

640K93001A

**Oficina de la Investigación y del Desarrollo -  
en el EPA**

La Oficina de la Investigación y del Desarrollo (ORD) conduce un programa integral de la investigación y del desarrollo de los orígenes, de la transportación y del proceso de destinación, de la vigilancia, del control, de la evaluación de los riesgos, y de los efectos de los contaminantes ambientales. Estas actividades son implementadas por medio de las oficinas centrales, oficinas de soporte técnico, y doce laboratorios de investigación distribuidos por todo el país. La investigación se enfoca en los asuntos claves científicos y técnicos, para así generar decisiones sólidas hoy, y de esa manera anticipar los desafíos complejos del mañana. Con un programa de investigación fuerte y concisa, que da soluciones menos costosas y mas efectivas, se previene el daño total al medio ambiente.

*Foto de la cubierta por Lang Photography.*

“El total de los casos reportados de la epidemia llegan a ser casi tres cuartos de un millón. Desde el origen de la epidemia en enero de 1991, el numero de casos reportados han sido 746,968, con 6.448 muertes.”

*(Epidemia de Cólera en las Américas, CDC Actualización, 11 de febrero de 1993)*

Aunque estas estadísticas son alarmantes, el riesgo de un brote extensivo de cólera propagado por el agua en los Estados Unidos es mínimo. Tratamiento efectivo de las aguas potables y residuales junto con los hábitos adecuados de higiene personal, han contribuido a una línea de defensa exitosa contra la propagación de cólera en los EE.UU. De todos modos, la facilidad de viaje internacional ha asegurado la importación de una gran variedad de enfermedades que no son consideradas como nativas de Norte América.

Adicionalmente, a pesar de que las fatalidades causadas por enfermedades propagadas por el agua han disminuido dramáticamente en los Estados Unidos durante este siglo, reportes anuales de enfermedades causadas por microorganismos propagados por el agua continua estando en los miles. Por ejemplo, solo un brote de cryptosporidiosis propagado por el agua en el oeste de Georgia (1987), afecto a un estimado de 13,000 personas. En las “colonias” (poblaciones pobres en el borde entre Méjico y Tejas), altos niveles de enfermedad han sido asociados con la falta de acueductos públicos y el tratamiento inadecuado de las basuras. Mientras las palabras “fiebre tifoidea” se desvanecieron de nuestro vocabulario, palabras como “Giardia,” “Legionella,” y “Virus Norwalk” se están volviendo mas familiares.

La Agencia para la Protección del Ambiente de los Estados Unidos (U.S. EPA), por medio de su Oficina de Investigación y Desarrollo (ORD), esta conduciendo una investigación para así mejorar el entendimiento y la prevencion de la contaminación del agua con microorganismos dañinos. Desde la vigilancia de nuestros sistemas de agua subterránea por patogenos virales...al desarrollo de tecnologías mas efectivas para sistemas grandes o pequeños...a la suministracion de asistencia tecnica que es critica en otras naciones, científicos e ingenieros del ORD continuan con su mision de asegurar aguas sanas. Como el enfoque de nuestros esfuerzos se ajusta para enfrentar los desafios que emergen, exitos pasados y presentes añaden a nuestro arsenal científico contra la enfermedad.

*Un investigador esta aislando una bacteria infecciosa en una de las camaras de contenimiento de patogenos de ORD.*



Imprimido en Papel Reciclable

## Microorganismos Asociados con Enfermedades Propagadas por el Agua

Los siguientes grupos de microorganismos han sido relacionados con la producción de enfermedades propagadas por el agua. Al mismo tiempo que cada patógeno es aislado e identificado como una amenaza contra la calidad del agua, los investigadores del ORD tratan de descubrir las barreras y métodos de desinfección, cuya combinación es la más efectiva para minimizar el riesgo de exposición a los humanos.



Bacteria. Las bacterias son las formas de vida más dadas. Un patógeno bacteriano puede oscilar de aproximadamente 0.4 a 14  $\mu\text{m}$  (un  $\mu\text{m}$  o "micrometro" es lo mismo que un mil de un milímetro) en longitud, y de 0.2 a 1.2  $\mu\text{m}$  de ancho. Patógenos bacterianos clave que son responsables por enfermedades propagadas por el agua incluyen *Legionella*, *Salmonella tífica*, *Shigella*, y *Vibrio cholerae*.



Virus. Los virus están inactivos cuando están fuera de una célula anfitriona. Virus relacionados con enfermedades propagadas por el agua, tienen capas de proteína que proveen protección contra los peligros del ambiente y tienen medidas desde 0.02 a 0.09  $\mu\text{m}$ . Al contrario de la bacteria y de los protozoos, ellos sólo contienen una clase de ácido nucleico (RNA o DNA). Patógenos clave incluyen hepatitis A y el virus Norwalk.



Protozoo. Los protozoos, que son comunes en abastos de agua, son más grandes que las bacterias y los virus. Para sobrevivir condiciones difíciles del medio ambiente, algunas especies pueden producir una capa protectora y tomar un periodo de descanso llamado un "quiste." El enquistamiento puede proteger un protozoo contra la desinfección del agua potable, y de esta manera, facilitar la propagación de la enfermedad. Los protozoos clave que están siendo estudiados como los agentes de ciertas enfermedades propagadas por el agua incluyen *Giardia* y *Cryptosporidium*.

Fotos del virus y de la bacteria por CNRI/SPL/Photo Researchers, Inc

## ¿Por qué enfermedades propagadas por el agua no pueden ser eliminadas?

Microorganismos están presentes en todas partes de nuestro medio ambiente. Invisibles al ojo humano, muchos de estos microbios pueden ser encontrados en la tierra, el aire, la comida, y el agua. Aunque los seres humanos carecen de microorganismos antes de nacimiento, las circunstancias de exposición constante (ej. respirar, comer, y beber) dejan que una flora microbiana se establezca en nuestro cuerpo sin riesgos graves.

Los Patógenos microbiales (microorganismos capaces de causar enfermedades), sin embargo, pueden y usualmente hacen daño a quien se infecta. Además, enfermedades que para individuos sanos pueden ser causadas por el "clima," pueden ser fatales para individuos que tienen un sistema inmunodeficiente. En unos casos, una infección puede persistir y crear un "estado portador," donde el agente de una enfermedad puede refugiarse en el cuerpo (y propagarse) sin síntomas aparentes.

Enfermedades propagadas por el agua son típicamente consideradas como esas enfermedades que resultan por la ingestión de agua contaminada. Otras formas de infección que están siendo estudiadas por el EPA, incluyen la inhalación de vapores de agua, y también, los contactos entre cuerpos durante baños (patógenos oportunistas) en hospitales.

Puesto que la ingestión voluntaria de agua (beber agua) y el bañarse son prácticas universales, y la ingestión accidental durante actividades recreativas (ej. nadar, esquiar en el agua, chapotear) son comunes, protección inadecuada de la integridad del agua puede resultar en una erupción extensa de brotes (los Centros para el Control de Enfermedades define que un brote es dos o más casos de una

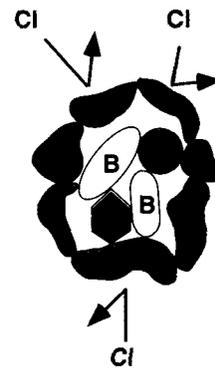
enfermedad que pueden ser remontados a un origen común). Debido a que los síntomas pueden ser moderados y de corta vida, se estima que solamente una fracción de los brotes propagados por el agua es reconocida, reportada, e investigada. De estos, el agente patógeno es identificado solamente en la mitad de los casos. Adicionalmente, los expertos creen que algunos de los brotes de las enfermedades que son relacionadas con las comidas, pueden ser originadas por una infección inicial, (ej. de un trabajador en un restaurante) causada por el agua potable contaminada.

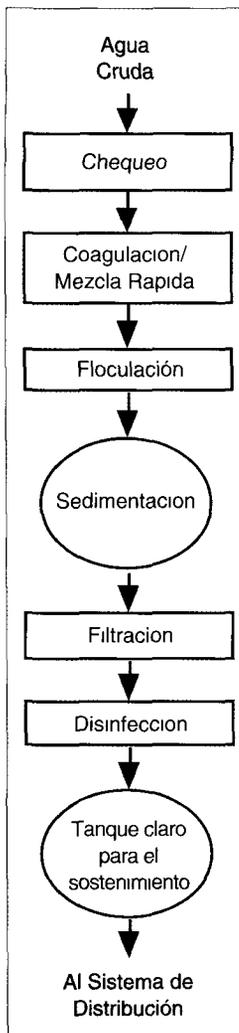
Las bacterias, los virus, y los protozoos son los grupos de microorganismos que contienen patógenos primordialmente concernientes en el estudio de enfermedades que son propagadas por el agua. Para eliminar estos patógenos de nuestras aguas, especialmente de las aguas potables, parece simple teóricamente. Simplemente mezcle un desinfectante, permita suficiente tiempo de contacto para así asegurar la inactivación (haciendo que los microbios sean incapaces de producir la enfermedad) y suministre el agua a las líneas de distribución.

