

# Protocolo de Nitratos



## **Objetivo General**

Medir el Nitrato - Nitrógeno ( $\text{NO}_3 - \text{N}$ ) del agua

## **Visión General**

Los alumnos utilizarán un kit de nitratos para medir el nitrógeno en forma de nitratos que se encuentra en el agua de su sitio de estudio de Hidrología.

El procedimiento exacto depende de las instrucciones del kit de nitratos utilizado.

## **Objetivos Didácticos**

El alumnado aprenderá a:

- Utilizar el kit de nitratos.
- Examinar las razones de los cambios del nitrato de los cuerpos de agua.
- Comunicar los resultados del estudio con otros centros escolares GLOBE.
- Colaborar con otros centros escolares GLOBE (del mismo país u otros países)
- Compartir observaciones mediante la presentación de los datos en el archivo GLOBE.

## **Conceptos de Ciencias**

### *Ciencias de la tierra y el Espacio*

Cada elemento se mueve entre diferentes reservorios (biosfera, litosfera, atmósfera, hidrosfera).

Los materiales que forman la tierra son rocas sólidas, suelos, agua y atmósfera.

El agua es un disolvente.

### *Ciencias Físicas*

Los objetos tienen propiedades observables.

### *Ciencias de la Vida*

Los organismos sólo pueden sobrevivir en un entorno en el que sus necesidades estén cubiertas.

La Tierra tiene diversos entornos que acogen diferentes combinaciones de organismos.

Los organismos cambian el entorno en el que viven.

El ser humano puede cambiar el entorno natural.

Todos los organismos deben ser capaces de obtener y utilizar los recursos viviendo en un entorno que cambia constantemente.

## **Habilidades de Investigación Científica**

Utilizar un kit químico de análisis de nitratos.

Identificar las preguntas y respuestas relacionadas con el protocolo.

Diseñar y dirigir investigaciones científicas.

Utilizar cálculos matemáticos apropiados para analizar los datos.

Desarrollar descripciones y explicaciones

utilizando pruebas.

Reconocer y analizar explicaciones alternativas.

Comunicar procedimientos y explicaciones.

## **Tiempo**

20 minutos para el kit de análisis de nitratos.

Procedimiento de control de calidad: 20 minutos

## **Nivel**

Medio y avanzado

## **Frecuencia**

Semanalmente

Control de calidad cada 6 meses

## **Materiales y Herramientas**

Kit de análisis de nitratos (hay que asegurarse de utilizar un kit adecuado si hay agua salada)

*Guía de Campo del Protocolo de Nitratos*

*Hoja de Control de Calidad de Hidrología*

*Hoja de Datos de Investigación de Hidrología.*

*Reloj*

Guantes de látex

Gafas de protección

Mascarilla (si se utilizan reactivos)

Agua destilada

**Para el procedimiento de control de calidad**, se necesitará todo lo mencionado anteriormente, más :

- *Guía de Campo para el Procedimiento de Control de Calidad*

- *Hoja de Datos para el Procedimiento de Control de Calidad.*

- *Guía de Laboratorio para la Elaboración del Estándar de 2 ppm de Nitratos.*

- Solución estándar de nitratos (1000 mg/l Nitrato - Nitrógeno )

- El equipamiento depende de cómo se realiza el estándar (ver la *Guía de Laboratorio para la Elaboración del Estándar de 2 ppm de Nitratos*)

## **Preparación**

Actividad sugerida: *Practicando los Protocolos de Hidrología: Nitratos (sólo en la guía electrónica)*

## **Requisitos Previos**

Discusión de las diferencias entre Nitrato, Nitrato-Nitrógeno y Nitrito.

Discusión de procedimientos seguros al utilizar kits de análisis químico.

# Protocolo de Nitratos— Introducción

El nitrógeno puede tener varias formas químicas en los cuerpos de agua. El nitrógeno puede encontrarse como nitrógeno molecular disuelto ( $N_2$ ), como un compuesto orgánico (tanto disuelto como en partículas), y como numerosas formas inorgánicas, tales como el ión Amonio ( $NH_4^+$ ), Nitrito ( $NO_2^-$ ) y Nitrato ( $NO_3^-$ ). El Nitrato ( $NO_3^-$ ) es habitualmente la forma inorgánica más importante del nitrógeno porque es un nutriente esencial para el crecimiento y reproducción de muchas algas y otras plantas acuáticas. El Nitrito ( $NO_2^-$ ) habitualmente se encuentra en aguas con un bajo nivel de oxígeno disuelto, denominadas aguas subóxicas.

Los científicos a menudo llaman al Nitrógeno “nutriente limitante” porque las plantas usan, en pequeñas cantidades, el nitrógeno disponible en el agua y no pueden crecer o reproducirse más si falta. Por lo tanto, limita la cantidad de plantas en el agua. Muchas plantas que utilizan el Nitrógeno son algas microscópicas o fitoplancton. Cantidades adicionales de Nitrógeno añadidas al agua pueden permitir a las plantas crecer y reproducirse más.

La forma de Nitrato del Nitrógeno, que se encuentra en aguas naturales, viene de la atmósfera, en forma de lluvia, nieve o niebla, también puede ser depositada por el viento, por la entrada de aguas subterráneas o superficiales y por los residuos que fluyen bajo la superficie desde la cobertura terrestre y los suelos circundantes. Asimismo, la descomposición de restos vegetales o animales en el suelo o los sedimentos generan nitratos. La actividad humana puede afectar enormemente a la cantidad de nitratos en los cuerpos de agua.

Cuando se añade una cantidad excesiva de un nutriente limitante, como el Nitrógeno, a un lago o arroyo, el agua se convierte en altamente productiva. Esto puede causar un tremendo crecimiento de algas y otras plantas. Este proceso de enriquecimiento del agua se denomina eutrofización. El resultado del exceso de crecimiento de plantas puede causar problemas de olor y sabor en los lagos que se utilizan para el consumo de agua potable o puede causar problemas molestos para aquellos que utilizan esos cuerpos de agua.

Aunque las plantas y las algas añaden oxígeno, un sobrecrecimiento puede llevar a la reducción de los niveles de luz en los cuerpos de agua.

Cuando las algas y plantas mueren y se descomponen, las bacterias se multiplican y utilizan el oxígeno disuelto del agua. La cantidad de oxígeno disuelto disponible en el agua puede llegar a ser muy bajo y resultar perjudicial para los peces y otros animales acuáticos.

