

VARIACIONES DIARIAS DEL ZOOPLANCTON EN UNA ESTACION FIJA FRENTE A NAMIBIA

M.P. Olivar

Instituto de Ciencias del Mar, Barcelona, España

Vertical distribution of the main zooplankton and ichthyoplankton groups collected over a two-day sampling cycle at a fixed station off North Namibia is analysed. Abundance of the different groups, as well as the zooplankton biomass, was found to be highest between 0 and 20 m from the surface. The euphausiids group was the most affected by conditions of light and denser concentrations were found in all stratus sampled during nighttime. The highest abundances of fish larvae were found between the surface and the thermocline - coinciding with denser concentrations of zooplankton biomass - and showed no vertical migration.

Ce travail présente les résultats de l'étude de la répartition verticale des groupes les plus nombreux du zooplancton et de l'ichtyoplancton échantillonnés au cours d'un cycle de deux jours, dans une station fixe, dans les eaux au large de l'extrême nord de la Namibie. Les plus grandes concentrations des divers groupes et de la biomasse de zooplancton ont été trouvées entre 0 et 20 m de la surface. Le groupe des euphausiacés est celui dont la présence était liée le plus nettement à l'éclairement, les concentrations les plus importantes étant observées dans toutes les strates étudiées pendant les heures d'obscurité. On a relevé les plus fortes abondances de larves de poisson entre la surface et la thermocline; elles y coïncidaient avec les concentrations maximums de biomasse zooplanctonique et ne présentaient pas de déplacements verticaux.

En el presente trabajo se ofrecen los resultados del estudio de la distribución vertical de los grupos más numerosos del zooplancton y del ictioplancton recolectados a lo largo de un ciclo de muestreo de dos días, en una estación fija, en aguas del extremo norte de Namibia. Las abundancias de los diversos grupos, así como la biomasa de zooplancton, presentaron las mayores concentraciones entre los 0 y 20 m superficiales. El grupo constituido por los eupausiáceos fue el que presentó una más clara relación con las condiciones de luz, observándose mayores concentraciones en todos los estratos considerados durante las horas de oscuridad. Las mayores abundancias de larvas de peces se obtuvieron desde la superficie a la termoclina, coincidiendo con las más altas concentraciones de biomasa zooplanctónica, y no mostraron desplazamientos verticales.

INTRODUCTION

Durante el mes de abril de 1986 se llevó a cabo, en aguas de Namibia, la campaña SNEC II (*Spanish Namibian Environmental Cruise*), realizada a bordo del B/O "AFRICANA". El principal objetivo de esta campaña fue el estudio de las condiciones medio-ambientales y del plancton de la región. En esta ocasión, debido a que el muestreo se llevó a cabo en una época en que el afloramiento presentaba poca intensidad, y a que se observó una entrada de aguas de Angola hasta alrededor del paralelo 22° S, se decidió dedicar especial atención, por una parte, al estudio de estructuras frontales tales como la del sistema Benguela y Angola, y por otra, al de las poblaciones asociadas a la corriente de Angola.

Análisis detallados de la situación hidrográfica obtenida durante la campaña, así como del fito, zoo e ictioplancton han sido tratados en otras publicaciones (Masó, 1987, Salat *et al.*, 1988, Estrada y Marrasé, 1987, Olivar y Barangé, *in press*). En el presente trabajo se ofrecen los resultados del examen del zooplancton e ictioplancton capturado a lo largo de dos días, en una estación fija, situada en la región norte de Namibia. El objetivo fundamental de este estudio era observar posibles desplazamientos verticales de los distintos grupos del zooplancton o de las larvas de peces a lo largo del período de muestreo.

MATERIAL Y METODOS

Se muestreó un punto fijo situado a nivel del paralelo 18° S y del meridiano 10° 30' E, sobre la isobata de 3 550 m.

Las pescas se realizaron con una red múltiple de apertura y cierre automático provista de redes de 200 μ m de luz de malla. Se seleccionaron cinco niveles de muestreo: entre 0 y 20 m, de 20 a 40 m, de 40 a 60 m, de 60 a 100 m y de 100 a 200 m. Al mismo tiempo se obtuvieron datos hidrográficos y de clorofila a.

Se estableció un sistema de muestreo con una periodicidad aproximada de dos horas, aunque este

intervalo fue a veces superado. En las Figuras 1 a 6 se indica el ciclo de muestreo, en horas, comenzando a las 10:30 del día 24 de abril y terminando a las 6:20 del día 26 de abril.

