

BIOGEOQUÍMICA DEL CARIBE, CAMBIO GLOBAL Y OBSERVACIÓN DE LOS OCÉANOS

Procesos biogeoquímicos vitales para el sostenimiento de ecosistemas marinos saludables en el agua cercana a la superficie del Caribe están modulados por fenómenos de mesoescala que ocurren a escalas espaciales de unos pocos cientos de kilómetros y temporales del orden de semanas a meses. Tales fenómenos responden fácilmente al forzamiento climático, pero afortunadamente, una nueva capacidad de observación de los océanos permite ahora disponer de medios sin precedentes para su caracterización, seguimiento y predicción.

La surgencia costera impulsada por el viento a lo largo de los márgenes meridionales del Mar Caribe y el Golfo de México lleva aguas frías, saladas y cargadas de nutrientes a la superficie, detectadas y visualizadas por sensores de temperatura de la superficie del mar y/o salinidad de la superficie del mar a bordo de satélites en órbita cercana a la Tierra. El subsidio de nutrientes da lugar a floraciones de microfitoplancton, en particular diatomeas y dinoflagelados, a expensas de las nanofracciones y picofracciones más pequeñas que prevalecen en las aguas superficiales cálidas pobres en nutrientes. Tales floraciones, fácilmente detectadas por radiómetros de color oceánico a bordo de satélites orbitales, mantienen pesquerías altamente productivas, así como los famosos criaderos de ostras perliíferas restantes de Margarita, Cubagua y la Península de la Guajira.

La escorrentía continental de los principales ríos (como el Orinoco y el Amazonas) se extiende por todo el Caribe desde el este de Sur América (SA) hasta la costa sur de La Española; distancias de más de 1.000km. Estas masas boyantes de agua dulce están cargadas de materia orgánica coloreada disuelta (MOCD) que se diluye lentamente y se pierde a través de la fotooxidación UV en escalas de tiempo de meses. Si bien estas plumas transportan cargas de nutrientes más modestas, lo que resulta en floraciones modestas, la discriminación entre la floración y la carga de MOCD es, en el mejor de los casos, difícil con los radiómetros disponibles actualmente. Los patrones de precipitación sobre SA responden fácilmente al forzamiento climático que afecta la escorrentía, como es evidente en las observaciones de series de tiempo que reflejan la ausencia virtual de las plumas en el Caribe norte durante los años de El Niño, un presagio del cambio climático.

De diez a quince remolinos de mesoescala de ~200km de diámetro y profundidades de hasta 1km atraviesan anualmente la cuenca del Caribe. Los remolinos ciclónicos

promueven la surgencia, mientras que los anticiclones dan lugar al hundimiento de masas superficiales. Por lo tanto, los grandes remolinos anticiclónicos dan como resultado reservorios profundos de agua cálida que proporcionan una fuente de calor para alimentar los huracanes. Los remolinos ciclónicos, por otro lado, pueden amortiguar la fuerza de los huracanes. Los remolinos oceánicos se detectan y rastrean utilizando altimetría satelital asistida por radar para la cual las anomalías de la altura de la superficie del mar son del orden de centímetros; positivo para el anticiclónico y negativos para el ciclónico. Radares de alta frecuencia terrestres para seguimiento de corrientes superficiales ahora también permiten el seguimiento de remolinos a lo largo de las aguas costeras cercanas.

Ondas internas generadas por las mareas se propagan a lo largo de las discontinuidades de densidad; termoclinas y haloclinas. Al igual que los remolinos, estos trenes de olas provocan profundización y afloramiento alternos de las masas de agua con excursiones de hasta 40m, exponiendo así a las comunidades de fitoplancton de aguas profundas a una mayor radiación solar. La productividad del fitoplancton puede verse favorecida o retardada dependiendo de la magnitud de las excursiones verticales y de la hora del día. Planeadores oceánicos robóticos autónomos han caracterizado con éxito tales trenes de olas.

Es probable que las anomalías regionales emergentes sean forzadas por el cambio global. Las tormentas de polvo del Sahara están en aumento, disminuyendo la irradiación solar y cambiando las propiedades ópticas y químicas de las aguas superficiales en todo el Gran Caribe. Igualmente sin precedente, son las floraciones de sargazo (una macroalga pelágica) que han surgido en el presente milenio y que ahora se ven extendiendo desde la costa africana hasta el Caribe y Mesoamérica.

En las últimas décadas han proliferado nuevos instrumentos y plataformas autónomos de observación de los océanos, lo que permite nuevas y potentes capacidades para la detección, cuantificación y visualización sostenidas de estos importantes fenómenos. Los modelos numéricos que asimilan estos flujos de datos permiten pronosticar su desarrollo, progreso y desaparición.

JORGE E. CORREDOR (RETIRADO)

Universidad de Puerto Rico
Recinto Universitario de Mayagüez