

SERIE AUTODIDÁCTICA DE MEDICIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA



MUESTREO Y PRESERVACIÓN PARA COLIFORMES FECALES Y HUEVOS DE HELMINTO

Autor: Ana Cecilia Tomasini Ortiz

Revisor IMTA: Juan L. García Rojas

Revisores CNA: Miriam Beth Arreortúa Cosmes
Luis Miguel Rivera Chávez

Editor: César G. Calderón Mólgora

©Comisión Nacional del Agua, CNA
©Instituto Mexicano de Tecnología
del Agua, IMTA

Edita:

La Gerencia de Recaudación y Control de la Subdirección General de Administración del Agua.
Comisión Nacional del Agua.

La Coordinación de Tecnología Hidráulica.
Instituto Mexicano de Tecnología del agua.

Imprime:

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

ISBN 968-7417-85-4

PARTICIPANTES

En la realización de este documento, colaboraron : Especialistas del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA y de la Subdirección General de Administración del Agua, CNA

Autor:
Ana Cecilia Tomasini Ortíz.

Revisor IMTA:
Juan L. García Rojas.

Revisores CNA:
Miriam Beth Arreortúa Cosmes,
Luis Miguel Rivera Chávez.

Editor:
César G. Calderón Mólgora.

Corrección de estilo:
Antonio Requejo del Blanco.

Diseño:
Mayra Leticia Navarrete Morales

Ilustraciones:
Eduardo Rodríguez Martínez

Para mayor información dirigirse a:

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
SUBGERENCIA DE INSPECCIÓN Y
MEDICIÓN.

Ing. Roberto Merino Carrión
merino@sgaa.cna.gob.mx
Insurgentes Sur N°1969, 1^{er} piso, Colonia Florida C.P. 01030, México D.F.
Tel. 01(55) 53-22-24-54,
Fax 01(55) 56-61-71-49,

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA.
SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD E HIDRÁULICA INDUSTRIAL
M.I. Marco Antonio Toledo Gutiérrez
mtoledo@tiaioc.imta.mx
Paseo Cuauhnáhuac N° 8532, Colonia Progreso, CP. 62550, Jiutepec, Morelos.
Teléfono y Fax 01(777) 3-20-87-25.

Derechos reservados por Comisión Nacional del Agua, Insurgentes Sur N° 2140, Ermita San Ángel; C.P. 01070, México D.F. e Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Paseo Cuauhnáhuac N° 8532, Colonia Progreso, C.P. 62550, Jiutepec, Morelos.

Esta edición y sus características son propiedad de la Comisión Nacional del Agua y del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

CONTENIDO	PÁGINA
PREFACIO	I
¿PARA QUIÉN? ¿POR QUÉ? Y EVALÚA SI SABES	II
1. CONCEPTOS GENERALES	1
2. MUESTREO	5
3. PRESERVACIÓN Y TRANSPORTE	14
RESUMEN	15
AUTOEVALUACIÓN	16
BIBLIOGRAFÍA	
GLOSARIO	
RESPUESTAS A LA AUTOEVALUACIÓN	
ANEXO	

PREFACIO

La Comisión Nacional del Agua (CNA), órgano desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), tiene la atribución de administrar y custodiar las aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes. Como parte de la estrategia de la CNA para preservar la calidad de las aguas nacionales, la Subdirección General de Administración del Agua, en colaboración con el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) ha editado la primera parte del *Paquete Autodidáctico para Medición de la Calidad del Agua*, que tiene como objetivo capacitar al personal que realiza visitas de inspección, a fin de que la toma y conservación de muestras de agua residual se realice de manera confiable, de forma segura y sin vicios técnicos que pudieran invalidar la visita, así como proporcionarle los principios para identificar y describir los diversos sistemas empleados para el tratamiento del agua residual.

Esta primera parte, consta de ocho unidades que se elaboraron con la finalidad de presentar los procedimientos de manera sintética, amena y sencilla, de tal manera que además de ser manuales de capacitación, sirvan como guías de referencia rápida que unifiquen los criterios en la aplicación de los procedimientos descritos y en la identificación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

La unidad inicial, denominada *Fundamentos Técnicos para el Muestreo y Análisis de Aguas Residuales*, contiene conceptos básicos sobre contaminación del agua y los requisitos necesarios para llevar a cabo un muestreo conforme a lo estipulado en la NOM-001-ECOL-1996; las siguientes unidades se derivan de ésta, y por ello es recomendable que el usuario de esta serie inicie la autocapacitación con dicha unidad.

La segunda, tercera y cuarta unidad se refieren al muestreo y preservación de contaminantes específicos, así como a las determinaciones en campo (pH, temperatura y materia flotante).

La quinta unidad, llamada *Aforo de Descargas* aborda las técnicas más adecuadas para cuantificar el caudal del agua residual descargada, de acuerdo a las diversas condiciones que puedan presentarse en campo.

La sexta unidad, plantea los procedimientos de seguridad e higiene que los inspectores deben observar durante el desarrollo del muestreo, a fin de asegurar su integridad física y la de la muestra.

Finalmente, las dos unidades restantes se enfocan a la descripción de los principios de funcionamiento de los sistemas primarios y secundarios de tratamiento de aguas residuales, de tal forma que el inspector pueda detallar en el acta los equipos que observa.

Cada unidad cuenta, con una presentación en disco compacto para PC (CD ROM), que resalta los aspectos más importantes señalados en el texto y se apoya en fotografías e ilustraciones adicionales que refuerzan los conceptos planteados.

MUESTREO Y PRESERVACIÓN PARA COLIFORMES FECALES Y HUEVOS DE HELMINTO

¿Para quién?

Este manual se dirige a los especialistas técnicos de las brigadas de inspección y verificación, quienes se encargan del muestreo de las descargas de los usuarios en aguas nacionales.

¿Para qué?

Con frecuencia el muestreo es considerado una actividad trivial. ¡Falso! Las dificultades asociadas con la determinación de un sitio que sea representativo de la descarga, con la reactividad de los parámetros muestreados y con las exigencias que marcan las propias técnicas analíticas, hacen del muestreo una actividad compleja, que requiere de la observancia estricta de las técnicas y procedimientos de toma, preservación, transporte y custodia de las muestras.

Este manual se elaboró para proporcionar al usuario una metodología para llevar a cabo en forma confiable, la toma y preservación de las muestras de coliformes fecales y huevos de Helminto.

Evalúa si sabes

¿Qué son las enfermedades de origen hídrico?

¿Qué problemas causan los coliformes fecales y huevos de Helminto en el hombre?

¿Cómo se preservan las muestras de huevos de Helminto?

Para coliformes fecales ¿se toma muestra compuesta?

¿Para qué se usa el tiosulfato de sodio y/o el EDTA, para las muestras de coliformes fecales?

¿Cuánto es el tiempo que debe pasar desde la toma de la muestra de coliformes fecales hasta su análisis?.

1 CONCEPTOS GENERALES

Al término de esta unidad el usuario podrá definir los conceptos relacionados con el muestreo de coliformes fecales y huevos de helminto.

Históricamente, una gran cantidad de microorganismos han causado epidemias de origen hídrico: Las Salmonellas y las Shigellas fueron las que se identificaron primero. Hoy en día, otros microorganismos como los Rotavirus, los Campylobacter o parásitos tales como Giardia se identifican también como responsables de las mismas.

La mayoría de los trastornos ocasionados por estos microorganismos son de una gravedad moderada presentándose a menudo en forma de gastroenteritis asociada con diarreas, dolores abdominales o vómitos. En la Tabla 1.1 se resumen las principales enfermedades de origen hídrico y el agente responsable de dicha enfermedad.

