

Distribución y segregación espacial de las poblaciones de peces en bahía South (Isla Doumer, Antártica)*

CARLOS A. MORENO, JUAN H. ZAMORANO y WILLIAM E. DUARTE**

SUMMARY

The vertical and local distribution of coastal benthonic fish populations was studied at South Bay, Doumer Island, Palmer Archipelago, in relation to the habitats found in the marine bottom substrate. *

The populations were separated according to their habitat preference utilizing three different methods: a) analysis of vertical distribution, b) analysis of relative density and c) analysis of geographic microdistribution, a measure of similarity in appearance of 43 sampling stations utilized in the summer's of 1972, 1973, 1976 and 1977.

The three methods gave similar results, which permitted the grouping of similar species; one group that congregates the fishes of the algal belt and the other congregates the fishes of the sponge community.

When we compared our results with the literature, we concluded that the same species occupy similar habitats in very different places around Antarctica. The probable ecological isolation of 4 congeneric species is discussed according to microhabitat within the algal belt from the observations taken while scuba diving.

INTRODUCCION

En la historia de la ictiología antártica, el primero que propuso un esquema global de zonación de los peces —basándose en los datos de profundidad de captura— fue Nybelin (1947). De acuerdo con esta proposición los peces antárticos quedan agrupados en cuatro categorías: 1. Especies estenobáticas de aguas someras; 2. Especies euribáticas de aguas someras; 3. Especies de las aguas intermedias antárticas, y 4. Especies de las aguas profundas.

En estas cuatro categorías Nybelin (*op. cit.*) incluye 66 especies de las cuales existían registros disponibles, y, su criterio es aceptado por Andriashev (1965) en su revisión general de los peces antárticos. Sin embargo, se desconocen las causas que producen tal agrupa-

*Este trabajo ha sido financiado por el Instituto Antártico Chileno y realizado en la Universidad Austral de Chile (Proyecto N° Y-77-88).

**Instituto de Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile. Casilla 57-D, Valdivia.

miento en función de la profundidad. Probablemente sea el resultado de un proceso ecológico evolutivo complejo: la elección del *habitat*.

La elección del *habitat* en muchas especies de peces sobre las cuales existen estudios, muestra ser un proceso dirigido tanto por las particulares características del *habitat*, como por factores del comportamiento (Quertermus, 1975). En los peces pelágicos, por ejemplo, las características físicas y químicas de las masas de agua parecen ser factores importantes para explicar la distribución batimétrica y geográfica de estos organismos (Craddock y Mead, 1970; Méndez y Neshyba, 1976). En los peces costeros, bentónicos y demersales, la complejidad de las áreas rocosas parece proveer mayores oportunidades de elección de *habitat* que los fondos menos heterogéneos (Quertermus, *op. cit.*).

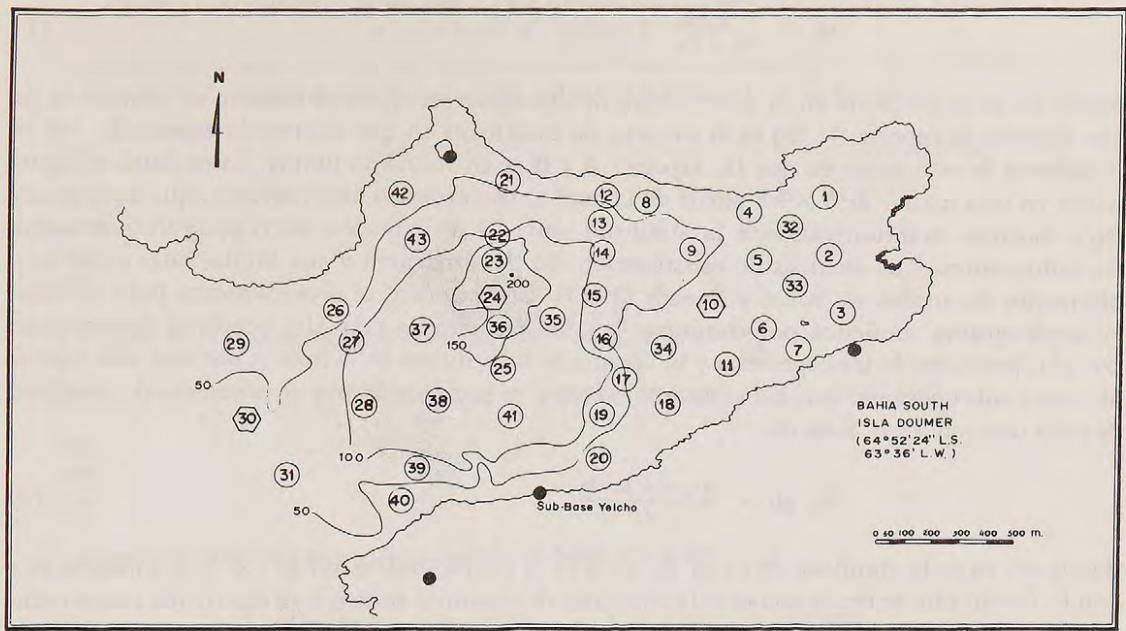
De esta manera, la existencia de *habitats* diferentes en forma de mosaico en los fondos marinos puede ser más explicativa de la distribución de los peces bentónicos, por lo menos a escala local, que el factor profundidad. Si este punto de vista fuera correcto, deberíamos esperar que la distribución espacial de los peces antárticos, tanto batimétrica (vertical) como microgeográfica (local), estuviese mucho más influenciada por los tipos de *habitats* que por el valor intrínseco de la profundidad. Consecuentemente, la separación de grupos de especies por sus preferencias batimétricas, corresponderían, en realidad, al resultado de la selección que las especies hacen de los diferentes *habitats* disponibles en las diferentes profundidades; más estrictamente aún, sería el resultado de la selección de áreas dentro de las gradientes de los factores ambientales, que permiten definir un *habitat* particular.

