

# Revisiones

## El Grupo de los Eufáusidos y su estudio

Gabriel González-Chávez \*  
Virgilio Arenas-Fuentes \*

### Resumen

Los eufáusidos, crustáceos pelágicos, han despertado un gran interés en los últimos años por su alta abundancia. Forman unas concentraciones conocidas como enjambres, los cuales presentan un cierto grado de organización social semejante al de un cardumen de peces. Los eufáusidos se localizan hasta profundidades de 1600 m, realizando migraciones verticales diarias. Estos movimientos son estrategias con las cuales evaden los múltiples depredadores que los persiguen como las ballenas, peces, aves marinas etcétera. Los eufáusidos son el soporte de las pesquerías mundiales, originando grandes divisas en la economía de los países pesqueros. De la misma forma, el hombre está buscando su aplicación como una fuente de alimentación alternativa. Actualmente su estudio está siendo efectuado con la hidroacústica; técnica novedosa que tiene como funda-

**Abstract**  
Acoustic energy, which has had very good results.

In the last years the euphausiids pelagic crustacean have been of great interest because they are abundant and their concentration in a swarm has the same social organization as a school of fish. The euphausiids migrate vertically daily into depths up to 1600 m. These movements function as strategy to avoid predators like whales, fish, marine birds, etc. At the same time man is looking for an application of euphausiids as a food source.

The euphausiids represent an important support for the world fisheries and produce foreign incomes for the economy of fishing countries.

Currently, the hydroacoustic techniques are being applied in studies of euphausiids. These techniques, based on the use of son energy, have had good results in these investigations.

### Résumé

Les euphausiacés, crustacés pélagiques, ont éveillé un grand intérêt ces dernières années à cause de leur abondance. Ils forment des troupes immenses en forme d'essaim présentant un certain degré d'organisation sociale semblable à celle d'un banc de poissons. Les euphausiacés se trouvent à des profondeurs atteignant 1600 m, et ils réalisent des migrations verticales quotidiennes. Ces mouvements sont des stratégies pour éviter les prédateurs multiples qui les poursuivent, tels que les baleines, les poissons, les oiseaux marins, etc. Les euphausiacés sont le soutien des sociétés de pêcheurs du monde entier. Ils représentent des sources de devises pour l'économie des pays vivant de la pêche. L'homme cherche également le moyen de les convertir en source d'alimentation alternative. Actuellement, des études sont effectuées à l'aide d'hydroacoustique; nouvelle technique fondée sur l'énergie sonore, et qui a donné de très bons résultats.

---

**Palabras clave:** hidroacústica, eufáusidos, Baja California, surgencias, enjambres, ecograma.

---

\* Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

## Introducción

Uno de los componentes del zooplancton con gran abundancia en el ecosistema marino es el grupo de los eufáusidos. Son uno de los eslabones importantes en las cadenas alimenticias marinas, al formar grandes enjambres que son la base de alimentación de muchos organismos como las ballenas, focas, peces y aves marinas (Baker *et al.* 1991). El hombre, en su gran necesidad por encontrar nuevas fuentes de alimentación, ha considerado a este grupo por la gran biomasa presente en sus agrupaciones. Actualmente se están buscando técnicas para su aplicación como fuente de alimentación para la población humana, teniendo éxito hasta ahora en la producción de harinas para alimento de ganado.

De una forma indirecta el grupo de los eufáusidos representa un punto importante en la economía mundial debido a que son la base de las pesquerías de productos marinos para consumo humano.

La gran abundancia de este grupo no solo sobrepasa por su importancia económica. Su importancia biológica y ecológica, como formador de grandes enjambres que presentan un grado de organización social tan complejo como el de las escuelas de peces, requiere que su estudio sea más profundo para esclarecer los enigmas que aún desconocemos de ellos.

## Características Generales

Los eufáusidos están clasificados en la clase crustácea en el orden de los eucáridos. Todos son marinos, habitando principalmente el ambiente pelágico. Son mejor conocidos como "krill" aunque este nombre fue aplicado inicialmente a *Euphausia superba* (Dana, 1850) especie característica de la zona del Ártico. (Barnes, 1977; Antezana y Brinton, 1981).

