

Biodiversidad en el zooplancton marino: ¿estamos ignorando algo?

EDUARDO SUÁREZ M.*

Biodiversity in marine zooplankton: are we ignoring something?

Abstract. *The study of marine biodiversity can be analyzed within different conceptual frameworks; however, it remains clear that, when its wealth on superior taxonomic levels is taken into account, the efforts devoted to increase our knowledge of marine biodiversity are insufficient. Some researchers assume that marine biodiversity is not threatened, except for certain marine mammals and turtles. However, factors as pollution, habitat destruction, overfishing and global climatic changes favour the disappearance of less conspicuous marine species which will never be known. For marine zooplankton communities, fragile and scarcely attended as a highly diverse community, to ignore means both lack of knowledge and indifference. Data on the actual knowledge of marine zooplankton diversity suggest a tridimensionally distributed wealth which we can only surmise. This is particularly true in tropical areas, where oceanographic stability, environmental heterogeneity and high speciation rates have favoured a high diversity... which we should not ignore.*

Es bien conocido para los ecólogos que al destruir los ambientes se aniquila con ellos una gran cantidad de información genética que, en cada especie animal o vegetal, ha sido producto de miles o millones de años de evolución. Es algo equivalente –y al menos tan abyecto– a quemar una enorme biblioteca sin siquiera haber abierto uno solo de los libros. Se ha calculado (Lewontin, 1990) que cerca del 99.9% de las especies que han vivido en el planeta se encuentran ahora extintas: una biblioteca que no tuvimos oportunidad de proteger.

Al margen de las realidades del oscuro panorama ecológico actual, aún es posible proteger la biodiversidad –al menos en teoría– con la contribución de quienes deben intervenir para conciliar lo que a menudo resulta de intereses diametralmente opuestos: ecología y desarrollo, protección y explotación, po-

der y conservación. Uno de los conceptos básicos para emprender tareas de conservación de los ecosistemas es el de biodiversidad.

Para ingresar al ámbito de la biodiversidad, sin duda resulta esencial presentar una definición del término, debido a que contiene más de una interpretación. En sentido estricto, la biodiversidad puede definirse como el grupo de especies –en su concepto de unidad evolutiva– que habitan en un determinado ambiente. Sin embargo, en mi opinión –que es la de un taxónomo– el término va más allá del mero reconocimiento taxonómico, cuya validez es innegable, pero insuficiente. Así, debiera ser posible incluir en la definición de biodiversidad los conceptos de diversidad específica, es decir, el número de especies en un ecosistema determinado; la diversidad ecológica, referente a los distintos tipos de ambientes y comunidades que existen en un ecosistema, y la diversidad genética, que se refiere a la variación genética entre las especies. De acuerdo con Angel (1992) es posible también considerar a la biodiversidad fisiológica, referente a las adaptaciones funcionales ensambladas mediante la selección natural que ha permitido la supervivencia de las especies.

La consideración de la diversidad trófica o funcional también importa; en tal contexto, y para efectos de protección, es posible favorecer el funcionamiento de un sistema y sus procesos biológicos, independientemente de conocer y catalogar el número de especies que intervienen en su funcionamiento. Así, protegiendo los ecosistemas y su dinámica, es posible preservar simultáneamente a las especies, sean o no conocidas. Si se toma en cuenta estos aspectos, podría hablarse de la biodiversidad como una medida de la riqueza ecológica, específica, genética y de procesos biológicos, que da como resultado la conformación de los grandes ecosistemas en el planeta (Thorne-Miller y Catena, 1991).

* Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO). A.P. 424, Chetumal, Quintana Roo, C.P. 77000, México.



Bajo esta perspectiva, es posible destacar que se ha dado mucha atención –plenamente justificada– al estudio de la biodiversidad en ambientes terrestres, en particular a las selvas tropicales, que contienen aproximadamente la mitad de las especies terrestres conocidas. Sin embargo, comparativamente poco se ha escrito sobre la biodiversidad marina; mucho de este poco se ha centrado a los ambientes arrecifales, lo que ha permitido compararlos con los bosques tropicales en términos de biodiversidad.

Para aportar más elementos que puedan reafirmar la importancia de la biodiversidad en los océanos, con respecto a la del ambiente terrestre, es válida una comparación: a nivel de especie, la biodiversidad del ambiente terrestre resulta muy superior a lo conocido hasta ahora sobre el ambiente marino. Por ejemplo, Sournia y Ricard (1991) estimaron que existen de 3,500 a 4,500 especies de fitoplancton oceánico, lo cual contrasta con las más de 250,000 especies de plantas terrestres. De cualquier modo, en el ámbito faunístico es necesario considerar que el grueso de las especies animales terrestres son insectos.

