0 | 0 | 2 | 2 | 3 | 0 | 0 | 5 | 1 | 2 | 1 | 0 | 6 | 11 | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | 8 | 0 | 51 |
| <i>Gobiomorus dormitor</i> (Lacepède) | 1 | 5 | 8 | 3 | 6 | 8 | 1 | 2 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 43 |
| <i>Citharichthys evermanni</i> | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 11 | 0 | 3 | 1 | 0 | 4 | 4 | 0 | 4 | 3 | 2 | 3 | 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 43 |
| <i>Lutjanus jocu</i> (Bloch y Schneider) | 6 | 5 | 1 | 5 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 5 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 39 |
| <i>Dormitor maculatus</i> (Bloch) | 0 | 1 | 0 | 7 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 31 |
| <i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch) | 0 | 0 | 4 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 15 |
| <i>Spherooides testudineus</i> (Linnaeus) | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| <i>Trachinotus goodiei</i> (Jordan v Everman) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 |
| <i>Achirus lineatus</i> (Linnaeus) | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 |
| <i>Caranx latus</i> (Agassiz) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 9 |
| <i>Agonostomus monticola</i> (Bancroft) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 6 | 0 | 0 | 9 |
| <i>Strongylura timucu</i> (Walbaum) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| <i>Trachinotus falcatus</i> (Linnaeus) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| <i>Mugil curema</i> (Cuvier) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Gobionellus saepepallens</i> (Gilbert) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Gobiosoma molestum</i> (Girard) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Total de individuos | 123 | 220 | 279 | 115 | 249 | 118 | 104 | 524 | 535 | 80 | 231 | 27 | 76 | 97 | 97 | 58 | 72 | 1101 | 152 | 121 | 109 | 151 | 88 | 233 | 4.960 |
| Total de especies | 12 | 12 | 8 | 9 | 10 | 9 | 11 | 10 | 5 | 11 | 9 | 5 | 11 | 8 | 7 | 10 | 10 | 8 | 8 | 9 | 12 | 8 | 11 | 1 | 26 |

RESULTADOS Y DISCUSION

Especies encontradas: De los 4.960 especímenes capturados, 26 especies pertenecientes a 16 familias fueron identificadas, siendo las más abundantes en orden descendiente: *Ulaema lefroyi*, *Mugil trichodon*, *Conodon nobilis*, *Atherinomorus stipes*, *Gobionellus boleosoma*, *Poecilia gillii* y *Anchoa lamprotaenia*, mientras que las especies restantes se encontraron en pequeñas densidades y en limitados muestreos (Cuadro 1).

La especie más abundante fue *Ulaema lefroyi* y el 46,5% de su captura se registró en julio, en las Estaciones 2 y 3. Las mayores capturas ocurrieron entre julio y noviembre, aunque la presencia de la especie fue permanente en los estuarios durante todo el período de colecta. El análisis de las tallas (Cuadro 2), indicó que, con excepción de las colectas de diciembre, más del 80% de los ejemplares capturados medían entre 10 y 20 mm.

Mugil trichodon también fue una especie abundante, el 76% de la captura se obtuvo en la colecta de octubre, en la Estación 3 (Cuadro 1) y el 96% en los últimos tres meses de estudio. El tamaño de los especímenes capturados durante las colectas de mayor abundancia fluctuó entre 25 y 38 mm, aunque la clase modal se observó alrededor de los 30 mm. Los mayores tamaños se encontraron entre junio y julio (Cuadro 2), cuando las capturas fueron notoriamente reducidas. La especie entra a los estuarios en los últimos meses del año y ahí se mantiene hasta los meses de junio y julio.

Casi la totalidad de la captura de *Conodon nobilis* se obtuvo entre julio y agosto, cuando el tamaño de los especímenes fue pequeño (entre 11 y 22 mm). En la abundante colecta de julio, el tamaño medio fue de 13,8 mm, mientras que en agosto fue de 15,7 mm. Después de estos meses la especie parece retirarse de los estuarios, observándose los mayores tamaños entre septiembre y noviembre (187 y 160 mm. respectivamente), cuando la abundancia es mínima.

