

Evolución de las guías microbiológicas de la OMS para evaluar la calidad del agua de consumo humano. Periodos 1984-1994-2004-2011 y 2024

Evolution of the WHO microbiological guidelines to evaluate the quality of water for human consumption. Periods 1984-1994-2004-2011 and 2024

Darner Mora-Alvarado¹

Mora-Alvarado, D. Evolución de las guías microbiológicas de la oms para evaluar la calidad del agua de consumo humano. Periodos 1984-1994-2004-2011 y 2024. *Tecnología en Marcha*. Vol. 37, N° especial. 60 Años del Laboratorio Nacional de Aguas. Diciembre, 2024. Pág. 110-120.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v37i8.7174>

¹ Director, Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica.
 dmora@aya.go.cr

Palabras clave

Agua; guía; enfermedad; *Escherichia coli*; indicador.

Resumen

En diciembre del 2006, el suscrito publicó el documento “Evolución de las Guías Microbiológicas de la OMS para evaluar la calidad del agua para consumo humano: 1984-2004”. En el marco de este antecedente, pero sobre todo con el objetivo de definir el verdadero indicador bacteriológico para valorar el riesgo de transmisión de gérmenes de enfermedades hídricas, se presenta, como complemento, la definición de dichos indicadores indirectos en la cuarta edición de las “Guías para la Calidad del Agua de Consumo Humano 2011” y las “Guías de Calidad para Pequeños Abastecimientos de Agua”, publicados en el 2024 con el propósito de definir o ratificar como indicador a la *Escherichia coli* (*E.coli.*) en el “Reglamento para la Calidad del Agua Potable”; se busca con esto orientar la evaluación de la calidad microbiológica del agua, conjuntamente con los parámetros físico-químicos, en los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano en Costa Rica.

Keywords

Disease; *Escherichia coli*; guide; indicator; water.

Abstract

In December 2006, the undersigned presented the “Evolution of the WHO Microbiological Guides, to evaluate the water quality of water for human consumption: 1984-2004”. Given this background and with the purpose of defining the true bacteriological indicator to assess the risk of transmission of germs of water diseases, the definition of said indirect indicators is presented as a complement in the fourth edition of the “Guidelines for the Quality of Drinking Water Human, 2011” and the Quality Guides for small water supplies, published in 2024, with the purpose of defining or ratifying *Escherichia coli* (*E.coli.*), in the Regulation for the Quality of Drinking Water and thus guiding, the evaluation of microbiological water quality, in conjunction with physical-chemical parameters, in water supply systems for human use and consumption in Costa Rica.

Introducción

En el año 2006 el suscrito publicó, por medio de la “*Revista Costarricense de Salud Pública*”, el estudio denominado “Evolución de las Guías Microbiológicas de la OMS para Evaluar la Calidad del Agua para Consumo Humano: 1984-2004” [1]. El mismo abordó los orígenes del proceso salud-enfermedad en las antiguas culturas, además de mencionar, entre otros aspectos, medidas preventivas para garantizar que los pozos de agua se mantuvieran tapados, limpios y alejados de posibles fuentes de contaminación [2]. Existen relatos del año 2000 a. C sobre las tradiciones médicas en la India, donde recomendaban que “*el agua impura se debe purificar, haciéndola hervir sobre fuego, calentándola al sol, sumergiendo un hierro ardiendo dentro de ella o incluso mediante filtración en arena o grano para luego enfriarla*” [3], o los escritos de Hipócrates en su libro del siglo IV a.C. denominado “*Aires, aguas y lugares*”, en donde se hace una relación entre el origen y las características del agua que consumen los pobladores y su condición de salud [4]. No obstante, la verdadera relación entre la calidad del agua y la salud fue descrita en 1854 por el Dr. John Snow, 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 [5]; luego, Robert Koch aisló e identificó el *Vibrio cholerae* 01, bacteria causante de muchas muertes durante siglos [6].

Posteriormente, Theodor Escherich aisló e identificó el grupo Coliformes (*Bacillum coli*) en las heces humanas, y su presencia marcó el inicio de la evaluación de la calidad del agua a nivel mundial [7]. Décadas después (1915) en Costa Rica, el científico Clodomiro Picado realizó los primeros estudios de calidad del agua, específicamente en el río Tiribi y el acueducto de San José [8]. El Dr. Picado, haciendo gala de su gran intelecto, utilizó los estándares para evaluar este tipo de aguas.