## Apoyo al Profesorado

*Entender las propiedades de los kits de Nitratos.*

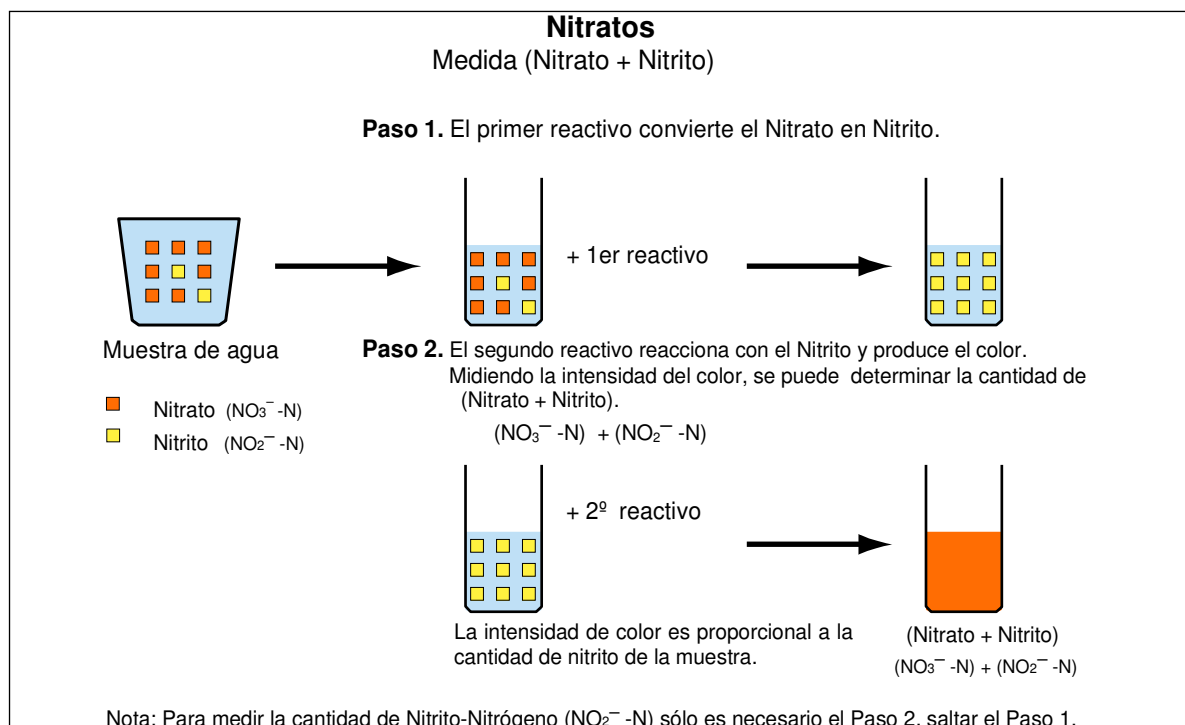
Es muy difícil medir directamente el Nitrato ( $NO_3^-$ ), mientras que el nitrito ( $NO_2^-$ ) es fácil de ser evaluado. Por lo tanto, para medir el nitrato, los kits de nitratos convierten el nitrato ( $NO_3^-$ ) de la muestra de agua, en nitrito ( $NO_2^-$ ). Tal y como se explica en las instrucciones del kit de nitratos, habrá que añadir algún producto (como por ejemplo, el cadmio) a la muestra de agua, para convertir el nitrato ( $NO_3^-$ ) del agua en nitrito ( $NO_2^-$ ). Un segundo producto se añade entonces a la muestra de agua, el mismo que reacciona con el nitrito produciendo un cambio de color. El cambio de color que resulta de la muestra de agua, es proporcional a la cantidad de nitrito en la muestra.

La medida en el kit de nitratos da la concentración combinada de nitrito (si está presente) y nitrato (recordar que el nitrato se ha convertido en nitrito). En la guía del profesor de 1997, se pedía tanto la medida del nitrito, como la combinación de nitrato y nitrito (el procedimiento descrito más arriba). Ahora solamente se pide registrar la combinación de nitrito y nitrato.

Si el agua del sitio de estudio tiene un nivel bajo de oxígeno disuelto, es recomendable medir la cantidad de nitratos. Para medir el nitrito no hay que añadir el primer producto químico (como por ejemplo, el cadmio). En su lugar, solamente se añade el segundo producto, que reacciona con el nitrito y produce un cambio de color. Las instrucciones del kit de nitratos explicarán cómo hacerlo. Ver figura HI-N1-1.

La reacción química que provoca el cambio de nitrato ( $NO_3^-$ ) a nitrito ( $NO_2^-$ ) se llama reacción de oxidación-reducción. Este tipo de reacciones son muy comunes y suponen el intercambio de electrones de una molécula a otra. A menudo, los kits señalarán que utilizan un método de reducción de cadmio. Esto significa que el cadmio ha tomado los electrones del nitrato ( $NO_3^-$ ) para formar el nitrito ( $NO_2^-$ ).

Figura HI-NI-1



El equipo de investigación hidrológica ha probado kits que utilizan tanto cadmio como zinc, como elemento reductor. Los kits que utilizan cadmio proporcionan una mayor resolución de 0,1 ó 0,2 ppm. En otras palabras, el valor de la medida tendrá una fiabilidad del 0,2. Los kits que utilizan zinc han sido probados y en general tienen una resolución aproximada de 0,25 ppm. No obstante, el cadmio es cancerígeno y no debe estar permitido o recomendado en los centros escolares. Los kits están diseñados para minimizar la exposición al cadmio o al zinc. Es necesario comprobar la póliza de seguros del centro educativo antes de pedir estos kits. Se están buscando nuevos kits que utilicen otros productos. Para GLOBE, las concentraciones de Nitrato se expresan como la cantidad de nitrógeno elemental en forma de Nitrato. Las concentraciones se expresan como Nitrato - Nitrógeno (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N) en miligramos por litro.

Miligramos por litro (mg/l) es lo mismo que partes por millón (ppm). Por ejemplo, una concentración puede ser medida como 14 g de Nitrógeno por mol de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> y no como gramos de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (que serían 62 gramos por mol (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Puede ser útil revisar la tabla periódica de elementos. El peso del nitrógeno es de 14 g y el del NO<sub>3</sub><sup>-</sup> es de 62 g (O= 16 g). Los kits de Nitrato-Nitrógeno están

diseñados para medir el Nitrato - Nitrógeno y GLOBE pide datos de los valores de Nitrato-Nitrógeno también.

Para practicar, puede convertir mg/l de Nitrato - Nitrógeno a mg/l de nitrato. Simplemente multiplicando el valor de su medida por 4,4. Este valor es la ratio de Nitrato - Nitrógeno de los pesos moleculares (62 g/ 14 g). Por ejemplo, supongamos que se miden 10 mg/l (NO<sub>3</sub><sup>-</sup> - N). Multiplicando 10 por 4,4 se obtendrán 44 mg/l de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

### Procedimiento de Medida

- La mayoría de aguas naturales tienen niveles de Nitrato menores de 1,0 mg/l de Nitrógeno en forma de nitratos, pero podemos encontrar concentraciones mayores de 10 mg/l de Nitrato-Nitrógeno en algunas áreas. Si el kit posee un rango bajo (0-1 ppm) y un rango alto (1-10 ppm), probablemente sólo se necesitará el test de rango bajo. Si no está seguro de cuáles son los niveles de nitrato, utilice el rango inferior. El alumnado deberá anotar el rango del test en su tabla de datos. Los valores por encima de 10 ppm deberán ser corregidos a menos que un centro escolar indique que sus resultados son válidos por encima de este nivel.
- Si el kit mide Nitrato - Nitrógeno (NO<sub>3</sub><sup>-</sup> - N) no hay que multiplicar el valor de la medida por 4,4. Registre el valor del kit directamente.

