

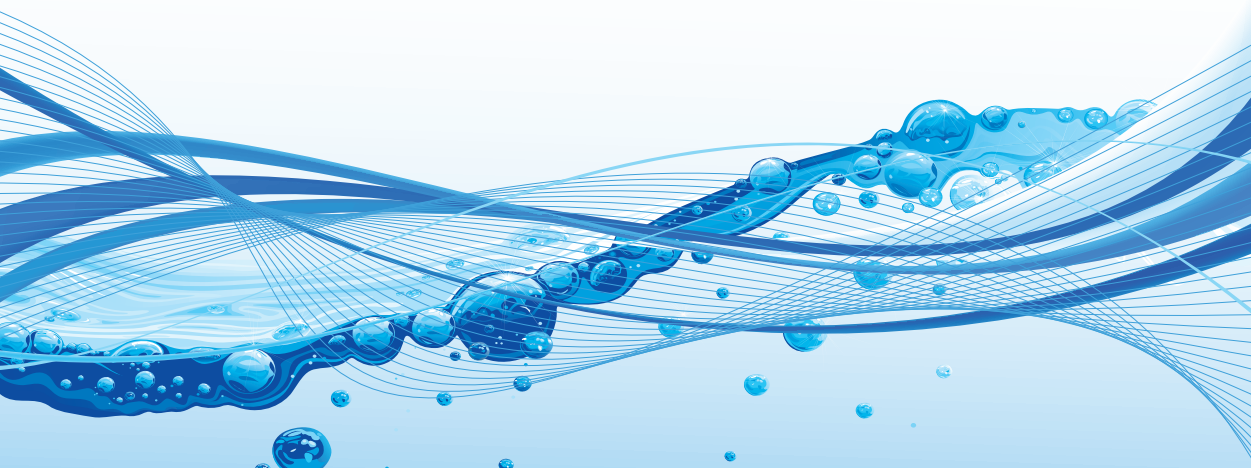
Laboratorio Nacional de Aguas



Aniversario

50 años de vigilar la calidad del agua por su salud

El Agua es Vida ¡Cuidémosla!





**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 **N° Teléfono:** 2242-5487

Annette
Henchoz Castro

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

Firma: _____

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

Laboratorio Nacional de Aguas



Aniversario

50 años de vigilar la calidad del agua por su salud

El Agua es Vida ¡Cuidémosla!



ISBN 978-9968-9893-2-9

CRÉDITOS

Compiladores

Dr. Darner Adrián Mora Alvarado
Lic. Carlos Felipe Portuguez Barquero

Suministro de información

Dr. Darner Adrián Mora Alvarado
Lic. Carlos Felipe Portuguez Barquero
Sr. Oscar Fonseca Calderón
Lic. José Manuel Quirós
Licda. Victoria Pacheco Secades
Dra. Carmen Valiente Álvarez
Sr. Moisés Coto Cervantes
Bach. Arcelio Chávez Aguilar
Personal del L.N.A.

Revisión

Lic. Carlos Felipe Portuguez Barquero
Dr. Darner Adrián Mora Alvarado

Fotografías

Sr. Oscar Fonseca Calderón
Sr. Antonio Peña Gómez
Sr. Arcelio Chavez Aguilar

Revisión Filóloga

Bernardita Solís

Impresión

Junio, 2013

333.911 09

I59a Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
AyA: 50 aniversario del Laboratorio Nacional de Aguas /
Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados;
compilado por Darner Mora Alvarado. -- ed.-- San José,
C.R: AyA, 2013.

260 p. ils.; fot.; 6.5 X 9 in.

ISBN: 978-9968-9893-2-9
Disponible en www.aya.go.cr

1. Laboratorio Nacional de Aguas – Historia. 2. Calidad del agua –
Costa Rica. 3. Instituto Costarricense de Acueductos y
Alcantarillados. 4. Salud Pública. 5. Programas ambientales
6. Investigaciones I. Título II. Mora Alvarado , Darner, comp.

AGRADECIMIENTO	5
DEDICATORIA	5
INTRODUCCIÓN	6
CAPÍTULO I:	
Los Primeros Análisis del Agua en Costa Rica	7
CAPÍTULO II:	
Orígenes del Laboratorio Nacional de Aguas	27
CAPÍTULO III:	
Los Primeros Pasos del Laboratorio Nacional de Aguas	33
CAPÍTULO IV:	
Crecimiento del Laboratorio Nacional de Aguas	37
CAPÍTULO V:	
La Acreditación del Laboratorio Nacional de Aguas	45
CAPÍTULO VI:	
Programas Comunitarios Propuestos por El Laboratorio Nacional de Aguas	53
CAPÍTULO VII:	
Organigrama y Personal Actual del Laboratorio Nacional de Aguas	73
CAPÍTULO VIII:	
Reconocimientos Obtenidos	79
CAPÍTULO IX:	
Agua para Consumo Humano y Saneamiento: Situación de Costa Rica en el Contexto de Las Américas: 1960-2011	89
CAPÍTULO X:	
El Laboratorio Nacional y la Calidad del Agua en Costa Rica	121

CAPÍTULO XI:

La Crisis del Arsénico 127

CAPÍTULO XII:

Expectativas y Desafíos del Laboratorio Nacional de Aguas 137

CAPÍTULO XIII:

**Resúmenes de las Principales Investigaciones del Laboratorio Nacional de Aguas
Sobre Agua, Ambiente y Salud 141**

ANEXO:

**Vivencias y Anécdotas de los Funcionarios del Laboratorio Nacional
de Aguas245**

LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS 50 AÑOS VIGILANDO LA CALIDAD DEL AGUA POR SU SALUD

AGRADECIMIENTO

La publicación de este pequeño pero importante libro se logró gracias al apoyo de la Dirección Nacional de Comunicación Institucional, el Centro de Documentación e Información, el aporte de funcionarios del actual Laboratorio Nacional de Aguas y del Dr. Edgar Ortiz Castro, creador del Centro de Vigilancia y Control de la Calidad del Agua en sus diferentes usos en Costa Rica.

DEDICATORIA

Este libro está dedicado a todos los funcionarios que han laborado en el Laboratorio Nacional de Aguas, en sus 50 años de vigencia. Además, al Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, quien con su apoyo ha impulsado y convertido este Laboratorio en un centro de referencia a nivel nacional, de interacción en la evaluación microbiológica y físico-química de las aguas en sus diferentes usos.

Por otra parte, queremos hacer honor a los compañeros Ricardo Villalobos, Armando Vargas, Bernardo Chacón Solano, Carlos Fournier, Jesús Valerio Rodríguez, Juan Bautista Hernández Castillo, Isidro Hernández Muñoz y Manuel Campos “Don Manu”, quienes, por diferentes circunstancias, nos han dejado para partir a la presencia de Dios Todopoderoso, para recordarlos hoy y siempre.

INTRODUCCIÓN

Este documento está estructurado en 13 capítulos. El primero presenta, en forma textual, los dos primeros estudios o análisis de agua del acueducto de San José y del Río Tiribí, elaborados en el año 1915 por el excelente científico Dr. Clodomiro Picado Twilight. El segundo aborda los orígenes del Laboratorio Nacional de Aguas (LNA), mientras que el tercero resume los primeros pasos allá por la segunda mitad de la década de los 60 y los años 70. El cuarto describe el desarrollo del LNA, paralelamente con el crecimiento de AyA. El quinto capítulo resume el importante paso dado por el LNA en el año 2008, al acreditar ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) la gestión, el muestreo y 58 técnicas de análisis de agua con la Norma INTE/ISO/IEC 17025:2005, y más recientemente el inicio y desarrollo de la acreditación de las inspecciones sanitarias con la Norma INTE/ISO/IEC 17020:2012. Por su parte, el sexto capítulo expone resúmenes de los programas comunitarios propuestos por el LNA, como “Bandera Azul Ecológica”, “Sello de Calidad Sanitaria” y el “Programa Nacional de Reforestación”. En el séptimo se expone el organigrama y la lista desglosada del personal, actualizados, del Laboratorio, y el futuro organigrama que se adoptará una vez acreditadas las inspecciones sanitarias. El octavo resume los reconocimientos obtenidos por los funcionarios, programas y el propio LNA. En el noveno, en honor al AyA, se presenta el estudio completo titulado: “Agua de Consumo y Saneamiento: situación de Costa Rica en las Américas: 1961-2011”, el cual resume la situación actual del país en cuanto al abastecimiento y coberturas con agua potable y saneamiento. En el capítulo décimo se hace una relación entre el Laboratorio Nacional de Aguas y la calidad del agua en Costa Rica, mientras que el décimo primero hace referencia a la reciente y difícil situación vivida por el AyA y el LNA, debido a la contaminación con trazas de Arsénico en las zonas de Guanacaste y San Carlos. El Capítulo décimo segundo aborda las principales expectativas y desafíos del LNA, y en el décimo tercero, se presentan los resúmenes de la mayoría de las investigaciones realizadas por los funcionarios del LNA.

Por último, y con la intención de no dejar pasar situaciones jocosas y difíciles sufridas por el personal del Laboratorio en estos 50 años, en el Anexo A se resumen algunas de las vivencias más sobresalientes.

Capítulo I

LOS PRIMEROS ANÁLISIS DEL AGUA EN COSTA RICA



Dr. Clodomiro PicadoTwight

PRIMEROS ANÁLISIS DE AGUA EN COSTA RICA

En 1915 el Dr. Clodomiro Picado Twight, en el Laboratorio Clínico del Hospital San Juan de Dios, realiza los primeros análisis físico-químicos y microbiológicos de las aguas para consumo humano del Acueducto de San José y del Río Tiribí, en Tres Ríos. Los cuales se realizan ante la solicitud del Lic. Alberto Echandi, de la Municipalidad de San José. Debido al hito histórico de estos dos estudios pioneros, publicados por la Editorial Tecnológica de Costa Rica, en las “Obras Completas de Clodomiro Picado Twight”, en 1988 (1), se presentan textualmente a continuación.

ANÁLISIS SANITARIO DE LAS AGUAS QUE SE CONSUMEN EN SAN JOSÉ

Señor Secretario Municipal
P.

Muy estimado señor:

En contestación a su comunicación de 30 de marzo próximo pasado, en que se me encomienda el análisis sanitario de las aguas en uso de esta Capital, informo a usted de la manera siguiente:

El plan del trabajo fue hecho de acuerdo con el señor Francisco Sancho I., a quien encomendé el análisis bacteriológico y biológico que efectué en colaboración de don Carlos Víquez S.

Plan del trabajo y el problema local sanitario del agua

El examen sanitario completo de un agua, tal como se practica actualmente en Europa y Estados Unidos, consta de las partes siguientes:

- A. Examen físico, en el que se consideran las cualidades organolépticas del agua en examen: olor, color, sabor, turbiedad, etc.
- B. Examen biológico que consiste en la determinación de los organismos microscópicos

(bacterias excluidas), que pueden, por su pululación, llegar a cambiar las cualidades organolépticas del agua, hasta el punto de convertirse en im potable.

- C. Examen bacteriológico: este consta de dos partes:
- Determinación del número de bacterias por centímetro cúbico y
 - Aislamiento de las bacterias de origen intestinal, pues sabido es que las únicas enfermedades del hombre, cuyo medio de transmisión posible es el agua, son aquellas que tienen por origen microbios que viven normal o esporádicamente en el intestino del hombre.
- D. Examen químico: este comprende la determinación de las sustancias, cuya presencia indica:
- Substancias vegetales en vía de descomposición;
 - Substancias de origen animal (cadáveres y deyecciones);
 - Cantidad de los compuestos químicos que significan materia orgánica en vía de transformación (amoníaco, nitritos y nitratos);
 - Cantidad de Cloruro de Sodio, que es un indicio precioso para sospechar la contaminación de un agua dada;
 - Sales cuyo exceso hace un agua inadmisibles para los usos domésticos e industriales (sales de calcio y de magnesio).

Cada uno de estos exámenes tiene un valor intrínseco, pero no puede por sí solo llegar a significar con certeza la naturaleza de un agua, sin embargo, la concurrencia de los diversos exámenes representa, no solamente un mutuo control, sino que también se complementan, de manera indispensable, para la interpretación del valor sanitario de un agua; así, por ejemplo, el examen físico será reforzado por el examen químico y biológico y éstos por el examen bacteriológico.

Como en varias publicaciones se ha hablado de la contaminación del agua de la tubería de San José, nuestro plan de trabajo no se concretó solamente a responder el cuestionario propuesto por el señor Ingeniero Municipal, sino que también nos propusimos buscar la fuente de esta contaminación. Nuestros análisis corresponden a cada uno de los lugares de contaminación probable: llegada de agua a Curridabat, entrada a los tanques de San José y salida de estos.

Para los párrafos especiales nos reservamos la discusión de los métodos empleados.

ANÁLISIS QUÍMICO

(Practicado por don Francisco Sancho I.)

De acuerdo con el plan adoptado, las muestras fueron recogidas en los diversos lugares de contaminación sospecha, y usando para cada muestra, frascos de tapón esmerilado y con capacidad de 5 litros. Las materias inestables: amoníaco, nitritos, nitratos y sustancia orgánica, fueron determinados en las primeras 12 horas.

El amoníaco libre se determinó destilando 500 centímetros cúbicos de agua y recogiendo 150 cm³ del destilado en 3 tubos de 50 cm³ cada uno, los cuales fueron nesslerizados y el amoníaco determinado colorimétricamente por comparación con una solución previamente titulada de cloruro de amonio.

El amoníaco albuminóideo fue transformado en amoníaco libre, por medio de una solución alcalina de permanganato de potasio, y destilado, a su vez, como en el caso anterior, recogándose así 7 tubos de 50 cm³, en vez de 3, como en el caso anterior. La nesslerización fue llevada a cabo, como en el caso del amoníaco libre.

Los nitritos se buscaron por medio del reactivo y el método de Griess.

Este Método es el recomendado por "The Committee of the section of Bacteriology and Chemistry of the American Public Health Association" en su "Standard Methods of Water and Sew-age Analysis" como el más sensible y exacto.

Los nitratos se determinaron por el Método de Grandval et Lajoux.

La dureza se dosó por el Método de Clark.

El oxígeno consumido fue determinado por el Método de Kubel.

El cloro se dosó por medio del nitrato de plata.

La determinación de la materia sólida se hizo evaporando 100 cm³ de agua y se omitió la pérdida por ignición, porque esa determinación está abolida hoy día en el caso de aguas profundas (caso del agua proveniente de Tres Ríos).

El cuadro N°1 resume el resultado de los análisis químicos de las diversas muestras de agua recogidas.

CUADRO N°1
Examen físico del agua

Agua de	Curridabat	Entrada Tanque San José	Salida del tanque, San José	Junio de 1913	Michigan Standard
Color.....	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Olor.....	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Sedimento.....	Nada	Nada	Nada	Nada
Turbidez.....	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna

**Análisis químico del agua
(Partes en 1 000 000)**

Agua de	Curridabat	Entrada Tanque San José	Salida del tanque, San José	Junio de 1913	Michigan Standard
Amoniaco libre.....	0,016	0,014	0,007	0,02	0,06
Amoniaco albuminóideo.....	0,034	0,004	0,018	0,08	0,15
Nitritos.....	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Nitratos.....	0,33	0,25	0,50	0,30	0,90
Dureza.....	71,4	74,3	65,7	74,30	-----
Total de Sólidos.....	162,0	170,0	168,0	176,0	500,00
Oxígeno Consumido.....	0,10	0,10	0,15	1,00	2,2
Cloro.....	6,4	6,0	5,0	5,60	12,1

INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS QUÍMICO

El ideal de fineza de un agua de fuente sería aquella que tuviera todo el nitrógeno de la sustancia orgánica en forma de nitrato, indicando así que el proceso de nitrificación, al pasar esta agua por las capas de tierra, que le han servido de filtro natural, ha sido completo. La sustancia orgánica, mineralizada así en forma de nitratos, constituye un alimento para toda clases de plantas verdes.

En el caso del agua de Tres Ríos, las cantidades de sustancias orgánicas en forma de amoniaco, sustraídas a la nitrificación, son excesivamente pequeñas y no se acercan siquiera al límite fijado para las aguas consideradas como impuras. El amoniaco libre y albuminóideo se consideran como signo de contaminación orgánica de origen animal cuando las cantidades de estos cuerpos sobrepasan el límite fijado de antemano en la unidad considerada.

Cuando la cantidad de nitratos contenida en un agua es considerable, esto significa contaminación precedente, y si el peligro ha pasado ya, no por eso debe considerarse la contaminación como concluida, sino que ella puede repetirse en cualquier momento en lo futuro, y por lo tanto el agua debe considerarse como sospechosa y condenarse. La cantidad de nitratos, en el caso del agua de la cañería de San José, no es tal que debamos considerar esta agua como sospechosa.

Los nitritos, de los cuales está exenta esta agua, son un elemento recriminable cada vez que se encuentran, pues ellos indican un estado de transición en el proceso de oxidación de la materia orgánica o un fenómeno de reducción de los nitratos que no se lleva a cabo sino en presencia actual de materia orgánica de origen animal.

La materia orgánica de origen vegetal o materia oxidable, y que generalmente se determina por la acción reductora que tiene sobre una solución de permanganato, en el agua a que nos referimos se encuentra en cantidades menospreciadas. Esta materia orgánica no es nociva por sí misma, pero es un alimento que permite la multiplicación de las bacterias patógenas si se da el caso de que el agua sea contaminada. Desde luego, toda agua que contenga más materia orgánica del límite estipulado debe rechazarse. El agua de Tres Ríos tiene muchísimo menos materia orgánica que la considerada como normal.

El cloro, en forma de cloruro de sodio, es un elemento normal en todas las aguas, en menor o mayor cantidad, según el origen geológico de las capas por las cuales el agua se ha filtrado, y también debido a la cercanía de todo depósito de agua salada o de minas de sal, desde luego, para que la cantidad de cloro pueda servir como índice digno de tomarse en cuenta para la consideración de la bondad de un agua, se debe saber la cantidad de sal que normalmente esta agua contiene. Todo aumento significa contaminación, puesto que son las deyecciones y la orina y también aguas de cocina, las que llevan un aumento de cloruros a un agua dada. Debe en consecuencia tratarse de conocer la cantidad normal de cloruros de las fuentes del país para formar así las *líneas isocloras* que serían la base indispensable para la apreciación válida de este índice en los análisis de agua de este país.

