

## COMPOSICION DE LA MATERIA ORGANICA SEDIMENTARIA RECIENTE DEL MARGEN CONTINENTAL PERUANO FRENTE A CALLAO (12°S) y PISCO (14°S)

Maricarmen Igarza<sup>1,2,4</sup>, Abdel Sifeddine<sup>2,3</sup>, Dimitri Gutiérrez<sup>1,2</sup>, Federico Velazco<sup>1,2</sup> y Pedro Tapia<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup>IMARPE- Instituto del Mar del Perú, Dirección de Investigaciones Oceanográficas, PO. Box 22, Callao, Perú.

E-mail: mcigarza@yahoo.es

<sup>2</sup>Laboratorio Mixto Internacional PALEOTRACES (IRD-Univ. Federal Fluminense-Univ. Antofagasta)

<sup>3</sup> LOCEAN (CNRS-IRD-MNHN-Univ. P & M Curie) & Univ. Federal Fluminense, Depart. de Geoquímica, Niteroi, Brasil

<sup>4</sup>Universidad Peruana Cayetano Heredia, Programa de Maestría en Ciencias del Mar, Lima, Perú

### INTRODUCCION

El sistema de la Corriente de Humboldt es uno de los ecosistemas marinos más ricos del mundo, la alta productividad de sus aguas alimenta el desarrollo y mantenimiento de una marcada Zona de Mínimo Oxígeno (ZMO; Hally y Levin, 2004), que inhibe la bioturbación de los sedimentos permitiendo la acumulación y preservación de altos contenidos de materia orgánica en los sedimentos de fondo (Gutiérrez et al., 2009; Sifeddine et al., 2008). La materia orgánica sedimentaria (MOS) ha revelado ser, desde hace mucho tiempo, una herramienta muy potente debido a la sensibilidad de su composición a las variaciones del medio ambiente y del clima. El Carbono Orgánico Total (COT), el grado de preservación de la MOS, la relación entre la MOS de origen continental y MOS autóctona, son algunos de los parámetros que nos proveen información importante para las interpretaciones de paleoambientes lacustres y marinos, historias de cambio climático, y los efectos de origen antropogénico en ecosistemas locales y regionales (Meyers y Lallier – Vergès, 1999).

El presente trabajo pretende dar a conocer la composición de la MOS en sedimentos superficiales provenientes del Margen Continental Peruano frente a Callao y Pisco a partir de estudios petrográficos.

### MATERIALES Y METODOS

#### MATERIALES:

Se han trabajado muestras de sedimento superficial (primer centímetro) de diez testigos de sedimento obtenidos con multi – sacatestigos (Multicorer - MUC) en dos zonas del Margen Continental Peruano frente a Pisco (14°S) y Callao (12°S), como se muestra en la figura 1. Las muestras corresponden a los cruceros Galathea 3 (Pisco), METEOR 77-2 (Callao) y CRIO – IMARPE (Callao).

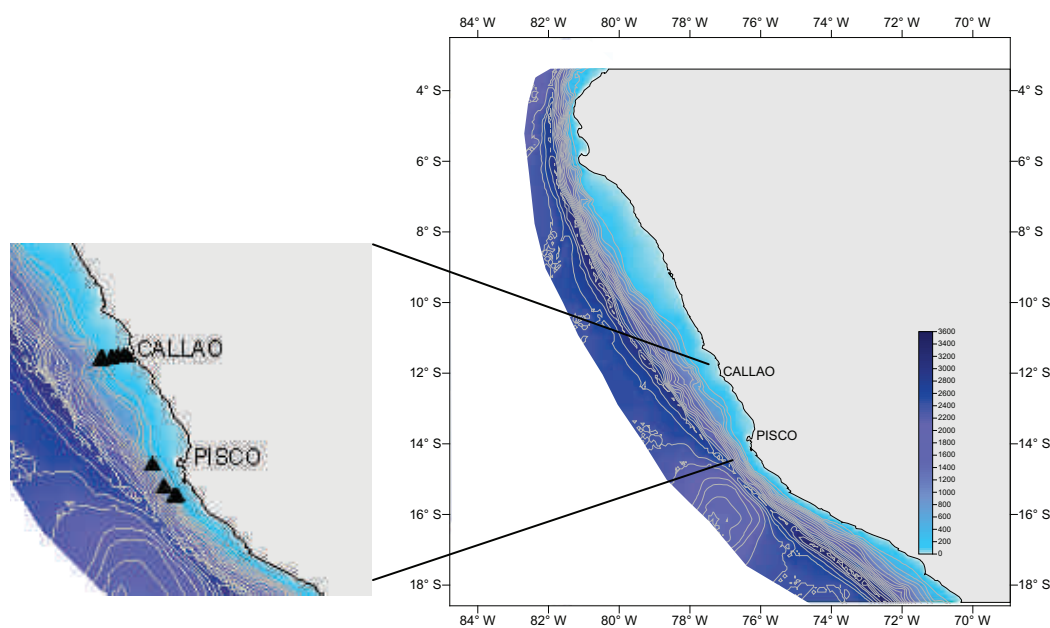


Figura 1. Mapa batimétrico que muestra la localización de la zona de estudio en el borde occidental de América del Sur.

