INIDEP

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO PESQUERO

# INFORME DE ASESORAMIENTO Y TRANSFERENCIA

| Número | Páginas | Fecha de aprobación |
|---|---|---|
| 050 | 017 | 21 MAY 2014 |

Dirección: DIRECCIÓN DE PESQUERIAS PELAGICAS Y MEDIO AMBIENTE

Programa / Gabinete: Medio Ambiente - Marea Roja

Actividad: Extraprogramática

## RESULTADOS DE CONCENTRACION DE NUTRIENTES DISUELTOS (NITRATO, NITRITO, FOSFATO Y SILICATO), OBTENIDOS POR ANALISIS POR FLUJO SEGMENTADO EN MUESTRAS DE AGUA DE MAR PROVENIENTES DE LA CAMPAÑA STSF2013 - ARA PUERTO DESEADO 2013-04 (2 AL 12 DE OCTUBRE DE 2013).

La realización de la campaña Oceanográfica South Tropical Shelf Front (STSF) realizada entre los días 2 y 12 de octubre de 2013, fue una de las actividades centrales del proyecto Export of shelf waters along the Subtropical Shelf Front: A one way ticket? financiado por el Instituto Inter-Americano para la Investigación del Cambio Global (IAI). Por solicitud realizada por el Jefe Científico de dicha Campaña a la Dirección Nacional de Investigación del INIDEP, se acordó analizar la concentración de nutrientes (nitrato, nitrito, fosfato y silicato) disueltos en las muestras provenientes de este crucero en el Laboratorio de Producción Primaria y Biotoxicidad del INIDEP. Un total de 250 muestras provenientes de 49 estaciones oceanográficas almacenadas en nitrógeno líquido, fueron sometidas a análisis por flujo segmentado para los 4 aniones en cuestión. Las técnicas analíticas utilizadas fueron las recomendadas por el consenso de laboratorios internacionales dedicados a este tipo de análisis y los resultados validados con material de referencia provisto por el Meteorological Research Institute of Japan. En este informe se presenta: la calibración correspondiente a cada metodología, los resultados obtenidos para las muestras provenientes del mencionado crucero y su validación.

Citar Indicando la fuente. El contenido no debe ser reproducido total o parcialmente sin la expresa conformidad del INIDEP

| | Institución | Cargo |
|---|---|---|
| SOLICITADO POR | Lic. Alberto Piola. Servicio de Hidrografía Naval | Jefe Científico Campaña STSF2013 |

**PREPARADO POR**

Firma:

CARIGNAN, MARIO

Nombre: OSVALDO

**APROBADO POR**

Jefe de Programa / Gabinete

Director de área

Director Nacional de Investigación

Director del INIDEP

COPIA ELECTRONICA INIDEP

# RESULTADOS DE CONCENTRACION DE NUTRIENTES DISUELTOS (NITRATO, NITRITO, FOSFATO Y SILICATO), OBTENIDOS POR ANALISIS POR FLUJO SEGMENTADO EN MUESTRAS DE AGUA DE MAR PROVENIENTES DE LA CAMPAÑA STSF2013 - ARA PUERTO DESEADO 2013-04 (2 AL 12 DE OCTUBRE DE 2013).

Carignan Mario O.

Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero.

## Introducción

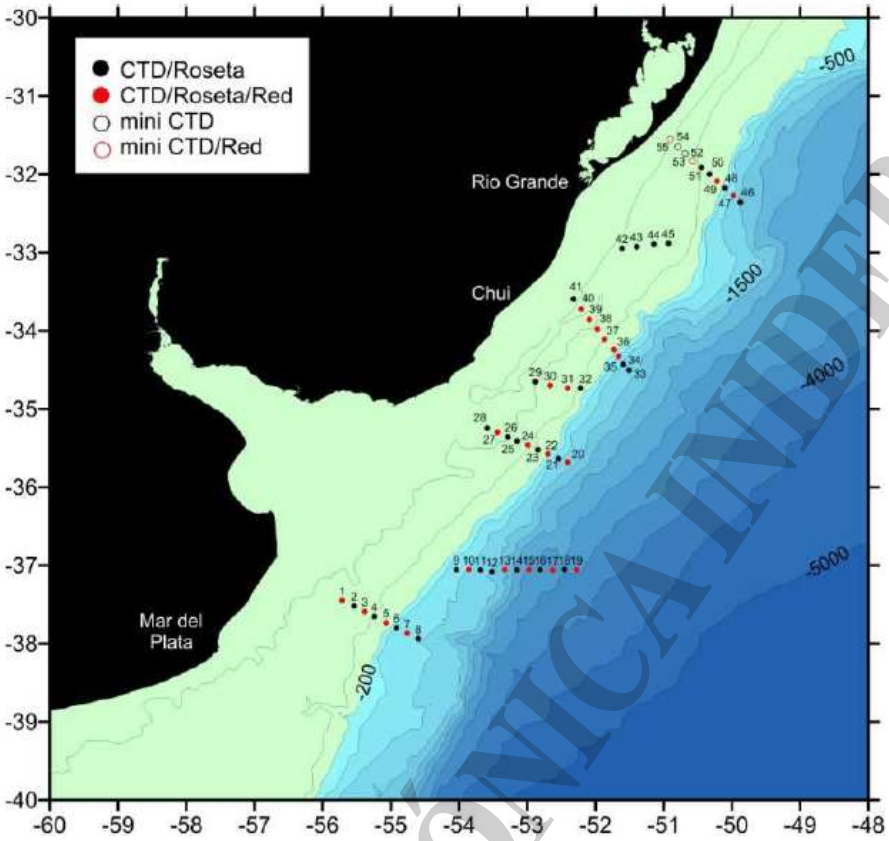
La determinación de los cambios de las propiedades físicas, biológicas y biogeoquímicas características de las aguas de plataforma a lo largo del Frente de plataforma sub-tropical y su variabilidad de corto período fue una de los objetivos previstos a desarrollar durante la Campaña Oceanográfica South Tropical Shelf Front (STSF). La realización de esta campaña fue una de las actividades centrales del proyecto Export of shelf waters along the Subtropical Shelf Front: A one way ticket? financiado por el Instituto Inter-Americano para la Investigación del Cambio Global (IAI). Dentro de los parámetros biogeoquímicos medibles, la determinación de concentración de micronutrientes disueltos es una de las prácticas corrientemente adoptadas por los laboratorios oceanográficos, y en la mayoría de los casos, la misma se desarrolla por métodos colorimétricos de manera automática.
Como consecuencia de la salida de servicio del instrumental perteneciente al servicio de Hidrografía Naval que se utilizaría en la campana STSF para la determinación de nutrientes y ante la urgencia generada por la zarpada inmediata del crucero de investigación y teniendo en cuenta trabajos conjuntos anteriores, el Jefe Científico de la misma (Lic. Alberto Piola), estableció contacto previamente con quien firma este informe para conocer la factibilidad de realizar dicha determinación en el Laboratorio de Producción Primaria y Biotoxicidad de INIDEP. La solicitud mediante nota a la Dirección Nacional de Investigación el día 1 de octubre de 2013, finalmente concreto la colaboración (ver Anexo).
En este informe se presentan el detalle de las metodologías utilizadas para la determinación de las especies iónicas de interés, su calibración, los valores de concentración obtenidos para los iones nitrato, nitrito, fosfato y silicato disueltos en las muestras de agua de mar obtenidas durante el crucero STSF, y la validación de los datos obtenidos frente a muestras de material de referencia preparadas por el Meteorological Research Institute ofJapan.

