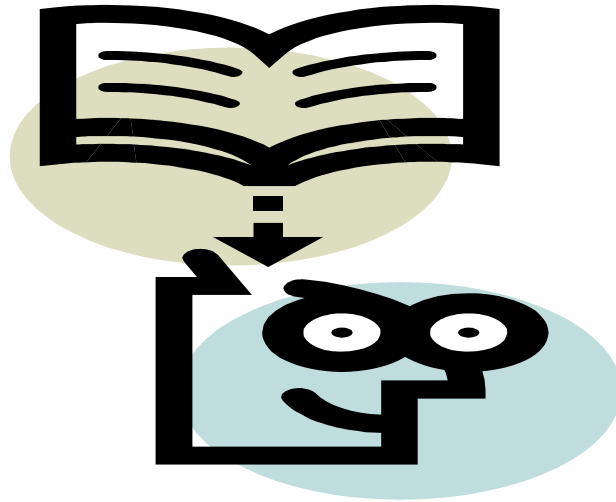


INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y  
ALCANTARILLADOS

LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS



EVOLUCIÓN DE LAS GUIAS MICROBIOLÓGICAS DE LA O.M.S.  
PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO  
HUMANO 1984-2004

PREPARADO POR: M.Sc. Darner Mora Alvarado

ENERO, 2005



**Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados  
Centro de Documentación e Información  
UEN Investigación y Desarrollo**



**AUTORIZACIÓN INSTITUCIONAL PARA PUBLICAR TESIS, ESTUDIOS,  
ARTÍCULOS Y/O INFORMES PROPIEDAD INTELECTUAL DE AyA EN  
EL REPOSITORIO DIGITAL DEL CEDI**

**Yo, Annette Henchoz Castro**

---

**N° Cédula: 1-0725-0409**

---

**Dependencia: Gerencia General**

---

Autorizo como Sub Gerente General y representante legal del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) cédula jurídica 4-000-042138 al Centro de Documentación e Información (CEDI) de la UEN Investigación y Desarrollo la inclusión, publicación y difusión en su Repositorio Digital, Catálogo en línea (OPAC) y la intranet institucional de la documentación incluida en la lista adjunta.

Se trata de estudios y documentos cuyos derechos intelectuales y de uso son exclusivos de nuestra institución.

**E-mail:** [centrodoc@aya.go.cr](mailto:centrodoc@aya.go.cr) **N° Teléfono:** 2242-5487

Annette  
Henchoz Castro

Firmado digitalmente por  
Annette Henchoz Castro  
Fecha: 2019.11.25 16:07:20  
-06'00'

**Firma:** \_\_\_\_\_

# EVOLUCIÓN DE LAS GUÍAS MICROBIOLÓGICAS DE LA OMS PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO: 1984-2004

Darner A. Mora Alvarado<sup>(1)</sup>

## RESUMEN

El presente artículo tiene como objetivo general analizar la evolución de los valores guía, de carácter microbiológico, dictados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en sus tres ediciones de los años 1984, 1994 y 2004. Para lograrlo, se analizaron los diferentes volúmenes publicados en los años indicados, identificándose los cambios más importantes en los aspectos microbiológicos, incluido todo lo relacionado con la frecuencia y número de muestras a recolectar, para realizar un verdadero programa de control de calidad del agua en los acueductos respectivos. Los resultados de este estudio demuestran los siguientes cambios:

- 1) La eliminación del grupo Coliforme total para evaluar la calidad microbiológica del agua para consumo humano (ACH), ratificando al grupo Coliforme fecal, específicamente la *Escherichia coli* (*E. coli*), como el mejor indicador para evaluar el riesgo de transmisión de enfermedades de origen intestinal.
- 2) La frecuencia y número de muestras para análisis microbiológicos varió levemente, aumentando la cantidad en poblaciones mayores a 500.000 habitantes.
- 3) Se establece una categorización de la seguridad o calidad del agua suministrada en la red de distribución, semejante al Código de Colores implementado en Costa Rica desde 1990. Dicha categorización se fundamenta en los intervalos de negatividad por Coniformes Fecales/100 mL, obtenidos en un período de tiempo determinado.
- 4) Además, la tercera edición de las Guías de Calidad del ACH de la OMS ratifican la utilidad de las inspecciones sanitarias y evaluaciones de riesgo de los acueductos, para evaluar la calidad del agua suministrada a la población.
- 5) Por otro lado, se establecen recomendaciones para evaluar la seguridad del ACH en aviones y centro educativos.
- 6) Por último, la OMS insta a los países a utilizar los Coliformes termorresistentes además de otros indicadores bacterianos, como la *Pseudomonas aeruginosa* y el Recuento de Bacterias Mesofílicas/100 mL, en la evaluación de las aguas de uso intrahospitalario, de manera que permita evaluar el riesgo de transmisión de infecciones por contacto.