Tabla 1. Localización de las estaciones y profundidades

Sitio	Latitud	Longitud	Profundidad (m)
Callao	12°01.842'S	77°13.579'W	48
	12°02.521'S	77°17.345'W	92
	12°02.37'S	77°22.86'W	117
	12°02.91'S	77°29.25'W	142
	12°02.833'S	77°39.36'W	175
	12°05.66'S	77°40.07'W	214
Pisco	14° 22.95'S	76°23.89'W	312
	14°14.433'S	76°36.337'W	1018
	14°23.654'S	76°25.614'W	396
	13°52.222'S	76°48.034'W	743

## METODOS

El estudio petrográfico fue llevado a cabo en la materia orgánica sedimentaria total (MOS) aislada de las fases silicato y carbonato del sedimento mediante tratamientos con ácido clorhídrico y fluorhídrico (Durand y Nicase, 1980). Este estudio concierne la identificación y cuantificación relativa de los diferentes tipos de materia orgánica usando microscopía de luz transmitida (palynofacies); se realizaron observaciones complementarias a luz reflejada para la identificación de la pirita. La cuantificación se realizó en 30 campos microscópicos haciendo uso de un ocular cuadrillado de 100 espacios. Se obtuvieron resultados de abundancia relativa para cada tipo de materia orgánica.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La observación petrográfica permitió la identificación de dieciocho fracciones orgánicas, que han sido agrupadas en dos principales familias según su supuesto origen terrestre o marino. Las fracciones de origen marino (> 95%) fueron largamente superiores a aquellas de origen continental en ambas zonas, como se puede observar de la tabla N° 2. En la zona de Callao 2% de la MOS proviene del aporte continental tanto eólico como fluvial, y 98% es de origen marino; mientras que en Pisco 1% de la MOS es de origen continental y 99% marino.

Tabla 2. Supuesto origen y estadísticos descriptivos de la abundancia relativa de las fracciones orgánicas (palinológicas)

Fracción Orgánica	Supuesto Origen	CALLAO			PISCO		
		Media	Mínimo	Máximo	Media	Mínimo	Máximo
MOA floconosa amarilla	M	43.14	10.64	88.37	39.60	8.41	83.76
MOA floconosa marrón	M	33.08	1.27	50.39	30.73	9.36	52.19
MOA floconosa negra	M	15.60	0.01	47.20	23.56	0.52	63.62
MOA homogénea amarilla	M	1.87	0.00	4.24	1.00	0.00	3.25
MOA negra	M	0.04	0.00	0.14	0.09	0.00	0.37
MOA naranja	M	0.03	0.00	0.08	0.15	0.01	0.24
MOA gelificada roja	M	0.02	0.00	0.09	0.00	0.00	0.02
MOA gelificada naranja	M	0.08	0.00	0.36	0.09	0.00	0.28
Esférulas Gelificadas	M	1.65	0.99	3.34	2.37	0.67	4.62
Restos LC gelificados	T	0.23	0.00	0.65	0.26	0.00	0.85
Restos LC opacos	T	1.63	0.01	4.03	0.55	0.04	1.46
Restos LC translúcidos	T	0.01	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00
Esporas y Polen	T	0.05	0.00	0.23	0.00	0.00	0.00
Pirita	M	0.20	0.00	0.53	0.25	0.00	0.91
Restos de zooplancton	M	0.84	0.29	1.27	0.11	0.00	0.31
Foraminíferos	M	0.02	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00
Pirofusinitos	T	0.01	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00
Cutículas y membranas	M-T	1.18	0.00	3.49	1.23	0.00	4.92

MOA: materia orgánica amorfa  
M: origen marino  
M-T: origen marino - terrestre

LC: lignocelulósicos  
T: origen terrestre

La predominancia de la materia orgánica amorfa (MOA) y la presencia de esférulas gelificadas (algunas en proceso de piritización), características de ambientes de surgencia, evidencian la alta productividad local aunado a una elevada preservación de materia orgánica. La fracción más abundante fue la MOA floconosa identificada en tres colores distintos amarillo, marrón y negro, por lo que sobre ésta se realizará la interpretación.