En realidad, muchas circunstancias hacen que el escenario anterior sea imposible de realizar. Las características físicas del agua, representadas primariamente por contenidos disueltos y sólidos, pueden afectar el proceso de desinfección. El contenido químico, que ocurre naturalmente tanto como antropógenicamente (ej. producido por humanos), interfiere con las reacciones químicas deseadas durante el tratamiento y la desinfección. Finalmente los patógenos asociados (ej. encajonados o amontonados) con organismos más complejos (ej. alga, rotíferos, gusanos) pueden ser resistentes a la acción de los desinfectantes.

*Es estimado que nadadores y chapoteadores ingieren de 0.3 a 1.7 onzas de agua, cada vez que lo hacen.*

*Para matar o inactivar contaminantes del agua potable, como bacteria (B), protozoo (P), y virus (V), adecuado tiempo de contacto con el desinfectante (cloro o Cl en esta presentación) deben ser permitidos. Absorción de y el estacamiento de partículas sólidas (S) pueden inhibir el proceso de desinfección.*





**Figura 1.** Diagrama de fabricación simplificado para el proceso del tratamiento de agua potable.

Para saltar estos obstáculos en la desinfección, el tratamiento exitoso del agua potable y residual generalmente incluye una serie de pasos. Los diagramas de fabricación en las figuras 1 y 2 muestran los pasos que se usan en los procesos típicos de desinfección del agua potable y residual.

En el caso de la desinfección del agua potable, cuando las impurezas han sido retiradas, suficiente desinfectante es añadido para inactivar los patógenos. Adicionalmente, un nivel residual del desinfectante debe ser mantenido a través del sistema de distribución para proteger contra problemas que puedan ocurrir (ej. microorganismos que se filtran a través de cráteres en las líneas de distribución o por la regeneración de los mismos).

Operación correcta del sistema de distribución y de las prácticas correctas del mantenimiento son esenciales para restringir la entrada, la recuperación, y la supervivencia del patógeno. Estas prácticas (en acordanza con Geldreich y todos, 1992) incluyen:

- Desagüe sistemático de todo el sistema de distribución “para obtener un mejor movimiento del residuo de cloro por todas las partes de la cañería ... para así desplazar el agua periódicamente, que esta estática en secciones donde el flujo es lento, y donde el agua esta estancada en cañerías con finales sin salida y en tanques de reserva;”
- Arreglos y reemplazos efectivos de los componentes de la línea de distribución (ej. rompimiento de tuberías principales y de contadores de servicio) en una manera sanitaria (ej. partes limpias, desinfectadas, y el desagüe de las líneas reparadas, las válvulas, y los accesorios);
- Previendo que los patógenos sean absorbidos por el sistema de

distribución por medio del mantenimiento de una presión positiva continua y de la preservación de barreras entre las aguas publicas y residuales, o del drenaje de aguas de lluvia;

- Cambiando los lugares de la extracción de ejemplos durante la vigilancia, para así producir una información mas representativa de todo el sistema.

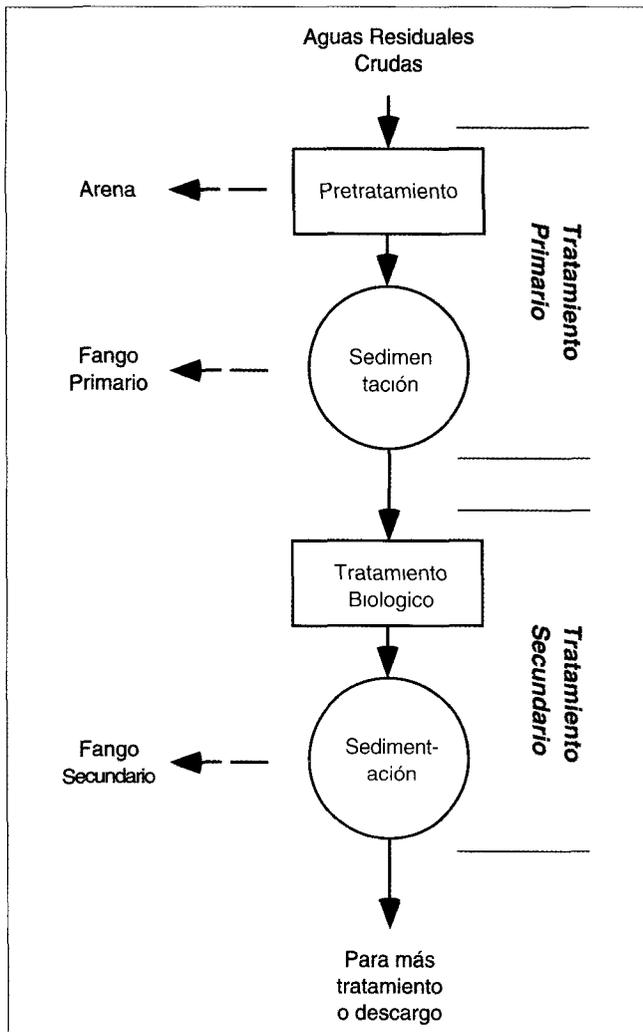
Mientras que la importancia del tratamiento de los abastos de agua para asegurar que el agua potable sea sana parece obvia, la necesidad de dedicar el mismo esfuerzo para la reducción de los patógenos microbiales en el agua residual no son siempre tomados en cuenta. El desagüe del agua residual que no ha sido tratada o que ha sido tratada inadecuadamente a los abastos de agua que son usados por otras comunidades, presenta un riesgo muy alto para la salud. Los abastos de agua cargados con muchos microorganismos causantes de enfermedades, pueden reducir la eficacia de los procesos de tratamiento de agua potable que están “cuesta abajo” en el tratamiento. Tales avances, como los sistemas de desinfección de luz ultravioleta, inicialmente investigados como opciones en la desinfección del agua residual hace varios años, están siendo mas aceptados actualmente, y además, con los mejoramientos recientes del diseño, son mas seguros. Esta tecnología ha demostrado ser capaz de satisfacer el criterio de desinfección ya existente, sin la soltura de derivados peligrosos de la desinfección.

### ¿Que Progreso Se Ha Hecho?

A principios de este siglo, las enfermedades propagadas por el agua que son de mayor interés en los

**Algunas Enfermedades Propagadas por el Agua que son de  
Importancia en los Estados Unidos**

<b>Enfermedad</b>	<b>Agente Microbial</b>	<b>Síntomas Generales</b>
Amebiasis	Protozoo ( <i>Entamoeba histolytica</i> )	Incomodidad abdominal, fatiga, diarrea, flatulencia, perdida de peso
Campylo- bacteriana	Bacteria ( <i>Campylobacter jejuni</i> )	Fiebre, dolor abdominal, diarrea
Cólera	Bacteria ( <i>Vibrio cholerae</i> )	Diarrea aguada, vomito, calambres musculares ocasionales
Cryptospor- idiosis	Protozoo ( <i>Cryptosporidium parvum</i> )	Diarrea, incomodidad abdominal
Giardiasis	Protozoo ( <i>Giardia lamblia</i> )	Diarrea, incomodidad abdominal
Hepatitis	Virus (Hepatitis A)	Fiebre, escalofríos, incomodidad abdominal, ictericia, orín oscuro
Shigellosis	Bacteria (especies de <i>Shigella</i> )	Fiebre, diarrea, excrementos sangrados
Fiebre Tifoidea	Bacteria ( <i>Salmonella typhi</i> )	Fiebre, dolor de cabeza, estreñimiento, perdida de apetito, náusea, diarrea, vomito, aparición de un sarpullido abdominal
Gastroenteritis Viral	Virus (Norwalk, rotavirus y otros tipos)	Fiebre, dolor de cabeza, incomodidad gastrointestinal, vomito, diarrea



**Figura 2.**  
Diagrama de simplificación de un proceso típico del tratamiento de aguas.

Estados Unidos fueron la fiebre tifoidea y la amebiasis. De las 1,087 muertes asociadas con brotes de enfermedades propagadas por el agua entre 1920 y 1991, 943 fueron atribuidas a la fiebre tifoidea, mientras 102 fueron causadas por amebiasis. En total, 83% de las muertes ocurrieron antes de 1936, y menos de 1% ocurrieron después de 1970. Adicionalmente, el número de brotes de enfermedades en sistemas de aguas públicas desde 1945 es una mitad más que los casos reportados durante la

primera mitad de este siglo. La reducción de las fatalidades y del número de brotes, indica que progreso ha sido hecho en la prevención de ciertas enfermedades propagadas por el agua. La mayoría de este progreso ha sido el resultado del incremento de la implementación de prácticas muy importantes para el tratamiento de aguas (ej. filtración, desinfección, tratamiento de desagues). A pesar de un progreso considerable, las aguas de la nación continúan siendo fuentes de enfermedad. Las aguas tienen que ser rigurosamente examinadas por indicadores de contaminación fecal.