El orden se divide en dos familias: Benth euphausiidae que contiene un sólo género con una especie *Bentheuphausia amblyops* (G. O. Sars, 1883) y Euphausiidae que se divide en ocho géneros en los que se han descrito aproximadamente

86 especies, incluyendo la más reciente descrita *Thysanopoda minyops* (Brinton, 1987) y la reincorporada *Stylocheiron armatum* (Colosi, 1917) (Brinton, 1960; Baker *et al.* 1991).

El grupo de los eufáusidos se distingue de otros grupos como los mysidáceos o decápodos, por presentar las branquias expuestas no cubiertas por el caparazón, las cuales pueden ser apreciadas a simple vista. Esta característica hace notar que los eufáusidos son más antiguos que los grupos antes mencionados, además de que no presentan quelas como los decápodos ni estatocistos en el telson como los mysidáceos (Fig. 1) (Baker *et al.* 1991).

Las especies de eufáusidos presentan varias tallas en su estado adulto que fluctúan entre 5 mm como *S. suhmi* (G.O.Sars, 1883) y *S. affine* (Hansen, 1910) y 150 mm como *T. spinicaudata* (Brinton, 1953) (Brinton, 1975; Baker *et al.*, 1991).

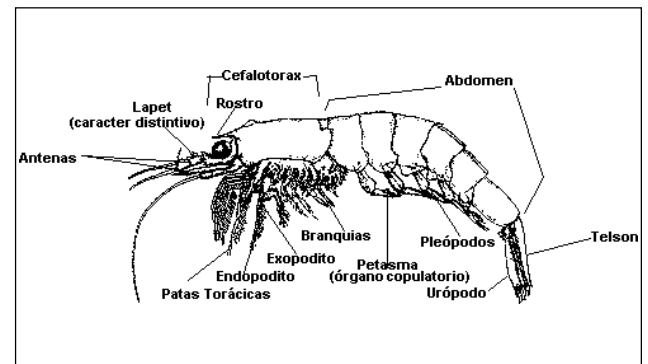


Figura 1.- Esquematación general de un eufáusido (tomado de Baker *et al.* 1991)

## Distribución y Abundancia

De las 86 especies descritas, 55 son cosmopolitas ubicadas de los 40° N a los 40° S; 6 se encuentran en el Ecuador; 12 tanto en los trópicos como en latitudes medias; 28 en el Sistema de la Corriente de California (de las cuales 26 han sido localizadas en el Pacífico mexicano) y 8 se localizan en zonas de transición (Brinton, 1960; Sánchez y Hendrickx, 1984; Baker *et al.* 1991; Gomez, 1995).

En las provincias oceánicas, las especies coexisten en una misma región y se caracterizan por encontrarse principalmente en ésta, como *Nyctiphanes simplex* (Hansen, 1911) que se encuentra en la región nerítica (Brinton, 1967; Gómez, 1995). Algunas otras se pueden encontrar en la zona pelágica y batipelágica, llegando a profundidades mayores a 1500 m (Brinton, 1960).

Las especies de eufáusidos funcionan como indicadores de corrientes, las cuales caracterizan la corriente en la que se encuentran. Por ejemplo *E. pacifica* (Hansen, 1911), que habita cerca de la costa, es indicadora de la parte norte de la Corriente de California, al igual que *E. mutica* (Hansen, 1905), solo que esta última es habitante normal de las aguas más oceánicas de esta corriente, mientras que *N. simplex* caracteriza la zona templada de la misma. Por otra parte, *E. eximia* (Hansen, 1911) es fiel indicadora de aguas oceánicas de la contracorriente de California (Brinton, 1967; Roger, 1971). Al determinar las especies de eufáusidos en un muestreo es posible, por esta cualidad, conocer la circulación oceánica durante una época determinada.

