

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS



ELABORACION Y PROPUESTA DE CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS PARA
EVALUAR LAS AGUAS DE CONSUMO HUMANO INTRAHOSPITALARIO EN COSTA
RICA

PREPARADO POR: M.Sc. Darner Mora Alvarado

MAYO, 2000

**ELABORACION Y PROPUESTA DE CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS PARA
EVALUAR LAS AGUAS DE CONSUMO HUMANO INTRAHOSPITALARIO
EN COSTA RICA**

*Dr. Darner A. Mora Alvarado**

Resumen

El presente trabajo tiene como principal objetivo elaborar y proponer criterios microbiológicos, para evaluar la calidad del agua de consumo humano intrahospitalaria (ACHI). Lo anterior se fundamenta en que el Reglamento para la Calidad del Agua Potable se basa en el uso del grupo Coliformes Fecal, el cual evalúa el riesgo de transmisión de enfermedades de origen intestinal pero no el de infecciones por contacto (piel, mucosas, oídos, etc), que constituyen los principales tipos de infecciones nosocomiales (IN) en el país. Para su elaboración se seleccionaron indicadores microbiológicos, capaces de evaluar ambos riesgos simultáneamente, identificados por medio del análisis de coeficiente de correlación lineal (r) entre los tipos de microorganismos aislados en las ACHI y las I.N. Las muestras de agua utilizadas pertenecen a 7 hospitales de la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS), procesadas en el periodo del I Semestre de 1998, además del estudio de los organismos indicadores con mayor resistencia a los desinfectantes y al medio ambiente acuático.

** Msc. en Salud Pública, Licenciado en Microbiología Química Clínica.
Director del Laboratorio Nacional de Aguas, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Tres Ríos, La Unión, Cartago*

ELABORACION Y PROPUESTA DE CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS PARA EVALUAR LAS AGUAS DE CONSUMO HUMANO INTRAHOSPITALARIO EN COSTA RICA

1. INTRODUCCION

Históricamente, la primera referencia escrita de la influencia del agua sobre la salud la formuló Hipócrates 500 años A.C., en su documento “Aires, Aguas y Lugares”(1). Sin embargo, fue hasta 1852 cuando el Dr. John Snow logró demostrar la relación epidemiológica del agua, proveniente del pozo de Golden Square, ubicado en Londres, con la transmisión de un “veneno morbido” causante de graves diarreas asociadas con altas tasas de mortalidad (2); dicha enfermedad se conoce actualmente como “Cólera”, y la bacteria causante fue descubierta por Robert Koch (3) en 1884. A la luz de lo anterior, investigadores como Escherich (1884) empezaron a evaluar metódicamente la calidad de las aguas para consumo humano (ACH). Fue precisamente este autor quien determinó que en los intestinos de los animales de sangre caliente, incluido el hombre, existe una numerosa población de bacterias con características muy semejantes, a las que denominó “Bacillum coli”; posteriormente y en honor a su descubridor, al género principal de estas bacterias se le llamó “Escherichia coli” (E.coli)(4,5).

A finales del siglo XIX y principios del XX el Instituto Pasteur y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América, comenzaron a utilizar este tipo de bacterias para evaluar ACH y alimentos, fundamentados en que su presencia podría indicar contaminación fecal y por lo tanto transmitir organismos patógenos de origen intestinal; por su origen, a este grupo se le denominó Coliformes Totales (C.T.). Alrededor del año 1950 varios investigadores cuestionaron el uso de este indicador, debido a que se demostró que su origen no es solamente intestinal sino que podría encontrarse en vegetales, suelo y formando parte de la flora normal de ciertas aguas (6). En este mismo período se descubrió un subgrupo de bacterias más específico de contaminación fecal, con las mismas características del grupo Coliforme total pero que crece a 44.5 °C, denominado grupo Coliforme Fecal (C.F.)