## Materiales y métodos

El muestreo para el análisis de nutrientes fue realizado en estaciones de locación predefinida y las profundidades de toma de muestras se decidieron conforme a los perfiles de temperatura, salinidad y densidad observados durante el “casting” CTD.
La locación de las estaciones definidas de muestreo se presenta en la Figura 1.
Las muestras de agua de mar utilizadas para la determinación, se obtuvieron utilizando una roseta General Oceanics 1015 equipada con 12 botellas tipo Niskin marca SBE de 5 litros de capacidad cada una. Las alícuotas correspondientes a la determinación de nutrientes (5 mL), fueron separadas por duplicado en crioviales e inmediatamente sumergidas y mantenidas en nitrógeno líquido a 77.35 K hasta su análisis en laboratorio.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

Figura 1. Distribución de estaciones de muestreo de la Campaña STSF.




Las especies iónicas analizadas fueron: nitrato, nitrito, fosfato y silicato. Las metodologías de análisis automático por flujo segmentado utilizadas, fueron las propuestas por Grasshoff K. y Ehrhardt M., 1983 y Hydes *et al*., 2012. En todos los casos se siguieron las sugerencias del Joint ICES-IOC Study Group on Nutrient Standards (SGONS) para la calibración del material utilizado, la preparación de soluciones estándar y reactivos, las correcciones analíticas introducidas, la determinación de los valores "blanco", la calibración metodológica y el control de calidad durante el análisis. La secuencia de análisis simultanea de los cuatro parámetros, se estableció en forma de "batchs" de 10 muestras cada uno y hasta 4 batchs diarios con el fin de que el tiempo transcurrido entre el descongelado de la muestra y su análisis fuera el menor posible. Al principio y final de cada batch se analizaron triplicados de estándares múltiples (en solución de NaCl 35 l) de concentración conocida de cada uno de los analitos, permitiendo esto mantener un control permanente sobre la estabilidad en las condiciones de análisis. La separación analítica entre cada muestra se efectuó utilizando una solución 35 l de cloruro de sodio (ultrapure grade) disuelto en agua ultrapura libre de orgánicos. La validación de todas las determinaciones se realizo frente a material de referencia para análisis de nutrientes cedido por el Meteorological Research Institute (Japon) durante la participación del Laboratorio de Producción Primaria y biotoxicidad en el 2012 Inter-comparison Study of Reference Material of Nutrients in Seawater (RMNS) (Carignan M., 2012).

Resultados y Discusión

*Determinación de los valores "blanco" para cada metodología.*

El "blanco" analítico es el valor medido para la concentración aparente de un ion cuando el mismo no esta presente en la muestra. El valor del "blanco" (que puede ser positivo o negativo) es restado al valor medido de concentración de la muestra incógnita para dar el valor neto de concentración de analito en la misma.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

Interferencias que contribuyen al valor "blanco".

a) Contaminación del agua de "línea de base". Todas las soluciones que se utilizan como línea de base (sea agua pura o agua de mar natural o artificial) tienen el potencial de ser contaminadas durante el proceso de manipulación y almacenaje.

b) Variación en el índice de refracción. La señal colorimétrica es siempre generada por una celda de flujo ópticamente imperfecta. Conforme varía la salinidad (entre muestras o muestra *vs* agua de línea de base), la señal óptica cambia. Señales transientes pueden presentarse al comienzo y final de los picos de absorbancia cuando la luz incidente es reflejada por la interfase entre el líquido y las burbujas de aire componentes del flujo segmentado o por diferencia de densidades entre interfases de distinta salinidad (Efecto Schlieren).

c) Turbidez. La presencia de partículas suspendidas en la matriz de la muestra, genera dispersión de luz que es observada como cambios en la absorción.

d) Blanco de reactivos. La presencia de contaminantes en los reactivos utilizados puede generar cambios en las propiedades ópticas de los mismos. En el caso del análisis continuo por flujo segmentado, el blanco de reactivos afecta por igual a las muestras y a la línea de base y es usualmente descontado.

Formula general aplicada para el cálculo del valor "blanco".

Primero definiremos los componentes ópticos de las señales de línea de base y picos de las muestras:

*Rb*: blanco de reactivos.

*RIb*: señal de índice de refracción de la interfase agua de mar-línea de base.

*RIs*: blanco de índice de refracción de la muestra

*Cb*: altura (mV) correspondiente a la concentración del determinando en la línea de base.

*Cs*: altura (mV) correspondiente a la concentración neta del determinando en la muestra.

*T*: turbidez de la muestra

*HS*: Altura neta de un estándar de calibración de concentración conocida.

*S*: Sensibilidad (*HS*/[concentración del estándar])

*Hb*: altura de la línea de base con todos los reactivos agregados.

$HbPW_0$: altura de línea de base de agua ultrapura con todos los reactivos agregados.

*Hb(RIs)*: altura de la línea de base de agua salina (35 l) con reactivos de índice de refracción agregados*.

$HbPW_0(RIs)$: altura de línea de base de agua ultrapura con reactivos de índice de refracción agregados*.

**Los reactivos de índice de refracción son todos aquellos utilizados en la reacción analítica menos el reactivo esencial de desarrollo de color.*

Siguiendo esta notación podemos expresar la altura de una señal de la siguiente manera:

La altura (mV) de la línea de base es:

$Hb = Cb + Rb + RIb$ (1)

La altura (mV) para un pico correspondiente a una muestra:

$Hs = Cs + Rb + RIs + T$ (2)

La altura de la señal de una muestra relativa a la línea de base es:

$Hs_{medida} = Hs - Hb$

Reemplazando por (1) y (2) tenemos:

$Hs_{medida} = Cs + Rb + RIs + T – (Cb + Rb + RIb)$

$Hs_{medida} = (Cs – Cb) + (RIs – Rib) + T$

La altura correspondiente a la concentración neta en la muestra es entonces:

$Cs = Hs_{medida} + Cb – (RIs – Rib + T)$

*Cb* es determinado por diferencia entre la señal de línea de base y la señal colorimétrica generada por agua ultrapura recién obtenida ($PW_0$).