Atherinomorus stipes, considerado como el Atherinidae más común en las Indias Occidentales (Randall, 1968), se colectó principalmente entre mayo y junio (94% de la captura específica), siendo numéricamente de poca importancia las colectas posteriores. En el mes de mayo el tamaño de esta especie varió de 13 a 50 mm en las Estaciones 2 y 3 (Cuadro 2), mientras que no hubo captura en la Estación 1. En junio, el ámbito en el tamaño de los individuos capturados en la Estación 1 fue 29–37 mm y la media de casi 33 mm, mayor que en las estaciones restantes. En ninguna de las colectas, el tamaño de los especímenes en la Estación 1 fue menor de 29 a 30 mm. Teniendo en cuenta que la Estación 1 está situada en la desembocadura del río Guanche, mientras que la Estación 2, aunque ubicada en el mismo río, se encuentra mucho más lejos de la desembocadura, los resultados merísticos indican, como es de esperar, que los especímenes más pequeños y que provienen del desove ocurrido en las aguas costeras se mueven hacia adentro del estuario, donde a medida que crecen se retiran hacia las aguas propiamente marinas. Por esta razón, resulta lógico encontrar los individuos más pequeños y abundantes en la Estación 2 y los mayores, aunque menos numerosos, en la Estación 1. Con base en esto, se ha hecho un intento para determinar el crecimiento de la especie y su tiempo de residencia en el estuario, considerando para ello el tamaño de los especímenes en la Estación 2 en un mes y el tamaño en la Estación 1 en el mes siguiente. Según este proceder, el crecimiento mensual, calculado con los datos de las tres primeras colectas (Cuadro 2) está entre los 9 y 10 mm. Los datos presentados en los Cuadros 1 y 2 sugieren que la especie entra al estuario con tamaño cercano a los 10 mm, de manera que los peces capturados en noviembre

debieron tener entre los cuatro y seis meses de edad, si se supone que tenían un mes al llegar al estuario.

Gobionellus boleosoma ha sido reportado como una de las especies más abundantes en los hábitats eurihalinos del continente americano (Böhlke & Chaplin, 1968). Más de la mitad de la captura se obtuvo en la Estación 1, que fue la que presentó el gradiente más amplio en la salinidad (Fig. 2, Cuadro 1). La colecta más numerosa se logró en junio, después de la cual fue ocurriendo una disminución gradual en la frecuencia de captura, hasta llegar a la ausencia completa de la especie en diciembre.

En el caso de *Poecilia gillii*, aunque la mayor abundancia se observó entre mayo y junio, la especie se encontró en todas las colectas. La amplia distribución en el tamaño de los especímenes colectados (10-100 mm), contrasta con el resto de las especies capturadas, que en gran medida presentaron una distribución restringida y en algunos casos bastante uniforme en los tamaños de los ejemplares. Esto parece indicar que la especie es residente en las aguas estuarinas, a diferencia de las otras capturadas, que sobre todo se encontraron como juveniles. Esta especie se encuentra tanto en los ríos como en las costas del Pacífico y del Caribe panameño (Meek & Hildebrand, 1916).

Anchoa lamprotaenia se encontró durante casi todas las colectas, aunque la máxima abundancia se observó en diciembre (Cuadro 1), cuando casi el 40% de la captura estuvo dentro del ámbito de 7 a 10 mm y el 60% entre 10 y 20 mm (Cuadro 2). El tamaño medio de los especímenes durante esta colecta fue de 12,6 mm, el más bajo de toda la captura, con la excepción de la reducida colecta de octubre ($X = 12,5$ mm). Concentraciones altas de juveniles de esta especie han sido observadas en los corales y praderas de *Thalassia* del área (Almillátegui *et al.*, 1977; D'Croz *et al.*, 1977). Aunque esta información no es cuantitativa, las observaciones parecen indicar que la especie se puede encontrar durante esta etapa de su ciclo natural, indistintamente en cualquiera de los hábitats, dependiendo de las probabilidades de protección y de alimentación.