Si nos trasladamos a un nivel sistemático superior (*Phylum*, Clase), veremos que en los océanos se encuentran representadas todas las grandes divisiones de flora y fauna, siendo muchas de ellas –al menos

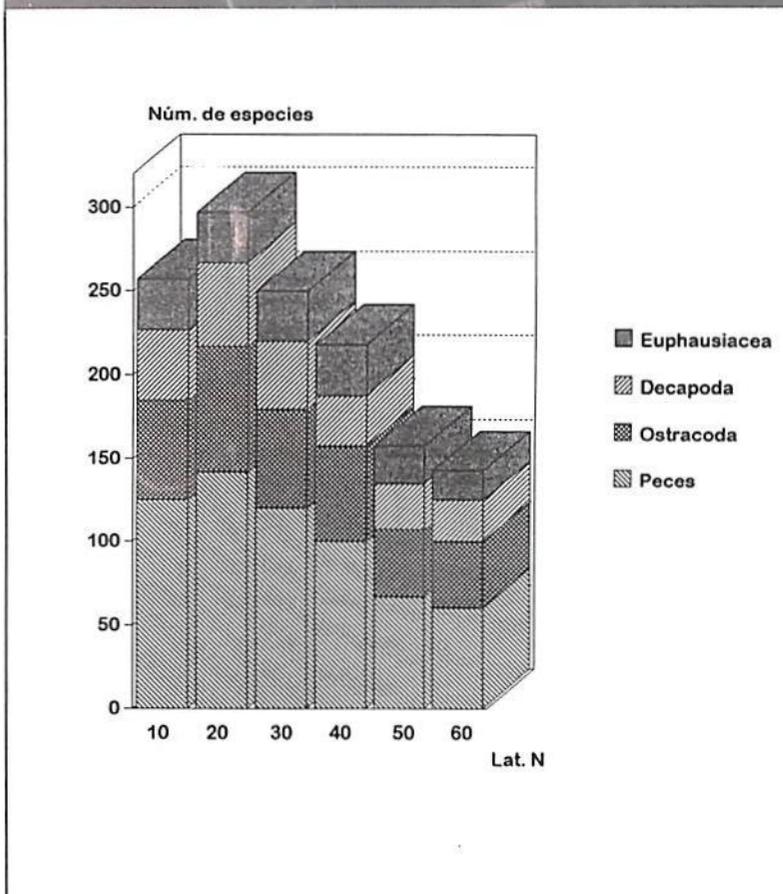
una tercera parte de los *phyla*– exclusivamente marinas (Ray, 1988). En los océanos habitan representantes de 28 *phyla*, de los cuales 13 son endémicos a este ambiente. De manera contrastante, solamente cerca de la mitad de estas mismas divisiones taxonómicas (11) se encuentran representadas en el ambiente terrestre y sólo una es endémica (tabla 1). Un ejemplo: Wilson (1988) registró 43 especies de hormigas pertenecientes a 26 géneros en un solo árbol de un bosque tropical en el Perú.

En un trozo de roca de plataforma marina es posible encontrar representantes de varios *phyla*; en una muestra de plancton oceánico podemos hallar una gran variedad de *taxa*: foraminíferos (*Sarcocystis*), medusas (*Cnidaria*), ctenóforos (*Ctenophora*), quetognatos (*Chaetognatha*), pterópodos y heterópodos (*Mollusca*), poliquetos (*Polychaeta*); al menos cinco clases de crustáceos (*Arthropoda*) y vertebrados (*Pisces*), así como algas de distintos tipos (*Cyanophyta*, *Chlorophyta*, *Dinophyta*). Estos datos nos permiten asomarnos a la extraordinaria riqueza biológica de los mares.

Son varias las razones que justifican una amplia acción para redimir la importancia de la biodiversidad marina; en primera instancia, el mar ocupa las tres cuartas partes de la tierra, lo que bajo una aproximación tridimensional se traduce en un ámbito habitable dos veces más grandes que la superficie terrestre. Los océanos contienen más del 90% de la biomasa del planeta; los eufáusidos forman agregaciones con suficiente biomasa para alimentar a las ballenas. Otros crustáceos del plancton marino, los copépodos, han sido considerados los organismos más abundantes del planeta (Hardy, 1970); por encima de los insectos. Esto se debe a que las poblaciones de organismos del zooplancton se encuentran muy dispersas en términos de unidad de volumen; sus amplios ámbitos de distribución se traducen en poblaciones muy grandes (Mc Gowan, 1990). La vida en los océanos apareció cientos de millones de años antes que en la tierra, de manera que, sin duda, los seres marinos son más antiguos que los seres terrestres.

Generalmente se asume que la diversidad marina no se encuentra amenazada salvo por algunas especies de mamíferos marinos y tortugas. Dada la enorme complejidad que representa conocer la biodiversidad en el mar, aquí es necesario aplicar el nivel funcional de la biodiversidad; al proteger el sistema preservamos a las especies en él inmersas. Sin embargo, no es eso lo que se está haciendo; en el caso de la pesca, se trata de mantener un nivel sostenible de producción-captura, e intentar asegurar la supervivencia del sistema que da como resultado las

GRÁFICA 1. NÚMERO DE ESPECIES EN LA COLUMNA DE AGUA (0-2000 M) EN EL ATLÁNTICO NORORIENTAL (TOMADO DE ANGEL, 1992)



poblaciones de las especies con importancia comercial. En algunos países, como en China, se está buscando –mediante nuevas tecnologías no contaminantes– que la maricultura permita combatir la sobrepesca (Tseng, 1992). Desafortunadamente, aún conocemos tan poco de la biodiversidad marina que debemos –por el momento– conformarnos con entender los procesos biológicos más relevantes y tratar de idear las maneras adecuadas para lograr conservarlos (Peterson, 1992). Esta complejidad funcional en la biota marina ha sido estudiada por May (1988), quien concluye que los ambientes marinos tienden a ser más complejos que los ambientes terrestres en sus funciones de interacción. De hecho, es sabido que en el estudio de la ecología, la tridimensionalidad del ambiente pelágico hace aplicables varios conceptos de la teoría ecológica terrestre, aunque otros son inaplicables.