En 1974, el congreso legislo el Acto de Agua Potable Sana (SDWA), estableciendo un programa regulador entre agencias locales, estatales, y federales para así ayudar a asegurar la provisión de agua potable y sana en los EE.UU. Los estados son responsables de la administración y del cumplimiento de estas regulaciones para los sistemas de distribución públicos de agua potable que tienen quince o más conexiones de servicio, o que sirven regularmente un promedio de 25 o más personas diariamente en por lo menos 60 días del año. Sistemas de distribución de aguas públicas deben proveer el tratamiento de agua, asegurar la calidad del agua potable por medio de la examinación, y proveer notificación pública si hay problemas de contaminación.

Relacionado con la prevención de enfermedades propagadas por aguas contaminadas, el SWDA requirió que el EPA:

1) establezca marcas numéricas, que se refieran al Nivel Máximo de Contaminantes (MCL – la concentración de contaminante más alta permitida en el agua potable) o requisitos para las técnicas de tratamiento de contaminantes en abastos de agua pública;

2) expida regulaciones publicas requiriendo la vigilancia de todos los contaminantes regulados, y de ciertos que no son regulados, dependiendo del numero de personas servidas por el sistema, del origen del abasto de agua, y de los contaminantes que probablemente serán hallados;

3) establezca criterios por los cuales los sistemas serán obligados a filtrar el agua de fuentes superficiales; también tiene que desarrollar procedimientos para que los estados puedan determinar cuales sistemas de distribución de agua tienen que usar filtración.

4) desarrolle las reglas de desinfección para todos los abastos de agua publica; y

5) requiera que todos los estados desarrollen Programas de Protección de Manantiales diseñados para proteger contra los orígenes de las áreas contaminadas, y alrededor de los pozos que suministran agua a los sistemas publicas de agua potable.

Por medio de la Regla de Tratamiento de Agua de la Superficie (SWTR), el EPA ha establecido requerimientos de tratamiento para el control de contaminantes microbiológicos en los sistemas de aguas publicas que usan abastos de agua de la superficie (y abastos de agua subterráneos que están directamente bajo la influencia del agua de la superficie). Estos requisitos incluyen los siguientes:

1) el tratamiento tiene que eliminar o inactivar por lo menos 99.9% de los quistes de *Giardia lamblia* y 99.99% de los virus;

2) todos los sistemas tienen que desinfectar, y se les requiere que filtren, si no alcanzan el nivel del criterio de la calidad y del criterio del lugar específico;

3) las regulaciones para establecer criterios que determinen si el tratamiento, incluyendo la eliminación de la turbiedad (partículas de materia suspendidas), y los requisitos de desinfección son adecuados; y

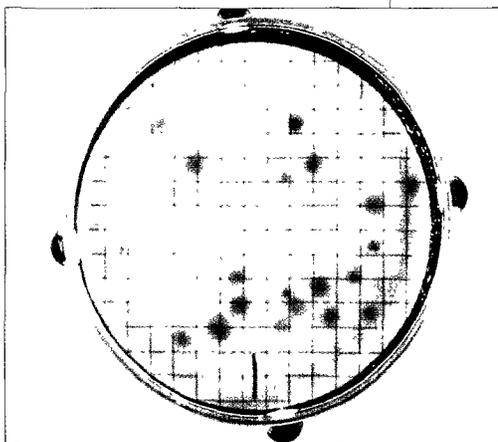
4) todos los sistemas tienen que ser operados por operadores calificados como sean determinados por los estados.

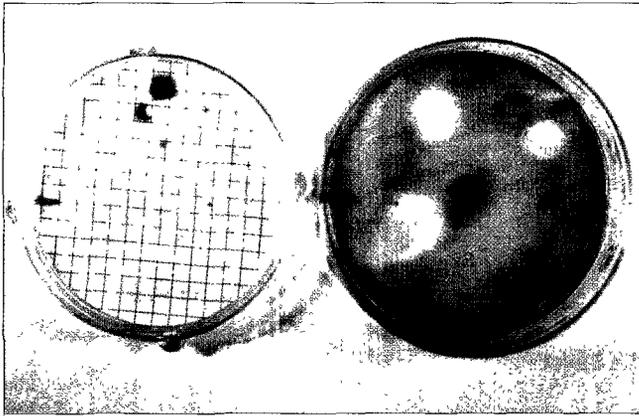
### Investigación Actual del EPA — Barreras Contra la Contaminación

Aunque los métodos del tratamiento del agua y de la desinfección son bastante efectivos en la reducción de los microbios, el agua potable final no es estéril. La supervivencia y la reproducción de microorganismos en los sistemas de distribución del agua potable pueden conducir al deterioro de la calidad del agua e incluso a la inconformidad de su suministro. La reproducción se ha asociado en gran parte a las bacterias heterótroficas (es decir, aquellas bacterias – incluidos los agentes patógenos – que requieren componentes orgánicos preformados como las fuentes de carbono y de energía). El crecimiento bacterial tiene lugar en las paredes del sistema de distribución (conocidas como "biofilme") y en el agua, como células

**Actualmente, es estimado que van a haber sobre 100,000 violaciones de el SDWA anualmente. Casi la mitad de estas serán violaciones de MCL. De estas, la mayoría serán violaciones microbiológicas cometidas por sistemas pequeños.**

*El procedimiento de un paso del filtro de membrana para la enumeración de E. coli en aguas recreativas. Las colonias amarillas son E coli, mientras que las colonias azules, rojas y púrpuras son otros coliformes.*





*La evaluación de citotoxicidad en su lugar por bacteria heterotrófica encontrada en el agua potable. Heterotrofos tomados del agua potable de colonias individuales amarillas (izquierda) que pueden ser transferidas a un cultivo de tejido celular (derecha). La formación de placas (ej. áreas claras causadas por la destrucción de células infectadas) en el tejido del cultivo pueden indicar virulencia y pueden indicar la necesidad de mas acción.*

**En los países subdesarrollados, enfermedades propagadas por el agua todavía son un problema mayor. La Organización Mundial de la Salud ha estimado que mas personas mueren anualmente de diarrea propagada por el agua que de cáncer o SIDA.**

vivas independientes o como células ligadas a cuerpos sólidos que están suspendidos. Un fenómeno de facetas múltiples, la reproducción bacterial esta influida principalmente por la temperatura, por el periodo de resistencia en las unidades de la cañería y de deposito, por la eficacia de desinfección, y por los nutrientes.

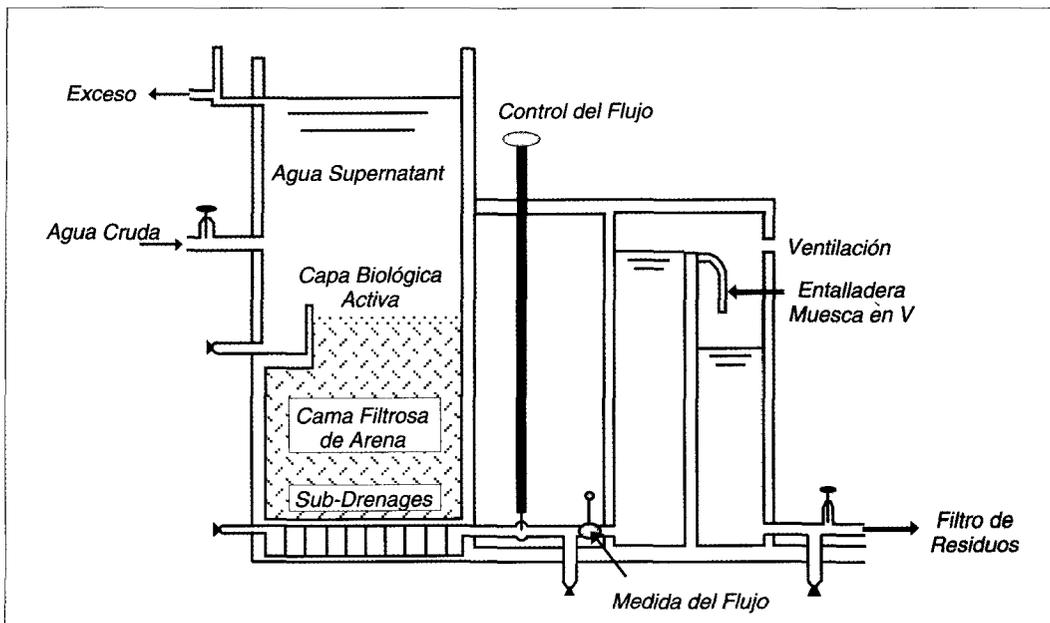
El carbono orgánico asimilable (AOC) es la parte del carbono orgánico total (TOC) disuelto en agua que es usado fácilmente por los microorganismos como una fuente de carbono (es decir, nutrientes). Los investigadores del ORD están investigando actualmente los procesos de tratamiento para controlar el AOC. Un proceso prometedor es la filtración activa biológica, donde las agrupaciones bacteriales son establecidas intencionadamente en los filtros que son usados, o biodegradados, cuando el AOC pasa. Este proceso de tratamiento debe emplearse antes de la desinfección final para que las bacterias que se escapan del filtro puedan ser controladas adecuadamente. Como se

describe en la Figura 1, la mayoría de los acueductos no desinfectan con cloro hasta mas adelante en el proceso de tratamiento. Esto limita la formación de subproductos de la desinfección (es decir, aquellos componentes como el cloroformo producido cuando el cloro reacciona con el carbono orgánico desarrollado naturalmente).