En el caso de los peces antárticos, este enfoque para explicar su distribución espacial parecería ser extremadamente útil, dado que la mayoría de estos peces son estrictamente bentónicos (Marshall, 1964; De Witt, 1970). Como una manera de contribuir a la comprensión de la distribución espacial de los peces en esta área, se dan a conocer los resultados de la recolección de estos organismos en bahía South, en relación con los *habitats* y la profundidad de la cual fueron extraídos.

MATERIAL Y METODOS

Los peces fueron recolectados en bahía South, isla Doumer, archipiélago de Palmer (64° 52' 24" S; 63° 36' W), durante los veranos antárticos (enero y febrero) de 1972, 1973, 1976 y 1977. Las muestras se obtuvieron con espineles dispuestos sobre el fondo, la posición de cada uno se obtuvo goniométricamente usando 3 puntos de referencia. Luego cada posición fue trasladada a la minuta de sondas N° 7403 del Instituto Hidrográfico de la Armada de Chile, donde fue leída la profundidad del lance efectuado; la posición de los 43 lances efectuados se indica en la Fig. 1. La posición de cada lance contiene cierto error provocado por la deriva de la embarcación, el traspaso a la minuta de sondas y otros menores, sin embargo estimamos que este error de \pm un dos por ciento (aproximadamente 50 m) no afecta las eventuales conclusiones, puesto que es relativamente pequeño, si se compara con el tamaño de la bahía.

Las características del fondo y los microhabitats entre 0 y 40 m, fueron obtenidas durante buceos realizados en el verano de 1977 (42 inmersiones de dos personas y de 30 minutos de duración promedio). El resto de los tipos de fondos nos fue comunicado personalmente por Albert Falco, quien recorrió el fondo de bahía South, en el verano de 1973, en el platillo sumergible "Denise" de la expedición del Calypso a la Antártica. Esta información fue comparada con las características generales del fondo marino en la Antártica, que han sido mencionadas en Hedgpeth (1971) y Arnaud (1974), encontrándose una extraordinaria similitud. Información circunstancial fue obtenida de los restos de fango, pequeñas rocas, etc., aparecidos en los anclotes en cada lance de espinel, la cual también coincide con la infor-



(En base a minuta de sondas N° 7403 I.H.A)

FIG. 1. Situación de las estaciones de muestreo con espinel en Bahía South. Los hexágonos indican las estaciones controles.

mación de la expedición del Calypso. Fue posible diferenciar por lo menos 4 tipos de fondo: rocoso con algas (0-30 m); fondo predominantemente rocoso, cubierto de sedimento fino y una gran cantidad de esponjas (30 hasta 90-110 m); fondo mixto con predominio de sedimentos que forman una capa fangosa, pero donde aún son visibles rocas con esponjas (100-120 hasta cerca de 150 m) y finalmente, fondos de fangos sin rocas ni otros elementos duros visibles (150-200 m), correspondiendo este último tipo de fondo a la depresión que ocupa el centro de la bahía.

Para la confección de los mapas de distribución microgeográfica de los peces de este lugar, se procedió a marcar sobre un plano con las posiciones de las estaciones de muestreo, todas aquellas estaciones donde resultó positiva la captura de una especie, uniendo luego todas las estaciones periféricas donde fue colectada la especie, y sombreándose posteriormente el interior del área así determinada.

Para determinar la distribución batimétrica no sólo se tomaron en cuenta los puntos extremos de la distribución encontrada, sino que además se señala el rendimiento relativo de los lances. Esto es, el promedio general de peces capturados en determinada profundidad en relación con el número de anzuelos empleados, expresándose este rendimiento en porcentaje (es decir, por cada 100 anzuelos); como unidad de tiempo se consideró un período de 8 a 12 horas. A veces por el desencadenamiento de súbitos temporales, los espineles permanecieron más de 12 horas en el agua; estos casos se desecharon para el presente análisis, tanto porque el rango de tiempo utilizado se ampliaría demasiado, como porque organismos tales como anfípodos, estrellas de mar y nemertinos, consumían gran cantidad de peces dejando sólo el esqueleto y la piel.

Para conocer cuantitativamente la sobreposición microgeográfica de las poblaciones de peces en este estudio, se midió el grado de similitud entre la ocurrencia de parejas de especies en las estaciones de muestreo, de acuerdo con el siguiente índice:

$$S_d = \frac{2 \times AB}{A_p + B_q} \quad (1)$$

donde S_d es la similitud en la distribución de dos especies; A_p es el número de estaciones en que aparece la especie A; B_q es el número de estaciones en que aparece la especie B; AB es el número de estaciones en que las especies A y B se encontraron juntas. Estos datos se agruparon en una matriz de 9×9 a partir de la cual se construyó el dendrograma, que aquí se usa para mostrar cuantitativamente la similitud entre la distribución microgeográfica de todas las poblaciones. Las técnicas de construcción del dendrograma y sus limitaciones están ampliamente discutidas en Sokal y Sneath (1963). En resumen, el procedimiento para calcular el dendrograma comienza por combinar las dos especies de más alta similitud determinada por (1); por ejemplo las especies a y b, las que se substituyen en la matriz por una sola especie ab, cuya sobreposición con las restantes especies es por convención el promedio de similitud de cada una con a y b. Esto es:

$$S_{c, ab} = \frac{a_c, a + s_{c, b}}{2} \quad (2)$$

donde $S_{c, ab}$ es la similitud de c con ab; $s_{c, a}$ es la similitud de c con a; y $s_{c, b}$ la similitud de c con b. Luego esto se repite con el más alto valor de similitud en la nueva matriz (de rango reducido por (2) y se continúa hasta que permanezca sólo una similitud entre un par de especies (cf. Cody, 1974:92).

Un problema metodológico adicional se plantea al juntar muestras de diferentes años, puesto que existe la posibilidad que el azar influyese demasiado en las capturas. Para probar esta posible influencia, tres estaciones marcadas con los números 10, 24 y 30 fueron repetidas durante todos los años, para ser utilizadas como réplicas y así constatar si en un determinado punto siempre se capturan las mismas especies y en la misma cantidad.