En el campo de la taxonomía de los organismos marinos se requiere aún mucho trabajo para poder definir el *status* de cada especie marina; sin embargo, es necesario destacar que el hecho de que no conozcamos a todas las especies no descarta que se encuentren en peligro de extinción.

Entre las causas de amenaza a la biodiversidad marina es posible destacar las siguientes:

1. Destrucción del habitat

Actualmente, el desarrollo de las actividades humanas en las zonas costeras generalmente implica una fuerte dosis de inconsciencia, ignorancia e indiferencia. Las actividades de dragado, relleno y construcción, con fines industriales, o turísticos eliminan los ambientes de comunidades que perecen anónimamente y son sepultados en una fosa común. Sistemas tan frágiles como los arrecifes de coral están sujetos a infinidad de presiones, desde la agresión a pequeña escala, como puede ser un turista que accidental o intencionalmente rompe un coral, hasta la irracionalidad y falta de respeto a gran escala, como construir un terso campo de golf después de eliminar un arrecife.

2. Contaminación marina

Aunque la contaminación marina no es quizás la principal causante de pérdida de biodiversidad, sí es un factor considerable. Cada tipo distinto de contaminante tiene su particular efecto nocivo en las comunidades marinas: los nutrientes disueltos desestabilizan la dinámica trófica de las zonas costeras, creando modificaciones que repercuten no sólo en las especies que conforman la comunidad, sino en su

estructura final. Los tóxicos disueltos pueden ser depositados en los fondos, donde causan estragos en las poblaciones bénticas o permanecer en la columna de agua, a menudo, por un largo tiempo. Estos compuestos pueden ser asimilados por ciertos organismos del plancton –como los copépodos y los moluscos pelágicos– y ser transmitidos a niveles tróficos superiores; es decir, aquí el hombre ha tenido el triste mérito de realizar algo verdaderamente difícil: dañar o alterar todo el funcionamiento de una trama trófica tan compleja como la del plancton, en la columna de agua.

3. Sobrepesca

Las actividades de pesca masiva como pueden ser la de la anchoveta, el atún, la sardina, o el camarón, también tienen consecuencias considerables, no so-

TABLA 1

DISTRIBUCIÓN DE LOS PHYLUM ANIMALES POR HABITAT

PHYLUM	MARINO	ZOOPLANCTON	SIMBIÓTICO	AGUA DULCE	TERRESTRE
ACANTHOCEPHALA	-	-	**	-	-
ANNELIDA	X	X	X	X	X
ARTHROPODA	X	X	X	X	X
BRACHIOPODA	X	-	-	-	-
BRYOZOA	X	-	-	X	-
CHAETOGNATHA	**	X	-	-	-
CHORDATA	X	X	X	X	X
CNIDARIA	X	X	X	X	-
CTENOPHORA	**	**	-	-	-
DICYEMIDA	-	-	**	-	-
ECHINODERMATA	**	X	-	-	-
ECHIURA	**	X	-	-	-
GASTROTRICHA	X	X	-	-	-
GNATHOSTOMULIDA	**	-	-	-	-
HEMICHORDATA	**	X	-	-	-
KAMPTOZOA	X	-	X	X	-
KINORHYNCHA	**	-	-	-	-
LORICIFERA	**	-	-	-	-
MOLLUSCA	X	X	X	X	X
NEMATODA	X	X	X	X	X
NEMATOMORPHA	-	-	**	-	-
NEMERTEA	X	-	X	X	X
ONYCHOPHORA	-	-	-	-	**
ORTHONECTIDA	-	-	**	-	-
PHORONIDA	**	X	-	-	-
PLACOOZOA	**	-	-	-	-
PLATYHELMINTHES	X	-	X	X	X
POGONOPHORA	**	X	-	-	-
PORIFERA	X	-	X	X	-
PRIAPULA	**	X	-	-	-
ROTIFERA	X	X	X	X	X
SIPUNCULA	X	X	-	-	X
TARDIGRADA	X	-	-	X	X
TOTALES	28	17	15	14	11