De cada una de las pescas se valoró el biovolumen total de plancton por decantamiento del líquido intersticial. Se separó la totalidad de huevos y larvas de peces. Se contó una submuestra o la totalidad de eufausiáceos (según la abundancia), y una submuestra de los copépodos y quetognatos. Los datos de abundancia se transformaron a número de individuos/1 000 m³, usando el volumen teórico de agua filtrado por la red.

RESULTADOS

Los valores de los parámetros hidrográficos y de clorofila a obtenidos durante el periodo estudiado se presentan en el trabajo de Gutierrez *et al.*, (1986).

La estación de muestreo se situó en un área totalmente afectada por la corriente de Angola. A lo largo de los dos días de muestreo se mantuvo una fuerte termoclina situada entre 20 y 40 m. Los 20 primeros metros correspondieron a una zona en donde la temperatura fue bastante homogénea, de unos 21 °C y la salinidad de 35,8-35,9. Los gradientes de temperatura y salinidad en la región de la termoclina fueron muy marcados, observándose una disminución de 5 °C de temperatura y 0,3 de salinidad.

Las concentraciones de clorofila a presentaron valores altos, 8±4 mg/m³, por encima de los 20 m y menores a 1 mg/m³ por debajo de los 20 m. Cabe señalar que se observan importantes diferencias entre las concentraciones de clorofila a obtenidas en las diversas horas de muestreo, sin embargo no se apreció ninguna periodicidad o tendencia en dichos cambios a lo largo de los dos días.

Entre los grupos del zooplancton estudiados, los copépodos constituyeron el grupo numéricamente más importante, seguido de quetognatos y eufausiáceos. Los huevos y larvas de peces fueron escasos en relación al resto de los grupos.

La abundancia, tanto de la biomasa zooplanc-

tónica, como del número de individuos de los diversos grupos encontrados a lo largo del muestreo, fueron significativamente diferentes ($p < 0,01$), en los distintos niveles de la columna de agua. Los 20 primeros metros mostraron las más altas concentraciones, con una disminución progresiva a medida que se profundiza en la columna de agua. No se encontraron diferencias significativas entre los tres niveles más profundos, salvo en la abundancia de eufausiáceos.

La distribución vertical de huevos y larvas de peces mostró ciertas peculiaridades. La disminución de la abundancia con la profundidad fue menos acusada que en los demás grupos. Así, las concentraciones de larvas fueron aún relativamente importantes a nivel de la termoclina, y una parte importante de los huevos se encontró incluso a mayores profundidades.

Para el estudio de las variaciones diurno-nocturnas se agruparon los resultados obtenidos para los tres niveles situados por debajo de la termoclina, y en el caso de huevos y larvas se agruparon también los resultados obtenidos a nivel de termoclina y superficie. En las capas del fondo se observaron diferencias significativas entre día y noche para el biovolumen de zooplancton y los eufausiáceos, que fueron más abundantes en las pescas nocturnas ($p < 0,01$), y para los huevos de peces que fueron más abundantes en las pescas diurnas ($p < 0,05$). A nivel de termoclina se observaron mayores concentraciones nocturnas de biovolumen, copépodos y eufausiáceos ($p < 0,01$). En la capa superficial, sin embargo, no se observaron diferencias significativas de abundancia entre día y noche para ninguno de los grupos estudiados.

Una observación más detallada de las variaciones día y noche, a lo largo de las diversas horas de muestreo para cada uno de los grupos considerados, puede obtenerse del examen de las Figuras 1 a 6. Las tendencias más claras se observan en la representación de los biovolúmenes de plancton en el fondo y a nivel de la termoclina, en los que los máximos y mínimos en las curvas de abundancia siguen bastante bien la senoide de máximos y mínimos de luz (Fig. 1). Asimismo, las variaciones en la cantidad de eufausiáceos recolectados en los tres estratos a lo largo de los dos días, mostró una relación clara con la situación de

luz u oscuridad en que se realizaron las pescas, en el sentido de que las máximas concentraciones se dieron durante las horas de oscuridad. En superficie, único estrato donde fueron abundantes las larvas de eufausiáceos, el pico se presentó en las pescas realizadas a las 2:00 de la mañana, y en las pescas de las 4:00 de la mañana comenzaba a apreciarse una disminución relativa en su abundancia (Fig. 2). Copépodos, quetognatos y huevos y larvas de peces no presentaron ninguna tendencia, en ninguno de los estratos considerados, a lo largo de los dos días de muestreo (Fig. 3 a 6).