RESULTADOS

Por lo mencionado con anterioridad, la validez de los resultados que se presentan a continuación depende si en las estaciones controles se obtuvieron resultados concordantes entre sí en los diferentes años, tanto en la recolección de especies como en la proporción en que ellas aparecen. Con el objeto de tener una medida de la concordancia entre los diferentes lances de cada estación control, se obtuvo el coeficiente de concordancia de Kendall (W) cuyos valores fluctúan entre 0 (total desacuerdo) y 1 (acuerdo completo) (Siegel 1956); también se obtuvo la probabilidad asociada con W , bajo la hipótesis de nulidad de que el verdadero valor de W es cero. Los resultados de los lances efectuados se muestran en el cuadro 1.

De ellos podemos concluir con seguridad que el grado de concordancia entre los lances de los diferentes años en las estaciones 10 y 30, es más alto de lo que podríamos esperar por simple azar (Lance 10, $W = 0.813$, $P < 0.05$; Lance 30, $W = 0.906$, $P < 0.02$).

Un caso distinto se presenta en la estación control N° 24, donde el valor del coeficiente de concordancia ($W = 0.625$) no resulta significativamente distinto de cero, superando la probabilidad encontrada ($P < 0.10$) el valor crítico de $P \leq 95\%$. Esto naturalmente indica un grado de error mayor, probablemente debido a la baja abundancia con que aparecen en este lugar *N. gibberifrons* y *T. bernacchii*. Sin embargo, el hecho que en los tres años muestreados en esta estación aparecieran las mismas tres especies nos permite suponer —con una duda razonable— que su aparición aquí no es un fenómeno al azar. Por lo tanto asumir junto con los otros controles, que la unión de los muestreos realizados en los diferentes años, no nos conducirá a equivocaciones en la interpretación de los patrones de distribución espacial

CUADRO 1. Resultados en porcentajes de los muestreos controles durante la recolección de peces en bahía South, archipiélago de Palmer.

1. Estación N° 19 (15 ± 2 m de profundidad) (W = 0.813; P < 0.05)

Año	<i>N. coriiceps</i>	<i>N. rossii</i>	<i>N. gibberifrons</i>
1972	18	2	9
1973	15	1	8
1976	17	5	9
1977	16	5	3

2. Estación N° 24 (200 ± 10 m de profundidad) (W = 0.625; P < 0.10)*

Año	<i>T. hansonii</i>	<i>T. bernacchii</i>	<i>N. gibberifrons</i>
1972	7	2	1
1973	9	1	1
1976	11	1	2

3. Estación N° 39 (60 ± 5 m de profundidad) (W = 0.906; P < 0.02)

Año	<i>N. gibberifrons</i>	<i>Ch. aceratus</i>	<i>N. coriiceps</i>	Otras
1972	10	1	6	1
1973	16	2	7	1
1976	15	0	8	2
1977	7	2	4	1

*Lance de 1977 perdido en temporal.

de los peces de esta bahía. Ciertamente deberán considerarse, con precaución, los valores de abundancia relativa en el nivel de mayor profundidad.

En la Fig. 2 se resumen los valores del rendimiento del espinel *versus* profundidad, indicándose también la principal característica del fondo, que permite establecer algunas relaciones entre éste y las especies de peces que viven en él. De acuerdo con nuestras observaciones submarinas en bahía South, en los primeros 5 m de profundidad prácticamente no se encuentran peces, salvo ejemplares aislados de *N. coriiceps neglecta* que se ubican en pequeñas grietas tapizadas de algas rojas (*Iridea sp.*) donde no se contrastan con el color claro, predominante en esta zona, que le otorgan a las rocas graníticas las algas calcáreas (*Lithophyllum*). Esporádicamente hemos observado a *N. coriiceps* en pozas inframareales, muy raras en bahía South. Por lo que en general podemos estar de acuerdo con Andriashev (1965), quien señala que no existen en la Antártica formas de peces verdaderamente litorales.

Desde 5 m de profundidad hacia abajo, hasta 25 ó 30 m, se extiende en bahía South un cinturón de algas dominado ampliamente por *Phyllogigas grandifolius*, de características similares a las indicadas por Neushul (1964) en bahía Paraíso, es decir, fuerte pendiente de fondos graníticos interrumpidos por acarreos morrénicos submarinos, cuyas superficies se encuentran cubiertas por las grandes frondas de *Phyllogigas* que permiten el albergue de una abundante comunidad bentónica, de la cual son característicos invertebrados tales como: *Bovallia gigantea*, *Patinigera polaris*, *Glytonotus antarcticus* y *Sterechinus neumayeri*. En este sector aumenta considerablemente la representación de los peces, principal-