** SE INDICA ENDEMISMO.

lamente en el recurso buscado, sino en lo que representa la captura incidental de otros elementos acompañantes, que son automáticamente eliminados. Este efecto, en gran escala, tiende a debilitar o alterar algunas partes de las tramas alimenticias en el ambiente marino. Asociado a la pesca y al transporte, existe otro problema grave, que es la dispersión inadvertida de especies marinas de un ambiente a otro, ya sea por descarga de aguas de lastre o por acuicultura. Este fenómeno ha permitido, mediante el transporte accidental de larvas, el establecimiento de crustáceos y poliquetos en zonas ubicadas a cientos o miles de kilómetros de su ámbito natural de distribución (Medcof, 1975; Carlton, 1985 y 1987). Este fenómeno se ha documentado para varias especies, como en el caso de los copépodos estuarinos asiáticos *Pseudodiaptomus marinus*, *P. forbesi* y *P. inopinus*, que fueron introducidos accidentalmente a California y otras zonas del Pacífico Oriental (Fleminger y Hendrix-Kramer, 1988; Cordell, *et al.*, 1992). En el caso de *P. forbesi* y de *P. inopinus*, su introducción se atribuye a la acuicultura (Cordell, *et al.*, 1992). Estos hechos modifican la biodiversidad local del ecosistema receptor, pues las poblaciones nativas a menudo quedan desplazadas.

4. Cambio climático global

El continuo –y al parecer inevitable– aumento en la temperatura global tiene una serie de consecuencias a todos los niveles, en el caso de los océanos, los efectos que se pueden destacar son: calentamiento de las aguas y elevación del nivel medio del mar. El primero ocasiona la desaparición de especies bénticas y pláncnicas, cuyo intervalo de tolerancia térmica sea rebasado, lo cual podría ocasionar alteraciones aún impredecibles en las comunidades. El segundo efecto incide en las áreas de humedales, incluyendo ambientes de aguas dulces y salobres, manglares y pantanos, que serán invadidos por aguas salinas, con consecuencias catastróficas para la biodiversidad marina y costera, sobre todo en áreas tropicales, donde estos ecosistemas aún están siendo estudiados.

Existen ejemplos claros de que la biodiversidad marina ha sido afectada por cambios climáticos; Barron y Baldauf (1989) documentaron la extinción de diatomeas hace 2.5 millones de años a partir de un evento de enfriamiento global. Los registros históricos también aportan datos sobre los posibles efectos de estos cambios climáticos a largo plazo: la caída estrepitosa de la Liga Hanseática, con graves consecuencias económicas y hambruna para toda Europa, se debió al colapso de la pesquería del arenque, al

inicio de la Pequeña Edad de Hielo, en el siglo XVII. Quizás con estos ejemplos sea más fácil imaginar los posibles efectos de fenómenos similares de esta escala.

5. Biodiversidad en el zooplancton

Como plancton, es posible definir a la gran cantidad de organismos vegetales y animales que habitan en la columna de agua, es decir, que viven suspendidos en los ambientes acuáticos y que se encuentran a merced de los movimientos de las masas de agua. El zooplancton es la parte animal del plancton y está constituido por una pasmosa diversidad de organismos, desde los protozoarios hasta los vertebrados. La mayor parte de ellos son de talla pequeña (de 1 a 6 mm), pero existen colonias de sifonóforos que llegan a medir hasta 30 m de longitud.

Como ocurre en las áreas tropicales, el zooplancton de estas latitudes es notablemente más diverso que el de las zonas templadas y frías; en esto intervienen varios factores:

a) Los ambientes tropicales han tenido estabilidad por un lapso considerablemente mayor al de otras latitudes. Esto ha permitido un mayor tiempo de evolución y adaptación para las comunidades y especies tropicales. Es posible ejemplificar este gradiente de biodiversidad con el grupo de los sifonóforos; la cantidad de especies registradas en zonas tropicales quintuplica a las observadas en aguas frías (Suárez y Gasca, 1991a; Angel, 1992). En la figura 1, basada en datos de muestreos pelágicos del *Institute of Oceanographic Sciences (IOS)*, se muestra la misma tendencia para varios grupos del zooplancton.

b) La heterogeneidad ambiental característica de algunos medios tropicales, como es el caso de los arrecifes de coral, representa una mayor cantidad de ambientes a los que las especies se pueden adaptar. En el caso del zooplancton, la heterogeneidad ambiental podría estar representada no como una complejidad física, sino hidrológica; es decir, tanto horizontal como verticalmente, los océanos presentan gradientes de luz, temperatura, salinidad, oxígeno, presiones de depredación y nutrientes que conforman microambientes a los que se adaptan ciertas comunidades (Bucklin, 1986).

Uno de los gradientes de biodiversidad más notables en el zooplancton es la distancia a la costa. Las aguas oceánicas tienden a ser mucho más ricas en especies que las zonas costeras. Asimismo, la biodiversidad del zooplancton se comporta de manera similar en sentido vertical; la capa de los 0 a 200 m

de profundidad (epipelágica) es la de mayor diversidad.

A medida que se desciende en la columna de agua, la diversidad del zooplancton disminuye; las características ambientales son mucho más estables a partir de los 500 m de profundidad, lo que se traduce en una heterogeneidad ambiental insignificante. Sin embargo, de acuerdo con Angel (1992) existe evidencia de que por debajo de los 500 y hasta los 1,000 m, la diversidad de los organismos del zooplancton –e incluso la de peces demersales– se incrementa a mayor profundidad, aunque la productividad oceánica a tales profundidades sea menor, en un orden de magnitud, que la de los 0 a 100 m (Angel y Baker, 1982).