Los eufáusidos son también característicos en las zonas de surgencia en las cuales su abundancia es muy alta (Brinton, 1979; Sameoto, 1987). En estas zonas se ha encontrado que la productividad primaria y secundaria es 28% mayor que en las zonas oligotróficas (Sameoto, 1987). Estas zonas se consideran, desde el punto de vista ecológico, como sitios de procesos de fertilización, por el aporte de nutrientes del fondo con gran aporte de oxígeno y nitrógeno a la atmósfera, carbono y fósforo a los sedimentos, originando la más alta producción sostenida en el mundo por ecosistemas naturales. Los organismos que se desarrollan en estas zonas están adaptados a la heterogeneidad, evolucionando en un ambiente con alta variabilidad (Arenas, 1992). En el mundo se registran cuatro zonas principales de bordes orientales donde se presentan surgencias a lo largo de casi todo el año: el Sistema de la Corriente de California que incluye Baja California, en el Pacífico Norte, la Corriente de Perú en Sudamérica, la Corriente

de las Canarias y la Corriente de Benguela. Estas comprenden el 0.1% del área de los océanos pero su eficiencia en la productividad es el doble que la del 90% del área oceánica y una cuarta parte más eficiente que las zonas costeras que comprenden el 9.9% (Ryther, 1969).

### Migración Vertical

Los movimientos ascendentes y descendentes a lo largo de la columna de agua, realizados por los eufáusidos y por otras especies marinas, han sido llamados migración vertical. Este es un fenómeno que ha despertado interés debido a que ocurre en periodos relativamente cortos (diariamente en intervalos de espacio de micro, meso y macroescala).

Los movimientos de migración vertical suelen ser ritmos diarios o nictemerales, siendo estos ritmos de periodo corto (alternancia de día y de noche); basados en ritmos endógenos (mecanismo que regula la actividad de los organismos sincronizándose con fenómenos ambientales que ocurren periódicamente), relacionándose primordialmente con aspectos tróficos (Rudjakov, 1970; Margalef, 1974).

Dentro de estos ciclos diarios se presentan dos fases de actividad. Una es conocida como fase de alta actividad locomotora, donde los organismos realizan movimientos, ascendentes o descendentes dependiendo de la dirección, durante el movimiento en la fase pasiva (Rudjakov, 1970). En la fase de baja actividad locomotora los organismos se encuentran inactivos, dirigiéndose hacia abajo por hundimiento pasivo que depende de su densidad con respecto a la del agua. El movimiento ascendente durante esta fase es realizado por el transporte de agua combinado con una baja locomoción (Rudjakov, 1970).

Mantener una fase de baja actividad locomotora proporciona ventajas para los eufáusidos, debido a que les produce un ahorro de energía. Gardiner (1933) demostró esta ventaja experimentando con *Calanus finmarchicus*. Su experimento consistió en anestésiar un ejemplar comparando la velocidad de hundimiento en condiciones similares con otro ejemplar no anestésiado

en fase de baja actividad locomotora, estos resultados mostraron que la velocidad de hundimiento es mayor en el ejemplar no anestesiado.

En los vertebrados e invertebrados se registran dos picos de actividad muy marcados (relacionados con las fases de actividad locomotora). Uno en la mañana y el otro al atardecer, con decremento cerca del medio día en especies diurnas y a media noche en las especies nocturnas, siendo menos pronunciado el segundo pico (al atardecer) que el del amanecer (Rudjakov, 1970).

Existen factores que tienen mayor influencia que otros en la migración vertical. Dentro de los factores físicos la temperatura y la luz presentan una mayor influencia en este comportamiento. Dentro de los factores químicos están la concentración de oxígeno disuelto y la salinidad. En los biológicos se encuentran la depredación, alimentación y reproducción (Brinton, 1967; Sameoto, 1983; Haney, 1988).

La luz es uno de los parámetros físicos que mayor influencia presenta en el comportamiento migracional de los eufáusidos, así como en otros organismos durante los ciclos diarios (Brinton, 1967; Sameoto, 1987; Haney 1988). Estos se sincronizan a los cambios de luz-oscuridad. Con los primeros rayos luminosos descienden hacia capas más profundas en forma vertical y se alejan de la costa; al ocultarse el sol ascienden a la superficie y se acercan a la costa (Anderson y Bordou, 1992).

Según Anderson y Bordou (1992) las especies de *E. kroni* (Brandt, 1851) y *T. aequalis* (Hansen, 1905) presentan este comportamiento que es finalmente el adoptado por la mayoría de las especies (Aschoff, 1960; Brinton, 1979; Sameoto, 1983). Sin embargo, existen especies que realizan el proceso contrario, conocido como migración inversa, en el que al percibir la luz regresan a la superficie. Se ha observado que la acción de los depredadores también contribuye en este comportamiento (Haney, 1988).

