

# CONDICIONES PALEOCEANOGRÁFICAS DEL ÚLTIMO INTERGLACIAL EN LA COSTA NORTE DEL PERÚ: PERSPECTIVAS DESDE LA MALACOFUNA

Adelina CASTILLO, Luc ORTLIEB & José MACHARÉ

## INTRODUCCIÓN

El litoral norte del Perú es una zona con alta variabilidad oceanográfica y atmosférica. En esta franja costera, confluyen masas de aguas tropicales de la Corriente Ecuatorial provenientes del Norte y de aguas frías del sistema de Humboldt provenientes del Sur, ambas opuestas en términos de temperatura y salinidad (Schrodl & Hooker, 2014). En su encuentro, se forma una zona intermedia, entre los 4° y 6° de latitud Sur, denominada zona de transición. En la región, el clima varía latitudinalmente a escala estacional, conservando un patrón anual muy similar cada año. Esta estabilidad dinámica, es afectada con cierta frecuencia por eventos ENOS (El Niño Oscilación del Sur), que conllevan a anomalías de calentamiento o enfriamiento de diferente intensidad (DeVries, 1987, Tarazona et al. 2003). En este sistema, ha prosperado una amplia diversidad de especies marinas, que se distribuyen a lo largo del litoral costero. El Filo Mollusca es considerado uno de los grupos más interesantes ya que se distribuye generalmente de acuerdo a factores abióticos de temperatura y salinidad; no obstante, su establecimiento está determinado por las corrientes marinas y la disponibilidad de sustrato, entre otros. Investigaciones previas han rescatado su importancia como especies indicadoras de anomalías altas de temperatura, tales como las que ocurren durante los eventos ENOS (Ortlieb et al. 1989; Diaz y Ortlieb, 1993; Roy et al. 1995; Paredes et al. 1998). Como respuesta, se producen desplazamientos latitudinales de especies que conforman agrupaciones no usuales para el sector donde se encuentran y son denominadas TAMA (Asociación térmicamente anómala de moluscos) (Guzmán et al. 2001). Otras especies como *Anadara tuberculosa*, *Ilioichione subrugosa*, *Trachycardium procerum* y *Donax obesulus* han sido usados como proxies de la temperatura superficial del mar (TSM) (Rollins et al., 1987; Andrus, 2002). Terrazas marinas emergidas atribuidas al último período interglacial conservan en su sedimento restos de fauna coetánea que las habitaron, en su gran mayoría conchas de moluscos (Kidwell & Bosence, 1991; DeVries y Wells, 1990; Ortlieb y Díaz, 1991). La composición calcárea de la

concha, que recubre el cuerpo blando de las clases Bivalvia y Gasterópoda, facilita su uso como archivos de cambios oceanográficos asociados al clima del pasado. Estudios en base a archivos paleoceanográficos y modelamiento del último máximo Interglacial (~128 000 ka) mantienen posiciones distintas respecto a las condiciones de TSM que se presentaron en diferentes regiones del mundo (Montoya et al. 1988; Aguirre et al. 2003; Capron et al. 2014; Martinez et al., 2016). En general, se considera que el subestadio MIS 5e presentó características comparables al interglacial actual en términos de temperatura (Lambeck, et al. 2011, Martinez et al. 2016, Tofalo et al. 2017). Para la costa norte del Perú, el estudio de Ortlieb y Diaz (1991) en terrazas del Pleistoceno superior, sugiere condiciones tan o más cálidas que las actuales para la región con mínimas excepciones a nivel local. En ese contexto, se planteó determinar diferencias o semejanzas en las condiciones paleo-oceanográficas (y en particular las paleo-temperaturas del mar) a partir del estudio comparativo de la composición de moluscos litorales del último máximo interglacial (MIS 5e) respecto del actual.