Las capturas de las especies restantes (Cuadro 1) fueron reducidas y esporádicas.

Diversidad en la población de peces estuarinos: Como bien ha sido explicado por Odum (1974), del número total de las especies en un componente trófico, tan sólo un porcentaje relativamente pequeño frecuentemente es abundante, mientras que un porcentaje alto es poco común. La razón entre el número de especies y la presencia de los individuos representa un índice de diversidad de especies, que es una expresión de la estructura, resultado de la interrelación de los elementos del sistema (Margalef, 1974).

Los valores obtenidos indican que la Estación 1 mantuvo la tendencia más alta en los índices de diversidad y la fluctuación de los índices H' y j en las Estaciones 2 y 3 mantiene un trazo muy parecido entre mayo y septiembre (Fig. 3). Los índices H' y j , así como el número total de peces fueron bastante estables en la Estación 1 entre mayo y octubre, cayendo bruscamente H' y j a su mínimo valor en noviembre, cuando aumentó ligeramente la abundancia total de los peces (Fig. 4).

El índice de Shannon-Weaver y el de Pielou muestran fluctuaciones parecidas, mas no así el de riqueza de las especies (d). Este último alcanzó sus mayores valores en la Estación 1, entre agosto y octubre (2,28 a 2,31), descendiendo hasta 1,39 en noviembre y diciembre. Contrariamente, las más bajas tendencias en el índice d , en las estaciones 2 y 3, se observaron entre julio y octubre (Fig. 3). El patrón en las