Existen adaptaciones morfológicas que permiten percibir los cambios de intensidad de luz. Estas se dan, por ejemplo, en la forma de los ojos.

Especies de eufáusidos menos especializadas morfológicamente presentan ojos esféricos, siendo estas especies las que presentan amplios movimientos de migración vertical, como es el caso de los géneros de *Euphausia*, *Thysanopoda*, *Nyctiphanes*, *Meganyctiphanes* y *Pseudeuphausia* (Brinton, 1967).

En los géneros *Stylocheiron*, *Nematoscelis*, *Nematobranchion* y *Tessarobranchion* la estructura de los ojos es bilobulada, lo que les permite tolerar los cambios de intensidad luminosa, logrando permanecer en zonas con alta intensidad luminosa, relacionando esta cualidad con la baja o nula migración vertical que presentan estas especies, comportamiento que es observado principalmente en zonas de alta productividad (Brinton, 1967).

Los gradientes de temperatura son un obstáculo que tienen que librar los eufáusidos para realizar la migración vertical. Existen especies que se mantienen por arriba de la termoclina, como por ejemplo *T. tricuspidata* (H. Milne Edwards, 1837), *T. aequalis*, *E. diomedea* (Ortmann, 1894), *E. paragibba* (Hansen, 1910) y *E. tenera* (Hansen, 1905). Otras se ubican por debajo de la termoclina, como *S. longicorne* (G. O. Sars, 1883) *S. maximum*, (Hansen, 1908) *Nematoscelis tenella* (G. O. Sars, 1883), *S. elongatum* (G. O. Sars, 1883), *T. cristata* (G. O. Sars, 1883), *N. boopis* (Calman, 1905) y *B. amblyops*. Por otra parte, hay especies que cruzan la termoclina; *S. affine*, *N. microps* (G. O. Sars, 1883), *T. pectinata* (Ortmann, 1893), *T. monacanta* (Ortmann 1893), *T. orientalis* (Hansen, 1910), *S. abbreviatum* (G. O. Sars, 1883), *N. gracilis* (Hansen, 1910) y *Nematobranchion flexipes* (Ortmann, 1893). De esta forma, los cambios bruscos de temperatura que se dan en la termoclina influyen en la actividad metabólica de los eufáusidos así como de otros organismos marinos, lo que puede llegar a constituir una limitante en la migración vertical (Brinton, 1967; Roger, 1971).

La salinidad influye también en los movimientos verticales de los eufáusidos. Si las concentraciones de sales son muy elevadas o existen cambios bruscos con respecto a la profundidad,

la haloclina puede significar una barrera en dichos movimientos, tal como sucede con la termoclina. Sameoto (1987) menciona que la haloclina en algunas ocasiones presenta mayor influencia sobre el movimiento vertical de los eufáusidos que la termoclina. Esto es debido a que una alta concentración de sales ocasiona alteración en la regulación osmótica entre el organismo y el medio, ocasionando la pérdida de agua que es vital para las funciones metabólicas del organismo.

La concentración de oxígeno disuelto en el agua también representa un factor importante en la migración de los eufáusidos. Especies como *S. Affine*, que es una especie no migratoria, usualmente se concentra en capas donde la deficiencia de oxígeno no es limitante. Las especies que realizan migraciones cortas, como *S. carinatum* (G.O. Sars, 1883) casi nunca se dirigen hacia capas de agua con bajas concentraciones de oxígeno (Brinton, 1967).

Las especies con amplias migraciones verticales se han adaptado a tolerar bajas concentraciones de oxígeno. En observaciones realizadas por Brinton (1979) con especies como *N. gracilis*, *E. diomedae*, *E. distinguenda* (Hansen, 1911), *E. lamelligera* (Hansen, 1911) y *E. tenera*, encontró que al ascender hacia la superficie, durante la noche, toman el oxígeno que van a tener en deficiencia cuando migren a las capas profundas menos oxigenadas (Brinton, 1967).