En el Cuadro 1 se presenta la lista de especies aparecidas como huevos o larvas a lo largo del ciclo estudiado. Gran parte de estas especies son típicas de regiones más calidas que la de Benguela, y su presencia en esta zona debe estar asociada al agua de Angola. Entre ellas merece mención la especie *Bathylagus argyrogaster*, cuyos adultos se distribuyen en aguas ecuatoriales y tropicales del Atlántico Este (Kobylyanskiy, 1985) y que en aguas de la corriente de Benguela sólo han sido señaladas de forma esporádica y nunca tan al norte (Hermes y Olivar, 1987). Por otra parte, en esta ocasión se hallaron huevos y/o larvas de especies de regiones tropicales y subtropicales (Smith y Heemstra, 1986) como *Vinciguerria nimbaria*, *Scopelarchus guentheri* y *Chlorophthalmus atlanticus*, cuyas larvas no habían sido citadas con anterioridad en la región afectada por la corriente de Benguela.

Las larvas de *Symbolophorus sp.* e *Hygophum macrochir* fueron las más abundantes, y estuvieron presentes básicamente sobre la termoclina y la superficie (Fig. 7). No se observaron indicios de movimientos verticales durante los dos días de muestreo.

DISCUSION

La importancia y universalidad de los fenómenos de migración vertical del zooplancton han sido tratados en numerosas ocasiones (Vinogradov, 1970, Vuorinen, 1986, y Forward, 1988). En este trabajo, al presentar resultados de la distribución vertical de diversos grupos del zooplancton de forma global y no a nivel específico, no se puede abordar real-

mente el problema de las migraciones verticales, puesto que probablemente los resultados en este sentido quedan enmascarados por comportamientos particulares de las diversas especies e incluso de los distintos estadios de la ontogenia. A pesar de ello, los resultados obtenidos permiten señalar la destacada preferencia por los niveles superiores de la columna de agua a lo largo de todas las horas del día. El fuerte gradiente de salinidad y temperatura impuesto por la termoclina parece actuar de barrera impidiendo desplazamientos a través suyo, como ya ha sido indicado en numerosas ocasiones.

Las diferencias día-noche observadas por los eufausiáceos en los niveles de fondo y termoclina indican una migración nocturna desde regiones más profundas de los 200 m hacia estas zonas. Los picos nocturnos de eufausiáceos en superficie, que corresponden a larvas, no pueden atribuirse a una migración vertical del mismo tipo, difícil de justificar atendiendo a la capacidad natatoria de estadios tan poco desarrollados. Estas concentraciones de larvas en superficie podrían ser el resultado de unas pautas de puesta-eclosión sincronizada regida por ciclos diarios. Estos picos no parecen relacionados con la denominada "migración ontogenética" (Roe *et al.*, 1984), según la cual los huevos eclosionan a una profundidad determinada y los sucesivos estadios larvales ascienden en la columna de agua, ya que por debajo del nivel de superficie, prácticamente no se capturaron larvas de eufausiáceos. La interpretación de las diferencias en la capturas día-noche debe ser cautelosa ya que además de los efectos migratorios de los individuos estudiados, debe considerarse la variación en la eficiencia de muestreo entre horas de luz y oscuridad cuando los organismos son potencialmente capaces de evitar la red.

Las altas concentraciones, en el estrato superficial, tanto de zooplancton en general, como de larvas de peces en particular, coinciden con las concentraciones más elevadas de clorofila a, lo que nos permite caracterizar a este nivel como trófica-mente adecuado para el desarrollo del zooplancton, y especialmente del ictioplancton. Este hecho, unido a la falta de indicios de desplazamiento de las larvas de peces a través de la termoclina, parece totalmente justificable desde el punto de vista energético. Las larvas de las dos especies

más abundantes, *Symbolophorus sp* e *Hygophum macrochir*, no presentaron migración vertical alguna en el periodo de estudio, lo cual puede ser debido, en parte, a una limitada capacidad natatoria.

AGRADECIMIENTOS

Deseo manifestar mi agradecimiento a la Sra. L. Recasens y al Sr. F. Pagés por su ayuda en la separación de las muestras y a todos los participantes en la campaña SNEC II por su colaboración en la obtención de las mismas. Este trabajo ha sido subvencionado por el Proyecto 1568/82 de la CAYCIT.