- Si el kit de nitratos requiere agitar la muestra, es importante agitarlo durante el tiempo exacto que señalan las instrucciones. Utilice un reloj para medir el tiempo. Un alumno agitará la muestra mientras que otro controlará el tiempo.
- No registre ningún valor si no se han analizado los nitratos del agua. Un valor de 0,0 ppm indica que el agua ha sido examinada y que no se ha detectado Nitrato.
- Si hubiera valores bajos de oxígeno disuelto (por ejemplo, menos de 3,0 mg/l) y se detectan cantidades de Nitrato - Nitrógeno ( $\text{NO}_3^- - \text{N}$ ) será necesario tomar las medidas de Nitrógeno en forma de Nitrito ( $\text{NO}_2^- - \text{N}$ ).
- Si el sitio de estudio es de agua salada o salada, hay que asegurarse de que el kit pueda ser utilizado en agua salada. Si ya se dispone de un kit, mirar las instrucciones para los nitratos. Algunos kits no se pueden utilizar en agua salada.

### *Procedimiento de Control de Calidad*

Para llevar a cabo el procedimiento de control de calidad, se necesita comprar una solución estándar de Nitrato - Nitrógeno. Se puede utilizar tanto una solución líquida de Nitrato - Nitrógeno, así como una solución seca. El líquido a comprar tiene una concentración alta de  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  (1000 ppm). La guía de laboratorio explica cómo diluir la solución estándar a 2 ppm. El alumnado podrá entonces medir la concentración de  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  en la solución estándar y comparar su resultado con el valor esperado de 2 ppm.

La *Realización de la Guía de Laboratorio de Nitratos Estándar* proporciona dos opciones para realizar 2 ppm de Nitrato-Nitrógeno estándar. La segunda opción utiliza menor cantidad de solución y tiene menor desperdicio, pero requiere una mayor destreza.

Después de que los alumnos hayan completado el procedimiento de control calidad utilizando el estándar de 2 ppm, hay que desechar lo que queda sin utilizar de los estándar 2 ppm y 10 ppm. La solución estándar de nitratos debe hacerse de nuevo cada vez que se realiza el procedimiento de control de calidad.

Por último, *La Guía de Laboratorio para la Elaboración de la Solución Stock Estándar de 1000 ppm de Nitrato - Nitrógeno* muestra cómo hacer el estándar de concentración de 1000 ppm a partir del Nitrato de Potasio ( $\text{KNO}_3$ ). Este método es recomendado sólo cuando hay un laboratorio de química disponible.

### *Protocolos de Apoyo*

*Hidrología:* El alumnado debe explorar las relaciones entre transparencia, temperatura y oxígeno disuelto con la cantidad de nitratos presentes en el agua.

*Cobertura Terrestre:* Examinar los tipos de cobertura terrestre en la cuenca puede ayudar a explicar las tendencias que se encuentran en los cuerpos de agua.

*Atmósfera:* La cantidad de precipitaciones afectará a la cantidad de residuos y de nutrientes que llevan estos residuos.

### *Medidas de Seguridad*

1. El alumnado deberá llevar guantes cuando maneje productos químicos y las muestras de agua.
2. El alumnado deberá llevar gafas de protección cuando trabaje con productos químicos. Deberá llevar también máscaras cuando abra algún agente reactivo.
3. Las autoridades del centro escolar deberán ser consultadas para eliminar de forma apropiada los reactivos utilizados.

### *Mantenimiento de las Herramientas*

- Todos los productos deberán mantenerse rigurosamente tapados y lejos del calor directo. Será necesario reemplazar los productos después de un año.
- El material de cristal del kit deberá ser lavado con agua destilada antes de guardarlo.
- Realizar el procedimiento de control de calidad del kit cada 6 meses para asegurarse de que los productos son todavía útiles.

### *Preguntas para Investigaciones Posteriores*

¿Por qué cree que debe haber muestras de cada estación en los datos de Nitrato?

¿Hay alguna relación entre la cantidad de Nitrato de su sitio de estudio y el tipo de cobertura terrestre en la cuenca?

¿Afecta la temperatura a la cantidad de nitrato en el agua?

¿Hay alguna relación entre los tipos de suelos presentes en la cuenca y la cantidad de Nitrato en el cuerpo de agua?

# Elaboración de la Solución Estándar de Nitratos de 2 ppm

## Opción 1

### Guía de Laboratorio

#### **Actividad**

Realizar la estándar de Nitrato - Nitrógeno para el procedimiento de control de calidad utilizando 5 ml de la solución de Nitrato – Nitrógeno .

#### **Qué se Necesita**

- Solución estándar de Nitrato - Nitrógeno (1000 ppm)
- Vaso de precipitación de 100 ml (o más grande)
- Probeta de 100 ml
- Frasco o vaso de precipitación de 500 ml
- Probeta de 500 ml
- Guantes de latex
- Gafas de protección
- Pipeta
- Varilla para remover (opcional)
- Agua destilada
- Botella o bote con tapa de 250 ml

#### **En el Laboratorio**

1. Ponerse los guantes y las gafas de protección.
2. Enjuagar una probeta de 100 ml y un frasco de 100 ml con agua destilada. Secar.
3. Utilizando una pipeta (si es posible), medir 5 ml de la solución de 1000 ppm de nitratos en la probeta de 100 ml. Diluir con agua destilada hasta los 50 ml.
4. Echar la solución en el vaso de precipitación de 100 ml y mezclarla (agitando o utilizando una varilla para remover). Etiquetar la solución estándar de Nitrato de 100 ppm.
5. Lavar la probeta de 100 ml con agua destilada.
6. Medir 10 ml de la solución estándar de Nitrato 100 ppm, utilizando la probeta de 100 ml. Echar la solución en un matraz o vaso de precipitación de 500 ml. Medir 490 ml de agua destilada en la probeta de 500 ml. Añadir este volumen al matraz o al vaso de precipitación de 500 ml.
7. Cuidadosamente, agitar la solución para que se mezcle. Guardarla en una botella con tapón y etiquetarla como *Solución Estándar de Nitrato - Nitrógeno de 2,0 ppm*.