Otro de los factores que influye en la migración vertical es la alimentación. Generalmente por las noches ascienden a la superficie a alimentarse migrando durante el día hacia capas más profundas, es posible que el hambre sea un estímulo que ocasiona que el eufáusido ascienda o al encontrarse satisfecho descienda (Gaul, 1953; Maclaren, 1963; Enrigh, 1977; Haney, 1988).

También se ha encontrado que las estaciones en que escasea el alimento, o cuando los acosan los depredadores, se mantienen durante el día en la superficie o realizan ascensos en intervalos cortos de tiempo. Además se cree que no todos los componentes de la población se alimentan al permanecer en la superficie, debido a que, al analizar el sistema digestivo, parte de ellos

resultó tenerlo vacío (Gibbons, 1993).

Por otra parte, los depredadores tienen una fuerte influencia en la migración vertical. Durante el día éstos tienen mayor facilidad para la detección de sus presas, obligando a los organismos a moverse hacia aguas profundas. Por la noche, estos no son tan visibles por lo que la oscuridad puede protegerlos (Haney, 1988).

Los estadios larvarios normalmente permanecen en la superficie puesto que los depredadores habituales de gran tamaño no los pueden ver, aunque existen filtradores como las anchovetas o grandes mamíferos como las ballenas que los consumen (Haney, 1988).

El ciclo reproductivo en algunas especies mantiene una sincronía con la migración vertical, realizándose la ovoposición y eclosión de los huevecillos en la noche en las capas superficiales. Para las especies que presentan migración inversa, ésta se realiza también en la noche pero en las capas profundas (Magnien y Gilbert, 1983). *Keratella criosa*, por ejemplo, retrasa su migración vertical de 4 a 6 horas por motivo de la ovoposición (Haney, 1988).

Existen otros factores no menos importantes que influyen en la migración de los eufáusidos como las corrientes oceánicas que los transportan en sus movimientos verticales y horizontales. Las zonas de surgencias resultan importantes debido al transporte de sustancias nutritivas que son acarreadas del fondo por las corrientes subsuperficiales que originan una explosión en la productividad primaria. Esto es aprovechado por los consumidores secundarios, como el grupo de los eufáusidos, en los cuales se ha detectado, en especies como *N. flexipes*, que reducen su patrón de migración vertical en estas zonas (Brinton, 1967; Sameoto, 1987).

## Métodos de estudio

El estudio de los eufáusidos no resulta una tarea fácil, ya que existen obstáculos que deben tomarse en cuenta para cumplir los objetivos que se plantea el investigador. Uno de ellos es el acceso al medio por los costos del equipo necesario, el cual es relativamente alto. Esta condición

limita hasta cierto punto la estancia, el tiempo de duración y el tipo de muestreo. Los eufáusidos tradicionalmente se colectan con redes para zooplancton, de las cuales existe varios tipos como las BONGO, las redes de mecanismo de apertura y cierre, etc. En la búsqueda de nuevas técnicas de muestreo se ha venido utilizando una técnica cuyo uso más común era durante la guerra, en la búsqueda de submarinos. A partir de los años 30 s la hidroacústica se ha utilizado con éxito en el estudio del comportamiento de los organismos marinos, principalmente los del ambiente pelágico, dada la dificultad existente para tener acceso a ellos (McLennan y y Simmonds, 1991).

Con esta técnica se puede monitorear *in situ* con una menor perturbación (Sameoto, 1983), el comportamiento de la migración y distribución; hacer estimaciones de la biomasa, estudiar la formación de cardúmenes, enjambres y otras agrupaciones, así como su grado de compactación, y la estructura de la capa de dispersión profunda (Fig. 2).

El fundamento de la hidroacústica es la utilización de la energía sonora que, al ser producida por un sistema acústico, genera presión sobre las moléculas del medio, en este caso del agua, lo que origina ondas de sonido que se propagan a una cierta velocidad. Cuando la onda encuentra un objeto con densidad distinta a la del agua, una parte de esta es absorbida por el objeto, otra parte por el medio y otra parte es reflejada hacia la fuente de origen. Entre más grande sea la diferencia entre la densidad del agua marina y la del objeto, mayor será la energía reflejada. Esta última es conocida como fuerza de blanco (Suomala, 1980; Burczynski, 1982; Gunderson, 1993).