Los copépodos pelágicos de la familia *Augaptilidae*, con 59 especies conocidas, están representados por sólo 19 especies en aguas superficiales, y las restantes son de aguas profundas (Matthews, 1972); algo similar sucede con las familias *Arietellidae* y *Euchaetidae*. En el caso de los ostrácodos plácticos del Atlántico Nororiental (20°O), la mayor riqueza de especies está entre los 500 y los 1,000 m de profundidad, con cerca de 40 especies, de 20 a 30, en los primeros 200 metros (Angel, 1991).

c) Es axiomático que las comunidades tropicales no presentan variaciones estacionales marcadas; esto representa el que las especies no deban sufrir cambios bruscos en las condiciones ambientales. Al ocurrir estos cambios climático-ambientales y debido a que son cíclicos, los organismos han tenido que adaptarse a ellos. Un ejemplo de este ajuste a cambios cíclicos o estacionales, en el plancton, lo es la ciclomorfosis, fenómeno que produce diferentes formas estacionales de una especie, y que a menudo está relacionada con factores ambientales.

d) La depredación contribuye a favorecer la biodiversidad al consumir a las presas más abundantes, permitiendo así el desarrollo poblacional de capturas menos competitivas, que de otro modo serían desplazadas por la presa más fuerte. Algo similar ocurre con la competencia, que evita que una especie domine a las demás.

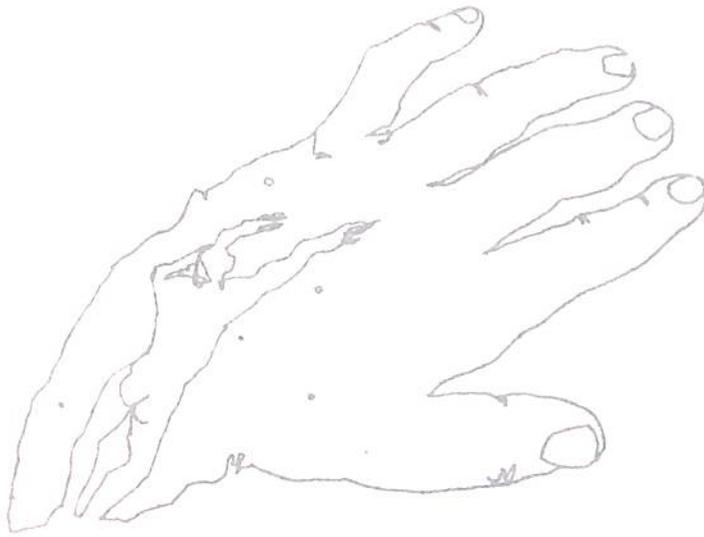
e) Las tasas de especiación en zonas tropicales son más elevadas; empíricamente, la diversidad tiende a ser mayor en la medida en que haya estabilidad ambiental. En los mecanismos de especiación el aislamiento tiene un papel fundamental; sin embargo, la especiación puede darse simpátricamente. Se sabe (Angel, 1992) que hay una considerable fauna pantropical que, no obstante el flujo genético, ha persistido con pocos cambios. Esto implica que la especiación en las especies oceánicas es lenta. Los cambios paleoclimáticos han favorecido la especiación o aislamiento de varios grupos del zooplancton, inclu-

yendo eufáusidos y copépodos (Cline y Hayes, 1976; Fleminger, 1986). En el caso de los copépodos, Fleminger (1986) atribuyó la especiación y formación de especies vicariantes del grupo *Labidocera pectinata* en el Indopacífico, a cambios sucesivos en el nivel del mar desde el Plioceno. Es posible que la particularmente elevada biodiversidad en el zooplancton de esta zona esté relacionada con este tipo de cambios. En estudios distribucionales y taxonómicos relativos a eufáusidos e hidromedusas existe evidencia de que ciertos taxa aún conservan distribuciones que son vestigios de los antiguos giros oceánicos (Van der Spoel, *et al.*, 1990).

En el caso del zooplancton y su relación con las zonas costeras y oceánicas, es posible destacar algunos factores que contribuyen a que la biodiversidad sea distinta en uno y otro ambientes. Las zonas costeras y de plataforma presentan patrones de circulación menos estables que en el caso de las aguas oceánicas profundas. Estos patrones pueden crear condiciones cambiantes que desfavorecen la biodiversidad local; en estas zonas se presentan fenómenos hidrológicos de impacto local como ciclones y anticiclones, surgencias e inmersiones. Un ejemplo del efecto que puede causar este tipo de movimientos de masas de agua en las comunidades del plancton ha sido descrito con referencia a una surgencia en la zona nororiental de la Península de Yucatán. En esta zona de surgencia y en otras influenciadas por este fenómeno, la cantidad de especies de copépodos disminuye drásticamente: de más de 60 especies por localidad, a menos de 15 en la zona afectada (Suárez y Gasca, 1991b). Algo similar fue observado con respecto a los sifonóforos, que virtualmente desaparecen de las zonas de surgencia estudiadas (Suárez y Gasca, 1990). Así, las aguas surgentes enriquecidas favorecen solamente a algunas especies, lo cual no beneficia la biodiversidad.