CUADRO 2

Longitud estándar (mm) de los peces más comunes en las colectas

| sp/Estación | MAYO | | | JUNIO | | | JULIO | | | AGOSTO | | | SEPTIEMBRE | | | OCTUBRE | | | NOVIEMBRE | | | DICIEMBRE | | | |
|------------------------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|------------|-------|--------|---------|-------|-------|-----------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | |
| <i>A. lamprotaenia</i> | prom. | 11,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14,7 | 23,5 | 0 | 22,2 | 23,5 | 0 | 0 | 78,3 | 12,5 | 20 | 16,3 | 0 | 26,7 | 12 | 12,6 | 8 | 0 | |
| | ámbito | 9-15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14-15 | 22-25 | 0 | 20-25 | 23-25 | 0 | 0 | 68-86 | 11-14 | 20 | 14-20 | 0 | 10-79 | 12-15 | 7-42 | 8 | 0 | |
| <i>A. stipes</i> | prom. | 0 | 23,7 | 31,1 | 32,9 | 30,6 | 28,9 | 41 | 0 | 0 | 0 | 0 | 32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 59,9 | 0 | 0 | 38,5 | 0 | |
| | ámbito | 0 | 15-36 | 16-50 | 29-37 | 20-44 | 21-52 | 38-45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30-36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 39-72 | 0 | 0 | 35-42 | 0 | |
| <i>U. lefroyi</i> | prom. | 15,8 | 17,3 | 20,5 | 16,9 | 18,7 | 20 | 0 | 15,6 | 15,1 | 20,3 | 15 | 14,8 | 19,2 | 16,6 | 16,4 | 19,1 | 16,7 | 15,8 | 16 | 17,7 | 15,9 | 12,8 | 19,2 | 0 |
| | ámbito | 13-21 | 14-21 | 15-64 | 14-33 | 12-65 | 15-40 | 0 | 13-19 | 13-17 | 14-27 | 12-19 | 14-15 | 16-28 | 16-35 | 16-17 | 15-25 | 15-20 | 12-19 | 13-18 | 13-49 | 13-20 | 5-32 | 15-28 | 0 |
| <i>C. nobilis</i> | prom. | 16 | 0 | 0 | 18 | 0 | 16,3 | 15 | 14,8 | 13,8 | 17,3 | 15,7 | 16,7 | 0 | 113,3 | 53 | 0 | 16,5 | 0 | 0 | 10 | 87,1 | 28 | 0 | 0 |
| | ámbito | 16 | 0 | 0 | 18 | 0 | 15-17 | 15 | 13-16 | 11-17 | 13-20 | 12-22 | 14-22 | 0 | 13-187 | 53 | 0 | 14-19 | 0 | 0 | 10 | 11-160 | 28 | 0 | 0 |
| <i>M. trichodon</i> | prom. | 0 | 0 | 29 | 53,3 | 31,2 | 0 | 44,8 | 27,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 31,4 | 0 | 30,6 | 30,5 | 30,2 | 26 | 29,7 | 35,6 | 31 | 30,2 | 27,7 |
| | ámbito | 0 | 0 | 29 | 50-56 | 26-34 | 0 | 28-50 | 26-29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29-35 | 0 | 30-32 | 29-32 | 25-38 | 26 | 27-37 | 27-61 | 31 | 24-64 | 23-36 |
| <i>G. boleosoma</i> | prom. | 13,4 | 16,7 | 0 | 21,2 | 20,6 | 25,9 | 15,5 | 15,8 | 0 | 21,5 | 20,7 | 0 | 22 | 16 | 0 | 19 | 24 | 31,5 | 47 | 0 | 26 | 0 | 0 | 0 |
| | ámbito | 9-25 | 10-30 | 0 | 12-125 | 13-38 | 10-45 | 11-24 | 12-21 | 0 | 11-35 | 11-35 | 0 | 14-35 | 16 | 0 | 11-42 | 22-26 | 31-32 | 47 | 0 | 26 | 0 | 0 | 0 |
| <i>P. gillii</i> | prom. | 68,9 | 14,8 | 0 | 19,2 | 24,4 | 0 | 17,6 | 21,5 | 0 | 18,8 | 35,5 | 0 | 39,3 | 0 | 0 | 42 | 0 | 0 | 0 | 52,8 | 0 | 0 | 22,8 | 0 |
| | ámbito | 51-81 | 10-20 | 0 | 11-32 | 11-80 | 0 | 12-36 | 12-100 | 0 | 13-23 | 12-84 | 0 | 21-73 | 0 | 0 | 25-54 | 0 | 0 | 0 | 25-78 | 0 | 0 | 14-39 | 0 |

fluctuaciones del índice d muestra una relación inversa entre la Estación 1 y las Estaciones 2 y 3.

Los bajos valores en la diversidad de octubre, en la Estación 3, se debieron a la gran abundancia de *Mugil trichodon*, que constituyó casi toda la población de peces en ese mes. Por otra parte, la brusca caída de la diversidad en la Estación 1, en noviembre, corresponde a la amplia predominancia de *Ulaema lefroyi*. La Estación 2 es la que ha mantenido la menor amplitud en las variaciones de H' y j , observándose los más bajos valores en julio, cuando hubo una población abundante de *Ulaema lefroyi*.

Los valores más altos de diversidad (H'), se encontraron entre los 0,81 a casi 0,90 ($H' = 0,56$), por lo que teniendo en consideración que los valores de diversidad encontrados raramente exceden las 5 unidades absolutas de diversidad y que para las poblaciones de peces suelen estar entre 1 y 3,5 unidades (Margalef, 1974), los resultados obtenidos son indicativos de una baja diversidad, común bajo condiciones ambientales muy fluctuantes, como la de los estuarios. Los valores de H' reportados para poblaciones de peces en aguas costeras templadas han sido de hasta 2,08 (Stephens *et al.*, 1974), aunque en regiones más cálidas, como la bahía de Galveston, Texas, los ámbitos de H' han estado entre 0,13 y 0,91 (Bechtel & Copeland, 1970), lo que es más parecido a los resultados aquí presentados. Estudios sobre la población de peces en zonas estuarinas tropicales cercanas (Golfo de Nicoya, Costa Rica), han indicado variaciones en la diversidad (H') entre 2,29 y 2,77 unidades, con calor medio de 2,50 (León, 1973).