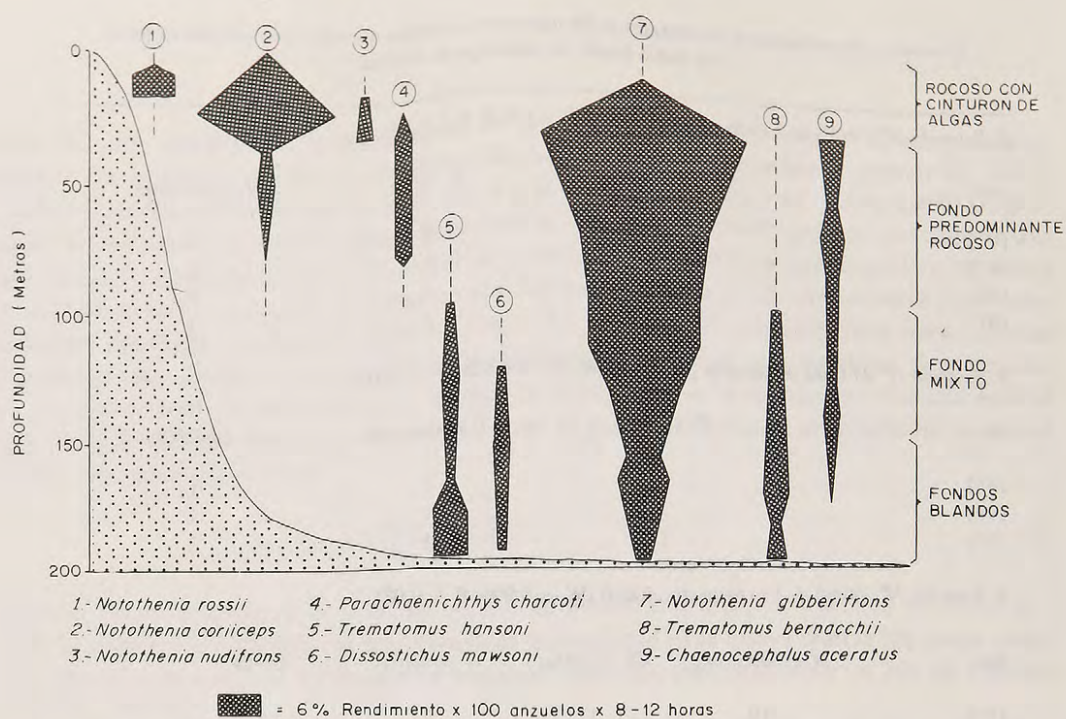


FIG. 2. Distribución batimétrica de las poblaciones de peces recolectados sobre el fondo, durante los veranos antárticos de 1972, 1973, 1976 y 1977.

mente *N. coriiceps*, *N. rossii* y *N. nudifrons*, además de juveniles de las especies precedentes y de *N. gibberifrons*, todos ellos de hábitos bentónicos ya que permanecen posados sobre el fondo, sin movimientos, durante largos períodos (Fig. 3). En este ambiente cada especie ocupa un microhabitat diferente; una indicación en este sentido la obtuvimos durante las inmersiones realizadas (cuadro 2). Con el objeto de precisar los términos empleados en el presente contexto, se emplea la palabra "microhabitat" para designar puntos de características particulares dentro del *habitat* que son utilizados con mayor frecuencia por una determinada población (*habitat* en sentido intracomunitario, Kulesza, 1975).

Del cuadro 2 se desprende, que *N. coriiceps* es más frecuente en las cuevas submarinas o en aquellos accidentes del fondo que son capaces de proporcionar un techo sólido; los juveniles de *N. gibberifrons* en cambio resultaron más frecuentes sobre rocas y areniscas cubiertas por las grandes frondas de *Phyllogigas*. ($\chi^2 = 35.48$; $p < 0.001$). En relación con los microhabitats de *N. rossii* y *N. nudifrons*, por el bajo número de observaciones los resultados no son concluyentes. En forma preliminar podemos adelantar que *N. rossii* se encuentra sobre rocas y sin protección. En *N. nudifrons* parece existir una estrecha relación con agrupaciones de ascidias, en dos casos durante muestreos de ejemplares de ascidias del fondo, encontramos que entre las bases de estos organismos venían ejemplares de *N. nudifrons*; sin embargo aparecieron con mucho más frecuencia en las pescas de espinel realizadas sobre el cinturón de algas. De tal manera que resumiendo las observaciones submarinas y los rendimientos del espinel, parece existir una fuerte asociación entre estas cuatro especies (*N. coriiceps*, *N. rossii*, *N. nudifrons* y los juveniles de *N. gibberifrons*) con el cinturón de *Phyllogigas*.



FIG. 3. Hábitos de vida bentónica de tres especies de peces dentro del cinturón de algas (5 a 30 m): **A.** *Notothenia rossii*, **B.** *Notothenia coriiceps* y **C.** ejemplar juvenil de *Notothenia gibberifrons*. (Fotografías submarinas obtenidas por Antonio Larrea durante el verano de 1977 en bahía South).

CUADRO 2. Microhabitat de las especies de peces comunes dentro del cinturón de algas en bahía South (5 a 30 m de profundidad), enero-febrero de 1977. Se indica el número de observaciones de ejemplares diferentes observados en cuadro inmersiones de dos personas, de 30 minutos de duración promedio.

Microhabitat	ESPECIES			Frecuencia
	<i>N. coriiceps</i>	<i>N. gibberifrons</i> *	<i>N. rossii</i>	
Cuevas y grietas con cobertura permanente	20** (11.6)	3 (9.2)	— (2.12)	23
Sobre rocas cubiertas por frondas de <i>Phyllogigas</i>	4 (11.1)	18** (8.8)	— (2.0)	22
Sobre rocas sin ningún tipo de cobertura	9 (10.2)	5 (8.0)	6** (1.8)	20
Total	33	26	6	= 65
Razones esperadas	33/65	26/65	6/65	

* = solamente ejemplares juveniles, tamaño menor que 12 cms.

** = $\chi^2 = 35.48$ gl = 4 P < 0.0001

() = valores esperados si la distribución fuese independiente del microhabitat.

Entre el cinturón y las zonas inferiores a éste, aparecen como muy poco definidas en relación a un *habitat* específico los adultos de *N. gibberifrons* y *Parachaenichtys charcoti*. En el caso de la segunda especie tampoco podemos adelantar conclusiones dado el bajo número de capturas. *N. gibberifrons* en cambio, es la especie más abundante en las colectas bajo el cinturón de algas y no cabe duda que, en relación con los tipos de fondos que habita, es la especie más eurioica. Seguida de *Chaenocephalus aceratus* que también se encuentra sobre variados tipos de fondo. Por otra parte, tres especies parecen ser características de los substratos blandos, donde existe una desarrollada comunidad de poríferos (Dayton *et al.*, 1970; Hedgpeth, 1971), que comienza en 30 m de profundidad: *Trematomus hansonii*, *Trematomus bernacchii* y *Dissostichus mawsoni*. Lamentablemente por las limitaciones de la profundidad no tenemos observaciones de su microhabitat, sólo observamos bajo 30 m que *T. bernacchii* se encuentra frecuentemente dentro de las esponjas.

