



CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS ZONAS COSTERAS Y MARINAS, UNA VISIÓN MICROSCÓPICA PARA ACCIONES MACROSCÓPICAS

La humanidad actualmente debe asumir uno de sus más grandes retos en materia ambiental, si no tal vez el mayor de todos hasta ahora: encontrar la forma de comprender, mitigar y especialmente adaptarse a los efectos del cambio climático. Este es un tema de importancia internacional y ha cobrado especial interés nacional gracias a la comunidad científica que genera información sobre las consecuencias y dinámicas de este fenómeno, permitiendo ubicar a Colombia en un nivel vulnerable, debido a la presencia de ecosistemas estratégicos para el desarrollo nacional (territorio insular, ecosistemas costeros de alta fragilidad, ecosistemas únicos de alta montaña y de bosques tropicales, entre otros) y frágiles ante el cambio climático.

Se espera que el cambio climático tenga un gran impacto en las áreas oceánicas y costeras, afectando principalmente los recursos ambientales así como la calidad del agua. Desde la mesoescala, la comunidad planctónica es un buen indicador de los cambios climáticos en el ambiente marino, al ampliar las fuerzas en la variación climática evidenciando las alteraciones, primero en el plancton, que en los parámetros físico-ambientales (Beaugrand, 2005; Beaugrand, 2008). En las últimas décadas y en muchas áreas mundiales, existen fuertes evidencias de cambios sistemáticos en la abundancia, distribución y estructura de la comunidad planctónica (Beaugrand et al., 2003; Atkinson et al., 2004; Bopp et al., 2005; Purcell, 2005; Beaugrand, 2008; Roemmich & McGowan, 1995) relacionadas con la variación de los parámetros físico-químicos de los océanos como la salinidad y la temperatura (Möllmann et al., 2008).

Investigaciones recientes han demostrado que el calentamiento global contribuye a la salinización del mar (Adam D, artículo en la web). La cantidad de sal en el agua de mar varía en respuesta directa al cambio climático producido por el hombre. La salinidad junto con la temperatura afectan directamente la densidad del mar y por consiguiente la circulación de las corrientes oceánicas, desde los trópicos hasta los polos (Jenkins A, artículo en la web). Es así, como in-

crementos o descensos significativos en la salinidad oceánica pueden ser alertas del cambio climático (Zahn R, artículo en la web). Adicionalmente, la salinidad superficial del mar está estrechamente ligada con el ciclo completo del agua en la tierra y con la cantidad de agua fresca que entra y sale al océano a través de la evaporación y precipitación. Medir la salinidad es una forma de examinar el ciclo del agua en gran detalle (Jenkins A, artículo en la web).

El zooplancton juega un significativo rol en los ecosistemas marinos, son consumidores de la producción primaria en el océano, siendo parte importante en la cadena alimenticia, así, como del ciclo del carbono (Calbet & Landry, 2004), y pueden llegar a reemplazar al fitoplancton como la fuente primaria de alimento para el mesozooplancton dominante (Mackas & Tsuda, 1999). Por lo anterior, entender cómo su distribución, comportamiento y crecimiento pueden modificarse con el cambio climático, es de extremada relevancia.

Los procesos físicos, biológicos y químicos crean y mantienen la estructura de las capas en aguas costeras estratificadas (Hanson & Donaghay, 1998). Estas capas son importantes en la distribución vertical del zooplancton. Harder (1968) revisó la literatura y evidenció agregación en interfaces salinas y templadas, conduciendo experimentos que permitieron encontrar una relación entre la distribución de organismos y la variación de los gradientes en la columna, comprobando que los individuos prefieren

Fig. 1. Vessel para observar el comportamiento de los organismos zooplanctónicos.



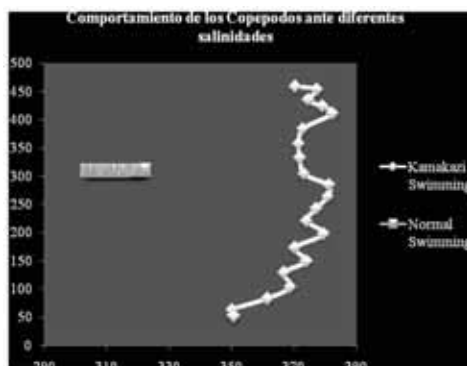


evadir las capas por el marcado cambio en los gradientes.