## METODOLOGÍA

El área de investigación se estableció en la región norte del país, entre el distrito de Canoas de Punta Sal, Tumbes (~3.7°S) y Sechura, Piura (~5.8°S). El muestreo se realizó durante el mes de Julio del 2014. En el departamento Tumbes, la TSM promedio fue de 27,4 °C con una anomalía promedio de +2,3 °C. En el caso de Piura, la TSM promedio en el puerto de Paíta fue de 18,2 °C (IMARPE), con una anomalía de +0,7 °C durante ese mes. La ubicación de las terrazas marinas atribuidas al último interglacial MIS 5e se determinaron a partir de Pedoja et al. (2006), exploraciones anteriores realizadas por Ortlieb y Macharé (comunicación personal) y un trabajo de investigación ulterior sobre distribución de moluscos litorales durante el Pleistoceno tardío, para la región (Ortlieb y Diaz, 1991). Se realizó un muestreo superficial de 17 sitios, 10 en terrazas marinas y 7 en sitios del litoral actual (Fig.1). Se consideró además características geológicas, estado de conservación

de las conchas y la mayor representatividad cualitativa de especies por sitio. El material fue procesado e identificado taxonómicamente, a partir del cual se generó una lista con el número total de individuos registrado por especie.

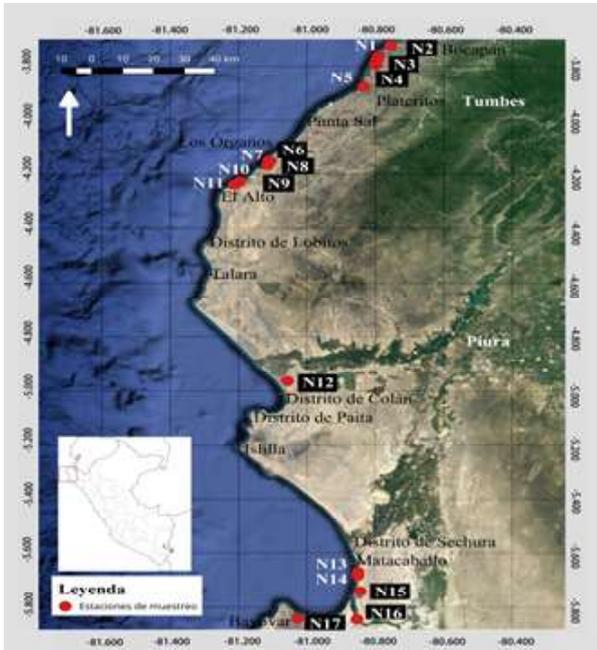


Figura 1. Posición geográfica del sitio de estudio en la región norte del Perú.

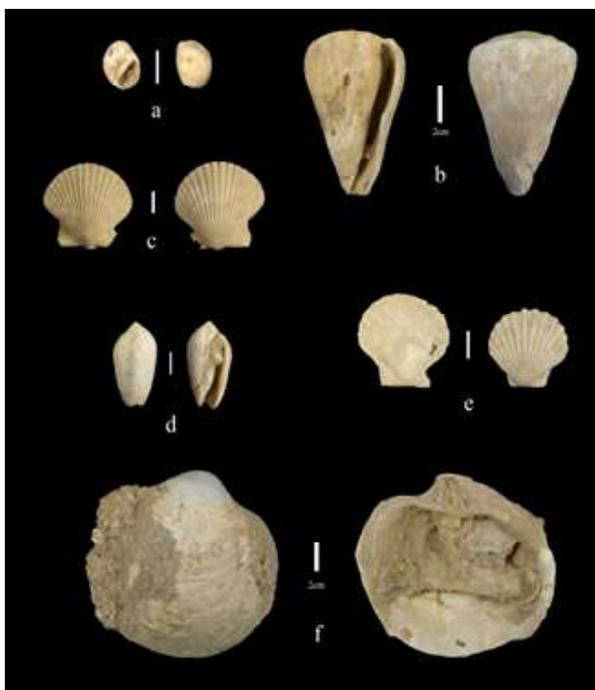


Figura 2. Especies más representativas para el MIS 5e. a) *Polinices uber* (Valenciennes, 1832), b) *Conus fergusonii* (GB Sowerby II, 1873), c) *Argopecten ventricosus* (G.B. Sowerby II, 1842), d) *Americoliva polpasta* (Duclos, 1833), e) *Leptopecten tumbezensis* (d'Orbigny, 1846) y f) *Cyclinella subquadrata* (Hanley, 1845). Las barras de escala son de 1cm a menos que se señale lo contrario.