TABLA 1.1 PATÓGENOS Y ENFERMEDADES DE ORIGEN HÍDRICO

Patógenos	Enfermedad causada
Bacterias	
<i>Campylobacter jejuni</i>	Gastroenteritis
<i>Escherichia coli</i>	Gastroenteritis
<i>Legionella pneumophila</i>	Enfermedades respiratorias agudas
<i>Salmonella</i>	Salmonelosis, tifoidea, paratifoidea
<i>Shigella</i>	Disentería bacilar
<i>Vibrio cholerae</i>	Cólera
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Gastroenteritis
Protozoarios	
<i>Cryptosporidium</i>	Diarrea
<i>Entamoeba histolytica</i>	Disentería amibiana
<i>Giardia lamblia</i>	Diarrea
<i>Naegleria fowleri</i>	Meningitis cefálica
Enterovirus	
Adenovirus	Enfermedades respiratorias, infecciones en los ojos, gastroenteritis
Astrovirus	Gastroenteritis
Calicivirus	Gastroenteritis
Coxsackievirus A	Meningitis, enfermedades respiratorias, miocarditis
Echovirus	Meningitis, diarrea, fiebre, enfermedades respiratorias
Hepatitis A viral	Infecciones hepáticas
Norwalk virus	Diarrea, vómito y fiebre
Poliovirus	Meningitis, parálisis
Rotavirus	Diarrea, vómitos

La contaminación microbiológica del agua ocurre por lo general a través de heces de origen humano o animal. La presencia de descargas de aguas residuales domésticas o pecuarias en las inmediaciones de una fuente de abastecimiento es una de las causas de la contaminación del agua.

Los contaminantes biológicos poseen diversas características que les distinguen de los contaminantes químicos:

- No están en solución, sino que se presentan en forma de partículas.
- El riesgo de contraer una infección no depende únicamente de la concentración media de microorganismos en el agua. La probabilidad de que un microorganismo patógeno consiga implantarse en el organismo y provoque una infección depende de su grado de invasión, de su dosis mínima infectiva así como de la capacidad de respuesta inmunológica del individuo.
- Si se produce infección, los microorganismos patógenos se multiplican en el organismo huésped. Algunas bacterias patógenas pueden incluso multiplicarse en los alimentos y las bebidas, lo que aumenta los riesgos de infección. Ese no es el caso de los contaminantes

químicos.

- Contrariamente a los efectos provocados por numerosas sustancias químicas, la relación dosis/efecto de los microorganismos patógenos no es acumulativa. Una única exposición a un microorganismos patógeno puede bastar para provocar una enfermedad.

Debido a estas propiedades, no se puede establecer un límite inferior tolerable para los contaminantes biológicos.

Resulta teórica, técnica y financieramente imposible investigar en el agua todos los microorganismos patógenos susceptibles de provocar infecciones de origen hídrico debido a:

- La dificultad de que todos los laboratorios responsables por el monitoreo de la calidad del agua identifiquen sistemáticamente estos microorganismos.
- La imposibilidad de aislar algunos de ellos con las técnicas analíticas actuales.
- La presencia, por lo general irregular, de microorganismos patógenos en el agua, la detección de microorganismos debería hacerse

en forma continua.

- El largo tiempo requerido para obtener resultados de los análisis, no permitiría un control eficaz y por lo tanto una protección satisfactoria.

Debido a esto, los laboratorios responsables por el monitoreo de la calidad del agua se les dificulta la identificación sistemática de los microorganismos. Para evaluar la contaminación del agua, han tenido que recurrir a la extrapolación de riesgos de contaminación bacteriológica mediante microorganismos tipo, tales microorganismos se les conoce como INDICADORES DE CONTAMINACIÓN O MICROORGANISMOS "TESTIGO".

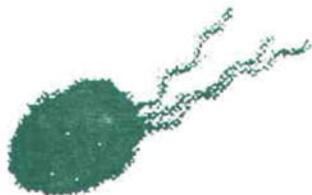
La gran mayoría de los microorganismos transmitidos por el agua son de origen fecal. Consecuentemente, su monitoreo se basará en demostrar la presencia de los microorganismos más representativos indicadores de esa contaminación.

Los indicadores deben tener algunas características particulares: ser poco o nada patógenos, fáciles y rápidos de detectar a un costo moderado. Además deberán presentar una resistencia a los tratamientos físico-químicos.

1.1 Indicadores bacteriológicos

Los indicadores bacteriológicos son organismos de un grupo específico, el cual por su sola presencia demuestra que ocurrió contaminación y en ocasiones sugiere el origen de dicha contaminación. Tradicionalmente los coliformes fecales es el grupo de bacterias indicadoras que se consideran en los estudios y trabajos para evaluar la calidad del agua.

Los coliformes fecales, que son bacterias causantes de diarreas y males tares estomacales leves, su dosis infectiva es de aproximadamente 10^2 número más probable (NMP)¹ por 100 mililitros de agua.



Escherichia coli.

Si una muestra de agua contiene microorganismos indicadores es evidencia de contaminación y existe la posibilidad de que haya otros microorga-

nismos patógenos en el agua, a mayor número de coliformes fecales mayor es la probabilidad de encontrar otros organismos patógenos.

El límite máximo permisible de coliformes fecales para las descargas de aguas residuales vertidas a aguas y bienes nacionales, así como las descargas vertidas a suelo es de 1,000 NMP/100 mL como promedio mensual y 2,000 NMP/100 mL como promedio diario.

1.2 Indicadores parásitos

Para determinar la contaminación por parásitos se tomará como indicador los huevos de Helminto (huevos de lombrices).

Helminto es un término designado a un amplio grupo de organismos que incluye a todos los gusanos parásitos (de humanos, animales o vegetales) de forma libre, con forma y tamaño variado.

Su alto riesgo a la salud se debe principalmente a que sus estadios presentan una alta persistencia en el ambiente, su dosis mínima infectiva es de un huevo, no existe inmunidad en los humanos, su periodo de latencia es largo (meses), son resistentes a los procedimientos convencionales

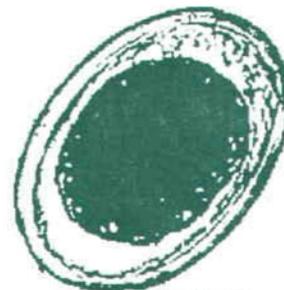
de desinfección. Además es importante mencionar la altísima capacidad de ovoposición (huevos puestos en un día) durante los 10 a 24 meses que tienen de vida, por ejemplo: *Ascaris* 200,000, *Hymenolepis* 100,000, *Trichuris* 5,000 a 7,000 y *Taenia* 700,000.

Existe una gran diversidad de huevos de Helminto de importancia sanitaria recuperados de

aguas residuales que afectan al hombre y animales (ver Tabla 1.2), los huevos son eliminados por el portador

con la materia fecal y la vía de entrada al hospedero es oral, por contaminación del agua y alimentos con agua residual y/o heces de animales de sangre caliente. (ver ciclo de vida)

El límite máximo permisible para las descargas vertidas a suelo, es de un huevo de Helminto por litro para riego no restringido, y de cinco huevos por litro para riego restringido.



Ascaris sp.

¹ El número más probable (NMP) da la cantidad de bacterias posiblemente presentes en el agua de forma estadística. En cambio las unidades formadoras de colonias (UFC) dan el número de colonias sin definir el número de bacterias existentes por conteo directo.