A nivel mundial, las directrices para establecer programas de vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano –la cual se define como aquella utilizada para beber, preparar alimentos e higiene personal- son dictadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), estableciendo periódicamente guías para el agua potable sustentadas en parámetros

físico-químicos y microbiológicos (7, 8). Los primeros son muy estables y varían muy poco en el tiempo, mientras los segundos son muy dinámicos y expresan contaminaciones agudas por medio de una gran variedad de microorganismos. En este sentido, cada vez que aparece un brote o epidemia transmitido a través del agua, lo ideal es buscar directamente el microorganismos causante. Sin embargo, por lo complejo y tedioso de las técnicas, los microbiólogos utilizan indicadores bacterianos como los grupos C.T. y C.F. los cuales, como se indicó anteriormente, evalúan el riesgo de transmisión de infecciones intestinales pero no por contacto; algunos ejemplos los constituyen Staphylococcus aureus (S.A.), Pseudomonas aeruginosa (P.A.) y el hongo Candida albicans (C.A.) entre otras; es decir, los valores guía de la OMS y el Reglamento para la Calidad del Agua Potable (9), evalúan el riesgo de contraer enfermedades por ingesta de sustancias químicas tóxicas y microorganismos patógenos, pero no el riesgo de contagio por contacto. Esto, en términos prácticos, es adecuado para evaluar la calidad microbiológica del ACH utilizada por la población en general, pero no para las usadas por internos de los hospitales, debido a que el mayor uso de estas aguas es para la higiene personal de pacientes traumatizados por el “stress” post-operatorio, quemaduras e inmunosuprimidos por enfermedades como el SIDA o el tratamiento con quimioterapia. En razón de lo anterior se realiza la presente investigación, con el objetivo de elaborar criterios microbiológicos para evaluar dichas aguas.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Elaborar y proponer criterios microbilógicos para evaluar las ACHI mediante la determinación de la presencia de microorganismos indicadores y patógenos oportunistas, en las infecciones nosocomiales y aguas utilizadas en siete hospitales del territorio nacional.

2.2 Objetivos específicos

- Analizar la prevalencia de infecciones nosocomiales en sistemas hospitalarios de la Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS).
- Determinar el porcentaje de aislamiento de Coliformes fecales, E.coli, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus, Estrptococos Fecales y Candida albicans en las infecciones nosocomiales y en ACHI.
- Calcular los coeficientes de correlación lineal entre los porcentajes de aislamiento de microorganismos en las ACHI y las infecciones nosocomiales.

- Determinar la resistencia de los diferentes microorganismos al cloro residual en las aguas.
- Elaborar los criterios microbiológicos para evaluar las ACHI.
- Evaluar la efectividad de los criterios propuestos en el objetivo anterior.

3. METODOLOGIA

Para cumplir con los objetivos de la presente investigación, se siguieron los siguientes pasos:

3.1 Prevalencia de infecciones nosocomiales (IN)

Con apoyo de los reportes de prevalencia de infecciones nosocomiales de los siete hospitales estudiados a saber: San Juan de Dios, Nacional de Niños, Calderón Guardia, México, Max Peralta, Monseñor Sanabria y San Carlos, se determinaron los porcentajes de aislamiento de microorganismos causantes de infecciones, durante el primer semestre de 1998 (10,11,12,13, 14).

3.2 Porcentaje de aislamiento de microorganismos de las ACHI

Después de preparar un programa de muestreo de las ACHI de los citados nosocomios, se realizaron los análisis microbiológicos para aislar las siguientes bacterias: Coliformes fecales, E.coli, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus, Estreptococos fecales, recuento de bacterias mesofilicas/mL y el hongo Candida albicans. La frecuencia y el número de muestras se definió de acuerdo a la población promedio de cada hospital. Una vez analizadas las aguas se determinaron los porcentajes de aislamiento, es decir, el número de muestras positivas entre el total de muestras estudiadas.