La mayor o menor dureza de un agua se traduce en un gasto mayor o menor de jabón (o sustancias similares) y los inconvenientes que traería cuando esta agua fuese empleada para la producción de fuerza motriz, por medio del vapor. Por tanto, la dureza de un agua es más un asunto económico que sanitario; el agua de las fuentes es “blanda”, pues contiene menos de 97 partes de sales de calcio y magnesio en 1000000.

La dureza normal de un agua, puede aumentarse en ciertos casos de contaminaciones debidas a los desperdicios industriales.

El carácter y la cantidad del residuo seco, constituye un indicio de contaminación cuando éste por su color y naturaleza prueba la existencia de sustancias que acompañan un agua impura.

El residuo del agua de Tres Ríos es de color blanco, compuesto principalmente de carbonatos alcalino-térreos de sílice, cloruros y sulfatos. La pérdida por ignición, lo repetimos, no está indicada en el caso presente por contener el agua muy poca substancia orgánica en comparación con la inorgánica, lo que ocasionaría una pérdida por evaporación debida a la descomposición de los nitratos y cloruros alcalino-térreos y una pérdida de agua de cristalización que falsearían por completo los resultados.

CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS QUÍMICO

1. El agua de Tres Ríos, en el presente, no está contaminada por sustancias de origen vegetal ni animal.
2. En el agua no hay ningún elemento, en tal cantidad, que indique que lo haya estado en el pasado y por consecuencia el peligro de contaminarse en el futuro debe ser considerado como menor.
3. El agua que sale de los tanques de San José, no sufre ninguna alteración, en lo que se relaciona con su constitución química, que sea digna de tomarse en cuenta.
4. El resultado del análisis practicado en junio de 1913 es prácticamente el mismo que el actual y en consecuencia no ha habido ningún cambio geológico apreciable en las capas de terreno que atraviesan esas aguas.

ANÁLISIS BIOLÓGICO

Este examen fue practicado:

1. En el detritus que dejan las aguas al caer en Curridabat;
2. En el plankton de los tanques de San José;
3. En el sedimento de los mismos tanques;
4. En las materias recogidas por un filtro, "Bekerfeld" durante tres días consecutivos de filtración.

Este análisis tiene como principal objeto el saber cuáles son las causas de alteración de las propiedades organolépticas de un agua, y también para localizar el origen o el lugar de contaminación de un agua dada, pues sabido es que originalmente ninguna fuente tiene gérmenes de organismos microscópicos y sólo el aire y la luz permiten el desarrollo de las algas unicelulares que sirven de pasto primitivo a los animales cuyos cadáveres pueden servir para nutrir vegetales saprófitos (hongos y bacterias) que servirán a su vez como alimento a nuevos vegetales o animales. La pululación de algas no desdice la calidad de un agua, antes por el contrario, sino que indica que los recipientes son inadecuados. Por otra parte las algas, cuando no están en cantidades tales que mecánicamente o químicamente alteren el agua, son agentes de purificación, pues absorbiendo anhídrido carbónico y liberando oxígeno, purifican el agua, y por eso es justamente en las aguas cuya flora es más rica, en donde viven las faunas más ricas. Con el objeto de saber cuál es el origen de la flora del agua en uso actual, fueron practicados todos los exámenes antedichos.

A. Flora del agua de Curridabat

Esta flora es puramente bacteriana y en la parte dedicada al examen bacteriológico encontrará lugar apropiado, bástenos constatar que el sedimento dejado por el agua de Tres Ríos que cae en Curridabat, es de origen mineral y que allí no viven algas de ninguna naturaleza cuyo número sea apreciable.

B. Plankton de los tanques de San José

En la superficie del agua de los tanques de San José, pueden recogerse, en un día martes, es decir, seis días después de lavados los tanques, las siguientes especies vegetales y animales:

- **Navícula.** Esta diatomea constituye prácticamente la casi totalidad de la flora de dichos tanques. A primera vista pudiera ser tomada por una *synedra*, pero la presencia de *nódulos* y de un *verdadero rafe*, la distinguen fácilmente.
- **Oscillaria.** Estas cianofíceas constituyen la segunda especie importante de la flora de los tanques.

Se encuentra además un número considerable de especies de diversos grupos, pero cuyo número de individuos permite apenas catalogarlos entre lo que podría llamarse “Curiosidades biológicas de los tanques”. Las *synedras* son raras en extremo y pueden distinguirse de las *fragilarias* a causa de arreglarse en forma de balsas y de tener extremos agúdos y no rectangulares.

Las *asterionellas* no existen allí y aunque parecidas a las *navículas*, pueden empíricamente distinguirse de estas últimas gracias a que estas tienen extremidades abultadas.

Se encuentran, además, varias *conjugadas*: particularmente *cosmariun* y raras *spirogiras*. Viven entre las algas superficiales gran número de infusorios ciliados: *Paramecium*, *Colpidium*, *Nassula* y *Enchelys*. Encontré una ameba de gran tamaño. Flagelados del género *Monas*. Varios rotíferos: *Hydatina*, *Brachionus* y otros badelloideos.

Las larvas rojas, que nadan haciendo eses en el agua, pertenecen a una especie de *Chironomus*, mosco que abunda en todos los cuartos de San José.

En el plankton se encontraron además los cadáveres de varios insectos terrestres, tales como grillos, avispas, etc., caídos accidentalmente en el agua. Se encuentran también plantas aéreas, tales como *marchanthas* que viven en las paredes húmedas de los tanques y que se desprenden y caen.

C. Flora y fauna de fondo

Las diatomeas forman aquí también la mayor parte de la flora, siendo las *Navículas* y *fragilarias* las más abundantes. Se encuentra además allí algunos *Oscillarias* y *synedras* y también varias conjugadas, particularmente de los géneros *Peniun* y *Euastrum*.

Los animales principales son varios infusorios de los géneros citados en la fauna de superficie y además un número muy grande de ciliados que me son desconocidos. Como

habitantes importantes del fondo de los estanques citaremos los *Volvox* (considerados por ciertos autores como algas); los *Actinophrys*, algunos flagelados del género *Monas*; pero lo que más particularmente llama la atención son los *Melicerta*, vermicianos de alto interés biológico, pues sirven de pasaje entre los rotíferos y los gusanos. Viven en un estuche que construye el animal, aglomerando esferitas de barro.

Estos animales son más bien raros en las aguas de Europa y aquí se encuentran por centenares.

Antes de terminar digamos que el examen del residuo de un filtro, da las mismas algas que ya cité y que como protozoarios no pude constatar sino *Monas*.

Ya hemos indicado que las algas no son nefastas sino en gran número y a causa principalmente de sus secreciones oleaginosas. En lo que se refiere a los protistas, su cantidad significa pura y simplemente que allí hay algas que dan oxígeno en cantidad suficiente para mantener un agua pura.

CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS BIOLÓGICO

1. El agua que llega a Curridabat no tiene la flora ni la fauna de los estanques de San José. Es a estos tanques a los que hay que recriminar y no al agua.
2. El agua debido a su corta permanencia en los estanques, no tiene tiempo de perder sus cualidades físicas
3. Bastaría *desinfectar* y *tapar* los estanques para ver desaparecer las algas y con ellas los animales.

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

Las muestras para los análisis bacteriológicos fueron recogidas, con toda asepsia, en los mismos lugares el mismo día que las muestras para el análisis químico.

Se siguió el método de análisis recomendado por “The Laboratory Section of the American Public Health”.

Fueron empleadas, a la vez, placas de gelatina y de agar corrientes. La gelatina no pueden tomarse como “Standard” en San José, pues la temperatura falsea en absoluto los resultados. Vale la pena hacerlo simplemente para darse cuenta del proceso de licuefacción y putrefacción, pero no para el cómputo. Se hizo éste en placas de agar incubadas 48 horas a 37º, pues sabido es que a esta temperatura, que es la del cuerpo humano, se desarrollan las bacterias que son susceptibles de convertirse en patógenos.

Cada siembra se hizo con un centímetro cúbico, no necesitando nunca diluir, pues las bacterias no pasaron nunca de 200.

Con el objeto de saber si el agua de Curridabat trae bacterias suspectas, seguí durante 12 días consecutivos, una cultura de esa agua y examiné una a una todas las colonias que resultaron.

El resultado del filtro (filtración de 3 días) sirvió para la busca de bacterias del grupo *coli*, que son los testigos más importantes de la contaminación debido a deyecciones. La busca del grupo *coli*, practicada por el Método de Drigalsky-Conrandi, usado en Alemania desde hace muchos años y actualmente adoptado en el Instituto Pasteur de París.

Antes que pasar a los resultados obtenidos, conviene darnos cuenta de cuál es la significación del número de bacterias en agua dada y cuál la significación de la presencia de bacterias del grupo *coli*.

El número de bacterias varía con las estaciones; aquí, por ejemplo, la época de lluvias significaría una contaminación posible en aguas descubiertas. Sin embargo, el cómputo de bacterias a lo largo de un curso de agua y siempre que éste se efectúe en igualdad de condiciones, indica el lugar de contaminación del curso de agua en estudio; y en esto estriba su principal valor.

En lo que respecta al número, diremos que las aguas de Boston contienen de 50 a 200 bacterias (Philbrick, 1905) y el lago Zurich 71 en verano y 184 en invierno (Cramer, 1885). Estas dos aguas se citan como tipo de aguas buenas. Un número mayor de bacterias en un agua es un indicio altamente sospechoso.

La significación de la presencia de bacterias del grupo de *coli*: bacilo de la tifoidea, de las fiebres paratíficas, de la disentería y sobre todo del *Bacterium coli* es la siguiente: toda agua que contenga uno de estos bacilos es un agua contaminada por deyecciones. Como

es muy difícil aislar de un agua estos bacilos, siendo en cambio relativamente fácil la busca del *Bacterium coli*, es sobre éste sobre el que se dirigen las investigaciones.

“El resultado negativo en la busca del coli y un cómputo bajo de bacterias debe ser interpretado como prueba de la buena calidad de un agua con una certeza no alcanzada por ningún otro método de análisis” (Prescott and Winslow).

Los resultados que se obtuvieron son los siguientes:

1. Agua que llega a Curridabat

Una cultura en agar de 1 cm³ del agua de Curridabat incubada durante 48 horas a la temperatura de 37° y luego abandonada a la temperatura del Laboratorio, dio lugar a la subsiguiente aparición de colonias:

Día	Nº colonias
1º	8 colonias
2º	5 colonias
3º	2 colonias
4º	1 colonias
5º	2 colonias
6º	1 colonias
7º	1 colonias
8º	1 colonias
9º	4 colonias
10º	5 colonias
11º	3 colonias
12º	3 colonias

Lo cual da un total de 36 colonias que se descomponen en las especies bacteriológicas siguientes:

- Un coccus no mótil, de crecimiento lento, que da colonias transparentes de un color gris amarillento.
- Dos especies de diplococcus ligeramente mótils, de crecimiento rápido y que

dan colonias de color gris; en una de estas especies la transparencia lo hace casi invisible.

- Tres especies de sarcinas, dos de las cuales presentan movimientos de traslación, siendo inmóvil la tercera. Las tres especies crecen rápidamente, son opacas y sus respectivos colores son anaranjado, gris y blanco.
- Un bacilo muy mótil, de crecimiento rápido, que da colonias transparentes de color rosado.
- Dos especies de *cocobacilos*, de las cuales una es ligeramente mótil, de crecimiento lento y que da colonias transparentes de color naranja.

La otra especie de *cocobacilos* es con mucho la más importante por su número en la flora bacteriológica del agua que nos ocupa; en efecto, más de la mitad de las colonias corresponden a este *cocobacilo*, cuyos caracteres son los siguientes: gran motilidad, crecimiento tardío y colonias regulares, transparentes, de color gris e iridiscentes.

Se encontraron además dos colonias de hongos que aparecieron desde el primer día y cuya ausencia de fructificación no me permitió clasificarlos genéricamente. Ambas especies pertenecen al grupo de los *hyphomycetos*.

De todas las bacterias, que trae el agua de Curridabat, no hay ninguna (en un centímetro cúbico) que pertenezca al grupo *coli*.

Se hizo a la vez la cultura en gelatina y al cabo de 48 horas a 20°, se obtuvieron 5 colonias liquidantes. La licuefacción total se efectuó el 9° día.

2. Agua que entra a los tanques de San José

Esta agua con solo llegar al tanque, comienza a contaminarse, dando 78 bacterias por centímetro cúbico. En gelatina hay 30 que licúan al cabo de 48 horas a 20° y la licuefacción total se efectúa al 6° día. Se obtienen 6 colonias de hongos.

3. Salida del agua de los tanques de San José

A pesar del corto tiempo de estancamiento, el agua sale ya con una muy notable contaminación: 200 bacterias por centímetro cúbico. Hay 40 colonias que licúan la gelatina

el segundo día y la licuefacción total se efectúa al tercer día.

El cómputo de bacteria del agua que llega a Curridabat, se controló con el cómputo del agua de la cañería del Hospital (pues ésta viene directamente sin pasar por el tanque). La salida de los tanques se controló con la salida de la cañería (filtro de la Botica Municipal) a donde llega el agua después de estancada en San José.

El cultivo en bilis del residuo del filtro dio, aislando en placas de Drigalski, varias colonias de *Bacterium coli*.

CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

1. El agua que llega a Curridabat es una de las llamadas *excesivamente pura (Miquel)*, no contiene cantidades apreciables de *coli* ni gérmenes nocivos.
2. En los tanques de San José se contamina con gran número de bacterias, especialmente bacterias *putrificantes, proteus, flourecens, coli, etc.*

COMPARACIÓN DE LOS DIVERSOS ANÁLISIS

Como hemos dicho al principio de este informe, estos diversos análisis se complementan y la comparación de los resultados da una idea muy clara de la calidad de un agua.

Así, por ejemplo, la limpidez del agua de Tres Ríos, constatada por el examen físico, junto con la cantidad de nitratos, constatada por el examen químico, explica el crecimiento abundante de las algas en los estanques descubiertos de esta ciudad y la presencia de estas algas explica la pululación de protozoarios y otros animales, pues las algas constituyen para ellos el alimento necesario, así como los nitratos son el alimento de las algas; y por otra parte la presencia de cadáveres de animales o de algas en vía de desagregación, explica la pululación de bacterias.

Ahora bien, la poquísima cantidad de substancia orgánica contenida en las aguas de Tres Ríos, antes de llegar a los tanques, es el motivo que nos explica el cómputo bajo de bacterias en dichas aguas.

El análisis químico no demuestra tampoco la presencia de sustancias fecales: nitritos, cloruros en exceso, amoníaco, etc., y en efecto, el análisis bacteriológico muestra la ausencia de organismos de origen intestinal.

Al salir el agua de los tanques de San José, el análisis químico no constata un aumento apreciable de materia orgánica y el aumento de bacterias constatado por el análisis bacteriológico se explica por la rapidez con que se multiplican las bacterias en condiciones favorables, y de allí la gran sensibilidad de los exámenes bacteriológicos, comparados con los otros métodos de análisis.

CONCLUSIÓN FINAL

El agua de Tres Ríos es excelente. El error consiste en no manejarla como usualmente se estila en cualquier caso de agua de fuente, es decir el conservarla siempre al abrigo del polvo y de la luz.

INFORME PRESENTADO CON RESPECTO AL ANÁLISIS COMPARADO DE LAS AGUAS DE TRES RÍOS Y TIRIBÍ.

Francisco Sancho J.
Clodomiro Picado T.

San José, Mayo de 1915

Señor Lic. Don Alberto Echandi

Habiendo concluido el examen sanitario de las aguas del Tiribí en conexión con el examen sanitario de las aguas de las fuentes de Tres Ríos, que Ud. Tuvo a bien encomendarme, informo a Ud. de la manera siguiente:

Se practicaron los análisis de diversas muestras de agua captadas

1. En pleno Río Tiribí
2. Al caer el agua de la zanja a los estanques de San José, y
3. A la salida de los mismos.

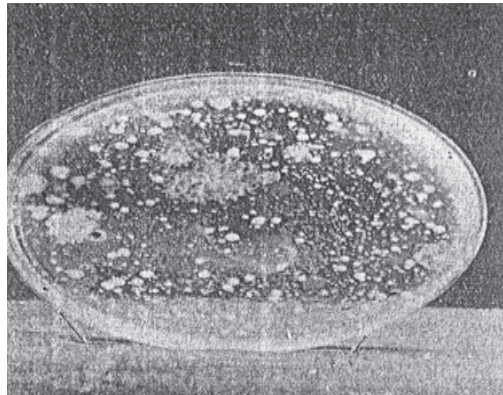
De cada muestra fueron practicados los siguientes análisis:

- A. Examen físico
- B. Análisis químico
- C. Análisis bacteriológico y
- D. Análisis biológico.

Como en el caso de las aguas de Tres Ríos, el señor Francisco Sancho J. practicó los dos primeros y el tipo de agua potable fue el *Michigan Standard* propuesto por el señor Ingeniero Municipal, y aprobado por la Municipalidad de San José.

FIGURA Nº 1.

Fotografía de una gota de agua del Río Tiribí. Las partes blancas, indican las impurezas.



En el caso del agua del Tiribí se siguieron los mismos procedimientos químicos que para el agua de Tres Ríos, con la diferencia de que en el caso del Tiribí, por ser un agua de río, se practicó además la pérdida por ignición. En cuanto a los exámenes bacteriológicos, éstos fueron practicados con los mismos métodos que en el caso del agua de Tres Ríos, con la diferencia de que como las aguas del Tiribí están ampliamente contaminadas por los microbios, hubo que hacer las siembras con diluciones a 1/10 en vez de hacerlo, sin dilución ninguna como en el caso de las aguas de Tres Ríos.

Habiendo ya discutido ampliamente el valor de los métodos empleados y la significación de cada uno de los análisis en el informe presentado a la Municipalidad de San José y deseando en el actual, ser lo más breve posible, se resume a continuación en un solo cuadro sinóptico el estudio comparativo de los diversos análisis practicados en ambas aguas. Si en este cuadro se comparan las cifras arrojadas por los análisis (de las dos aguas en comparación), se ve que mientras las aguas de Tres Ríos son muchísimo más puras que

lo pedido como tipo, las del Tiribí exceden notablemente, en ciertos de sus componentes, a lo que requerido como tipo, y la presencia de nitritos nos indica que estas aguas traen materia orgánica en *vía de descomposición*, por otra parte, el análisis bacteriológico muestra que mientras las aguas de Tres Ríos son de las llamadas excesivamente puras, el agua del Tiribí, es una agua repudiable por el número de las materias que arrastra, por estar ampliamente contaminada, aun en el Tiribí mismo, por microbios propios a las deyecciones, lo cual significa que habría que cuidar no solamente de la no contaminación de las aguas en su trayecto del Tiribí a los tanques, sino también durante su discurso por el río.