# Elaboración de la Solución Estándar de Nitratos de 2 ppm

## Opción 2

### Guía de Laboratorio

#### **Actividad**

Realizar el estándar de Nitrato - Nitrógeno para el procedimiento de control de calidad utilizando 1 ml de la solución stock de Nitrato - Nitrógeno.

#### **Qué se Necesita**

- Solución estándar de Nitrato - Nitrógeno (1000 ppm)
- Vaso de precipitación de 100 ml (o más grande)
- Frasco o vaso de precipitación de 500 ml
- Guantes de latex
- Gafas de protección
- Pipeta
- Agua destilada
- Balanza
- Botella o bote con tapa de 250 ml

#### **En el Laboratorio**

1. Ponerse los guantes y las gafas de protección.
2. Enjuagar un vaso de precipitación de 100 ml y una probeta de 500 ml con agua destilada. Secar.
3. Medir la masa del vaso de precipitación de 100 ml con una balanza. Dejar el vaso de precipitación sobre la balanza.
4. Utilizando una pipeta, añadir 1,0 g de la solución de 1000 ppm de Nitrato - Nitrógeno en el vaso de precipitación de la balanza.
5. Retirar el vaso de precipitación de la balanza y llenarlo con agua destilada hasta la línea de 100 ml. Remover la solución. Etiquetarla como Solución Estándar de 10 ppm de Nitrato.
6. Medir la masa de la probeta de 500 ml. Dejar la probeta sobre la balanza.
7. Medir 40 g de la solución estándar de 10 ppm de Nitrato en la probeta de 500 ml. Utilizar una pipeta limpia para añadir los últimos gramos de la solución para así no exceder los 40g.
8. Añadir agua destilada hasta los 200 g (10 ppm de la solución de nitrato + agua destilada) en la probeta. Utilizar una pipeta limpia para añadir los últimos gramos de agua, y así no exceder los 200 g.
9. Mover la solución para que se mezcle. Guardarla en una botella con tapón y etiquetarla como *Solución Estándar de Nitrato - Nitrógeno de 2,0 ppm*.
10. Lavar todos los instrumentos de cristal y pipetas con agua destilada y guardarlos.

# Elaboración de la Solución Estándar de Nitratos 1000 ppm

## Guía de Laboratorio

### **Actividad**

Elaborar la solución estándar de Nitrato - Nitrógeno de 1000 ppm para el procedimiento de control de calidad utilizando  $\text{KNO}_3$  (Nitrato de Potasio).

### **Qué se Necesita**

- $\text{KNO}_3$  (Nitrato de Potasio)
- Agua destilada
- Horno para secar
- Probeta de 500 ml
- Guantes de látex
- Botella o frasco con tapa de 250 ml
- Balanza
- Cloroformo (opcional)
- Gafas de protección

### **En el Laboratorio**

1. Ponerse los guantes y las gafas de protección.
2. Secar el  $\text{KNO}_3$  (Nitrato de Potasio) en un horno durante 24 horas a 105 °C
3. Medir 3,6 g de  $\text{KNO}_3$ .
4. Disolver 3,6 g de  $\text{KNO}_3$  en 100 ml de agua destilada.
5. Echar la solución en una probeta de 500 ml. Añadir agua destilada en la probeta hasta la línea de 500 ml.
6. Mover cuidadosamente la solución (no agitar).
7. Guardarla en una botella o frasco y etiquetarlo como solución estándar de 1000 mg/l de Nitrato - Nitrógeno. Poner la fecha en la etiqueta.
8. La solución de nitrato puede conservarse hasta 6 meses utilizando cloroformo ( $\text{CHCl}_3$ ). Para conservar la solución, añadir 1 ml de cloroformo a 500 ml de la solución de nitratos guardada.

NOTA: Para calcular el Nitrato - Nitrógeno, tener en cuenta la composición molecular del  $\text{KNO}_3$  (la proporción del peso molecular del nitrógeno sobre el nitrato es 0,138):  $7200 \text{ mg/l } \text{KNO}_3 \times 0,138 = 1000 \text{ mg/l}$  de solución de Nitrato - Nitrógeno.

# Procedimiento de Control de Calidad de Nitratos.

## **Actividad**

Controlar la precisión del kit de análisis de nitratos.

## **Qué se Necesita**

- Kit de comprobación de nitratos
- Hoja de Datos Control de Calidad de Hidrología
- Estándar 2 ppm de Nitrato
- Guantes de látex
- Reloj
- Gafas
- Agua destilada
- Mascarilla (si se usa reactivos en polvo)
- Botella de residuos químicos

## **En el Laboratorio**

1. Rellenar la parte superior de la *Hoja de Datos de Control de Calidad de Hidrología*. En la sección de Nitratos, rellenar el nombre del fabricante del kit y del modelo.
2. Ponerse los guantes y las gafas de protección.
3. Seguir las instrucciones del kit de comprobación de nitratos para medir el Nitrato – Nitrógeno de la solución estándar de 2 ppm. Si el kit de comprobación de nitratos tiene instrucciones tanto para un rango bajo (0-1) como para un rango alto (0-10), utilizar las instrucciones del rango bajo para la calibración. Utilizar el estándar donde dice “muestra de agua”. Si se utilizan polvos reactivos, usar la mascarilla al abrir esos productos. Utilizar un reloj para medir el tiempo si el kit requiere que se agite la muestra.
4. Buscar el color de la muestra tratada que corresponde con el color del kit de comprobación. Grabar el valor como ppm de Nitrato - Nitrógeno para el color que corresponde en la *Hoja de Datos de Control de Calidad de Hidrología*.  
Nota: Si no está seguro del color que mejor corresponde pida la opinión de otros compañeros.
5. Repetir los pasos 3 y 4 con muestras de agua fresca. Habrá un total de tres medidas de Nitrato - Nitrógeno.
6. Calcular la media de estas tres medidas.
7. Si la medida no está dentro de +/- 1 ppm (rango alto) con respecto al valor de la solución estándar, repita la medida. Si la medida no está todavía dentro de los límites, hablar con el profesor o profesora porque puede haber algún problema.
8. Poner las sustancias utilizadas en un contenedor de residuos. Lavar los instrumentos de cristal con agua destilada. Tapar todos los productos rigurosamente.



# Protocolo de Nitratos

## Guía de Campo

### Actividad

Medir el Nitrato de la muestra de agua.