3.3 Coeficientes de correlación entre los microorganismos estudiados.

Con el objetivo de buscar una asociación estadística entre los microorganismos aislados en las ACHI y las IN se practicó el coeficiente de correlación (“r”), al 99% de confianza y con 5 grados de libertad, a los porcentajes de aislamiento de cada microorganismo; por ejemplo, el porcentaje de aislamiento E.coli en las ACHI se comparó con el de IN. Una vez determinado este valor se definió si el mismo se debió al azar o si la asociación es estadísticamente significativa; entre mayor sea el coeficiente de correlación (entre más se acerque a 1) más servirá como indicador para evaluar el riesgo de que las ACHI puedan transmitir I.N, ya sea por contacto o por ingesta.

3.4 Características de los organismos indicadores

El análisis de la literatura permite indicar cuales son las principales características que deben tener un indicador microbiológico, para evaluar la calidad del agua de bebida y su uso en la higiene personal; las características estudiadas se basan en los trabajos de Mc Fetors y colaboradores (15). Con base en los coeficientes de correlación calculados y a las propias características que cada microorganismo presenta, se seleccionan los indicadores que, en conjunto con los coliformes fecales, evaluarán si las aguas son aptas o no para el consumo humano intrahospitalario.

3.5 Determinación de la resistencia de los microorganismos al cloro residual

Una de las principales características para seleccionar indicadores útiles para evaluar la calidad de las aguas, es su resistencia al cloro residual y a otros desinfectantes; es decir, el indicador seleccionado debe resistir más el cloro residual en el agua que los microorganismos patógenos. Para definir cuales son los microorganismos más resistentes, estos se sometieron a diferentes concentraciones de cloro residual.

3.6 Propuesta de criterios microbiológicos para evaluar las ACHI.

Con el cumplimiento de los puntos 3.3, 3.4 y 3.5 se elabora la propuesta de criterios microbiológicos para evaluar las ACHI.

3.7 Efectividad de los criterios propuestos.

Para comprobar la efectividad de los indicadores utilizados en la propuesta de criterios, se práctico el coeficiente de correlación entre los porcentajes de prevalencia de IN y positividad de microorganismos escogidos en la propuesta y aislados en ACHI. Además, se pusieron en práctica para evaluar la calidad del agua suministrada en 13 hospitales de la CCSS, durante el I semestre de 1998.

3.8 Elaboración de análisis microbiológicos de ACHI

Los análisis microbiológicos de las aguas se realizan siguiendo las directrices de los “Standard Methods for Examination of Water and Wastewater” (16).

4. ANALISIS DE RESULTADOS

Antes de iniciar el análisis de los resultados es importante aclarar que, a nivel mundial, las ACHI se evalúan con los valores guías de la OMS o con las Normas Nacionales de cada país; es decir, la evaluación microbiológica del agua se realiza utilizando los grupos Coliforme total y

Coliforme fecal, por lo que la ausencia de estos microorganismos indica que el agua es potable o segura para la ingesta humana. Sin embargo, podría suceder que un agua se califique como potable por no tener CF/100 mL, pero presentar otros microorganismos más resistentes a cloro como P.A./100 mL, S.A./100 mL o C.A./100 mL, lo cual es un riesgo para la transmisión de enfermedades infecciosas por contacto, sobre todo en pacientes hospitalizados por quemaduras, “estrés” post-operatorio o inmunosupresos.

4.1 Porcentaje de aislamiento de microorganismos de las ACHI y las Infecciones nosocomiales

En la tabla 1, se presentan los porcentajes de aislamiento de microorganismos en las ACHI e IN, analizadas en el I semestre de 1998. Esta información resume los resultados obtenidos en siete hospitales, gracias a los Comités de Control de Infecciones Intrahospitalarias y a los análisis de aguas realizados por el Laboratorio Nacional de Aguas (LNA). Los datos indican que los microorganismos con mayor porcentaje de aislamiento en las I.N. es la Pseudomonas aeruginosa, seguido por E.coli, Staphylococcus aureus y Candida albicans. Con respecto a las ACHI, también la PA/100 mL es la bacteria con mayor aislamiento, seguido por SA/100 mL, CA/100 mL, EF/100 mL, CF/100 mL y E. coli/100 mL.

