



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
Dirección de Postgrado
Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas
Programa de Magíster en Ciencias Mención Oceanografía

**FENOLOGÍA DEL FITOPLANCTON EN LA ZONA DE SURGENCIA
COSTERA EN LA REGIÓN CENTRO-SUR DE CHILE (35-38°S)**

Tesis para optar el grado de Magíster en Ciencias mención Oceanografía

JULY ANDREA CORREDOR ACOSTA

CONCEPCIÓN-CHILE

2014

Profesor Guía: Dra. Carmen E. Morales

Depto. de Oceanografía, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas

Universidad de Concepción

Profesor Co-Guía: Dr. Samuel Hormazabal

Escuela de Ciencias del Mar

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

RESUMEN

“Fenología del fitoplancton en la zona de surgencia costera en la región centro-sur de Chile
(35-38°S)”

Andrea Corredor Acosta

2014

Dra. Carmen E. Morales, Profesor Guía

Dr. Samuel Hormazabal, Profesor Co-Guía

La fenología del fitoplancton ha sido objeto de estudio con mayor intensidad en la última década dado que permite evaluar la respuesta biológica a los cambios ambientales y del clima. En la descripción del ciclo anual del fitoplancton se han utilizado series de tiempo in situ pero principalmente restringidas a regiones costeras mientras que series de tiempo satelitales han sido usadas para niveles globales o regionales dada su amplia cobertura espacial y temporal. Los índices fenológicos usualmente establecidos para caracterizar el ciclo productivo anual del fitoplancton han sido el inicio, el final, la duración, la amplitud y/o la magnitud del periodo de floración y en términos de abundancia o biomasa. La precisión en la obtención de estos índices depende del método de cálculo escogido (e.g. método de tasa de cambio y método de umbrales) y del manejo de los datos faltantes en las series de tiempo.

En el Sistema de Corrientes Humboldt (HCS), la zona costera de la región centro-sur de Chile (35-38°S) se caracteriza por presentar una fuerte estacionalidad en el ciclo productivo del fitoplancton, y en el proceso de surgencia, con máximos en abundancia, biomasa y producción primaria en primavera-verano. Recientemente, se han definido los índices fenológicos de la surgencia costera, usando series de tiempo in situ y satelital de viento; los resultados muestran que las variaciones interanuales en el ciclo anual responden a eventos El Niño - Oscilación del Sur (ENSO). Sin embargo, la fenología del fitoplancton en esta región, su acoplamiento con el ciclo anual de la surgencia costera y otros forzantes físicos, además de su variabilidad espacial e interanual, son aspectos que aún no han sido descritos. Se hipotetiza que la fenología del fitoplancton está acoplada a la de la surgencia costera en esta región.

El objetivo de este estudio es caracterizar el ciclo anual de la biomasa del fitoplancton, en términos de clorofila-a (Chl-a), y cuantificar sus índices fenológicos en la zona costera en la región entre 35 y 38°S, junto con una evaluación de: i) la variabilidad espacial e interanual en el ciclo y en los índices y ii) el acoplamiento de éstos con los ciclos anuales de factores forzantes físicos, incluyendo el transporte zonal de Ekman (ZET), la temperatura superficial (SST), y la radiación fotosintéticamente activa (PAR). En estos análisis se utilizaron series de tiempo satelitales de Chl-a con alta resolución espacial (1x1 km) y temporal (datos diarios) en el periodo 2002-2012, además de datos satelitales para ZET, SST y PAR. Los datos faltantes fueron completados mediante el método de Interpolación con Funciones Ortogonales Empíricas (DINEOF), que integra espacio y tiempo. Los índices fenológicos fueron calculados con análisis wavelet para las series de tiempo reconstruidas de dos modos: i) en la banda de frecuencia anual (ANF), y ii) en todas las frecuencias excepto la sinóptica (ALF). Este método no ha sido utilizado anteriormente para el cálculo de índices fenológicos de fitoplancton y, por tanto, se discute su aplicación en relación a otros métodos frecuentemente utilizados.

Los resultados muestran que la Chl-a y las restantes variables presentaron una fuerte señal anual, con el inicio del periodo de incremento de Chl-a en la primavera austral (Septiembre), finalizando ~6 meses después (Marzo). El acoplamiento entre el inicio del ciclo anual de Chl-a y ZET ocurrió con el cálculo ALF pero no con ANF, mientras que los ciclos anuales de SST y PAR empezaron después que el de Chl-a (~50 y ~10 d, respectivamente). En términos de la variabilidad interanual, el inicio del ciclo anual de Chl-a con respecto al promedio se retrasó (~+15 d) y la duración fue menor (~-18 d) durante eventos El Niño, inverso a lo encontrado durante eventos La Niña, cuando el inicio se adelantó (~-8 d) y la duración fue mayor (~+1 mes). No obstante, años neutrales también mostraron diferencias importantes y la variabilidad espacial en los ciclos e índices fenológicos de Chl-a fue significativa. Además, dos periodos distintos fueron identificados: una fase mayormente cálida (2002-2007), con anomalías positivas en la magnitud de la Chl-a, y una fase mayormente fría (2007-2012), con anomalías negativas en Chl-a, en tanto ZET fue relativamente constante en ambos periodos. Estos patrones difieren de lo esperado en sistemas de surgencia y, por tanto, se discute el efecto de forzamiento remoto de baja frecuencia, variaciones en las propiedades de la columna de agua, y la heterogeneidad espacial en la fenología de Chl-a en la generación de estos patrones.