En la primera mitad del siglo XX, los países industrializados usaron criterios y normas regionales y nacionales, para evaluar la calidad físico-química y microbiológica del agua para uso y consumo humano (AUCH). Para la segunda mitad, la Organización Mundial de la Salud (OMS) estableció estándares o normas internacionales con este mismo fin, las cuales fueron promulgadas en 1958, 1963 y 1971 [9]; sin embargo, fueron confeccionados con tecnologías avanzadas por naciones desarrolladas, lo que impidió su aplicación en los países en vías de desarrollo. Debido a esta debilidad, la misma OMS estableció en 1984 las primeras “Guías para la Calidad del Agua Potable” [10], y para 1994, 2004 y 2011 dictaron la segunda, tercera y cuarta edición [11, 12, 13]. Ya para el año 2024, se promulgaron las últimas “Guías para la Calidad del Agua para Consumo Humano en Pequeños Sistemas de Abastecimiento” [14].

A la luz de estas actualizaciones, se presenta una evaluación complementaria de la evolución de los valores microbiológicos guía, utilizados para evaluar la calidad del AUCH en el contexto mundial.

Objetivos

General

Analizar la evolución de los valores guía microbiológicos dictados por la OMS en los periodos 1984, 1994, 2004 y 2011, aunado a los nuevas “Guías para la calidad del agua de consumo humano para pequeños sistemas de abastecimiento de agua”, publicados en el 2024, con el propósito de definir el indicador bacteriano, para valorar el riesgo de transmisión de enfermedades infecciosas hídricas, en el “Reglamento para la Calidad del Agua Potable en Costa Rica”.

Específicos

- Describir el grupo bacteriano de Coliformes totales, el subgrupo Coliformes fecales y la *Escherichia coli* (*E. coli*).
- Estudiar la evolución del uso de los mencionados indicadores bacterianos en las ediciones de las Guías de Calidad del Agua de Bebida.
- Definir y describir la frecuencia y número de muestras microbiológicas en las redes de distribución.
- Analizar cuáles han sido los indicadores bacterianos utilizados en las diferentes versiones de los Reglamentos para la Calidad del Agua Potable.
- Definir el uso de indicadores bacterianos (*E.coli*) en la evaluación de riesgo de la calidad microbiológica en las aguas de consumo humano.
- Proponer el indicador microbiológico a utilizar en la futura versión del “Reglamento para la Calidad del Agua Potable en Costa Rica”.

Metodología

Para cumplir con los objetivos de este estudio se aplican los siguientes pasos.

Análisis retrospectivo de las Guías de Calidad del Agua Potable de la OMS

Se realiza un análisis de los indicadores microbiológicos utilizados desde las primeras guías de calidad del agua publicadas en 1984, pasando por las de 1994, 2004, 2011 y hasta las últimas publicadas por la OMS para pequeños abastecimientos, promulgadas en el 2024.

Secuencia de indicadores microbiológicos en los “Reglamentos para la Calidad del Agua Potable, en Costa Rica

Se estudiaron los indicadores bacterianos utilizados en Costa Rica para evaluar la calidad microbiológica del agua, considerados a través de los años en los siguientes reglamentos a saber:

- Normas de Calidad para el Agua Potable CAPRE: 1993 [15].
- Reglamento para la Calidad del Agua Potable. Decreto N°25991-S: 1997 [16].
- Reglamento para la Calidad del Agua Potable. Decreto N°32327-S: 2005 [17].
- Reglamento para la Calidad del Agua Potable. Decreto N°38924-S: 2015 [18].
- Modificaciones al Anexo del Decreto Ejecutivo N°38924-S: 2020 [19].

Descripción del grupo indicador bacteriano Coliformes totales y sus subgrupos

Se describe el origen del *Bacillum Coli*, los Coliformes totales, los Coliformes fecales y sus subgrupos hasta llegar a la *Escherichia coli* (*E. coli*).

Evaluación de riesgo microbiológico del agua

A partir de la tercera edición de las “Guías de Calidad del Agua para Consumo Humano de la OMS: 2004”, se estableció la identificación de riesgo de los acueductos mediante los “Planes de Seguridad del Agua” (PSA).

Propuesta para actualizar el Reglamento para Calidad del Agua Potable en Costa Rica

Con el propósito de evitar distorsiones en las evaluaciones de la calidad microbiológica del agua para uso y consumo humano se propone, con fundamento a sus características, a la bacteria *E. coli* como indicador para la próxima actualización del Reglamento para la Calidad del Agua Potable.