### Qué se Necesita

- Hoja de Datos de la Investigación de Hidrología
- Kit de comprobación de Nitratos
- Guantes de látex
- Reloj
- Gafas de protección
- Agua destilada
- Mascarilla (si se usan reactivos en polvo)
- Botella de residuos químicos

### En el Campo

1. Rellenar la parte superior de la *Hoja de Datos de la Investigación de Hidrología*. En la sección de Nitratos, rellene el nombre del fabricante del kit y el modelo.
2. Ponerse los guantes y las gafas.
3. Seguir las instrucciones del kit para medir el Nitrato - Nitrógeno. Se deberá utilizar el “Test de rango bajo” (0-1 mg/l) a menos que los resultados previos indiquen que el sitio de estudio habitual tiene más de 1 mg/l de Nitrato - Nitrógeno. Si se utilizan reactivos en polvo, usar la mascarilla al abrir esos productos. Utilizar un reloj para medir el tiempo si el kit requiere que se agite la muestra.
4. Comparar el color de la muestra tratada con los del kit de análisis. Anotar el valor como ppm de Nitrato - Nitrógeno para el color que corresponde. Tiene que haber otros dos alumnos que comprueben el color de la muestra de agua tratada, para tener un total de 3 observaciones. Anotar estos tres valores en la hoja de datos.
5. Calcular la media de estas tres medidas.
6. Comprobar si cada una de las tres medidas está dentro de la media (o dentro de la media de 1,0 ppm si se utiliza el test de rango superior). Si es así, anotar la media en la hoja de datos. Si no es así, leer las medidas de los colores de nuevo (Nota: no se puede leer de nuevo si han pasado más de 5 minutos). Calcular una nueva media. Si la medida no está todavía dentro de los límites, analizar con el profesor los posibles problemas.

## Preguntas Frecuentes

### 1. ¿Es lógico tener una medida de nitratos de 0 en el agua?

Sí, un valor de 0 ppm indica que la cantidad de nitratos (si hay) en el agua está por debajo del límite de detección (normalmente 0,1 ppm de  $\text{N-NO}_3$ ) del kit de nitratos que está utilizando. Muchos cuerpos de agua deberían tener 0 ppm la mayor parte del año.

### 2. ¿Qué ocurre si el agua cambia a un color diferente del rosa durante el proceso de análisis?

Es probable que no se deba utilizar el kit que se está utilizando en ese momento. Por favor, contactar con el equipo de hidrología de la Universidad de Arizona para ver si les interesaría una muestra de agua.

### 3. ¿Es correcto que los valores de nitratos fluctúen mucho en un corto período de tiempo?



Sí, después de unas precipitaciones los residuos procedentes de la cubierta terrestre y de los suelos de los alrededores, que contienen nitratos, pueden llegar a un arroyo, a un lago o estuario y pueden causar un aumento de los niveles de nitratos. Después de tormentas o cuando la nieve se derrite, los niveles pueden disminuir.

### 4. ¿Es correcto utilizar un kit de nitratos con una base de zinc?

Sí. Mientras que los kits con base de cadmio dan valores más exactos en aguas con bajo nivel de nitratos, nos hemos dado cuenta de que el reglamento de los centros educativos no permite a algunos centros GLOBE utilizar los kits con base de cadmio. Si esa es la situación de su centro educativo, utilice los kits con base de zinc. Por favor, señale en la página que corresponde el tipo de kit que está utilizando.

## Protocolo de Nitratos – Interpretando los Datos

### ¿Son razonables los datos?

El rango de los valores de Nitrato generalmente está entre 0,0 y 10 ppm. Un valor de 0,0 es posible y debe informarse de ello. Valores repetidos de 0,0 ppm (ver Figura HI-NI-2) son habituales. Es posible tener valores por encima de 10 ppm, sin embargo la Web rechazará esos valores como parte de las características del control de calidad. Por favor, hay que revisar los valores por encima de 10,0 ppm para asegurarse de que son correctos. Si son correctos, póngase en contacto con el equipo de hidrología.

### ¿Qué buscan los científicos en los datos?

Los niveles de nitratos pueden afectar a la ecología de los cuerpos de agua así como afectar al uso que hace el ser humano de ésta. Los científicos controlan el nitrato en el agua potable para la seguridad pública. Cada país tiene distintos niveles de nitratos permitidos para el agua potable. Los científicos y administradores de recursos también controlan los sitios de estudio con niveles altos de Nitrato porque pueden llevar a la eutrofización de los cuerpos de agua. Los niveles altos de nitratos pueden, ocasionalmente, desembocar en niveles bajos de oxígeno, lo que a su vez puede llevar a dañar a los animales acuáticos como los peces. El fosfato puede ser una causa común de eutrofización en los cuerpos de agua, especialmente en lagos y lagunas de agua dulce.

Los sitio de estudios a menudo tienen fluctuaciones estacionales (ver Figura HI-NI-3). Los científicos generalmente observan la atmósfera, la cobertura terrestre, los datos del suelo y la actividad humana para encontrar relaciones con las cantidades estacionales de nitratos.