REFERENCIAS

- ESTRADA, M. y MARRASE, C. 1987 - Phytoplankton biomass and productivity off the Namibian coast. In: *The Benguela and Comparable Ecosystems*. Payne, A.I.L., Gulland, J.A. and K.H. Brink (Eds.) *S.Afr. J. mar. Sci.* 5: 347-356.
- FORWARD JR., R.B. 1988 - Diel vertical migration: zooplankton photobiology and behaviour. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.* 26: 361-393.
- GUTIERREZ, E., MARRASE, C. y RUBIES, P. 1986 - Datos básicos de la campaña oceanográfica "SNEC II" en las costas de Namibia (Abril 1986). *Datos informativos Instituto de Ciencias del Mar de Barcelona C.S.I.C.* 18 : 1-63.
- HERMES, R. y OLIVAR M.P. 1987 - Larval development of *Bathylagus argyrogastrer* Norman 1930 (Teleostei, Bathylagidae). *Inv. Pesq.* 51(4): 483-489.
- KOBYLYANSKIY, S.G. 1985 - Material for the revision of the genus *Bathylagus* Gunter (Bathylagidae): The group of "light" deepsea smelts. *J. Ichthyol.* 25(2) : 1-17.
- MASO, M. 1987 - Preliminary hydrological results

- of the "Spanish Namibian Environmental Cruise" survey "SNEC-II". ICSEAF *Colln scient. Pap. int. Commn SE. Atl. Fish.* 14 (II): 113-128.
- OLIVAR, M.P. y BARANGE, M. - Vertical and horizontal distribution of ichthyoplankton in the northern Benguela region during a period of quiescent upwelling (*in press*).
- ROE, H.S.J., JAMES, P.T. y THURSTON, M.H. 1984 - The diel migrations and distributions within mesopelagic community in the North East Atlantic. 6. Medusae, Ctenophores, Amphipods and Euphausiids. *Prog. Oceanog.* 13: 425-460.
- SALAT, J., MASO, M. and BOYD, A.J. 1988 - Water masses distribution and geostrophic circulation off Namibia during April 1986. *International Commission for the Southeast Atlantic Fisheries SAC/88/S.P./25* (mimeo).
- SMITH, M.M. y HEEMSTRA, P.D. (Eds) 1986 - *Smiths' Sea Fishes*. Johannesburg; Macmillan: xx+1047 pp.
- VINOGRADOV, M.B. 1970 - Vertical ditribution of the oceanic zooplankton. *Izdatel 'stvo "Nauka" Moskva*. Translated from Russian. Israel Program for Scientific Translations: Jerusalem.
- VUORINEN, I. 1986 - Selective planktivory - effect on vertical migration and life-cycle parameters of zooplankton. *Finnish Marine Research* 253: 3-33.

CUADRO 1. Lista de las especies del ictioplancton capturada durante el ciclo de 48 horas

Pterothrissus belloci
Anguilliformes
Etrumeus whiteheadi
Engraulis capensis
Argentinidae
Bathylagus argyroaster
Bathylagus sp
Cyclothone braueri
Sternoptichidae
Vinciguerria nimbaria
Gonostomatidae
Chauliodus sloani
Stomias boa boa
Stomiiformes
Chloroptalmus atlanticus
Scopelarchus guentheri
Lestidiops sp
Protonyctophum (H.) ? chilensis
Hygophum macrochir
Symbolophorus sp
Lampanyctus ? isaacsi
Lampanyctus sp
Notoscopelus sp
Lampanyctinae
Myctophidae
Mictophiformes
Zeiformes
Trachurus trachurus
Cepolidae
Parablennius pilicornis
Gobiidae
Tetragonurus cuvieri
Stromateidae
Bothidae