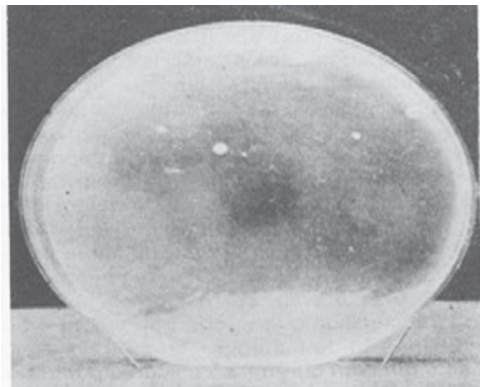
El análisis biológico muestra en ambas aguas, y al salir de los estanques, las mismas especies de algas, faltando éstas en el agua que cae en Curridabat, lo cual muestra, hasta la evidencia, que son los tanques la causa de la pululación de dichas algas: y si bien es cierto que los estanques que almacenan el agua de Tres Ríos tienen una flora mucho más rica en individuos y no en especies, eso muestra justamente que las aguas de Tres Ríos por su pureza y ausencia de materias orgánicas en descomposición, se prestan más fácilmente para el crecimiento de las plantas verdes.

En lo que respecta a la fauna, se debe decir que aquellas especies que viven solamente en las aguas de Tres Ríos almacenadas en los estanques y no en las del Tiribí, son especies que requieren aguas puras.

Las fotografías adjuntas permiten comparar el número de microbios que viven en las aguas del Tiribí con el de las aguas de Tres Ríos, número que se mantiene en relación directa con la cantidad de materia orgánica contenida en dichas aguas, de los cual nos da una idea gráfica una de las fotografías.

FIGURA Nº 2.

Fotografía de una gota de agua de las fuentes del Padre Carazo y del Chigüite. Las partes blancas indican las impurezas.

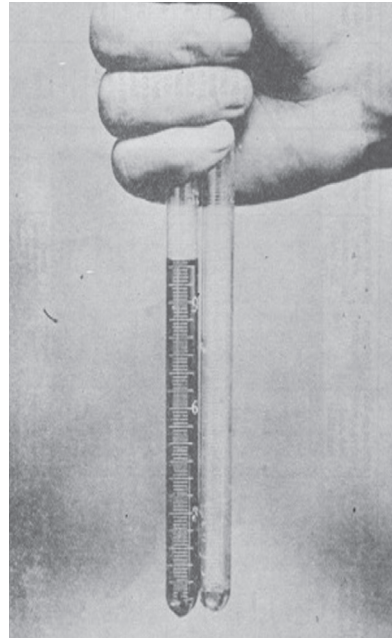


Análisis Comparado de las aguas de Tres Ríos y Tiribí

		Agua que llega a Curridabat (Tres Ríos)	Entrada a los estanques de San José (Tres Ríos)	Salida de los estanques de San José (Tres Ríos)	Salida de los estanques de San José (Tres Ríos)	Michigan Standard	Salida del agua de los estanques de San José (Tiribí)	Llegada de los estanques (Tiribí)	Pleno Río Tiribí	Exceso del Tiribí sobre el Standard
Examen físico por Fco. Sancho Jiménez	Turbidez Sedimento Color Olor Am. Libre	Ninguna Nada Ninguno Ninguno 0,016	Ninguna Nada Ninguno Ninguno 0,014	Ninguna Nada Ninguno Ninguno 0,007	Ninguna Nada Ninguno Ninguno 0,007					
Análisis químico (partes en 1 000 000) por Fco. Sancho Jiménez	Am. albm. Nitritos Nitratos Dureza Total solid. Ox. consm. Cloro	0,034 0,000 0,33 71,4 162,0 0,10 6,4	0,044 0,000 0,25 74,3 170,0 0,10 6,0	0,018 0,000 0,50 65,7 168,0 0,15 5,0	0,018 0,000 0,50 65,7 168,0 0,15 5,0					
Análisis Bacteriológico Por C. Picato T.	Perd. p. ignc Res. fijo Nº Bact. 1 cm3 Nº col. liquid. Licuef. Total	----- ----- ----- ----- 12	----- ----- 78 30	----- ----- ----- ----- 200	----- ----- ----- ----- 200					
Análisis Biológico por C. Picato T.	Coli en 1 cm3 Hongos Diatomeas Cyanoph. Conjug. Protozoarios Metazoarios	5 90 día No hay 6 colonias No hay No hay No hay No hay Si hay No hay	60 día No hay 6 colonias No hay No hay No hay No hay Hay pocos No hay	40 3er día Si hay 6 colonias No hay No hay No hay No hay	40 3er día Si hay 6 colonias Navicula-Fragilaria Synedra (pocas) Oscilaria (bastantes) Cosmarium Penium, Euastrum, Spirogira (pocas) Infusorios, amibas, y monos Rotíferos chironomus					

FIGURA N°3.

Las partes negras, indican las impurezas; el tubo de la izquierda tiene agua del Tiribí, el de la derecha tiene agua de las fuentes del Padre Carazo y del Chigüite.



CONCLUSIÓN

Las aguas de Tres Ríos son purísimas, química y bacteriológicamente, mientras que las aguas del Tiribí son inaceptables en las condiciones actuales y su empleo como agua potable es inadmisibles. Solamente sometiéndola previamente a un proceso eficaz de purificación, podría ser empleada como tal.

Capítulo II

ORÍGENES DEL LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS



Dr. Edgar Ortiz Castro

ORÍGENES DEL LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

Como se indicó en el capítulo anterior, los primeros análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas para consumo humano las realizó el Dr. Clodomiro Picado en las aguas del Acueducto de San José, Tres Ríos y el Río Tiribí, en 1915. Luego, los primeros pasos para el control de la calidad del agua, se dieron en un pequeño laboratorio de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Tres Ríos, en 1940.

En 1942, el Gobierno del Dr. Rafael Ángel Calderón Guardia promulgó el Decreto Ejecutivo N°9, el cual expresaba literalmente lo siguiente:

Artículo 1. “Créase un Laboratorio para el control de aguas potables, dependiente del Instituto Nacional de Higiene”

Artículo 2. “Dicho laboratorio tendrá carácter oficial y jurisdicción en toda la República. Su asiento permanente estará en la Planta Purificadora ubicada en el Centro de La Unión”.

En la práctica, dicho Decreto Ejecutivo no fue aplicado debido a que el Control de Calidad del agua se continuó realizando en el Laboratorio del Ministerio de Salud Pública. Luego, en 1951 y 1952, se creó la Cátedra de Microbiología y Química Clínica, en donde se prepararon algunos funcionarios de este Ministerio como Asistentes y Licenciados en Microbiología y empezaron a aplicar sus conocimientos en análisis de aguas.

En 1962, después de un año de haberse creado el Servicio Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SNAA), (Ley 2726), se iniciaron acciones para establecer un verdadero laboratorio especializado en el análisis bacteriológicos y fisicoquímicos de aguas, para lo cual, se seleccionó un Máster en Salud Pública, especializado en aguas. Este profesional fue el Dr. Edgar Ortiz Castro, el que desde 1962 inició la gestación del Laboratorio Central del SNAA y su inauguración se realizó en septiembre de 1964, aunque los primeros análisis de aguas se hicieron el 20 de enero de 1964, para lo que se acondicionó un corredor en la antigua casa del Ingeniero Jefe de la Planta Potabilizadora de Tres Ríos, La Unión. Allí se instaló la Sección de Bacteriología y la Sección de Físico-Química se ubicó en un espacio de la misma Planta Potabilizadora.

Entre los meses de enero a agosto de 1964 se remodeló y acondicionó la casa del jefe

de la Planta de Tres Ríos, para transformarla definitivamente en el Laboratorio Central, la inauguración de este importante e histórico Laboratorio se realizó el 28 de septiembre de 1961, con un curso centroamericano sobre “Operadores de Plantas de Tratamiento de Agua Potable” y con la presencia de las máximas autoridades de Gobierno y Sanitarias del país como: Don Francisco Orlich, Presidente de la República, el Ing. Jorge Carballo, Gerente General del SNAA y el señor Ministro de Salud Pública y Presidente de la Junta Directiva del SNAA, el Dr. Oscar Tristán Castro.

La especialización y experiencia de este centro de estudio de análisis de aguas, durante varias décadas, pero sobre todo el papel que ha jugado en el bienestar de la salud Pública, provocó que en el Gobierno de José María Figueres Olsen, se designara al Laboratorio Central como Laboratorio Nacional de Aguas (LNA), mediante el Decreto Ejecutivo 26066-S, el 9 de junio de 1997; ampliándose el ámbito de acción a todo el país y a todos los entes operadores de acueductos, el mismo dicta lo siguiente:

Artículo 1. “Designar al Laboratorio Central del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, como el Laboratorio Nacional de Aguas, para la realización de estudios técnicos y análisis necesarios requeridos por el Ministerio de Salud, y para que le brinden a este Ministerio la asesoría técnica que requiere, conforme con las disposiciones contenidas en el artículo 353 de la Ley General de Salud. El costo de los servicios y análisis, ya sea para control o vigilancia de la calidad del agua, serán cubiertas por el interesado”.

Artículo 2. “De acuerdo con su área de especialización, el Laboratorio Nacional de Aguas, constituirá el centro de referencia para las determinaciones físico-químicas y biológicas de las aguas. El laboratorio contará con un sistema de aseguramiento de calidad analítica debidamente acreditados”.

Artículo 3. “El Ministerio de Salud, por medio de la División de Saneamiento, junto con el Laboratorio Nacional de Aguas, coordinarán el Programa Central y Vigilancia de la Calidad del Agua, de acuerdo con las necesidades cuantitativas y cualitativas de ambas instituciones”.

Las diversas investigaciones, aunadas al esfuerzo realizado en el Programa Nacional de Prevención del Cólera, hicieron que el Laboratorio ampliara su prestigio a nivel nacional e internacional. En la Gaceta N°109 del 09/06/1997 se designa al Laboratorio Central de Acueductos y Alcantarillados como Laboratorio Nacional de Aguas, ampliándose el rango de acción a todo el país y a todos los entes operadores de acueductos.

Acto de Inauguración del Laboratorio Central del Servicio Nacional de Acueductos y Alcantarillados

INAUGURACION DEL LABORATORIO CENTRAL. - La fotografía que ilustra este página de MENSAJE recoge el momento en que el señor Ministro de Salubridad Pública y Presidente de la Junta Directiva de AyA, Dr. Oscar Tristán Castro, dirige la palabra a la concurrencia en el acto de inauguración del Laboratorio Central. - En tan memorable ocasión para la historia de nuestro organismo, el señor Tristán expresó: "...Esta nueva dependencia del Servicio Nacional de Acueductos y Alcantarillado, que inaugura mos hoy, concebida y creada dentro de los principios y según las normas más modernas para un constante control de la calidad de las aguas que consume la población del Area Metropolitana, no solamente ofrecerá un servicio sumamente eficiente y constante en cuanto a la protección de la salud sino que servirá como centro de adiestramiento para funcionarios de nuestro país y de otros países, cuya actuación será en el futuro de suma utilidad en múltiples laboratorios similares ...". En la fotografía aparecen también el señor Presidente de la República, don Francisco J. Orlich, el señor Embajador de los Estados Unidos de América, don Raymond Telles, y el señor Gerente de AyA, Ingeniero Jorge Carballo W.-



Capítulo III

LOS PRIMEROS PASOS DEL LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS



Instalaciones Laboratorio Nacional de Aguas



LOS PRIMEROS PASOS DEL LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

El Laboratorio Central de AyA inició labores el 20 de enero de 1964 con 9 funcionarios:

- Un Director, Máster en Salud Pública, especializado en aguas.
- Un Químico con amplia experiencia en análisis de aguas
- Un Microbiólogo con amplia experiencia en bacteriología
- Dos Asistentes III en Microbiología y Química
- Dos Asistentes II para recolección de muestras de agua y manejo de la bodega especializada.
- Un auxiliar para lavado y preparación de la cristalería.
- Una secretaria

En los primeros años, de 1964 a 1972, el Laboratorio se enfocó al control de calidad del agua de las Plantas Potabilizadoras y las Redes de Distribución del Area Metropolitana: San José, Guadalupe, Moravia, Tibás, San Pedro, Escazú y Desamparados. Además, se impartieron cursos de capacitación, con el apoyo de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), a nivel nacional e internacional como el de Operadores de Sistemas de Abastecimiento de Agua. En la siguiente foto se observa el grupo de asistentes a dicho curso.

En los años posteriores el Laboratorio siguió creciendo desde el punto de vista técnico, científico, físico y humano. Este crecimiento fue concordante con la ampliación del Servicio Nacional de Acueductos y Alcantarillados, hoy Acueductos y Alcantarillados, a otras cabeceras de cantones como: Limón centro, Puntarenas, Liberia, San Isidro de Pérez Zeledón y otros. El incremento del personal del Laboratorio, pasó de 9 funcionarios en 1964 a 30 en 1980. La experticia profesional consolidó a este



Grupo de asistentes al Curso "Operadores de Sistemas de Abastecimientos de Agua", en noviembre de 1964. Con el Dr. Edgar Ortiz Castro, Director del Laboratorio en esos años (derecha de anteos) se encuentran también don Carlos Fournier (+), don José Solano Alvarado, don Alfredo Fernández Quirós, la secretaria Heidy Fernández y la Microbióloga Flora Pérez Sáenz, entre otros. (Foto Dr. Ortiz Castro).

Asistentes al Curso sobre Operadores de Sistemas de Abastecimientos de Agua 1964

centro de trabajo como el mejor laboratorio de Centroamérica con buenos equipos y técnicas de análisis de agua.

En 1973, el laboratorio expuso su propia filosofía en cuanto al control de calidad del agua mediante la publicación de un pequeño folleto, en donde se definieron los parámetros bacteriológicos y fisicoquímicos usados en vigilancia y control de calidad del agua; además de la frecuencia y números de muestras en concordancia con la población abastecida y, sobre todo convv los lineamientos para la interpretación de los resultados, para calificar la calidad del agua para consumo humano.

El incremento o desarrollo del Laboratorio Central en sus primeros 16 años de vigencia, se resume en el siguiente cuadro 1:

CUADRO N°1 Comparación de número de determinaciones y personal a través de diferentes épocas.						
Año	Personal	Parámetros Químicos	Parámetros Bacteriológicos	Totales	Parcial*	Total**
1965	9	12.524	12.448	24.972	0	100%
1969	12	24.905	17.497	42.402	70	170%
1972	16	36.661	23.295	56.956	41,4	240%
1976	17	59.803	35.697	95.500	59,3	382%
1980	30	114.081	60.794	174.875	83,1	700%

Fuente: Laboratorio Central del Acueductos y Alcantarillados.

*Aumento porcentual en relación con el año anterior.

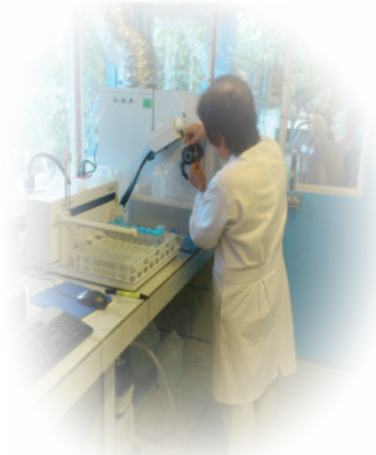
**Aumento porcentual en relación con el año 1965 como base .

Estación de Bombeo en las fuentes de Puente de Mulas



Capítulo IV

CRECIMIENTO DEL LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS



Licda. Azucena Urbina Campos operando el ICP Masas

CRECIMIENTO DEL LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

A finales de la década de los 70 el Laboratorio Central incursionó el muestreo y análisis de aguas de mar en las playas del cantón Central de Limón y Puntarenas, lo que provocó un cambio en el objetivo original de 1964, el cual era el control de calidad del agua para consumo humano. Además, en esa misma época ingresaron varios funcionarios, primero como asistentes de Laboratorio, los cuales se graduaron como Microbiólogos y Químicos. Entre ellos podemos citar a Victoria Pacheco, Marco Sequeira, José Miguel Ramírez, Ana Mata Solano, Juan Carlos Rojas, Edgar González y Darner A. Mora. Esta camada de profesionales en conjunto con asistentes muy acuciosos como Moisés Coto, empujaron la elaboración de estudios especiales o investigaciones en los aspectos de agua, ambiente y salud. Entre estos primeros estudios podemos citar:

- Estudio de la calidad de las aguas de la playa de Limón Centro: 1981-1984
- Criterios Bacteriológicos y Calidad Sanitaria de las Aguas de las playas de Costa Rica: 1986-1987
- Evaluación de la Contaminación Orgánica de la Cuenca 24 (Virilla Tárcoles: 1981-1985)
- Evaluación de la Contaminación Fecal del Río Barranca.

Estos estudios sirvieron de insumos años después para establecer los proyectos del Emisario Submarino de Limón para tratar las aguas residuales domésticas y el “Proyecto de Mejoramiento Ambiente de San José”

En el periodo de 1983 a 1989, la Jefatura del Laboratorio Central vivió tres cambios; el primero fue la salida del Dr. Edgar Ortiz Castro, creador y “padre” del Laboratorio Central y pionero de la Vigilancia y Control de Calidad del Agua. En su puesto se nombró mediante una votación democrática entre los profesionales del Laboratorio al Dr. Darner A. Mora, el 1 de septiembre del mismo año, como Director del Laboratorio Central de AyA.

En febrero de 1990, se publicó el primer Informe Anual de la Calidad del Agua suministrada por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) durante 1989.

En la década de los 90s. se produjeron cambios muy importantes en el desarrollo del Laboratorio Central de AyA, entre ellos es importante mencionar los siguientes:

La creación de la “División de la Calidad del Agua” con el objetivo de brindarle más impulso a la vigilancia y el control de la calidad de esta. Como encargado de esta “División”, se nombró al Dr. Edgar González funcionario del mismo Laboratorio Central.

En 1991 en honor a la labor realizada por el Dr. Edgar Ortiz Castro, se denomina con su nombre al Laboratorio Central de AyA.

En ese mismo año 1991, el país se vio amenazado por la epidemia del Cólera, lo que obligó a los funcionarios del Laboratorio a capacitarse con el apoyo de la OPS (Organización Panamericana de la Salud) en el muestreo, el aislamiento y la identificación del *Vibrio cholerae*, en el medio acuático. Luego, en 1993 los profesionales en Microbiología lograron aislar e identificar esta mortal bacteria en las aguas del Río Virilla. La labor realizada por el Laboratorio Central, en el marco del “Programa Nacional para la Prevención del Cólera” fue esencial para que junto con el área operativa del AyA, el Ministerio de Salud, la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS) y la OPS, esta mortal enfermedad, prácticamente no le hiciera daño a nuestra población.