CICLO DE VIDA DE *ASCARIS LUMBRICOIDES*

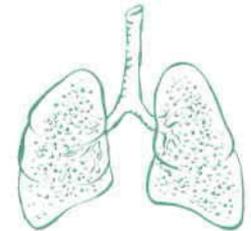
LOS ADULTOS, MACHO Y HEMBRA, SE ENCUENTRAN ALOJADOS EN EL INTESTINO DELGADO



LAS FORMAS JUVENILES SON ESCUPIDAS Y TRAGADAS COMPLETANDO SU DESARROLLO EN EL INTESTINO DELGADO



LAS FORMAS JUVENILES EN SU TERCERA ETAPA MIGRAN DE LOS CAPILARES PULMONARES A LOS ALVEOLOS



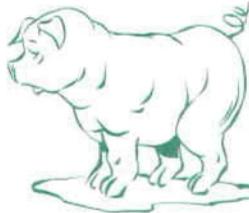
LAS HEMBRAS PRODUCEN HUEVOS QUE SON ARROJADOS EN LAS HECES FECALES DE LOS HOSPEDEROS. UNA HEMBRA PRODUCE 200,000 HUEVOS



HUEVOS MADUROS CON LARVAS JUVENILES EN ESTADO SECUNDARIO INFECTIVO



AL INGERIR HUEVOS UN HOSPEDERO, ESTOS ECLOSIONAN EN EL INTESTINO DELGADO. LAS FORMAS JUVENILES PENETRAN LOS TEJIDOS DEL INTESTINO PASANDO AL TORRENTE SANGUINEO



LAS FORMAS JUVENILES MIGRAN A LOS PULMONES Y SE DESARROLLAN HASTA LA TERCERA ETAPA

TABLA 1.2 PARÁSITOS PATÓGENOS TRANSMITIDOS POR EL AGUA

- Taenia solium*
- Taenia saginata*
- Ascaris lumbricoides*
- Trichuris trichiura*
- Enterobius vermicularis*
- Strongyloides stercoralis*
- Ancylostoma duodenalis*
- Necator americanus*
- Toxocara canis*
- Dipylidium caninum*
- Hymenolepis nana*
- Hymenolepis diminuta*
- Schistosomamansoni*
- Fasciola hepatica*

Para la evaluación microbiológica de la calidad del agua, se debe realizar sistemáticamente pruebas de laboratorio que permitan estimar la magnitud de la contaminación.

2 MUESTREO

Al término de esta unidad el usuario podrá explicar y describir una metodología para llevar a cabo la toma de muestras en forma confiable para realizar análisis de coliformes fecales y huevos de Helminto.

Para poder realizar un muestreo confiable es necesario desarrollar un plan de muestreo y cumplir con ciertos requisitos de seguridad e higiene como se señaló en el manual *Fundamentos técnicos para el muestreo y análisis de aguas residuales*, habiendo cumplido con esto se procederá a realizar el muestreo.

2.1 Ubicación del sitio de muestreo

Deberá seleccionarse el sitio de muestreo tomando en cuenta las fuentes de contaminación, caudal y la velocidad de la corriente, a fin de obtener muestras representativas.



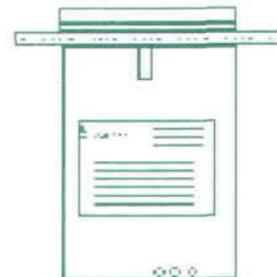
Por regla general las muestras se deben de tomar en sitios donde exista

turbulencia, en caso de no haber, se tomará la muestra en el centro de la corriente.

2.2 Material y equipo

2.2.1. Bacterias coliformes

Los recipientes para las muestras deben de ser de material inerte al contenido de las aguas residuales, por lo que se recomienda los recipientes de polietileno y los de vidrio.



Para las muestras de coliformes fecales se recomienda bolsas de polietileno de baja den-

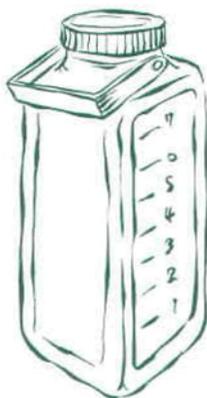
sidad Whirl-pak de 300 mL con 10 mg de tiosulfato de sodio en tabletas, que ya se venden esterilizadas, o en su defecto frascos de vidrio ámbar de boca ancha con tapón esmerilado, conteniendo en



su interior 0.3 mL de EDTA al 15% y 0.1 mL de tiosulfato de sodio al 10%, que actuarán como **INHIBIDORES** de la acción de metales y cloro respectivamente. Los frascos ámbar se esterilizan en autoclave a 121°C, 15 lb de presión por 15 minutos, con un capuchón de papel estraza o aluminio cubriendo el tapón hasta el cuello, el capuchón no se quitará hasta el momento de tomar la muestra.

2.2.2 Huevos de Helminto

Para huevos de Helminto se necesitan garrafones de 8 litros de polietileno con interior de paredes lisas, boca ancha con tapón de rosca, previamente desinfectados con cloro y enjuagados varias veces con agua destilada o desionizada.

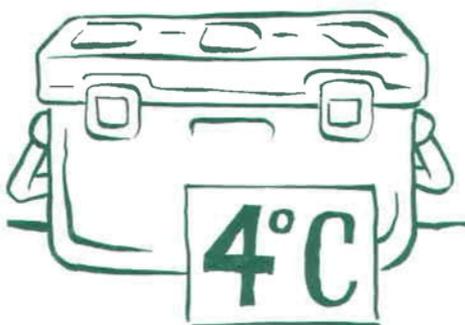


Las muestras se deben identificar con etiquetas autoadheribles, anotándose la información ya descrita en el manual *Fundamentos técnicos para el muestreo y análisis de aguas residuales*.

	No. MUESTRA _____
	FECHA _____
	HORA _____
Nombre o razón social completo del usuario visitado _____	
Acta de visita N° _____	
Nombre del muestreador: _____	
Identificación de la descarga: _____	
Tipo de muestra Simple () Compuesta ()	
Preservación: _____	
Análisis solicitado _____	

Etiqueta de identificación de muestra

Se requieren hieleras con refrigerantes o hielos y un termómetro de -5 a 10°C calibrado con certificado, para corroborar la temperatura que se tiene en la hielera sea de 4°C.



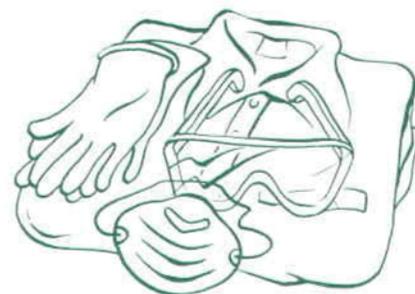
En caso de que no se pueda tomar las muestras directamente, se pueden tomar con muestreadores, cubeta y cuerda, o con una botella Van Dorn.



Van Dorn.

2.3 Realización del muestreo

Como equipo de seguridad e higiene, se debe contar con guantes de látex, cubrebocas, lentes de protección y overol (ver manual *Riesgo y seguridad durante el muestreo de agua residual*).



Si con los mismos guantes se toman cada una de las muestras simples de coliformes fecales, hay que lavarse las manos con agua y jabón antibacterial, se colocan los guantes y se hace lo mismo, sólo que aquí después del lavado, desinfectarse con alcohol al 70% o cambiarse de guantes con cada toma de muestra.

No beber ni comer alimentos durante el muestreo. No tocarse los ojos o la boca, sin haberse lavado y desinfectado las manos previamente. Ya que si las manos están contaminadas se puede ingerir algún patógeno y el los ojos se puede provocar algún tipo de infección.



Si no es posible realizar el muestreo directamente, se puede utilizar mues-

treadores, cubeta y cuerda o una botella Van Dorn, los cuales deben enjuagarse con agua destilada o desionizada, entre muestra y muestra, por lo menos tres veces.

2.3.1 Bacterias coliformes

Las muestras de coliformes fecales deben de ser simples y el recipiente de muestreo no se enjuaga. Para el análisis de coliformes fecales, además de la muestra simple se requiere una muestra doble.

Al tomar la muestra de coliformes fecales, el frasco o la bolsa, debe llenarse a 2/3 partes de su capacidad para que quede un espacio de aire en el recipiente para facilitar el mezclado por agitación.

