

Meerhoff, Erika¹; Combes, Vincent²; Matano, Ricardo²; Barrier, Nicolas³; Franco, Bárbara^{4,5}; Piola, Alberto^{4,6,7}; Hernández-Vaca, Freddy⁸; Defeo, Omar¹

¹ Laboratorio de Ciencias del Mar (UNDECIMAR), Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Iguá 4225, 11400 Montevideo, Uruguay. ² College of Earth and Atmospheric Sciences, Oregon State University, Corvallis, OR 97331-5503, USA. ³ Institute de Recherche pour le Développement, France

⁴ Instituto Franco-Argentino para el Estudio del Clima y sus Impactos (UMI 3351-IFAECI)/CNRS-IRD-CONICET-UBA, C1428EGA, Buenos Aires, Argentina

⁵ Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA)/CONICET-UBA, C1428EGA, Buenos Aires, Argentina. ⁶ Departamento de Oceanografía, Servicio de Hidrografía Naval (SHN), C1270ABV, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

⁷ Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, Universidad de Buenos Aires, C1428EGA, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. ⁸ División El Niño y Clima Oceánico, Dirección de Oceanografía Naval, Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada del Ecuador, Guayaquil, Ecuador

Introducción

Conectividad: intercambio de individuos entre sub-poblaciones geográficamente separadas que forman una metapoblación, constituye un proceso clave en su dinámica y en la demografía de metapoblaciones (Cowen et al. 2000).

Los patrones de conectividad entre poblaciones que habitan playas arenosas, vinculados a dispersión larval, son aún un campo de estudio por explorar, y los mecanismos que influyen la distribución larval y sus consecuencias en la dinámica metapoblacional no han sido evaluados (Defeo y McLachlan 2005).

Moluscos bivalvos: miembros conspicuos de las playas arenosas (McLachlan et al. 1996), el berberecho *Donax hanleyanus* (Philippi, 1845) ocurre principalmente en el intermareal arenoso a lo largo de la costa Atlántica de Sudamérica, desde el trópico (17°S) hasta regiones templadas (37°S).

La almeja amarilla *M. mactroides* (Reeve, 1854) es un bivalvo intermareal de aguas frías que domina la biomasa de la comunidad macrofaunal de playas arenosas disipativas a lo largo de la costa Atlántica de Sudamérica (Fiori y Defeo 2006), se distribuye desde el estado de San Pablo, Brasil (24°S) hasta el sur de la Provincia de Buenos Aires, Argentina (41°S).

OBJETIVO: estudiar la conectividad larval de ambas especies a través de un modelo bio-oceanográfico individuo-basado (IBM, por las siglas en inglés) y evaluar los efectos de la mortalidad larval debido a la temperatura del agua en los patrones de conectividad.

Resultados y discusión

Conectividad a través del estuario del Río de la Plata ocurrió solo para larvas liberadas durante un evento La Niña intenso, caracterizado por bajas descargas del RdIP y fuerte corriente superficial hacia el suroeste en verano (Fig. 2).

M. mactroides: la mortalidad larval inducida por agua cálida redujo su conectividad, llevando a procesos de auto-reclutamiento en la mayoría de las áreas (Fig. 3).

D. hanleyanus: la mortalidad larval inducida por temperatura no afectó los patrones de conectividad (resultados no presentados). No hubo transporte larval hacia el límite sur de distribución de ambas especies (Fig. 3 y 4), corroborando un patrón de reclutamiento irregular típico de poblaciones locales sumidero situadas en el borde del rango de distribución de ambas metapoblaciones.

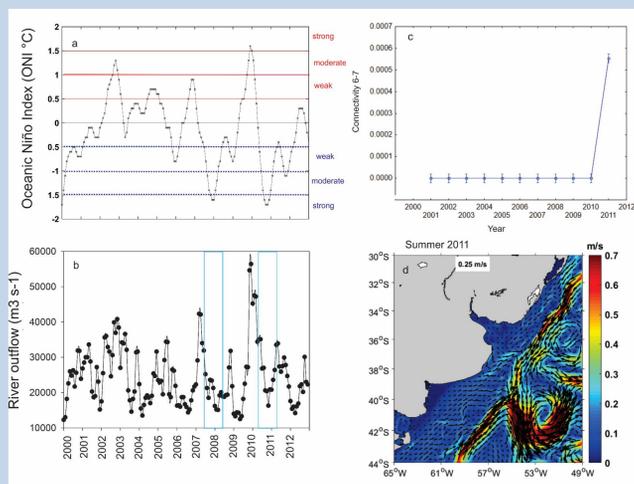


Fig. 2. a) Índice oceánico El Niño mensual (ONI) para el periodo analizado. Líneas rojas: eventos El Niño, líneas azules eventos La Niña. B) Descarga mensual del RdIP: fuertes episodios La Niña en celeste. D) Serie de tiempo de la conectividad larval de *D. hanleyanus* entre área de liberación 6 y área de reclutamiento 7 para larvas liberadas en enero y 60 días PLD. D) Corrientes superficiales estacionales durante el fuerte evento La Niña en verano 2011 (de las salidas del ROMS).

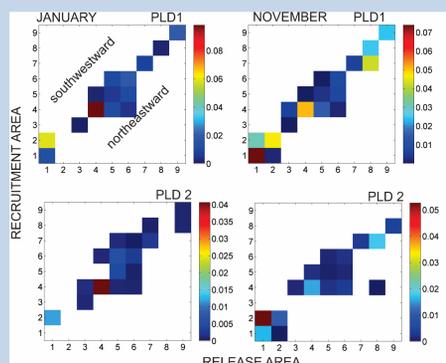


Fig. 4. Matrices de conectividad media para *D. hanleyanus*, (larvas liberadas en enero y noviembre). Conectividades sobre la diagonal indican transporte larval hacia el suroeste (southwestward), y debajo de la diagonal indican transporte hacia el noreste.