Para lograr la desinfección al principio del tratamiento, algunos acueductos utilizan ozonización. Mientras que el ozono es un desinfectante muy fuerte, también convierte una porción de el TOC en AOC. Los investigadores del ORD están examinando las ventajas (ej. desinfección de bacterias, virus y quistes de protozoos, control del color, control de sabor y de olor, mejoramiento de la coagulación, y la oxidación parcial que ocurre naturalmente del carbón orgánico cuando reacciona con el cloro) y desventajas del ozono (ej. mejoramiento de AOC, conversión de bromuro a bromato, y formación de sus propios subproductos de desinfección como formaldehído).

El proyecto titulado "EPANET" envuelve el desarrollo y ensayo de un modelo para la calidad del agua para los sistemas de distribución de agua potable. El modelo EPANET es un programa de computadores que ejecuta simulaciones a largo plazo del comportamiento y de la propiedad hidráulica de la calidad del agua dentro de las redes de distribución. El programa sigue el flujo de agua en cada cañería, la presión en cada conexión de las cañerías, la altura del agua en cada tanque, y la concentración de un contaminante a través de la red durante un periodo de simulación de tiempos múltiples. La edad del agua y el origen pueden ser simulados también.

EPANET puede ser usado para analizar la pérdida del residuo del



desinfectante, para diseñar programas sobre muestras de la calidad del agua, y para ejecutar evaluaciones de los riesgos de la exposición del agua potable, y para calibrar las redes de los modelos hidráulicos. Esto puede proveer un ejemplo de los cambios en la utilización de la fuente del agua, en los niveles de almacenamiento de agua bombeada, en la utilización de un satélite de tratamiento, y en la limpieza de cañerías específicas que puedan afectar la calidad del agua potable.

En apoyo para los sistemas para el tratamiento de agua potable en comunidades pequeñas y en pueblos (menos de 3,300 personas), investigadores del ORD están diseñando, modificando, y probando "Los Paquetes de Plantas Híbridas para el Tratamiento del Agua Potable." Estos paquetes de plantas son hechos en la fábrica, montadas en patines, y listas para ser usadas con una preparación mínima para la instalación. Estos muestran menos costos que plantas que son hechas en la locación específica por

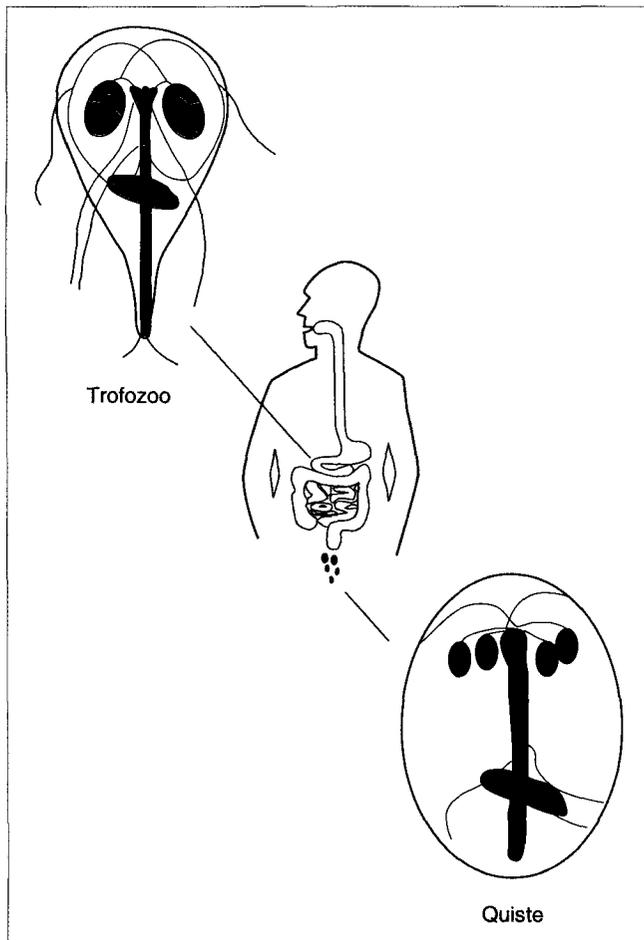
encargo y pueden incorporar cualquier proceso para el tratamiento de agua potable. Tecnologías prometedoras que están siendo consideradas para la incorporación en los procesos incluyen membranas, oxidación avanzada, filtros de bolsa y oxidación fotocatalítica. Por medio de la combinación, modificación y adaptación de métodos convencionales de tratamiento con tecnologías innovadoras, unas variedades más amplias de contaminantes (incluyendo patógenos) pueden ser eliminadas, y la conformidad a las reglas del SDWA podrá ser facilitada.

Una preocupación ha surgido acerca de la habilidad de ciertos quistes patógenos de protozoos, (*cryptosporidium*) de sobrevivir los procesos de tratamiento y de que puedan entrar a los sistemas de distribución. El ORD en su proyecto titulado "Evaluación de los Procesos para la Eliminación de Partículas," está diseñando y probando las técnicas más efectivas de filtración para la eliminación física de los quistes. Siendo estudiadas están la arena

**Figura 3.**  
Elementos básicos para un filtro de arena lento.

**En Minnesota, el 100% de las ratas almizcleras y 7% de los castores examinados fueron positivos por *Giardia*. En cuatro estados del noreste (Maine, New Hampshire, New York, y Vermont), las figuras correspondientes fueron 94% de las ratas almizclera y 17% de los castores.**

Erlandsen et al., 1990.



Las dos etapas del ciclo de la vida de *Giardia lamblia*: la etapa activa del trofozoo y la etapa como un quiste en el cual es resistente al ambiente. Componentes celulares mostrados arriba incluyen nuclei (azul), axonemas (rojo), cuerpos medios (verde).

despacirosa (vea Figura 3), tierra diatómita, y coagulación rápida del proceso de filtración. Resultados de esta investigación contribuirán a las investigaciones anteriores acerca de la filtración de *Giardia lamblia*.

### Investigación Actual del EPA – Protozoo Patogénica Intestinal

Durante los últimos 20 años, mejoramientos importantes han sido establecidos en los métodos cuantitativos para la detección de los patógenos de protozoo intestinal (en especial *Giardia* y *Cryptosporidium*) en el agua. Adicionalmente, ha habido un

progreso en la normalización de estos métodos. Los métodos actuales, sin embargo, toman mucho tiempo y son muy técnicos (necesitando analistas especializados), y no tienen la habilidad de indicar si hay algún trazo de viabilidad (si el quiste está vivo o muerto), o de contagio. Esto ha complicado el desarrollo de la valoración de los riesgos de una manera cuantitativa.

La naturaleza cosmopolita del protozoo intestinal y la certeza de que todos los suministros de agua en la superficie deben estar contaminados con estos organismos han sido establecidos por medio de estudios en animales (castores, ratas almizcleras, y pájaros), y por estudios de la ocurrencia en desagües por todo el país. Diferencias temporales han sido reconocidas, e información acerca de otras aguas ha sido tomada.

Investigación acerca del contagio entre especies de quistes animales y humanos, han establecido que castores y ratas almizcleras son las reservas secundarias de la giardiasis. También, mientras que parece que quistes aviarios no pueden infectar mamíferos, no podemos distinguir entre quistes mamíferos y aviarios en los ejemplos del agua. El propósito del proyecto de ORD llamado “El Desarrollo de Sondas de Genes para la Especificación de *Giardia*” es el desarrollo y el análisis de los métodos de aplicación de sondas genéticas y moleculares, que permitan la clasificación de las especies de *Giardia*.

Las secuencias de los genes de especies de *Giardia* defecada por animales (ej. garzas y ratones) han sido dibujadas, y han sido comparadas con las secuencias que corresponden a la *Giardia* que es encontrada en los humanos. Resultados preliminares indican que por medio del uso de estas secuencias dibujadas, cuando sean

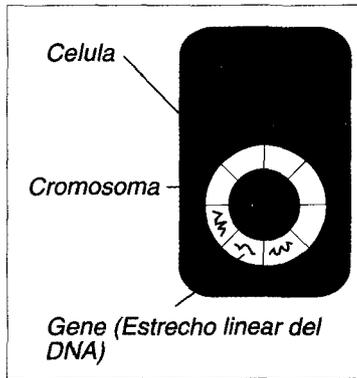
clasificadas con una sonda de detección, *Giardia* de clase humana podrá ser diferenciada de la *Giardia* de ratones y garzas. Las sondas han sido sintetizadas y experimentos muestran como una sonda reacciona con 10 muestras diferentes de *G. lamblia* humana, pero con ninguno de *G. psittaci* (asociado con pájaros), o ni de *G. muris* (asociada con ratones). Hay esperanza de que el proceso de especificación de *Giardia* pueda ser aplicado al estudio de *Cryptosporidium*.