En esa misma época de 1990 a 1995, se realizaron otros estudios relacionados con el agua, ambiente y salud, entre están:

- Calidad sanitaria de los refrescos naturales en Costa Rica.
- Calidad bacteriológica de los cepillos de dientes.
- Calidad bacteriológica del hielo en Costa Rica.
- Calidad sanitaria de las aguas de las piscinas en Costa Rica.
- Diagnóstico sanitario de las playas de Limón: 1980-1989.
- Las tasas de declinación de las bacterias indicadoras de contaminación fecal en el mar Caribe de Costa Rica.

Estas investigaciones, aunadas a la publicación de los Informes de Calidad del Agua en forma anual y, sobre todo el buen desempeño en la prevención del Cólera, hicieron que nuestro Laboratorio ampliara su prestigio a nivel nacional e internacional.

En 1990 y 1991 el Lic. José Miguel Ramírez, especialista en Aguas Residuales, forma parte del equipo del Proyecto Tahal para la elaboración del “Plan Maestro de Agua

Potable y Saneamiento del Área Metropolitana”, quien realizó una reconocida labor en dicha agrupación.

En 1995, el Dr. Mora realizó una visita al Laboratorio de Aguas de Alicante, en España y a Las Palmas, en las Islas Canarias, en donde como producto de esta visita adoptó la filosofía del Programa Bandera Azul para proteger las playas, y estructuró el “Programa Bandera Azul Ecológica”, el que inició en 1996, con la aprobación de la Junta Directiva del AyA, mediante el acuerdo N°96.160 del 04 de junio de 1996. El éxito de este Programa de incentivos comunitarios ha permitido evolucionar a 10 categorías en sus 17 años de vigencia, convirtiéndose en el programa ambiental más importante de Costa Rica.

En 1997, el Gobierno de José María Figueres Olsen, con el apoyo del Vice-Ministro de Salud, Dr. Fernando Marín y la Dra. Anna Gabriela Ross González, Presidenta Ejecutiva del AyA, mediante el Decreto Ejecutivo N°26066-S, se designó al Laboratorio Central del AyA, como Laboratorio Nacional de Aguas, ampliándose el rango de acción a todo el país y a todos los entes operadores de acueductos. Dicho decreto publicado en la Gaceta N° 109 del 9/06/1997, marca un antes y un después en la Vigilancia de la Calidad del Agua en sus diferentes usos en Costa Rica; debido a que obligó al Laboratorio Nacional de Aguas a buscar la acreditación de la gestión y muestreo de las técnicas de Laboratorio con la Norma ISO: 17025:2005. Logrando que esto se alcanzara en febrero del 2008.

En el año 2001, los programas comunitarios promovidos por el Laboratorio Nacional de Aguas se ampliaron al Programa Sello de Calidad Sanitaria, con el propósito de incentivar la organización de los entes operadores de acueductos, para que suministren agua de calidad potable, en armonía con la naturaleza. Este Programa ha evolucionado a tres categorías: acueductos, restaurantes, hoteles y/o centros recreativos.

En el año 2006, la Dirección del Laboratorio Nacional de Aguas impulsó la aplicación del Programa Nacional de Mejoramiento y Sostenibilidad de los Servicios de Agua Potable: 2007-2015, (PNMSCSAP). Dicho Programa consta de 92 actividades distribuidas en 7 componentes:

- Protección de fuentes de agua
- Tratamiento y/o desinfección
- Vigilancia y control de calidad del agua
- Evaluación de riesgo sanitario
- Normalización y legislación

- Producción (cantidad, continuidad, calidad, costos y cobertura)
- Auto sostenibilidad, movilización social y educación.

Este Programa fue aprobado, mediante el Decreto Ejecutivo N°33953-S-MINAET en septiembre del 2007.



Firma del Decreto para el PNMSCSAP 2007-2015

En el 2005, los funcionarios del Laboratorio Nacional de Aguas iniciaron la preparación para el proceso de acreditación con la Norma ISO: 17025:2005, en el 2007, específicamente el 22 de noviembre, se envió la solicitud al Ente Costarricense de Acreditación para esperar la primera auditoría externa en enero del 2008, logrando la acreditación de la gestión, muestreo y 52 técnicas del Laboratorio en febrero del mismo año, este paso ha sido trascendental para hacer más competitivo y buscar la mejora continua del Laboratorio, a nivel nacional e internacional.

Del 2008 al 2012, el Laboratorio Nacional de Aguas ha ampliado el alcance de la Norma INTE-ISO/IEC: 17025:2005, a 58 técnicas en agua potable y aguas residuales.

En el 2010 el Área de Aguas Residuales del LNA alcanzó la designación como “Referente Nacional de Costa Rica en el análisis de Aguas Residuales, otorgado por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAI), a través del Programa de Excelencia Ambiental y Laboral para CAFTA-DR, de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) y el Instituto Nacional de Metrología de la República Federal de Alemania (PTB).

Como consecuencia de esto, y acatando las recomendaciones realizadas por los auditores en la visita realizada “in situ”, como parte del proceso de selección, la Dirección del Laboratorio Nacional de Aguas se dio a la tarea de construir un nuevo edificio para ubicar el Área de Aguas Residuales, el cual fue inaugurado el 08 de junio del 2012.



Inauguración del nuevo edificio de Aguas Residuales del Laboratorio Nacional de Aguas

En el 2012 el Laboratorio inició el proceso para acreditar las inspecciones sanitarias en agua potable, brotes y emergencias, plantas potabilizadoras y playas con la Norma ISO: 17020:2012, logrando su acreditación en el año 2013.

En las tres últimas décadas los funcionarios han seguido elaborando investigaciones en agua, ambiente y salud; además de la elaboración de Informes anuales de calidad del agua para consumo humano, aguas residuales, aguas de playas, Plantas Potabilizadoras y otros.

Por otro lado, el Laboratorio se ha convertido en un centro de capacitación en agua potable y saneamiento, capacitando a muchos funcionarios internos y externos al Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, colaborando también, con estudiantes nacionales e internacionales en la elaboración de tesis de grado de Licenciatura, Maestrías y Doctorados.

Por último, en campo técnico el Laboratorio se ha fortalecido con nuevos equipos de análisis de agua como el IPC Masas.

Capítulo V

ACREDITACIÓN DEL LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS



Certificado de Acreditación Norma INTE-ISO/IEC 17025:2005

LA ACREDITACIÓN DEL LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

ANTECEDENTES



El 18 de enero del 2008 el Laboratorio Nacional de Aguas se “ACREDITA” ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA), mediante la Norma INTE-ISO/IEC 17025:2005, convirtiéndose en el primer laboratorio de aguas acreditado a nivel Latinoamericano, lo que queda manifestado con el certificado que identifica al Laboratorio Nacional de Aguas como laboratorio acreditado y que se presenta a continuación.

JUSTIFICACIÓN

Como respuesta a las crecientes exigencias del mercado, tanto a nivel de la industria como del consumidor final, en muchos sectores se han puesto en marcha “sistemas de evaluación de la conformidad de carácter voluntario”, para verificar el nivel de competencia técnica en condiciones de igualdad. Como respuesta a esta necesidad, la acreditación de un laboratorio es un reconocimiento formal otorgado por un organismo internacional, que garantiza la calidad en la gestión y la práctica técnica, su importancia radica en cuatro pilares básicos: funciona como un requisito internacional, para razones legales, la seguridad del laboratorio y la creación de confianza en los clientes. Los organismos de acreditación son los encargados de comprobar, mediante evaluaciones independientes e imparciales, la competencia del laboratorio.

Su objetivo es dar confianza al comprador, contribuyendo a su vez a facilitar el comercio nacional e internacional. Este reconocimiento garantiza que los laboratorios de distintos



países desempeñan su tarea de manera equivalente, generando la adecuada confianza que posibilita la aceptación mutua de resultados.

En Costa Rica este reconocimiento es otorgado por el Ente Costarricense de Acreditación (ECA), cuando el laboratorio evaluado cumple con todo lo establecido en la Norma INTE-ISO/IEC 17025:2005. Durante el desarrollo del proceso se abordan variados temas como la idoneidad del personal y las instalaciones, condiciones ambientales, métodos de ensayo, incertidumbres, control de datos, equipo, trazabilidad de las mediciones, muestreo, manipulación de muestras, aseguramiento de la calidad de los resultados y reporte de estos.

Los beneficios obtenidos al contar con resultados de laboratorios emitidos por organismos acreditados son variados, dependiendo del usuario de ellos:

A. Beneficios para el Gobierno e instituciones reguladoras

- Aumenta la confianza en los resultados usados para análisis clave y toma de decisiones.
- Reduce la incertidumbre asociada con decisiones que afectan la protección de la salud humana y el medio ambiente.
- Aumenta la confianza del público, ya que la acreditación es un sello de aprobación reconocido.
- Facilita el crecimiento económico y del comercio, porque se aceptan fácilmente los productos de exportación en mercados internacionales.
- Reduce los costos en las importaciones y exportaciones, al disminuir o eliminar la necesidad de volver a efectuar pruebas, calibraciones, inspecciones o certificaciones en el país de origen o de destino.
- Facilita el contrato de proveedores de servicios de manera transparente y competente.
- Ofrece garantía de calidad para los servicios que brinda el Estado.
- Desarrolla un enfoque y una metodología de trabajo común entre las instituciones del Estado.

B. Beneficios para el consumidor

- Inspira confianza, al garantizar que el producto o servicio ha sido evaluado por un organismo independiente y competente.
- Es un medio para establecer conciencia sobre la necesidad de la mejora continua.

A. Beneficios para el laboratorio acreditado:

- La acreditación es una herramienta de mercadeo efectiva; es un pasaporte para presentar ofertas a contratistas que requieran de sus servicios.
- La acreditación es guardada en alta estima nacional e internacional, como un indicador confiable de competencia técnica que certifica que los resultados son confiables y correctos.
- La acreditación emplea criterios y procedimientos específicamente desarrollados para determinar competencia técnica, credibilidad, validez y adecuación de las pruebas, trazabilidad de las mediciones, aseguramiento de la calidad de los resultados de los ensayos, calibraciones, inspecciones y certificaciones.
- Fomenta los esquemas fiables de autorregulación del propio mercado, incrementándose la competencia y la innovación.
- El Certificado de Acreditación emitido por el Ente Costarricense de Acreditación, cuenta con capacidad potencial para ser reconocido y aceptado por sus homólogos internacionales.
- Brinda la oportunidad de vender servicios al Estado.

Dentro de este marco, a principios del año 2005, la Dirección del Laboratorio Nacional de Aguas se trazó el objetivo de lograr la acreditación mediante la mencionada Norma, convencido de ésta misma se convierte en un instrumento y una herramienta de mejoramiento continuo. En el mes de octubre de ese año se inició el trabajo arduo incluyendo, entre muchos otros aspectos, la capacitación y la generación de un cambio de actitud del personal, con la intención de implementar un plan piloto en la recolección, recepción y registro de las muestras. En forma paralela se inició el trabajo de elaboración del “Sistema de Calidad”, el cual incluye el desarrollo y la depuración del Manual de Calidad, objetivos, políticas, manuales, encuestas, procedimientos y formularios (técnicos y de gestión), instrucciones, registros, listas maestras, control de equipo, fichas técnicas, entre muchos otros requisitos, sin olvidarse desde luego de la formación continua del personal. Pese a las limitaciones presupuestarias existentes, se logró contar con un aspecto primordial en el logro del objetivo planteado, y fue el hecho de obtener el compromiso, la anuencia y la identificación de la Alta Jerarquía de Acueductos y Alcantarillados (AyA) con este proceso, paso fundamental y necesario para lograr la acreditación.



Dadas las circunstancias, específicamente el día 02 de noviembre del año 2006, se presentó la solicitud para la realización de la auditoria “in situ” por parte del ECA, actividad que marca el inicio del envío de infinidad de documentos y toda la información referente al proceso de acreditación. Entre estos documentos se incluyó el “Alcance”, el cual hace referencia a los parámetros en que se pretendía acreditar el Laboratorio Nacional de Aguas, entre los que están:

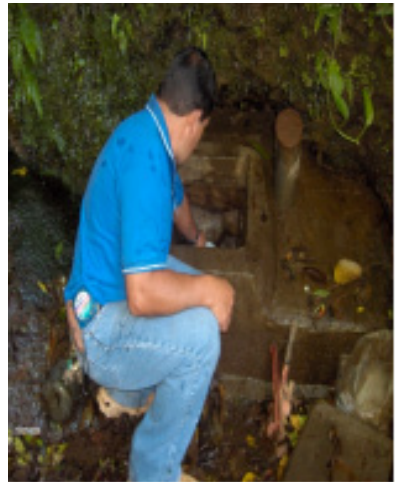
PARÁMETROS ACREDITADOS

En el “ALCANCE” de la ACREDITACIÓN se incluyeron inicialmente 52 técnicas de análisis de laboratorio (Para agua de consumo y aguas residuales), 2 técnicas de muestreo y la gestión, las cuales se describen a continuación:

Parámetros acreditados de muestreo: simple o instantáneo y compuesto.

Parámetros acreditados de aguas para consumo: temperatura, alcalinidad total, alcalinidad a la fenoltaleína, bromuro, nitrato, cloruro, sulfato, fosfato, nitrito, cloro residual, floruro, olor, pH, color, conductividad, turbiedad, hierro, plomo, cobre, manganeso, cromo, cadmio, níquel, potasio, sodio, dureza (total, calcio y magnesio), calcio, magnesio, Coliformes fecales y E. coli (tubos múltiples y membrana filtrante), Coliformes totales (tubos múltiples y membrana filtrante), Pseudomonas aeruginosa (tubos múltiples) y recuento total en placa.

Parámetros acreditados de aguas residuales: temperatura, oxígeno disuelto, carbono orgánico total, demanda bioquímica de oxígeno total y soluble, nitrógeno amoniacal, nitrógeno orgánico y total Kjeldahl, grasas y aceites, sólidos suspendidos totales, sólidos disueltos totales, sólidos totales, sólidos suspendidos sedimentables, fósforo total y soluble, sustancias activas de azul de metileno, demanda química de oxígeno total y soluble, nitratos, pH, color, conductividad, turbiedad, hierro, plomo, cobre, manganeso, cromo, cadmio, níquel, potasio, sodio y Coliformes fecales y E. coli (tubos múltiples).



No fue sino hasta principios del mes de agosto del año 2007, que ésta se realizó, logrando identificarse un total de 27 “No conformidades”, nombre utilizado por los auditores para referirse a situaciones que no cumplen con las especificaciones de la Norma. Pasada la evaluación “in situ” se preparó un Plan de Acciones Correctivas, cuya fecha límite fue el 30 de noviembre del 2007, para subsanar las inconformidades detectadas. Una vez implementado, dejando evidencia de lo actuado, se informó al ECA que el Laboratorio Nacional de Aguas estaba listo para la verificación de la implementación efectiva de éstas, recibiendo nuevamente al grupo evaluador el 17 de enero del año 2008. Durante esta visita fueron evaluadas todas las actividades del Plan de Acciones Correctivas, las cuales fueron aceptadas por el Evaluador Líder. En el año 2009 se acreditaron 3 técnicas más e igual número en el periodo 2010.

Hoy, con gran complacencia y regocijo, el personal del Laboratorio Nacional de Aguas de Instituto de Acueductos y Acantarillados disfruta y trabaja bajo un proceso de acreditación, situación que se logró gracias al trabajo en equipo. Esta nueva etapa, lejos de considerarse un logro, marca un paso fundamental en la historia del Instituto Costarricense de Acueductos y Acantarillados (AyA), y se convierte en un compromiso de mejora permanente y continua para con el ECA, la Institución, el personal del Laboratorio Nacional de Aguas, pero sobre todo con el cliente. Este compromiso nos llena de satisfacción, porque nos obliga a dar lo mejor de nosotros en busca de un objetivo común, la plena satisfacción de todos y cada uno de nuestros clientes y la credibilidad en el servicio brindado.

AMPLIACIÓN DEL “ALCANCE” DE LA ACREDITACIÓN

El Sistema de Calidad permite que posteriormente a la obtención del certificado de la Acreditación, se puedan realizar ampliaciones del “Alcance” y aumentar la cantidad de parámetros cubiertos. En el año 2009 el Laboratorio Nacional de Aguas solicitó la primera ampliación, acreditando los parámetros de Arsénico, Hierro y Aluminio, aumentando el número de variables cubiertas a 55. Para el año 2010, nuevamente se solicitó otra ampliación, lográndose acreditar los parámetros de Estreptococos y Enterococos fecales, tanto por la técnica de tubos múltiples como por Membrana filtrante, y Salmonella spp por aislamiento e identificación cualitativa, aumentándose el número de técnicas acreditadas a 58, el muestreo y la gestión.

PROCESO DE ACREDITACIÓN DE LAS INSPECCIONES SANITARIAS

Anteriormente describimos el proceso de Acreditación de las 58 técnicas de análisis de laboratorio, el muestreo y la gestión, logrados entre los años 2008 y 2010. Pero las metas del Laboratorio Nacional de Aguas no se quedan ahí; en el año 2009 la Dirección del Laboratorio se propuso, dentro de su política y sus objetivos de calidad, “Estudiar la conveniencia de que el Laboratorio Nacional de Aguas cuente, para el año 2010, con un organismo de inspección de conformidad con la Norma INTE/ISO/IEC 17020:2000”, dando el banderazo de salida a un proceso similar al anterior. En respuesta a esta nueva meta, se contrató a la Ing. Ana Lucrecia Aguilar, en calidad de Consultora, para que dirigiera el proceso y colaborara con la elaboración de toda la logística y la documentación para la Acreditación de las Inspecciones Sanitarias, el principal propósito consiste en estandarizar la metodología de realización de los diferentes tipos de inspecciones sanitarias (playas, acueductos, plantas de tratamiento y brotes o atención de emergencias); en el año 2012 el Laboratorio Nacional de Aguas inició el proceso de acreditación de las inspecciones sanitarias con la Norma INTE-ISO/IEC 17020-2012, que sustituyó la versión del año 2000.

En la actualidad se trabaja en la implementación, dentro del Sistema de Calidad del Laboratorio Nacional de Aguas, de la acreditación de las inspecciones sanitarias a través de la Norma INTE/ISO-IEC 17020 : 2012, cuya documentación ya se encuentra preparada, y ya se realizó la solicitud al Ente Costarricense de Acreditación (ECA) para la realización de la primera Auditoría “in situ”.

Capítulo VI

PROGRAMAS COMUNITARIOS PROPUESTOS POR EL LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS



PROGRAMAS COMUNITARIOS PROPUESTOS POR EL LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

Durante su trayectoria, el Laboratorio Nacional de Aguas ha impulsado con esmero y dedicación la ejecución y sostenibilidad de diversos programas, cuyo principal objetivo es lograr la participación de la ciudadanía en la toma de decisiones y en el cuidado del agua y el ambiente. Entre ellos sobresalen el Programa Bandera Azul Ecológica (PBAE): una herramienta para mejorar la Salud Pública en armonía con la Gestión Ambiental de Costa Rica: 1996 – 2012

INTRODUCCIÓN

El Programa Bandera Azul Ecológica (PBAE) fue diseñado en el Laboratorio Nacional de Aguas del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), en los meses de noviembre y diciembre de 1995. Con el apoyo, de la Dra. Anna Gabriela Ross; entró en vigencia en enero del año 1996, con la categoría original de “Playas” con el propósito de organizar a la sociedad civil de las zonas costeras con el objetivo de buscar su desarrollo, en concordancia con la protección del mar y sus respectivas playas. En sus inicios, el PBAE fue administrado por una Comisión Nacional del Programa Bandera Azul Ecológica (CNPBAE), constituida por 4 entidades públicas y una privada, a saber: Instituto Costarricense de Turismo (ICT), Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), Ministerio de Salud (MINSAL) y Cámara Nacional de Turismo (CANATUR). Su fundamento legal, en ese entonces fue el: “Acuerdo de Junta Directiva del AyA N° 96–160 y el Decreto Ejecutivo N°25636-MINAE-S. De 1996 al año 2001, la CNPBAE logró empoderar la categoría de playas y en el año 2001 realizó su primer “Plan Estratégico”, en donde redefinió el objetivo general y abrió la posibilidad de crear nuevas categorías para mejorar el ambiente y la salud pública del país; fue así, como en el año 2002, se estableció la II categoría destinada a “Comunidades”, “Tierra Adentro”, para disminuir la contaminación en el ambiente y evitar el deterioro del recurso hídrico o cuerpos de agua, que más temprano que tarde van a desembocar en las diferentes playas del país. En el año 2004, a solicitud del señor expresidente de la República, Dr. Abel Pacheco, se creó la III categoría denominada “Centros Educativos”, con el afán de trasladar la filosofía de aseo y higiene a la infraestructura de las escuelas y colegios, pero sobre todo, a la mente de los niños y niñas y hacer sostenible el PBAE en el tiempo.

En el periodo 2006-2010, en el gobierno del Dr. Oscar Arias Sánchez, se creó la IV categoría “Espacios Naturales Protegidos”, y la V “Microcuencas Hidrológicas” enfocadas a la protección de los bosques, de los ríos y quebradas, respectivamente. En el año 2008, se estableció la VI categoría denominada “Acciones para enfrentar el Cambio Climático”, la cual tiene como objetivo promover en las entidades públicas y privadas la disminución del uso de agua, corriente eléctrica, combustibles fósiles, papel e impulsar la reforestación.

En el año 2009, se promulgó la VII categoría, denominada “Comunidad Clima Neutral” con el propósito de buscar en forma práctica, en nuestras comunidades, acciones para ser carbono neutral, en los próximos años o décadas.

En el año 2011, ya en la administración de la señora Presidenta Laura Chinchilla Miranda, se crea la categoría número VIII “Promoción de la Salud Comunitaria” y en este 2012 una IX categoría denominada “Hogares Sostenibles”.

Con el pasar de los primeros 16 años, lógicamente la constitución de la Comisión Nacional del Programa Bandera Azul Ecológica aumento contando actualmente con la siguiente integración: AyA, ICT, MINAET, Ministerio de Salud, CANATUR, Ministerio de Educación Pública (MEP), Grupo ICE, la Red Costarricense de Reservas Naturales, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS) y Asociación Empresarial para el Desarrollo (AED). La evolución del Programa Bandera Azul Ecológica ha causado una verdadera “Revolución Azul”, generando un cambio rápido y profundo en la conciencia de los ciudadanos, en beneficio del ambiente y la salud pública del país, el éxito de este noble Programa ha sido trasladado a otras latitudes como: Panamá, Perú, Guatemala y Ecuador. El crecimiento en la participación de comités locales en las 9 categorías vigentes ha evolucionado de 20 playas en 1996 a 2200 en el 2012.

La evolución del Programa Bandera Azul Ecológica en estos 16 años, se ha concentrado en la protección de los recursos naturales, con énfasis en el recurso hídrico, la salud pública costarricense y las acciones para enfrentar el cambio climático del planeta.

OBJETIVO

Describir la evolución del Programa Bandera Azul Ecológica y su aporte a la salud pública y al ambiente en Costa Rica en sus 16 años de existencia.

ACTIVIDADES DESARROLLADAS

1. Parámetros de evaluación

Se identificaron los parámetros de evaluación en las 9 categorías del Programa.

2. Evolución de la organización comunal

Se estudiaron el número de comités locales-pro Programa Bandera Azul Ecológica organizados entre 1996-2012.

3. Impacto sobre el ambiente y la salud pública

Se analizaron los logros alcanzados en materia de ambiente y salud en las nueve categorías del Programa (Playas, Comunidades, Centros Educativos, Espacios Naturales Protegidos, Microcuentas Hidrológicas, Acciones para Enfrentar el Cambio Climático, Comunidad Clima Neutral, Promoción de la Salud Comunitaria y Hogares Sostenibles).

4. Análisis y expectativas

Se plantean las metas y expectativas a alcanzar en el año 2014, con la categoría de "Comunidad Clima Neutral" y a su vez la implementación y pre-evaluación de la novena categoría denominada: "Hogares Sostenibles".

RESULTADOS

De conformidad con los puntos indicados en la sección anterior, a continuación se presentan los resultados obtenidos; es importante anotar que la nota mínima para alcanzar el galardón es 90%.

OBJETIVOS GENERALES POR CATEGORÍA

Tabla 1. Objetivos Generales por categoría

Playas	Comunidad	Centros Educativos	Espacios Naturales protegidos	Cuencas Hidrológicas	Acciones para enfrentar el Cambio Climático	Comunidad Clima Neutral	Promoción de la Salud Comunitaria	Hogares Sostenibles
<p>Establecer un incentivo para los hoteleros, Cámaras de Turismo y comunidades costeras para proteger en forma integral, las playas de Costa Rica.</p>	<p>Incentivar a las comunidades adentro del país, para que se organicen, con el afán de proteger los recursos naturales, sus atractivos y turísticos y así brindar una mejor calidad de vida a los habitantes locales y visitantes de las comunidades participantes.</p>	<p>Promover la adquisición de actitudes y valores en la población estudiantil, que incidan en el desarrollo de una cultura ambiental para el desarrollo sostenible y sustentable.</p>	<p>Reconocer a los gestores de estos espacios, los esfuerzos realizados en la promoción y adopción de prácticas sostenibles y amigables con el ambiente, mediante la mejora continua de las condiciones higiénicas sanitarias.</p>	<p>Establecer un incentivo para promover el desarrollo, proteger y mitigar la contaminación, mejorando las condiciones higiénico-sanitarias de las cuencas hidrográficas del país.</p>	<p>Incentivar la organización de los sectores industriales, agrícolas, salud, recursos hídricos y a las entidades públicas y privadas para "maximizar la competitividad y minimizar el riesgo provocado por los efectos del cambio climático, en el país".</p>	<p>Incentivar la integridad de las categorías vigentes del Programa con otras acciones de la sociedad civil, con el propósito de buscar, en forma paulatina, que nuevas comunidades sean clima neutral.</p>	<p>Incentivar a las autoridades de salud en cada población, para que realicen en conjunto con los líderes comunales, autoridades municipales, universidades de salud representadas en las comunidades, actividades y acciones con el propósito de cumplir con parámetros obligatorios y complementarios, para mejorar la salud y la calidad de vida, en sus respectivas comunidades.</p>	<p>Implementar acciones concretas de disminución de agua, papel, corriente eléctrica, combustibles fósiles y la aplicación de buenas prácticas en beneficio del ambiente en cada hogar o vivienda, con el propósito de contribuir a la mitigación y la adaptación al cambio climático.</p>

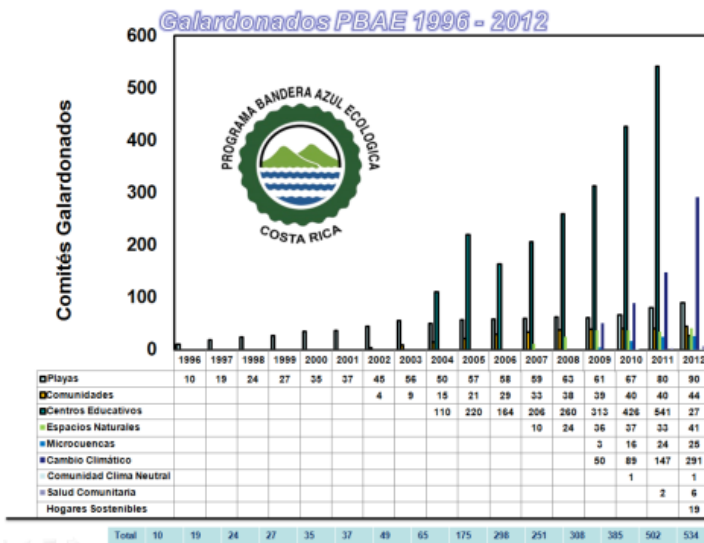
ORGANIZACIÓN COMUNAL

Tabla 2. Evaluación de la Organización Comunal en el Programa Bandera Azul Ecológica por Categorías: 1996-2012

2.1	3. Playas	114
2	Comunidades	60
3	Centros Educativos	1500
4	Espacios Naturales Protegidos	50
5	Microcuencas Hidrológicas	41
6	Acciones para enfrentar el Cambio Climático	400
7	Comunidad Clima Neutral	3
8	Promoción de la Salud Comunitaria	7
9	Hogares Sostenibles	40
10	Eventos Especiales	1
	Totales	2216

Fuente: Comisión Nacional del PROGRAMA BANDERA AZUL ECOLÓGICA -2012.

Ganadores de la Bandera Azul Ecológica 1996 – 2012



IMPACTO DEL PROGRAMA BANDERA AZUL ECOLÓGICA SOBRE EL AMBIENTE Y LA SALUD PÚBLICA

1. Logros período 1996-2012

En el período 1996-2012 el Programa Bandera Azul Ecológica (PBAE) alcanzó varios logros en los aspectos ambientales y de salud pública, entre los que se destaca la designación de un programa de interés público mediante el Decreto Ejecutivo N°31978-MEP-MINAE-S-TUR y la creación por Decreto Ejecutivo N°35162-MINAET de una séptima categoría denominada “Comunidad Clima Neutral”, la cual pretende incentivar la integralidad de las categorías vigentes del Programa con otras acciones de la sociedad civil, con el propósito de buscar, en forma paulatina, que nuestras comunidades sean clima neutral. La implementación de la categoría Promoción de la Salud Comunitaria y la integración de las categorías del PBAE con la publicación del Decreto Ejecutivo N°36481-MINAET-S.

2. Actividades en salud

En conjunto con el Ministerio de Salud, la Caja Costarricense de Seguro Social, el Ministerio de Educación y el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, decidieron utilizar la infraestructura y filosofía del Programa Bandera Azul Ecológica para realizar campañas de limpieza de criaderos del mosquito *Aedes aegypti*, en todo el país. Además de la siembra o plantación de 1.738.954 árboles nativos de diferentes zonas del país al 2011.

3. Expectativas del Programa Bandera Azul Ecológica

Debido a que el PBAE se ha constituido en un nuevo “estilo de vida”, las expectativas para el período 2007-2011 son: a) Extender el programa a otros países latinoamericanos; iniciando por Panamá a partir del 26 de abril del año 2006, b) La implementación de la categoría de “Hogares Sostenibles”, con el propósito de trasladar a las viviendas del país la filosofía del PBAE en pro del ambiente y la salud pública del país. c) La creación de comités locales de la siguiente forma: pasar de 2200 participantes aproximadamente en el año 2012 a 5000 en el año 2015.

CONCLUSIONES

El análisis de resultados permite hacer las siguientes conclusiones:

- El Programa Bandera Azul Ecológica fundamenta su éxito en la desconcentración de la toma de decisiones en las comunidades o comités locales participantes, lo cual ha permitido realizar una verdadera promoción de la salud, en cada comunidad.
- El Programa Bandera Azul Ecológica ha conformado en el período 1996-2012, 2.200 comités locales pro-bae.
- En las tablas 1 y 2 se observa el verdadero impacto del Programa Bandera Azul Ecológica sobre el ambiente y la salud pública, logrando con el apoyo comunal la construcción de acueductos, mejoramiento en la calidad del Agua para Consumo Humano (ACH), disposición de desechos (líquidos, industriales y sólidos), atención integral de la salud. Además, de diagnósticos sanitarios e inventarios del recurso hídrico en cada comunidad participante, así como la implementación de la reforestación de especies nativas por zona y altura del país.
- Las expectativas y metas del Programa Bandera Azul Ecológica para el año 2015, esperando constituir en este año, 5000 comités locales, en las 9 categorías vigentes al 2011.

RECOMENDACIONES

1. El Programa Bandera Azul Ecológica es un verdadero instrumento de esperanza para desarrollar las comunidades y centros educativos en concordancia con el mejoramiento de las condiciones sanitarias respectivas; por lo que es necesario:
2. Fortalecerlo mediante la aprobación de una ley en la Asamblea Legislativa.
3. Brindarle autosuficiencia y sostenibilidad.
4. Establecer una organización adecuada al incremento acelerado en la participación de comités locales en el Programa.
5. Incorporarlo a las políticas de salud.
6. Incluirlo en el Programa Nacional de Mejoramiento y Sostenibilidad de los Servicios de Agua Potable: 2007-2015 (Mora, 2007).

PROGRAMA SELLO DE CALIDAD SANITARIA 2011

INTRODUCCIÓN

La calidad del agua es uno de los principales aspectos por los cuales las autoridades de salud y la población en general, deben permanecer vigilantes, principalmente si consideramos que el agua es un alimento de consumo diario. La protección y la conservación integral de los sistemas de abastecimiento de agua, desde las zonas de recarga, captaciones, tanques y hasta las redes de distribución, provocan un impacto positivo que repercute de manera importante en la salud y en la calidad de vida de la población.

En Costa Rica, el abastecimiento de agua para consumo humano (ACH) es operado por diferentes entes administradores de acueductos, a saber ASADAS como Modelo de Gestión de Acueductos, AyA, Empresa de Servicios Públicos de Heredia S.A. (ESPH), Municipalidades y algunos Hospitales. No obstante, la heterogeneidad en cuanto a la gestión que realiza cada uno de ellos, deja de manifiesto que las condiciones en que se encuentran sus sistemas de abastecimiento, es diferente; esto implica que algunos sistemas cumplen con todas las disposiciones establecidas en la legislación y en las políticas gubernamentales existentes, pero en otros se presentan condiciones que constituyen un alto riesgo de

contaminación para la población y por ende un alto grado de riesgo para la salud.

Aunado a lo anterior, ésta la preocupación por el estancamiento de las estadísticas en el suministro de Agua de Consumo Humano de Calidad Potable en el año 2000, motivó al Director del Laboratorio Nacional de Aguas, a diseñar y proponer a la Junta Directiva de AyA, el Programa “Sello de Calidad Sanitaria” (PSCS). Aprobado mediante acuerdo de Junta Directiva JD-2002-150-22-4-2002.

Este Programa que inicia a partir del año 2002, consiste en otorgar un incentivo, representado por una bandera con estrellas, (según la evaluación del cumplimiento de los parámetros existentes), para los entes operadores de acueductos, que realicen una gestión eficiente en el suministro de agua de calidad potable a las diferentes comunidades.

Dentro de los parámetros a evaluar, se agregó la calidad de servicio de agua potable, que fue introducida en el período 2007-2008, con lo cual se agregaron dos estrellas más, a la gradación de los galardones, y para el período 2010, se agrega una estrella adicional a los entes participantes que estén ejecutando un Plan de Seguridad del Agua.

Para el año 2013 se están realizando cambios en la evaluación de los Centros de Salud, los cuales vendrán a fortalecer la labor que estos centros realizan, para mejorar la calidad de vida de las personas.

OBJETIVO GENERAL

Establecer un incentivo para los entes operadores de acueductos cumplan con los requisitos establecidos, y se preocupen por mantener y mejorar, integralmente las condiciones del sistema, de tal modo que se abastezca a la población con agua de la mejor calidad y con las mejores condiciones de servicio.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Motivar a los funcionarios de entes suplidores de agua para consumo, a desarrollar iniciativas tendientes a proteger y mejorar, de manera integral, la calidad del agua.
- Promover la protección de las fuentes de agua utilizadas para consumo humano, con el afán de brindar a las presentes y futuras generaciones el suministro de agua de calidad potable.

- Buscar el mejoramiento y la sostenibilidad de la calidad de los servicios de agua, impulsando la excelencia en la cobertura, la continuidad, la calidad y optimizando las tarifas para cubrir el servicio y su desarrollo.
- Fomentar la capacitación en términos de protección ambiental y calidad del agua para los funcionarios que administran los acueductos, con el propósito de buscar el mejoramiento sostenible de la calidad del agua.
- Colaborar con el mantenimiento y la mejora de los indicadores nacionales de cobertura y calidad del agua.
- Mejorar las condiciones de mantenimiento y conservación de las estructuras de los acueductos, promoviendo la preparación de programas anuales y la realización de inspecciones sanitarias y evaluaciones de riesgo sanitario.
- Establecer la importancia de la aplicación de la desinfección en los acueductos participantes, de conformidad con lo que establece la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos y la Reglamentación Vigente.
- Fomentar el desarrollo de programas internos de calidad en los 29 hospitales de la Caja Costarricense del Seguro Social en todo el territorio Nacional, para controlar el Agua para Consumo Humano intra-hospitalario (ACHI).
- Mejorar de manera sostenible la calidad de los servicios de agua potable, conforme a lo establecido en el Programa de Mejoramiento y Sostenibilidad de los Servicios de Agua Potable 2007-2015.

REQUISITOS DE PARTICIPACIÓN

Los acueductos participantes deben estar inscritos a través de una hoja de inclusión, la cual es llenada por los respectivos entes operadores. La boleta contiene información básica que ayuda a conocer las condiciones generales del acueducto. Asimismo al año siguiente el Ente Operador debe presentar un informe anual de lo realizado durante el período, el cual es evaluado en conjunto con los análisis de laboratorio y valoración del riesgo sanitario de las estructuras de los sistemas de abastecimiento.

En el Programa participan acueductos operados por AyA, Municipalidades, Asociaciones Administradoras de Acueductos y Alcantarillados (ASADAS), Hospitales y Acueductos

privados (hoteles y otros), asimismo se valoran restaurantes y centros de recreación, a los cuales se les otorga una bandera verde, con estrellas según la calificación final.

EVALUACION

Parámetros para Entes operadores

- Contar con un programa de protección a las fuentes de agua 15%
- Contar con programa de mantenimiento y limpieza de tanques y redes 10%
- Mantener cloro residual en la red, dentro de los parámetros de la norma 10%
- Educación ambiental e información sobre la calidad. 15%
- Control de la calidad del agua para consumo 15%
- Cumplimiento con el Reglamento para la Calidad del Agua Potable 20%
- Evaluación de riesgo sanitario 15%

Los parámetros de evaluación para los acueductos intra-hospitalarios, son los mismos, pero además se toma en consideración, el parámetro de Pseudomona Aeruginosa y el recuento de Bacterias Mesofílicas.

Parámetros para Restaurantes y Otros Establecimientos

- Suministro de agua potable 25%
- Limpieza y Aseo de las Instalaciones y Servicios Sanitarios 10%
- Disposición Adecuada de Aguas Residuales 15%
- Disposición adecuada de los desechos 15%
- Programa de lavado de manos de los clientes, funcionarios 10%
- Información sobre calidad del agua a clientes y/o colaboradores 10%
- Evaluación del riesgo sanitario. 15%

Parámetros para Hoteles y Centros de Recreación

- Suministro de agua potable 25%
- Limpieza y aseo de instalaciones, servicios sanitarios, y duchas 10%
- Disposición adecuada de aguas residuales 15%
- Disposición adecuada de los desechos 15%

- Calidad de agua para piscinas 10%
- Protocolo de lavado de manos a clientes y funcionarios 10%
- Evaluación de riesgo sanitario 15%

Nota mínima para obtener el galardón 90%

Para la obtención de otras estrellas en los Entes Operadores, entre otras cosas se evalúa la calidad del servicio, donde se aplicará el “Sistema de Evaluación de la Calidad de los Servicios de Agua Potable” (SECSAP), en cada acueducto participante. Para las categorías de ampliación a Hoteles, restaurantes y centros de recreación, se cuenta con parámetros especiales de calificación, para cada una de estas categorías.

RESULTADOS

Para la evaluación del período 2011, se contó con la participación de 371 entes, como puede apreciarse en los cuadros 1 y 2.

Cuadro 1.
Entes Operadores de Acueductos Participantes en el Programa Sello de Calidad Sanitaria durante el periodo 2011

Categoría	Ganadores	No Ganadores	TOTAL
Comunidades	105	79	184
Instituto de Acueductos y Acantarillados	41	70	111
Privados	7	0	7
Municipalidades	32	2	34
Sector Salud	7	0	7
Restaurantes	13	0	13
Hoteles	15	0	15
TOTAL	220	151	371

Cuadro 2.
Participantes en el Programa Sello de Calidad Sanitaria 2011

CATEGORIA	AÑO 2011	AÑO 2012	AÑO 2013
Comunidades	184	217	220
Aya	111	121	115
Privados	7	8	6
Municipalidades	34	42	44
Sector salud	7	8	10
Restaurantes	13	17	18
Hoteles	15	19	18
TOTALES	371	432	431

CONCLUSIONES

El Programa Sello de Calidad Sanitaria, ha sido un instrumento que ha logrado incentivar la labor que realizan las organizaciones que administran sistemas de abastecimiento de agua en todo el país, es claro que el Programa ha venido a fortalecer el cumplimiento de la Legislación existente y además las políticas institucionales.

El Programa Sello de Calidad Sanitaria es una iniciativa exitosa a nivel país, que ha logrado sensibilizar a un gran número de personas en todo el país, las cuales no solo pertenecen a organizaciones administradoras de sistemas de abastecimiento de agua, sino además ha logrado sensibilizar a muchas personas que se ven beneficiadas con el servicio, esto se evidencia en las campañas de educación ambiental, campañas de reforestación y en la práctica de hábitos sanitarios y ambientales, que buscan el uso racional del recurso hídrico y la mejora de los índices de salud de Costa Rica.

Asimismo el Programa Sello de Calidad Sanitaria, ha aunado esfuerzos para la cooperación entre diferentes Instituciones y se han alcanzado grandes objetivos propuestos, que nos comprometen cada día, a mejorar las condiciones sanitarias de los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y con ello mejorar los índices de Salud Pública del país.

RECOMENDACIONES

El Programa Sello de Calidad Sanitaria, debe incentivarse y promocionarse más, para poder llegar a la gran mayoría de las Asociaciones Administradoras de Acueductos y Alcantarillados (ASADAS) del país, al igual que a las Municipalidades que administran sistemas de abastecimiento de agua potable.

La inscripción de Hospitales y Centros de Salud en general, debe ser una de las prioridades del Programa Sello de Calidad Sanitaria, con el objetivo de contar con un mayor número de centros de salud participando del Programa.

Promocionar el Programa Sello de Calidad Sanitaria, en hoteles, restaurantes y Centros de Recreación, de todo el país.

Establecer alianzas estratégicas con otras organizaciones inmersas en el Sector Salud, para promocionar e instaurar el Programa Sello de Calidad Sanitaria, a nivel nacional e internacional.



Tarbaca de Aserrí

PROYECTO REFORESTACIÓN EN FUENTES DE AGUA, ZONAS DE RECARGA, ÁREAS VERDES Y ZONAS COSTERAS EN COSTA RICA



INTRODUCCIÓN

La república de Costa Rica tiene un área de 51.100 km², la población estimada al 31 de diciembre del 2005 era de 4.320.000 habitantes. Cuenta con una oferta hídrica per cápita de 29.973 m³, la demanda total de agua es de 5.10%. La cobertura forestal al año 2001 era del 48%. Existen 34 cuencas hidrográficas y una abundante biodiversidad. La cobertura en el suministro de agua para consumo humano (ACH) es del 97.4% de la población, de la cual el 93.4% recibe agua mediante alguno de los 2.206 acueductos existentes. Dichos sistemas se abastecen mediante 4.000 fuentes a saber: 789 pozos, 2.884 nacientes y 327 superficiales (ríos, quebradas y embalses). La cobertura de población que recibe agua de calidad potable -de acuerdo con el Reglamento para la Calidad del Agua Potable-. El mencionado suministro de agua es realizado en un 46% por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados a través de 176 acueductos, los municipios cubren el 18% con 243 acueductos, la Empresa de Servicios Públicos de Heredia S.A. administra 13 acueductos y cubre un 4.7% de la población y los Comités Administradores de Acueductos Rurales/Asociaciones Administradoras de Acueductos y Alcantarillados (CAAR's/ASADAS) un 24.7% por medio de 1.788 acueductos. En este sentido, si bien es cierto nuestro país ha logrado grandes avances en el suministro de ACH, también es cierto que la sostenibilidad dependerá de la protección de las fuentes de agua, entre otros aspectos de la gestión de los administradores de acueductos. Sin embargo, la realidad es que la mayoría de las fuentes de agua carecen de zonas de protección; entre ellas el pago de servidumbres, cercas de protección, identificación de zonas de recarga y la suficiente cobertura boscosa para mantener un ambiente adecuado para:

- Evitar la erosión de los suelos y la contaminación por sedimentos y microorganismos de las aguas.
- Mantener la humedad y las condiciones normales del clima.
- Captar el dióxido de carbono y amortiguar las causas del cambio climático.
- Favorecer la infiltración del agua hacia los acuíferos.
- Mantener la flora, la fauna y la preservación genética de muchas especies en extinción.

A la luz de estos aspectos, es importante aclarar que aún no se tiene definido el verdadero papel del bosque en la cantidad de agua, lo que sí está totalmente definido es la importancia que tiene el bosque sobre la calidad del agua y su papel para minimizar las inundaciones, debido a esto, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), ha establecido un plan para el período 2004-2009, con el objetivo de establecer los nexos entre los bosques y el agua, estableciendo actividades para incrementar la conciencia entre la población de la hidrología forestal y determinar los factores que constituyen una ordenación eficaz de las cuencas hidrográficas, entre muchos otros aspectos.

En razón de esto, el AyA como ente rector en el suministro de agua potable en conjunto con el Programa Bandera Azul Ecológica (PBAE), ha decidido impulsar el presente proyecto, con el propósito de contribuir a aumentar la cobertura boscosa mediante la siembra de árboles en las zonas de influencia de las 4.000 fuentes de agua y las áreas costeras o playas de gran atractivo turístico. Dicho proyecto tenía como meta sembrar 1.500.000 árboles de especies nativas de cada región en el período de su aplicación, es decir 375.000 árboles al año.

Cabe indicar que gracias a los beneficios en las campañas de reforestación realizadas bajo esta temática se le ha dado seguimiento al proyecto continuando con las siembras de comités locales del Programa Bandera Azul Ecológica, comités del Programa Sello de Calidad Sanitaria y otros que se reportan al Laboratorio Nacional de Aguas, contabilizando a la fecha del 23 de mayo del 2013, un total de 1.916.668 árboles cultivados.

La evaluación del proyecto se realiza de la siguiente forma:

- Cada comité local del PBAE, los CAAR's/ASADAS, las regionales de Instituto de Acueductos y Alcantarillados y los operadores de los acueductos del Programa Sello de Calidad Sanitaria (PSCS) reportan las fechas de siembra, el número de árboles sembrados y prepararán un informe con fotos de la siembra, el cual es remitido al Laboratorio Nacional de Aguas (LNA).
- La sobrevivencia de los árboles se reporta en forma anual.
- El inventario de árboles y las especies sembradas se realizará con el informe de cada entidad participante, tanto en la siembra como en la evaluación de la sobrevivencia de los mismos.

El AyA, específicamente con la representación del PBAE establecerá alianzas con Organizaciones no gubernamentales (ONG's), con la Red Costarricense de Reservas Naturales, Grupo ICE y otros posibles actores; para poder continuar con este noble objetivo de recuperar la zona boscosa de nuestro país.

El siguiente gráfico muestra la cantidad de árboles sembrados a través de este Programa entre los años 2006 y 2012.



Capítulo VII

ORGANIGRAMA Y PERSONAL ACTUAL DEL LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS



Personal actual del Laboratorio Nacional de Aguas

ORGANIGRAMA Y PERSONAL ACTUAL DEL LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

El siguiente organigrama muestra la organización actual del Laboratorio Nacional de Aguas. Cabe destacar que, debido a la exigencia por parte de la Norma INTE/ISO-IEC 17025: 2005, en donde se dice textualmente que “...su dirección y personal deben estar libre de cualquier presión o influencia indebida, interna o externa, comercial, financiera o de otro tipo...”, el Laboratorio Nacional de Aguas depende directamente de la Presidencia Ejecutiva del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA).



Por su parte, la siguiente tabla muestra la lista del personal actual del Laboratorio Nacional de Aguas.

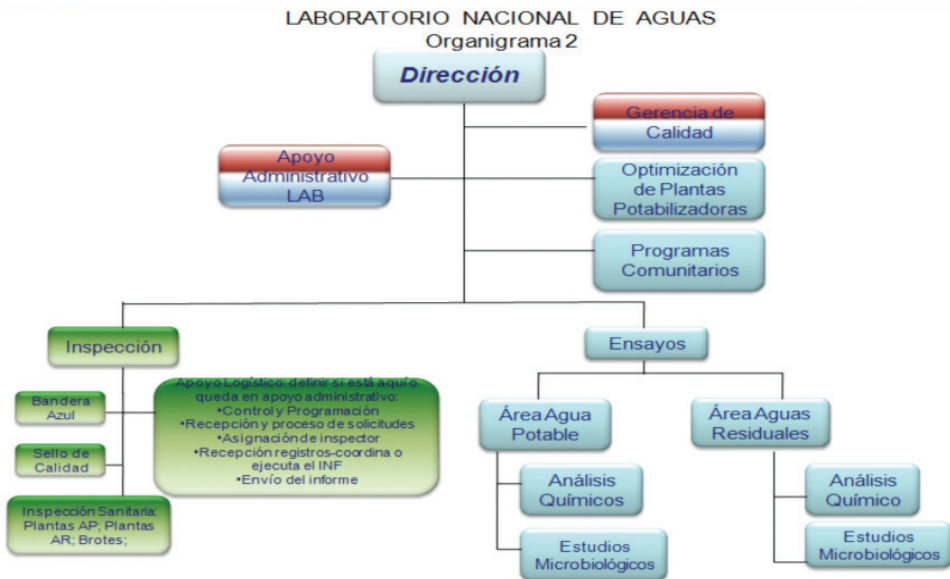
Lista de funcionarios del Laboratorio Nacional de Aguas				
Nº	Nombre del Funcionario	Ingreso AyA	Años Antigüedad	Preparación Académica
	Jefatura			
1	Mora Alvarado Darner	02/07/79	32	Master en Salud Púb.
	Secretaría			
2	Rodríguez Campos Maribel	01/02/10	2	Secundaria completa
3	Chacón Tames Ana Lucía	26/10/88	23	Secundaria completa
4	Portuguez Barquero C. Felipe	01/12/83	28	Licenciatura Gest.Am
	Programas Comunales			
5	Acuña Cubero Flora	01/08/85	26	Diplomado Contador
6	Barrantes Segura Luis C.	01/10/80	31	Licenciado Educación
7	Cambronero Blanco Susana	01/04/12	0	Bachiller Rec. Natural.
8	Cruz Salas Marlen	06 /08/83	29	Licenciada Educ. Pre.
9	Chávez Aguilar Arcelio	11/09/89	22	Bachiller Admón.
10	Vega Molina Jesús	02/01/85	26	Bachiller Biología
	Técnica-Administrativa			
11	Aguilar Mora Bernal	16/11/85	26	Técnico Mant. Micros
12	Carranza González Alberto	02/07/85	26	Secundaria incompleta
13	Cambronero Jiménez Diego	07/12/92	19	Licenciatura Admón.
14	Coto Cervantes Moisés	02/05/06	5	Secundaria completa
15	Hernández Ramírez Ligia	03/03/80	31	Licenciatura Admón.
16	Murillo Vásquez Gonzalo	05/06/89	22	Ingeniería Industrial
	Área de Microbiología			
17	Castillo Ríos Noilyn	01/04/94	15	Secundaria completa
18	Mata Solano Ana Victoria	15/07/77	32	Microbióloga Espec.
19	Méndez Araya Johanna	27/04/01	8	Microbióloga General
20	Mesén Arroyo Xinia Ma.	01/08/97	12	Secundaria completa
21	Peña Gómez Antonio	16/06/80	29	Secundaria completa

22	Rivera Navarro Pablo César	03/09/12	0	Microbiología Q.Clinica
23	Vega Molina Luis Martín	03/02/75	34	Secundaria completa
24	Villegas González Nicole	01/10/12	1	Salud Ambiental
	Área de Química			
25	Alfaro Herrera Nuria Ma.	30/11/94	15	Master en Química
26	Fonseca Calderón Oscar	22/12/80	29	Secundaria incompleta
27	Hernández Alvarado Amalia	09/12/00	9	Bachiller en Química
28	León Chavez Patricia	01/10/84	25	Diplomado Lab.Clinico
29	Sequeira Barquero Marco A.	01/03/78	31	Licenciatura Química
30	Soto Alvarado Mayra	25/09/78	31	Secundaria completa
31	Urbina Campos Azucena	03/03/86	23	Licenciatura Química
	Aguas Residuales			
32	Ramírez Corrales José M.	01/01/79	30	Licenciatura Química
33	Rojas Vargas Jorge	30/06/88	21	Secundaria completa
34	Salazar Mesén Eduardo	04/05/81	28	Secundaria incompleta
	Área de Plantas			
35	Alfaro Lara Juan José	01/09/94	15	Bachiller Microb. Inc.
36	Leiva Quirós Jonathan	02/07/07	2	Secundaria incompleta
37	Pacheco Secades Victoria E.	01/11/84	25	Licenciatura Química
	Lavado y Esterilización			
38	Cedeño Molina Enrique	13/01/75	34	Primaria incompleta
39	Ordóñez Meléndez Antonia	*		Primaria completa
40	Thomas Barquero Olga L.	*		Primaria completa
	Área de Muestreo			
41	Arronis Fonseca Rodrigo	01/10/85	24	Primaria completa
42	Brenes Salas Gustavo	18/04/83	26	Primaria completa
43	Carballo González Jorge	16/09/99	14	Primaria completa
44	Durán Garita Carlos	13/10/80	29	Secundaria incompleta
45	Fonseca Chanto Roberto	04/06/79	30	Primaria completa
46	Hernández Mirault Michael	04/01/10	2	Ingeniería Eléctrica
47	Rojas Abarca Juan Carlos	02/06/80	33	Secundaria completa
48	Serrano Gamboa Edgar	01/12/85	24	Secundaria incompleta

49	Salazar Mora German	02/01/85	24	Primaria completa
50	Solís Salazar Rafael	16/10/96	13	Primaria completa
51	Viquez Guerrero Marlene	02/10/78	31	Secundaria completa
52	Quirós Sanabria José M.	01/06/89	20	Licenciatura Biología
	Microbiología Aguas Resid.			
53	Alfaro Arrieta Jorge Ernesto	01-02-11	2	Bachiller en Biología
54	Valiente Alvarez Carmen	01/09/90	19	Doctora Microbiología
	Personal de Limpieza			
55	Salazar Leiva German	*		
56	Alfaro Páez Yolanda	*		

*Personal contratado a empresas privadas.

Por otra parte, y una vez finalizado todo el proceso de Acreditación de las Inspecciones Sanitarias con la Norma INTE-ISO-IEC 17020 : 2012, el organigrama cambiará y pasará a ser el siguiente:



Nota: Apoyo Administrativo comprende; Secretaría, Soporte Técnico, POA, Presupuesto, Proveeduría y Recursos Humanos.