Para la biodiversidad del zooplancton costero y de plataforma es relevante la aportación de la fauna béntica, ya sea por la inserción de larvas plácticas de organismos bénticos o por la participación ocasional de algunos adultos en la comunidad zoopláctica local; este efecto es mayor a medida que la profundidad disminuye. Las zonas costeras y de surgencia representan los mejores sitios pesqueros en latitudes tropicales; al menos el 80% de las especies marinas, con importancia comercial, habitan en las zonas costeras y de plataforma.

Las áreas oceánicas son menos productivas que las costeras, pero la estabilidad ambiental es mayor. La biota zoopláctica marina en estas zonas definen su distribución y abundancia por corrientes y flujos de carácter más permanente. Estas corrientes tienen ca-



racterísticas definidas en cuanto a su salinidad, temperatura, dirección, velocidad y tipo de comunidad pláncica que la habita. Estas barreras que limitan y definen distintos tipos de comunidades, en sentido horizontal, también lo hacen verticalmente. Así, las masas de agua constituyen habitats tridimensionales que se desplazan con su biota asociada. Desde un punto de vista zoogeográfico, estos aspectos resultan fundamentales para estudiar la dinámica y evolución de las comunidades del zooplancton. Es claro que estas barreras no son rígidas ni limitantes definitivos; en general puede pensarse en ellas como un gradiente no muy tajante que permite el intercambio y migración de los organismos. Desde el punto de vista de la biodiversidad, estas barreras suaves permiten, de manera simultánea, que cada comunidad asociada se desarrolle dentro de las características ambientales idóneas, manteniendo así su propio nivel de biodiversidad; también permiten que a través de la interacción vertical y horizontal de las especies, se favorezca la biodiversidad.

Aunque en el mar abierto la participación de las larvas de organismos béticos –en la biodiversidad del plancton– es considerablemente menor a la de las zonas oceánicas, se ha demostrado que estas larvas pueden ser transportadas por grandes distancias desde la costa hacia el mar abierto (Rudakov, 1987).

Hay zonas que han sido más estudiadas que otras en lo que a la composición del zooplancton se refiere. En el Atlántico Noroccidental destaca, en este sentido, el Mar de los Sargazos. Este sistema cumple, en sentido global, con lo antes mencionado sobre la relación inversa entre productividad y biodiversidad. El Mar de los Sargazos es una zona muy poco productiva, de aguas oligotróficas de afinidad

tropical. Sin embargo, el zooplancton del Mar de los Sargazos tiene una riqueza específica notable. En el caso de los copépodos pláncicos (el grupo más abundante del zooplancton marino), Deevey y Brooks (1977) registraron un total de 326 especies entre los 0 y los 2,000 metros de profundidad; este número es considerablemente mayor a lo hasta ahora reportado para algunas áreas adyacentes, como el Golfo de México (Suárez, 1992; Campos y Suárez, 1993). De hecho, la fauna zoopláncica del Mar de los Sargazos tiene una fuerte influencia en la fauna del Mar Caribe Occidental y del Golfo de México, con más de 70% de especies comunes, por lo menos en el caso de los copépodos pelágicos (Suárez, 1992). Una particularidad notable distingue al Mar de los Sargazos, y es el hecho de que en él existe una comunidad asociada con macroalgas *Sargassum* flotantes, que constituyen verdaderos ecosistemas con una considerable heterogeneidad ambiental y por lo tanto, su biota es sumamente diversa. Algo equivalente ocurre en zonas costero-arrecifales con praderas de pastos marinos, que forman refugios naturales para las especies del zooplancton, favoreciendo la diversidad local (Suárez y Gasca, 1990).

Por otro lado, el sistema oceánico del Pacífico se encuentra caracterizado, de manera general, por los principales patrones de circulación: el giro ciclónico subártico del Pacífico Norte, el giro anticiclónico del Pacífico Central y el sistema del Pacífico Tropical Oriental. Los patrones globales de distribución de los grupos más representativos del zooplancton corresponden, de manera razonablemente cercana, a las tendencias de la circulación oceánica en el Pacífico. El giro subártico se caracteriza por una marcada estacionalidad, alta productividad –merced a intensas surgencias– y baja biodiversidad. El giro del Pacífico Central tiene baja productividad y muy alta diversidad en el plancton; McGowan (1986) la define como “la provincia oceánica del Pacífico más rica en especies”. La zona del Pacífico Tropical Oriental tiene influencia estacional de aguas frías y de aguas tropicales, además de importantes zonas de surgencia; una de ellas es el Domo de Costa Rica, con una fauna no muy diversa. Así, el sistema Pacífico Tropical Oriental resulta a la vez heterogéneo y productivo, lo que provoca una diversidad biológica moderada; justamente esto puede ser demostrado al referirnos ahora a algunos estudios sobre distintos grupos en el Domo de Costa Rica. Suárez y Gasca (1989), al estudiar los copépodos pláncicos de esta zona, encontraron 41 especies del Suborden Calanoida, el más diverso del grupo; en el Golfo de México, Suárez (1992) registró más de 100 especies de

Gasca y Suárez (1992) registraron 29 especies en el Domo de Costa Rica, y se han reportado 62 en el Golfo de México (Suárez y Gasca, 1991). Así, en el espectro casi lineal de biodiversidad-productividad, el Pacífico Tropical Oriental se encontraría a medio camino, mostrando una relación común entre la elevada productividad y la baja o moderada biodiversidad. No ocurre así en la mayor parte de los sistemas pelágicos conocidos.