Este tipo de análisis de la distribución vertical, tiene el inconveniente de no reflejar necesariamente la sobreposición de las distribuciones de las diferentes especies tratadas, ya que dos especies pueden ocupar niveles similares en la gradiente de profundidad, pero encontrarse separadas en su distribución horizontal. Para obviar este problema en la interpretación y separación de grupos de especies que usan en forma similar los mismos *habitat*, hemos analizado la microdistribución geográfica del conjunto de poblaciones de peces de bahía South. En la Fig. 4 se muestra el área ocupada por cada especie dentro de la bahía. Necesariamente hay que excluir del presente análisis las dos especies cuyas apariciones en las estaciones de muestreo no permiten definir un área, como sucede con *Dissostichus mawsoni* y *Parachaenichthys charcoti*, además de *Chaenocephalus aceratus* con registros muy separados entre sí. Esto con el objeto de no obtener conclusiones poco avaladas por los datos de terreno.

En estos mapas llama la atención que las especies de más amplia distribución son *N. coriiceps* y *N. gibberifrons*, y que su distribución aparece más o menos separada por la isóbata de 50 m. Con distribuciones menos amplias, y acotadas superiormenté por la isóbata de 50 m, aparecen las dos especies de *Trematomus*. El tercer hecho que merece atención en estos resultados es que la distribución de *N. nudifrons* y de *N. rossii* están incluidas dentro de la distribución de *N. coriiceps*.

En la Fig. 5 se muestra un tercer aspecto de las distribuciones de este grupo de especies: la similitud en la distribución microgeográfica. Este análisis nos muestra claramente que

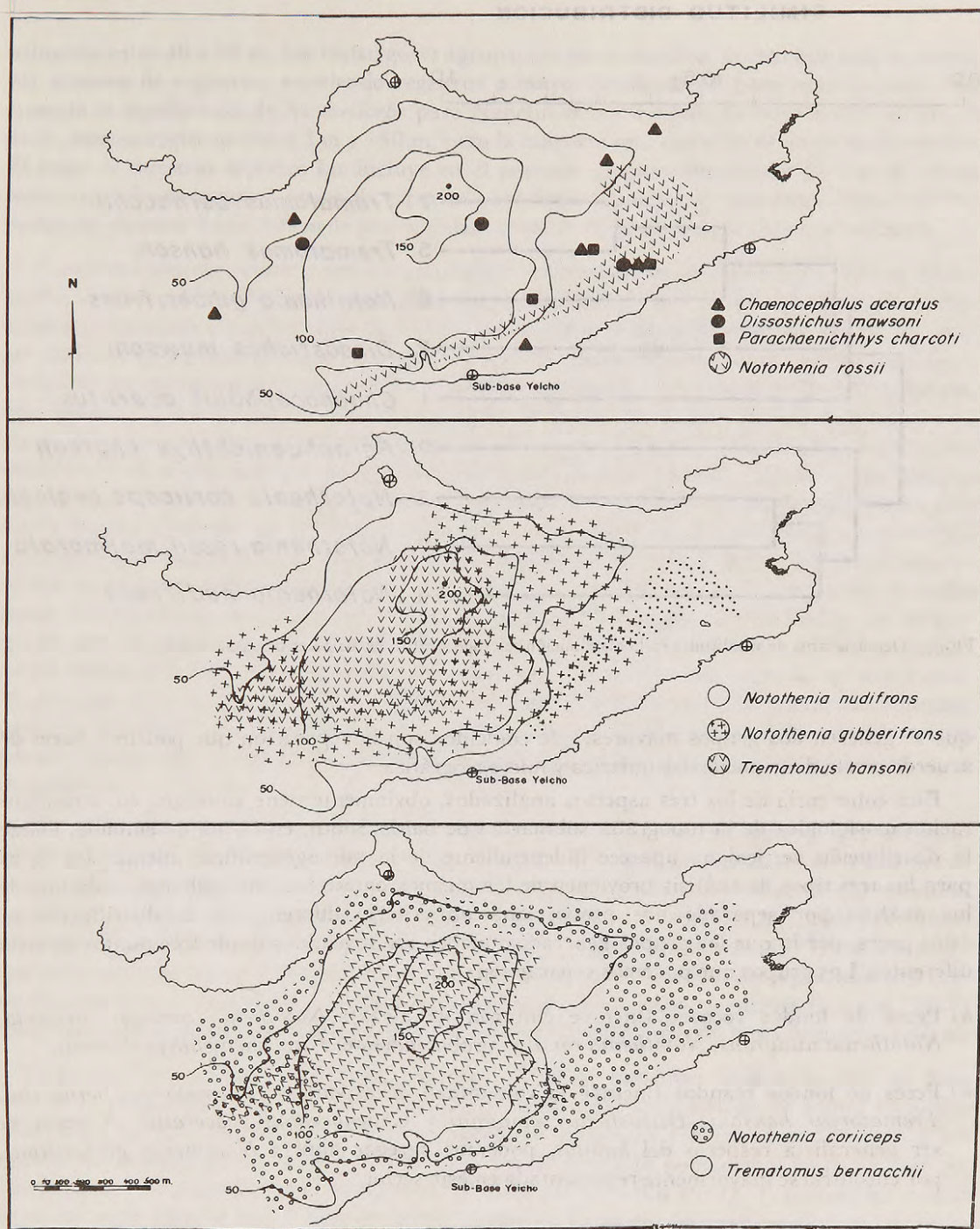


FIG. 4. Distribución microgeográfica de las poblaciones de peces recolectados con espinel en bahía South.

las similitudes encontradas son, en general, bajas, y que la mayor similitud se da en un par de especies del mismo género: *T. hansonii* y *T. bernacchii*, y que especies cuya distribución está incluida dentro de la distribución de otra aparecen con niveles muy bajos de similitud, como es el caso de *N. rossii* y *N. nudrifrons* con *N. coriiceps*. En el dendrograma llama la atención