**PALABRAS CLAVE:** pronóstico, guía, agua, calidad, microbiológico, Coniformes termorresistentes, bacterias.

---

(1) Master en Salud Pública.  
Director del Laboratorio Nacional de Aguas  
Tres Ríos, La Unión, Cartago, Costa Rica.  
E. mail: [dmora@aya.go.cr](mailto:dmora@aya.go.cr)  
Telfs. 279-61-44 / 279-51-18 / 278-90-13  
Telfax. 279-59-73

# EVOLUCIÓN DE LAS GUÍAS MICROBIOLÓGICAS DE LA OMS PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO: 1984-2004

Darner A. Mora Alvarado

## 1. ANTECEDENTES

Históricamente, la relación entre el uso del agua y el proceso salud-enfermedad se remonta a las antiguas culturas. El antiguo testamento presenta distintos comentarios relacionados con las prácticas sanitarias del pueblo judío, en donde se menciona el uso de agua para la limpieza como por ejemplo: *“las ropas sucias pueden ocasionar enfermedades tales como la sarna”,* ó *“la suciedad puede conllevar a la enfermedad”*. También se mencionan algunas precauciones para garantizar que los pozos se mantengan tapados, limpios y alejados de posibles fuentes de contaminación.<sup>(1)</sup> Existen relatos del año 2000 A.C. sobre las tradiciones médicas de la India, que recomiendan que *“el agua impura se debe purificar, haciéndola hervir sobre el fuego, calentándola al sol, sumergiendo un hierro ardiendo dentro de ella o incluso mediante filtración en arena o grava para luego enfriarla”*.<sup>(2)</sup> Son de gran importancia los escritos realizados por Hipócrates en el siglo IV A.C., como su libro *“Aires, aguas y lugares”*, en donde hace una relación entre el origen y las características del agua que consumen los pobladores y la salud de los mismos.<sup>(3)</sup> Sin embargo, la verdadera relación entre la calidad del agua y la salud fue descrita por el Dr. Snow en 1854, al demostrar que el causante de la transmisión de un *“veneno mórbido”,* llamado *“Cólera”,* era el agua de un pozo contaminado con heces en Golden Square, Londres.<sup>(4)</sup>; luego, el Dr. Robert Koch aisló e identificó el *Vibrio cholerae* 01, bacteria causante de muchas muertes en los últimos siglos <sup>(5)</sup>. Estos hechos y el descubrimiento del Grupo coliforme (*bacillum coli*) en las heces humanas y el agua contaminada, realizado por Escherich<sup>(6)</sup>, marcaron el inicio de la evaluación de la calidad del agua a nivel mundial. En Costa Rica, los primeros análisis de agua los realizó Clodomiro Picado en 1915, específicamente en el Río Tiribí y en el acueducto de San José.<sup>(7)</sup> El Dr. Picado, además de su gran intelecto, utilizó los estándares europeos para evaluar este tipo de aguas.

En la primera mitad de siglo XX, los países industrializados usaron criterios y normas regionales y nacionales para evaluar la calidad físico-química y microbiológica de las aguas para consumo humano (ACH). En la segunda mitad las Naciones Unidas, mediante la Organización Mundial de la Salud (OMS), estableció estándares o normas internacionales para evaluar la calidad del ACH, las cuales fueron promulgadas en 1958, 1963 y 1971. Sin embargo, estos estándares se realizaban en países desarrollados, los cuales contaban con tecnologías avanzadas que impedían su real aplicación en países en desarrollo. Debido a esta debilidad, la misma OMS estableció en 1984 las primeras *“Guías para la Calidad del Agua Potable”* <sup>(8)</sup>; una década después publicaron la segunda edición<sup>(3)</sup> y recientemente (2004) la tercera edición.<sup>(10)</sup> Estas tres ediciones tienen como objetivo establecer los fundamentos científicos, con el propósito de fijar valores guías físico-químicos, microbiológicos y biológicos para que cada país los adapte a sus condiciones socioeconómicas, culturales, geográficas y avances tecnológicos, y así se concreten Normas Nacionales para evaluar el ACH.

A la luz de estos hechos y debido a la importancia del agua para la salud pública, se presenta la evolución de los valores guías microbiológicos y sus aspectos más importantes, en las tres ediciones mencionadas. Los aspectos físico-químicos serán tratados en otro artículo.

## **2. OBJETIVO GENERAL**

Analizar la evolución de los valores guía de carácter microbiológico dictados por la OMS en los períodos 1984, 1994 y 2004, con el propósito de establecer las principales diferencias entre ellas y facilitar con ello, a que cada país los adapte a sus condiciones culturales y socioeconómicas y elabore sus propias normas nacionales.

## **3. METODOLOGÍA**

Para cumplir con el objetivo planteado, se analizaron los valores guía de carácter microbiológico propuestos por la OMS en sus tres ediciones publicadas en los años 1984, 1994 y 2004.