En el caso de México, los esfuerzos realizados hasta ahora resultan magros para abordar la problemática que representa estudiar una biodiversidad tan abrumadoramente elevada como la que se encuentra representada en nuestro extensísimo litoral y en nuestros millones de kilómetros cuadrados de zona económica exclusiva. Aun cuando la tarea parezca imposible, como lo presenta con precisión Margalef (1968) al afirmar que "la diversidad total es mítica",

al menos es necesario tratar de avanzar para definir de manera global la biodiversidad de un ecosistema dado.

Como también lo indica Margalef (1968), la biodiversidad de un sistema se refleja con un bajo grado de distorsión a ciertos niveles; para ser un buen indicador de biodiversidad, el grupo taxonómico debe estar distribuido en todo el ecosistema. Es por ello que el zooplancton y el fitoplancton son buenos indicadores de biodiversidad en los ecosistemas acuáticos, pero relativamente desconocidos. Sin embargo, es evidente la falta de especialistas en la taxonomía de grupos particulares; esto deriva en parte del eterno entredicho que persigue a los investigadores que dedican su tiempo a la taxonomía, actividad tradicionalmente menospreciada, pero que debe ser reforzada ahora más que nunca porque conocer la biodiversidad equivale a saber más de nuestro propio futuro, como moradores de este planeta. ♦

BIBLIOGRAFÍA

- Angel, M.
 _____ (1991). "Variations in time and space: Is biogeography relevant to studies of long-time scales?", in *Journal of the Marine Biological Association United Kingdom*. 71:191-206.
 _____ (1992). "Managing biodiversity in the oceans". Peterson, M. (ed). *Diversity of oceanic life*. Center for Strategic and International Studies. Washington, D.C. Vol. XIV (12):23-57.
 _____ and Baker, A. (1982). "Vertical standing crop of plankton and micronekton at three stations in the Northeast Atlantic", in *Biological Oceanography*, 2:1-30.
- Barron, J. and Baldauf, J. (1989). "Tertiary cooling steps and paleo-productivity as reflected by diatoms and biosiliceous sediments", in Berger, W., Smetacek, V. and Wefer, G. (eds.). *Productivity of the ocean: Present and past*. John Wiley and Sons. N.Y.:341-354.
- Bucklin, A. (1986). "The genetic structure of zooplankton populations", in *Pelagic Biogeography*. UNESCO Technical Papers of Marine Science. 49:33-41.
- Campos, A. y Suárez, E. (1993). *Copépodos pelágicos del Golfo de México y Mar Caribe. I. Sistemática y Biología*. CONACYT/CIQRO. México. 359 pp.
- Carlton, J.
 _____ (1985). "Transoceanic and interoceanic dispersal of coastal marine organisms: the biology of ballast water", in *Oceanography and Marine Biology Annual Review*. 23:313-371.
 _____ (1987). "Patterns of transoceanic marine biological invasions in the Pacific Ocean", in *Bulletin of Marine Science*. 41:452-465.
- Cline, R. and Hayes, J. (1976). "Investigation of late quaternary paleoceanography and paleoclimatology", in *Memoirs of the Geological Society of America*. 145:1-464.
- Cordell, J., Morgan, C. and Simenstad, C. (1992). "Occurrence of the Asian calanoid copepod *Pseudodiaptomus inopinus* in the zooplankton of the Columbia River estuary", in *Journal of Crustacean Biology*. 12(2):260-269.
- Deevey, G. and Brooks, A. (1977). "Copepods of the Sargasso Sea off Bermuda: species composition, and vertical and seasonal distribution between the surface and 2000m", in *Bulletin of Marine Science*. 27(2):256-291.
- Fleminger, A.
 _____ (1986). "The Pleistocene equatorial barrier between the Indian and Pacific Oceans and a likely cause for Wallace's Line. *Pelagic biogeography*. UNESCO Technical Papers in Marine Science. 49:84-97.
 _____ and Hendrix-Kramer, S. (1988). "Recent introduction of an Asian estuarine copepod *Pseudodiaptomus marinus* (Copepoda: Calanoida), into Southern California embayments", in *Marine Biology*. 98:535-541.
- Gasca, R. y Suárez, E. (1991). "Composition and small-scale distribution of the siphonophores in the Mexican Caribbean Sea and Campeche Bank", in *Hydrobiologia, Spec.vol.* 216/217:497-502.
- Gasca, R. y Suárez, E. (1992). Sifonóforos (Cnidaria: Siphonophora) del Domo de Costa Rica, en *Revista de Biología Tropical*. 40(1):117-122.
- Hardy, A. (1970). *The open sea. The world of plankton*. Collins, London. 335 pp.