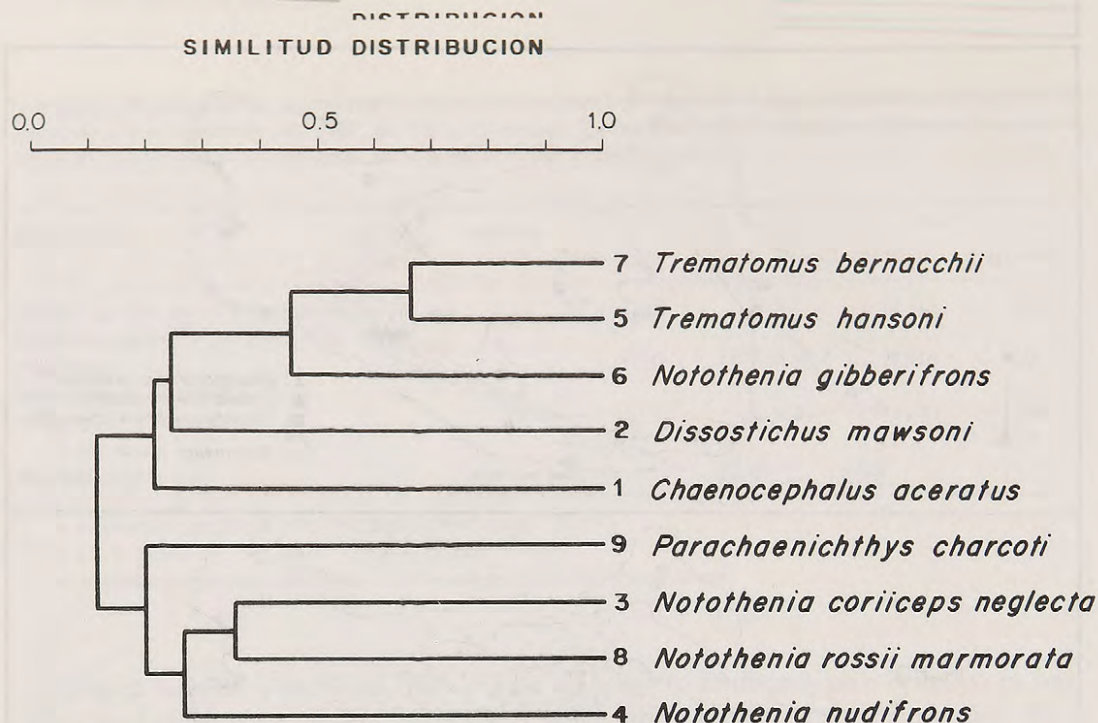


FIG. 5. Dendrograma de similitudes en la distribución microgeográfica de los peces de bahía South.

que se generen dos grupos mayores, que coinciden con la separación que podemos hacer de acuerdo con la distribución batimétrica y microgeográfica.

Esta coherencia de los tres aspectos analizados, obviamente tiene su origen en la configuración morfológica de la topografía submarina de bahía South, en forma de embudo, donde la distribución vertical no aparece independiente de la microgeográfica; además los datos para los tres tipos de análisis provienen de los mismos muestreos. Sin embargo, cada uno de los análisis por separado nos proporciona un criterio diferente de la distribución de estos peces, por lo que los grupos generados pueden ser sostenidos desde tres puntos de vista diferentes. Los grupos que podemos separar son:

- a) Peces de fondos rocosos (incluye cinturón de algas): *Notothenia coriiceps neglecta*, *Notothenia nudifrons*, *Notothenia rossii* y, probablemente, *Parachaenichthys charcoti*.
- b) Peces de fondos blandos (incluye la comunidad de esponjas): *Trematomus bernacchii*, *Trematomus hansonii*, *Dissostichus mawsoni* y *Chaenocephalus aceratus*. A pesar de ser generalista respecto del *habitat*, podemos agregar aquí a *Notothenia gibberifrons*, por encontrarse mayormente representada en este sector.

DISCUSION

Los grupos separados por Nybelin (1947) están basados exclusivamente en las profundidades de captura, además su clasificación fué construida con los datos disponibles en esa fecha. Según esta clasificación de las especies tratadas en el presente trabajo, sólo una de ellas corresponde al grupo 1, estenobáticas de aguas someras (*Notothenia coriiceps neglecta*). De acuerdo con este autor, este grupo se caracteriza por presentar un límite inferior de dis-

tribución entre 40 a 60 m. Sin embargo su agrupación no es taxativa, puesto que está en el mayor número de registros, existiendo registros a mayor profundidad pero muy escasos. Por ejemplo la distribución de *N. coriiceps* para Nybelin es como sigue: (3 m) 5 a 40 (150 m), es decir, existen registros entre 3 m y 150 m, pero la mayoría está entre 5 y 40 m de profundidad. El resto de nuestras especies las incluye en el segundo grupo: especies euribáticas de aguas someras, definido como el grupo de especies cuyo límite superior se encuentra entre 0-40 m, pudiendo alcanzar hasta 500 m de profundidad, como se desprende de la lista que presenta.

Consecuentemente, entre nuestros resultados —tomando en consideración sólo el factor profundidad— y los de Nybelin, no existen contradicciones. Sin embargo, al relacionar la distribución batimétrica con los tipos de *habitat* disponibles en el fondo de bahía South, es posible realizar un agrupamiento de las especies que corresponde más a una realidad ecológica y cuya forma más general es: peces del cinturón de algas y peces de la comunidad de esponjas; coincidiendo la distribución vertical de los tipos de fondo con la distribución batimétrica de las poblaciones de peces. Este hecho en particular aparece como explicativo de la ubicación espacial de estas poblaciones, ya que el hecho que una determinada especie sea euribática, sugiere que el tipo de *habitat* que prefiere se encuentra en diferentes profundidades en distintos puntos alrededor de las costas antárticas. Una evidencia de este hecho se encuentra al comparar la distribución de *T. hansonii* y *T. bernacchii* del sector de McMurdo, de acuerdo con un esquema presentado por De Vries (1970), con la situación de estas especies en bahía South. En McMurdo estas especies se encuentran desde 20 m hasta cerca de 300 m; sin embargo, en este lugar no existe un cinturón de algas desarrollado (Dayton *et al.* 1970), probablemente debido a la formación de “hielo anclado” hasta 30 m. En este lugar no se encuentran *N. coriiceps*, *N. rossii* y *N. nudifrons* (De Witt y Tyler 1960). Lowry (1975) también encontró grandes diferencias al comparar la fauna béntica entre McMurdo y Arthur Harbor (isla Anvers) muy cerca a bahía South (40 km) atribuyendo las diferencias a diferentes tipos de sustrato.