Figura HI-NI-2

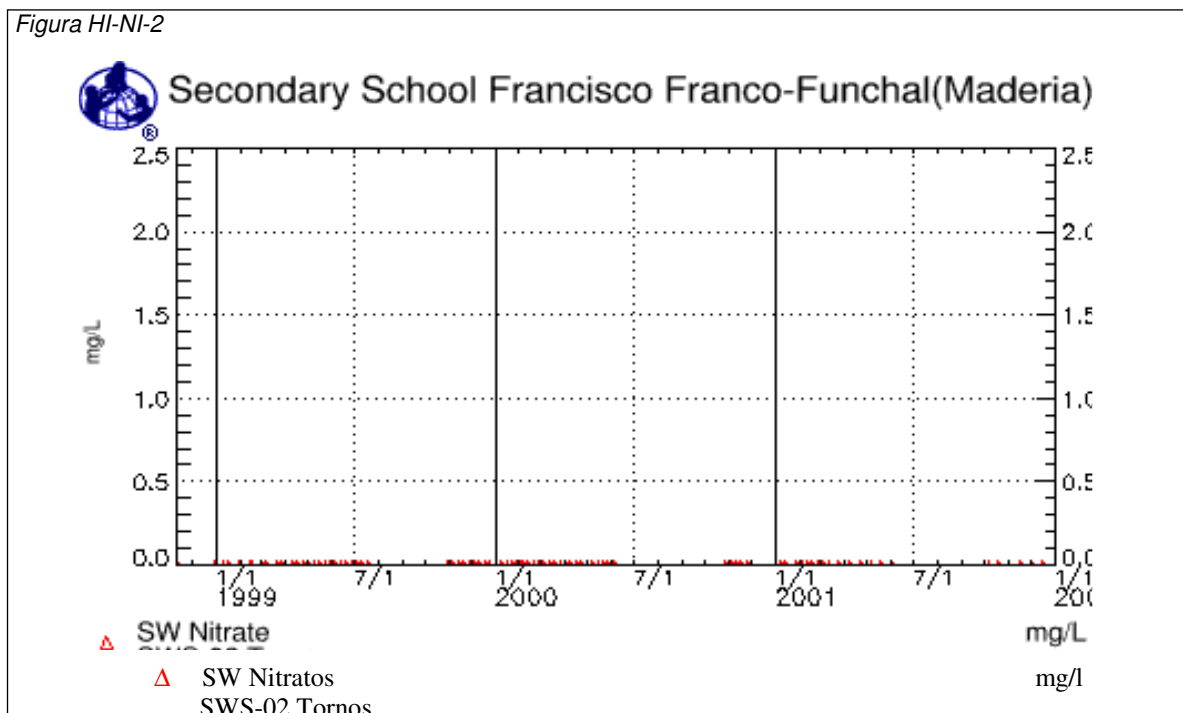
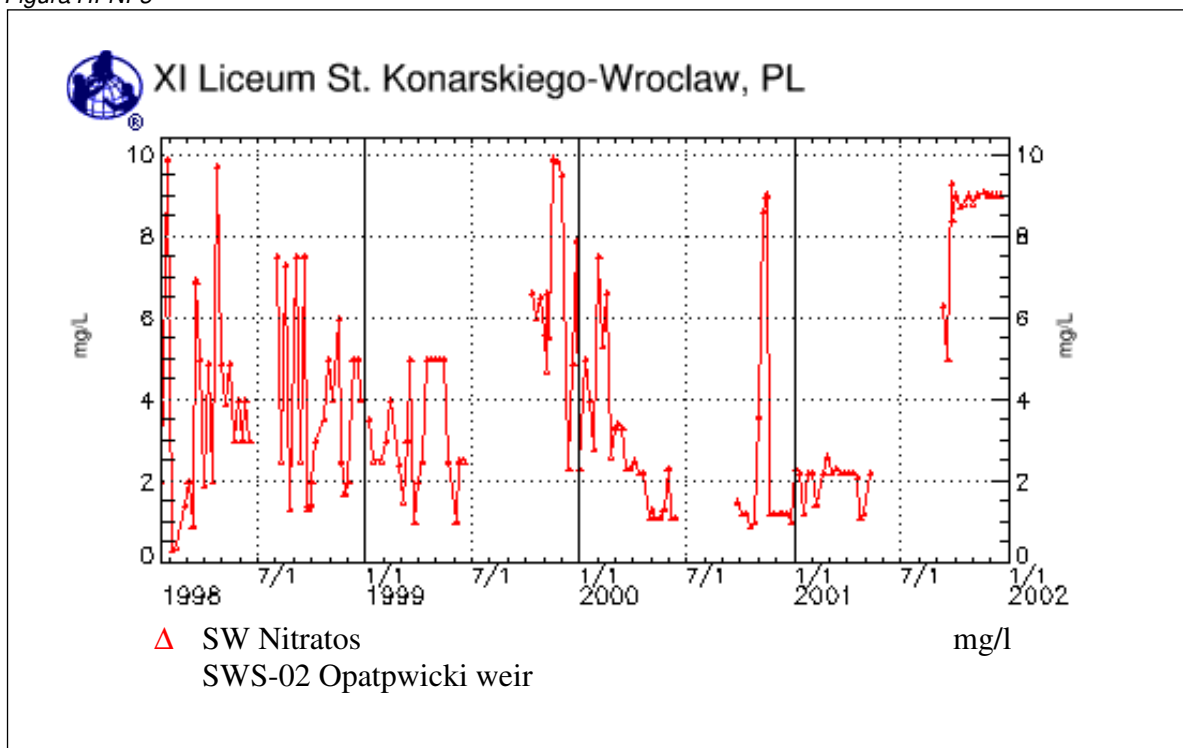


Figura HI-NI-3



### *Ejemplos de Investigaciones de los Estudiantes*

#### **Investigación nº 1**

##### *Formulando una Hipótesis*

Los alumnos llevan examinando los datos de nitratos recogidos en el río Warta, por un conjunto de centros escolares de C. K. Norwida en Czestochowa, Polonia, durante más de tres años. (Figura HI-NI-4, gráfico de arriba). Algunos de los alumnos creen que hay un ciclo anual, con mayores valores a mitad del año, y valores más bajos en invierno. No todos los alumnos están convencidos porque hay mucha dispersión en los datos. No obstante, todos coinciden en la hipótesis de que los *niveles de nitrato en el Río Warta siguen un ciclo anual*.

##### *Recopilando Datos*

Los alumnos comienzan determinando la media mensual de Nitrato - Nitrógeno en el servidor de GLOBE (Figura 3, gráfico de abajo). Esto hace que la muestra anual sea más evidente. Crean entonces una tabla de datos que se muestra en la Web y descargan la media mensual de cada de los datos de Nitrato - Nitrógeno. Después, pasan los datos a una hoja de cálculo y crean una tabla con los datos con una fila para cada mes y una columna para cada año (ver Tabla HI-NI-1).

Después de esto, calculan la media de todos los años, que se encuentra en la última columna de la derecha.

Los alumnos utilizan un programa de hoja de cálculo para marcar los datos de cada mes utilizando símbolos distintos para cada año y una línea para mostrar la media de los datos (Figura HI-NI-5). Así, es mucho más fácil ver el ciclo anual. La media de Nitrato - Nitrógeno es menor (~2 ppm) desde enero a marzo y es más alta (~7 ppm) de mayo a agosto. Se encontraron valores intermedios (~4 ppm) entre septiembre y diciembre. La mayoría de los meses, el Nitrato de cualquier año está entre  $\pm 2$  ppm de  $\text{NO}_3^-$ -N de la media, excepto en junio y noviembre.

##### *Comunicación de los Resultados*

Los alumnos escriben un informe y presentan sus resultados a la clase.

##### *Investigaciones Posteriores*

Los alumnos no están seguros de por qué se produce un ciclo anual de Nitrato - Nitrógeno. Así que van a tomar datos de las precipitaciones para ver cuáles son los meses más lluviosos; ¿Coincidirán estos con los meses de niveles más altos de Nitrato?

## Investigación n°2

### Formulando una Hipótesis

Un equipo de investigación de alumnos ha estado observando los niveles de Nitrato – Nitrógeno en el río Warta, en Czestochowa, Polonia, utilizando los datos recogidos por el complejo de escuelas de C. K. Norwida. Ya han determinado que las observaciones llevan a pensar que los niveles de Nitrato-Nitrógeno tienen un ciclo anual con una media más alta entre mayo y agosto, y una más baja entre enero y marzo.

Crean que los niveles de Nitrato - Nitrógeno deben estar relacionados con la cantidad de residuos después de las precipitaciones.