## **4. GUIAS MICROBIOLÓGICAS PARA LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE (Primera edición)**

### **4.1 Desarrollo de las Guías**

Como se indicó, las primeras guías para la calidad del agua potable se publicaron en 1984. Esta edición contó con tres volúmenes:

- **Volumen 1.** Indica valores para diversos componentes del agua potable.
- **Volumen 2.** Contiene monografías sobre criterios acerca de cada sustancia contaminante, que sirvieron como base para establecer los valores.
- **Volumen 3.** Incluye recomendaciones e información en relación con lo que es preciso hacer en comunidades pequeñas y en zonas rurales, para asegurar el abastecimiento de agua inocua.

Estas guías pretendían sustituir las Normas Europeas para el Agua Potable<sup>(11)</sup> y las Normas Internacionales para el Agua Potable.

La preparación de estas primeras guías de calidad abarcó un período de tres años, con la participación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Organización Internacional de Trabajo (OIT) y el Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas (PISSQ) y la OMS. Además, participaron expertos de los países desarrollados de Europa, América y Asia.

### **4.2 Valores Guía**

Los valores guía relacionados con la calidad bacteriológicas, presentes en el cuadro 1, constituyen una guía para los requisitos que garantizan el abastecimiento de agua inocuo desde el punto de vista bacteriológico, ya sea distribuida o no por tuberías o embotellada.

**Cuadro 1. Valores guía para la calidad bacteriológica**

ORGANISMO	UNIDAD	VALOR GUIA	OBSERVACIONES
<b>A. Agua distribuida por Tuberías</b>			
<b><i>A.1 Agua sometida a tratamiento que entra en el sistema de distribución.</i></b>			
Bacterias Coliformes fecales	Número/100ml	0	Turbiedad < 1 UTN; para la desinfección con cloro, es preferible un pH <8.0; 2.0 a 0.5 mg/l de cloro residual libre después del contacto durante 30 minutos (tiempo mínimo).
<b><i>A.2. Agua no sometida a tratamiento que entra en el sistema de distribución</i></b>			
Bacterias Coliformes fecales	Número/100ml	0	En el 98% de las muestras examinadas durante el año, cuando se trata de grandes sistemas de abastecimiento y se examinan suficientes muestras
Bacterias Coliformes	Número/100ml	3	
<b><i>A.3 Agua en el sistema de distribución</i></b>			
Bacterias Coliformes fecales	Número/100ml	0	En el 95% de las muestras examinadas durante el año, cuando se trata de grandes sistemas de abastecimiento y se examinan suficientes muestras.
Bacterias Coliformes	Número/100ml	0	
Bacterias Coliformes	Número/100ml	3	
<b><i>B. Agua no distribuida por tuberías</i></b>			
Bacterias Coliformes fecales	Número/100ml	0	No debe ocurrir en forma repetida; cuando el hecho sea frecuente y no se pueda mejorar la protección sanitaria, si es posible se deberá buscar otra fuente.
	Número/100ml	10	
<b><i>C. Agua embotellada.</i></b>			
Bacterias Coliformes fecales	Número/100ml	0	La fuente debe estar exenta de contaminación fecal
Bacterias Coliformes	Número/100ml	0	
<b><i>D. Abastecimiento de agua en situaciones de emergencia.</i></b>			
Bacterias Coliformes fecales	Número/100ml	0	Aconseje al público hervir el agua
Bacterias Coliformes	Número/100ml	0	Cuando el agua no se ajusta a los valores.

Como se observa, la evaluación de la calidad del “Agua Potable” se fundamentaba en el uso de Coliformes totales/100mL y Coliformes fecales/100mL. Por otro lado, establecía la turbiedad y los niveles de cloro residual adecuado a pH<8. Además, incluye al agua envasada y el agua usada en la atención de emergencias.

### 4.3 Frecuencia de Muestreo

El examen del agua potable debe efectuarse con frecuencia y regularidad. La frecuencia dependerá de la calidad de la fuente, el tratamiento que reciba el agua, los riesgos de contaminación, los antecedentes del sistema y el tamaño de la población abastecida.

En el cuadro 2, se recomiendan las frecuencias mínimas de muestreo.

**Cuadro 2. Frecuencias Mínimas de Muestreo Microbiológico**

<b>Población Abastecida</b>	<b>Cantidad mínima de muestras</b>
Menos de 5000	1 muestra al mes
5000 – 100.000	1 muestra al mes por cada 5000 personas
Más de 100.000	1 muestra al mes por cada 10.000 personas

Fuente: Vol. 1 Guías para la calidad del agua potable. 1985

## 5. GUIAS MICROBIOLÓGICAS PARA LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE (Segunda edición)

### 5.1 Desarrollo de las Guías

En 1988 la OMS decidió revisar las guías, mediante el Servicio de Prevención de la Contaminación Ambiental (PEP), la OIT, PNUMA, PISSQ y la misma OMS. Las guías revisadas se publicaron en tres volúmenes:

**Volumen 1. Recomendaciones:** se proporcionan valores guía para diversos componentes del agua potable, junto con información esencial necesaria para comprender en que se basan esos valores.