Por otra parte, Everson (1970) da a conocer la distribución batimétrica del conjunto de peces de bahía Borge, en las islas Signy (Orcadas del Sur), donde existe un cinturón de *Phyllogigas*. Del mapa que presenta, con la topografía del fondo y las zonas en que recolectó los peces se pueden concluir que, al igual que en bahía South, *N. coriiceps*, *N. rossii* y *N. gibberifrons* (juveniles en el cinturón de algas en este lugar, según Richardson, 1975) son las especies más comunes sobre 20 m, y *Chaenocphalus aceratus* en cambio fue capturado con mayor frecuencia en zonas con profundidades superiores a 20 m. Anteriormente Everson (1969) había señalado la presencia en este lugar de *T. bernacchii* colectado con línea de mano en 45 m.

Una situación similar nos reporta Hureau (1970) al comentar la distribución, en función de la profundidad, de los peces más abundantes en el archipiélago de Punta Geología (Tierra de Adelia). *Notothenia coriiceps neglecta* se encuentra estrictamente limitada a las aguas poco profundas (0 a 30 m), con un máximo de densidad poblacional entre 15 y 20 m. También en este lugar existe el cinturón de *Phyllogigas* (Arnaud 1974). *T. bernacchii* es más frecuente entre 20 y 60 m y *T. hansonii* entre 30 y 60 m. Estas dos últimas especies en las colectas con espinel las encontramos en bahía South bajo 90 m. Sin embargo, durante los buceos observamos en varias oportunidades a *T. bernacchii* dentro de esponjas de la familia Rosellidae, desde 30 a 40 m, lo que sugiere una interacción entre esas esponjas y el pez. Dayton (1974) señala que en McMurdo las esponjas son utilizadas como refugio por los peces para evitar la depredación por parte de focas. Esta interpretación que puede en teoría ser cierta para los peces en general, en el caso de *T. bernacchii* parecería ser más bien una relación con fines reproductivos, puesto que en todas las esponjas observadas con ejemplares de *T. bernacchii* se encontraron huevos y embriones de peces, y los ejemplares ante la presencia del buzo mostraron una actitud agresiva. Este fenómeno está siendo investigado actualmen-

te, ya que para obtener conclusiones precisas es necesario establecer la identidad de las larvas, la posible existencia de huevos en los estómagos de los ejemplares por si se tratara de predación, además el estado de madurez de las gónadas de los ejemplares de *T. bernacchii* encontrados dentro de las esponjas. En todo caso, cualquiera que sea la interpretación correcta de esta relación, su existencia nos plantea la importancia que tienen las esponjas en la distribución batimétrica y microgeográfica de *T. bernacchii*, y probablemente de otras especies de peces.

A pesar de la limitación de los datos disponibles en la literatura para hacer comparaciones, las observaciones sugieren la existencia de una estrecha asociación entre el tipo de *habitat* o la comunidad bentónica y las especies de peces presentes. Esta sugerencia adquiere validez principalmente para especies que pueden ser consideradas como especialistas (que utilizan un solo tipo de *habitat*), por lo que especies como *Notothemia gibberifrons* difícilmente pueden ser incluidas en un solo grupo o su inclusión debe hacerse con reservas. En este último caso tal vez existan otros factores del nicho que expliquen mejor su distribución, ya que esta especie aparece como generalista frente al tipo de *habitat*, y según Lowry (1975), en las costas del archipiélago de Palmer resulta más común en verano que en invierno, lo que sugiere migraciones verticales estacionales entre *habitats*.

En suma, las evidencias de la literatura y nuestros resultados son consistentes, en el sentido que particulares *habitats* son ocupados en zonas geográficas muy distantes entre sí, por la mismas especies. De acuerdo con esto podemos sugerir que el hecho de clasificar los peces bentónicos antárticos por la profundidad, como primeramente propusiera Nybelin (1947) y Andriashev (1965), representa más que una dependencia de la profundidad, una evolución de las diferentes especies por ocupar los *habitats* disponibles, proceso en el cual las especies se encuentran bastante diferenciadas. Esta segregación por *habitat* es particularmente interesante en las especies congénéricas, y si utilizamos la nomenclatura que han introducido en la teoría ecológica Moreau (1948) y Cody (1974), existe un "aislamiento ecológico" y "mecanismos de coexistencia" en relación con el factor espacio, considerado como un eje del nicho en el sentido de Hutchinson (1958). En efecto, están segregadas por *habitat*: *N. rossii*, *N. coriiceps* y *N. nudifrons* de *T. bernacchii*, *T. hansonii* y *N. gibberifrons*; y están segregados dentro del *habitat*: *N. coriiceps*, *N. rossii* y *N. nudifrons*. Lamentablemente no disponemos de observaciones mayores dentro del *habitat* profundo, pero por lo menos conocemos que *T. bernacchii* utiliza las grandes esponjas silíceas como refugio (ante la predación o para su ovipostura), constituyéndose así en un probable caso en que una relación interespecífica es un factor importante en la distribución vertical de un pez antártico.

La obtención de un modelo realístico de distribución espacial de los peces antárticos requiere de la comprensión de la interacción de muchas variables, por ejemplo aparte de las discutidas aquí (profundidad, tipo de *habitat*, microhabitat e interacciones del tipo comensalista) es necesario conocer el papel que en ella pueden jugar la competencia, predación por parte de otros vertebrados, disponibilidad ambiental de alimentos, etc. Sólo a partir de un enfoque ecológico global se podría llegar a predecir la distribución espacial de las comunidades de peces litorales alrededor de las costas del continente antártico. Por la evidencia aportada en la presente contribución, podemos concluir que las características del *habitat* bentónico juegan un papel primario importante en la comprensión de los patrones de distribución, y probablemente también la heterogeneidad que agregan al fondo marino los organismos sésiles dominantes, como macroalgas y poríferos.