Para la zona de Callao, el análisis de componente principal (ACP, N=6) de los porcentajes de abundancia relativa de la MOA floconosa muestra que la diferencia entre la fracción floconosa oscura (marrón y negra) y clara (amarilla) explican juntos el 83% de la varianza, mientras que las diferencias entre las fracciones marrón y negra explican el 16% (figura 4). Asimismo, existe una alta correlación negativa entre la fracción oscura y la clara, más del 85% de la varianza de la fracción amarilla está explicada por la variación en la fracción oscura; el análisis estadístico evidencia también una alta correlación negativa de variación de la fracción amarilla con la profundidad ( $r=-0.94$ ), de tal manera que al aumentar ésta disminuye la abundancia relativa de la fracción más clara y aumenta la de la fracción oscura (figura 2). Este patrón podría estar ligado a la variación de las condiciones de oxigenación en la columna de agua según la distribución de la zona de mínimo oxígeno (ZMO), lo que origina que haya una mayor o menor degradación de materia orgánica afectando por ende su preservación a diferentes profundidades. Este planteamiento coincide con Valdés et al., 2003 que propone que las diferencias en color de la MOA corresponden al grado de degradación de ésta, siendo la de color amarillo más oxidada que las fracciones marrón y negra.

Para la zona de Pisco, los dos principales componentes (fracción floconosa oscura y clara) explican el 70% de la varianza, y las diferencias de las fracciones marrón y negra el 29% (análisis de componente principal, N=4). Existe correlación negativa entre las fracciones oscura y clara; sin embargo, se observa que la variación de la abundancia relativa de la fracción amarilla está explicada en un 82% por la variación de la abundancia de la fracción negra, mientras que la variación de la fracción marrón sólo explica el 67%. Por otra parte, las diferencias en profundidad explican menos del 70% de variación de la abundancia relativa de las fracciones, lo que también puede evidenciarse en la figura 3.

Con respecto a las esférulas gelificadas se ha planteado que éstas son posiblemente precursoras de pirita (Luckge et al., 1996) e indicadores de fuerte afloramiento (Pichevin et al., 2004). La abundancia relativa media de esta fracción palinológica es ligeramente mayor en Pisco que en Callao, lo que puede explicarse porque la primera es una zona de fuerte afloramiento con un forzante de vientos mayor.

## **CONCLUSIONES**

La materia orgánica sedimentaria reciente del Margen Continental Peruano frente a Callao y Pisco es, fundamentalmente, de origen marino.

Las fracciones palinológicas encontradas evidencian las condiciones de afloramiento y productividad que caracterizan a la zona.

La variación en las fracciones de la materia orgánica floconosa (amarilla, marrón y negra) en la zona de Callao, sigue un patrón que se corresponde íntimamente con la profundidad según la dinámica de la zona de mínimo oxígeno.

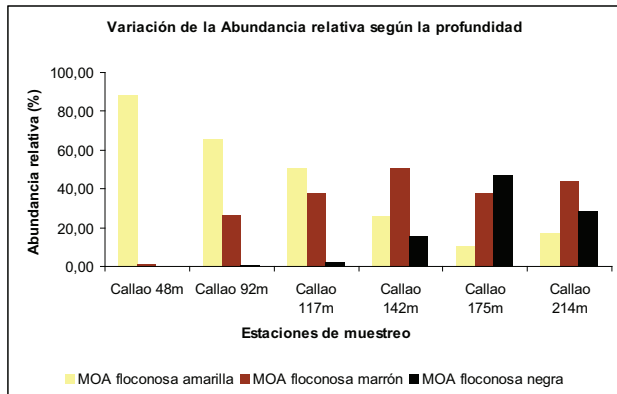


Figura 2 Variación de Abundancia relativa de la Materia Orgánica amorfa flocculosa en sus tres colores para Callao (12° S)

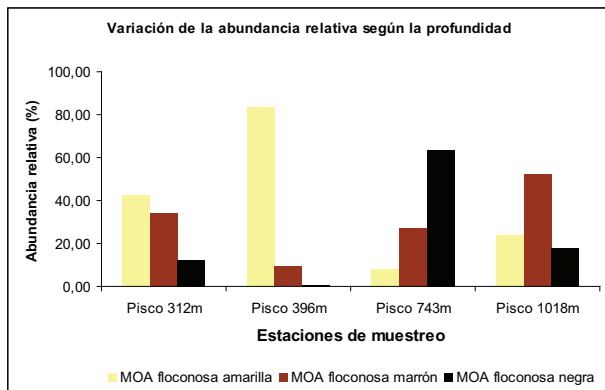


Figura 3 Variación de Abundancia relativa de la Materia Orgánica amorfa flocculosa en sus tres colores para Pisco (14° S)