**Volumen 2. Criterios relativos a la salud y otra información base:** contiene monografías sobre los criterios aplicables a cada sustancia contaminante, que sirvieron de base para establecer los valores guía.

**Volumen 3. Vigilancia y control del sistema de abastecimiento para comunidades:** tiene un propósito muy distinto; incluye recomendaciones e información sobre lo que es preciso hacer en pequeñas comunidades en particular en países en desarrollo.

En la preparación de la segunda edición, participaron más de 200 expertos de casi 40 países desarrollados y en vías de desarrollo.

### 5.2 Valores Guía

En esta edición se profundiza en microorganismos patógenos oportunistas y en otros indicadores microbiológicos como: bacterias Coliformes, *Streptococcus* fecales,

Clostridium, Colifagos y precisa los métodos de detección por cada uno. Además, se realiza un cuestionamiento al grupo Coliforme Total, sobre todo su uso para evaluar acueductos rurales. En el cuadro 3, se presentan los valores guías para la calidad bacteriológica del agua potable.

**Cuadro 3. Calidad bacteriológica del Agua Potable**

ORGANISMOS	VALOR GUIA
<b>Toda el agua de bebida</b>	
<i>E.coli</i> o bacterias Coliformes termorresistentes <sup>b,c</sup>	No deben ser detectables en ninguna muestra de 100 ml.
<b>Agua tratada que llega al sistema de distribución.</b>	
<i>E.coli</i> o bacterias Coliformes termorresistentes <sup>b</sup>	No deben ser detectables en ninguna de 100 ml
Total de bacterias coliformes	No deben ser detectables en ninguna muestra de 100 ml.
<b>Agua tratada que se halla en el sistema de distribución.</b>	
<i>E.coli</i> o bacterias Coliformes termorresistentes <sup>b</sup>	No deben ser detectables en ninguna muestra de 100 ml.
Total de bacterias coliformes	No deben ser detectables en ninguna muestra de 100 ml. En el caso de los grandes sistemas de abastecimiento, cuando se examinen suficientes muestras, deberán estar ausentes en el 95% de las muestras tomadas durante cualquier período de 12 meses.

Fuente: Vol. 1 Guías para la calidad del agua potable. Seg. Edición. Recomendaciones 1995.

**NOTAS:**

<sup>a</sup>Si se detecta *E. coli* o bacterias Coliformes en general, deben adoptarse inmediatamente medidas para investigar la situación. En el caso de las bacterias Coliformes en general, se debe, como mínimo, repetir el muestreo; si las bacterias se detectan también en la nueva muestra, se deben realizar inmediatamente nuevas investigaciones para determinar la causa.

<sup>b</sup>Aunque *E.coli* es el indicador más preciso de contaminación fecal, el recuento de bacterias Coliformes termorresistentes es una opción aceptable. Si es necesario, se deben realizar las debidas pruebas confirmatorias. El total de bacterias Coliformes no es un indicador aceptable de la calidad sanitaria del abastecimiento de agua en las zonas rurales, sobre todo en las zonas tropicales donde casi todas las aguas no tratadas contienen numerosas bacterias que carecen de importancia para la salud.

<sup>c</sup>Se reconoce que, en la gran mayoría de los sistemas de abastecimiento de las zonas rurales de los países en desarrollo, hay una contaminación fecal generalizada. En esas circunstancias, el organismo nacional de vigilancia debe establecer objetivos a plazo medio para mejorar gradualmente el abastecimiento, tal como se recomienda en el volumen 3 de Guías para la Calidad del Agua Potable.

Como se observa, a pesar del cuestionamiento que se le hace al grupo coliforme como indicador microbiológico, el mismo se sigue utilizando.

**5.3 Frecuencia de Muestreo**

La frecuencia de muestreo es semejante a la expresada en la primera edición (cuadro 2). Sin embargo, se comete un error en el intervalo de población abastecida de 5000 a 10000 (ver cuadro 4).

#### **Cuadro 4. Frecuencias mínimas de la toma de muestras de agua de bebida en el sistema de distribución.**

<b>Población Abastecida</b>	<b>Cantidad mínima de muestras</b>
Menos de 5000	1 muestra
5000 – 10.000 *	1 muestra por 5000 usuarios
Más de 100.000	1 muestra por cada 10.000 usuarios, más de 10 muestras adicionales

Fuente: Vol. 1. *Guías para la Calidad para el Agua Potable*, 1994.

\* Se considera un error mecanográfico; el intervalo debe ser de 5.000 – 100.000.