Resultados

Antes de iniciar con el desarrollo de los resultados, es importante anotar las principales características del “Grupo Coliforme”.

Características del Grupo Coliforme

La denominación genérica Coliformes, designa a un grupo de especies bacterianas que tienen en común ciertas características bioquímicas, e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y alimentos [20]; pertenece a la familia *Enterobacteriaceae* y consta de cuatro géneros, a saber *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*. El término Coliforme significa con forma de coli, refiriéndose a la bacteria *Escherichia coli* como principal

representante del grupo, que fue descubierta por el alemán Theodor Escherich en 1860; este gran científico bautizó a este grupo como “*Bacterium coli*”, del griego “κολον, kolon” o intestino. Luego, en honor a su descubridor, se denominó “*Escherichia*”.

Las características bioquímicas indican que el grupo contempla a todas las bacterias entéricas que son aerobias a anaerobias facultativas, Bacilos Gram negativos, no esporógenos. Aunque su habilidad indica que el grupo se encuentra principalmente en el intestino de los animales de sangre caliente y homeotermos, también se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza. A la luz de esto, fue necesario desarrollar pruebas para diferenciar los Coliformes de origen fecal de los de origen ambiental; en este sentido, se clasifican como “*Coliformes totales*” aquellos que comprenden la totalidad del grupo, mientras que los “*Coliformes fecales*” los que son específicamente de origen intestinal. Esta diferencia se fundamenta en que los “*Coliformes totales*” crecen en los medios de cultivo a temperaturas de 35 °C a 37°C, mientras que los fecales lo hacen a 44,5°C; es así como los *Coliformes fecales*, conocidos también como *Coliformes termotolerantes*, forman parte del Grupo Coliforme.

Son definidos como Bacilos Gram negativos, no esporulados, que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a 44,5°C±0,2°C, dentro de las 24 +/- horas, y la mayor especie del grupo es la *Escherichia coli* [21]. Con fundamento en esto, el aislamiento de esta bacteria en el agua brinda un 99% de certeza de contaminación de origen fecal; sin embargo, esta conclusión no es absoluta porque se han aislado *E. coli* que no tienen origen fecal; además, la *E. coli* de origen animal y la de origen humano son idénticas. En el contexto de los *Coliformes fecales* o *termotolerantes*, también se pueden encontrar en menor cuantía los otros tipos, a saber *Citrobacter*, *Klebsiella* y *Enterobacter*; no obstante, debido a la gran concentración en las heces humanas y animales, raramente se encuentra en ausencia de contaminación fecal. Para efectos prácticos, el grupo Coliforme se distribuye de la siguiente manera.

Grupo Coliforme = *Coliforme fecales* o = 90% *Escherichia coli*

36 a 37°C *termotolerantes* a 10% *Enterobacter*+*Klebsiella* y *Citrobacter*
44,5°C

Valores guía de la calidad bacteriológica

Guías de calidad de agua potable 1984

En la primera edición de las Guías de Calidad del Agua Potable (1984), se establecieron los siguientes valores guía para la calidad bacteriológica, según los indicadores de agua para uso y consumo humano, agua embotellada y para abastecimiento de emergencia. En el cuadro 1 se presenta los valores guía para la calidad bacteriológica.

Cuadro 1. Valores Guía para Calidad Bacteriológica.

Organismo	Unidad	Valor Guía	Observaciones
Agua distribuida por tubería			
A.1. Agua sometida a tratamiento que entra en el sistema de distribución.			
Bacteria Coliformes fecales.	Número/100 ml	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).
A.2. Agua no sometida a tratamiento que entra en el sistema de distribución.			
Bacteria Coliformes fecales.	Número/100 ml	0	En el 98% de las muestras examinadas durante el año, cuando se trata de grandes sistemas de abastecimiento y se examinan suficientes muestras. Ocasionalmente en alguna muestra, pero no en muestras consecutivas.
Bacterias coliformes		3	
A.3. Agua en el sistema de distribución.			
Bacteria Coliformes fecales.	Número/100 ml	0	En el 95% de las muestras examinadas durante el año, cuando se trata de grandes sistemas de abastecimiento y se examinan suficientes muestras. Ocasionalmente en alguna muestra, pero no en muestras consecutivas.
Bacteria Coliformes	Número/100 ml	0	
Bacteria Coliformes	Número/100 ml	3	
Agua no distribuida por tuberías.			
Bacteria Coliformes fecales.	Número/100 ml	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/100 ml	10	
Agua embotellada			
Bacteria Coliformes fecales.	Número/100 ml	0	La fuente debe estar exenta de contaminación fecal.
Bacteria Coliformes	Número/100 ml	0	
Abastecimiento de agua en situaciones de emergencia.			
Bacteria Coliformes fecales.	Número/100 ml	0	Acceso al público hervir el agua cuando ésta no se ajusta a los valores.
Bacteria Coliformes	Número/100 ml	0	

Fuente: Guías de Calidad del Agua Potable de OMS. 1ª Edición 1984.