Como todas las técnicas existen desventajas en su operación. Una de ellas es que no se sabe qué especie es la que se está visualizando en los ecogramas. Por esta razón es necesario realizar, complementariamente, colectas con redes a la profundidad en la que se detecta el blanco acústico. Es necesario relacionar al organismo colectado con la fuerza de blanco registrada. Si se tiene la facilidad de tener al organismo de una sola especie en condiciones controladas de labo-

torio, al proyectarle el haz acústico se obtiene lo que se conoce como fuerza de blanco individual. Por ejemplo, para *E. pacifica*, Pieper (1979) obtuvo el valor de -78 dB.

La fuerza de blanco puede variar según sea la posición en la que se encuentre el organismo y la frecuencia utilizada. Por ejemplo; con 120 kHz para *E. Superba*, con una talla promedio de 35 mm, es de -81 a -74 dB; para una talla de 33.7 mm se encontró para la misma especie, con 50 kHz, de -60 dB; con 38 kHz de -85 a -95 dB; con 120 kHz de -76 a -79 dB (Foote 1989); con 200 kHz, para un grupo de eufáusidos altamente agrupado, de -56 a -62 dB (Robinson *et al.*, 1995). Una vez obtenida la fuerza de blanco por el método hidroacústico, y conociendo la composición y distribución de las especies que dominan en el ambiente de estudio, se puede hacer con mayor precisión una estimación del tamaño de los enjambres y sus movimientos migratorios. (Suomala, 1980; Sameoto, 1983; Gunderson, 1993).

## Conclusiones

La búsqueda e investigación de la conducta y las interacciones de los eufáusidos con las demás especies marinas y su entorno continúan día con día. Es una tarea en la cual se enfocan muchas instituciones de todo el mundo, entre ellas el Laboratorio de Ecología de Pesquerías del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la

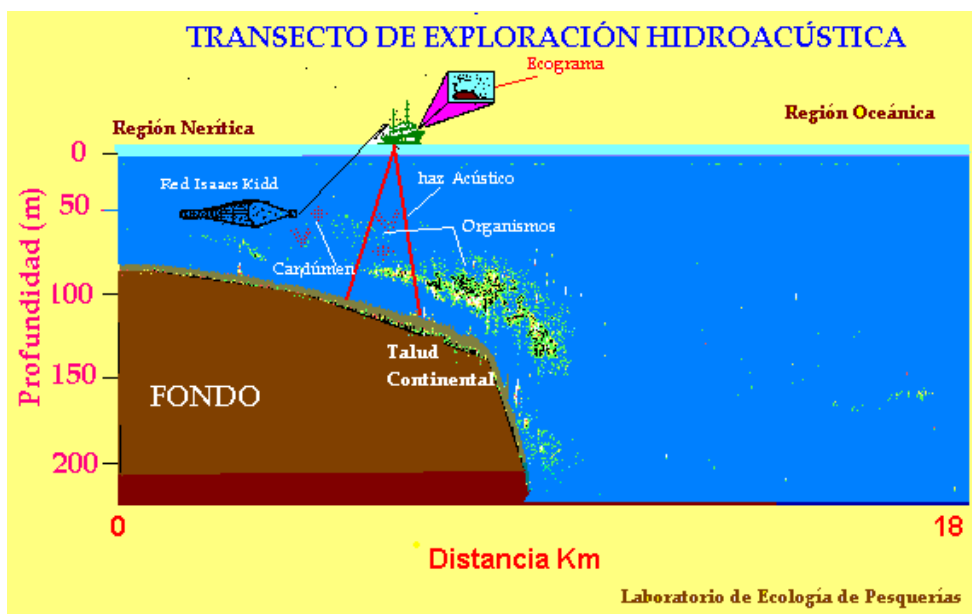
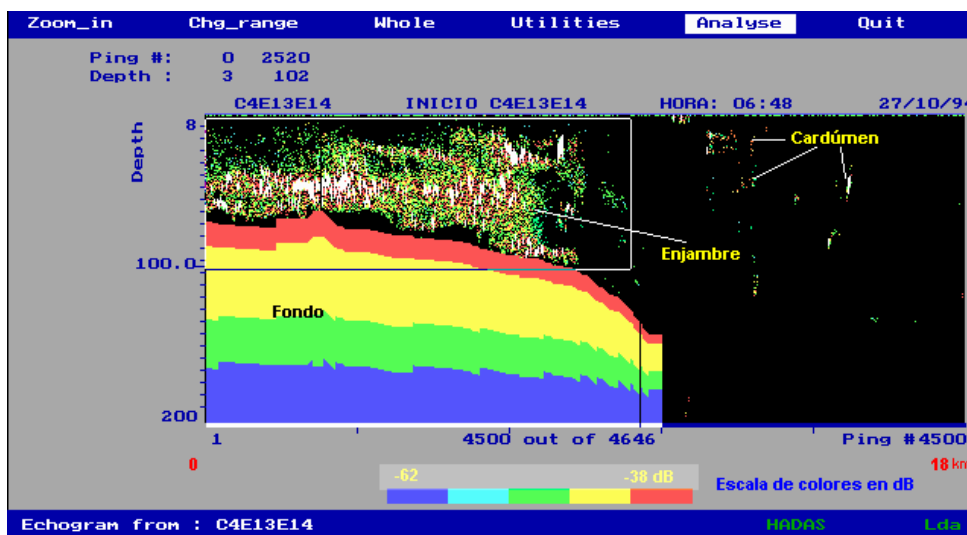