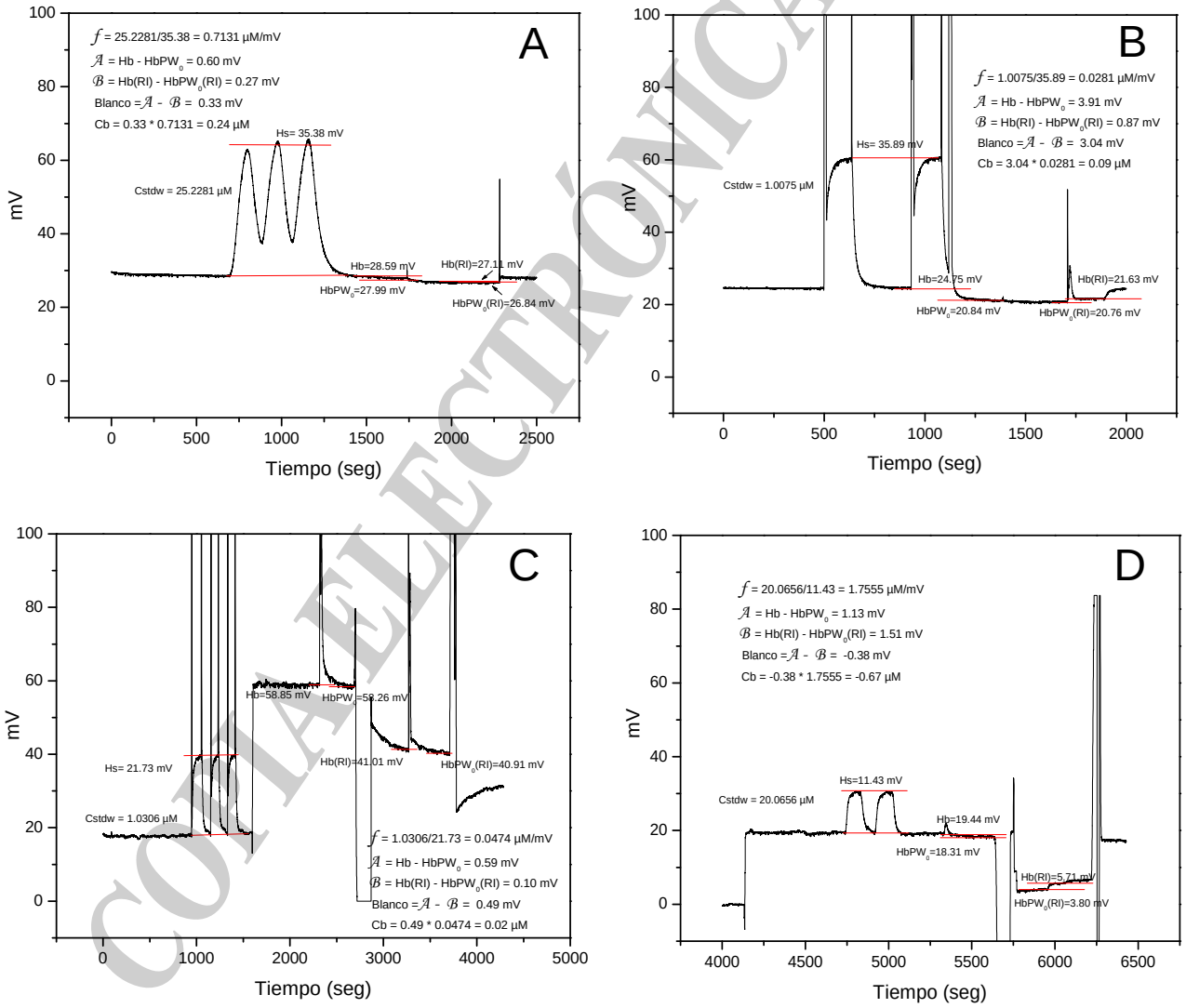
Tanto agua ultrapura como agua salina (artificial o natural envejecida) pueden ser utilizadas como líneas de base.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

En nuestro caso utilizamos agua de mar artificial con la idea principal de minimizar el efecto Schlieren. Por lo tanto aquí los cálculos aplicables fueron:
1) Cálculo de la Sensibilidad.
2) Medición de "(*Cb* + *RIb*)":
$(Hb + HbPW_0) = A$
3) Medición de "*RIb*":
$Hb(RIs) – HbPW_0(RIs) = B$
4) Altura del "blanco" verdadero (*Cb*)
$Cb = (A – B)$.

Como se observa en la Figura 2 A, B, C y D y en la Tabla 1, los valores "blanco" obtenidos para nitrato, nitrito y fosfato y silicato, utilizando agua de mar artificial son aceptablemente bajos, indicando que tanto el agua ultrapura como los reactivos analíticos cumplen los requisitos necesarios para ser utilizados en la determinación de estos iones.

Figura 2. Avance del análisis (seg) *vs* señal del detector (mV) utilizados en la determinación del valor blanco para el análisis de los cuatro iones de interés. A) Nitrato, B) Nitrito, C) Fosfato y D) Silicato. Los valores de concentración de los estándares utilizados en cada determinación fueron: nitrato: 25.2281 µM, nitrito: 1.0075 µM, fosfato: 1.0306 µM y silicato: 20.0656 µM.




COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

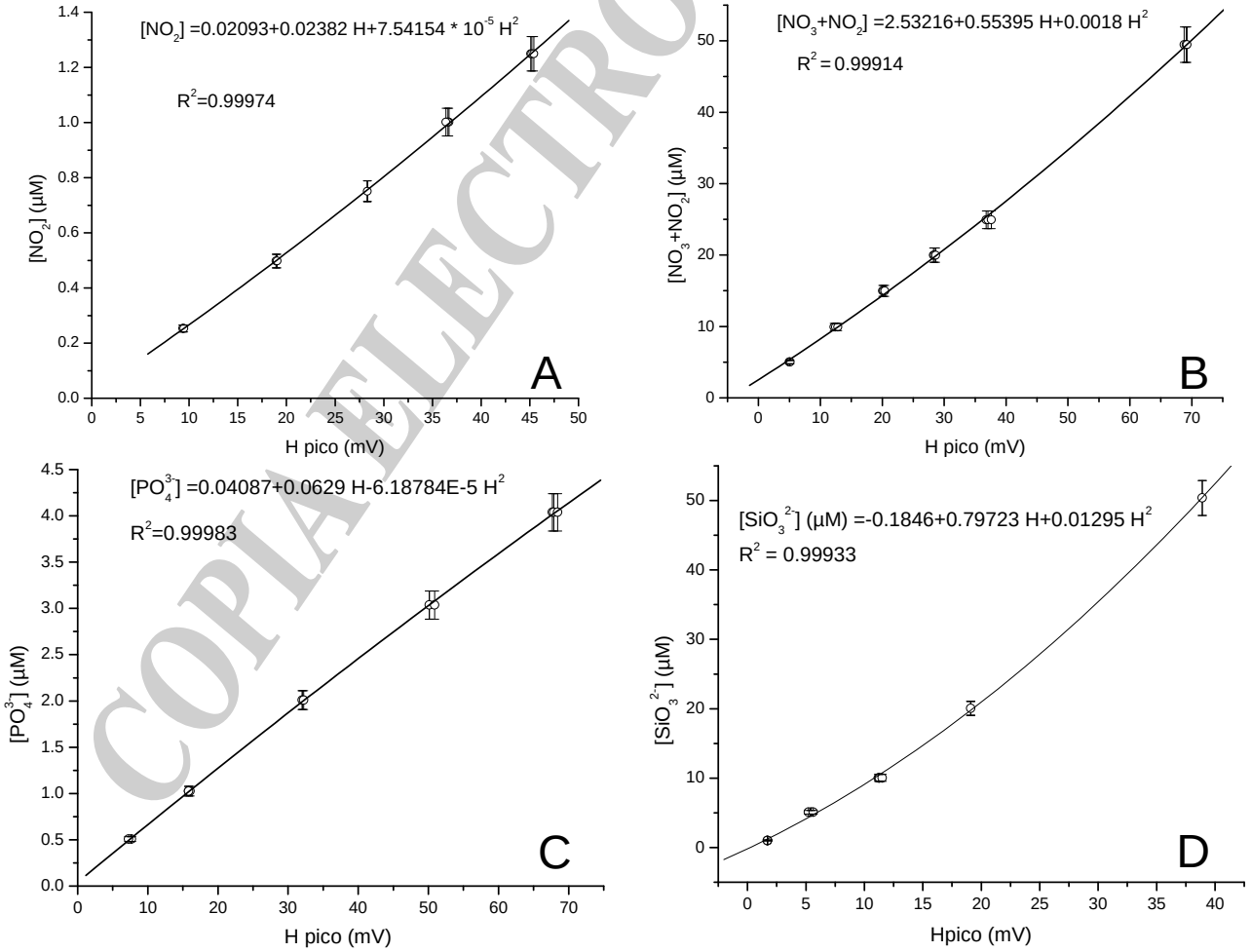
Tabla 1. Valores “blanco” obtenidos para cada metodología:

| | Nitrato | Nitrito | Fosfato | Silicato |
|---|---|---|---|---|
| Blanco (mV) | 0.33 | 3.04 | 0.49 | -0.38 |
| Blanco (µM) | 0.24 | 0.09 | 0.02 | -0.67 |

*Evaluación de la linealidad de las metodologías empleadas*

En la Figura 2 se presentan los mejores ajustes obtenidos para las relaciones entre la altura de pico (mV) medida en estándares de trabajo y su concentración. Aunque el mejor ajuste se logró utilizando una relación polinómica, todos ellos muestran una relación cercana a la linealidad con valores de $R^2$ próximos a la unidad. Las distintas replicas a diferentes concentraciones se mantienen en un error < ± 5%, indicando una elevada repetibilidad en la determinación de todos los analitos. En el caso particular de la determinación de silicato (Figura 2D), el corrimiento de la linealidad es consecuente con un apartamiento de la señal fotométrica de lo predicho por la Ley de Lambert-Beer a valores elevados de concentración, indicando que el método utilizado es recomendable para concentraciones inferiores a 100 µM (datos no mostrados).