Los métodos actuales de detección no pueden distinguir entre quistes vivos o muertos. Un método para la detección de quistes vivos permitirá la valorización de la importancia de dar resultados positivos, y permitirá el establecimiento de normas numéricas bajo la jurisdicción del SDWA. Los objetivos de los proyectos "Sondas Moléculares para la Detección de los Parásitos de Protozoos" y "La Inducción de Proteínas Estresantes como una Medida de la Viabilidad de los Quistes de *Giardia*" son para descubrir, para separar, y para amplificar las secuencias genéticas específicas (DNA o RNA) que son asociadas con los quistes vivos de *Giardia*. Si estas secuencias específicas pueden ser identificadas, sondas podrán ser desarrolladas para así permitir la prueba de quistes vivos solamente.

Métodos prácticos para la aislación, la identificación, y la numeración de patógenos nacidos en el agua como *Giardia*, todavía no son disponibles. Los métodos de aislación y de identificación son necesarios antes de que los métodos de control puedan ser evaluados, y decisiones regulativas puedan ser vistas como los procesos

de tratamiento requeridos y los MCL's. El objetivo del proyecto del ORD titulado "Métodos Inmunológicos para la Detección de Agentes Etiológicos de Enfermedades Nacidas en el Agua" es el desarrollo de métodos Inmunológicos innovadores para la detección, la identificación, y la numeración de microorganismos patógenos. Métodos Inmunológicos pueden proveer la susceptibilidad y la precisión necesaria para la detección, desde que pocos de los números de organismos necesarios están presentes en grandes volúmenes de aguas, combinados con muchas cantidades de flora y fauna normal.

Para lograr esto, los agentes patógenos tienen que ser aislados, y sus antígenos (proteínas que estimulan el cuerpo y producen anticuerpos) serán usados para producir antisera para las pruebas inmunológicas (ej. ensayo inmunofluorescente, inmunoensayo de enzimas, y radioinmunoensayo).



De 1986 a 1990, 20 brotes de enfermedades propagadas por el agua por el protozoo fueron reportados en los EE.UU., estos brotes ocurrieron en 10 estados y afectaron mas de 15,000 personas

Porque los procesos

de normalización para detectar los

patógenos de protozoos no existen, confusión en la interpretación de los resultados obtenidos por diferentes laboratorios ocurren. El objetivo del proyecto titulado "Métodos para la

**Una investigación epidemiológica trata sobre el estudio y la reincidencia de la enfermedad en una población. En el estudio de enfermedades propagadas por el agua, información epidemiológica puede indicar la necesidad de más tratamientos para el agua potable (ej. filtración).**

Normalización de la Detección de Protozoos Patógenos en el Agua” es el desarrollo de métodos normalizados para la detección de *Giardia* y *Cryptosporidium* en el agua. Estos métodos también asistirán al EPA en la valorización de lo encontrado en la investigación relevante a las actividades regulativas bajo el SDWA.

*Cryptosporidium* es el único microorganismo en la lista de contaminantes en la Oficina de Aguas Subterráneas y de Aguas Potables, el cual será discutido en la próxima ronda de regulaciones. Valorización cuantitativa del riesgo de este organismo es impedida por la inhabilidad de obtener alguna información sobre la dosis para una infección en humanos, y por la falta de información sobre la dosis en animales. Adicionalmente, poco es sabido de la longevidad y de la habilidad del cuerpo para protegerse de una infección de *Cryptosporidium*.

El objetivo del proyecto llamado “Dosis Infecciosa de *Cryptosporidium* y la Respuesta Inmunológica” es el determinar la dosis de *cryptosporidium* para una infección, y la respuesta Inmunológica en voluntarios humanos. Organismos conocidos por dar infecciones a los humanos, serán obtenidos de becerros infectados, y serán administrados por medio del agua potable a los voluntarios. Conclusiones tomadas de este experimento, podrán ayudar a moldear el futuro de las regulaciones para los niveles máximos de contaminantes.

En preparación para el desarrollo de las reglas para la desinfección y la desinfección de subproductos, información en la formación de quistes de *Giardia* y de oóquistes (oocyst) de *Cryptosporidium* en las fuentes de agua y a través del proceso del tratamiento de agua potable debe ser acumulado. Por medio del proyecto titulado “Niveles de Quistes y Oóquistes (oocyst) en el Río Ohio”, el

ORD esta vigilando mensualmente una muestra de agua cruda (tomada del río), más ejemplos tomados en otros puntos del proceso de tratamiento. Aunque los métodos actuales son basados en el examen microscópico de los ejemplos concentrados obtenidos de los abastos de agua, ensayos de la membrana de inmunoflorescencia y de las técnicas de la sonda de genes, están siendo usados para este proyecto. Las condiciones de este proyecto serán usadas en una investigación hecha a lo largo de la nación, por la ocurrencia de estos organismos en los manantiales de agua.

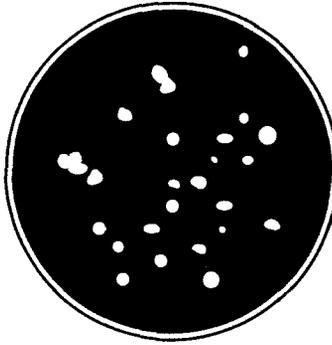
A principio de los años 80<sup>a</sup>, un estudio de las enfermedades nacidas en el agua en el estado de Washington, sugirió que ciertos elementos son requeridos para un buen programa de la vigilancia y de la investigación de enfermedades nacidas en el agua. Desde entonces, computadores han sido introducidos. Éstos pueden incrementar el potencial de eficiencia en el reporte de enfermedades. Aunque brotes de cryptosporidiosis han sido asociados con el agua potable, el significado relativo de agua potable en la transmisión de esta enfermedad es desconocido. El proyecto titulado “Vigilancia de Enfermedades Nacidas en el Agua/Estudio de la Probabilidad de una Epidemia de Cryptosporidiosis” esta siendo hecho para 1) evaluar las estrategias sistemáticas para la evaluación de enfermedades nacidas en el agua, programas de computadores y programas educacionales en los departamentos de salud locales y estatales, y 2) para diseñar un estudio epidemiológico para enfrentar la importancia de agua potable en la transmisión de cryptosporidiosis. Resultados de estos esfuerzos pueden iluminar el entendimiento y el seguimiento de brotes de enfermedades nacidas en el agua por todo el mundo.

## Investigación Actual del EPA – Virus

Tradicionalmente, los métodos para la detección y la identificación de virus, han sido confiados al método lento del cultivo. Los métodos existentes pueden subestimar la cantidad de los virus presentes, o pueden producir negativos falsos cuando los virus están actualmente presentes en las muestras de agua. Algunos virus (ej hepatitis A y Norwalk) simplemente no pueden ser detectados por el método de ensayo de cultura/placa de células usado comúnmente. Dados los riesgos para la salud presentados por virus, el desarrollo de mas información acerca de la naturaleza y de la extensión de la contaminación viral en las aguas de nuestra nación es necesaria y esencial. El objetivo del proyecto del ORD titulado “Métodos Prácticos para la Vigilancia de Patógenos Virales en los Orígenes de Aguas de la Superficie y Subterráneas para Definir el Nivel de Tratamiento” es el desarrollo de mejores métodos de detección para virus nacidos en el agua. En adición al apoyo de los esfuerzos de la evaluación del riesgo del EPA relacionados con la calidad del agua, estos métodos proveerán el apoyo para el establecimiento de nuevas normas virológicas, y permitirán la formación de opciones efectivas para las decisiones reguladoras.

Este proyecto se enfocará en el desarrollo de métodos de biotecnología basados en el reconocimiento de ácidos nucleicos específicos dentro de los sistemas de las células infectadas. El uso de biotecnología que usa sondas de DNA para detectar la presencia de virus rápidamente, es más barato y más fácil de usar que los métodos tradicionales de la placa de ensayo.