Efecto de los factores hidrometeorológicos sobre la población de peces en el estuario: De los factores ambientales considerados, la temperatura es la que más parece influir sobre la diversidad de la población, aunque los índices de correlación (r) no resultan muy altos. La correlación entre los diferentes índices de diversidad y los parámetros ambientales demostraron valores de r medianos con la temperatura, en el caso de H' ($r=0,55$) y con el número total de especies ($r=0,63$). Por otra parte, el análisis con un mes de desfase indicó poca relación con H' , j y con el número total de especies ($r=0,35$, $0,34$ y $0,51$ respectivamente).

No se observó correlación entre la salinidad y la precipitación con la diversidad de la población y aunque la relación con la temperatura no ha resultado muy alta, el análisis indica algún tipo de efecto sobre la diversidad.

Ninguno de los factores considerados parece influir sobre la abundancia total de la población de peces, lo que podría indicar que no hay una salinidad específica en el estuario que favorezca la presencia de los juveniles de las especies marinas, por lo que resulta apropiado considerar que las invasiones a los estuarios, por parte de muchas de estas especies, puede ser más bien consecuencia de las características del ciclo de vida del pez, que de un estímulo fundamentado en las variaciones de salinidad. Sin embargo, para algunos casos, como en la población de *Gobionellus boleosoma*, se ha observado una correlación significativa entre la abundancia y la temperatura. El análisis de la correlación muestra un índice de $0,58$ y con un mes de desfase la correlación resulta aún más alta ($r=0,77$). Además de la temperatura, sólo se observó una correlación medianamente alta ($r=0,65$) entre la abundancia de *Atherinomorus stipes* y la salinidad (con un mes de desfase). Esta relación resulta más evidente al obtenerse un coeficiente inverso con la precipitación ($r=0,47$). No obstante, la ausencia de correlación entre la diversidad de la población con la salinidad y precipitación, así como la limitada relación con la abundancia de las especies, debe considerarse este resultado como preliminar, toda vez que al restringirse el período de colecta a la temporada lluviosa, no se ha tenido

registro de gradientes lo suficientemente amplios en estos factores y que posiblemente pueden afectar a la población. Resulta oportuno mencionar que estudios sobre las poblaciones de peces estuarinos tropicales (Yáñez-Arancibia & Nugent, 1977; Amezcua, 1977) sugieren que la abundancia y la composición de estas poblaciones están regidas parcialmente por los gradientes de salinidad, aunque esto no ha sido comprobado a través de un análisis de correlación. Day (1967) indicó la importancia de otros factores como determinantes de la diversidad y la distribución de los peces y al respecto menciona la propia morfología del estuario. Por otra parte, el papel de la temperatura como determinante de la estacionalidad, abundancia y diversidad de las poblaciones de peces estuarinos, ha sido ampliamente demostrada en regiones templadas (Allen & Horn, 1975; Targett & McCleave, 1974; Dahleberg & Odum, 1970), y aunque los gradientes térmicos en el trópico son notoriamente más restringidos, los resultados indican que la temperatura mantiene un papel importante sobre la diversidad de la población y en la abundancia de limitadas especies.