Figura 2. Ajuste polinómico para la relación entre la concentración de los diferentes analitos y la respuesta fotométrica del analizador. Las barras verticales indican el error (± 5%) asociado a la determinación. A) Determinación de nitrito, B) Determinación de nitrato + nitrito (rango de trabajo: 0 – 50.0 µM), C) Determinación de Fosfato (rango de trabajo: 0 – 4.0 µM), D) Determinación de Silicato (rango de trabajo: 0 – 50.0 µM)




COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

Validación de las determinaciones analíticas.

La validación de las determinaciones se realizó utilizando material de referencia para análisis de nutrientes cedido por el Meteorological Research Institute of Japan. Los valores obtenidos para este material de referencia durante el transcurso del análisis de las muestras correspondientes a la Campaña STSF, fueron contrastados frente a los valores medios obtenidos para el material de referencia a partir del análisis replicado por 68 laboratorios de diferentes instituciones oceanográficas participantes del 2012 Inter-comparison Study of Reference Material of Nutrients in Seawater (RMNS) (Aoyama *et al*. en prensa). Dicha comparación se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Valores de concentración obtenidos para el material de referencia y el error relativo porcentual asociado. (*) Valores medios obtenidos a partir del análisis realizado por 68 diferentes laboratorios en el 2012 Inter-comparison Study of Reference Material of Nutrients in Seawater (RMNS) (Aoyama *et al*. en prensa). (**) Valores medidos durante el desarrollo del análisis de la Campaña STSF.

| | M. Referencia 1 (*) | M. Referencia 1 (**) | M. Referencia 2 (*) | M. Referencia 2 (**) |
|---|---|---|---|---|
| Nitrato (µmol $Kg^{-1}$) | 21.63 | 21.70 (0.3 %) | 29.92 | 30.01 (0.3 %) |
| Nitrito (µmol $Kg^{-1}$) | 0.37 | 0.35 (5.4 %) | 0.04 | 0.04 (0.0 %) |
| Fosfato (µmol $Kg^{-1}$) | 1.59 | 1.65 (3.8 %) | 2.17 | 2.23 (2.8 %) |
| Silicato (µmol $Kg^{-1}$) | 59.17 | 59.82 (1.1 %) | 65.82 | 66.31 (0.7 %) |

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

Resultados obtenidos en las muestras.

Se analizó la concentración de nitrato, nitrito, fosfato y silicato en 247 muestras correspondientes a 49 estaciones oceanográficas. Los datos obtenidos se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Valores de concentración (µM) para los diferentes analitos indicando referencias de locación y conservación de las muestras. En las estaciones 36, 47, 50, 52, 53, 54 y 55 no se colectaron muestras para el análisis de nutrientes.

| Vial | [Nitrato] (µM) | [Fosfato] (µM) | [Silicato] (µM) | [Nitrito] (µM) | Estación | Profundidad disparo | Niskin | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 11.76 | 1.50 | 2.32 | 0.10 | 1 | 74.2 | 7 | |
| 2 | 11.54 | 1.53 | 3.84 | 0.10 | 1 | 47.4 | 9 | |
| 3 | 11.29 | 1.59 | 3.70 | 0.10 | 1 | 28.4 | 11 | |
| 4 | 6.08 | 1.02 | 2.68 | 0.18 | 1 | 6.7 | 1 | |
| 5 | 15.67 | 1.53 | 4.11 | 0.08 | 2 | 76.2 | 1 | |
| 6 | 11.38 | 1.61 | 2.50 | 0.08 | 2 | 39.1 | 2 | |
| 7 | 8.52 | 1.35 | 2.27 | 0.15 | 2 | 9.6 | 3 | |
| 8 | 17.84 | 1.80 | 5.30 | 0.06 | 3 | 90.9 | 1 | |
| 9 | 17.64 | 1.86 | 5.07 | 0.06 | 3 | 80.5 | 2 | |
| 10 | 15.87 | indeterminado | 5.07 | 0.19 | 3 | 50.7 | 3 | vial sucio |
| 11 | 7.92 | 0.92 | 2.18 | 0.15 | 3 | 22.5 | 4 | |
| 12 | 8.66 | 1.65 | 1.91 | 0.18 | 3 | 10.9 | 5 | vial sucio |
| 13 | 18.04 | 1.64 | 4.98 | 0.05 | 4 | 103.8 | 6 | |
| 14 | 16.99 | 1.51 | 4.67 | 0.05 | 4 | 58.7 | 7 | |
| 15 | 17.23 | 1.59 | 4.25 | 0.05 | 4 | 38 | 8 | |
| 16 | 1.03 | 1.03 | 1.64 | 0.23 | 4 | 8.5 | 9 | |
| 17 | 19.31 | 1.64 | 5.40 | 0.05 | 5 | 149.1 | 10 | |
| 18 | 18.59 | 1.63 | 4.98 | 0.05 | 5 | 121.5 | 11 | |
| 19 | 17.52 | 1.53 | 3.88 | 0.05 | 5 | 81.5 | 12 | |
| 20 | 17.05 | 1.49 | 3.41 | 0.05 | 5 | 54.3 | 1 | |
| 21 | 13.63 | 1.18 | 2.90 | 0.05 | 5 | 21.1 | 2 | |
| 22 | 25.58 | 2.25 | 21.68 | 0.03 | 6 | 623.8 | 1 | |
| 23 | 23.01 | 1.95 | 15.34 | 0.03 | 6 | 448.9 | 2 | |
| 24 | 21.23 | 1.95 | 7.72 | 0.04 | 6 | 300.1 | 3 | |
| 25 | 20.18 | 1.71 | 7.62 | 0.04 | 6 | 270.1 | 4 | |
| 26 | 8.70 | 0.96 | 3.28 | 0.10 | 6 | 94.7 | 6 | |
| 27 | 6.99 | 0.80 | 3.14 | 0.15 | 6 | 47.4 | 7 | |