## **6. GUIAS PARA LA CALIDAD DEL AGUA DE BEBIDA (Tercera edición)**

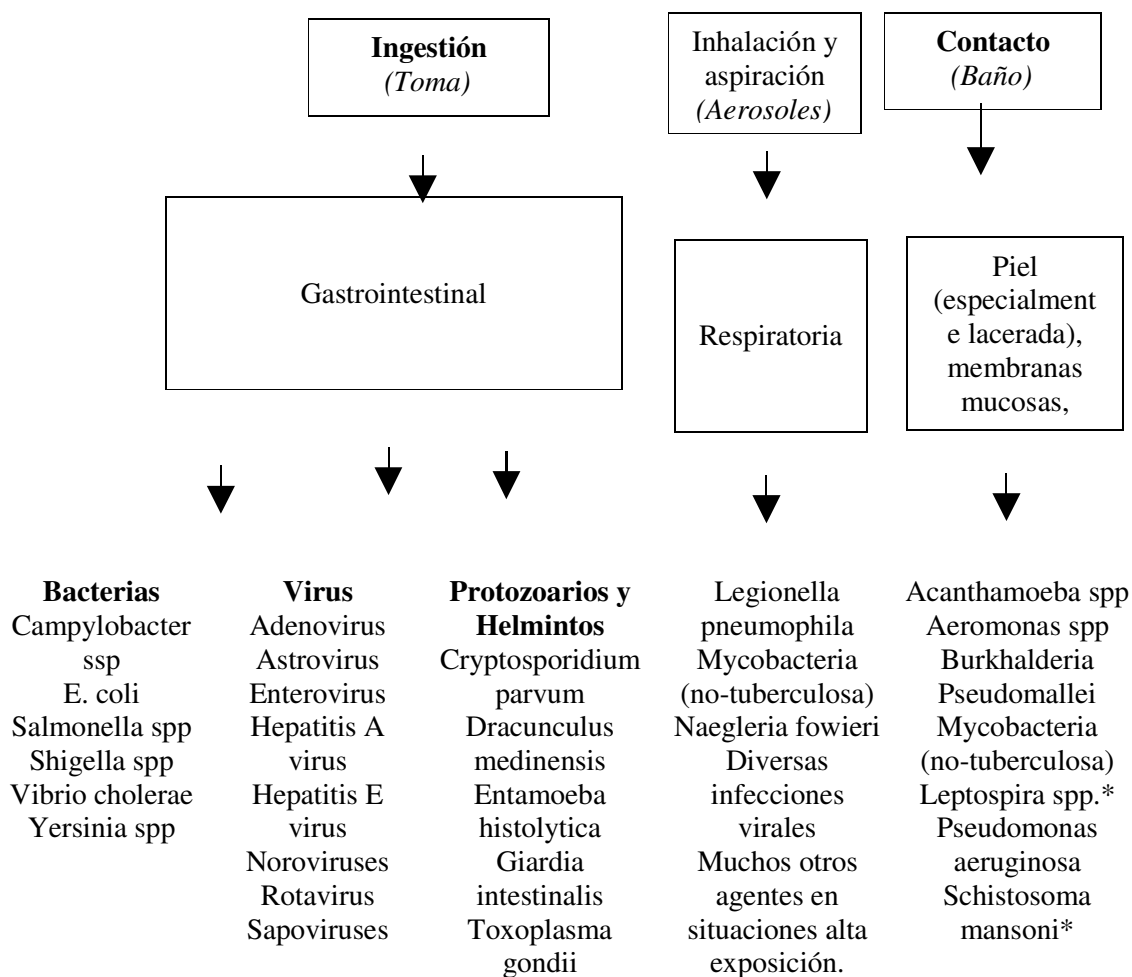
### **6.1 Desarrollo de las Guías**

En el año 2000 la oficina Regional de la OMS de Europa inició, junto con el PNUMA, el PISSQ y el Programa de Seguridad Radiológica, el plan de trabajo para desarrollar la tercera edición de las “*Guías de Calidad para el Agua de Bebida*”. La preparación ha sido sustentada en documentos realizados en un período de 8 años, en donde participaron 490 expertos de 90 países desarrollados y en vías de desarrollo. El volumen 1 fue publicado en septiembre del año 2004 y está disponible en Inglés; el mismo está acompañado de una serie de publicaciones sobre aspectos químicos y microbiológicos, los cuales reemplazan algunas partes previas del volumen 2. El volumen 3 incluye aspectos relacionados con la inspección, además del monitoreo de la calidad del agua en comunidades.

### **6.2 Aspectos Microbiológicos**

Esta tercera edición profundiza en aspectos microbiológicos relacionados con el papel del agua en la transmisión de enfermedades infecciosas; además, describe con detalle las características de nuevos microbios emergentes como los Microsporidios, Isospora y otros. En la figura 1, se presentan las vías de transmisión de los patógenos a través del agua.

**Figura 1**  
**Aspectos Microbiológicos**



### 6.3 Valores Guía

Los valores guía relacionados con la calidad microbiológica, concentra su evaluación en los organismos indicadores Escherichia coli (E.coli) y el grupo Coliformes fecal (Termotolerantes). El gran avance es la eliminación del grupo Coliforme Total, cuya importancia sanitaria había sido cuestionada desde la primera edición. En el cuadro 5, se presentan los nuevos valores guías para la evaluación de la calidad microbiológica del ACH.