La aceleración del calentamiento en este "hotspot" de calentamiento marino podría restringir aún más la conectividad larval de las poblaciones de almeja amarilla en el Atlántico Suroccidental, con implicancias para la conservación de la especie que ha sufrido disminuciones de abundancia debido al calentamiento.

Materiales y Métodos

Estudio de la conectividad mediante un IBM espacialmente explícito de transporte larval acoplado a salidas de un modelo hidrodinámico 3-D del Sistema Regional de Modelación Oceánica (ROMS por sus siglas en inglés, Shchepetkin y McWilliams, 2005), de aproximadamente 3.8 km de resolución para el periodo 2000-2012 (Matano et al. 2014).

El IBM se implementó en el código Ichthyop (Lett et al. 2008) y la conectividad entre áreas se computó para larvas que exitosamente alcanzaron un área de reclutamiento (Fig. 1), de acuerdo a los criterios y escenarios que se describen (tabla 1).

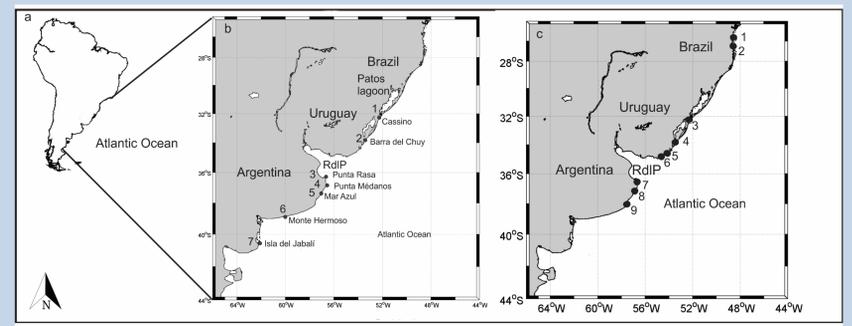


Fig. 1. Rango geográfico de la almeja *M. mactroides* destacando los siete sitios analizados en el estudio (dominio dfueron liberadas en el IBM. Se indican el estuario del Río de la Plata (RdIP) y la laguna de los Patos. el ROMS, b). Y sitios de estudio del berberecho *D. hanleyanus* (C). Las playas fueron secuencialmente numeradas en dirección hacia el polo (desde 1 a 7 para la almeja, de 1 a 9 para el berberecho), y fueron definidos como áreas de liberación desde donde las partículas virtuales.

Tabla 1. Modelo biológico para ambas especies (SST: temperatura superficial del mar).

	Eventos de liberación de partículas	Duración de la larva en el plancton (PLD, días)	Mortalidad larval
<i>D. hanleyanus</i>	noviembre enero	30 y 60	SST > 30°C
<i>M. mactroides</i>	noviembre febrero	30, 60 y 90	SST > 24.5°C

- Variabilidad interanual en la conectividad larval: se determinó mediante experimentos de transporte larval usando campos de corrientes del modelo hidrodinámico durante 2000-2012 (se liberaron 500.000 partículas al azar desde diferentes áreas de liberación costeras)
- Se evaluó la variabilidad interanual de las corrientes superficiales entre años en los cuales los patrones de conectividad mostraron diferencias conspicuas, los mapas de corrientes se realizaron usando velocidades del modelo hidrodinámico.

Resultados y discusión

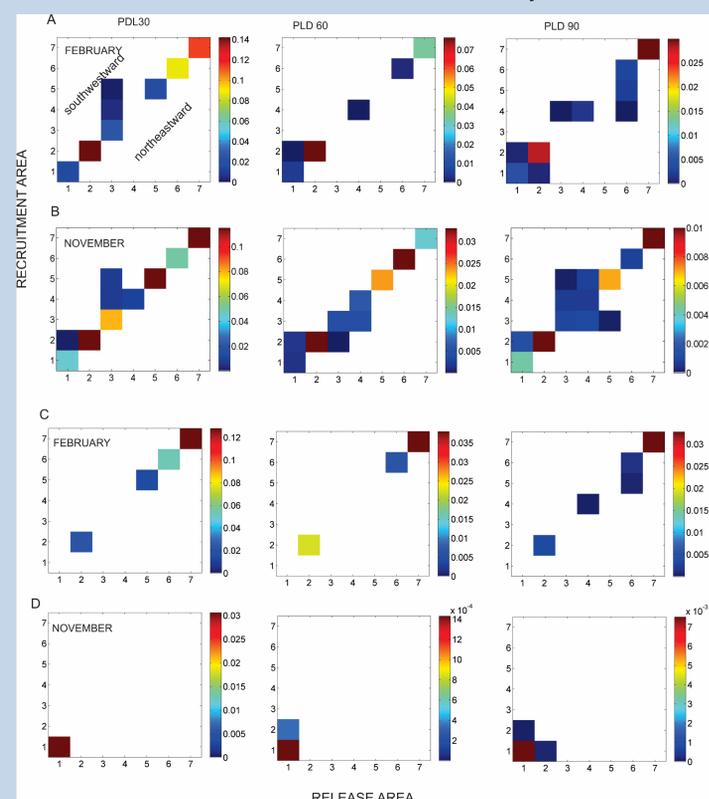


Fig. 3. Matrices de conectividad media (expresada como proporciones) para la conectividad larval de *M. mactroides*, larvas liberadas en febrero (A) y noviembre (B) y corregidas por mortalidad larval debido a elevada SST (C y D). Conectividades sobre la diagonal indican transporte larval hacia el suroeste (southwestward), y debajo de la diagonal indican transporte hacia el noreste.