4.2 Coeficiente de correlación lineal entre los porcentajes de aislamiento de microorganismos del ACHI y la IN

En la tabla 2, se presentan los coeficientes de correlación “r” para cada par de aislamientos de los microorganismos estudiados en 7 hospitales, tanto el ACHI como en las IN. Además se indica el valor de la “t” calculada, la “t” al 99% de confianza, y una columna en donde se anota si existe evidencia de asociación estadística con 5 grados de libertad. Como se observa, se presenta una asociación directamente proporcional entre las PA/100 mL de las ACHI y las de IN, con un valor de “r” de 0.96. El resultado demuestra que a mayor cantidad de aislamientos de PA/100 mL en las ACHI, mayor es el porcentaje de aislamiento de la misma bacteria en las IN; lo anterior indica una fuerte asociación, pero no necesariamente causalidad. En los casos de CF/100 mL, E.coli/100 mL y las S.A./100 mL en las ACHI y las I.N., los resultados indican que no existen asociación. Con respecto al hongo Candida albicans, el valor de “r” obtenido es de -0.88, que demuestra una asociación o correlación inversa, es decir, a mayor aislamiento de CA en ACHI menor el porcentaje de aislamiento en las IN. Esto sugiere

que este tipo de germen se trasmite más por contacto directo entre personas que por agua contaminada.

4.3 *El Recuento de bacterias mesofílicas/100 mL de agua*

El conteo de colonias de bacteria heterotróficas en placas, conocido como recuento estandar de placa (Rec.bact./mL), es un procedimiento empleado para estimar el número de bacterias vivas heterotróficas, aeróbicas o anaerobias facultativas, presentes en el agua, por lo que es un excelente instrumento para medir los cambios de calidad durante el tratamiento y distribución del agua. Debido a lo anterior, en el presente estudio se utiliza lo mencionada técnica y se propone como un indicador importante para evaluar las ACHI.

4.4 *Características de los organismos indicadores de calidad.*

Las principales características de los organismos indicadores, según Mc.Fetors y colaboradores son:

- a) Deben poderse aplicar a los organismos pruebas de laboratorio para todos los tipos de aguas a investigarse, cruda o tratada.
- b) Los organismos indicadores deben estar presentes en las aguas residuales de alcantarillado cuando existan patógenos presentes.
- c) Deben estar presentes en aguas contaminadas, aún cuando no existan patógenos presentes.
- d) Deben estar presentes en el agua contaminada, en un número mayor que la población de patógenos.
- e) La población de los organismos indicadores debe tener una correlación con el grado de contaminación y con la posibilidad de que estén presentes organismos patógenos.
- f) Deben ser fáciles de identificar mediante pruebas de laboratorio relativamente simples, en un período de corto de tiempo.
- g) Deben ser fáciles de enumerar mediante estas pruebas de laboratorio.
- h) Deben tener características bien definidas para permitir exactitud en las pruebas de laboratorio, presentando reacciones consistentes en las mismas.
- i) Los organismos indicadores no deben multiplicarse en condiciones en las que los patógenos no se multiplican.
- j) El tiempo de supervivencia de los organismos indicadores, bajo condiciones ambientales desfavorables, deben ser superior a los tiempos de supervivencia de los

patógenos. Esto garantiza la seguridad de abastecimiento de agua que han sido tratados, para producir poblaciones muy bajas o nulas de organismos indicadores.

k) Deben ser más resistentes que los patógenos a los desinfectantes y a otras condiciones desfavorables presentes en el medio acuático.

l) Deben ser inocuos para el hombre y los animales.

Como es de esperarse, no se ha encontrado ningún organismo indicador que cumpla todos estos criterios, y es razonable suponer que ninguno lo hará.