**Cuadro 5. Valores Guías para Verificar la Calidad del Agua de Bebida<sup>(a)</sup>**

TIPO DE AGUA	ORGANISMO	VALOR GUÍA
Todo tipo de Agua de bebida, así como la que se use para la preparación de hielo	E. coli o bacterias Coliformes termotolerantes <sup>(b, c)</sup>	No debe ser detectado en ninguna muestra de 100 mL.
Agua que entra al sistema de distribución	E. coli o bacterias Coliformes termotolerantes <sup>(b)</sup>	No debe ser detectado en ninguna muestra de 100 mL.
Agua en el sistema de distribución	E. coli o bacterias Coliformes termotolerantes <sup>(b)</sup>	No debe ser detectado en ninguna muestra de 100 mL.

a) Se debe proceder inmediatamente a una acción de investigación en caso de que E. coli sea detectada.

b) Sin embargo, E. coli es el indicador de contaminación fecal más preciso. El conteo de bacterias coliformes termotolerantes es una alternativa aceptable. Si es necesario, se debe realizar una prueba confirmatoria. Las bacterias Coliformes totales no son un indicador aceptable de la calidad sanitaria de agua para consumo, particularmente en áreas tropicales, donde muchas bacterias que no tienen significado sanitario están en casi todos los acueductos sin tratamiento.

c) Se ha reconocido que la gran mayoría de acueductos de áreas rurales, especialmente de países en desarrollo, la contaminación fecal es ampliamente dispersa. Bajo estas condiciones, se deben enfocar objetivos a mediano plazo para lograr un mejoramiento progresivo.

Fuente: Vol. 1. Guidelines for Drinking Water Quality. 2004.

## 6.4 Frecuencia de Muestreo

La frecuencia y el número de muestras experimentan un cambio con respecto a las ediciones anteriores. En el cuadro 6 se presentan el número mínimo de muestras a recolectar en la red de distribución, para evaluar la contaminación del agua.

**Cuadro 6. Número Mínimo de Muestras para Análisis de Microbiológico en el Sistema de Distribución**

Población Abastecida	Total de Muestras por Año
Fuente de agua	
Red de distribución	
<5000	12
5000 – 100.000	12 por cada 5000 personas
>100.000 – 500.000	12 por cada 10.000, más 120 adicionales
>500.000	12 por cada 100.000 personas; más 180 muestras adicionales

Fuente: Vol. 1. Guidelines for Drinking Water Quality. 2004.

Parámetros tales como cloro, turbiedad y pH, deben realizarse con mayor frecuencia para verificar el control operativo del acueducto.

## 6.5 Clasificación del agua de Bebida en el Sistema de Distribución

Con satisfacción observamos que estas nuevas guías realizan una clasificación o categorización de la calidad del agua en la red de distribución, semejante al Código de Colores<sup>(12)</sup> elaborado en 1990 por nuestro Laboratorio Central del AyA, hoy Laboratorio Nacional de Agua (LNA). Dicha clasificación se presenta en el siguiente cuadro 7.
















**Cuadro 7. Categorización del Agua Suministrada por la Red de Distribución Basada en la Confianza y Seguridad Microbiológica**

Calidad del Agua Sistema de Distribución	Proporción (%) de Análisis Negativos por E. coli Tamaño de la Población		
	<5000	5000 – 100.000	>100.000
Excelente	90	95	99
Buena	80	90	95
Peligrosa (Fair)	70	85	90
Mala (Poor)	60	80	85

*Fuente: Vol. 1. Guidelines for Drinking – Water Quality.*

En el cuadro 8, se presenta el Código de Colores usado en nuestro LNA desde 1990 para evaluar la calidad del ACH en forma periódica (trimestral, semestral y anual).

**Cuadro 8. Código de Colores para Clasificar la Calidad de las Aguas para Consumo Humano en Costa Rica**

SISTEMAS CLORADOS				SISTEMAS NO CLORADOS	
Evaluados con más de 20 muestras anuales		Evaluados con 20 o menos muestras anuales			
% Negatividad por Coliformes Fecales	Código	% Negatividad por Coliformes Fecales	Código	Xg Coliformes Fecales	Código
95-100		90-100		0-4*	
90-94.9		80-89.9		5-10	
75-89.9		70-79.9		11-50	
60-74.9		60-69.9		51-100	
<60		<60		101-∞	

*Fuente: Laboratorio Nacional de Aguas.*

## 6.6 Parámetros para el Control Operativo del Agua

Estas nuevas guías de calidad reiteran la importancia indicada en la primera edición sobre la selección de los parámetros operativos para evaluar la calidad del agua en los sistemas de distribución y en las diferentes etapas del tratamiento del agua. Dichos parámetros se presentan en el cuadro 9.