## RESULTADOS

Se determinó un total de 156 especies. En esta categoría se pudo identificar 117 especies para el MIS 5e, las más representativas fueron: *Argopecten ventricosus* (129), *Cyclinella subquadrata* (74), *Leptopecten tumbezensis* (67), *Americoliva polpasta* (46), *Polinices uber* (36) y *Conus fergusonii* (33) (Fig. 2). Para el actual, se registró 98 especies, presentando un mayor número *Donax obesulus* (54), *Trachycardium procerum* (33), *Argopecten purpuratus* (29), *Crucibulum scutellatum* (39), *Stramonita biserialis* (32) y *Bostrycapulus aculeatus* (29). En categoría de familias para el MIS 5e, la familia más representativa fue Pectinidae (4 spp, 245 ind.) y en el actual, la familia Calyptraeidae (7sps, 134 ind.).

El análisis comparativo entre periodos basado en la distribución de especies en provincias biogeográficas, exhibe un solapamiento de especies que se consideran actualmente estar limitadas a la provincia Peruana tales como *Prisogaster niger*, *Thaisella chocolate* y *Choromytilus chorus*, con especies endémicas de manglar tales como *Anadara tuberculosa*, *Melongena patula*, *Cancellaria solida*, *Pusula solandri* y *Cassostrea columbiensis* y especies propias de la provincia Panameña como *Chione tumens*, *Nodipecten subdonosus* y *Arca pacifica* para el último interglacial (Fig. 3).

## CONCLUSIONES

La especie *Chione tumens*, no se encuentra registrada actualmente para la región, su límite geográfico está restringido a Ecuador. El bivalvo *Nodipecten subdonosus* solo se registra en el Norte durante periodos «El Niño» (Paredes et al. 2016). Por otro lado *Anadara tuberculosa* vive asociada a las raíces del mangle (*Rhizophora* spp.) propia de estos ecosistemas de alta salinidad (Mendoza et al, 2017). Si bien lo obtenido sugiere condiciones cálidas y hasta tropicales con extensiones más amplias de manglar para esta región, amplios periodos de condiciones frías parecen haber predominado en las temperaturas promedio del último interglacial permitiendo la migración hacia el norte de especies de aguas frías (comportamiento poco usual). Un sistema de corrientes oceánicas distinta que se mantuvo por un amplio periodo de tiempo durante el último máximo interglacial, reforzamiento de la corriente de Humboldt influenciada por bajas temperaturas (Patterson & Lanning, 1967; Simpson & Halfer, 1978; Webb, 1978) con límites biogeográficos ubicados a diferente latitud de los actuales, adaptación ecológica de especies a estas variaciones (Diaz y Ortlieb, 1993, Tarazona et al., 2003) y otras peculiaridades podrían ser factores de comportamiento que exhiben las especies encontradas en el presente estudio.