Secuencia de la evolución de los Valores Guías Microbiológicos de OMS: 1984, 1994, 2004, 2011 y 2024

A continuación se presenta la evolución de los Valores Guías Microbiológicos en las ediciones de la OMS.

Secuencia de la evolución de los Valores Guías Microbiológicos de OMS. 1984, 1994, 2004, 2011 y 2024

- Primera edición “Guías de Calidad del Agua para Consumo Humano 1984”:
A1: Agua sometida a tratamiento que entra a la red.

- A2. Agua no sometida a tratamiento que entra en el sistema de distribución.
- A3. Agua en el sistema de distribución.
- B. Agua no distribuida por tuberías.
- C. Agua embotellada.
- D. Abastecimiento de agua en situaciones de emergencia.

Coliformes fecales/100 mL (termotolerantes)

Coliformes totales/100 mL

- Segunda edición “Guía de Calidad del Agua para Consumo Humano 1994”:

Coliformes totales/100 mL

Coliformes fecales/100 mL

E. coli/100 mL

- Tercera edición “Guías de Calidad del Agua para Consumo Humano 2004”:

Se eliminaron los *Coliformes totales*

Coliformes fecales/100 mL

E. coli /100 mL (se utilizan para evaluar el riesgo y clasificación).

- Cuarta edición “Guías de Calidad del Agua para Consumo Humano 2011”:

Igual que la tercera edición

Coliformes fecales/100 mL

E. coli/100 mL

- Quinta edición “Guías de Calidad del Agua para Consumo Humano en Pequeños Sistemas de Abastecimiento de Agua 2024”:

E. coli/100 mL

Fuente: OMS-LNA.

Número de muestras mínimo recomendado para análisis de indicadores

En el cuadro 2 se presentan los números de muestras recomendados, para realizar análisis de contaminación fecal en fuentes y sistemas de distribución.

Cuadro 2. Números de muestras para análisis de contaminación fecal en fuentes y sistemas de distribución.

Población	Número de muestras al año
Fuentes puntuales	Muestreo progresivo de todas las fuentes en ciclos de 3 a 5 años (como máximo).
<5000	12
5000-100.000	12 por cada 5.0000 habitantes (hab).
>100.000-500.000	12 por cada 100.000 hab y 120 muestras adicionales.
>500.000	por cada 100.000 hab y 180 muestras adicionales.

Nota: Parámetros como Cloro, turbidez y pH deben analizarse con mayor frecuencia, como parte del monitoreo operativo y de verificación.

Categorización de la evaluación del agua suministrada en la red de distribución en un periodo definido

En el cuadro 3 se presenta la categorización del agua suministrada por la red de distribución, fundamentada en la confianza y seguridad microbiológica según el indicador bacteriano *E. coli*.

Cuadro 3. Categorización del agua suministrada por la red de distribución fundamentada en la confianza y seguridad microbiológica, según el indicador bacteriano *E. coli*.

Calidad del agua en el Sistema de distribución	Proporción (%) de análisis negativos por la red de distribución basada en la confianza y seguridad microbiológica		
	< 5000	5000-100.000	>100.000
Excelente	90	95	99
Buena	80	90	95
Regular	70	85	90
Mala	60	80	85

Fuente: Vol.1. Tercera edición de las Guías de Calidad de Agua Potable. OMS. 2004.

Evolución cronológica de las Normas y Reglamentos para la calidad del Agua Potable en Costa Rica: 1993-2020

En el cuadro 4 se presenta, en forma cronológica, los indicadores microbiológicos de las Normas y Reglamentos para la Calidad del Agua Potable [22].

Cuadro 4. Indicadores microbiológicos de las Normas o Reglamentos para la Calidad del Agua Potable en Costa Rica.