**Cuadro 9. Parámetros para el Control Operativo en las Diferentes Etapas del Sistema**

Parámetro Operacional	Agua de Lluvia	Coagulación	Sedimentación	Filtración	Desinfección	Distribución Sistema de
pH		✓	✓		✓	✓
Turbiedad (conteo de partículas)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Oxígeno Disuelto	✓					
Caudal del río	✓					
Precipitación pluvial	✓					
Color	✓					
Conductividad (sólidos disueltos totales, o SDT)	✓					
Carbón Orgánico	✓		✓			
Algas, toxinas de algas y metabolitos						
Dosis Química	✓				✓	
Tasa de caudal	✓	✓	✓	✓	✓	
Carga Neta	✓					
Valor de la corriente	✓					
Pérdida de carga				✓		
Ct <sup>a</sup>					✓	
Desinfectante Residual					✓	✓
DBPs					✓	✓
Presión Hidráulica						✓

<sup>a</sup>Ct = Concentración desinfectante x tiempo de contacto.

Fuente: Vol. 1. Guidelines for Drinking Water Quality (2004).

Además, dependiendo de la persistencia de la contaminación del agua en la red de distribución, se pueden usar los siguientes parámetros:

- Cloro residual.
- Clostridium perfringens.
- Recuento de bacterias heterotróficas 1/mL.
- Presión y turbiedad del agua.

### 6.7 Otros aspectos importantes

Las actuales guías de Calidad del Agua (Tercera Edición) incluyen controles especiales para aguas intrahospitalarias, aguas en centros educativos (escuelas y colegios), aguas utilizadas en aviones de pasajeros y aguas usadas en atención de emergencias.

### 6.7.1 Aguas Intrahospitalarias

Debido a que los pacientes internados en los hospitales pueden estar inmunosuprimidos, la OMS recomienda ampliar los parámetros microbiológicos para evaluar este tipo de aguas de la siguiente manera:

- E. coli
- Coliformes Termotolerantes.
- Pseudomonas aeruginosa
- Recuento de bacterias heterotróficas/mL.

Además, se puede usar o buscar la presencia de Legionella (bacteria causante de problemas respiratorios). En este sentido, es importante indicar que en 1998 Mora, Darner propuso el uso de “*Criterios Microbiológicos para Evaluar las Aguas Intrahospitalarias en Costa Rica*”<sup>(13)</sup>, los cuales pueden apreciarse en el cuadro 10.

**Cuadro 10. Criterios Microbiológicos para Evaluar la Calidad de las Aguas Intrahospitalarias en Costa Rica**

Origen	Indicador microbiológico	Valor óptimo recomendado	Valor máximo admisible	% Negatividad del indicador
Fuente de agua	Coliformes fecales/100 mL	Neg	Neg <sup>(1)</sup>	90 <sup>(2)</sup>
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> /100 mL	Neg		90
	Recuento de bacterias mesofílicas/mL	≤ 15 U.F.C.	≤ 30 U.F.C.	-
Agua en el sistema de distribución	Coliformes fecales/100 mL	Neg	Neg	90
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> /100 mL	Neg	Neg	90
	Recuento de bacterias mesofílicas/mL	≤ 15 U.F.C.	≤ 30 U.F.C.	90

NOTAS:

1. Para evaluar la calidad del agua, en forma puntual, se utiliza el valor máximo permisible de los tres indicadores.
2. Se utiliza en la evaluación de agua tratadas (desinfectadas) en períodos de tiempo determinados.
3. Incluye la evaluación del hielo intrahospitalario.
4. En el caso de las evaluaciones o análisis puntuales, es obligatorio el cumplimiento de los tres indicadores citados.

Fuente: Mora Darner, 1998.

### 6.7.2 Aguas en Centros Educativos

En este punto la OMS indica que, además de que el agua suministrada al interior de los centros educativos debe estar libre de bacterias Coliformes Termoresistentes, los estudiantes deberán ser educados sobre la importancia de la higiene personal (lavado de manos), con la intención de evitar la transmisión de microbios patógenos a través del ciclo ano-mano-boca.

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1 Conclusiones

Después de analizar las tres ediciones de los Valores Guías Microbiológicas para evaluar el agua para consumo humano (agua potable o agua de bebida), se puede concluir:

- La mayor evolución de las guías microbiológicas, es la eliminación del grupo Coliforme Total para evaluar la calidad del agua de bebida.
- Existe una leve variación en la frecuencia mínima de muestreo para evaluar la calidad del agua. Sobre todo, se aumentan los intervalos de la población abastecida y el número de muestras a analizar en poblaciones mayores a 500.000 habitantes.
- Se establece una categorización o clasificación de la seguridad o calidad del agua suministrada en la red de distribución, en evaluaciones periódicas y de acuerdo con la población abastecida por el acueducto. Esta clasificación es semejante al código de colores creado en Costa Rica desde 1990.
- Las guías de calidad indican que una evaluación integral del agua en el sistema de distribución debe realizarse usando los siguientes parámetros: *E.coli*, cloro residual, pH y Turbiedad.
- Un avance notable es la incorporación de otros parámetros microbiológicos como *Pseudomonas aeruginosa* y el Recuento de Bacterias Heterotróficas, para evaluar la calidad de las aguas de uso hospitalario.
- Por último, estas guías reiteran la importancia de las inspecciones sanitarias y la evaluación del riesgo de los sistemas de abastecimiento.