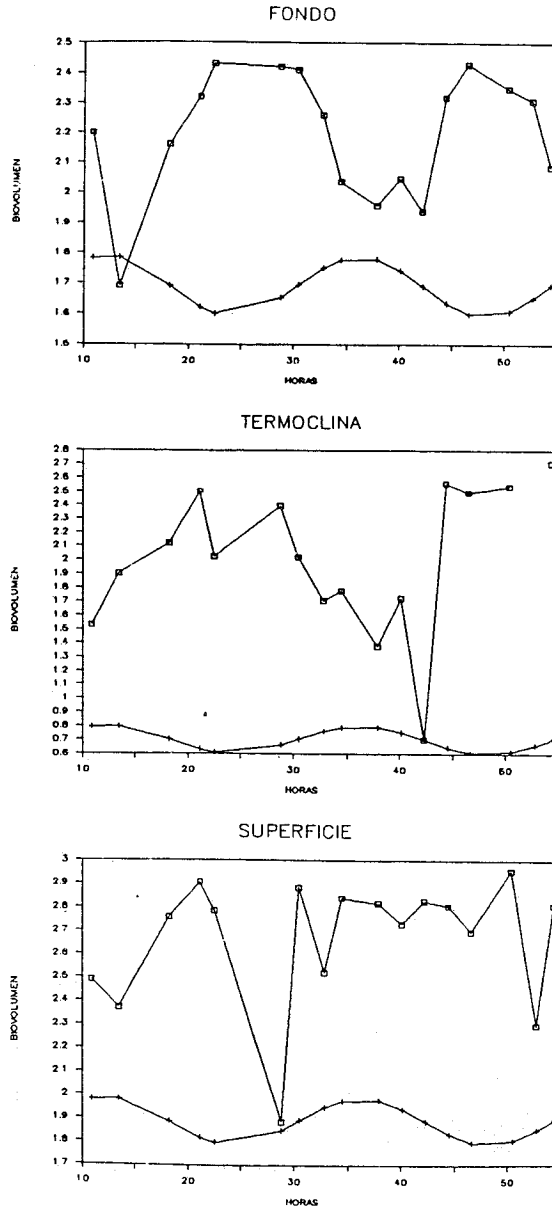


FIG. 1. Variaciones en las abundancias de los distintos grupos (expresadas en logaritmos) a lo largo del ciclo de 48 horas. La senoide al pie de la figura indica los máximos y mínimos de luz.

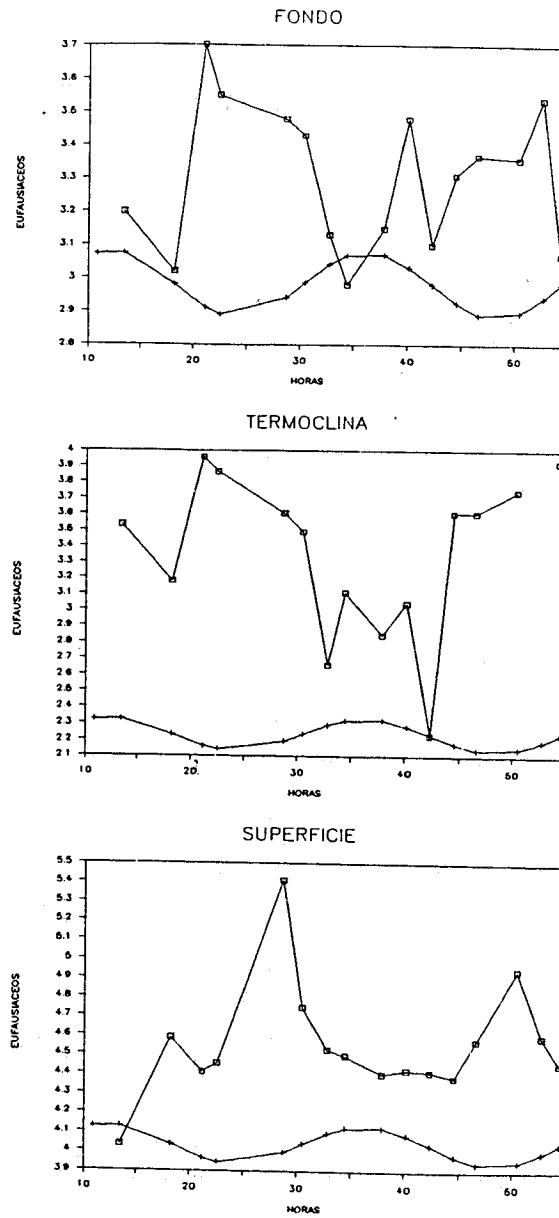


FIG. 2. Variaciones en las abundancias de los distintos grupos (expresadas en logaritmos) a lo largo del ciclo de 48 horas. La senoide al pie de la figura indica los máximos y mínimos de luz.