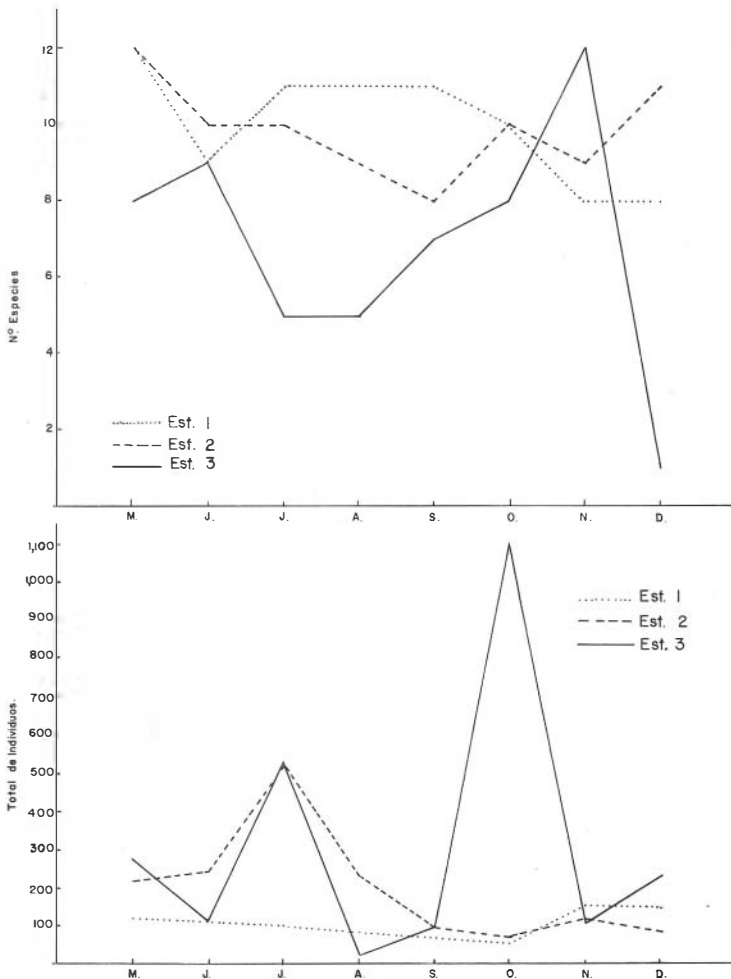


Fig. 4. Variación en el número de especies e individuos en los estuarios estudiados.

La relación entre el tamaño de algunas especies marinas con los parámetros ambientales ha sido largamente tratada por diversos autores y en especial con referencia a la salinidad y temperatura. Una relación general entre valores bajos de salinidad y el tamaño pequeño de algunos organismos fue discutida por Pearse & Gunter (1957). Gunter (1961) sostiene esto en relación con la salinidad y el tamaño de algunos peces marinos y aunque pareciera existir pocas dudas con respecto a que en la medida en que crecen estos organismos, se mueven hacia aguas de mayor salinidad (existiendo una correlación verdadera), la discusión de las variaciones en tamaño dentro del estuario en función de los cambios de salinidad no parece haber sido considerada en la misma magnitud. De las observaciones realizadas se encontró que dos especies (*A. stipes* y *P. gillii*) mostraron esta correlación ($r = 0,83$ y $0,73$, respectivamente). En el caso de los Poecílidos es conocido que con frecuencia alcanzan gran tamaño en aguas salobres. *P. gillii* se encontró con tamaños máximos entre los 80 y 100 mm (Cuadro 2) y los valores medios para algunas colectas fueron tan altos como 69 y 53 mm (en mayo y noviembre, respectivamente).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al colega R.H. Goodyear sus comentarios; al Sr. R. Rivera la confección de los diagramas; a la Bióloga Y. Aguila por su ayuda en el ordenamiento final del trabajo; al Biólogo D. Otero por su colaboración en las colectas y a todos los miembros del Laboratorio de Biología Marina de la Universidad de Panamá, que en una forma u otra ayudaron en el desarrollo del trabajo.

RESUMEN

En un estudio sobre la abundancia y la diversidad de los peces estuarinos en el Caribe de Panamá, entre mayo y diciembre de 1977, coincidiendo con la estación lluviosa, se colectó veintiseis especies. Las más abundantes fueron juveniles de *Ulaema lefroyi* y *Mugil trichodon* (31% y 28% de la captura total).