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

| Vial | [Nitrato] (µM) | [Fosfato] (µM) | [Silicato] (µM) | [Nitrito] (µM) | Estación | Profundidad disparo | Niskin | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 28 | 2.41 | 0.78 | 1.29 | 0.15 | 6 | 7.3 | 8 | |
| 29 | 24.63 | 2.18 | 26.44 | 0.01 | 7 | 742.3 | 1 | vial roto |
| 30 | 27.88 | 2.04 | 19.62 | 0.01 | 7 | 649 | 2 | |
| 31 | 25.54 | 1.94 | 11.69 | 0.02 | 7 | 448 | 3 | |
| 32 | 22.33 | 1.89 | 7.63 | 0.05 | 7 | 283.7 | 4 | |
| 33 | 14.12 | 1.12 | 4.67 | 0.06 | 7 | 194.6 | 5 | |
| 34 | 5.28 | 0.66 | 2.52 | 0.06 | 7 | 50.3 | 6 | |
| 35 | 2.32 | 0.64 | 2.14 | 0.06 | 7 | 18.6 | 7 | |
| 36 | 2.07 | 0.57 | 1.82 | 0.06 | 7 | 6.9 | 8 | |
| 37 | 29.39 | 2.24 | 30.14 | 0.02 | 8 | 876.5 | 1 | |
| 38 | 26.43 | 2.03 | 17.21 | 0.02 | 8 | 644 | 2 | |
| 39 | 23.71 | 2.00 | 10.99 | 0.02 | 8 | 505.6 | 3 | |
| 40 | 23.02 | 1.87 | 9.71 | 0.02 | 8 | 419.5 | 4 | |
| 41 | 21.36 | 1.64 | 8.50 | 0.02 | 8 | 343 | 5 | |
| 42 | 20.40 | 1.59 | 7.11 | 0.02 | 8 | 304.4 | 6 | |
| 43 | 14.64 | 1.28 | 5.49 | 0.02 | 8 | 216 | 7 | |
| 44 | 6.19 | 1.07 | 2.79 | 0.05 | 8 | 132? | 8 | |
| 45 | 5.76 | 0.68 | 2.95 | 0.07 | 8 | 92.3? | 9 | |
| 46 | 5.01 | 0.67 | 2.69 | 0.09 | 8 | 51.8 | 10 | |
| 47 | 1.75 | 0.49 | 1.77 | 0.12 | 8 | 6.5 | 11 | |
| 48 | 28.83 | 2.23 | 31.61 | 0.05 | 9 | 907 | 1 | |
| 49 | 27.98 | 2.14 | 26.14 | 0.05 | 9 | 783.2 | 2 | |
| 50 | 26.39 | 2.86 | 19.49 | 0.07 | 9 | 651.9 | 3 | |
| 51 | 24.39 | 1.73 | 14.16 | 0.07 | 9 | 496.9 | 4 | |
| 52 | 21.47 | 1.63 | 8.19 | 0.07 | 9 | 245.5 | 5 | |
| 53 | 17.15 | 1.59 | 5.37 | 0.07 | 9 | 166.6 | 7 | |
| 54 | 13.75 | 1.26 | 4.58 | 0.07 | 9 | 120.6? | 8 | |
| 55 | 17.21 | 1.45 | 4.89 | 0.12 | 9 | 84? | 9 | |
| 56 | 10.02 | 1.15 | 2.60 | 0.15 | 9 | 55.4 | 10 | |
| 57 | 1.25 | 0.38 | 0.60 | 0.19 | 9 | 21.5 | 11 | |
| 58 | 0.40 | 0.28 | 0.51 | 0.27 | 9 | 8.5 | 12 | |
| 59 | 25.77 | 2.24 | 35.03 | 0.04 | 10 | 1052.2 | 1 | |
| 60 | 28.01 | 2.22 | 43.04 | 0.04 | 10 | 699.1 | 2 | vial abierto |
| 61 | 22.57 | 1.97 | 14.27 | 0.04 | 10 | 498.1 | 3 | |
| 62 | 19.12 | 1.82 | 11.21 | 0.04 | 10 | 296.8 | 4 | |

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

| Vial | [Nitrato] (µM) | [Fosfato] (µM) | [Silicato] (µM) | [Nitrito] (µM) | Estación | Profundidad disparo | Niskin |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 63 | 15.51 | 1.54 | 5.53 | 0.04 | 10 | 109.8 | 5 |
| 64 | 14.25 | 1.39 | 4.95 | 0.12 | 10 | 47.4 | 6 |
| 65 | 7.04 | 1.20 | 4.07 | 0.12 | 10 | 7.4 | 7 |
| 71 | 29.24 | 2.45 | 49.66 | 0.00 | 11 | 1195.7 | 1 |
| 72 | 28.42 | 2.48 | 38.40 | 0.00 | 11 | 897.2 | 2 |
| 73 | 25.32 | 2.23 | 24.66 | 0.00 | 11 | 699.5 | 3 |
| 74 | 24.31 | 1.86 | 14.37 | 0.05 | 11 | 450.3 | 4 |
| 75 | 21.17 | 1.79 | 13.50 | 0.05 | 11 | 202.5 | 5 |
| 76 | 9.16 | 0.90 | 5.33 | 0.12 | 11 | 45.3 | 6 |
| 77 | 5.84 | 0.88 | 6.06 | 0.16 | 11 | 6.9 | 7 |
| 78 | 28.64 | 2.27 | 32.51 | 0.00 | 12 | 888.8 | 1 |
| 79 | 25.72 | 2.09 | 21.08 | 0.00 | 12 | 697.1 | 2 |
| 80 | 23.41 | 2.16 | 13.78 | 0.05 | 12 | 495.8 | 3 |
| 81 | 19.11 | 1.61 | 8.48 | 0.05 | 12 | 279.6 | 4 |
| 82 | 17.68 | 1.57 | 11.82 | 0.05 | 12 | 197.5 | 5 |
| 83 | 7.93 | 0.82 | 8.48 | 0.13 | 12 | 80.2 | 6 |
| 84 | 2.16 | 0.56 | 4.34 | 0.19 | 12 | 8.9 | 7 |
| 85 | 28.64 | 2.45 | 30.93 | 0.05 | 13 | 903.3 | 1 |
| 86 | 24.81 | 2.20 | 18.09 | 0.05 | 13 | 500 | 2 |
| 87 | 10.34 | 1.10 | 6.62 | 0.05 | 13 | 147.1 | 3 |
| 88 | 7.44 | 0.85 | 3.41 | 0.08 | 13 | 75.2 | 4 |
| 89 | 0.73 | 0.43 | 1.01 | 0.15 | 13 | 8.8 | 5 |
| 90 | no existe el vial. no existe en planilla de CTD | | | | | | 6 |
| 91 | 29.09 | 2.26 | 27.93 | 0.02 | 14 | 864.1 | 1 |
| 92 | 24.80 | 1.98 | 13.04 | 0.02 | 14 | 558.1 | 2 |
| 93 | 15.15 | 1.32 | 6.50 | 0.03 | 14 | 283.2 | 3 |
| 94 | 9.11 | 1.13 | 4.29 | 0.03 | 14 | 149.7 | 4 |
| 95 | 7.38 | 0.95 | 3.96 | 0.10 | 14 | 41.7 | 5 |
| 96 | 0.43 | 0.62 | 3.24 | 0.23 | 14 | 7.6 | 6 |
| 97 | 30.40 | 2.30 | 37.08 | 0.00 | 15 | 805.5 | 8 |
| 98 | 28.74 | 2.17 | 26.73 | 0.00 | 15 | 586.1 | 9 |
| 99 | 25.90 | 2.32 | 17.93 | 0.00 | 15 | 408.3 | 10 |
| 100 | 21.67 | 1.85 | 11.24 | 0.08 | 15 | 183.8 | 11 |
| 101 | 9.69 | 0.85 | 4.33 | 0.10 | 15 | 135.2 | 12 |
| 102 | 15.16 | 1.30 | 4.19 | 0.12 | 15 | 53.8 | 1 |