Normas o Reglamentos para la calidad del Agua Potable	Indicadores Microbiológicos del Agua Potable		
	Coliformes totales	Coliformes fecales	Escherichia coli
Norma CAPRE 1993	x	x	
Reglamento para la Calidad del Agua Potable. Decreto 25991-S:1997.		x	
Reglamento para la Calidad del Agua Potable. Decreto 32327-S. 2005.		x	x
Reglamento para la Calidad del Agua Potable. Decreto 38924-S. 2015.		x	x
Modificación al Anexo del Decreto 38924-S.2020.		x	x
Propuesta de actualización de los valores guías microbiológicos para el próximo reglamento.			x

Evaluación del riesgo microbiológico del agua

A partir de la tercera edición de las Guías de Calidad del Agua de Bebida, la OMS propuso la aplicación del riesgo de contaminación del agua en los sistemas, desde la fuente o cuenca, sistema de tratamiento, tanques de almacenamiento y red de distribución, estrategia conocida como "Plan de Seguridad del Agua". Por otra parte, en esta misma edición se establece la clasificación basada en la frecuencia de resultados positivos de los análisis con presencia de *E. coli*, o concentración de este indicador en el agua para consumo humano, para valorar la puntuación de riesgo de la inspección sanitaria. En la figura 1 se presenta, gráficamente, un ejemplo de la priorización de las medidas correctivas en los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano comunitarios, para mejorar la calidad.



Figura 1. Ejemplo de evaluación de riesgo microbiológico en los sistemas de agua para consumo humano y el grado de las medidas correctivas. Fuente: Lloyd y Bartram (1991).

Análisis

- Las características del Grupo Coliforme, con sus cuatro géneros (*Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*), y su presencia en los intestinos de los seres humanos y animales de sangre caliente, a través del tiempo han permitido, con diferentes matices, que haya sido utilizado como indicador bacteriano para evaluar la calidad microbiológica del agua en sus diferentes usos.
- En este contexto, la capacidad de crecer en medios de cultivo a 44,5°C caracteriza al subgrupo Coliformes fecales; la *Escherichia coli* (*E. coli*) forma parte de este subgrupo, y representa aproximadamente el 90% de los cuatro géneros en un gramo de heces, por lo que se ha definido como la bacteria más específica de contaminación fecal en aguas y alimentos.
- Cronológicamente la OMS utilizó, en la primera edición de las Guías de Calidad para el Agua de Consumo, al grupo *Coliforme total* y el subgrupo *Coliforme fecal* (*termotolerantes*), como indicadores de la calidad microbiológica del agua para consumo humano. Luego, en la segunda, tercera y cuarta edición, eliminó los Coliformes totales y se enfocó en los *Coliformes fecales* y la *E. coli*/100 mL; sin embargo, en las últimas “Guías para la Calidad del Agua para Consumo Humano en Pequeños Sistemas de Abastecimiento”, publicadas por la misma OMS en el año 2024, decidió utilizar solo la *E. coli*/100 mL en forma específica.
- Por otro lado, las Normas y Reglamentos para la Calidad del Agua Potable en Costa Rica, desde las Normas CAPRE del año 1993 usaron *Coliformes totales* y *fecales* para este fin; no obstante, el primer Reglamento para la Calidad del Agua Potable de 1997 (Decreto 25991-S) se enfocó solo en los *Coliformes fecales*/100 mL, y a partir de los reglamentos promulgados en el 2005 (Decreto 32327-S) y el 2015 (Decreto 38924-S) se han utilizado los *Coliformes fecales*, aunque siempre han recomendado a la bacteria *E. coli* como el indicador específico de contaminación fecal.

Conclusiones

- Después de analizar la evolución de los indicadores microbiológicos, desde las primeras Guías de Calidad del Agua para Consumo Humano de la OMS (1984,1994,2004,2011 y 2024), es necesario enfocarse en la *E. coli* como indicador sanitario de contaminación fecal en aguas y alimentos.
- El indicador *E. coli*/100 mL debe ser usado para la evaluación del riesgo sanitario en los PSA, de los diferentes acueductos ubicados en todo el territorio nacional.

Recomendaciones

Fundamentados en este estudio retrospectivo, que analiza la evolución de las Guías de Calidad del Agua para Consumo Humano de las OMS, y los reglamentos para la calidad del agua potable, recomendamos lo siguiente:

- Utilizar la determinación y/o cuantificación del indicador *E. coli*/100 mL, en la próxima versión del Reglamento para la Calidad del Agua Potable.
- Usar la *E. coli*/100 mL en la clasificación del “Código de Colores”, herramienta que permite medir el avance en la calidad microbiológica del agua para uso y consumo humano.
- Usar la detección de *E. coli*/100 mL para verificar o repetir los muestreos de calidad del agua, en el marco de los programas de vigilancia y control de calidad del agua de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano.