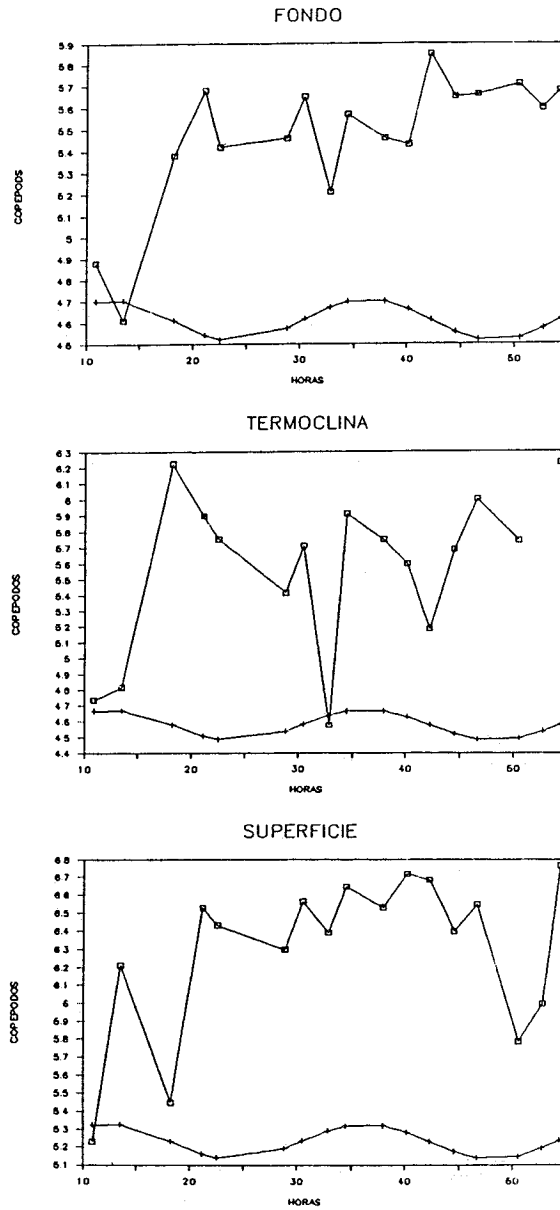


FIG. 3. Variaciones en las abundancias de los distintos grupos (expresadas en logaritmos) a lo largo del ciclo de 48 horas. La senoide al pie de la figura indica los máximos y mínimos de luz.

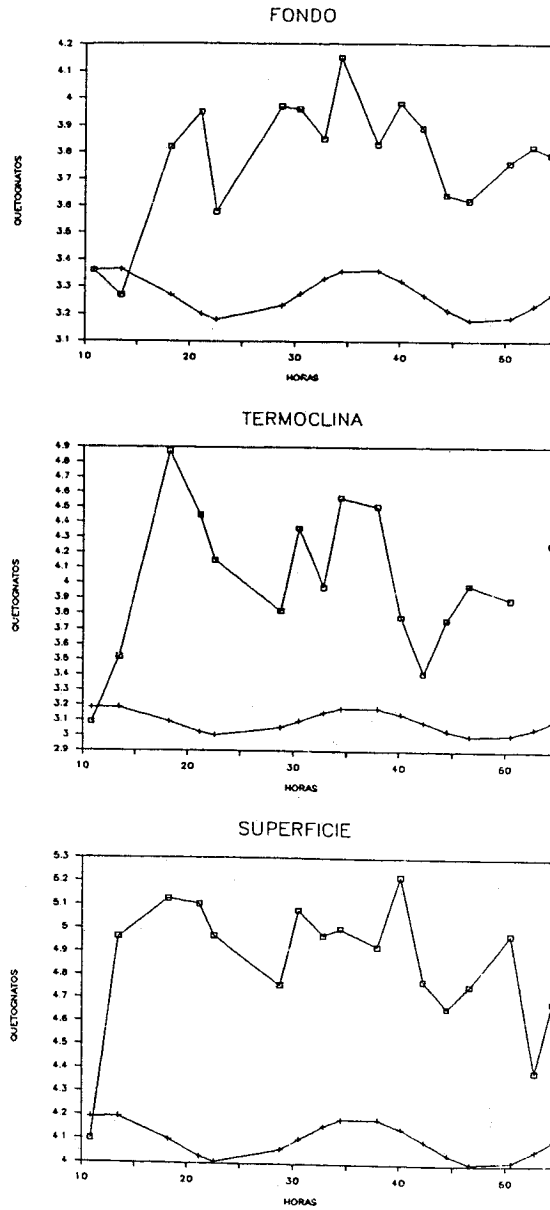


FIG. 4. Variaciones en las abundancias de los distintos grupos (expresadas en logaritmos) a lo largo del ciclo de 48 horas. La senoide al pie de la figura indica los máximos y mínimos de luz.