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

| Vial | [Nitrato] (µM) | [Fosfato] (µM) | [Silicato] (µM) | [Nitrito] (µM) | Estación | Profundidad disparo | Niskin |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 103 | 7.72 | 1.25 | 2.89 | 0.15 | 15 | 24 | 2 |
| 104 | 3.08 | 0.89 | 4.63 | 0.23 | 15 | 7.7 | 3 |
| 105 | 0.33 | 0.71 | 3.56 | 0.21 | | no hay referencia en planillas sobre este vial | |
| 106 | 31.23 | 2.45 | 35.64 | 0.00 | 16 | 1001.7 | 1 |
| 107 | 26.65 | 2.33 | 19.87 | 0.00 | 16 | 600.5 | 2 |
| 108 | 25.12 | 1.86 | 14.48 | 0.00 | 16 | 488.1 | 3 |
| 109 | 22.60 | 1.82 | 10.63 | 0.05 | 16 | 346.2 | 4 |
| 110 | 7.67 | 0.83 | 5.85 | 0.08 | 16 | 129.7 | 5 |
| 111 | 2.37 | 0.90 | 3.07 | 0.12 | 16 | 80.2 | 6 |
| 112 | 0.53 | 0.62 | 3.82 | 0.14 | 16 | 35.3 | 7 |
| 113 | 0.93 | 0.59 | 3.33 | 0.16 | | no hay referencia en planillas sobre este vial | |
| 116 | | no existe el vial | | | 17 | 1004.9 | 1 |
| 117 | 30.21 | 2.29 | 31.76 | 0.03 | 17 | 651.3 | 2 |
| 118 | 25.86 | 1.96 | 14.66 | 0.03 | 17 | 451.3 | 3 |
| 119 | 23.33 | 1.82 | 12.45 | 0.03 | 17 | 165.3 | 4 |
| 120 | 9.15 | 1.18 | 2.82 | 0.12 | 17 | 86.8 | 5 |
| 121 | 3.25 | 0.89 | 2.00 | 0.12 | 17 | 30.7 | 6 |
| 122 | 2.28 | 1.44 | 1.52 | 0.12 | 17 | 6.2 | 7 |
| 123 | 0.69 | 0.65 | 4.65 | 0.16 | | no hay referencia en planillas sobre este vial | |
| 124 | 28.99 | 2.54 | 30.03 | 0.03 | | no hay referencia en planillas sobre este vial | |
| 125 | 23.14 | 2.62 | 15.27 | 0.03 | 18 | 1003.6 | 1 |
| 126 | 14.57 | 1.27 | 9.08 | 0.03 | 18 | 804.8 | 2 |
| 127 | 9.89 | 0.88 | 4.52 | 0.06 | 18 | 455.7 | 3 |
| 128 | | no existe el vial | | | 18 | 350.4 | 4 |
| 129 | 2.05 | 0.55 | 2.77 | 0.08 | 18 | 135.6 | 5 |
| 130 | 1.29 | 2.12 | 2.50 | 0.15 | 18 | 71.3 | 6 |
| 131 | 0.28 | 0.68 | 3.43 | 0.16 | 18 | 33.6 | 7 |
| 132 | 0.28 | 0.66 | 3.41 | 0.16 | 18 | 17.1 | 8 |
| 133 | 0.35 | 0.65 | 4.23 | 0.16 | 18 | 7.5 | 9 |
| 134 | 27.58 | 2.20 | 24.69 | 0.02 | 19 | 1007.4 | 1 |
| 135 | 26.60 | 2.05 | 18.21 | 0.02 | 19 | 881.7 | 2 |
| 136 | 20.17 | 1.58 | 9.70 | 0.02 | 19 | 596.9 | 3 |
| 137 | 1.76 | 0.53 | 3.77 | 0.02 | 19 | 81.6 | 4 |
| 138 | 0.61 | 0.27 | 2.70 | 0.02 | 19 | 31.8 | 5 |
| 139 | 0.49 | 2.87 | 3.03 | 0.02 | 19 | 7.5 | 6 |

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

| Vial | [Nitrato] (µM) | [Fosfato] (µM) | [Silicato] (µM) | [Nitrito] (µM) | Estación | Profundidad disparo | Niskin |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 140 | 30.60 | 2.41 | 44.06 | 0.00 | 20 | 1332.9 | 1 |
| 141 | 26.90 | 2.15 | 25.29 | 0.00 | 20 | 999.9 | 2 |
| 142 | 23.55 | 1.80 | 12.26 | 0.00 | 20 | 693.1 | 3 |
| 143 | 11.28 | 1.44 | 5.56 | 0.03 | 20 | 399.1 | 4 |
| 144 | 5.54 | 0.95 | 3.44 | 0.03 | 20 | 332.9 | 5 |
| 145 | 1.66 | 0.32 | 2.51 | 0.05 | 20 | 142.2 | 6 |
| 146 | 1.15 | 0.45 | 2.73 | 0.05 | 20 | 42.2 | 7 |
| 147 | 0.94 | 0.42 | 3.51 | 0.05 | 20 | 17.9 | 8 |
| 148 | 28.84 | 2.42 | 27.79 | 0.03 | 21 | 1008.2 | 1 |
| 149 | 26.92 | 2.14 | 19.56 | 0.03 | 21 | 767 | 2 |
| 150 | 24.59 | 1.93 | 14.77 | 0.05 | 21 | 551 | 3 |
| 151 | 13.43 | 1.47 | 7.24 | 0.05 | 21 | 356 | 4 |
| 152 | 4.18 | 0.62 | 3.22 | 0.05 | 21 | 134 | 5 |
| 153 | 1.43 | 0.44 | 3.06 | 0.08 | 21 | 48.6 | 6 |
| 154 | 0.42 | 0.41 | 6.64 | 0.12 | 21 | 9.6 | 7 |
| 155 | 5.88 | 0.64 | 3.98 | 0.08 | 22 | 189 | 1 |
| 156 | 6.32 | 0.73 | 4.12 | 0.08 | 22 | 139 | 2 |
| 157 | 4.79 | 1.06 | 4.83 | 0.11 | 22 | 68.4 | 3 |
| 158 | 1.46 | 0.79 | 4.64 | 0.12 | 22 | 41.7 | 4 |
| 159 | 0.51 | 0.47 | 7.26 | 0.15 | 22 | 19.1 | 5 |
| 160 | 9.44 | 0.90 | 3.98 | 0.06 | 23 | 135.4 | 6 |
| 161 | 6.64 | 1.24 | 4.12 | 0.05 | 23 | 88.7 | 7 |
| 162 | 4.54 | 0.88 | 4.83 | 0.05 | 23 | 58.7 | 8 |
| 163 | 0.59 | 0.84 | 4.64 | 0.12 | 23 | 12.3 | 9 |
| 164 | 0.69 | 0.82 | 7.26 | 0.22 | 23 | 0 | 10 |
| 165 | 11.10 | 1.21 | 7.25 | 0.06 | 24 | 94.9 | 11 |
| 166 | 8.12 | 1.39 | 4.00 | 0.10 | 24 | 75.1 | 12 |
| 167 | 3.47 | 1.01 | 2.14 | 0.10 | 24 | 19.7 | 1 |
| 168 | 0.89 | 0.62 | 2.50 | 0.19 | 24 | 6.5 | 2 |
| 169 | 8.87 | 1.45 | 3.62 | 0.10 | 25 | 69.2 | 3 |
| 170 | 6.58 | 1.36 | 3.13 | 0.16 | 25 | 48.6 | 4 |
| 171 | 2.22 | 1.05 | 1.46 | 0.23 | 25 | 19.5 | 5 |
| 172 | 0.83 | 1.58 | 1.30 | 0.23 | 25 | 7.1 | 6 |
| 173 | 5.99 | 1.42 | 2.89 | 0.15 | 26 | 59.5 | 7 |
| 174 | 4.99 | 1.16 | 2.46 | 0.27 | 26 | 30.6 | 8 |