## 7.2 Recomendaciones

Antes de realizar las recomendaciones, es importante aclarar que el presente documento, solamente analiza la evolución de las Guías o valores microbiológicos para evaluar el agua de consumo humano, y deja para otro documento los aspectos biológicos y físico-químicos. En este sentido, se puede recomendar:

- Que cada país elabore, en primera instancia, criterios y luego normas nacionales para evaluar la calidad de las aguas intrahospitalarias.
- Las nuevas revisiones de las Normas o Reglamentos Nacionales para evaluar la calidad del agua potable, deberán incluir la eliminación de los Coliformes totales como parámetros y la incorporación de los parámetros complementarios de: turbiedad, pH, cloro residual y recuento de bacterias heterotróficas en placa.
- El uso de la categorización o clasificación de la calidad del agua permitirá evaluar los avances, estimulando a los operadores de la acueductos o mejorar la calidad del agua.
- Esta categorización, o el uso del Código de Colores, podría estimular el mejoramiento de la calidad del agua para consumo humano en la década 2005 al

2015 (agua para la vida de las naciones unidas), lo cual es concordante con los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

- Con respecto a la importancia de los usos del agua en centro educativos, lo recomendable es aprovechar la extensión del Programa Bandera Azul Ecológica a escuelas y colegios <sup>(14)</sup>, con la intención de capacitar a los estudiantes en los aspectos sanitarios.
  
- Cada país deberá crear Programas Nacionales para Mejoramiento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, fundamentados en 6 componentes:
  - a) Protección de Fuentes.
  - b) Vigilancia y Control de la Calidad del Agua.
  - c) Tratamiento y desinfección del agua.
  - d) Evaluación de Riesgo Sanitario.
  - e) Normalización y legislación.
  - f) Autosostenibilidad y educación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Kottek S.S. **Gems from the Talmud: public health – water supplí.** Israel Journal of Medical Science, Vol. 138. No. 4; 1995: p. 225-255.
2. United States Environmental Protection Agency. **Environmental Pollution Control Alternatives: drinking water treatment for small communities.** Cincinnati; EPA, 1990: 1 – 85.
3. Hipócrates. Aires, Aguas y lugares. En Buck, Carol y Colaboradores. **El Desafío de la Epidemiología, Problemas y Lecturas Seleccionadas. Organización Panamericana de la Salud.** Washington, D.C., 200-37, 1991: p. 18.
4. Snow J. **Sobre a maneira de Transmissao do cólera.** 2. ed. Sao Paulo: HUCITEC – ABRASCO, 1990: 1-249.
5. De Kruif, Paul. **Los cazadores de Microbios.** México, Editorial Epoca S.A. Séptima Edición; 1988; 149-150.
6. Mc. Junkin, F. Eugene. **Agua y Salud Humana.** Lima, Perú. OMS/OPS. 1985: p. 118.
7. Sancho Jiménez, Francisco y Picado Twigh, Clodomiro. **“Informe presentado con respecto al análisis comparado de las aguas de Tres Ríos y Tiribí”.** En Picado, Twight Clodomiro. Obras Completas. Cartago. Editorial Tecnológica de Costa Rica. 1988. Vol. 5.
8. OMS/OPS. **Guías de Calidad para el Agua Potable.** Ginebra, 1º edición. Vol. 1. 1985.
9. OMS/OPS. **Guías de Calidad para el Agua Potable.** Ginebra, 2º edición. Vol. 1. 1995.
10. World Health Organization. **Guidelines for Drinking Water Quality Geneva.** 3º Edición. Vol 1; 2004.
11. World Health Organization. **Guidelines for Drinking Water Quality Geneva.** 3º Edición. Vol 1; 2004.
12. González, Edgar; Mora, Darner; Rojas, Juan y Mata, Ana. **Código de Colores para Clasificar la Calidad del Agua.** Laboratorio Central AyA, La Unión, Cartago; 1991.
13. Mora, Darner. **Calidad del Agua para Consumo Humano y sus Derivados en el Ámbito Intrahospitalario en Costa Rica: Propuesta de un Sistema de Vigilancia y Control.** Ciudad Universitaria (UCR). Trabajo Final de Graduación en Maestría de Salud Pública, 1998.
14. Mora, Darner y colaboradores. **Revista de ampliación del Programa Bandera Azul Ecológica a Centros Educativos.** Laboratorio Nacional de Aguas. Tres Ríos, La Unión, 2004.