Referencias

- [1] Mora Alvarado, Darner A. *Evolución de las Guías Microbiológicas de la OMS para evaluar la Calidad del Agua para Consumo Humano*. San José. Revista Costarricense de Salud Pública. Año 15/Nº29/Diciembre 2006; pág. 44-54.
- [2] Kottek S.S. *Gems from the Talmud: Public Health I--Water supply*. Israel Journal of Medical Science. Vol.138. Nº4; 1995: pág. 225-255.
- [3] United States. Environmental Protection Agency. *Environmental Pollution Control Alternatives: drinking water treatment for small communities*. Cincinnati, EPA; 1990: pág. 1-85.
- [4] Hipócrates. *Aires, Aguas y Lugar*. 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: pág. 18.
- [5] De Kruif, Paul. *Los cazadores de Microbios*. México. Editorial Época S.A. Séptima Edición; 1998; 149-150.
- [6] McJunkin; F. Eugene. *Agua y Salud Humana*. Lima, Perú. OMS/OPS; 1985.
- [7] Wikipedia. Theodor Escherich. En línea. [https://es.wikipedia.org/wiki/Theodor_Escherich#:~:text=Theodor%20Escherich%20\(29%20de%20noviembre,su%20honor%20p%C3%B3stumamente%20en%201919](https://es.wikipedia.org/wiki/Theodor_Escherich#:~:text=Theodor%20Escherich%20(29%20de%20noviembre,su%20honor%20p%C3%B3stumamente%20en%201919).
- [8] Sancho Jimenez, Francisco y Picado Twigth, Clodomiro. *Informe presentado con respecto al análisis compartido de las Aguas de Tres Ríos y Tiribi*". En Picado Twigth Clodomiro. *Obras completas*, Cartago. Editorial Tecnológica de Costa Rica, 1988. Vol 5.
- [9] Truque P. *Armonización de los Estándares de Agua Potable en las Américas*. Organización de Estados Americanos, Washinton DC, EE. UU. 2011.
- [10] OMS/OPS. *Guías de calidad para el Agua Potable*. Ginebra. 1º edición. Vol. 1.1985.
- [11] OMS/OPS. *Guías de Calidad para el Agua Potable*. Ginebra. 2º edición. Vol.14.1995.
- [12] World Health Organization. *Guidelines for Drinking Water Quality*. Geneva. 3º edición. Vol. 1; 2004: pág 1-553.
- [13] OPS/OMS. *Guías para la Calidad del Agua de Consumo Humano* (4º ED; 2011; Ginebra; pág. 1-636.
- [14] Organización Mundial de la Salud. *Guías para la calidad del agua de consumo humano: cuarta edición que incorpora la primera adenda, 4a ed + 1a adenda*. En línea. <https://iris.who.int/handle/10665/272403>

- [15] CAPRE. Normas de Calidad del Agua para Consumo Humano. Primera Edición, septiembre 1993. Revisado en Marzo de 1994: pág. 1-27.
- [16] Poder Ejecutivo. Reglamento para la Calidad del Agua Potable. Decreto N°25991-S; Gaceta del 27 de mayo de 1997; sp.
- [17] Poder Ejecutivo. Reglamento para la Calidad del Agua Potable. Decreto 32327-S. San José. Gaceta 84; pág. 2-6.
- [18] Poder Ejecutivo. Reglamento para la Calidad del Agua Potable. San José. Gaceta 170. Decreto 38924-S; Martes 1 de setiembre del 2015: pág. 1-36.
- [19] Poder Ejecutivo. Decreto N°42332-S. Modificación al Anexo 1 del Decreto Ejecutivo N°38924-S. Reglamento para la Calidad del Agua Potable. San José. Gaceta N°296; Viernes 18 de diciembre del 2020: pág. 4-5.
- [20] Wikipedia, la enciclopedia libre. Coliforme. En línea. <https://es.wikipedia.org/wiki/Coliforme>
- [21] CEPIS. Guía para la evaluación de laboratorios bacteriológicos de análisis de agua. Series documentos técnicos N°3. Edición revisada. Lima. CEPIS, 1078.
- [22] F. Gutierrez. Natura Neotropicales. Indicadores de contaminación de agua ¿Son eficaces? (Conferencia dictada en las 71° Jornadas de Cs. Nat. de la Asoc. de Cs. Nat. del Litoral, en homenaje al Ing. Federico Emiliani); 2005: pág. 89-91.