

# MAREAS ROJAS EN LA COSTA PERUANA DURANTE EL VERANO – OTOÑO DEL 2004

Sonia Sánchez , P. Villanueva y N. Jacobo.  
Area de Fitoplancton y Producción Primaria  
Instituto del Mar del Perú

## RESUMEN

Se dan a conocer las ocurrencias de mareas rojas detectadas a lo largo de la costa peruana entre el verano y otoño del 2004. Los organismos responsables de estas discoloraciones son: dinoflagelados (68%), flagelados (17%), silicoflagelados (6%), ciliados (6%) y diatomeas (3%). Estas formaban parches de irregular extensión que iban del rojo al marrón oscuro, dentro de las 60 mn desde Talara a Ilo. Los rangos de temperatura superficial del mar fluctuaron entre 18° - 23,5 °C y salinidades menores a 35,1 ups, asociados a valores de oxígeno de 12,14 mL/L. *Gymnodinium sanguineum* y *Prorocentrum cf. balticum* originaron eventos que tuvieron una duración de más de 3 meses. Debido a su frecuencia, se registró un marcado descenso en los niveles de oxígeno en gran parte del litoral peruano.

## INTRODUCCIÓN

Las mareas rojas, conocidas también como floraciones algales, hemotalasia, agujajes o purgas de mar son observadas y descritas en diferentes partes del mundo, caracterizándose por ser discoloraciones en el mar de irregular extensión, debido al crecimiento exponencial monoespecífico de un organismo fitoplanctónico, ciliado o flagelado. En nuestra costa son muy frecuentes en los meses de primavera, verano y eventualmente en otoño.

Están consideradas como un evento natural, definido dentro de un contexto ecológico como una fase avanzada de la sucesión fitoplanctónica, en donde coexisten: una baja turbulencia, estabilidad en la columna del agua y concentraciones importantes de nutrientes. A pesar que el ciclo de vida es muy corto, los "blooms" pueden mantenerse de días a meses, si las condiciones ambientales persisten.

Las mareas rojas en los últimos años han pasado a ocupar un primer plano en distintas partes del mundo por su frecuencia y en algunos casos por la toxicidad en algunos de los organismos fitoplanctontes. Estos daños se pueden extender a peces o invertebrados debido a los efectos colaterales como es la obstrucción a nivel branquial y artefactos físicos que puede ocasionar la muerte de los organismos filtradores así como ser responsable del consumo de oxígeno en el ambiente marino.

El presente trabajo da a conocer las diversas mareas rojas a lo largo de la costa peruana, principalmente entre el verano y otoño del 2004. Se incide en la ocurrencia y frecuencia de estos eventos asociados a algunos parámetros medio ambientales.

## MATERIAL

## Y

## MÉTODOS

El material fue colectado a lo largo de la costa peruana gracias a las diversas operaciones en el mar realizadas por el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) y el apoyo de algunos de los Laboratorios Costeros, colectándose un total de 82 muestras de agua, en donde 47 muestras fueron a nivel superficial y 35 muestras a nivel de 10 m de profundidad, estas últimas estuvieron distribuidas en perfiles perpendiculares a la costa. La cobertura de muestreo cubrió por fuera de las 60 millas náuticas (mn)

Las muestras fueron preservadas con formalina neutralizada al 2%. Adicionalmente se colectaron muestras de agua para los análisis de temperatura superficial del mar (°C) y a 10 m de profundidad, salinidad (ups) y oxígeno disuelto (mL/L).

El conteo de los organismos dominantes y co-dominantes responsables de las floraciones algales fue realizado utilizando la metodología de Uthermohl, empleando cámaras de sedimentación de 10cc (Fig. 1). Los resultados son expresados en cel/L.

## RESULTADOS

## Y

## DISCUSION

### CONDICIONES

### AMBIENTALES

La temperatura en la superficie del mar (TSM) presentó valores de 15,09° a 26,3°C. Aguas asociadas al afloramiento costero presentaron al norte, dentro de las 10 mn valores menores a 20°C, localizándose en pequeñas áreas frente a Punta Falsa, Cherrepe y sur de Salaverry; valores menores de 18 °C fueron registradas al sur, principalmente entre Pisco y Punta Caballas (Fig.2).