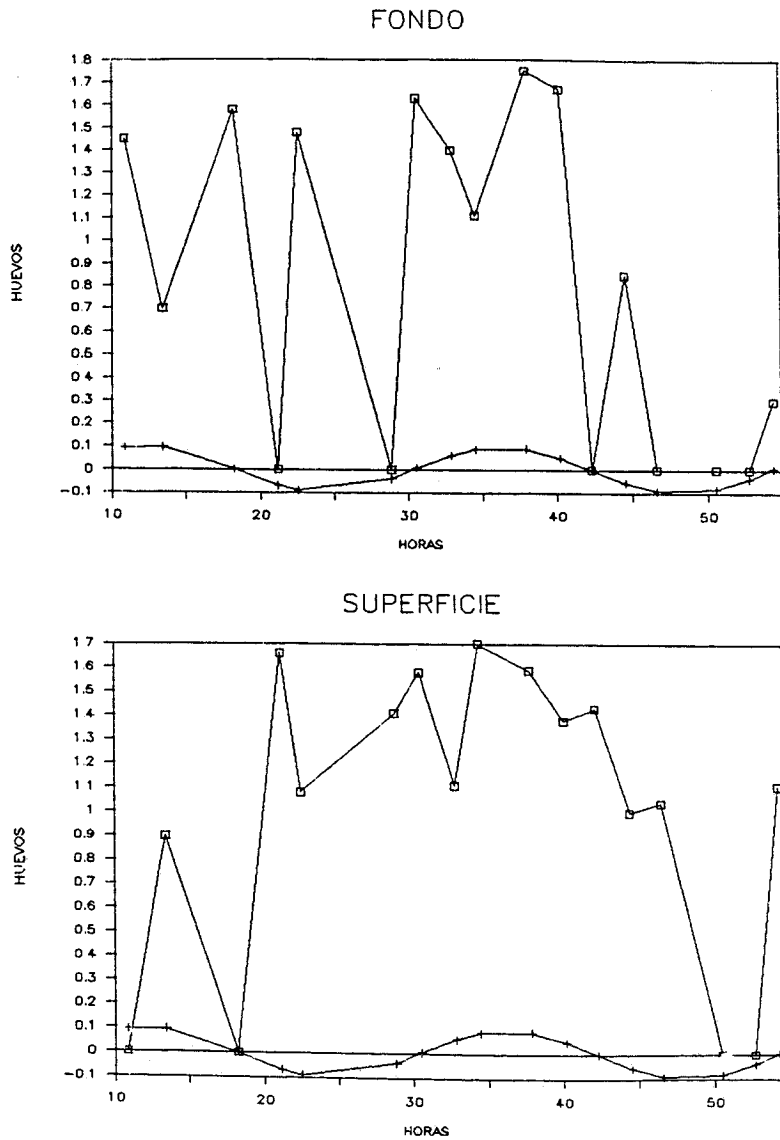


FIG. 5. Variaciones en las abundancias de los distintos grupos (expresadas en logaritmos) a lo largo del ciclo de 48 horas. La senoide al pie de la figura indica los máximos y mínimos de luz.