Realizan la siguiente hipótesis: *la media de nitrato es mayor durante los meses con mayores precipitaciones.*

### Recogiendo y Analizando Datos

La primera tarea es encontrar datos de precipitaciones de la región. El centro educativo que recogió datos de nitratos tiene un excelente conjunto de datos de agua superficial de varios años pero no recogieron datos de la atmósfera. Los alumnos primero buscaron, en el servidor de GLOBE, centros educativos cercanos. No hay otros centros GLOBE en Czestochowa, pero si en ciudades cercanas con datos de precipitaciones, como el Liceo XI y Gimnazjum N° 9 en Rzeszow. Representaron los datos con el total de precipitaciones mensuales de los tres centros (ver Figura HI-NI-5). No han encontrado ningún patrón común para los tres lugares. A pesar de que los datos de Rzeszow muestran la tendencia que esperaban (altas precipitaciones durante el verano), no todos los meses tienen datos. Los datos de Wroclaw muestran que las precipitaciones sumamente altas tienen lugar durante los meses de invierno de 2000 y 2001 mientras que los datos de Katrovice no muestran una tendencia clara y hay meses de verano que faltan.

Después, los alumnos decidieron buscar datos de Czestochowa en internet. Encontraron un sitio de estudio que contenía las medias del tiempo de varias ciudades y tomaron la media mensual de precipitaciones de Czestochowa. Estos datos no son del mismo período que los datos de nitratos (1997-2001), pero en cambio son la media de los

valores de las precipitaciones mensuales de un gran período de tiempo. Se introducen los valores en la tabla con los datos de Nitrato-Nitrógeno.

	<b>Nitrato (ppm)</b>	<b>Precipitaciones (mm)</b>
Ene	2,2	33,0
Feb	1,7	30,5
Mar	2,6	30,5
Abr	5,6	38,1
May	7,1	68,6
Jun	6,8	81,3
Jul	7,1	86,4
Ago	6,6	76,2
Sep	3,9	48,3
Oct	3,9	40,6
Nov	3,7	40,6
Dic	4,3	38,1

Los cuatro meses entre mayo y agosto tienen la media más alta de nitratos y las mayores precipitaciones. Los tres meses con los valores más bajos de Nitrato - Nitrógeno (enero-marzo) tienen las medias más bajas de precipitaciones. Concluyeron que la hipótesis era correcta, las medias de Nitrato - Nitrógeno- son mayores durante los meses más lluviosos.

### Debate e Investigaciones Posteriores

El alumnado realiza una gráfica final mostrando la media de las precipitaciones a largo plazo y la media de tres años de Nitrato - Nitrógeno frente al tiempo en la misma gráfica (Ver Figura HI-NI-6). Un alumno se pregunta por qué los niveles de Nitrato comienzan a subir en abril antes del aumento de las precipitaciones.

Se presentan posibles ideas, y se discute qué información necesitan para probarlas.

Quizá el deshielo ocurrido en abril es el responsable del arrastre de nitratos hasta el agua.

(Necesitarán buscar un banco de nieve más arriba de donde se encuentran y mirar el registro de temperatura para determinar cuándo ha debido empezar a derretirse).

Quizá se produjeron más lluvias en abril de 1998-2000 que en otros meses de abril. Podría calcularse la media de las precipitaciones (se necesitaría encontrar datos de 1998-2000 para comprobar esto).

Quizá los agricultores comienzan a usar fertilizantes en exceso en abril (necesitarían determinar cuando comienzan a fertilizar aguas arriba y cuáles son los fertilizantes).

#### *Comunicación de los Resultados*

Los estudiantes escriben un informe y presentan sus resultados a la clase. Asimismo, envían su informe a la web de GLOBE en el apartado de *Investigaciones de los Estudiantes*.

Figura HI-NI-4

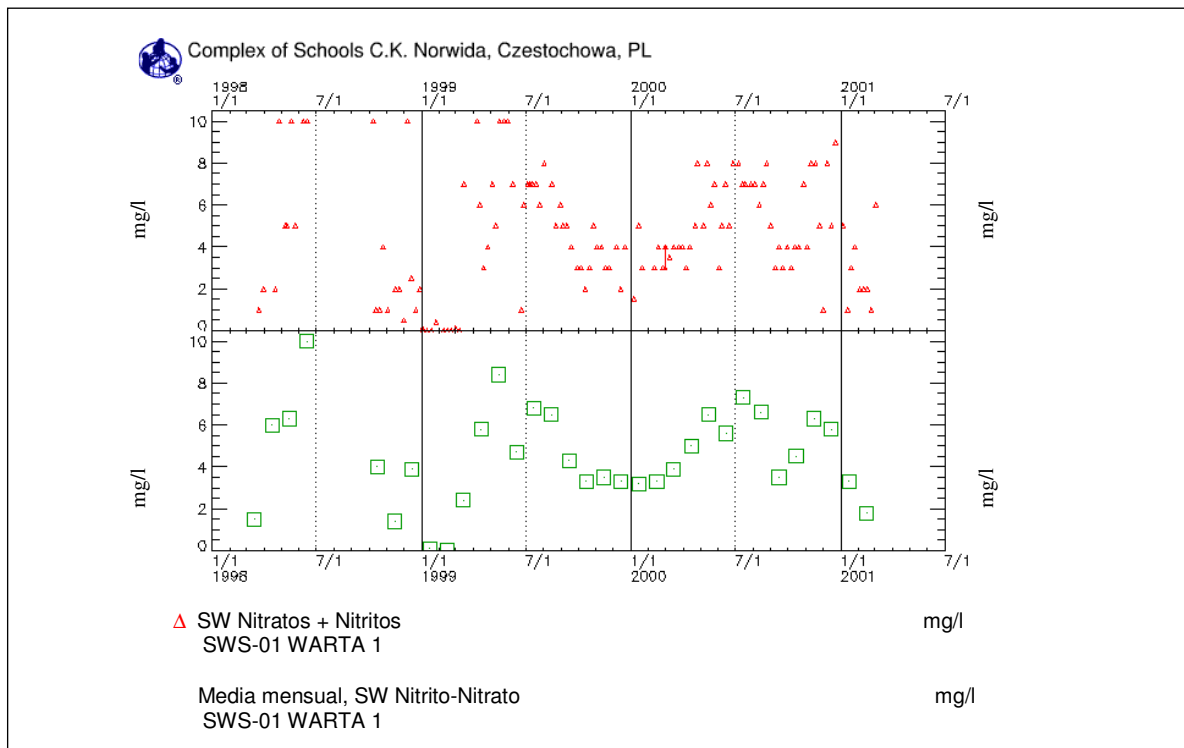


Tabla HI-NI-1

Media mensual de Nitratos en el Río Warta (ppm)					
Mes	1998	1999	2000	2001	Media
Ene		0,1	3,2	3,3	2,2
Feb		0	3,3	1,8	1,7
Mar	1,5	2,4	3,9		2,6
Abr	6	5,8	5		5,6
May	6,3	8,4	6,5		7,1
Jun	10	4,7	5,6		6,8
Jul		6,8	7,3		7,1
Ago		6,5	6,6		6,6
Sep		4,3	3,5		3,9
Oct	4	3,3	4,5		3,9
Nov	1,4	3,5	6,3		3,7
Dic	3,9	3,3	5,8		4,3