4.5 Resistencia de los microorganismos a la cloración de las aguas

Como se citó anteriormente, una de las características fundamentales para seleccionar un microorganismo que sirva como indicador para evaluar la calidad de ACH, es que presente una mayor resistencia que los patógenos a los desinfectantes y a otras condiciones adversas del medio acuático. En este sentido, en la tabla 3 se resumen los aislamientos de diferentes microorganismos estudiados en ACHI, a diferentes concentraciones de cloro residual. Los resultados indican que, en primer lugar, en todos los intervalos de cloro residual se presentaron recuentos de bacterias mesofílicas/mL; como es lógico, a mayor concentración de cloro residual en el agua menor es el Rec.t.bacterias/mL. En segundo lugar, la bacteria PA fue aislada en todas las concentraciones de desinfectante estudiadas, incluso en aguas con 1,0 mg/L de cloro residual.

4.6 Propuesta de criterios Microbiológicos para evaluar las aguas de consumo humano intrahospitalarias

Con fundamento en los puntos 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 y 4.5 y a la variedad de usos del ACHI, se propone incluir en los criterios microbiológicos para evaluar este tipo de aguas: a) CF/100 mL, los cuales evalúan el riesgo de transmisión hídrica de infecciones intestinales, en conjunto con la bacteria P.A./100 mL, que permite medir el riesgo de transmisión de infecciones por contacto (oídos, nariz, piel y mucosas); b) Rec.t.bacterias/mL, para determinar los cambios de calidad en los sistemas de abastecimiento del agua hospitalaria.

En razón de lo anterior, la mencionada propuesta se presenta en la tabla 4. La misma está dividida en la fuente de agua y red de distribución. El valor óptimo recomendado (VOR) es el ideal a alcanzar. El valor máximo permisible (VMP) es el límite para calificar el agua como apta o no apta para el consumo humano en el ámbito hospitalario. Ambos valores se usan en evaluaciones puntuales o en aguas no tratadas. Para aguas tratadas y/o cloradas, la evaluación se debe realizar en períodos de tiempo (trimestral, semestral o anual), para lo cual se utiliza el

porcentaje de negatividad de CF/100 mL y PA/100 mL; el valor mínimo permisible es el 90% de en ambos indicadores.

La frecuencia y el número de muestras a recolectar por sistema, depende de la población abastecida por el acueducto. En la tabla 5 se detalla la frecuencia y el número de muestras a recolectar para análisis microbiológicos.

4.7 Efectividad de los criterios propuestos

Para comprobar la efectividad de los tres indicadores propuestos, se realiza el coeficiente de correlación entre la prevalencia de infecciones nosocomiales y por porcentajes de positividad por CF/100 mL , PA/100 mL y el Rect.bacterias/mL (valores superiores a 30 U.F.C./mL), en las ACHI de seis hospitales.

En la tabla 6 se observa la asociación entre la calidad del ACHI y la prevalencia de IN; los resultados demuestran la importancia de los indicadores PA/100 mL, Rect. de bacterias/mL y CF/100 mL en las ACHI e IN, con “r” de 0.71, 0.72 y 0.11, respectivamente. Lo anterior ratifica la importancia del uso de ACHI en el baño personal y en el lavado de heridas post-cirugía, con respecto a la transmisión de IN sobre todo en piel, oídos y mucosas de los pacientes.

Como ejemplo práctico de la aplicación de los criterios microbiológicos propuestos, en la tabla 7 se presenta la evaluación de la calidad de las ACHI de los siete centros hospitalarios estudiados; se observa que si la evaluación de la calidad del agua se hiciera con base en el “Reglamento para la Calidad del Agua Potable”, estos se ubiesen calificado como de calidad potable; sin embargo, con los criterios propuestos, los siete hospitales suministraron agua no apta para el consumo humano intrahospitalario

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El análisis de los resultados obtenidos científicamente, permite hacer los siguientes conclusiones y recomendaciones:

5.1 Conclusiones

- Los estudios de coeficiente de correlación (“r”) entre los indicadores aislados en las ACHI y las IN, demuestran que el actual Reglamento para Calidad del Agua Potable no es suficiente para evaluar las ACHI.
- Los mejores indicadores microbiológicos, para evaluar el riesgo de transmisión hídrica de infecciones intrahospitalarias, son la Pseudomonas aeruginosa y el Recuento de bacterias/mL.