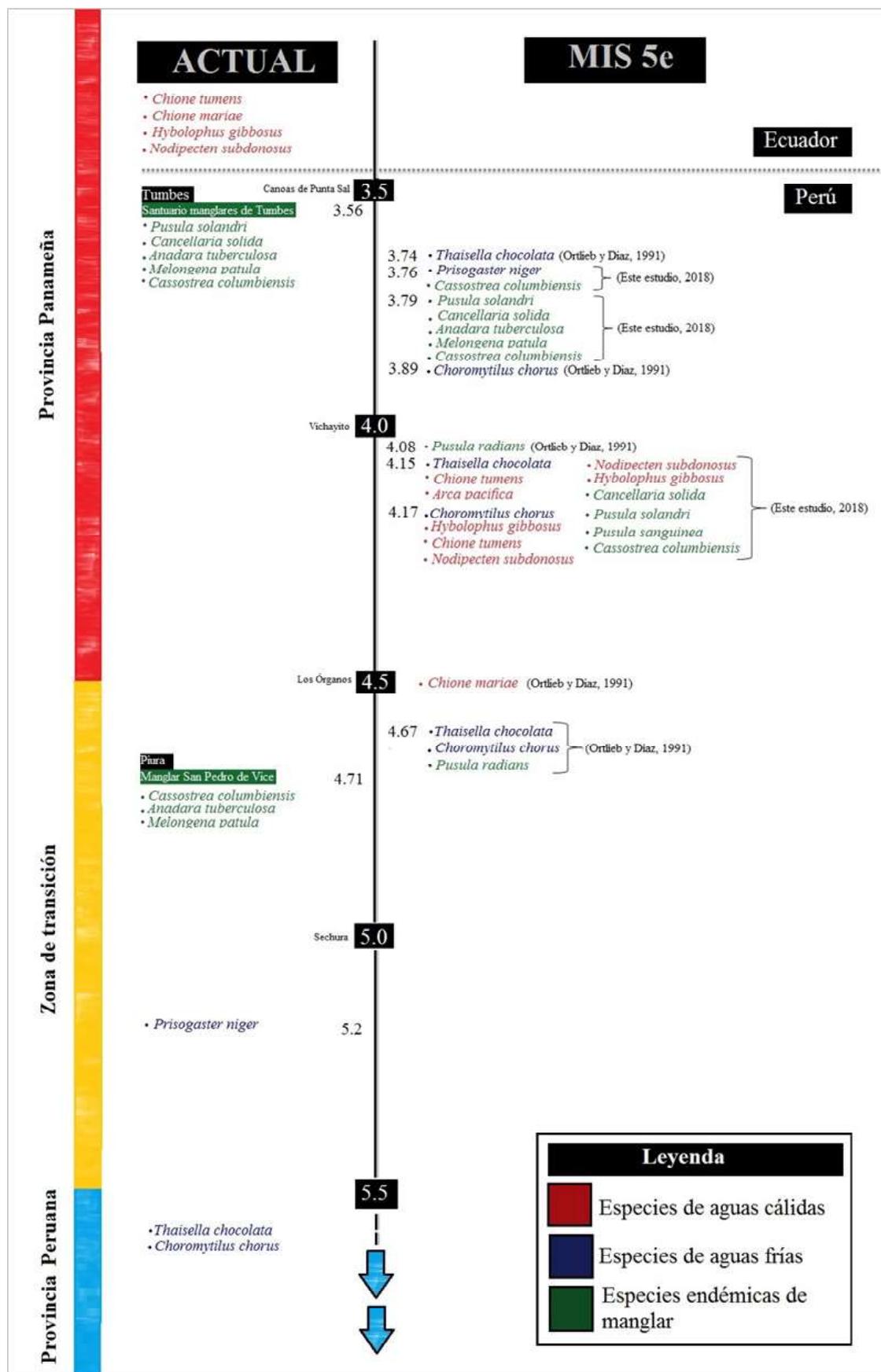


Figura 3. Resumen de las principales particularidades en la distribución de especies entre el Actual y el MIS 5e, en relación a las condiciones paleoceanográficas de la región. Provincias biogeográficas de acuerdo a Ibáñez (2016) y Tejada (2016).