Figura HI-NI-5

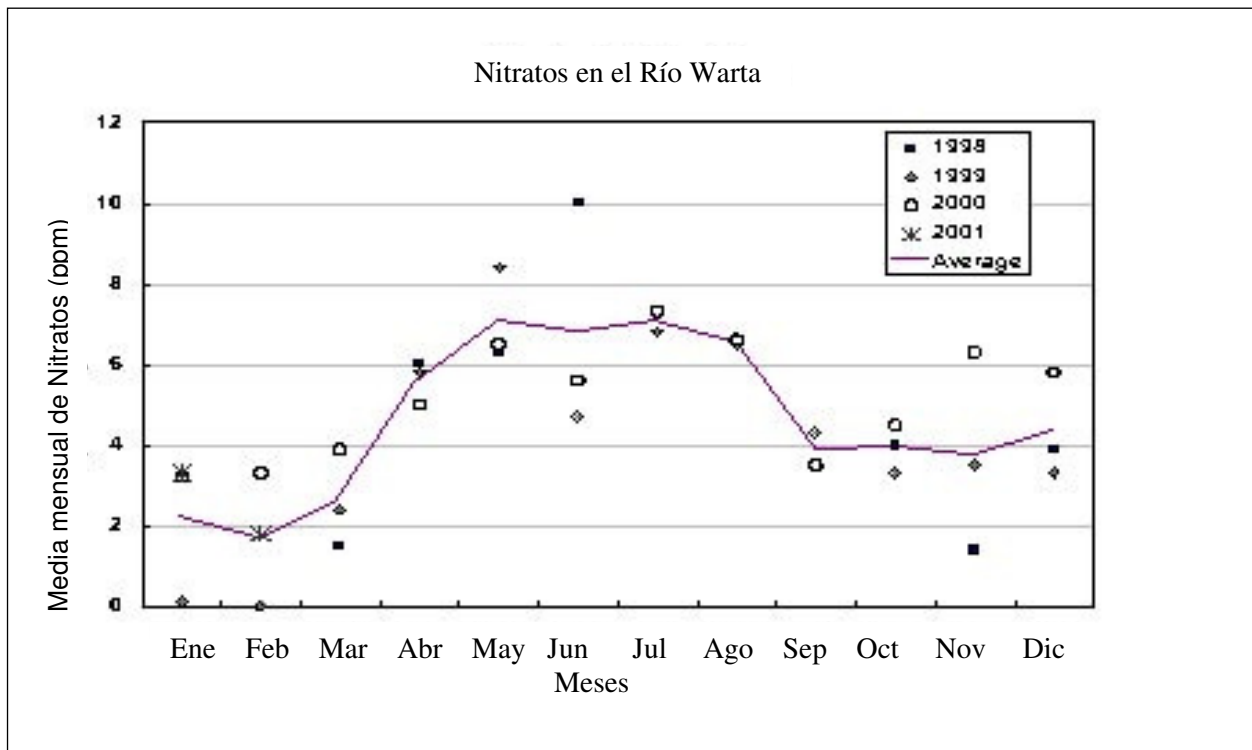


Figura HI-NI-6

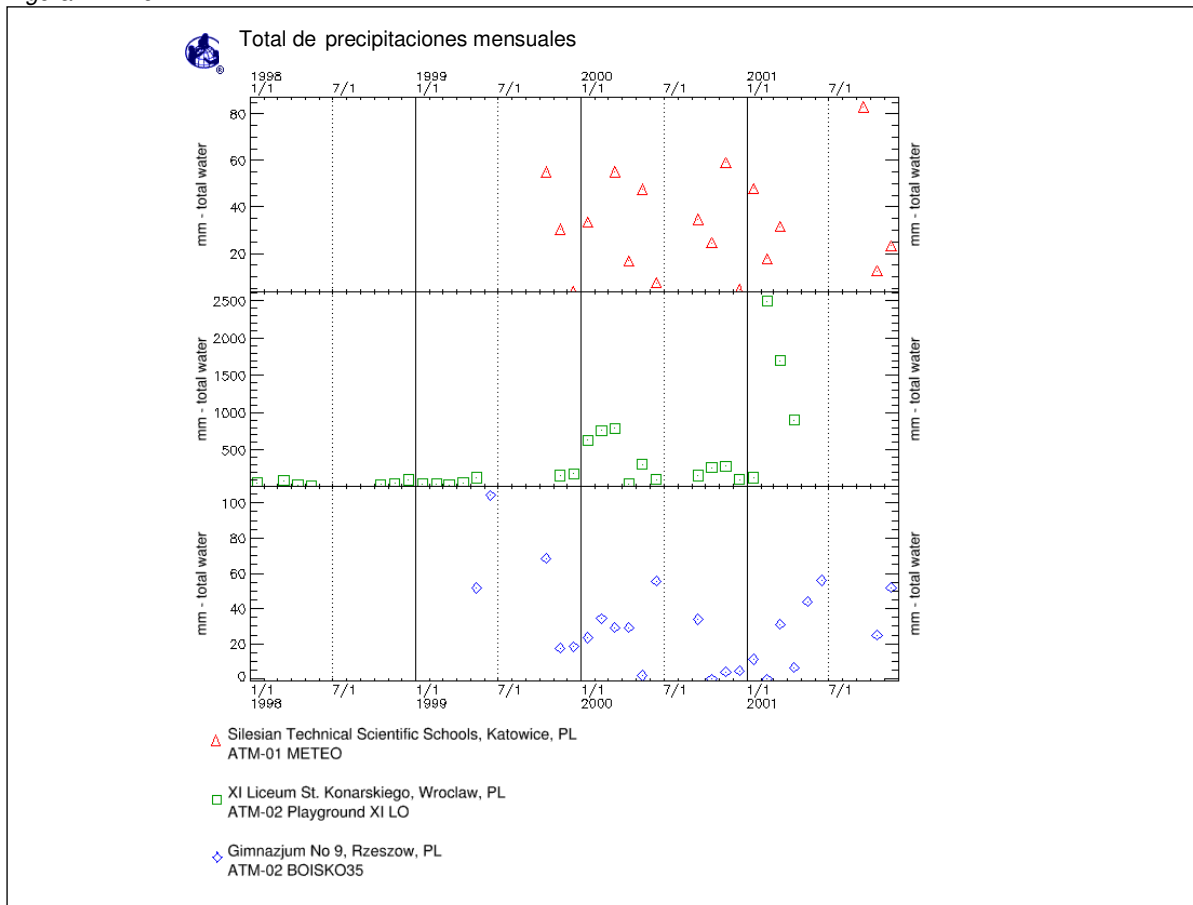




Figura HI-NI-7