Figura 2.- a) Representación de las prospecciones hidroacústicas. El barco navega por un área determinada enviando pulsaciones acústicas continuas que, al propagarse con la profundidad, forman un cono que obtiene muestras de los organismos que se encuentran por debajo de él. Se interpretan estos datos con el software HADAS (Hydro

Acoustic Data Acquisition System) instalado en una computadora por un ecograma. Simultáneamente, se realizan muestreos con una red de arrastre de media agua, con la cual se obtienen los organismos registrados con las pulsaciones acústicas, determinándose así la composición de los organismos en el área muestreada.



2.-b).-Ejemplo de un ecograma en dos planos, con una longitud total de 18.8 km, en el que se observó un enjambre identificado en un rango de -56 a -62 dB que corresponden en un 90 % a especies de eufáusidos (González, 1996). El enjambre se ubicó desde los 10 a 102 m de profundidad y cubrió una distancia longitudinal de 10 km. La capa íntegra de organismos registrados con la técnica hidroacústica se conoce como CDP (Capa de Dispersión Profunda). En el ecograma se identifican los organismos

por una escala de colores en un rango de -62 a -34 dB aumentando en intensidad del color azul marino al rojo. Esto es, los organismos más pequeños se identifican en color azul marino aumentando la talla hasta el color rojo, comprendiendo esta escala de una talla de 7mm a 32 cm. Los organismos de grandes tallas, como las ballenas, escapan a esta escala, observándose como un manchón blanco, así como los cardúmenes de peces y enjambres muy compactos.