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

| Vial | [Nitrato] (µM) | [Fosfato] (µM) | [Silicato] (µM) | [Nitrito] (µM) | Estación | Profundidad disparo | Niskin | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 175 | 0.97 | 0.85 | 1.52 | 0.32 | 26 | 9.9 | 9 | |
| 176 | 0.93 | 1.52 | 3.25 | 0.26 | 27 | 47.4 | 10 | vial abierto |
| 177 | 4.75 | 1.03 | 2.45 | 0.35 | 27 | 19.9 | 11 | |
| 178 | 3.27 | 0.80 | 1.57 | 0.40 | 27 | 10.5 | 12 | |
| 179 | 1.12 | 1.16 | 3.56 | 0.24 | 28 | 38.2 | 1 | |
| 180 | 3.68 | 0.86 | 1.24 | 0.24 | 28 | 19.9 | 2 | |
| 181 | 1.59 | 0.81 | 2.38 | 0.53 | 28 | 6.6 | 3 | |
| 182 | 0.79 | 1.14 | 8.68 | 0.32 | 29 | 37.4 | 4 | |
| 183 | 1.35 | 1.42 | 5.43 | 0.55 | 29 | 25.8 | 5 | |
| 184 | 1.50 | 1.08 | 4.30 | 0.55 | 29 | 7.1 | 6 | |
| 185 | 3.89 | 1.19 | 3.54 | 0.36 | 30 | 61.3 | 7 | |
| 186 | 1.57 | 1.00 | 3.37 | 0.44 | 30 | 32.1 | 8 | |
| 187 | 0.73 | 0.57 | 3.12 | 0.48 | 30 | 12.3 | 9 | |
| 188 | 0.55 | 0.95 | 16.71 | 0.60 | 30 | 0 | 10 | |
| 189 | 8.00 | 0.92 | 5.87 | 0.14 | 31 | 96.5 | 11 | |
| 190 | 7.44 | 0.85 | 6.42 | 0.23 | 31 | 74 | 12 | |
| 191 | 5.18 | 1.20 | 10.62 | 0.23 | 31 | 46.1 | 1 | |
| 192 | 0.62 | 0.64 | 4.64 | 0.28 | 31 | 15.8 | 2 | |
| 193 | 8.75 | 0.80 | 4.93 | 0.15 | 32 | 134.7 | 4 | |
| 194 | 6.74 | 0.79 | 7.73 | 0.16 | 32 | 85.5 | 5 | |
| 195 | 3.10 | 0.78 | 4.98 | 0.20 | 32 | 57.2 | 6 | |
| 196 | 0.51 | 0.55 | 2.90 | 0.20 | 32 | 16.8 | 7 | |
| 197 | 29.37 | 2.27 | 43.18 | 0.02 | 33 | 1354.5 | 1 | |
| 198 | 30.52 | 2.63 | 41.66 | 0.02 | 33 | 1052.7 | 2 | |
| 199 | 26.47 | 2.05 | 20.32 | 0.02 | 33 | 799.7 | 3 | |
| 200 | 10.01 | 1.27 | 4.38 | 0.02 | 33 | 400.5 | 4 | |
| 201 | 1.07 | 0.34 | 2.14 | 0.08 | 33 | 149.4 | 5 | |
| 202 | 2.13 | 0.52 | 3.11 | 0.12 | 33 | 98.8 | 6 | |
| 203 | 0.85 | 0.48 | 1.98 | 0.12 | 33 | 50.3 | 7 | |
| 204 | 0.78 | 0.68 | 11.04 | 0.23 | 33 | 5.5 | 8 | |
| 205 | 30.22 | 2.43 | 39.19 | 0.00 | 34 | 1021.4 | 1 | |
| 206 | 29.16 | 2.30 | 32.67 | 0.00 | 34 | 858.2 | 2 | |
| 207 | 27.14 | 1.85 | 23.03 | 0.05 | 34 | 707.1 | 3 | |
| 208 | 12.33 | 1.28 | 5.49 | 0.08 | 34 | 399.8 | 4 | |
| 209 | 7.41 | 0.91 | 5.02 | 0.10 | 34 | 248 | 5 | |

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

| Vial | [Nitrato] (µM) | [Fosfato] (µM) | [Silicato] (µM) | [Nitrito] (µM) | Estación | Profundidad disparo | Niskin | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 210 | 4.57 | 0.66 | 3.84 | 0.12 | 34 | 118.7 | 6 | |
| 211 | 0.43 | 0.27 | 6.85 | 0.16 | 34 | 47.2 | 7 | |
| 212 | 0.57 | 0.95 | 10.96 | 0.19 | 34 | 4.8 | 8 | |
| 213 | 21.94 | 1.99 | 14.39 | 0.03 | 35 | 535.1 | 1 | |
| 214 | 20.50 | 1.67 | 10.29 | 0.03 | 35 | 427.9 | 2 | |
| 215 | 8.57 | 0.88 | 3.48 | 0.06 | 35 | 299.2 | 3 | |
| 216 | 5.53 | 0.84 | 3.75 | 0.14 | 35 | 178.8 | 4 | |
| 217 | 1.19 | 0.69 | 2.60 | 0.18 | 35 | 118.4 | 5 | |
| 218 | 0.92 | 0.60 | 2.42 | 0.20 | 35 | 83.6 | 6 | |
| 219 | 0.38 | 0.31 | 3.57 | 0.19 | 35 | 49.5 | 7 | |
| 220 | 0.63 | 0.57 | 9.05 | 0.26 | 35 | 2.1 | 8 | vial roto |
| 221 | 10.02 | 0.90 | 4.12 | 0.06 | 37 | 103.7 | 1 | |
| 222 | 0.44 | 0.95 | 8.13 | 0.16 | 37 | 4.6 | 4 | |
| 223 | 8.60 | 1.29 | 11.76 | 0.12 | 38 | 60.1 | 5 | |
| 224 | 2.88 | 1.17 | 5.97 | 0.12 | 38 | 36.6 | 6 | |
| 225 | 1.02 | 0.80 | 20.21 | 0.14 | 38 | 2.9 | 7 | El vial 225 figura asociado en planilla a las estaciones 38 y 39 con dos números de Niskin diferentes |
| 225 | 1.02 | 0.80 | 20.21 | 0.46 | 39 | 40 | 8 | El vial 225 figura asociado en planilla a las estaciones 38 y 39 con dos números de Niskin diferentes |
| 226 | 2.69 | 1.01 | 8.23 | 0.23 | 39 | 17.1 | 9 | |
| 227 | 1.14 | 0.88 | 19.75 | 0.23 | 39 | 4.8 | 10 | |
| 228 | 4.35 | 1.39 | 9.05 | 0.32 | 40 | 69.4 | 11 | |
| 229 | 0.94 | 1.48 | 30.33 | 0.45 | 40 | 3.6 | 1 | |
| 230 | 4.39 | 1.34 | 14.49 | 0.54 | 41 | 35.7 | 2 | |
| 231 | 1.20 | 1.09 | 35.68 | 0.66 | 41 | 21.8 | 3 | |
| 232 | 7.08 | 1.20 | 15.85 | 0.45 | 42 | 53 | 5 | |
| 233 | 0.73 | 1.16 | 7.99 | 0.48 | 42 | 30.4 | 6 | |
| 234 | 0.41 | 0.80 | 15.07 | 0.48 | 42 | 7.1 | 7 | |
| 235 | 0.47 | 0.88 | 14.54 | 0.12 | 43 | 60 | 8 | |
| 236 | 6.50 | 1.04 | 15.54 | 0.46 | 43 | 29.2 | 9 | |
| 237 | 6.64 | 1.11 | 17.06 | 0.50 | 43 | 10 | 10 | |
| 238 | 5.80 | 1.00 | 14.39 | 0.14 | 44 | 61 | 11 | |