El frasco o la bolsa donde se colecte la muestra no se debe abrir sino hasta el momento en que se efectúe el muestreo, evitar tocar el cuello del frasco con los dedos o que entre en contacto con cualquier otro material.

La toma de la muestra se puede



hacer colocando el frasco con el tapón y el papel levemente aflojado directamente dentro del chorro del agua, destapándolo, cuidando que no se llena más de 2/3 partes, se tapa y se retira del chorro.

La bolsa Whirl-pak se coloca bajo la caída del agua, se quita la cinta superior de seguridad y se abre la bolsa tirando de las tiras blancas laterales llenando 2/3 partes de la bolsa. Se cierra y se retira tensando la banda blanca de plástico con alambre, girando la bolsa en dirección al cuerpo y se unen las dos puntas y se gira de nuevo.

En canales se sumerge el recipiente en el agua con el cuello hacia abajo hasta una profundidad de 15 a 30 cm, abrir y enderezar el recipiente ligeramente hacia arriba, procurando que sea a contracorriente. Se destapa el recipiente y se llena hasta 2/3 partes, se tapa y se retira.

La bolsa Whirl-pak se introducen cerradas hasta una profundidad de 15 a 30 cm con una ligera inclinación. Dentro del agua se abre la bolsa quitando primero la banda de seguridad y luego se jala de las tiras blancas laterales, se llena 2/3 partes de la bolsa, se cierra y retira del agua de la misma forma descrita anteriormente.

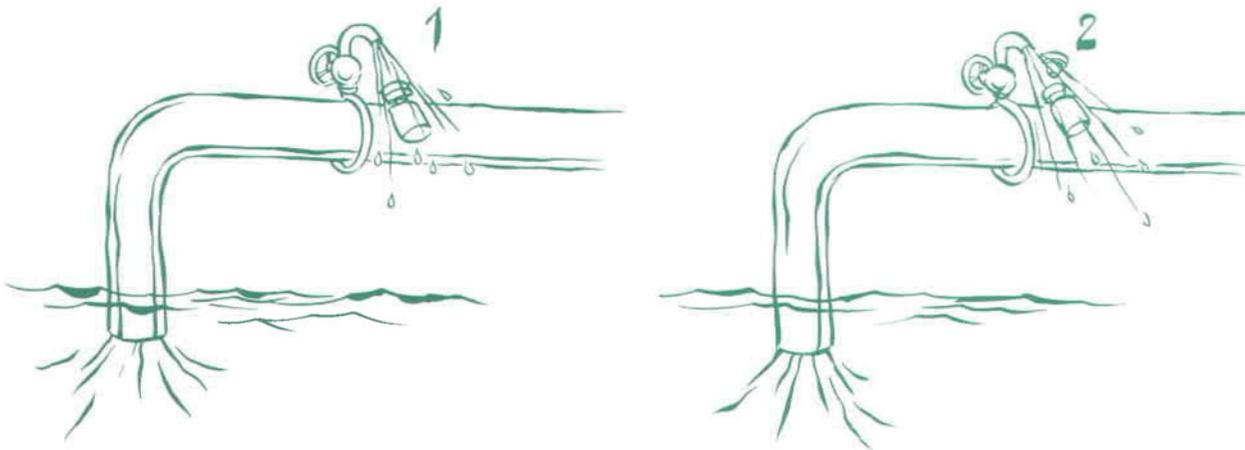
MUESTREO DE COLIFORMES FECALES EN TOMAS

Se recomienda, se instalen tomas en conductos a presión o en conductos que permitan el fácil acceso para muestreo a cielo abierto con el objeto de caracterizar debidamente las aguas residuales.

Las tomas deben tener un diámetro adecuado para muestrear correctamente las aguas residuales en función de los materiales que puedan contener, deben ser de la menor longitud posible, y procurar situarlas de manera que las muestras sean representativas de la descarga.

Se deja fluir un volumen aproximadamente igual a 10 veces el volumen de la muestra y a continuación se llena el recipiente de muestreo.

Las tomas deben tener un diámetro adecuado para muestrear correctamente las aguas residuales en función de los materiales que puedan contener, deben ser de la menor longitud posible, y procurar situarlas de tal manera que las muestras sean representativas de la descarga.



MUESTREO DE COLIFORMES FECALES EN DESCARGA LIBRE

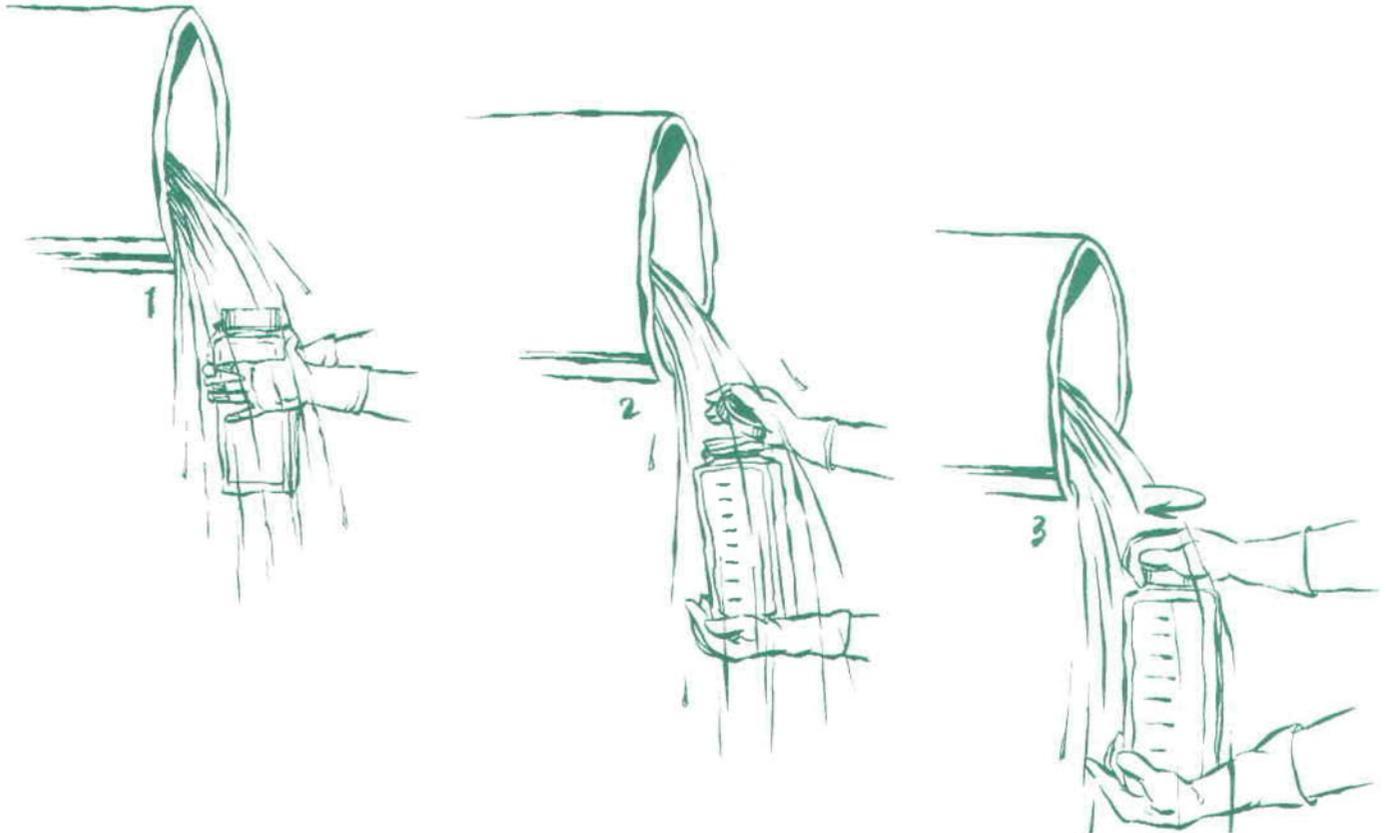
Cuando las aguas residuales fluyen libremente en forma de chorro. Se toma directamente la muestra introduciendo el recipiente en la descarga

La toma de la muestra se puede hacer colocando el frasco con el tapón y el papel levemente aflojado directamente dentro del chorro del agua, destapándolo, cuidando que no se llena más de $\frac{2}{3}$ partes, se tapa y se retira del chorro.