El reporte de la *Reducción del Riesgo* del Consejo Consultivo de la Ciencia (SAB) dado al EPA, describe

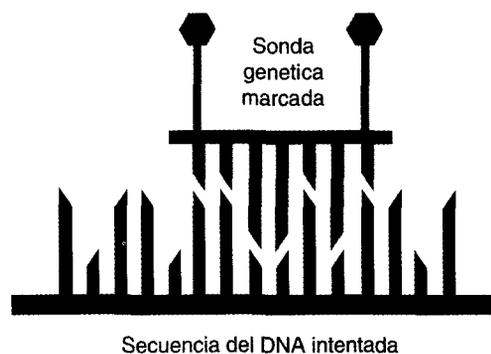


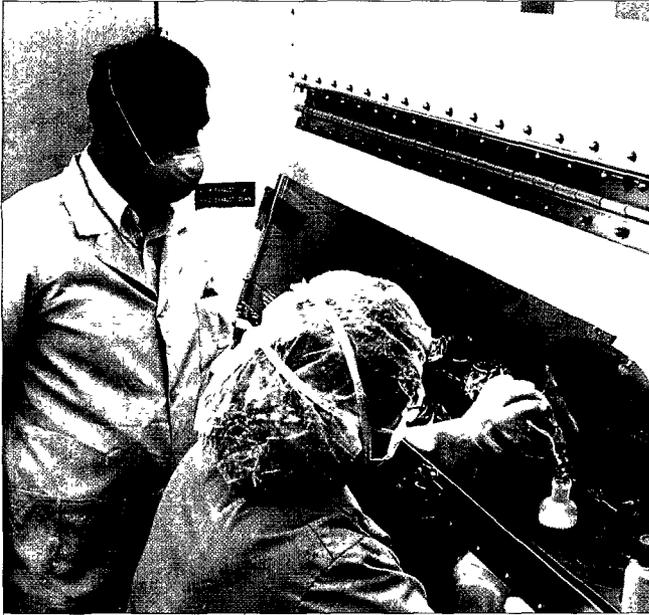
*Cuando partículas de un virus infectan células en un tejido de un cultivo, daño celular (áreas clara o “unidades que forman de placas” en el agar café a la izquierda) es aparente. El ensayo de la placa es usado para la identificación, la enumeración, y la purificación de los virus.*

que contaminantes en el agua potable son unos de los cuatro riesgos mas altos en la salud humana. Sabiendo que menos del 50% de la población de los EE.UU. cuenta con aguas subterráneas como la primer fuente de agua potable, la necesidad de la protección de estas aguas, incluyendo la protección contra patógenos, es clara.

“La Vigilancia de Aguas Subterráneas por Virus Humanos Entéricos” es el proyecto actual que sigue los mandatos del SDWA que exigen que el EPA establezca los requerimientos de tratamiento y de criterio para los sistemas de aguas subterráneas. Una encuesta de la ocurrencia del virus en los sistemas vulnerables de aguas subterráneas está siendo hecha para soportar los

*Sondas híbridas (en azul) se conecta con la secuencia genética (en rojo) para hacerla detectar por medio de radiación o color.*





*Preparando cultivos de células para la aislación y la autenticación de virus en los ejemplos de aguas*

***Aunque la tasa del paso del agua por sus anguilas cambia mucho, se han descubierto almejas que filtran casi 154 galones de agua al día. En aguas que son expuestas a los desagües humanos, estos mariscos pueden filtrar y concentrar patógenos al mismo tiempo que comida.***

requisitos mínimos de los niveles de inactivación de estas aguas, y últimamente, las reglas de desinfección de aguas subterráneas. Un número de sistemas públicos de aguas subterráneas será identificado y clasificado en acordanza con la vulnerabilidad a la contaminación fecal. De estos, 25 sistemas serán vigilados por la presencia de virus por medio del uso de métodos de cultura de tejidos y de técnicas de sondas de genes.

Virus Norwalk y como Norwalk causan gastroenteritis viral (la segunda causa de enfermedad en los EE.UU.) en los consumidores de aguas y de comidas contaminadas. Desde que los virus no pueden ser reproducidos e identificados en cultivos de tejidos, tampoco pueden ser detectados en ejemplos de agua por medio de las tecnologías actuales de vigilancia. Una cantidad pequeña del virus Norwalk es disponible para estudio. La preparación de este virus ha sido aislada de los ejemplos de excrementos de individuos infectados, y han sido usados en una enzima de inmunoensayo para la detección del

virus de Norwalk. Por que los métodos inmunológicos requieren una concentración alta del virus, el agente etiológico responsable por la mayoría de los brotes de gastroenteritis no es determinado usualmente. Desde que la densidad viral en los ejemplos ambientales es normalmente muy baja para la detección inmunológica directamente, y desde que no hay un método de cultivo celular conocido para este virus, el material genético de la partícula del virus Norwalk debe ser amplificado usando un enfoque biotecnológico llamado reacción polimerica de cadena (PCR).

Aunque es conocido por ser altamente contagioso, la dosis contagiosa del virus Norwalk es desconocida. El único inóculo del virus que puede ser probado con seguridad (un microorganismo que contiene espécimen el cual se ha mostrado que está libre de otros patógenos) que es también disponible, no puede ser usado como la dosis en los estudios, porque no es posible determinar la concentración viral. El proyecto titulado "Desarrollo de una Curva de la Respuesta de la Dosis para el Virus Norwalk" está enfrentando este problema en cuatro fases: 1) cultivos de células en las cuales se pueden producir el virus Norwalk serán desarrolladas; 2) los virus Norwalk serán producidos en un cultivo de células, purificado, y probado con seguridad antes de los estudios en voluntarios; 3) una medida del numero total y de las partículas virales en el ejemplo purificado serán establecidas; y 4) un estudio en voluntarios humanos será iniciado para determinar la cantidad de partículas virales requeridas para causar una enfermedad.

El Acta de Aguas Limpias dice que los ríos, lagos, y aguas costales de la nación deben ser seguras para nadar y para pescar. Las normas de la cali-

dad del agua basadas en el criterio establecido para lograr esta meta tienen que ser cumplidas. El proyecto titulado "Métodos de Exposición, de Respuesta y de Evaluación de Virus en los Mariscos" está siendo conducido para desarrollar métodos para la detección y la enumeración de mariscos contaminados y de mariscos que crecen en aguas llenas de virus humanos entéricos. Mariscos desarrollados en aguas contaminadas han sido conocidos porque ellos concentran estos virus durante la alimentación. Desde que los mariscos son frecuentemente comidos crudos o cocinados insuficientemente, la sumisión de las aguas de los mariscos a las basuras de los humanos constituyen un riesgo de salud pública.

Porque hay más de 100 tipos de virus nacidos en el agua que pueden producir brotes clínicos en humanos, esfuerzos en la vigilancia son esenciales para así asegurar la protección contra virus en las aguas, y particularmente, la confianza en el agua y en los tratamientos del agua. Esta información sólo puede ser dada por medio del incremento de programas de vigilancia y de evaluación de las vías más importantes en la disposición de virus humanos entéricos en las aguas de la nación. Estos virus son responsables por enfermedades muy serias, desde hepatitis a miocarditis, a desordenes del sistema nervioso central, a gastroenteritis aguda. La recomendación general ha sido que el consumo de agua debe ser libre de virus entéricos humanos y que los límites de virus en aguas recreativas deben ser fijados. La meta del proyecto titulado "El Programa de Evaluación Nacional: Tendencias de Largo Plazo y Condiciones de Virus Humanos Entéricos que Contaminan los Ecosistemas Acuáticos," es para establecer un programa de inspección viral que se enfoca en los siguientes

cinco factores: 1) selección de los lugares para la vigilancia, basado en los aspectos mas importantes para la salud pública; 2) toma de muestras en los lugares de estudio que resultará en la colección de otros volúmenes de ejemplos adecuados y representativos para la protección contra negativos falsos; 3) procesos de concentración para incrementar la densidad en la cual los virus pueden ser efectivamente ensayados; 4) protocolos normalizados para la detección viral usando las técnicas tanto de sondas de genes como de la placa clásica de ensayos; y 5) paralelo biológico y químico para el análisis que puede servir para la determinación de la calidad de las fuentes de agua.

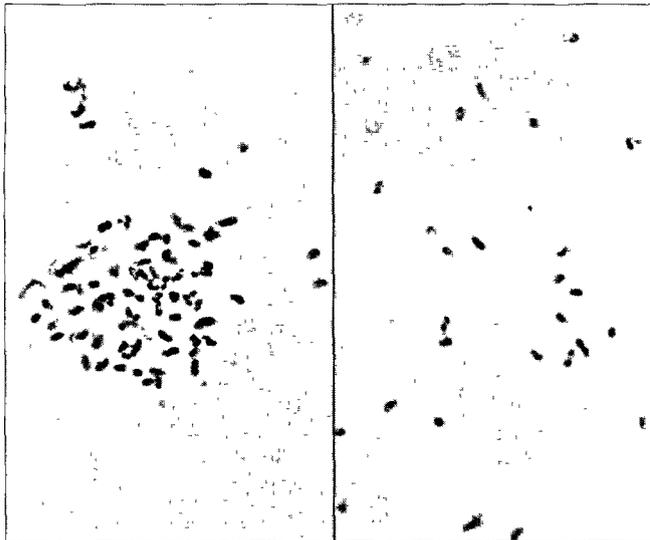
### **Investigación Actual del EPA - Bacteria**

Las nuevas Regulaciones Primarias Nacionales para las Aguas Potables requieren que todos los ejemplos de aguas potables que se prueben positivos por un total de coliformes, sean evaluados através de la presencia de coliformes fecales o *E. coli*. Hay un método que es disponible ahora mismo que permite la detección simultánea del Total de Coliformes y *E. coli* en ambos medios en 24 horas; de todas maneras no hay un método equivalente para el uso de filtros de membrana. El desarrollo de este método permitirá a esos que prefieren obtener cuentas de estos organismos en sus sistemas de distribución, usar un filtro de membrana