- El desarrollo de la presente investigación comprobó la deficiencia en el control de calidad de las aguas usadas en los hospitales.
- La fuerte asociación ($r:0.96$) entre las P.A/100 mL aisladas en los ACHI e IN y su resistencia al cloro residual (Tabla 3), sugieren que el agua juega un papel importante en la transmisión de estas enfermedades (Ver tablas 1 y 2).
- En varios de los hospitales estudiados el agua utilizada para ingesta humana, baño de pacientes y lavado de manos del personal no se aplica la cloración, lo cual es un riesgo para la salud.

5. 2 Recomendaciones

- Es necesario que los funcionarios de salud pública, ingenieros sanitarios y los propios profesionales en microbiología, cambien el paradigma de creer que una ACHI puede ser evaluada solamente con Coliformes fecales/100 mL. La presente investigación demostró que, debido a las condiciones especiales de un hospital, es importante utilizar bacterias o indicadores que permitan evaluar el riesgo de enfermedades por contacto.
- Los hospitales de la CCSS deben realizar el control de calidad de las aguas suministrada por los acueductos internos correspondientes, aprovechando la capacidad instalada en sus propios laboratorios clínicos.
- El Ministerio de Salud debe evaluar los criterios propuestos, con el objetivo de incorporarlos en un nuevo reglamento para la calidad del agua de consumo humano, que incluya el agua usada para tomar (agua potable) y el ACHI (Ver Tabla 4).
- La Organización Panamericana de la Salud deberá incluir, en las próximas “Guías de Calidad del Agua”, valores límites para los ACHI.

Tabla 1. Porcentaje de aislamientos de microorganismos en el agua para consumo humano y las infecciones intrahospitalarias en Costa Rica

Hospital	Agua de consumo							Infecciones nosocomiales						
	n	CF	<i>E.coli</i>	PA	SA	EF	CA	n	CF	<i>E.coli</i>	PA	SA	EF	C sp
Nacional de Niños	34	0	0	20	0	5.7	0	26	27	3.8	3.8	19	0	7.6
Calderón Guardia	30	6.7	6.7	33.3	0	6.7	0	25	25	16.7	37.5	12.5	0	4.1
San Juan de Dios	31	3.2	3.2	19.3	0	3.2	6.4	67	22.3	7.5	21	16	0	4
México	36	0	0	5.6	2.9	0	0	54	20.4	0	14.8	11.1	0	7.4
Max Peralta	18	0	0	44.4	5.5	0	11.1	8	0	0	50	0	0	0
Monseñor Sanabria	18	0	0	16.7	5.5	0	16.7	16	56.3	37.5	6.3	0	0	0
San Carlos	21	4.8	0	66.7	4.8	0	9.5	15	0	0	100	0	0	0

Tabla 2. Coeficiente de correlación lineal entre los indicadores microbiológicos en ACHI e infecciones nosocomiales con un 99% de confianza

Indicadores Microbiológicos	r	T calculada	T 99% (Tabla)	Evidencia de Asociación	
				Sí	No
<u>CF (A)</u> CF (IN)	-0.11	-0.25	-3.365		+
<u>E.coli (A)</u> CF (IN)	-0.27	-0.62	-3.365		+
<u>PA (A)</u> PA (IN)	0.96	7.67	-3.365	+	
<u>SA (A)</u> SA (IN)	-0.14	-0.714	-3.365		+
<u>EF (A)</u> EF (IN)	-	-	-		
<u>C. sp (A)</u> C. sp (IN)	-0.88	-4.14	-3.365	(+)	

A= Agua para consumo humano.

IN= Infecciones nosocomiales en hospitales.

Nota: Con 99% de confianza y 5 g.L., si el valor de Tc es mayor o igual a 3.365 o menor a -3.365, se rechaza la hipótesis nula, y se demuestra suficiente evidencia de asociación entre los indicadores correspondientes.