MUESTREO DE HUEVOS DE HELMINTO EN DESCARGA LIBRE

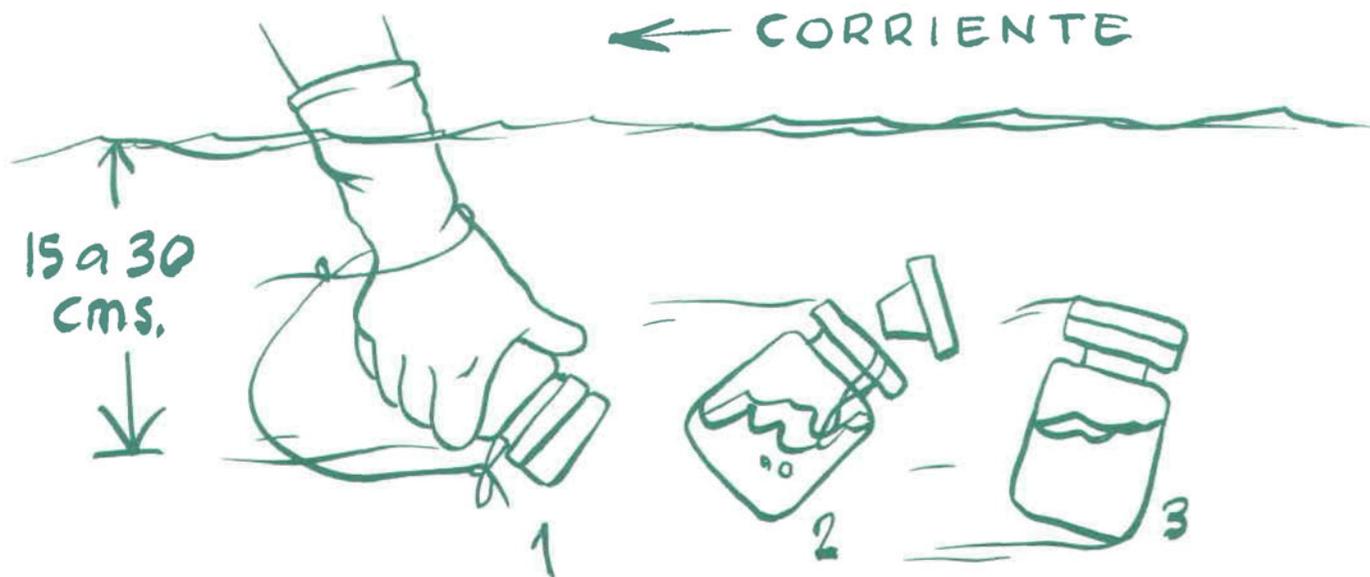
La toma de la muestra se puede hacer colocando el garrafón directamente dentro del chorro de agua, destapándolo se toman 5 litros de muestra de agua y se tapa sacándolo del chorro.



MUESTREO DE COLIFORMES FECAL EN CANALES Y COLECTORES

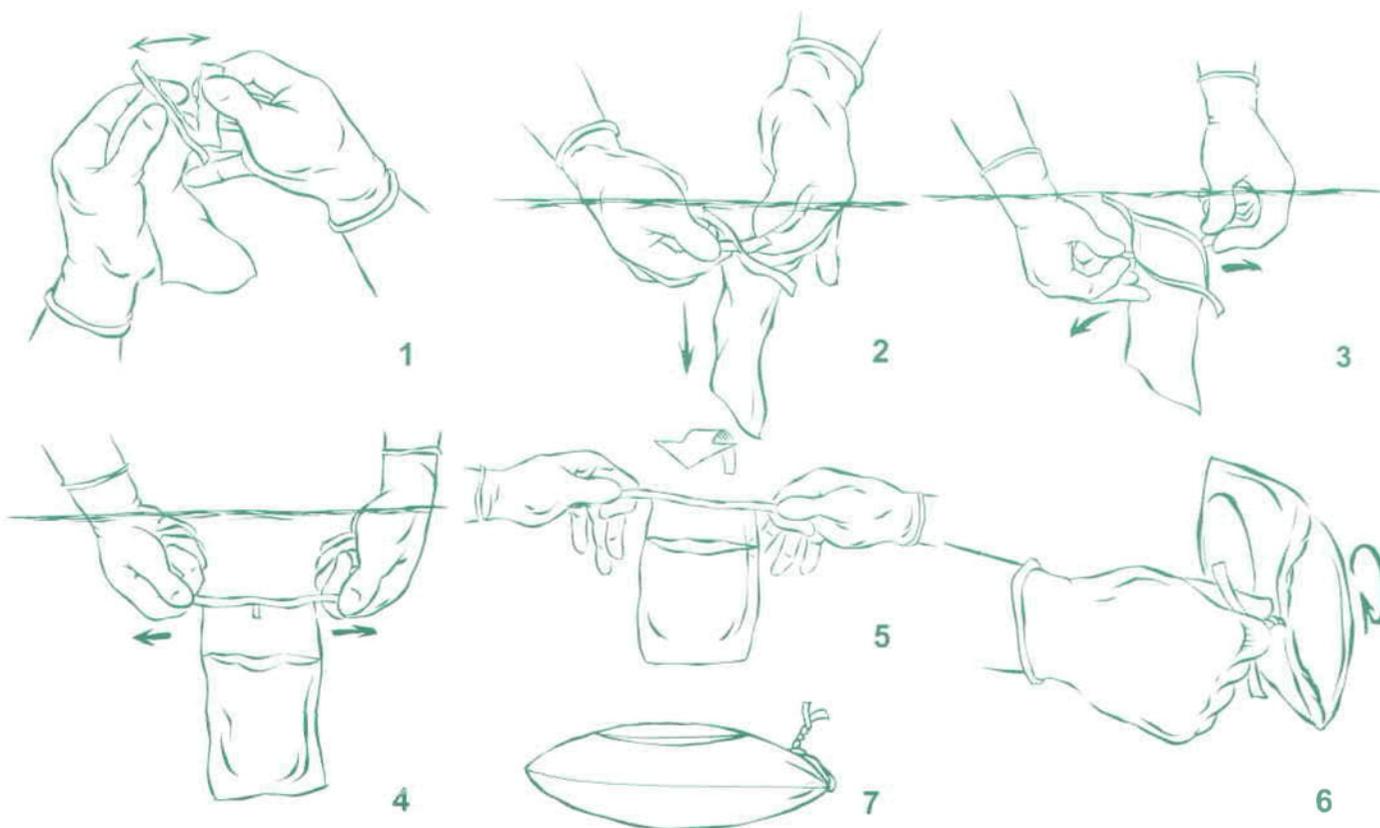
Se recomienda tomar la muestra en el centro del canal o colector donde el flujo sea turbulento a fin de asegurar un buen mezclado.

En canales se sumerge el recipiente en el agua con el cuello hacia abajo hasta una profundidad de 15 a 30 cm, abrir y enderezar el recipiente ligeramente hacia arriba, procurando que sea a contracorriente. Se destapa el recipiente y se llena hasta 2/3 partes, se tapa y se retira.



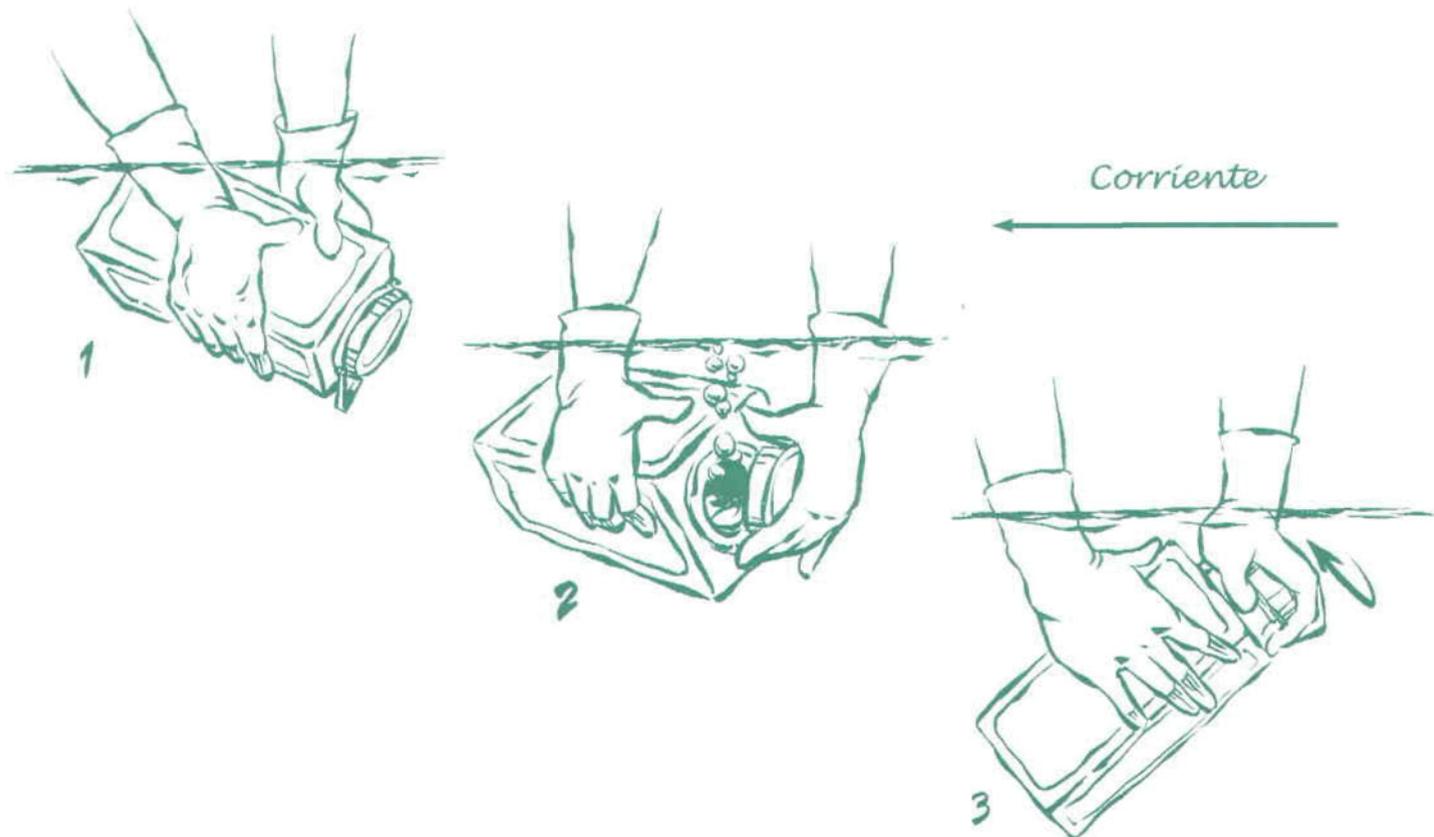
MUESTREO DE COLIFORMES FECALES EN CANALES Y COLECTORES

Las bolsas Whirl-pak se introducen cerradas hasta una profundidad de 15 a 30 cm con una ligera inclinación y contracorriente. Dentro del agua se abre la bolsa quitando primero la banda de seguridad y luego se jala de las tiras blancas laterales, se llena 2/3 partes de la bolsa, se cierra y retira del agua de la forma descrita anteriormente.



MUESTREO DE HUEVOS DE HELMINTO EN CANALES Y COLECTORES

Se introduce el garrafón cerrado de 15 a 30 cm de profundidad, procurando que la abertura esté en contracorriente del canal. Se destapa y se toman 5 litros de agua, se cierra el garrafón y se extrae.

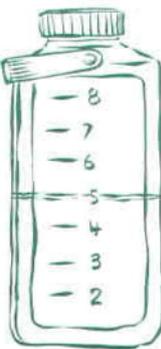


Se puede poner la etiqueta de identificación con todos los datos, como se explica en el manual *Fundamentos técnicos para el muestreo de análisis de agua residual*, antes de la toma de muestra con la siguiente etiqueta.

	No. MUESTRA _____
	FECHA _____
	HORA _____
Nombre o razón social completo del usuario visitado _____	
Acta de visita N° _____	
Nombre del muestreador: _____	
Identificación de la descarga: _____	
Tipo de muestra Simple () Compuesta ()	
Preservación: _____	
Análisis solicitado _____	

2.3.2 Huevos de Helminto

Para huevos de Helmineto, deberá seleccionarse el punto de muestreo de acuerdo a las fuentes de contaminación, caudal y velocidad de la corriente. Por regla general deberá tomarse en puntos donde exista turbulencia (como se mostró en las páginas anteriores). Se toma una muestra simple de 5 litros de agua en los frascos de 8 litros.



Ya tomada la muestra, el recipiente se sella y se le colocan las etiquetas de identificación y sellado, guardándose en una hielera (ver manual *Fundamentos técnicos para el muestreo y análisis de aguas residuales*).



Cinta adhesiva para sellar las tapas de las muestras de 4 cm de ancho por 30 cm de largo, la cual deberá ir con firma de los asistentes al muestreo y fecha.

2.4 Registro

La bitácora y formato de registro de campo debe de contener toda la información referente a la inspección y/o visita, cómo ya se explica en el manual *Fundamentos técnicos para el muestreo y análisis de aguas residuales*.



3 PRESERVACIÓN Y TRANSPORTE

Al término de esta unidad el usuario podrá explicar las prácticas de preservación, transporte y entrega de las muestras.

Tanto las muestras para coliformes fecales como huevos de helminto requieren de refrigeración a 4°C, para inhibir el crecimiento de los microorganismos.

3.1 Bacterias coliformes

Las muestras para análisis de coliformes fecales son muestras que se pueden alterar muy pronto, a pesar

de la refrigeración, por lo que se recomienda que estas muestras se entreguen antes de transcurrir 24 horas después de su toma.

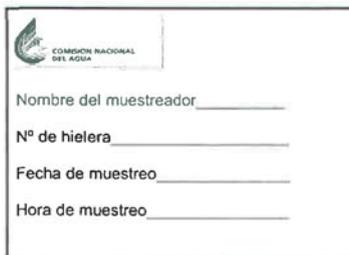
3.2 Huevos de Helminto

En el caso de huevos de Helminto, si no se pueden refrigerar, se les puede agregar 10 mL de formaldehído al 4%, o se recomienda analizar la muestra antes de que transcurran 48 horas después de haber sido colectada.

Las muestras de huevos de Helminto refrigeradas a 4°C se puede analizar hasta 6 meses después de haber sido colectada. Cuando no se refrigeran y se han preservado con formaldehído al 4%, deben analizarse antes de 6 meses de su colecta. Si no se pueden refrigerar, ni preservar con el formaldehído al 4%, se recomienda analizar las muestras antes de las siguientes 48 horas después de su toma.

Las hieleras donde se empaquen las muestras deben tener un número de identificación, el cual debe coincidir con el que se anote en las cadenas de custodia. Además, hay que sellar la hielera con la *Etiqueta de identificación*, con toda la información completa, como se explicó en el manual *Fundamentos técnicos para el muestreo y análisis de aguas residuales*.

Etiqueta de identificación de la hielera



Logo: COMISION NACIONAL DEL AGUA

Nombre del muestreador _____

Nº de hielera _____

Fecha de muestreo _____

Hora de muestreo _____

RESUMEN

Debido a las dificultades que existe para investigar en el agua a todos los microorganismos patógenos que provoquen enfermedades de tipo hídrico, se ha tenido que recurrir a microorganismos indicadores de contaminación o microorganismo testigo para evaluar la contaminación del agua con indicadores de contaminación.

Tradicionalmente los coliformes fecales y los huevos de Helminto son los grupos de bacterias y parásitos que se toman como indicadores para determinar la contaminación del agua.

Por regla general la ubicación del sitio de muestreo se define en el punto de mayor turbulencia o en el centro de una corriente.

Los recipientes para las muestras de coliformes fecales pueden ser bolsas de polietileno de baja densidad esterilizadas con tiosulfato de sodio en su interior, o en su defecto frascos de vidrio con tapón esmerilado con tiosulfato de sodio y EDTA en su interior y posteriormente esterilizado.

Para tomar estas muestras no enjuagar los envases. Tomar muestras simples y muestra doble.

Los coliformes fecales se preservan en refrigeración a 4°C y se tienen que analizar antes de cumplir las 24 horas de haber sido tomadas las muestras.

Para huevos de Helminto se recomiendan garrafones de 8 litros, de boca ancha con tapón de rosca, previamente lavados y desinfectados. En los cuales se tomarán 5 litros de muestra de agua. Para huevos de Helminto se toman muestras simples.

Los huevos de Helminto se pueden preservar con refrigeración a 4°C o con formaldehído al 4%, y analizarse no después de cumplir 6 meses de haberse colectado. También se puede dejar sin preservar, pero si se tiene que analizar antes de 48 horas.

Llevar un control estricto de las observaciones y notaciones de campo en la bitácora y formatos correspondientes.

AUTOEVALUACIÓN

1. Es una propiedad de los contaminantes biológicos que los diferencia de los contaminantes químicos.

- a) No están en solución, sino que se presentan en forma de partículas.
- b) Se encuentran disueltos en el agua
- c) Son sólidos suspendidos, aglutinados, etcétera.

2. ¿Qué son los indicadores bacteriológicos?

- a) Son todos aquellos microorganismos que te indican algo.
- b) Son organismos de un grupo específico, el cual por su sola presencia demuestra que ocurrió contaminación.
- c) Bacterias luminiscentes que indican su presencia.

3. Son indicadores bacteriológicos.

- a) *Zooglea* y *Leucothrix*.
- b) *Salmonella* y *Shigella*.
- c) Coliformes fecales y huevos de

helminto.

4. ¿Dónde se deben de tomar las muestras?

- a) En remansos de un río.
- b) En sitios donde exista turbulencia.
- c) En sitios donde no haya turbulencia.

5. ¿Para que se utiliza el tiosulfato de sodio y EDTA en la toma de muestras de coliformes fecales?

- a) Como preservador.
- b) Como inhibidores de la acción de metales y cloro.
- c) Como aisladores.

6. ¿Cuánto debe llenarse el frasco o la bolsa de colecta de coliformes fecales?

- a) Lleno
- b) A la mitad
- c) Dos tercios

7. ¿Cuánto se toma de muestra para el análisis de huevos de helminto.

- a) 10 litros.
- b) 5 litros.
- c) 3 litros.

8. ¿Cuánto es el tiempo máximo para el análisis de coliformes fecales y huevos de helminto refrigerados?

- a) 48 y 60 horas respectivamente.
- b) Inmediatamente.
- c) 24 horas y 6 meses respectivamente.

9. ¿Si no se puede refrigerar las muestras para huevos de helminto, qué procede?

- a) Se agrega 10 mL de formaldehído al 4%.
- b) Se le agrega 10 mL de alcohol al 70%.
- c) Se le agrega 10 mL de acetona al 90%.

10. Es una medida de seguridad e higiene durante el muestreo.

- a) Usar el cinturón de seguridad.
- b) No comer, ni tocarse los ojos durante el muestreo.
- c) Conectar la alarma del auto.

BIBLIOGRAFÍA

- Brock, Th. y Madigan, M. "Microbiología". Prentice Hall Hispanoamericana, S. A. 6ª Ed. México. 1993.
 - Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. "Apuntes del taller microbiología del agua" II.1ª Versión. IMTA. SARH. CNA. 1990.
 - Maya, C., Salgado, G. y Jiménez, B. "Frecuencia y variación estacional de los géneros de huevos de helminto más comunes encontrados en aguas residuales en México." Congreso Nacional 2000. Ciencia y Conciencia. "Compromiso Nacional con el Medio Ambiente". Memorias, Tomo I, Año 1, No. 1. 2000.
 - Norma Mexicana.NMX-AA-42-SCFI-1987. "Calidad del agua determinación del número más probable (NMP) de coliformes totales, coliformes fecales (termotolerantes) y *Escherichia coli* presuntiva." Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Dirección General de Normas. 2000.
 - Norma Mexicana.NMX-AA-113-SCFI-1999. "Análisis de agua – Determinación de helminto- Método de Prueba." Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Dirección General de Normas. 2000.
 - Norma Oficial Mexicana. NOM-112-SSA1-1994. "Bienes y servicios. Determinación de bacterias coliformes, técnica del número más probable." Diario Oficial de la Federación, 10 de mayo de 1995.
 - Norma Oficial Mexicana. NOM-001-ECOL-1996. "Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales." Diario Oficial de la Federación, 1 de abril de 1997.
 - Norma Oficial Mexicana. NOM-001-ECOL-1996. "Anexo. Determinación de Huevos de Helminto." Diario Oficial de la Federación, 1 de abril de 1997.
 - Organización Panamericana de la Salud. "Agua. Agua y Salud." OPS/HEP/99/33. OPS, ORE. OMS. 1999.
 - Organización Panamericana de la Salud. "Agua. La Desinfección del Agua." OPS/HEP/99/32. OPS, ORE. OMS. 1999.
 - Sandoval, A. y Carlos, G. "Programa Agua Limpia. Determinación de coliformes fecales." IMTA, SARH, CNA. Manual No. 6, 2ª Ed. 1992.
 - Yates, M. V. "Biomonitors of Environmental Contamination." Encyclopedía of Microbiology, Vol. 1. Academic Press, Inc. 1992.
-

GLOSARIO

Agua desionizada: Agua a la cual se le eliminó parcial o totalmente iones mediante el empleo de resinas intercambiadoras de iones.

Agua destilada: Agua que pasó por un proceso de evaporación y de condensación.

Agua residual: Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, agrícolas, pecuarias, domésticas y similares, así como la mezcla de ellas.

Bacterias: Nombre que reciben los organismos unicelulares y microscópicos, que carecen de núcleo diferenciado y se reproducen por división celular sencilla.

Bitácora: Cuaderno debidamente foliado e identificado en la cual se anotan todos los datos de los procedimientos que se siguen en la toma y análisis de una muestra, así como toda la información pertinente y relevante al trabajo de campo y laboratorio. Es a partir de dicha bitácora que los inspectores pueden reconstruir el proceso de muestreo y análisis de una muestra tiempo después de que se lleva a cabo.

Canal: Canal artificial de forma y dimensiones bien determinadas que permite la medición del flujo.