***En los EE.UU., la presencia de bacteria coliforme en el agua potable es usada como un indicador de la posibilidad de una contaminación microbiológica. Cuando todos los coliformes son detectados, el análisis del coliforme fecal o E. coli debe ser usado.***

*La apariencia de metal de oro de las colonias a la izquierda, indican la presencia del total de los coliformes y la posibilidad de que el suministro del ejemplo del agua esté contaminado.*

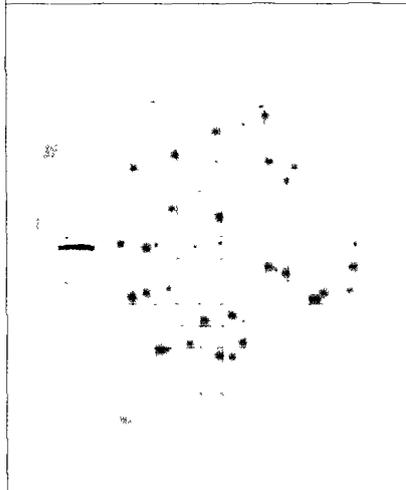


Una variante rugosa (de superficie áspera) de *Vibrio Cholerae* 01 (arriba a la izquierda) puede producir agregados. Estudios del ORD han indicado que esta variante es más resistente a la desinfección que las del tipo suave.

y obtener resultados en 24 horas. Por medio del proyecto "Desarrollo de un Filtro de Membrana Media, para la Detección Simultánea de Coliformes Totales y *E. coli*" pueden ser distinguidos, desarrollados y patentizados de los que no son coliformes.

*E. coli* son organismos fecales que cuando están presentes en las aguas potables, son indicativos de contaminación fecal. Las preocupaciones logísticas en el manejo y mantenimiento de las muestras, requiere una evaluación de las condiciones para optimizar la estabilidad y la longevi-

Este método de un paso (desarrollado por el ORD) permite la numeración de enterococci (las colonias azules) en solo 24 horas



dad de las muestras. Regulaciones que no son actuales existen para el manejo de ejemplos y para el análisis de *E. coli* fecal en aguas potables. Por medio del proyecto titulado "Condiciones Óptimas para el Manejo de Ejemplos para el Análisis de *E. coli* Fecal en el Agua Potable," ejemplos de temperatura y tiempo de mantenimiento serán determinados para los métodos de análisis de *E. coli* o coliformes fecales (ej. colilert y agar M-FC). Recuperación relativa de los métodos y de las condiciones de almacenamiento serán evaluados para la recuperación óptima de *E. coli*.

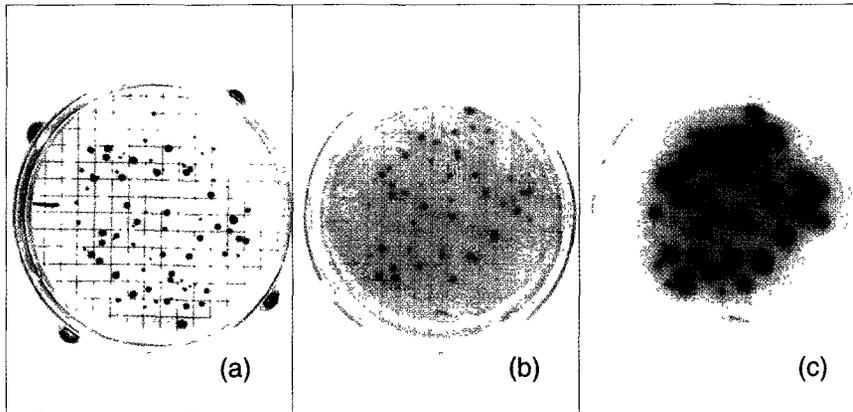
El requisito (por medio de las enmiendas del SDWA) para probar todos los ejemplos de aguas potables que son positivos con coliformes por la acción de coliformes fecales o *E. coli*, es nuevo. Información de los métodos disponibles para la detección de *E. coli* dañados por el cloro en aguas potables son limitados. El objetivo del proyecto titulado "Detección de Números Bajos de *E. coli* Clorinados en Aguas Potables" es la evaluación y la comparación de las habilidades de un método comercial (Colilert) y un método normal para coliformes (ECMUG) para recobrar los números bajos de *E. coli* clorinados del agua potable. Cultivos puros de *E. coli* serán lavados, nutridos en aguas potables finales, y tratados con cloro. El *E. coli* tratado con cloro será entonces contado, diluido a niveles en los cuales el agua potable sea ligeramente insegura, y ensayada en tubos múltiples por los tres métodos. Estos experimentos serán repartidos usando *E. coli*, que es producido naturalmente de los ejemplos fecales humanos diluidos y de las fuentes de agua y afluentes contaminados.

El agente infeccioso bacterial identificado en las deposiciones de las víctimas del cólera es *Vibrio cholerae*. La epidemia en Latino América ha

renovado el interés en encontrar medidas de control para esta enfermedad. Por medio del proyecto titulado "La Inactivación de *Vibrio cholerae*, Biotipo EL Tor y Biotipo

Clásico por Medio de Cloronización," ha determinado que la clase responsable por la epidemia en el Perú puede volver en una variante más resistente a la Cloronización que la variedad típica de *Vibrio cholerae*. Células de la variante parecen que están incrustados en una mucosidad gelatinosa, que facilita la formación de agregados y los hace más resistentes a la desinfección. Aunque la variante es más resistente, estudios han indicado que todas las clases son rápidamente inactivas por medio del uso correcto de cloronización.

Las clases de *Legionella pneumophila* que causa la pulmonía adquirida tanto en la comunidad como en el hospital, usualmente se esparce por medio del agua potable. Cierta clase de ameba (protozoo) que vive libremente, soporta la multiplicación de *L. pneumophila* en los sistemas de agua potable. Estas amebas pueden ser también responsables por el incremento de virulencia (la capacidad de los microorganismos para causar una enfermedad) de *Legionellae* y para protegerlas de factores ambientales adversos como alta temperatura y desinfección con cloro. El proyecto llamado "Multiplicación de *Legionellae* en Amebas y la Determinación de Virulencia" determinará el efecto de crecimiento intracelular de *Legionella*



de amebas en virulencia y cómo se protege contra el cloro y las altas temperaturas. Para lograr esto, un método para el estudio de la habilidad de varios tipos de amebas deben ser establecidos, para así proveer un nido protector para la multiplicación de *Legionella* bajo condiciones ambientales adversas. Combinaciones de aislados de *Legionella* y de amebas específicas que resultan en altos números de *Legionella* después del crecimiento intracelular, serán usados para el estudio de los efectos de crecimiento intracelular en virulencia. Estudios preliminares en la habilidad de las amebas de dar hierro a la *Legionellae* durante el crecimiento intracelular, mostró que no hubo asociaciones obvias entre el crecimiento y la concentración de hierro.

El EPA es requerido por el SDWA que establezca controles apropiados y regulaciones para las aguas potables. El proyecto del ORD titulado "Desarrollo de Métodos para Identificar Patógenos Potenciales de Bacterias en Agua Potable" desarrollará un banco de datos de los riesgos potenciales para la salud (ej. patogenicidad) asociada con las bacterias comúnmente encontradas en los sistemas de distribución de agua. Para lograr esto, tres especies de roedores serán comprometidos por el uso de

*Dos pasos, la prueba de 48 horas para el filtro de membrana para la numeración de enterococci en aguas recreativas. (a) y (b) son dos colonias perspectivas (rojas) que se presentan en 24 horas. (c) A las 48 horas, colonias con las aureolas negras son identificadas como enterococci.*

óxidos nitrosos o agentes inmunosupresivos, y los animales posteriormente serán puestos a prueba vía gastrointestinal.

Aunque la virulencia es usualmente medida *in vivo* (experimentos en animales), la necesidad de una experimentación mas extensiva con animales puede ser reducida considerablemente por medio del desarrollo de una batería de pruebas *in vitro* (cultivos de células) para seguir trazos conocidos que son relacionados con la virulencia. Esta batería puede ser usada para predecir el potencial de un organismo en producir enfermedades en poblaciones que son expuestas. Por medio del proyecto titulado "Desarrollo de Métodos *In Vitro* para la Identificación de Patógenos Bacteriales en Agua Potable," modelos de sistemas serán desarrollados para que puedan ser usados en la determinación potencial de la patogenicidad de la bacteria encontrada en sistemas de distribución de agua potable. Adicionalmente, sondas de genes y otros ensayos para la autenticación de patógenos oportunistas que son

conocidos, serán desarrollados y evaluados.