Temperaturas mayores a 25 °C han estado relacionadas con Aguas Tropicales Superficiales (ATS) y Aguas Subtropicales Superficiales (ASS). La primera de ella se ubicó cerca de la costa frente a Punta Sal, mientras que la segunda se localizó por fuera de las 50 millas nauticas n entre Pimentel y Pisco, aproximándose hasta las 30 mn frente a Huarmey (IMARPE, 2004a).

Se registraron salinidades mayores de 35,1 ups asociadas a ASS por fuera de las 40 mn al norte de Punta Lobos y entre Bahía Independencia - Atico y próximos a la costa en Punta Lobos - Huacho, Pucusana y Ocoña - Quilca. Concentraciones entre 34,00 y 34,80 ups propia de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES), se proyectaron hasta los 6°30' S, dentro de las 70 mn. Concentraciones menores a 34,00 ups, han estado asociadas a ATS, ubicadas en la zona costera al norte de Punta Sal (Fig. 3).

Salinidades menores de 35,1 ups (ACF), fueron localizadas dentro de las 20 mn entre Chérrepe y Huarmey, ampliando su distribución a 40 mn frente a Bahía Independencia, mientras que al sur de Mollendo alcanzaron las 30 mn.

El acercamiento de ASS y ACF han originado la formación de un frente termo halino, común en la estación de verano, pero que en esta oportunidad fue más notorio debido al debilitamiento de los vientos alisios.

El oxígeno disuelto en el agua de mar (mL/L) varió entre 1,27 y 12,14 mL/L. En general, altas concentraciones de oxígeno disuelto (6-12 mL/L) estuvo dentro de las 50 mn, como resultado de una alta actividad fotosintética. Normalmente las zonas de afloramiento costero están relacionados a valores menores de 5 mL/L y estuvieron localizadas en la parte costera frente a Chérrepe, Huarmey, Bahía Independencia y al sur de Mollendo (Fig. 4).

### CARACTERÍSTICAS

### BIOLÓGICAS

Desde inicios del presente año se ha detectaron a lo largo de la costa peruana, persistentes mareas rojas de regular extensión que iban desde el color verde brillante, al rojo o marrón oscuro. Los organismos responsables de estos eventos fueron los dinoflagelados (68%), los flagelados (17%), silicoflagelados (6%), ciliados (6%) y diatomeas (3%). Entre los dinoflagelados tenemos un alto porcentaje de apariciones dado principalmente por *Gymnodinium sanguineum* (44%), *Prorocentrum cf. balticum* (41%), *Alexandrium peruvianum* (11%) y *Scropsiella trochoidea* (4%), además de *Olisthodiscus luteus*, *Eutreptiella gymnástica* *Messodinium rubrum* y Flagelados no identificados. Tanto *G. sanguineum* como *P. cf. balticum* dieron lugar a eventos de más de 3 meses de duración, a diferencia de las otras especies que originaron discoloraciones muy puntuales de poca duración (días).

A nivel superficial, las mareas rojas se distribuyeron dentro de las 60 mn, desde Talara a Ilo, asociadas a rangos de TSM entre 18° y 23,8 °C, salinidades menores de 35,1 ups y valores altos de oxígeno (12,14 mL/L) Fig. 5. Las densidades celulares alcanzadas superaron las 51 x 10<sup>5</sup> cel/L, dadas principalmente por *G. sanguineum* (Fig.6) .

A 10 m de profundidad, con una distribución muy similar a la marea roja reportada en superficie, se reportan densidades promedio menores a 15 x 10<sup>5</sup> cel/L. *P. cf. balticum* fue abundante a esta profundidad, alcanzando un valor de 30 x 10<sup>5</sup> cel/L. a diferencia de *G. sanguineum*, que mostró en general un descenso de las concentraciones celulares (250 x 10<sup>3</sup> cel/L), su alta sensibilidad a la luz sería un factor determinante que puede estar condicionando su desplazamiento dentro de la columna de agua (ROBINSON and WATANABE, 1979). Los rangos de temperatura y salinidad son muy semejantes a los encontrados en superficie.