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

| Vial | [Nitrato] (µM) | [Fosfato] (µM) | [Silicato] (µM) | [Nitrito] (µM) | Estación | Profundidad disparo | Niskin |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 239 | 1.24 | 1.11 | 14.49 | 0.33 | 44 | 28.1 | 12 |
| 240 | 0.56 | 0.97 | 21.02 | 0.33 | 44 | 6.3 | 1 |
| 241 | | no existe el vial | | | 45 | 68.6 | 2 |
| 244 | | no existe el vial | | | 45 | 23.4 | 3 |
| 245 | | no existe el vial | | | 45 | 8 | 4 |
| 246 | 0.92 | 1.11 | 16.84 | 0.32 | | no hay referencia en planillas sobre este vial | |
| 247 | 0.61 | 0.85 | 9.23 | 0.39 | | no hay referencia en planillas sobre este vial | |
| 248 | 7.76 | 1.09 | 13.01 | 0.38 | | no hay referencia en planillas sobre este vial | |
| 250 | 26.81 | 2.50 | 38.83 | 0.03 | 46 | 1251.3 | 5 |
| 251 | 23.71 | 2.23 | 15.59 | 0.06 | 46 | 694 | 7 |
| 252 | 5.79 | 0.61 | 3.62 | 0.12 | 46 | 179.3 | 9 |
| 253 | 0.66 | 0.72 | 14.51 | 0.31 | 48 | 3.7 | 6 |
| 257 | 0.63 | 0.47 | 3.27 | 0.14 | 49 | 68.8 | 8 |
| 258 | 0.49 | 0.68 | 15.22 | 0.35 | 49 | 6.3 | 10 |
| 259 | 8.47 | 0.92 | 16.84 | 0.10 | 51 | 94.9 | 2 |
| 260 | 0.83 | 1.12 | 19.26 | 0.53 | 51 | 8.7 | 4 |

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

## Conclusiones

Se analizó y calculó por análisis por flujo segmentado la concentración de nitrato, nitrito, fosfato y silicato en 247 muestras provenientes de la Campaña STSF. Excepcionalmente algunos viales no contenían información precisa sobre la muestra en cuestión o se encontraban visiblemente contaminados. Esto pudo ser salvado realizando el análisis sobre el duplicado de resguardo. Todos los datos obtenidos se encontraron dentro del rango de trabajo predefinido para el mejor ajuste en cada metodología. Los rangos de variación en los valores de concentración observados para cada analito fueron los siguientes: nitrato: 0.28 – 31.23 µM, Fosfato: 0.27 – 2.87 µM, Silicato: 0.51 – 49.66 µM y Nitrito: 0.00 – 0.66 µM.
La validación analítica realizada utilizando material de referencia para el análisis de nutrientes, mostró coincidencia entre los valores medios de concentración de cada analito obtenidos por 68 laboratorios diferentes y los hallados durante el desarrollo del análisis de esta campaña con errores relativos porcentuales entre 0.0 y 5.4 %.

## Bibliografía

GRASSHOFF, K. & EHRHARDT, M. 1983. Automatic Chemical Análisis. En: GRASSHOFF, K., ERHARDT, M. & KREMLING, K. (Eds.). Methods of Seawater Analysis. Weinheim, Verlag Chemie: 263-295.

HYDES, D., AOYAMA, M., AMINOT, A., BECKER, S., COVERLY, S., DANIEL, A., DICKSON, A., GROSSO, O., KEROUEL, R., van OOIJEN, J., SATO, K., TANHUA, T., WOODWARD, E. & SANG, J. 2010. Determination of Dissolved Nutrients in Seawater. The GO-SHIP Repeat Hydrography Manual: A Collection of Expert Reports and Guidelines, IOCCP Report No. 14, ICPO Publication Series No. 34, Version 1. Japan, 88 pp.

CARIGNAN M.O. Cuarto Ejercicio Internacional de Intercomparación de analisis de nutrientes: “The 2012 Inter-comparison Study of Referente Material of Nutrient (RMNS) in Seawater”. Resultados y Conclusiones de la Participación del Laboratorio de Producción Primaria y Biotoxicidad. Inf. Invest. INIDEP No. 22/2012, 24 pp.

AOYAMA, M., CARIGNAN, M., MOLINA, D., TERHELL, D., G., KNOCKAERT, M., BELL, S., BRAGA, E., PARANHOS, R., ANSTEY, C., PAYNE, C., BARWELL-CLARKE, J., RICHARDSON, W., MONTEIRO, I., DAI, M., ZHAO, Z., HU, Y, SUN, J., LARSEN, M., JENSEN, D., KEROUEL, R., RABILLER, E., PIERRE-DUPLESSIX, O., GROSSO, O., MORIN, P., RAIMBAULT, P., SCHÜTT, M., TANHUA, T., NAUSCH, G., WEIGELT-KRENZ, S., LUDWICHOWSKI, K., ÓLAFSDÓTTIR, R., ASHRAF, M., SARMA, V.V.S.S., KRESS, N., GIANI, M., FALCONI, C., KASAI, H., MIYAO, T., MURATA, A., KAMATA, M., YOSHIMURA, Y., SAITO, H., van OOIJEN, J., CRUMP, M., OLSEN, A., TISHCHENKO, P., SHULKIN, V., FAYAD, N., WALDRON, H., KANG, D., HYUN KIM, S., ÁLVAREZ, M., TORRES-VALDÉS, S., WOODWARD, M., TAYLOR, A, MAHAFFEY, C, ENGELKE, C., BRAND, T., COUCEIRO, F., BECKER, S., ZHANG, J-Z., SCHMIDT, C., BLUM, M., KROGSLUND, K., MORDY, C., HENDERSON, P., RUTTENBERG, K., CURLESS, S., JENNINGS, J. Jr., NORRIS, E., PARADIS, G. & MÁRQUEZ, A. 2012 Inter-laboratory Comparison Study of a Reference Material for Nutrients in Seawater. Technical Report of the Meteorological Research Institute of Japan. 2013 (en prensa).

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

Anexo

**Departamento Oceanografía - Servicio de Hidrografía Naval**
**Av. Montes de Oca 2124, C1270ABV, Buenos Aires, Argentina**
**Tel 54 11 4301 2590 - Fax 54 11 4303 2299 - e-mail: apiola@hidro.gov.ar**

Mar del Plata, 1 de octubre de 2013

Dr. Otto Wöhler
Director Nacional de Investigación
INIDEP

Estimado Otto,

Escribo a fin de solicitar autorización para realizar en el INIDEP el análisis de la concentración de nutrientes de las muestras de agua de mar que obtendremos en la campaña oceanográfica STSF a realizar a bordo del buque ARA Puerto Deseado a partir del 2 de octubre de 2013. Motiva esta solicitud en el hecho de que el equipamiento necesario perteneciente al laboratorio de química del Servicio de Hidrografía Naval se encuentra fuera de servicio. Los gastos que pudiera incurrir dicha tareas serán cubiertos por fondos del proyecto de investigación titulado *South Atlantic Climate Change*, financiado por el Instituto Inter-Americano para la Investigación del Cambio Global. Ya hemos establecido contacto con el Sr. Mario Carignan del Laboratorio de Química del Agua de Mar para determinar la factibilidad técnica de realizar dichos análisis.

Quedo a tu disposición para ampliar esta información y aprovecho la oportunidad para saludarte muy atentamente.

Alberto R. Piola,
Investigador Principal SACC y
Jefe Científico Campaña STSF

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP