

Criterios microbiológicos para evaluar la calidad del agua en sus diferentes usos

¹ Dr. Darner Mora Alvarado

Resumen

Se presenta los Criterios Microbiológicos para los diferentes usos del agua: consumo humano, envasadas, hielo, recreación (dulces y marinas), piscinas (normales y termales), irrigación y acuicultura.

Dichos criterios se establecieron mediante el estudio bibliográfico de diferentes normas y criterios mundiales (1,2,3,4,5,6,12 y 13), además de la aplicación de la experiencia de 17 años en el Laboratorio Central de AyA. Para crear dichos criterios, se utilizaron indicadores microbiológicos tradicionales como: coliformes totales, coliformes termorresistentes, Escherichia coli, estreptococos fecales, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus, Clostridium perfringens, Candida albicans y nemátodos como Ascaris y Trichuris.

Estos criterios son una guía para el ingeniero sanitario y los trabajadores que laboran con diferentes tipos de aguas, pero sobre todo para los usuarios de dichas aguas.

Introducción

El hecho epidemiológico demostrado por el Dr. Snow en 1854, sobre que el agua del pozo de un distrito de Londres era el factor causante de la transmisión de un "veneno morbido"

llamado Cólera (7), marcó el inicio de la evaluación de la calidad higienicosanitaria de las aguas. Para evaluar los diferentes tipos de aguas, además de los análisis físico-químicos y microbiológicos es necesario establecer criterios o normas de calidad. La diferencia entre criterios y normas radica en que los primeros son una opinión tecnicocientífica de un investigador, mientras que las segundas cuentan con la aprobación del Poder Ejecutivo o Congreso de cada país.

Ante una epidemia o brote causado por un microorganismo transmitido por agua, lo ideal sería aislar e identificar la bacteria, virus o protozooario causante de la misma. Sin embargo, la identificación de estos microorganismos es difícil y requiere de técnicas sofisticadas y poco prácticas. En razón de lo anterior, los microbiólogos han utilizado indicadores bacterianos, los cuales se encuentran en grandes cantidades en los intestinos de los animales de sangre caliente, incluido el hombre. Su presencia en aguas o alimentos indica contaminación con materia fecal, lo que es un riesgo para la transmisión de gérmenes patógenos. Entre más cantidad de bacterias indicadoras se encuentren en el agua, mayor es

Coordinador del Proceso de Calidad del Agua de AQA, Tres Ríos, Cartago,
450 metros norte de la Iglesia.
Teléfono: 279 - 51 18 ó 279 - 61 44
Telefax: 279 - 59 - 73

el riesgo de contraer una enfermedad de origen hídrico; además, los riesgos de contraer una enfermedad al ingerir agua de consumo humano, son muy diferentes a los que podría causar actividades como nadar en aguas de piscinas, ríos, lagos o mar.

A la luz de lo anterior, y debido a la confusión existente para evaluar la calidad del agua destinada a diferentes usos, se presenta los siguientes criterios de calidad, los cuales son fruto de la revisión bibliográfica y la experiencia acumulada por más de 17 años de laborar en el Laboratorio Central de AyA.

Objetivos

Establecer los criterios microbiológicos para evaluar las aguas de acuerdo con los siguientes usos:

- * Aguas de consumo humano (ACH)
- * Aguas envasadas (AE)
- * Aguas de recreación (AR)
- * Aguas de irrigación (AI)
- * Acuicultura
- * Hielo

Metodología

Para cumplir con el objetivo en mención se procedió a estudiar la bibliografía existente y aplicarle la experiencia aprendida en nuestro Laboratorio Central de AyA

Las técnicas de laboratorio utilizadas son el número más probable por 100 mL (NMP/100 mL) y Filtración de Membrana en 100 mL de agua. Las técnicas provisionales de determinación de huevos de helmintos y protozoarios se realizarán según la OMS (14).

CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS PARA AGUAS DE CONSUMO HUMANO

Ingerir agua contaminada con materia fecal puede transmitir enfermedades como

diarreas o disentería, cólera, tifoidea, colitis, accesos hepáticos, etc. Sin embargo, muchas de estas enfermedades se pueden transmitir por contaminación de alimentos o por contacto ano-mano-boca (7).

En 1884, Escherich descubrió un grupo de bacterias presente en grandes cantidades en el intestino de los animales de sangre caliente y el hombre, al cual llamó Grupo Coliforme. Este hecho sirvió como instrumento para iniciar la evaluación de la calidad microbiológica de las aguas. Posteriormente se descubrió que existían bacterias dentro de este mismo grupo que tenían la habilidad de multiplicarse a 44.5°C, y se les llamó Grupo Coliforme Fecal, actualmente denominadas Coliformes Termorresistentes (OMS 1995), los cuales son representativos de contaminación fecal. Sin embargo, en los últimos años diferentes autores demostraron que Escherichia coli es una bacteria específica de contaminación fecal, al constituir el 93% de las bacterias del Grupo Coliforme Fecal en un gramo de heces (10).

En Costa Rica se han utilizado, por parte del Laboratorio Central de AyA, las Normas Internacionales de la OMS (1962-1984) para aguas tratadas y/o cloradas, y los criterios nacionales para las aguas no tratadas.

La OMS, en 1984, promulgó las Guías de Calidad para Agua Potable, con el objetivo de que cada país las adaptara a las condiciones socioeconómicas y tecnológicas, y creara sus criterios de calidad y luego las normas nacionales.

Actualmente, nuestro país evalúa el ACH con las Normas Regionales de CAPRE (2). Dichas normas fueron aprobadas por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados pero no por el Ministerio de Salud y el Poder Ejecutivo; cabe mencionar que ya fueron aprobadas en Nicaragua, Honduras y República Dominicana.

CUADRO NO. 1
PARAMETROS BACTERIOLOGICOS (a)

ORIGEN	PARAMETRO (b)	VALOR RECOMENDADO	VALOR MAXIMO ADMISIBLE	OBSERVACIONES
A. Todo tipo de agua de bebida	Coliforme termorresistente	Neg.	Neg	
B. Agua que entra al sistema de distribución	Coliforme total	Neg	<=4	En muestras no consecutivas
	Coliforme termorresistente	Neg	Neg	
C. Agua en el sistema de distribución	Coliforme total	Neg	<=4	En muestras puntuales
	Coliforme termorresistente	Neg	Neg	No debe ser detectado en el 95% de las muestras anuales (c)
D. Aguas para consumo en sistemas no clorados	Coliforme termorresistente	Neg	< 4	

NOTAS:

- (a): NMP/100 mL, en caso de análisis por el método de Tubos Múltiples o U.F.C./100 mL, en el caso del Método de Membrana Filtrante. El indicador bacteriológico más preciso de contaminación fecal es la *E. coli*. Los coliformes totales no son un indicador aceptable de la calidad sanitaria de los acueductos rurales, particularmente en áreas tropicales donde muchas bacterias sin significado sanitario se encuentran en la mayoría de acueductos sin tratamiento.
- (b): En los análisis de control de calidad se determina la presencia de coliformes totales. En caso de detectarse una muestra positiva se procede al remuestreo y se investiga la presencia de coliformes termorresistentes. Si el remuestreo da resultados negativos, no se toma en consideración la muestra positiva para la valoración de calidad anual. Si el remuestreo da positivo se intensifican las actividades del programa de vigilancia sanitaria que se establezca en cada país. Las muestras adicionales, recolectadas cuando se intensifican las actividades de inspección sanitaria, no deben ser consideradas para la valoración anual de calidad.
- (c): En los sistemas clorados donde se recolectan menos de 20 muestras al año, el porcentaje de negatividad debe ser >=90%.

CRITERIOS MICROBIOLOGICOS PARA EVALUAR AGUAS ENVASADAS

De acuerdo con la Comunidad Económica Europea (3), existen cuatro tipos de aguas envasadas: minerales naturales, de manantial, aguas preparadas y de consumo público envasadas. La diferencia entre ellas radica en el origen de la fuente de abastecimiento.

Aguas Minerales Naturales.

Se definen como aquellas bacteriológicamente sanas que tienen su origen en un estrato o yacimiento subterráneo, y que brotan de un manantial en uno o varios puntos naturales o perforados.

Estas pueden distinguirse claramente de las restantes aguas potables debido a su naturaleza, caracterizada por el contenido de oligoelementos y otros componentes determinados por su pureza original, los cuales deben conservarse intactos, protegiendo el acuífero contra la contaminación orgánica e inorgánica.

Aguas de Manantial.

Según la Comunidad Económica Europea, se definen como la potables de origen subterráneo que emergen espontáneamente en la superficie de la tierra, o se captan mediante

labores practicadas para tal efecto, con las características naturales de pureza que permitan su consumo, previa aplicación de los mínimos tratamientos físicos requeridos para la separación de los elementos naturales inestables.

Aguas Preparadas.

Son las sometidas a los tratamientos físico-químicos necesarios para que su consumo sea inocuo para la salud.

Aguas de Consumo Público Envasadas.

Son aquellas de consumo público envasadas para distribución domiciliar, con el objetivo de suplir ausencias o insuficiencias accidentales de las aguas de consumo público.

Criterios Microbiológicos.

Antes de exponer los criterios es importante aclarar que estos evalúan el agua procesada y envasada, y no pretenden ser utilizados para evaluar las diferentes etapas de las empresas procesadoras.

CUADRO NO. 2
PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS PARA LAS AGUAS ENVASADAS

PARAMETROS	VALOR POR 100 mL DE AGUA
Coliformes totales	< 1 negativo
<u>Escherichia coli</u> *	< 1 negativo
Coliformes termorresistentes	< 1 negativo
<u>Streptococcus fecales</u>	< 1 negativo
<u>Pseudomonas aeruginosa</u>	< 1 negativo
Parásitos y microorganismos patógenos	< 1 negativo
Recuento total de bacterias mesofílicas **	< 30 colonias
NOTAS:	
* El indicador más importante	
** Expresado por 1 mL de agua	

RECREACION

Las aguas de recreación son aquellas utilizadas para la natación (contacto primario), navegación o cabotaje (contacto secundario), y paisajista (contacto terciario).

En este punto se establecen los criterios microbiológicos para aguas de río, riachuelos o quebradas, lagos, embalses y aguas marinas. En el caso de las aguas dulces existen riesgos de contraer enfermedades intestinales y por contacto como dermatitis, otitis e infecciones de vías respiratorias altas y bajas. Debido a ello es necesario utilizar indicadores con este tipo de origen.

Los coliformes totales se descartan por sus deficiencias como indicadores de contaminación fecal (7,10). Además, debido a

la escorrentía y condiciones climatológicas, de un país tropical como Costa Rica, lo lógico es que las aguas superficiales contengan algún grado de contaminación fecal (14). Caso contrario ocurre en aguas marinas, las cuales tienen factores antibióticos que eliminan tanto las bacterias telúricas como los coliformes termorresistentes.

Criterios de Recreación para Aguas Dulces.

Es costumbre de nuestros ciudadanos nadar en ríos, riachuelos (pozas), lagos y embalses por ello es importante evaluar la contaminación fecal y la presencia de microorganismos causantes de enfermedades de la piel, oídos, garganta, pulmones y meninges. En este sentido, y para ser práctico, es necesario mantener el grupo coliforme termorresistente, la Escherichia coli, los Streptococcus fecales junto con los

Staphylococos aureus, coagulasa positivos, como indicadores de evaluación.

La frecuencia de muestreo debe ser mensual, y los resultados se deben procesar por medio del promedio geométrico ($\bar{X}_g$) por 100 mL de agua (1).

En el caso de las aguas de recreación de contacto secundario y terciario, los coliformes termorresistentes y Escherichia coli junto con el color y la turbiedad, son fundamentales para la evaluación.

CUADRO NO. 3
CRITERIOS MICROBIOLOGICOS PARA AGUAS DULCES
UTILIZADAS PARA LA RECREACION

INDICADOR	PROMEDIO GEOMETRICO POR 100 mL		
	CONTACTO PRIMARIO (NATACION)	CONTACTO SECUNDARIO (NAVEGAR)	CONTACTO TERCIARIO (PAISAJE)
Coliformes termorresistentes	500	5000	10000
<u>E. coli</u>	200	2000	5000
<u>Staphylococos aureus</u>	100	---	---

NOTAS:

- Frecuencia de muestreo mensual
- Mínimo 12 datos
- Promedio geométrico
- Muestras recolectadas contra corriente a 30 cm de la superficie

Criterios Microbiológicos para Aguas Marinas

En este aspecto existen muchas controversias entre cual es el valor límite de los indicadores Escherichia coli, coliformes termorresistentes y coliformes totales, como lo demuestra Salas en su trabajo "Historia y Aplicación de Normas Microbiológicas de Calidad del Agua en el Medio Marino" (15). Además, hay dos factores importantes de tomar en cuenta a la hora de establecer dichos criterios: primero, las tasas de declinación o muerte de los indicadores microbiológicos en el mar, y segundo, el origen de las enfermedades no concuerda con los indicadores tradicionales (9). Esto debido a que la mayoría de las enfermedades causadas por el agua de mar contaminado, no son necesariamente de origen intestinal.

En Costa Rica, en 1989, el suscrito elaboró criterios bacteriológicos, utilizando el grupo

coliforme termorresistente (11), sustentado en que en ese entonces lo importante era evaluar si el mar o la playa estaba o no contaminado por fuentes puntuales de alcantarillas o ríos con materia fecal. Sin embargo, en 1993, recomendamos al Programa de Contaminación Ambiental del Gran Caribe el uso del hongo Candida albicans como indicador complementario para evaluar el riesgo de contraer enfermedades infecciosas de origen no intestinal. Esta recomendación fue acogida debido a la gran resistencia de esta levadura a los efectos adversos del agua marina (9).

En ese mismo estudio se demostró que, la Escherichia coli era el 93% del valor promedio de los coliformes termorresistentes, por lo que es prácticamente semejante establecer los criterios utilizando sólo uno de estos dos indicadores. Sin embargo, si se quiere evaluar

CUADRO NO. 4
CRITERIOS DE CALIDAD MICROBIOLOGICA PARA AGUAS DE MAR (Natación)

INDICADOR	PROMEDIO GEOMETRICO NMP
Coliformes termorresistentes	< = 240
Streptococos fecales	< = 35
<u>Candida albicans</u>	< = 30

NOTAS:

- NMP: Valor promedio permisible con la técnica del NMP/100 mL
- Candida albicans: indicador para evaluar el riesgo de contraer enfermedades de contacto. Se utiliza la técnica de Filtración de Membrana.
- Mínimo 12 análisis en un período de un año, y 5 análisis por mes para estudios intensivos o sinópticos
- Streptococos fecales es un indicador complementario.

AGUAS DE PISCINAS NORMALES

Para establecer estos criterios microbiológicos, se pretende evaluar únicamente las condiciones sanitarias del agua utilizada en las piscinas, no los aspectos de ingeniería o factores de seguridad de estas aguas. Aunque estos criterios son microbiológicos, es importante tomar en cuenta la turbiedad y la concentración de cloro residual por litro de agua, debido a sus efectos sobre los microorganismos. Además, sólo se pueden aplicar a piscinas con temperaturas normales.

Como antecedente, es necesario indicar que en nuestro país la única Norma Nacional de Aguas se refiere precisamente a las aguas de

piscinas (16). Sin embargo, estas se promulgaron en 1962 y se sustentan en coliformes totales, los cuales -como ya mencionamos- no reflejan el grado higiénico-sanitario de las aguas. Por esto, considero fundamental actualizar o modificar dicha norma.

Al igual que en las aguas dulces de recreación, las enfermedades transmisibles por este tipo de aguas pueden ser de origen intestinal o de contacto como otitis, dermatitis, problemas respiratorios, etc.

CUADRO NO. 5
CRITERIOS DE CALIDAD PARA AGUAS DE PISCINA

	PROMEDIO GEOMETRICO 100 mL	TURBIEDAD UNT	COLOR RESIDUAL mg/L
Coliformes termorresistentes	1	5	0.5
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	4	5	0.5
<i>Staphylococcus aureus</i>	4	5	0.5

NOTAS:

- El valor ideal de turbiedad es menor a 1 UNT.
- Las *Pseudomonas aeruginosa* es un patógeno oportunista que puede causar otitis y enfermedades de la piel y vías respiratorias.
- La frecuencia mínima de muestreo es una vez al mes.
- Las técnicas de laboratorio para cuantificar o semicuantificar los indicadores bacterianos son el NMP y la FM por 100 mL.
- Para estudios intensivos el agua se debe analizar una vez a la semana.
- La evaluación puede hacerse puntualmente, pero es preferible utilizar mínimo 12 resultados para sacar el promedio geométrico.

AGUAS DE PISCINAS TERMALES

Las aguas termales son aquellas con temperaturas mayores a 30° C, y se utilizan tradicionalmente como aguas medicinales. Sin embargo, su temperatura promueve el crecimiento de bacterias patógenas y termorresistentes.

Originalmente son muy puras pero el contacto con la piel y las mucosas de bañistas

las contamina en alto grado, con el grave inconveniente que la cloración no es efectiva debido a su temperatura y alto contenido inorgánico (mineral).

En razón de lo anterior, considero inconveniente y poco práctico evaluarlas con los criterios de calidad de las piscinas normales.

CUADRO NO. 6
CRITERIOS DE CALIDAD PARA PISCINAS CON AGUAS TERMALES

INDICADOR	PROMEDIO GEOMETRICO 100 mL.	TURBIEDAD UNT
Coliformes termorresistentes	240	20
<i>Clostridium perfringens</i>	100	20

NOTAS:

- Muestreo, técnicas de laboratorio igual a piscinas normales.
- Las aguas deben circular o ser filtradas permanentemente.

AGUAS DE IRRIGACION

Ante la escasez de recursos hídricos, el uso de aguas residuales o aguas de ríos contaminados para el riego de cultivos, es cada día mayor. En consecuencia, el riesgo de contraer enfermedades intestinales es alto, sobre todo con los productos de consumo crudo.

La experiencia en nuestro país en el uso de aguas residuales tratadas para el riego de cultivos es muy poca, solamente se ha probado el uso de los efluentes de la laguna de estabilización de Liberia y el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales de El Roble (Puntarenas). Los resultados indican que el cultivo de sandías irrigado -por goteo- con aguas con diversidad de coliformes termorresistentes entre 10^5 - 10^8 no afectaron microbiológicamente los frutos. Pero también es conocido el alto grado de contaminación de las legumbres irrigadas con aguas de río contaminados en la zona de Cartago.

En la elaboración de criterios microbiológicos para aguas destinadas a este tipo de uso, hay que tomar en cuenta la morbilidad de las enfermedades intestinales en la población y el tipo de cultivo a irrigar.

CUADRO NO. 7
CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS PARA AGUAS DE RIEGO

TIPO DE CULTIVO	NEMATODOS INTESTINALES POR LITRO	COLIFORMES TERMORRESISTENTES 100 mL
Cultivos que comúnmente consumen crudos (legumbres)	1	200
Campos de deporte Parques Públicos	1	1000
Arboles frutales	---	1000
Sandías, Melones	1	

NOTAS:

- En casos específicos, se deberían tener en cuenta factores epidemiológicos de las enfermedades intestinales de la población.
- Especies de nemátodos como Ascaris, trichuris y anquilostomas.
- La frecuencia de muestreo del agua debe ser semanal durante el período de cultivo.
- En caso de árboles frutales, el riego debe cesar dos semanas antes de cosechar la fruta. No se debe regar por aspersión.

CRITERIOS MICROBIOLOGICOS DEL HIELO

El consumo de hielo en los países tropicales es muy alto. Ingerir hielo contaminado implica un riesgo para la salud parecido al de ingerir agua de consumo humano. Por lo tanto, el hielo debe evaluarse en forma semejante al agua potable, es decir, se debe hablar de hielo de calidad potable o no potable.

Los antecedentes, en nuestro país, indican el alto grado de contaminación fecal de este producto, por lo que es necesario establecer criterios prácticos para evaluarlo (8).

CUADRO NO. 8
CRITERIOS DE CALIDAD DEL HIELO

INDICADOR	PROMEDIO GEOMETRICO/100 mL	TURBIEDAD UNT
Coliformes termorresistentes	< 4	5
<u>Escherichea coli</u>	negativo	5

NOTAS:

- Se puede evaluar puntualmente, sin embargo es preferible evaluar el producto de la fábrica en forma periódica con un mínimo de 12 resultados.
- Las técnicas de laboratorio para los indicadores son la de tubos múltiples y filtración de membrana.
- Hielo de marqueta, cubitos y escarcha.

CRITERIOS MICROBIOLOGICOS PARA ACUICULTURA

El cultivo de peces y mariscos es una costumbre mundial. En Costa Rica, existen cultivos de peces como tilapias, truchas, langostinos y camarones. El cultivo de peces y langostinos se hace en aguas dulces, mientras que el de camarones en aguas de mar y estanques.

Son limitados los datos obtenidos para experiencia sobre el terreno, respecto a los efectos sanitarios del empleo de aguas negras, como fertilizantes en acuicultura, razón por la que es muy prematuro establecer una norma

definitiva sobre la calidad bacteriológica del agua para la piscicultura.

En razón de lo anterior, el siguiente criterio es provisional y se debe tomar más como una directriz de calidad bacteriológica.

CUADRO NO. 9
CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE AGUAS USADAS EN ACUICULTURA

INDICADOR 100 mL	PISCICULTURA	CULTIVO DE CAMARONES	CULTIVO DE ALMEJAS
Coliformes termorresistentes	1000	100	4
Estreptococos fecales	100	80	23

NOTAS:

- Muestreo mensuales
- Técnicas de NMP/100 mL y FM/100 mL.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- Es un error utilizar indicadores de origen intestinal para evaluar el riesgo de contraer enfermedades de la piel, oídos, garganta, pulmones, etc. en aguas utilizadas para la natación (piscinas, ríos, lagos y mar).
- Los coliformes totales se han utilizado, tradicionalmente, para evaluar todo tipo de aguas; sin embargo, sus deficiencias como indicador de contaminación fecal, los hace poco prácticos para utilizarlos en aguas no tratadas, como ríos, mar, hielo y piscinas. Los coliformes totales se deben utilizar en la evaluación de aguas tratadas para consumo humano y de aguas envasadas.
- Escherichia coli es el mejor indicador de contaminación fecal.
- Los criterios microbiológicos para hielo y agua envasada se aplican al producto de salida de la fábrica.
- El valor permisible de indicadores como coliformes termorresistentes, estreptococos

fecales, Escherichia coli, etc. depende del uso del agua. Es decir, no se le puede exigir lo mismo al agua para consumo humano que al agua de río, riego, etc.

- En la mayoría de las enfermedades agudas de transmisión hídrica, los criterios microbiológicos juegan un papel muy importante. Sin embargo, es recomendable realizar análisis físico-químicos para evaluar el riesgo de enfermedades crónicas, y así hacer una interpretación sanitaria completa.

Recomendaciones

- Estos criterios son una opinión técnico-científica del suscrito, por lo tanto deben ser cuestionados con base en estudios epidemiológicos y experiencias en el campo de la Microbiología de Aguas.
- Dichos criterios deben revisarse permanentemente, y mejorarlos a la luz de los nuevos adelantos científicos.
- Nunca un análisis de laboratorio sustituye

a una buena inspección sanitaria del área de estudio (piscina, río, acueducto).

- Cualquier valor que sobrepase el límite microbiológico permisible debe interpretarse en forma integral, es decir, evaluar el comportamiento del agua a través del tiempo, preferiblemente por períodos de un año.
- En las aguas de consumo humano distribuidas por redes y envases, además de las aguas de riego, es fundamental analizar la constitución físico-química del agua.

Bibliografía

1. Comisión Nacional del Agua, 1989. Criterios Ecológicos de Calidad del Agua. Diario oficial de la Federación, México Diciembre. Pág. 3-5
2. Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana, 1994. Normas de Calidad del Agua para Consumo Humano. Primera Edición. San José, Costa Rica. Pág. 9.
3. Comunidad Económica Europea., 1991. Reglamentación Técnico-Sanitaria para la Elaboración, Circulación y Comercio de Aguas de Bebidas Envasadas. Boletín de la Comunidad Económica Europea. 26 de julio. Pág. 24819-24825.
4. Consillería de Medio Ambiente. 1994. Normas Higiénico-Sanitarias y de Seguridad de las Piscinas y Parques Acuáticos. Consillería de Administración Pública Decreto 255, Valencia - Espana.
5. Comunidad Económica Europea, 1990. Reglamentación Técnico Sanitaria para el Abastecimiento y Control de Calidad de las Aguas Potables de Consumo Público. Boletín de la Comunidad Económica Europea, No. 226. Setiembre 1990. Pág. 486-496.
6. Comunidad Económica Europea, 1988. Real Decreto 734/1998 del 1 de Julio para que se establezcan Normas de Calidad para Aguas de Baño. Boletín CEE No. 167. Págs. 634-639.
7. Mc. Junkin F. Eugene, 1983. Agua y Salud Humana OPS/OMS. Editorial Limusa S.A., México, D.F. Pág. 35.
8. Mora A. D, 1990. Calidad Bacteriológica del Hielo en Costa Rica. Revista Tecnología en Marcha. vol. 1. Pág. 42-50.
9. Mora A. Darner, 1996. Tasas de Declinación de los Microorganismos Indicadores de Calidad del Agua del Mar Caribe Costarricense. Revista de Salud Pública Costarricense. Año 5, N° 8, Pág. 1-6.
10. Mora A. Darner, 1989. Grupo Coliforme: Importancia como Indicador Sanitario de las Aguas de Consumo Humano. Revista Tecnología en Marcha. Vol. 1, N°1, Pág. 68-77.
11. Mora A. D., 1989. Criterios Bacteriológicos y Calidad Sanitaria de las Aguas de las Playas de Costa Rica, 1986-1987. Revista Tecnología en Marcha. Vol. 9 (3), Pág. 45-59.
12. Organización Mundial de la Salud, 1995. Guías para la Calidad del Agua Potable. Segunda Edición, Vol. 1. Ginebra, Pág. 8-14.
13. Organización Mundial de la Salud, 1985. Guías para la Calidad del Agua Potable. Vol. 1. Pág. 18-41.
14. Organización Mundial de la Salud, 1989. Directrices Sanitarias sobre el Uso de Aguas Residuales en Agricultura y Acuicultura. Informe Científico 778. Ginebra Pág. 1-30.
15. Salas J. H., 1984. Historia y Aplicación de Normas Microbiológicas de Calidad del Agua en el Medio Marino. Hojas de Divulgación Técnica. Lima, CEPIS. Pág. 1-14.
16. Siles Calderón, Luis Paulino. Piscinas Públicas. Tesis de Grado. Universidad de Costa Rica, Facultad de Ingeniería, 1969.