*G. sanguineum* (Fig.7) es una dinoflagelado cosmopolita, desnudo e inocuo, bajo condiciones excepcionales puede provocar la muerte de peces o invertebrados bentónicos debido a: obstrucciones a nivel de branquias y consumo de oxígeno. Esta especie es altamente variable en

tamaño (40 - 80  $\mu\text{m}$  de largo), de reproducción asexual por fisión binaria. Mientras que *Prorocentrum cf. balticum* (Fig. 8) es una especie tecada, nerítica u oceánica, de amplia distribución a nivel mundial, de tamaño variable menor a 20  $\mu\text{m}$  y una reproducción asexual por fisión binaria. Esta especie es considerada también inocua ya que hasta el momento no ha sido comprobada su toxicidad, sin embargo ha sido asociado a algunas floraciones tóxicas. Para nuestra costa, es el primer reporte que se tiene de su presencia causando mareas rojas de gran magnitud y no se tiene muchos estudios al respecto. *P. cf. balticum* es fácilmente confundido con *Prorocentrum minimum*.

*G. sanguineum* ha sido reportado con anterioridad por SÁNCHEZ Y DELGADO (1996), como una especie que frecuentemente se presenta en la costa peruana, sus apariciones datan desde 1980, originándose principalmente frente al distrito de San Miguel, desplazándose a la playa la Arenilla e incluso a la playa Cantolao, bahía Callao. Muestras colectadas a inicios de abril del 2004 en el circuito de playas de la Costa Verde (La Herradura, Barranco, Barranquito y Waikiki) han arrojado densidades en promedio de  $26 \times 10^5$  cel/L, asociadas a temperatura de  $22,5^\circ\text{C}$ , entre 34,95 y 34,79 ups, valores de oxígeno superiores a 5,04 mL/L y clorofila "a" de 115,52  $\mu\text{g/L}$  (IMARPE, 2004), valor que ya ha sido asociado anteriormente a este tipo de evento. Observaciones realizadas vía aérea de esta marea, señalaban que su probable origen fue al sur del litoral frente a Pisco - Cañete por fuera de las 2 mn, con eventuales acercamientos sur oeste a la línea costera, llegando hasta las Islas Huaura, frente a Huacho (Lab. Costero de Huacho), como resultado de la intensidad de las corrientes.

OCHOA Y GÓMEZ (1988), reportan el desarrollo masivo de este organismo a lo largo de todo el litoral en el año 1986, con una duración aproximada de tres meses (mayo - agosto). Así mismo (SÁNCHEZ et al., 1998) al hacer una revisión de las mareas rojas entre 1980-1998 en la costa peruana, reportan un comportamiento muy similar de *G. sanguineum*, entre junio-setiembre de 1997.

Se han dado varias hipótesis para explicar la presencia tan recurrente de las mareas rojas, una de las cuales se basa en la presencia de "frentes termohalinos" generados por las Aguas Costeras Frías (ACF) y Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) para el verano del 2004 (SÁNCHEZ 2004). También se discute la presencia de una baja presión invertida "vaguada", característica de la estación de verano que habría originado a mediados de la 4ta. semana de marzo, el incremento significativo de la temperatura del aire y niveles de TSM superiores a los  $20^\circ\text{C}$  (ENFEN 2004b).

Sin embargo existen otras hipótesis que apoyan el desarrollo masivo de *G. sanguineum*, enfocando principalmente al aspecto biológico como es la presencia de poblaciones endógenas en estado vegetativo, poblaciones en estado latente, la presencia de "pseudo-quistes" en el sedimento (ROBINSON and BROWN, 1983) y el ingreso o renovación de poblaciones exógenas al área costera, interrogantes que todavía deben ser investigadas. Lo que sí sabemos es que *G. sanguineum* es una especie que normalmente se encuentra formando parte de la comunidad fitoplanctónica y que sus densidades en la columna de agua varían conforme las estaciones del año.

Las alteraciones que pueden producir las mareas rojas en el medio acuático son proporcionales a la concentración celular de ésta (BLANCO, 2001). Durante el día y en las primeras fases de vida de estos organismos, la actividad fotosintética es muy alta y por lo tanto el agua de mar se hipersatura de oxígeno. Durante la noche puede producirse el efecto contrario y reducirse la concentración de oxígeno. MARTÍN et al., (2000) constataron efectos adversos de la hipersaturación que pueden llegar incluso a la disminución de la supervivencia de peces, como así lo comprobó con *Messodinium rubrum*. En la fase de decaimiento, cuando la mortandad de las células de la floración es bastante alta. La degradación bacteriana frecuentemente produce un descenso sustancial de la cantidad de oxígeno con la producción de ácido sulfídrico y/o cantidades de amonio que incluso puede ocasionar las ya conocidas muertes o varazones de organismos marinos. En esta fase final, las mareas rojas pueden llegar a producir sustancias que alteren la viscosidad del agua de mar en tal concentración que las burbujas de oxígeno producidas por la actividad fotosintética quedaban atrapadas y pueden observarse cerca de las playas espumas de color marrón (BLANCO, 2001).

La permanencia tan prologada de las mareas rojas en el litoral ha ocasionado cambios evidentes en la calidad de agua, asociados a aguas verde lechosas con fuerte olor a sulfuros debido a la anoxia existente. Sí a esto se une el aporte de gran cantidad de materia orgánica en áreas ya vulnerables los daños son mayores. Por lo general este fenómeno se localiza y/o concentra en áreas con una circulación muy restringida que no permite la renovación constante de agua, con la consiguiente muerte o varazón de organismos marinos.

A pesar de los conocimientos que se tienen acerca de las mareas rojas, falta por establecer los mecanismos responsables de su iniciación, así como determinar los impactos de estos "blooms" en la estructura de los niveles tróficos superiores así como el rol que juegan otras comunidades (bacterias, nekton y bentos) ante eventos tan frecuentes.

## AGRADECIMIENTOS

A la Blga. Soledad Guzmán de la Unidad de Investigaciones en Oceanografía Biológica (UIOB) por las correcciones y críticas constructivas, al Ing. Noel Domínguez e Ing. José Tenorio por su ayuda en los gráficos y a todas aquellas personas que apoyaron en la culminación del presente trabajo.