- Lewontin, R. (1990). *Fallen angels*. The New York Review of Books. 37(10):3-7
- Margalef, R. (1968). *Perspectives in ecological theory*. University of Chicago Press. U.S.A.
- Matthews, J. (1972). "The genus *Euaugaptilus* (Crustacea, Copepoda). New descriptions and a review of the genus in relation to *Augaptilus*, *Haloptilus* and *Pseudaugaptilus*", in *Bulletin of the British Museum (Natural History) Zoology*. 24(1):1-71.
- May, R. (1988). "How many species are on Earth?", in *Science*. 241:1441-1448.
- Mc Gowan, J.
 _____ (1986). "The biogeography of pelagic ecosystems". *Pelagic biogeography. UNESCO Technical Papers on Marine Science*. 49:191-200.
 _____ (1990). "Species dominance-diversity patterns in oceanic communities". en Woodwell, G.M. (ed.). *The earth in transition*. Cambridge University Press. N.Y.:395-421.
- Medcof, J. (1975). "Living marine animals in a ship's ballast water", in *Proceedings of the National Shellfish Association*. 65:54-55.
- Peterson, M. (1992). Diversity of oceanic life. Center for strategic and international studies. Washington, D.C. Vol. XIV (12):1-109.
- Ray, G. (1988). "Ecological diversity in coastal zones and oceans", in E.O. Wilson (ed.). *Biodiversity*. National Academy Press. Washington, D.C.:36-50.
- Rudjakov, Y. (1987). "Ecosystems of coastal waters as a component of the biological structure of the ocean", in *Oceanology*. 27:479-481.
- Sournia, A. and Ricard, M. (1991). "Marine phytoplankton: How many species in the world ocean?". *Journal of Plankton Research*. 12:1093-1099.
- Suárez, E. (1992). "Lista faunística de los copépodos calanoides (Copepoda: Calanoida) del Golfo de México: consideraciones zoogeográficas", en *Ciencias Marinas*. 18(2):119-151.
- Suárez, E. y Gasca, R.
 _____ (1989). "Copépodos calanoides epipelágicos del Domo de Costa Rica (julio-agosto, 1982)", en *Ciencias Marinas*. 15(1):89-102.
 _____ (1990). "Variación dial del zooplancton asociado a las praderas de *Thalassia testudinum* en una laguna arrecifal del Caribe Mexicano", en *Univ. y Ciencia*. 7(13): 57-64.
 _____ (1991a). *Sifonóforos de México. Biología y Ecología*. Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO). México. 172 p.+ 7pls.
 _____ (1991b). "Calanoid copepods of the Southern Gulf of Mexico (Spring, 1986)", in *Bulletin of the Plankton Society of Japan. Spec. Vol.* (1991):593-601.
- Thorne-Miller, B. and Catena, J. (1991). *The living ocean. Understanding and protecting marine biodiversity*. The Oceanic Society of Friends of the Earth, U.S. Island Press. Washington, D.C. 180 pp.
- Tseng, C. (1992). "Mariculture on coastal China and biodiversity". en Peterson, M.N.A. (ed.). *Diversity of oceanic life*. Center for strategic and international studies. Washington, D.C. Vol. XIV (12):76-99.
- Van der Spoel, S., Pierrot-Bults, A. and Schalk, P. (1990). "Probable mesozoic vicariance in the biogeography of Euphausiacea", in *Bijdragen tot der Dierkunde*. 60:155-162.
- Wilson, E. (ed.). 1988. *Biodiversity*. National Academy Press. Washington, D.C.:36-50.

La Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica y la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo convocan a participar en el

V CONGRESO NACIONAL DE DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA

7 al 9 de diciembre de 1995, Morelia, Mich.

Tema central:

LAS RELACIONES ENTRE LA DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA Y LA ENSEÑANZA ESCOLARIZADA

Actividades:

- ✓ Conferencias magistrales
- ✓ Sesiones de carteles
- ✓ Presentación de ponencias
- ✓ Actividades para el público
- ✓ Muestras de productos audiovisuales y de publicaciones
- ✓ Mesas redondas

Informes:

SOMEDICYT, Museo de las Ciencias Universum, Casita de la Ciencia, Planta Baja, Circuito Cultural Universitario, Ciudad Universitaria, 04510 México, D.F. Tel. 622-73-30 de 16:00 a 20:00 hrs. At'n. Josefina Mora.

ADN Editores, S.A. de C.V., Torres de Mixcoac A3-801, Col. Lomas de Plateros, 01490 México, D.F. Tel. 593-42-27 de 10:30 a 14:00 hrs. At'n. Norma Castillo.

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Edificio "L" planta alta, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán. Apdo. Postal 2-115. Tel. y fax 91-43-260261. At'n. Guadalupe Arroyo. Tel. y fax 91-43-167413. At'n. Magdalena Calderón.