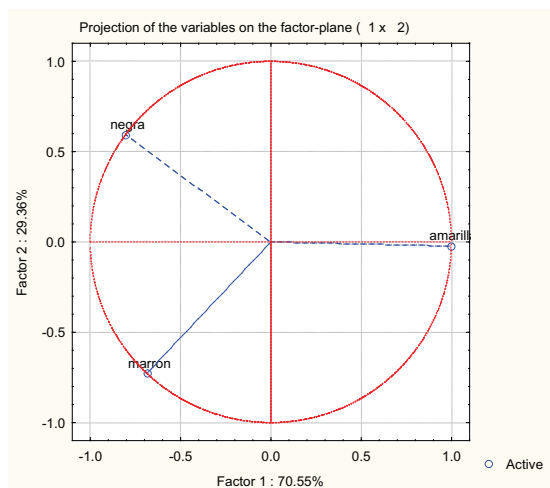
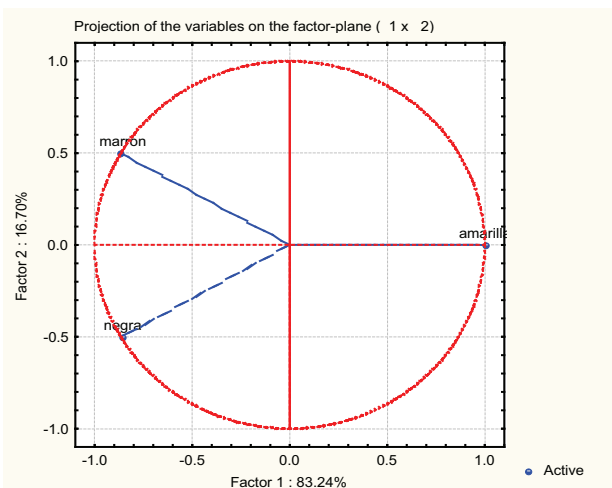


Figura 4 Izq. Análisis de Componente Principal para la fracción de MOA flocculosa para Callao. Der. Análisis de Componente Principal para la fracción de MOA flocculosa para Pisco.

## REFERENCIAS

- Gutierrez, D., A. Sifeddine, D. Field, L. Ortlieb, G. Vargas, F. Chávez, F. Velazco, V. Ferreira, P. Tapia, R. Salvattecí, H. Boucher, M. C. Morales, J. Valdés, J. Reyss, A. Campusano, M. Boussafir, M. Mandeng - Yogo, M. Gracia, T. Baumgartner. 2009. Rapid reorganization in ocean biogeochemistry off Peru towards the end of the Little Ice Age. *Biogeosciences*. 6: 835 – 848.
- Helly, J. y L. Levin. 2004. Global distribution of naturally occurring marine hypoxia on continental margins. *Deep Sea Research I*. 51: 1159 – 1168.
- Lückge, A., M. Boussafir, E. Lallier – Verges, R. Littke. 1996. Comparative study of organic matter preservation in immature sediments along the continental margins of Peru and Oman. Part I: Results of petrographical and bulk geochemical data. *Org. Geochem.* 24(4): 437 – 451.
- Meyers P. y E. Lallier-Vergès. 1999. Lacustrine sedimentary organic matter records of Late Quaternary paleoclimates, *Journal of Paleolimnology*. 21: 345–372.
- Pichevin, L., P. Bertrand, M. Boussafir, J.-R. Disnar. 2004. Organic matter accumulation and preservation controls in a deep sea modern environment: an example from Namibia slope sediments. *Org. Geochem.*, 35, 543 - 559
- Sifeddine, A., D. Gutiérrez, L. Ortlieb, H. Boucher, F. Velazco, D. Field, G. Vargas, M. Boussafir, R. Salvattecí, V. Ferreira, M. García, J. Valdés, S. Caquineau, M. Mandeng Yogo, F. Cetin, J. Solis, P. Soler, T. Baumgartner. 2008. Laminated sediments from the central Peruvian continental slope: A 500 year record of upwelling system productivity, terrestrial runoff and redox conditions. *Progress In Oceanography*. 79( 2-4): 190-197.
- Valdés, J., L. Ortlieb, A. Sifeddine. 2003. Variaciones del sistema de surgencia de Punta Angamos (23°S) y la Zona de Mínimo Oxígeno durante el pasado reciente: Una aproximación desde el registro sedimentario de la Bahía Mejillones del Sur. *Revista Chilena de Historia Natural*. 76: 347 – 362.