## REFERENCIAS

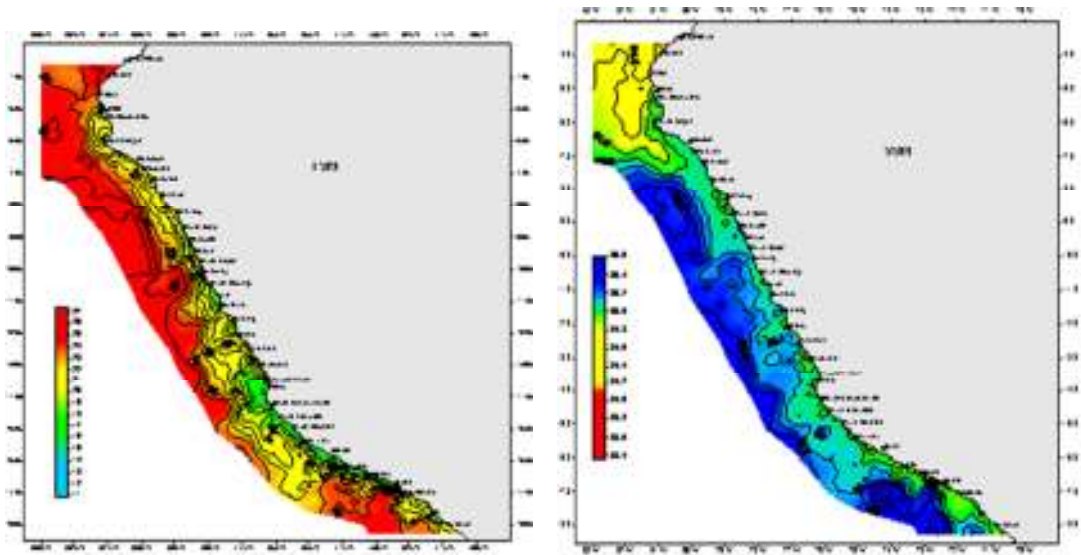
## BIBLIOGRAFICAS

- BLANCO, J., 2001. Episodios nocivos por fitoplancton. En. Los moluscos pectínidos de Iberoamérica : Ciencia y Acuicultura. Ed. Maeda-Martinez A., cap. 15 : 720 -780.
- ENFEN, 2004. Nota Informativa del Comité Multisectorial del Estudio del Fenómeno "El Niño" - marzo 2004
- MARTÍN , J., F. PAGE, M. DOWD, M. RINGUETTE & M. LEGRESLEY. 2000. Blooms de *Messodinium rubrum* and resulting salmon mortalities and stress during 1988 and 1999. Canada. IX International Conference on Harmful Algal Blooms. Hobart, Tasmania - Australia. 172 p.
- IMARPE, 2004 a. Informe Ejecutivo del Crucero de Evaluación de Recursos Pelágicos 0402-03. IMARPE.
- IMARPE, 2004 b. Ocurrencia de mareas rojas producida por *Gymnodinium sanguineum* en la bahía Miraflores durante el verano del 2004. Informe interno de Area de Fitoplancton - IMARPE. 2004
- OCHOA, N. Y O. GÓMEZ. 1988. Variación espacio-temporal del fitoplancton frente al Callao. Perú en 1986. Bol. Vol. Extraordinario in. Recursos y dinámica del ecosistema de afloramiento peruano. Ed. Salzwedel y A. Landa : 51-58.
- ROBINSON, M.G. & I.n. BROWN, 1983. A recurrent red tide in a British Columbia Coastal Lagoon. in Can. J. Fish Aquat. Sci. 40: pp. 2135-2143.
- ROBINSON, M.G. & WATANABE, L. N., 1979. Red Tide in Esquimal Lagoon due to *Gymnodinium sanguineum* Hirasaka. Manuscript Report. Coastal Marine Science Laboratory. Royal Roads Military College. Victoria, B.C. Vol. 79-7. 42 pp.
- SÁNCHEZ, S.; DELGADO, E. 1996. Mareas rojas en el área de Callao (12° S) 1980-1995 Inf. Progr.Inst. Mar Perú. Callao, Perú. 44: 19-37.
- SANCHEZ, S.; DELGADO, E.; VLLLANUEVA, P.; CHANG, F. 1998. Mareas rojas a lo largo de la Costa Peruana (1980-1998). International Symposium and Workshop on Harmful Algal Blooms in the Benguela Current and Other Upwelling Ecosystems (5-6 november 1998). Swakopmund, Namibia.
- SANCHEZ, S. 2004. Reporte de floraciones algales en la zona sur del litoral - ILO (17 de marzo 2004). Informe interno del Area de Fitoplancton - IMARPE. 2004



Figura 1. Metodología de Uthermohl , para el conteo de fitoplancton.

s Figura 2, Figura 3



Distribucion de la temperatura superficial del mar(c) / Distribucion de la Salinidad(ups)

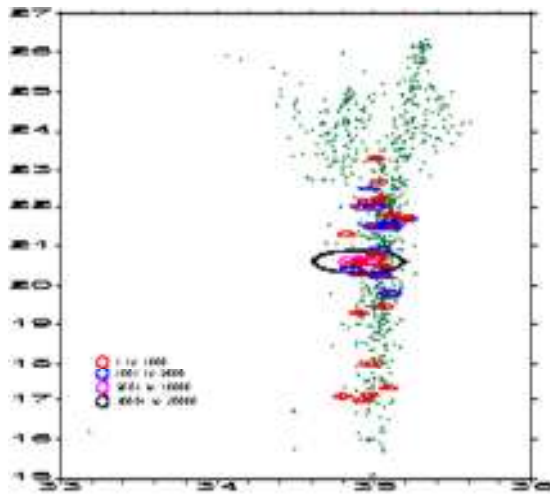


Figura 4: Densidad de *Gymnodinium sanguineum* (G.S.) en Relación a la Salinidad

Figura 4. *Gymnodinium sanguineum*



Figura 5. *Prorocentrum* cf.