(+) En este caso existe correlación inversa entre C.sp (A) y C.sp (H).

Tabla 3. Aislamientos de microorganismos indicadores en aguas para consumo humano intrahospitalario a diferentes concentraciones de cloro residual. I semestre, 1998.

Cloro residual mg/L	CF 100 mL	RT mL	<i>E.coli</i> 100 mL	PA 100 mL	SA 100 mL	EF 100 mL	C. sp 100 mL
0.1 - 0.2	0	25	0	12	1	0	0
0.3 - 0.4	0	7	0	2	1	0	0
0.5 - 0.6	0	7	0	4	0	1	1
0.7 - 0.8	2	9	0	4	1	0	0
0.9 - 1.0	2	18	0	4	1	0	1
1.1 - 1.2	0	1	0	1	0	0	0
Totales	4	67	0	27	4	1	2

Tabla 4. Criterios microbiológicos para evaluar la calidad del agua para consumo humano intrahospitalaria en Costa Rica(3)

Origen	Indicador microbiológico	Valor óptimo recomendado	Valor máximo admisible	% Negatividad del indicador
Fuente de agua	Coliformes fecales/100 mL	Neg	Neg ⁽¹⁾	90 ⁽²⁾
	<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

Nota:

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.

En el caso de las evaluaciones o análisis puntuales, es obligatorio el cumplimiento de los tres indicadores citados.

Tabla 5. Frecuencia y número de muestras a recolectar según la población promedio del Hospital

Población No. habitantes	Frecuencia muestreo	No. muestras		
		Fuente	Tanque almacenamiento	Red distribución
< 500	Trimestral	1	1 c/tanque	1
501 - 1000	Bimestral	1	1 c/tanque	2
1001 - 1500	Mensual	1	1 c/tanque	3
1501 - 2000	Mensual	1	1 c/tanque	4
> 2000	Quincenal	1	1 c/tanque	4

Tabla 6. Asociación entre la calidad del agua para consumo humano y la prevalencia de infecciones nosocomiales

Hospital	Porcentaje de positividad		RT mL	Prev. I.N. %
	CF/100 mL	PA/100 mL		
Nacional de Niños	0	14	1	13
Calderón Guardia	8	32	4	8.15
México	0	6	4	8.3
San Juan de Dios	4	17	2	8.8
Maternidad Carit	0	0	1	3.6
Blanco Cervantes	4	86	75	24
Monseñor Sanabria	0	13	4	20
Coefficiente de correlación				
	r = CF/I.N.	r = PA/I.N.	r = RT/I.N.	
	0.11	0.71*	0.72*	

Tabla 7. Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en los hospitales estudiados en el semestre de 1998

Nombre del hospital y procedencia del agua	Número muestreos	Cloro residual	CF/100 mL		PA/100 mL		RT/mL	Calidad del agua	
		mg/L	Xg	% Negatividad	Xg	% Negatividad	X	Apta	No apta
Nacional de Niños									
Fuente: A y A	5	0.1 – 1.0	Neg	100	Neg	100	9	+	
Tanque almacenamiento	5	0.1 – 1.0	Neg	100	Neg	100	9	+	
Red de distribución	5	0.1 – 1.0	Neg	100	Neg	86	1		+
Calderón Guardia									
Fuente: A y A	3	0.7-1.0	Neg	100	Neg	100	Neg	+	
Fuente: Pozo	2	0.0	Neg	100	30	0	65		+
Tanque 1	5	0.7 –1.0	Neg	100	5	80	52		+
Tanque 2	4	0.0 – 1.0	Neg	100	5	50	17		+
Red de distribución	5	0.0 – 1.0	Neg	92	Neg	68	4		+
México									
Fuente: A y A	4	0.0 – 1.0	Neg	100	Neg	100	Neg	+	
Tanques: 1, 2, 3, 4	4	0.2 – 0.4	Neg	100	Neg	100	10	+	
Red de distribución	4	0.2 – 0.4	Neg	100	Neg	94	4	+	
San Juan de Dios									
Fuente: A y A	4	0.8 – 1.0	Neg	100	Neg	100	Neg	+	
Tanques: 1, 2, 3, 4	4	0.6 – 1.0	Neg	100	Neg	96	2	+	
Tanque 5	2	0.0	Neg	100	550	0	105		+
Red de distribución	4	0.6 – 1.0	Neg	96	Neg	83	2		+
Monseñor Sanabria									
Fuente: A y A	3	0.1 – 0.9	Neg	100	Neg	100	26	+	
Tanque almacenamiento	3	0.0 – 0.2	Neg	100	Neg	100	15	+	
Red de distribución	3	0.0 – 0.6	Neg	100	13	87	4		+
Max Peralta									
Fuente: Pozo 1	3	0.0	Neg	100	Neg	100	3	+	
Fuente: Pozo 2	3	0.0	Neg	100	Neg	100	6	+	
Tanque almacenamiento	3	0.0	Neg	100	25	67	60		+
Red de distribución	3	0.0	Neg	100	10	33.3	86		+
San Carlos									
Fuente: Pozo	4	0.0	Neg	100	37	75	2		+
Tanque almacenamiento	4	0.0	Neg	100	8	50	5		+
Red de distribución	4	0.0	Neg	100	36	28	9		+