Se encontró una diversidad baja de especies y valores máximos de H' entre 0,81 y casi 0,90.

El estudio del efecto de la salinidad, temperatura y precipitación sobre la población de peces indica que probablemente sólo la temperatura tiene algún efecto en la diversidad, mientras que el tamaño de los especímenes de algunas especies y la abundancia de otras mostraron correlación con algunos de estos parámetros.

REFERENCIAS

- Allen, L.C., & M.H. Horn
1975. Abundance, diversity and seasonality of fishes in Colorado Lagoon, Alamitos Bay, California. Est. Coast. Mar. Sci., 3:371-380.
- Almillátegui, P., O. Berguido, & P. Chan
1977. Observaciones preliminares sobre la ecología de un arrecife de coral en el Caribe de Panamá. Trabajo de Graduación, Univ. de Panamá. 51 p.
- Amezcuza, F.
1977. Generalidades ictiológicas del sistema lagunar costero de Huizache-Caimanero, Sinaloa, México. An. Centro Cienc. Mar. Limnol., UNAM, 4:1-26.

Bechtel, T.J., & B.J. Copeland

1970. Fish species diversity indices as indicators of pollution in Galveston Bay, Texas. *Contr. Mar. Sci.*, 15:103-132.

Böhlke, J.E., & C.G. Chaplin

1968. Fishes of the Bahamas and adjacent tropical waters. Livingston Publish. Co., Pa. 771 p.

Dahleberg, M.D., & E.P. Odum

1970. Annual cycles of species occurrence, abundance and diversity in Georgia estuarine fish populations. *Amer. Midl. Nat.*, 83:382-392.

D'Croz, L., J.B. Del Rosario, C. Chang, & G. Yee

1977. Ecología de las praderas de *Thalassia* en la costa Atlántica de Panamá. Mem. II Simp. Latinoamer. Oceanogr. Biol., Univ. de Oriente, Venezuela, Tomo I: 37-46.

Day, J.H.

1967. The biology of Knysna Estuary, South Africa, p. 397-407. *In*. G. H. Lauff (ed.), *Estuaries*. Amer. Assoc. Adv. Sci.

Gunter, G.

1961. Salinity and size in marine fishes. *Copeia* 1961: 234-235.

León, P.E.

1973. Ecología de la ictiofauna del Golfo de Nicoya, Costa Rica, un estuario tropical. *Rev. Biol. Trop.*, 21:5-30.

Margalef, R.

1974. Ecología. Ed. Omega S.A., Barcelona. 951 p.

Meek, S.E., & S.F. Hildebrand

1916. The fishes of the fresh waters of Panamá. *Publ. Field Mus. Nat. Hist., zool. ser.*, 10:217-374.

Odum, E.P.

1974. Ecología. Ed. Interamericana, 3a ed., México. 639 p.

Pearse, A.S., & G. Gunter

1957. Salinity, p. 129-157. *In* Treatise on marine ecology and paleoecology. *Ecology* 1. *Geol. Soc. of America, Memoir* 67.

Randall, J.E.

1968. Caribbean reef fishes. T.F.H. Publications Inc., N.J. 317 p.

Stephens, J.S., C. Terry, S. Subber, & M.J. Allen

1974. Abundance, distribution, seasonality and productivity of the fish populations in Los Angeles Harbor, 1972-73. *In* Soule & Ogury (eds.). *Marine studies of San Pedro Bay, IV, Environmental Field Investigations*. Allan Hancock Found. Publ. USC-SG-6-72.

Targett, T.E., & J.D. McCleave

1974. Summer abundance of fishes in a Maine tidal cove with special reference to temperature. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 103:325-330.

Yañez-Arancibia, A., & R.S. Nugent

1977. El papel ecológico de los peces en estuarios y lagunas costeras. *An. Centro Cienc. Mar Limnol., UNAM*, 4: 107-114.