Caudal: Cantidad de agua que mana de una fuente o que lleva un canal o un río

Coliformes fecales: Organismos termotolerantes de crecimiento aeróbico a $44^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ en un medio de cultivo lactosado con producción de ácido y gas dentro de un periodo de 48 horas.

Contaminación: Alteración de las aguas, del aire, de los alimentos, etcétera, por las actividades del hombre.

Desinfección: Tratamiento para eliminar o inactivar los agentes patógenos

Epidemias: Enfermedad infecciosa que se propaga por un país, acometiendo al mismo tiempo a gran número de personas.

Esterilización: Proceso destinado a inactivar o eliminar todos los organismos vivientes, incluyendo las formas vegetativas y de formación de esporas, así como los virus.

Gastroenteritis: Inflamación de estómago e intestinos.

Huevos de Helminto: Término designado a un amplio grupo de organismos que incluye a todos los gusanos parásitos (de humanos, animales y vegetales) y de vida libre, con forma y tamaños variados. Poseen órganos diferenciados, y sus ciclos de vida comprenden la producción de huevos o larvas, infecciosas o no y la alternancia compleja de generaciones que incluye hasta tres huéspedes diferentes.

Hospedero: Organismo capaz de sustentar el crecimiento de un virus o parásito.

Infección: Desarrollo de un organismo dentro del cuerpo.

Inhibición: Proceso por el cual se impide la manifestación de un comportamiento.

Inhibidor: Que inhibe. Sustancia capaz de eliminar o reducir la corrosión y la oxidación de un metal. Sustancia capaz de evitar o atenuar la velocidad de una reacción.

Inhibir: Suspende transitoriamente una función o actividad del organismo mediante la acción de un estímulo adecuado.

Inmune: Capaz de resistir una enfermedad infecciosa. No atacable por ciertas enfermedades.

Inmunología: Parte de la medicina que estudia los fenómenos relativos a la inmunidad.

Latencia: Es el tiempo necesario para que el patógeno una vez excretado sea infeccioso al receptor. Las bacterias, virus y protozoarios pueden infectar inmediatamente y los helmintos requieren de un hospedero intermediario.

Límite máximo permisible: Valor o rango asignado a un parámetro, el cual no debe ser excedido en la descarga de agua residual.

Microorganismo: ser vivo que sólo se puede observar utilizando microscopios ópticos o electrónicos.

Muestras duplicadas: Se usan para verificar la precisión de la colecta de campo o el análisis de laboratorio. Se colectan los duplicados a la vez que las muestras de calidad del agua y en el sitio u hora que se crea con mayor contaminación.

Muestra simple: La que se toma en el punto de descarga, de manera continua, en día normal de operación que refleje cuantitativa y cualitativamente el o los procesos más representativos de las actividades que generan la descarga, durante el tiempo necesario para completar cuando menos, un volumen suficiente para que se lleven a cabo los análisis necesarios para conocer su composición, aforando el caudal descargado en el sitio y en el momento del muestreo.

Muestreo: Acción que consiste en tomar un volumen considerado como representativo de algo, agua suelo, plantas, animales, etcétera; con la finalidad de examinar diversas características definidas.

Parásitos: Cualquier organismo que vive sobre o dentro de otro organismo vivo, del que obtiene parte o todos sus nutrientes, sin dar ninguna compensación a cambio al hospedado.

Patógenos: Elementos o microorganismos que originan las enfermedades

Portador: Individuo que libera continuamente organismos infectantes, pero que no muestra los síntomas de la enfermedad.

Preservación: Acción de proteger una cosa contra los agentes que puedan destruirla o dañarla.

Preservación de las muestras: Proceso por el cual, por medio de adición de productos químicos o la modificación de las condiciones físicas o ambas, se reducen al mínimo los cambios de las características de la muestra a terminar durante el tiempo que transcurre entre el muestreo y el análisis.

Protozoarios: Son microorganismos eucariontes unicelulares que carecen de pared celular

Punto de muestreo: Posición precisa en una zona de muestreo donde son tomadas las muestras.

Riego restringido: La utilización del agua residual destinada a la actividad de siembra, cultivo y cosecha de productos agrícolas, excepto legumbres y verduras que se consumen crudas.

Riego no restringido: La utilización del agua residual destinada a la actividad de siembra, cultivo y cosecha de productos agrícola en forma ilimitada como forrajes, granos, frutas, legumbres y verduras.

Turbulencia: Movimientos desordenados de los hilillos en la corriente turbulenta de un fluido en el cual las moléculas en vez de seguir trayectorias paralelas, describen trayectorias sinuosas y forman torbellinos.

Virus: Organismo parásito capaz, por su pequeño tamaño, de atravesar los filtros bacteriológicos y de actuar como un agente infeccioso.

RESPUESTAS A LA AUTOEVALUACIÓN

1. a)
2. b)
3. c)
4. b)
5. b)
6. c)
7. b)
8. c)
9. a)
10. b)

ANEXO

PREPARACIÓN DE SOLUCIONES

Tiosulfato de sodio al 10%.

Pesar 10 g de tiosulfato) de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) y disolver en 100 ml de agua destilada, agitando continuamente hasta su total disolución. Almacenar en un frasco de plástico en refrigeración a 4°C

EDTA (Sal tetrasódica de ácido etilén-diamino-tetraacético) al 15%

Pesar 15 g de EDTA y disolver en 100 mL de agua destilada con agitación continua y ligero calentamiento hasta su completa disolución, ajustar el pH a 6.5 unidades. Almacenar en frasco de plástico a 4°C.

Formaldehído al 4%.

Tomar 4 mL de formaldheído y diluir en 96 mL de agua destilada, agitar la muestra para su homogenización. Almacenar en frascos de plástico, no requiere refrigeración.



IMTA

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA

CENTRO DE CONSULTA DEL AGUA

PAPELETA DE DEVOLUCION

El lector se obliga a devolver este libro antes del
vencimiento del préstamo señalado por el último sello

--	--	--

IMTA/CCA/F/PD

FORMA IMTA-D-036

Apartado Postal 202 CIVAC, Mor. 62500
Jiutepec, Mor.

SERIE AUTODIDÁCTICA DE MEDICIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN DEL AGUA (CNA)
COORDINACIÓN DE TECNOLOGÍA HIDRÁULICA (IMTA)

SERIE VERDE

ISBN	TÍTULO	AUTORES
968-7417-82-X	FUNDAMENTOS TÉCNICOS PARA EL MUESTREO Y ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES	ANA LUISA ARCE VELÁZQUEZ CÉSAR G. CALDERÓN MÓLGORA ANA CECILIA TOMASINI ORTÍZ
968-7417-85-4	MUESTREO Y PRESERVACIÓN PARA COLIFORMES FECALES Y HUEVOS DE HELMINTO	ANA CECILIA TOMASINI ORTÍZ
968-7417-83-8	MUESTREO Y PRESERVACIÓN DE GRASAS Y ACEITES, Y DETERMINACIÓN DE CAMPO DE pH, TEMPERATURA Y MATERIA FLOTANTE	ANA LUISA ARCE VELÁZQUEZ
968-7417-86-2	IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE SISTEMAS PRIMARIOS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	CÉSAR G. CALDERÓN MÓLGORA
968-7417-88-9	AFOROS DE DESCARGAS	ALFREDO A. GONZÁLEZ CAMACHO
968-7417-87-0	IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS SECUNDARIOS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	CÉSAR G. CALDERÓN MÓLGORA
968-7417-84-6	MUESTREO Y PRESERVACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	RAFAEL F. GÓMEZ MENDOZA MANUEL SÁNCHEZ ZARZA
968-7417-89-7	RIESGO Y SEGURIDAD EN EL MUESTREO Y ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES	ANA LUISA ARCE VELÁZQUEZ ROGELIO LÓPEZ LÓPEZ