Mientras la variación global continúa, cambios en el clima, en el deshielo y la temperatura causarán cambios en la estratificación del océano, y en algunos casos, los gradientes de salinidad se acentuarán debido a la entrada de agua dulce en los sistemas marinos (Behrenfeld et al., 2006). Se hace interesante entender cómo estos cambios en la estratificación, cambian la distribución y adaptación del zooplancton marino. En estudios llevados a cabo por Kan & Prezioso (2008) se encontró correlación entre la abundancia de copépodos y la desalinización de aguas costeras a gran escala.

Entender las implicaciones desde lo micro a lo macro, permitirá tener una visión acertada de las medidas a tomar para adaptarnos. Escalar los efectos del cambio climático en el zooplancton marino hace parte de una de las iniciativas adelantadas por el Consorcio Suramericano del Cambio Climático (SACC), respaldado por el Instituto Americano de Investigación del Cambio Global (IAI), quienes en conjunto con la Universidad de Sao Paulo (USP), realizaron un curso internacional en el Laboratorio Integrado de Procesos Oceánicos del Instituto de Oceanografía de la USP, llevado a cabo en Ubatuba, Brasil, durante el mes de julio de 2009, contando con la participación de Argentina, Brasil, Chile, Perú, Estados Unidos, Polonia y Colombia, con el objetivo de avanzar en el conocimiento de los múltiples efectos globales del cambio y variabilidad climática en los ecosistemas oceánicos de Sur América.

Fig. 2. Comportamiento de los organismos a diferentes concentraciones de salinidad. El eje y corresponde a la distancia en mm y el eje x al tiempo en centésimas de segundo. Kamikazi swimming muestra el movimiento efectuado hacia la capa de baja salinidad mientras el Normal swimming refleja el movimiento en salinidades optimas.



El curso se estructuró en una parte teórica dictada por los profesores Rudi Strickler

de la Universidad de Wisconsin-Milwaukee y Rubens Lopes de la Universidad de Sao Paulo, sobre el comportamiento del grupo de copépodos como indicadores de cambio climático dadas las características propias de su condición de vida. Igualmente se complementó con una parte práctica durante la cual los asistentes al curso desarrollaron un microproyecto con especies zooplanctónicas de la región para probar diferentes condiciones de cambio y analizar su capacidad de respuesta.

Los microproyectos consistieron en la elaboración artesanal de un recipiente (vessel, figura 1) en el cual se crearon capas de agua con diferentes concentraciones de salinidad o pH, donde eran introducidos organismos vivos tomados del medio (Bahía Ubatuba), para grabar su comportamiento a lo largo de la columna, graficarlo (software ImageJ, figura 2) y posteriormente analizarlo (software Statistica).

Aunque muchos estudios han generado evidencia de la respuesta rápida a la variabilidad climática por parte de los ecosistemas marinos (Beaugrand et al., 2002; Drinkwater et al., 2003; Edwards & Richardson, 2004; Ottersen et al., 2004); el curso permitió concluir con los resultados obtenidos de los diferentes microproyectos desarrollados, que en términos generales las especies de zooplancton analizadas (copépodos *Acartia tonsa* y *Temora turbinata*), exhiben una reacción adversa a fuertes gradientes de salinidad y pH, que ni siquiera la presencia de alimento puede modificar. Esta restricción altera las áreas de distribución del zooplancton, limitando potencialmente el acceso a zonas de alimentación y reproducción, manteniéndolos en áreas poco favorables debido a la presencia de predadores (Waggett & Buskey, 2007) y posible exposición a algas tóxicas (Cohen et al., 2007). Mientras el clima cambia, es importante continuar con el estudio y comprensión del comportamiento de tan importante eslabón en la cadena trófica como lo es el zooplancton, que a la vez constituye un buen indicador de la variabilidad climática en los océanos.

Por: **DIANA YANETH VARGAS RODRÍGUEZ**
Asesora de Manejo Integrado de Zonas Costeras
Comisión Colombiana del Océano