Capítulo VIII

**RECONOCIMIENTOS
OBTENIDOS**



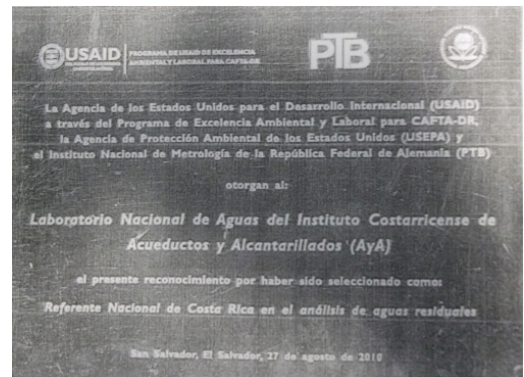
RECONOCIMIENTOS OBTENIDOS

Con el transcurrir del tiempo, diferentes funcionarios, programas, y el propio Laboratorio Nacional de Aguas han sido objeto de reconocimientos por parte de diferentes instituciones, tanto a nivel nacional como internacional.

A continuación, se hace un recuento de algunos de los reconocimientos más relevantes.

LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

El Laboratorio Nacional de Aguas (LNA) fue designado como “Referente Nacional de Costa Rica en el Análisis de Aguas Residuales”, por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA), la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), y el Instituto de Metrología de la República Federal de Alemania (PTB).



El LNA fue honrado con la entrega de un “PREMIO A LA EXCELENCIA ANALÍTICA”, por los resultados obtenidos durante las rondas interlaboratorios realizadas con la USEPA durante la escogencia del referente nacional de aguas residuales.



PROGRAMA BANDERA AZUL ECOLÓGICA

Reconocimiento al Programa Bandera Azul Ecológica en 1997, en el Salvador, en el XX Congreso Centroamericano de Ingeniería Sanitaria: “Primer Lugar”.

En el año 2003, en Nicaragua en el XXIII Congreso Centroamericano de Ingeniería Sanitaria: “Premio al Mejor Trabajo”.



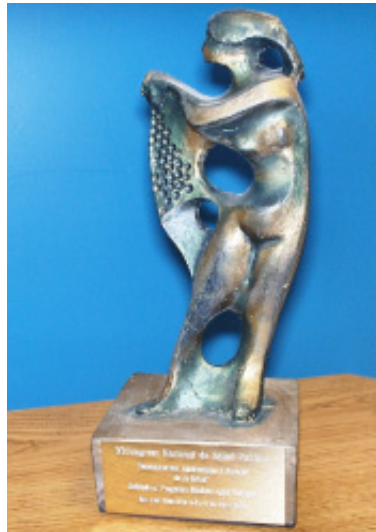
En el año 2003, La Defensoría de los Habitantes en conjunto con las Universidades y el Gobierno Finlandés, nos otorgaron el XI Premio nacional “Aportes para el Mejoramiento de la Calidad de Vida”.



En el año 2004, en el IX Congreso de Salud Pública, se le otorgó el III Lugar en el Área de Trabajos Libres.



En el año 2008, el XI Congreso Nacional de Salud Pública, fue el Dedicado al Programa Bandera Azul Ecológica, por sus determinaciones ambientales y Sociales a nivel de la Salud Pública.



En el año 2009, en el XXVI Congreso Centroamericano y V Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, se otorgó una Mención Honorífica en reconocimiento al trabajo presentado con el Tema de Acciones para Enfrentar el Cambio Climático.



En el año 2011, la Universidad Nacional entregó un reconocimiento al Programa Bandera Azul Ecológica, por su esfuerzo en la lucha por la conservación de la Flora y la Fauna de nuestro país y por incentivar el buen uso de los recursos naturales.



PROGRAMA SELLO DE CALIDAD SANITARIA

En el año 2009 el Programa Sello de Calidad Sanitaria, recibió el Premio Nacional “Aportes al Mejoramiento de la Calidad de Vida”, otorgado por varias instituciones estatales.



FUNCIONARIOS

Dentro del marco de los “Premios Latinoamericanos y del Caribe del Agua”, en el año 2007, el Dr. Darner Mora, Director del Laboratorio Nacional de Aguas, fue condecorado con el premio “PLACA”, otorgado por diversas organizaciones de diferentes países de Latinoamérica.



El mismo Dr. Mora fue ganador del “Premio Organización Panamericana de la Salud” en los años 2004 y 2006, al obtener el primer lugar en los Congresos de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, con los trabajos “La Contextualización del Saneamiento Ambiental y la Salud en Países de las Américas” y “Saneamiento, Educación y su Relación con los Indicadores Básicos de Salud en el Contexto Mundial 2002”, desarrollados en Puerto Rico y Uruguay, respectivamente.



En el Congreso de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, organizado por Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental en Nicaragua en el año 2003, se logró obtener el primer lugar en las tres categorías definidas por la organización, a través de trabajos presentados por la Dra Carmen Valiente, el Ing. Héctor Feoli Boraschi y el Sr. Roberto Fonseca Chanto.



En el año 1997, la Dra. Carmen Valiente fue galardonada por presentar el mejor trabajo en el Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS) - Asociación Cultural para la Recuperación y el Estudio Histórico (ACREH) titulado “Desinfección del Agua utilizando luz solar”. Esta compañera también obtuvo un reconocimiento por parte del Centro Nacional de Tecnologías de Información y Asociación Estadounidense para el Avance de la Ciencia (CONICIT-AAAS), siendo seleccionada para compartir como uno de los tres trabajos nacionales en el primer Certamen Multidisciplinario “Mujeres y Ciencia”, efectuado el 28 de agosto del 2002.

El pasado 17 de julio del 2013, el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) hizo entrega al Laboratorio Nacional de Aguas de un reconocimiento que dice textualmente “por estar siempre vigilante al cumplimiento de los principios de la acreditación y obtener Cero No Conformidades Mayores en su proceso de seguimiento, Abril 2013”



Capítulo IX

**AGUA PARA CONSUMO HUMANO
Y SANEAMIENTO:
SITUACIÓN DE COSTA RICA
EN EL CONTEXTO DE
LAS AMÉRICAS: 1960-2011**

San José



AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y SANEAMIENTO: SITUACIÓN DE COSTA RICA EN EL CONTEXTO DE LAS AMÉRICAS: 1960-2011

INTRODUCCIÓN

A partir del establecimiento de la “Segunda República” en 1948, la posterior eliminación del Ejército el 1 de diciembre de 1949 (1), Costa Rica inició un cambio positivo en los ámbitos social, económico, salud y desarrollo. En este periodo se crearon instituciones como la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS) en 1941, el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) en 1949, entre otras, lo que provocó la migración de los habitantes de las zonas rurales al Valle Central, debido a esto los servicios básicos de acceso a agua potable (AP) y saneamiento o disposición adecuada de excretas (DAE), a cargo de los municipios, colapsaron provocando una gran escasez de agua para consumo humano (ACH) (2), lo que impulsó al Gobierno de don Mario Echandi Jiménez (1958-1962) a crear el Servicio Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SNAA), mediante la Ley 2726 del 14 de abril de 1961 (3). Este paso trascendental ha permitido al país ampliar las coberturas con ACH, mejorando la calidad de los servicios de AP; sin embargo, los avances no han sido concordantes con la recolección, el traslado y el tratamiento de las aguas residuales domésticas. Por otro lado, para mayor entendimiento del lector, el ACH es “aquella abastecida a la población mediante cañería intradomiciliar, pozos, nacientes o fuentes públicas” (fácil acceso); ésta es utilizada para la ingesta humana, la preparación de alimentos, la higiene personal, el lavado de utensilios, ropa y otros menesteres domésticos; por su parte, el agua de calidad potable cuenta con estas condiciones, pero además debe ser inocua para la salud de los usuarios, cumpliendo con los requisitos físico-químicos y microbiológicos dictados por una norma nacional (4) y las “Guías de Calidad del Agua de Bebida” de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (5, 6, 7).

En el año 2000, con la promulgación de los “Objetivos de Desarrollo del Milenio” (ODM), el “Programa Conjunto de Monitoreo” (PCM) (8) estableció los conceptos de “Fuentes de Agua Potable Mejoradas” (FAPM) e “Instalaciones de Saneamiento Mejoradas” (ISM,) con el propósito de medir los avances del ODM N°7; el cual exhorta a los países a “Reducir a la mitad para el año 2015 el porcentaje de personas sin acceso sostenible a agua potable y saneamiento, tomando como línea base el año 1990”. Las FAPM se definen como “agua que llega por tubería hasta la vivienda, el terreno o patio. Además del acceso a nacientes

o pozos protegidos a 1 km de la vivienda” (9). Como se observa, este nuevo concepto no toma en consideración la calidad del agua y mucho menos la calidad de los servicios de AP (cantidad, continuidad, calidad, costos y cobertura); además, agrupa en un mismo “saco” el acceso a agua por cañería o acueducto y las nacientes o pozos protegidos. En el caso de las ISM, incluye mecanismos de evacuación de excretas como letrina con sifón que descarga en una cloaca con tubería, el tanque séptico, la letrina de pozo mejoradas con ventilación, la letrina de pozo con losa y retrete con compostaje; estos conceptos son cuestionables, debido a que existen evidencias documentales que de la cobertura de ACH y Disposición Adecuada de Excretas (DAE), junto con los índices de alfabetización, son fundamentales para el mejoramiento de la salud pública de los países. (10, 11, 12)

En razón de esto el Laboratorio Nacional de Aguas de AyA ha publicado informes sobre la situación del agua para consumo humano (ACH) y Disposición Adecuada de Excretas (DAE) en Costa Rica desde el año 1991(13). Por otra parte, en 1995 se publicó la primera comparación entre la situación nacional con América Latina y El Caribe (ALyC) (14); posteriormente se elaboró y publicó un estudio sobre la ubicación de Costa Rica, con respecto al acceso a ACH y DAE, en el contexto mundial entre 1960 y el 2020 (15). Del año 2000 al 2011 se han publicado varios estudios sobre la importancia de estos servicios sobre los indicadores básicos de salud (IBS) (16, 17).

Este nuevo estudio pretende describir la evolución de las coberturas de Agua para Consumo Humano (ACH) y Disposición Adecuada de Excretas (DAE) en Costa Rica y su ubicación en las Américas, desde 1960 y hasta el año 2011, lo cual es concordante con el desarrollo del SNAA, hoy Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), en la celebración de sus primeros 50 años de existencia.

OBJETIVOS

2.1 General

Describir la evolución de la cobertura y calidad del ACH y DAE o saneamiento en Costa Rica durante el periodo 1960-2011, y la ubicación comparativa de ambos servicios en el contexto de las Américas.

2.2 Específicos

- Analizar las coberturas de Acción Contra el Hambre en Costa Rica y ALyC en los años 1960, 1970, 1980,1990, 2000 y 2010.
- Estimar las coberturas de acceso y calidad del ACH por ente operador y a nivel de

país en el año 2011.

- Analizar la evolución de cobertura de la calidad del Agua para Consumo Humano (ACH) suministrada por Instituto de Acueductos y Alcantarillados, municipios, la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH), y las Asociaciones y Comités Administradores de Acueductos y Alcantarillado (ASADAS/CAAR`s) en los años de 1989 al 2011.
- Inventariar los tipos de fuentes de agua para potabilización utilizados en Costa Rica.
- Establecer la ubicación de Costa Rica en el suministro de ACH en el ámbito de las Américas en el año 2010.
- Analizar las coberturas de Disposición Adecuada de Excretas (DAE) en Costa Rica en 1960.
- Comparar la evolución de la DAE o saneamiento en los años 1960, 1970, 1980, 1990, 2000 y 2010.
- Establecer la evolución de la DAE por alcantarillado sanitario y tanque séptico del 2000 al 2011, además de describir la situación actual en este mismo aspecto.
- Comparar las coberturas de la DAE de Costa Rica con otros países del Continente Americano en el año 2010.

METODOLOGÍA

Para cumplir con los objetivos de este estudio descriptivo-retrospectivo se aplicaron los siguientes pasos:

1. Cobertura del suministro de Agua para Consumo Humano (ACH) en 1960

Los datos de cobertura de ACH por cañería en Costa Rica en 1960, se obtuvieron del análisis bibliográfico de documentos como los libros “Agua Para Siempre” y “Instituto de Acueductos y Alcantarillados: 50 Años de Salud y Desarrollo”, además del Censo Nacional de 1963. (18)

2. Comparación del acceso a ACH entre Costa Rica y los países del Continente Americano: 1960-2010

La comparación entre los diferentes países de América y Costa Rica en cuanto al suministro de ACH, en el periodo 1960 al 2010, se realizó con los datos del Laboratorio Nacional de Aguas, OMS/Organización Panamericana de la Salud, y de los documentos

“Evaluación del Sector de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento 1981-1990” (19) “Acceso al Agua para Consumo Humano y Saneamiento: Evolución en el periodo 1990-2010 en Costa Rica” (20)

3. Estimación de la cobertura de acceso y calidad del ACH por entidad operadora en el año 2011

La estimación de cobertura por ente operador y tipo de servicio se hizo utilizando el número de viviendas (1.211.964) y el “Factor Vivienda” (3,53398), obtenidos del CENSO del mismo año, mientras que la calidad del ACH se realizó con la compilación de los datos de los informes anuales de calidad del agua suministrada por el Instituto de Acueductos y Alcantarillados (21), municipalidades (22) y acueductos comunales (23). Además estos datos se aprovecharon para determinar:

- El inventario de la población que recibe el agua sometida a programas de control de calidad.
- El inventario de la población que recibe el agua sometida a tratamiento y/o cloración.
- Número de acueductos de acuerdo con los intervalos de población abastecida.

4. Evolución de la calidad del agua por entidad operadora 1989-2011

Con los datos de los informes del Laboratorio Nacional de Aguas sobre la calidad del agua, se determinaron las coberturas de calidad del agua por entidad operadora a saber Instituto de Acueductos y Alcantarillados (1989 a 2011), municipios (1997 a 2011), ASADAS/CAAR (1999 a 2011) y total del país (1991-2011).

5. Inventario de fuentes de aguas usadas para potabilización

Con los datos del Laboratorio Nacional de Aguas se identificó el número y tipo de fuentes usadas para potabilización en Costa Rica como pozos, nacientes y aguas superficiales con y sin tratamiento.

6. Ubicación de Costa Rica con respecto al ACH en las Américas 2010

Con los datos del Laboratorio Nacional de Aguas y el Informe sobre “El Progreso del

Agua de Bebida y Saneamiento 2012” (24), de la Organización Mundial de la Salud y El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (OMS/UNICEF), se definió la ubicación de Costa Rica en el Continente Americano en cuanto a la cobertura con ACH.

7. Coberturas de Saneamiento en Costa Rica en el año 1960

Con los mismos documentos señalados en el punto 3.1 se obtuvo la cobertura de población con DAE, según los tipos de mecanismos de descarga como alcantarillado, tanque séptico, defecación al aire libre.

8. Comparación de la Disposición Adecuada de Excretas (DAE) entre Costa Rica y América Latina en los años 1960, 1970, 1980, 1990, 2000 y 2010

La comparación de las coberturas de población con DAE o saneamiento se realizó con datos de los documentos indicados en el punto 3.2.

9. Evolución de las coberturas de saneamiento por alcantarillado y tanques sépticos en el periodo 2000-2011 y la situación actual

Con los datos del censo 2000 (25) y las “Encuestas de Hogares Anuales”, (26), aunado a los datos del Censo 2011, se determinó la evolución en las coberturas de población que utiliza alcantarillado y tanque séptico en Costa Rica, además de la situación actual de cobertura por tipo de disposición.

10. Ubicación de Costa Rica en el contexto de América según el uso de ISM

Con los datos del Programa Conjunto de Monitoreo (PCM) de la El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), publicados en el documento titulado “Progreso en Agua de Bebida y Saneamiento del 2012”, se define la ubicación de nuestro país entre otros países de América en cuanto a las ISM.

RESULTADOS

En concordancia con el orden de los objetivos específicos se presentan los resultados obtenidos.

Cobertura del suministro de agua en 1960

En el Cuadro 1 se presenta la cobertura con Acción Contra el Hambre (ACH) en Costa Rica durante en el año 1960.

Cuadro 1.						
Cobertura de acceso a ACH en Costa Rica en 1960						
Población	Ente operador	% Agua por cañería intradomiciliar	Pozos %	Nacientes %	Cañería fuera de la vivienda	Sin agua
1. 149 000	Municipios	59	6,5	14,6	13,6	6,3%

Fuente: Documentos históricos "Agua para siempre (AyA)" y el Censo de 1963.

Comparación del acceso a agua: Costa Rica, América Latina y El Caribe 1960-2010

En el Cuadro 2 se presenta la evolución de coberturas de acceso a ACH y DAE en ALyC en el periodo 1960-2010, y su comparación con Costa Rica.

Cuadro 2.				
Evolución de Cobertura de ACH en América Latina, el Caribe y Costa Rica 1960-2010				
	Población en Miles	% Cobertura	Población en Miles	% Cobertura
1960	209.000	33	1.149	59*
1970	287. 000	53	1.770	70
1980	339. 000	70	2.216	80
1990	429 .000	80	2.959	94
2000	416. 000	91	3.824	97
2010	497. 000	94	4.300	98

Fuente: Organización Paramericana de la Salud, El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia UNICEF, Laboratorio Nacional de Aguas y otros.

Nota: A partir de 1990 la UNICEF utiliza el concepto de "Fuentes de Agua Potable Mejoradas".

*Dato oficial del CENSO 1963.

Situación del suministro de ACH en Costa Rica al año 2011

En esta sección se presenta, en el Cuadro 3, la estimación de cobertura y calidad del Acción Contra el Hambre (ACH) según entidad operadora durante el periodo 2011 en Costa Rica.

Cuadro 3.									
Agua para consumo humano: estimación general de cobertura y calidad en Costa Rica - Período 2011									
Abastecimiento	N°	Población cubierta		Población con agua potable		Población con agua No Potable		Acueductos	
		Acueduc.	Población	%	Población	%	Población	%	Pot.
Instituto de Acueductos y Alcantarillados	191	2.099.336	48,8	2.078.343	99,0	20.993	0,1	173	18
Municipalidades	236	655.635	15,2	569.747	86,9	85.888	13,1	176	60
CAAR'/ASADAS *	1.919	1.023.119	23,8	751.993	73,5	271.126	26,5	1.147	772
ESPH y otros	13	208.208	4,8	208.208	100	0	0,0	13	0
Subtotal por entidad operadora	2.359	3.986.298	92,6	3.608.291	90,5	378.007	9,5	1.509	850
Condominios, urbanizaciones y acueductos privados **	¿?	217.923	5,1	197.220	90,5	20.703	9,5	¿?	¿?
Viviendas colectivas (Cárceles, hospicios, asilos y otros) **	¿?	19.079	0,4	17.266	90,5	1.813	9,5	¿?	¿?