## REFERENCIAS

- Aguirre M. (2003). Late Pleistocene and Holocene palaeoenvironments in Golfo San Jorge, Patagonia: molluscan evidence. *Marine Geology*, 194: 3-30.
- Andrus C., Crowe D., Sandweiss D., Reitz E., Romanek C. (2002). Otolith  $^{18}\text{O}$  record of Mid-Holocene Sea Surface Temperatures in Peru. *Science* 295, 1508-1511.
- Capron E., Govin A., Stone E., Masson-Delmotte V., Mulitza S., Otto-Bliesner B., Rasmussen T., Sime L., Waelbroeck C. & Wolff E. (2014). Temporal and spatial structure of multi-millennial temperature changes at high latitudes during the Last Interglacial. *Quaternary Science Reviews*, 103, 116-133.
- DeVries T. J. (1987). A review of geological evidence for ancient El Niño activity in Peru. *Journal of Geophysical Research*, 92(C13), 14471-14479.
- DeVries T.J., Wells L.E. (1990). Thermally-anomalous Holocene molluscan assemblages from coastal Peru: evidence for paleogeographic, no climatic change. *Palaeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 81: 11-32.
- Díaz, A. y Ortlieb, L. (1993). El fenómeno «El Niño» y los moluscos de la Costa Peruana. *Bulletin de l'Institut français d'études andines*, 22(1): 159-177.
- Guzmán N., Díaz A., Ortlieb L., Clarke M. (1998). «TAMAs» ocurrencia episódica de moluscos tropicales en el norte de Chile y su relación con el fenómeno EL Niño. *In Libro de Resúmenes del Seminario-Taller «El Niño en América Latina, sus impactos biológicos y sociales*. p. 31.
- Ibáñez B. (2016). Zonación biogeográfica del macrobentos del intermareal rocoso del Norte y Sur del Perú (Tesis de Maestría). Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima.
- Kidwell S. & Bosence D. (1991). Taphonomy and time-averaging of marine shelly faunas. Pp. 115-209.
- Martínez S., del Río C.J. & Rojas A. (2016). A Pleistocene (MIS 5e) mollusk assemblage from Ezeiza (Buenos Aires Province, Argentina). *Journal of South American Earth Sciences*, 70: 174-187.
- Mendoza O. Pretell K., Diringer B., Avellan R., Zapata K., Marchan A., Cedeño V., Peralta T., Ordinola A. & Mialhe E. (2017). Respuesta fisiológica y molecular de *Anadara tuberculosa* (Arcoida: Arcidae) al estrés de salinidad. *Rev. biol. Trop*, 65:3.
- Montoya M., Crowley T. & Storch H. (1998). Temperatures at the last interglacial simulated by a coupled ocean-atmosphere climate model. *Paleoceanography*, 13(2): 170-177.
- Ortlieb L. & Díaz A. (1991). Distribución de moluscos litorales del Perú en el Pleistoceno Superior: Primeras interpretaciones paleoceanográficas y paleoclimáticas. IIIa Reunión Anual Proy. PICG 281 (Lima, 1991), vol. res. contrib., p. 39-56.
- Ortlieb L., Macharé J., Fournier M. & Woodman R. (1989). La secuencia de cordones litorales de Colan (Piura): Un registro del Fenómeno El Niño en el holoceno superior. *Bol. Soc. Geológica del Perú*, 80:107-121.
- Paredes C., Tarazona J., Canhaire E., Romero L., Cornejo O. & Cardoso F. (1998). Presencia de moluscos tropicales de la Provincia Panameña en la Costa central del Perú y su relación con los eventos «El Niño». *Rev. Per. Biol.* 5(2): 123-128.
- Paredes C., Cardoso F., Santamaría J., Esplana J. & Llaja L. (2016). Lista anotada de los bivalvos marinos del Perú. *Revista Peruana de Biología*, 23(2), 127-150.
- Patterson T. & Lanning E.. Changing settlement patterns on the central Peruvian coast. *Nawpa-Pacha*, vol 2: 113-123.
- Pedoja K., Ortlieb L., Dumont J.F., Lamothe M., Ghaleb B., Auclair M. & Labrousse B. (2006). Quaternary coastal uplift along the Talara Arc (Ecuador, Northern Peru) from new marine terrace data. *Marine Geology*, 228: 73-91.
- Rollins H., Sandweiss D., Brand U. & Rollins J. (1987), Growth increment and stable isotope analysis of marine bivalves: Implications for the geoarchaeological record of El Niño. *Geoarchaeology*, 2: 181-197.
- Roy K., Jablonsk D. & Valentine J. (1995). Thermally anomalous assemblages revisited: Patterns in the extraprovincial latitudinal range shifts of Pleistocene marine mollusks *Geology*, December, 23: 1071-1074.
- Schrödl M. & Hooker Y. (2014). Sea slugs of Peru: Peruvian-Chilean faunal elements. *Spixiana*, 37: 45-59.
- Simpson B. & Haffer J. (1978). Speciation patterns in the Amazonian forest biota. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 9: 497-518
- Tarazona J., Gutiérrez D., Paredes C. & Indacochea A. (2003). Overview and challenges of marine biodiversity research in Peru. *Gayana*, 67: 206-231.
- Tejada C. (2016). Gradiente latitudinal en la diversidad de moluscos del intermareal rocoso del Pacífico sureste (3-14°s): buscando procesos causales (Tesis de Maestría). Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima.
- Tofalo O., Orgeira M., Castro L., Vizán H. & Azcuy C. (2017). Cambios paleoclimáticos durante el Pleistoceno Tardío (MIS5) en el sudeste de la provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 74(4): 485-496.