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

1. 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 pg.18.
2. Snow, John. “El Cólera cerca de Golden Square”. 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 pag. 446.
3. De Kruif, Paul *Los Cazadores de Microbios*. México, Editorial Epoca S. A., Séptima Edición. S. A. Pág 149-150
4. Mc Junkin, F.Eugene. *Agua y Salud Humana* Lima, Perú. OMS/OPS. Agosto 1985, pag 118.
5. Mora, Darner y Colaboradores *“El Grupo Coliforme Importancia como Indicador Sanitario en los abastecimientos de Agua de consumo humano”* Revista Tecnología en Marcha, Año 5, No. 8, Julio 1996. Pag 7-17.
6. Ibid pag 9
7. Organización Mundial de la Salud. *Guías para la Calidad del Agua Potable*. Ginebra, OPS, Vol 1 1995, pag. 1-189.
8. World Health. Organization- *Guideline For Dinking Water Quality*. Geneva, OMS, Vol. II, 1896 p1 –951.
9. Costa Rica. *“Reglamento para la calidad del Agua Potable”*. La Gaceta Diario Oficial (San José, Costa Rica), 27 de mayo de 1997, pag 1-14.
10. Comité de prevención de infecciones intrahospitalarias de Hospital Calderón Guardia. *Prevalencia de infecciones intrahospitalarias I Semestre 1998*. San José, Setiembre 1898.
11. Comité de prevención de infecciones intrahospitalrios Hospital Nacional de Niños. *Prevalencia de Infecciones Intrahospitalarias, I. Semestre 1998*. San José, Octubre 1998.
12. Comité de prevención de *Infecciones Intrahospitalarias, Hospital México Microorganismos Aislados en las Infecciones Intrahospitalrias I Semestre 1998*. San José, noviembre 1998.
13. Comité de prevensión de Infecciones Intrahospitalria, Hospital de San Carlos. *Prevalencia de Infecciones nosocomiales, I Semestre 1998*. San Carlos, Alajuela, noviembre 1998.
14. Comisión Gerencial de Prevención y Control de Infecciones *Intrahospitalarias. Prevalencia Nacional de Infecciones Nosocomiales 1997*. San José, Costa Rica, Caja Costarricense del Seguro Social (documento borrador) 1998, pag 19.

15. Me. Feactory otros. "Alternative indicator of Water Contamination and some bacteria in water". En : ***"Evaluation of the Microbiology y Estándar for Drinking Water"*** Washington, Publication EVA- 570/9-78-00c, 1978, pag 37-48.
16. APHA, AWWA, WEF – ***Standard Methods for Examination of Water and Wastewater.*** Washington,DC 2005, Edition 19th, 1995 . pag. 9-1 a 9-135.