**Bibliografía**

- Anderson V. y J. Bordou, 1992. The diel migrations and vertical distributions of zooplankton and micronekton in the Northwestern Mediterranean Sea. 1. Euphausiids, mysids, decapods and Fishes. *Journal of Plankton Research*. 14(8):1129-1154.
- Antezana T. y E. Brinton, 1981. Euphausiacea atlas de zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con zooplancton marino. De. Boltouskay D. INIDEP. Mar del Plata, Argentina. 681-698.
- Arenas V., 1992. Ecosistemas de surgencia importantes sumideros de carbono. *Ciencia*, 43: 91-95.
- Aschoff J., 1960. Exogenous and endogenous components in circadian rhythms. *Cold. symp. quant. Biol.* 25: 11-28.
- Baker A. de C., B. P. Boden y E. Brinton, 1991. A Practical guide to the euphausiids of the World. *Natural History Museum Publications*. 96 pp.
- Barnes R. P., 1977. *Zoología de Invertebrados Interamericana*, México. 821 pp.
- Brinton E., 1960. Changes in the distribution of Euphausiids crustacean in the region of the California Current. *CalCOFI Rep.* 7: 137-146.
- Brinton E., 1967. Vertical migration and avoidance capability of Euphausiids in the California Current. *Limnology and oceanography*. 12(3): 451-483.
- Brinton E., 1975. Euphausiids of southernst Asian Waters. *Scientific Results of Marine Investigations of the South China Sea and the Gulf of Thailand*. Naga report. 4(5):1-287.
- Brinton E., 1979. Parameters relating to the distributions of planktonic organism, especially Euphausiids in the eastern tropical. *Pacific. Prog. Oceanog.* 8:125-189.
- Burczynski J. 1982. Introducción al uso de sistemas de sonar para la estimación de la biomasa de peces. *FAO, Documentos Técnicos de Pesca*. 191:1-250.
- Enrigh J.T., 1977. Diurnal vertical migration: adaptative significance and timing part 1. Selective advantage: a metabolic model. *Limnology Oceanographic*. 22:856-872.
- Foote K.G., Everson, I., Watkins, J.L. and Bone D.G. 1989. Target strengths of antarctic krill (*Euphausia superba*) at 38 and 120 kHz. *Journal of the Acoustical Society of America*. 87(1): 16-24.
- Gardiner M. S. 1933. Vertical distribution in *Calanus finmarchicus*. *J. mar. biol.Ass. U.K.* 18: 576-610.
- Gaul D.T., 1953. Diurnal variation in the grazing of plankton copepods. *J.mar.Biol. Assoc.* 31: 461-474.
- Gibbons M. J., 1993. Vertical migration on feeding of *Euphausia lucens* a two 72 h stations in the Southern Benguela upwellin region. *Marine Biology*. 116:257-268.
- Gómez G. J., 1995. Distribution patterns, abundance and populations dynamics of the Euphausiids *Nyctiphanes simplex* and *Euphausia eximia* off the west coast of Baja California, México. *Mar. Ecol. Progres. Ser.*119: 1-15
- González Ch. G., 1996. Estudio de la migración, distribución y abundancia de eufáusidos por medio de la hidroacústica en la costa occidental de Baja California, México. Tesis de Licenciatura , Facultad de Ciencias, UNAM. 112pp.
- Gunderson R.D., 1993. *Surveys of Fisheries Resources*. John Wiley and Sons, USA.
- Haney F. J., 1988. Diel patterns of zooplankton behaviour. *Bulletin of Marine Sciences*. 43(3):583-603.
- Magnien R. E. Y Gilbert, 1983. Diel cycles of reproductions and vertical migrations in the rotifer *Keratella crassa* on their influence on the estimation of the population dynamics. *Limnology. Oceanographic*. 28: 957-969.
- Margalef R., 1974. *Ecología*. Omega, Barcelona. 937 pp.
- McLaren I. A., 1963. Effects of temperature an growth of zooplankton and the adaptive value of vertical migrations. *J. Fish. Res. Board. J. Can.* 26: 199-220.
- McLennan N.D. y E. J. Simmonds, 1991. *Fisheries Acoustic*. Chapman and Hall. USA. 459 pp.
- Pieper R.E., 1979. Euphausiid distribution and biomass determined acoustically at 102 kHz. *Deep Sea Research*. 26(6a): 687-702
- Robinson M C. J., F.V Arenas y G. J. Gómez, 1995. Diel vertical and offshore-inshore movements of Anchovies off Central Baja California. *Journal of Fish*



Biology. 47: 877-892.

Roger C., 1971. Distribution verticale des euphausiacés (Crustacés dans les courants équatoriaux de l'océan pacifique. Marine Biology. 10:134-144.

Rudjcov J. A., 1970. The possible causes of diel vertical migrations of plancktonic animals. Marine Biology 6: 98-105.

Ryther J. H., 1969 Photosynthesis and production in the sea. Science. 166-72.

Sameoto D. D., 1983. Euphausiids distributions in Acoustic scattering layer and its significance to surface swarms. Journal of Plankton Research. 5(2): 129-143.

Sameoto D. D., 1987. Day/night vertical distribution of Euphausiids in the Eastern Tropical Pacific. Marine Biology. 96: 235-245.

Sanchez O. L. Y M. E. Hendrickx. Resultados de las campañas SIPCO (Sur de Sinaloa, México ) a bordo del B/O El Puma: abundancia y distribución de los euphausiacea (Cruzacea: Eucarida). Anales del Instituto de Ciecias del mar y Limnología 11(1): 99-106.

Suomala J. B., 1980. Hidroacoustical Research. USA. 67 pp.