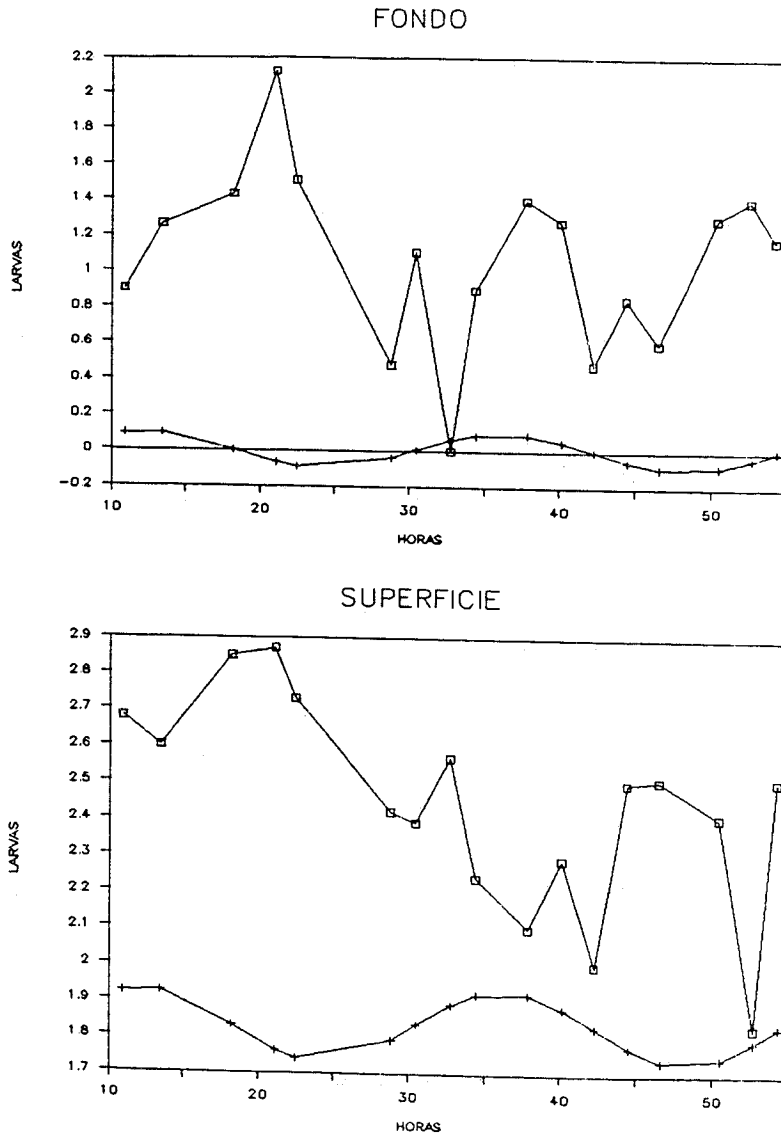


FIG. 6. Variaciones en las abundancias de los distintos grupos (expresadas en logaritmos) a lo largo del ciclo de 48 horas. La senoide al pie de la figura indica los máximos y mínimos de luz.

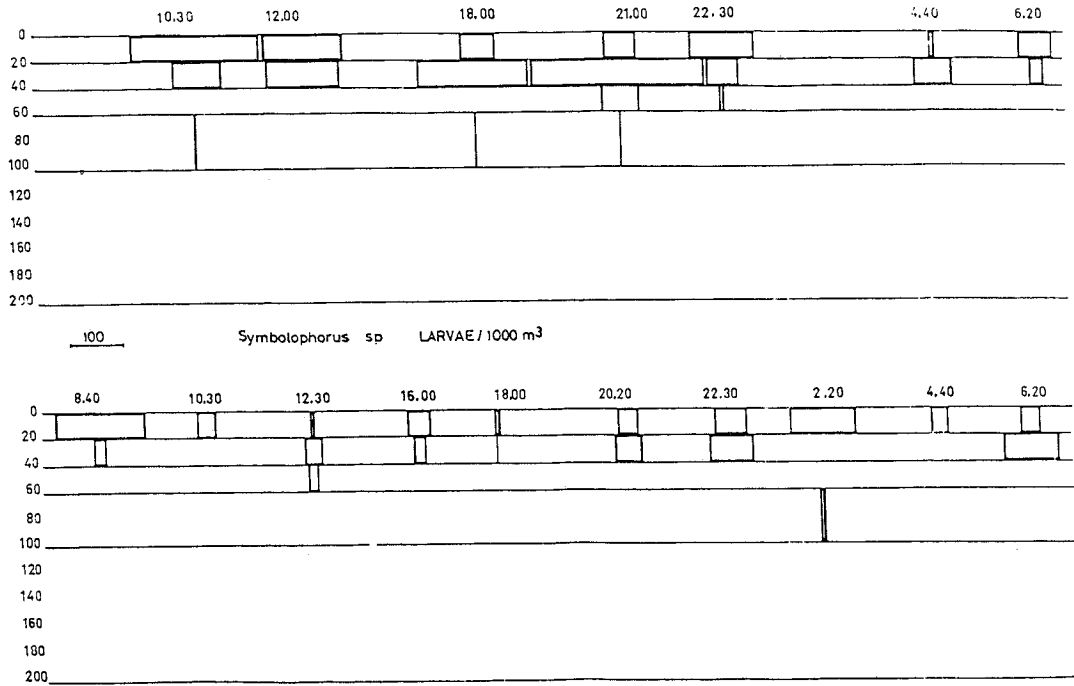


FIG. 7. Distribución vertical de las larvas de *Symbolophorus sp* a lo largo del ciclo de 48 horas.