Las bacterias comunes en los sistemas de distribución de agua se agrupan en el punto-de-entrada, filtros de carbón gránular activado (GAC), donde estos pueden crecer en grandes cantidades. Subsecuente al alcance de grandes cantidades de bacteria, éstas empiezan a deshacer los filtros GAC. El número de bacteria en el filtro efluente (ej. agua fluyendo afuera del filtro) es considerablemente más alta que en el agua influente. Esta amplificación de la bacteria en el agua potable es de preocupación para el EPA, porque filtros GAC están siendo considerados como sustitutos para el tratamiento de agua potable central (ej. agua buena para beber) en comunidades pequeñas, donde el sistema de tratamiento ha sido abrumado por las sustancias orgánicas que pueden ser malas para la salud humana. La Oficina del EPA para las Aguas Subterráneas y Potables (OGWDW), de todas maneras, no quiere recomendar el uso de estos filtros, si la posibilidad existe de que su uso posea un

*Un investigador del EPA esta usando el microscopio de la transmisión de electrones para detectar patógenos, que no pueden ser detectados por otros medios.*



riesgo agudo de infección producido por la bacteria que crece en los filtros. El significado de esta bacteria para la salud, conocida por absorber y crecer en los filtros GAC que son usados en la casa serán evaluados. El OGWDW usará esta información para el desarrollo de controles y regulaciones apropiadas requeridas por el SDWA para este tipo de tratamiento de agua potable.

El objetivo del proyecto del ORD llamado "Efectos de la Salud Asociados con los Filtros de Punto-de-Entrada" es el determinar si un riesgo significativo para la salud es asociado con el uso de los filtros de carbón granular activado de punto-de-entrada por toda la casa. Para lograr esto, un estudio del lugar será elegido siguiendo el criterio siguiente: 1) el sistema de entrega del agua debe lograr las normas del EPA y del agua potable local; y 2) el sistema de distribución del agua debe contener una población bacteriana cuya densidad sea alta como fuese posible y que sea de aceptación, de todas maneras, bajo las regulaciones locales.

Después de que el sistema de distribución encuentre estos dos criterios, una población de voluntarios, de tamaño apropiado, será seleccionada de un grupo de consumidores de un sistema de distribución. La población elegida será dividida arbitrariamente en usuarios de GAC y no usuarios. Filtros de punto-de-entrada GAC serán instalados en las casas del grupo seleccionado. El estado de la salud de ambos grupos será vigilado sobre un período de tiempo predeterminado y durante este tiempo la población de bacterias en el sistema de agua y del filtro efluente será vigilado ordinariamente. Si alguna enfermedad aparece donde el agente bacteriano es diagnosticado como la causa, el filtro GAC será removido y examinado por

la presencia del organismo que ha sido determinado por ser el agente de la enfermedad en esa unidad. Si la asociación entre enfermedad y el uso de filtros GAC es descubierta, normas aconsejables para la salud serán establecidas o procesos que eliminarán el organismo causante serán desarrollados.

Algunos creen que el estar expuesto a contaminación fecal por medio de aguas recreativas o por la ingestión de mariscos contaminados, causa un riesgo mayor a la salud si la contaminación es de origen humano que de origen animal. Antes de que los riesgos humanos relativos versus la contaminación fecal pueda ser estimada, es necesario el desarrollo de un método para distinguir la contaminación humana o animal. Métodos actuales detectan una contaminación fecal, pero no pueden decir la fuente de ésta. El objetivo del proyecto titulado "Métodos para Distinguir Contaminación Inhumana de Contaminación Fecal Humana" es el desarrollo de una sonda de gene específica para *E. coli* que viva en el intestino humano como un indicador de la presencia de contaminación fecal humana en el agua. La sonda será probada en diferentes lugares del campo en los cuales la contaminación fecal es exclusiva de orígenes humanos, de orígenes animales y de orígenes mezclados.

Especies de *Shigella* están entre los patógenos más comunes y significativos asociados con desagües y fango. Por sus dosis bajas de infección, estos organismos pueden ser peligrosos, inclusive cuando están presentes en bajos números en desagües que son reciclados para ser usados como aguas potables, y fangos que son usados en tierras para la agricultura. *Shigellae* son muy difíciles de detectar en ejemplos ambientales por métodos convencionales, dado

***Análisis del agua potable o de la torre de agua enfriadora por Legionella pneumophila requiere aproximadamente de cinco a siete días para el crecimiento de los organismos en la primera aislación del medio y otros cinco a siete días para confirmar la identidad de estos organismos. Técnicas para las sondas de los genes pueden reducir el tiempo de análisis a solo un día.***

a sus similitudes bioquímicas con el *E. coli*. El uso de la sonda actual de la tecnología del gen en el proyecto titulado "Detección de *Shigella* Enteroinvasora en Desagües y Fangos" nos ayudará a detectar *shigellae* en fangos y desagües que puedan aparecer libres de estos patógenos si son analizados por métodos convencionales.

### Conclusión

La protección y el mejoramiento de la calidad de las aguas de nuestra nación, continua siendo la preocupación principal de la Agencia para la Protección del Ambiente de los EE.UU. La oficina de la Investigación y el Desarrollo está comprometida, por medio de la investigación extensiva de enfermedades nacidas en el agua descritas, a asegurar que los

métodos más efectivos y eficientes sean desarrollados para la autenticación, detección, e inactivación/removimiento de los patógenos que puedan estar presentes en los abastos de agua potable.

Ciclos de vida, mecanismos de infección, estados protectivos o durmientes, emersión de variantes resistentes, técnicas óptimas para el removimiento de patógenos, regeneramiento en las líneas de distribución ... todas son áreas que deben ser investigadas y entendidas para así tener la seguridad que muchas veces es olvidada. Los éxitos y fracasos de estos esfuerzos de investigación, serán la responsabilidad del público y de las agencias federales, estatales y locales, que han ayudado para así asegurar agua potable pura.

*Bacteria entérica humana está siendo subcultivada en una capucha anaeróbica.*



### **Publicaciones del EPA**

Las publicaciones del EPA que están en la lista siguiente, pueden proveer mas información detallada en los sujetos discutidos en este documento. Estas referencias y copias adicionales pueden ser pedidas a ningún costo (mientras los abastos estén disponibles) al Centro para la Información de la Investigación Ambiental (CERI) del EPA. Cuando el inventario del CERI se agote, los clientes serán dirigidos a el Servicio Técnico de Información Nacional (NTIS) donde los documentos pueden ser comprados.

Alternativas para el Control de la Contaminación Ambiental: Tratamiento del Agua Potable para Comunidades Pequeñas, EPA/625/5-90/025.

Métodos para la Investigación y para la Prevención de Brotes de Enfermedades Propagadas por el Agua, EPA/600/1-90/005a.

Métodos Microbiológicos para la Vigilancia del Ambiente — Aguas y Desagües, EPA/600/8-78/017.

Publicación del Seminario: Control del Crecimiento de Biofilme en los Sistemas de la Distribución del Agua, EPA/625/R-92/001.

Métodos de Prueba de *Escherichia coli*, y de Enterococci en el Agua por el Proceso del Filtro de Membrana, EPA/600/4-85/076.

Manual del USEPA de los Métodos Virulogicas, EPA/600/4-84/013 y actualizados.

Brotes de Enfermedades Propagadas por el Agua - Artículos Seleccionados acerca de Epidemiología, de Vigilancia, de Investigación, y de los Análisis de Laboratorio, EPA/600/1-90/005b.

**Centro para la Información de la Investigación Ambiental (CERI)**

**La Agencia para la Protección del Ambiente de los EE.UU.**

**26 W. Martin Luther King Drive**

**Cincinnati, OH 45268**

**Teléfono: (513) 569-7562**

**FAX: (513) 569-7566**

### **Literatura Citada**

Erlandsen, S.L., L.A. Sherlock, W.J. Bemrick, H. Ghobrial y W. Jakubowski. 1990. Prevalencia de *Giardia spp.* en Poblaciones de Castores y de Ratas Alimzcleras en los Estados del Noreste y en Minnesota. *Appl. & Envir. Micro.*, 56 31-36

Geldreich, E.E., K.R. Fox, J.A. Goodrich, E.W. Rice, R.M. Clark, y D.L. Swerdlow. 1992. Buscando por una Conexión entre el Suministro del Agua y del Brote de Enfermedad de *E. coli*, en Cabool, Missouri 0157.H7. *Wat. Res.*, 26: 1127-1137

*Esta publicación fue preparada por Patrick Burke, en el Centro de la Información de la Investigación Ambiental del ORD, en Cincinnati, Ohio. Contribuyentes y críticos incluyen Alfred Dufour, Walter Jakubowski, Robert Safferman, Shay Fout, Gerard Stelma y Terry Covert del Laboratorio de Sistemas de Vigilancia Ambiental - Cincinnati, y Robert Clark, Kim Fox, Edwin Geldreich, Richard Miltner, Donald Reasoner, y Eugene Rice del Laboratorio de la Ingeniería de la Reducción del Riesgo. Gracias a Al Lang y Jim O'Dell por el soporte fotográfico.*

United States  
Environmental Protection Agency  
Center for Environmental  
Research Information  
Cincinnati, OH 45268

Official Business  
Penalty for Private Use  
\$300

EPA/640/K-93/001a

BULK RATE  
POSTAGE & FEES PAID  
EPA  
PERMIT NO. G-35