Se estudió la distribución vertical y local de las poblaciones de peces bentónicos costeros recolectados en bahía South, isla Doumer, archipiélago de Palmer, en relación a los tipos de *habitats* existentes en el fondo marino. Se separaron las poblaciones según sus preferencias de *habitat*, utilizando tres métodos de análisis distintos: a) análisis de la distribución vertical; b) análisis de la densidad relativa, y c) análisis de la microdistribución geográfica por medición de la similitud de aparición en 43 estaciones de muestreo, correspondientes a los veranos 1972, 1973, 1976 y 1977.

Los tres métodos entregaron resultados similares, permitiendo hacer las mismas agrupaciones de especies; una que reúne los peces típicos del cinturón de algas y otra que reúne a los peces de la comunidad de esponjas.

Al comparar nuestros resultados con los existentes en la literatura, se concluye que las mismas especies ocupan *habitats* muy similares en lugares muy distintos entre sí alrededor de la Antártica. Se discute el probable aislamiento ecológico de 4 especies congénéricas según su microhabitat dentro del cinturón de algas, a partir de observaciones realizadas con buceo autónomo.

AGRADECIMIENTOS. Los autores desean agradecer al Instituto Antártico chileno su ayuda financiera y logística durante el desarrollo de este proyecto. A los señores Antonio Larrea y Leonardo Rojas, buzos y fotógrafos, quienes nos acompañaron durante las inmersiones en aguas antárticas. A nuestros colegas J. C. Castilla y N. Bahamonde, quienes revisaron la primera versión del manuscrito. Finalmente, al Instituto de Ecología y Evolución de la Universidad Austral, donde hemos tenido todas las facilidades para desarrollar este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ANDRIASHEV, A. P., 1965. "A general review of the antarctic fish fauna". *Monographiae Biologicae*, **15**:491-550.
- ARNAUD, P. M., 1974. "Contribution a la bionomie marine benthique des régions antarctiques et subantarctiques". *Téthys*, **6** (3):467-653.
- CODY, M. L., 1974. "Competitions and the structure of Bird communities". *Monographs in population biology*, **7**:1-318 (Princeton Univ. Press).
- CRADDOCK, J. E. and G. W. MEAD, 1970. "Midwater fishes from the Eastern South Pacific Ocean". *Anton Bruun Rept.*, **3**, Sci. Res. Southeast Pac. Exp. U.S.A.
- DAYTON, P. K., ROBILIARD, G. A. and R. T. PAINE, 1970. "Benthic faunal zonation as a result of Anchor Ice at McMurdo Sound, Antarctica". En *Antarctic Ecology*, vol. **1**:244-258, Ed. M. W. Holdgate, Academic Press, London.
- DAYTON, P. K., ROBILIARD, G. A., R. T. PAINE and L. B. DAYTON, 1974. "Biological accommodation in the benthic community at Mc Murdo Sound, Antarctica". *Ecological Monographs*, **44**(1):105-128.
- DE VRIES, A. L., 1970. "Freezing resistance in Antarctic fishes". En: *Antarctic Ecology*, vol. **1**:320-328, Ed. M. W. Holdgate, Academic Press, London.
- DE WITT, H. H., 1970. "The character of the midwater fish of the Ross Sea, Antarctica". En: *Antarctic Ecology*, vol. **1**:305-314, Ed. M. W. Holdgate, Academic Press, London.
- DE WITT, H. H. and J. C. TYLER, 1960. "Fishes of the Stanford Biological Research Program. 1958-1959". *Stanford Ichth. Bull.*, **7**(4):162-199.
- EVERSON, I., 1969. "Inshore fishes from the South Orkney and South Shetland Islands, the Antarctic Peninsula and South Georgia". *Br. Antarct. Surv. Bull.*, (19):89-96.
- EVERSON, I., 1970. "The populations dynamics and Energy Budget of *Notothenia neglecta* Nybelin at Signy Island, South Orkney Islands". *Br. Antarct. Surv. Bull.*, (23):25-50.
- HEDGPETH, J. W., 1971. "Perspectives of Benthic ecology in Antarctica". En: Quam, L. O. ed. *Research in the Antarctica*. Amer. Ass. Adv. Sci. Publ., (1):93-136.
- HUREAU, J. C., 1970. "Biologie comparés de quelques Poissons antarctiques. (Nototheniidae)". *Bull. Inst. Oceanogr. Monaco*, **68** (1391):1-244.
- HUTCHINSON, G. E., 1958. "Concluding remarks". *Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol.*, **22**:415-427.
- LOWRY, J. K., 1975. "Soft Bottom Macrobenthic Community of Arthur Harbor, Antarctica". *Antarct. Res. Ser.*, **23** (1):1-19.
- KULESZA, G., 1975. "Comment on niche, habitat, and Ecotope". *Amer. Nat.*, **109**(968):476-479.
- MARSHALL, N. B., 1964. "Some convergence between the benthic fishes of polar seas". En: *Biologie Antarctique*, Hermann-Paris, 273-278.

- MÉNDEZ, R. y S. NESHYBA, 1976. "Relación entre las variaciones mensuales de temperaturas superficiales y la distribución de los recursos pesqueros de sierra, jurel y sardina, en el Pacífico Sur Este". Rev. Com. Perm. Pacífico Sur, (5):139-146.
- MOREAU, R. E., 1948. "Ecological isolation in a rich tropical avifauna". J. Anim. Ecol., **17**:113-126.
- NEUSHUL, M., 1964. "Diving observations of sub-tidal antarctic marine vegetation". Botan. Marina, **8** (24):234-243.
- NYBELIN, O., 1947. "Antarctic fishes". Sci. Res. Norw. Antarct. Exp. 1927-1928, **26**:1-76.
- QUERTERMUS, J. C., 1975. "Prior experience as a factor in habitat selection by the Cichlid fish *Tilapia mossambica*". Trans. Am. Fish. Soc., **104** (4):742-751.
- RICHARDSON, M. G., 1975. "The dietary composition of some antarctic fishes". Br. Antarct. Surv. Bull., (41-42):113-120.
- SIEGEL, S., 1956. "Non-parametric statistics for the Behavioural Sciences". McGraw-Hill, New York.
- SOKAL, R. and P. SNEATH, 1963. "Principles of numerical taxonomy". Freeman Press, San Francisco.