Subtotal de población abastecida por cañería **	2.359	4.223.300	98,1	3.822.777	90,5	400.523	9,5	¿?	¿?
Pozos propios sin cañería **	¿?	36.750	0,9	33.259	90,5	3.491	9,5	¿?	¿?
Nacientes, quebradas o ríos sin cañería ***	¿?	17.408	0,4	0	0,0	17.408	100	¿?	¿?
Otros (lluvia, cisterna, etc) **	¿?	24.254	0,6	21.950	90,5	2.304	9,5	¿?	¿?
Totales	2.359	4.301.712	100	3.877.986	90,1	423.726	9,9	1.509	850

* Evaluados bajo el Programa de Vigilancia, periodo 2009-2011.

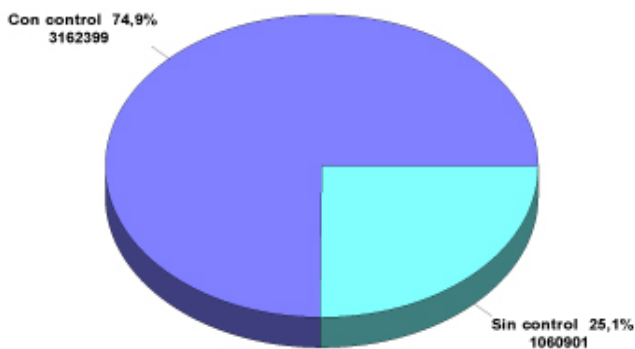
** Estimación fundamentada en la extrapolación del 90,5% obtenido en la evaluación de los entes operadores.

*** Las aguas superficiales siempre presentan contaminación, por lo que se consideran no potables.

Fuente: INEC y Laboratorio Nacional de Aguas .

En la Figura 1 puede apreciarse el porcentaje de población que recibe el agua sometida a programas de control de calidad del agua durante el año 2011.

Figura 1. Poblacion que recibe agua sometida a control de calidad - Periodo 2011

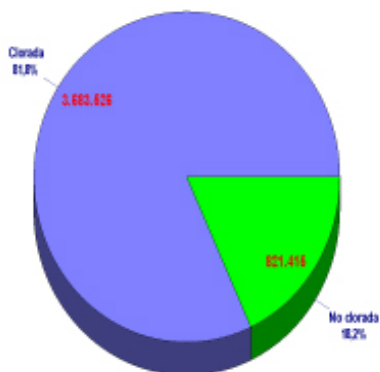


Fuente: Laboratorio Nacional de Aguas.

Las Figuras 2 y 3 muestran el porcentaje de población con agua sometida a tratamiento y/o desinfección en el año 2010 y 2011.

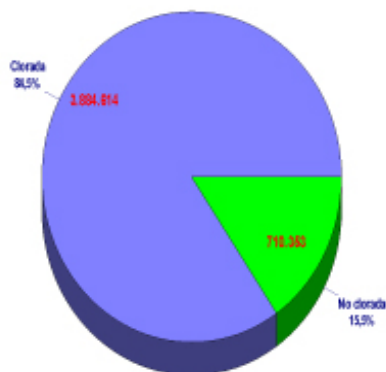
Figuras 2 y 3. Población que recibe agua con tratamiento y/o desinfección en Costa Rica en los años 2010 y 2011

Gráfico 2. Porcentaje de población nacional abastecida con agua sometida a desinfección en Costa Rica - Período 2010



FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas

Gráfico 3. Porcentaje de población nacional abastecida con agua sometida a desinfección en Costa Rica - Período 2011



FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas

En el Cuadro 4 se presenta el inventario de acueductos según los intervalos de población abastecida.

Cuadro 4.

Acueductos por ente operador de acuerdo a los intervalos de población abastecidas – 2011

Ente operador	Grupos de población							
	Totales		>50000		10000-50000		<10000	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Instituto de Acueductos y Acantarillados	191	8.1	5	0.2	19	0.8	167	7.1
Municipalidades	236	10.0	1	0.04	11	0.5	224	9.5
ESPH	13	0.6	0		8	0.3	5	0.2
CAAR's*	1919	81.3	0		1	0.04	1918	81.3
Totales	2359	100.0	6	0.3	39	1.7	2314	98.1

Fuente: Área de Microbiología del Laboratorio Nacional de Aguas .

En el Cuadro 5 se resumen los principales episodios de contaminación química de los acueductos del país en el periodo 2001-2011.

Cuadro 5.
Contaminación química en las fuentes de agua en el periodo 2001-2011

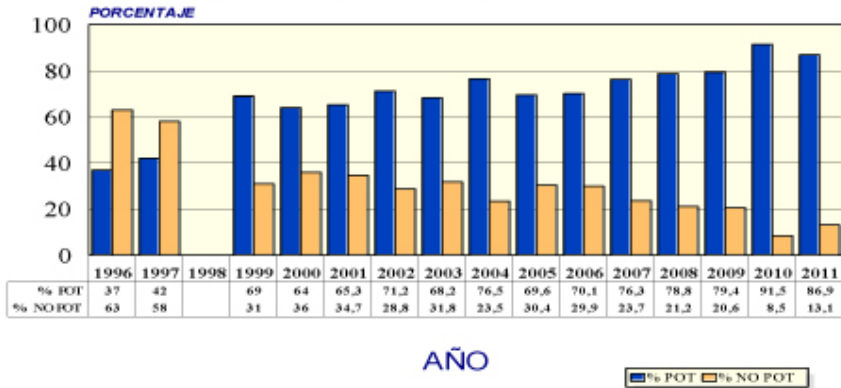
NOMBRE DEL ACUEDUCTO	AÑOS	CONTAMINANTE
1. Planta de Guadalupe	2001	Hidrocarburos
2. Río Quebradas-Pérez Zeledón	2002	Hidrocarburos
3. Planta Los Sitios-Moravia	2003	Hidrocarburos
4. El Cairo, Milano y Luisiana de Siquirres	2003-2011	Bromacil, diurón y otros plaguicidas
5. Embalse El Llano-Orosi	2004	Hidrocarburos
6. Pozo AB-1089-Belén	2005	Gasolina-Diesel
7. Banderillas Cartago	2005	Nitratos
8. Fuentes de Moín-Limón	2006	Hidrocarburos
9. Planta de San Ignacio de Acosta	2007	Hidrocarburos
10. Veracruz-San Carlos	2008-2009	Terbufos
11. Tierra Blanca- Cartago	2009	Nitratos
12. Contaminación de los siguientes acueductos: Cañas, Bagaces, Hotel Cañas, Bebedero, El Jobo, Agua Caliente, Vuelta de Kooper y otros.	2010-2011	Arsénico
13. Pozo privado, frente la estación el Lago de Tilarán	2011	Hidrocarburos

Fuente: Laboratorio Nacional de Aguas 2001-2012

Evolución de la calidad del agua según entidad operadora

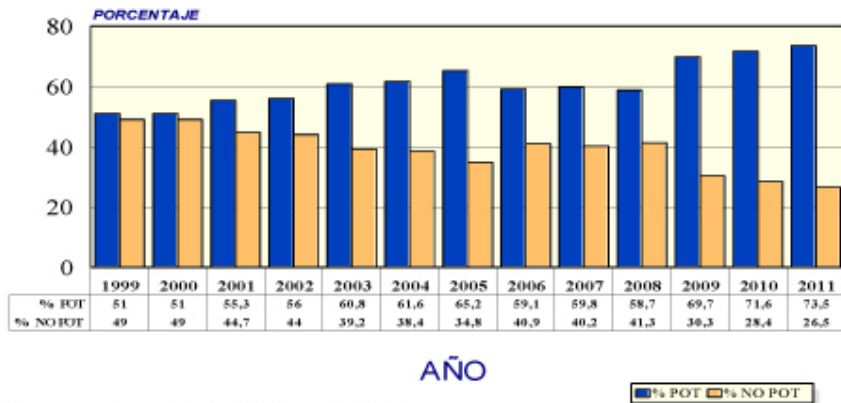
En las Figuras 4, 5, 6 y 7, se presentan los valores porcentuales de habitantes abastecidos con AP y no potable de municipalidades/ESPH, ASADAS/CAARs, Instituto de Acueductos y Acantarillados y el total del país, respectivamente.

Figura 4. Valores porcentuales de habitantes abastecidos con agua potable y no potable en los acueductos operados por Municipalidades 1996 a 2011



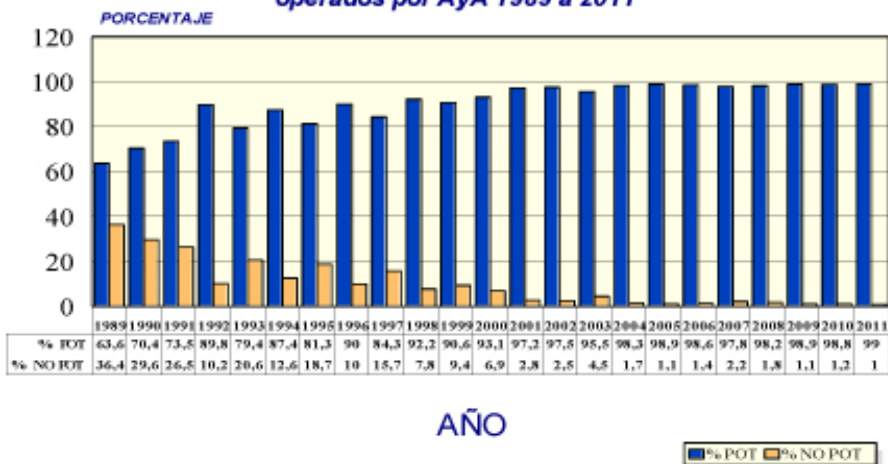
FUENTE: Informes Anuales de Calidad del Agua- Lab. Nal. Aguas.

Figura 5. Valores porcentuales de habitantes abastecidos con agua potable y no potable en los acueductos rurales 1999 a 2011



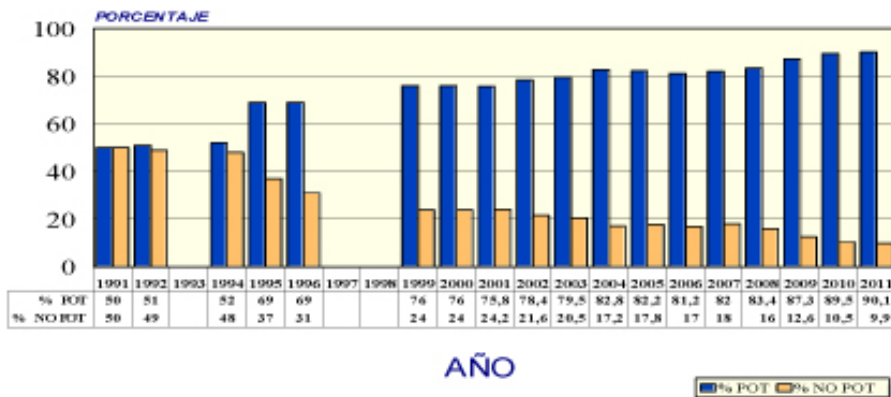
FUENTE: Informes Anuales de Calidad del Agua- Lab. Nal. Aguas.

Figura 6. Valores porcentuales de habitantes abastecidos con agua potable y no potable en los acueductos operados por AyA 1989 a 2011



FUENTE: Informes Anuales de Calidad del Agua- Lab. Nat. Aguas.

Figura 7. Valores porcentuales de habitantes abastecidos con agua potable y no potable en los acueductos en Costa Rica 1991 a 2011



FUENTE: Informes Anuales de Calidad del Agua- Lab. Nat. Aguas.

Inventario de fuentes de aguas usadas para potabilización

En el Cuadro 6 se resume, según ente operador, las fuentes de agua según su tipo (pozos, nacientes y superficiales).

Cuadro 6.						
Fuentes de abastecimiento de los acueductos operados por el Instituto de Acueductos y Alcantarillados, ASADAS y/o CAARs, Municipalidades y la ESPH - 2011						
Ente operador	Pozos	Nacientes	Plantas	Superficiales	Subtotales	%
Instituto de Acueductos y Alcantarillados	268	196	26	17	507	10,3
Municipalidades	44	374	4	33	455	9,2
CAAR's/ASADAS	645	3.046	17	231	3.939	79,9
ESPH	18	3	0	7	28	0,6
Totales	975	3.619	47	288	4.929	100

FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas.

Ubicación de Costa Rica en el suministro de agua en las Américas 2010

En el Cuadro 7 se presentan los datos aportados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) en el año 2010, sobre las coberturas con "Fuentes de Agua Potable Mejoradas", agua entubada en el lugar de consumo, otras fuentes mejoradas (pozos, nacientes, piletas públicas) en 24 países de América, incluido Costa Rica.

Cuadro 7.
Cobertura porcentual por tipo de acceso a agua para consumo humano (FAPM) en el Continente Americano 2010

País	Fuentes de agua potable mejoradas Total	Agua entubada hasta la vivienda	Otras fuentes mejoradas	Otras fuentes no mejoradas	
				No Mejoradas	Superficial
Canadá	100	100	0	0	0
USA	99	85	14	1	0
México	96	89	7	4	0
Guatemala	92	82	10	5	3
Belice	98	78	20	2	0
Honduras	87	85	2	12	1
El Salvador	88	66	22	8	4
Nicaragua	85	63	22	12	3
Costa Rica	97**	97**	0	1	2
Panamá *	93	89	4	7	0
Colombia	92	84	8	3	5
Ecuador	94	86	8	6	0
Perú	85	74	11	11	4
Bolivia	88	80	8	5	7
Venezuela	NTD	NTD	NTD	NTD	NTD
Paraguay	86	66	20	12	2
Uruguay	100	98	0	0	0
Brasil	98	92	6	2	0
Argentina *	97	80	17	3	0
Chile	96	93	3	4	0
Jamaica	93	70	23	5	2
Cuba	94	75	19	6	0
Rep. Dominicana	86	72	14	14	0
Hai tí	69	10	59	19	12

*Corresponden a los datos del 2008.

**Según el Laboratorio Nacional de Aguas, el dato en ambos servicios es de 98%.

NTD: no tiene dato.

Cobertura de saneamiento en Costa Rica en 1960

El Cuadro 8 muestra la situación de la disposición de excretas en nuestro país durante el año 1960.

Cuadro 8.					
Disposición de excretas en Costa Rica en el año 1960					
Población	Alcantarillado	Tanque séptico	Pozo Negro	Otros	Defecación al aire libre
1.490.000	10%	15%	46%	2%	27%

FUENTE: Estimación con base en documentos históricos (Agua para siempre-Acueductos y Alcantarillados y el Censo de 1963)

Comparación de la DAE entre América Latina y El Caribe con Costa Rica

Por su parte, el Cuadro 9 presenta la evolución que se ha presentado en cuanto a la DAE entre las décadas comprendidas entre 1960 y el año 2010, tanto para ALyC como para nuestro país.

Cuadro 9.				
Evolución de la cobertura de DAE de ALyC y Costa Rica entre 1960 y 2010				
Años	América Latina y el Caribe		Costa Rica	
	Población (miles)	% cobertura	Población (miles)	% cobertura
1960	209 000	ND	1.149	71
1970	287 000	ND	1.871	80
1980	339 000	59	2.216	93
1990	429 000	66	2.959	95
2000	416 000	79	3.824	98
2010	497 500	80	4.300	99

FUENTE: OPS y LNA

ND: No determinado

Evolución de las coberturas de saneamiento por alcantarillado y tanques sépticos en Costa Rica periodo 2000-2011

En la Figura 8 se presenta la evolución de cobertura por alcantarillado y tanque séptico en Costa Rica, en el periodo 2000 al 2011, mientras que la Figura 9 presenta la distribución porcentual por tipo de mecanismo de evacuación de excretas en Costa Rica durante el 2011.

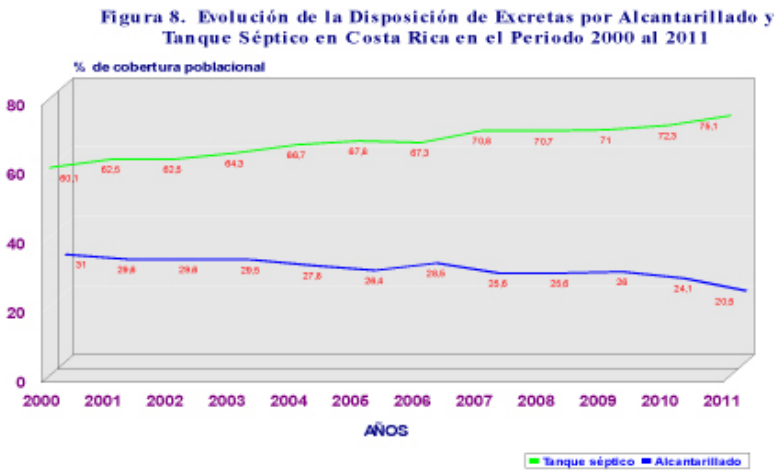
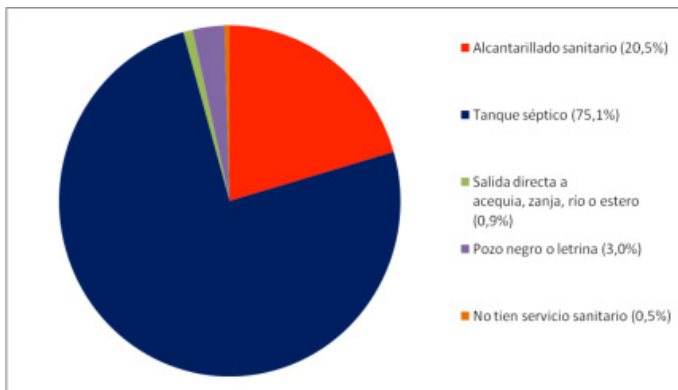


Figura 9. Distribución porcentual por tipo de mecanismo de evacuación de excretas 2011



FUENTE: CENSO 2011-INEC

Uso de Instalaciones de Saneamiento Mejoradas: situación de Costa Rica en el contexto de América

En el Cuadro 10 se observa, según OMS y UNICEF, las coberturas de acceso de ISM en el año 2010.

Cuadro 10.
Cobertura de Instalaciones de Saneamiento Mejoradas en América 2010

Países	Instalación de Saneamiento Mejoradas (%)	Compartidos	Población (miles)	% cobertura
Canadá	100	0	0	0
EUA	100	0	0	0
México	86	11	3	1
Guatemala	78	8	8	6
Belice	90	7	2	1
Honduras	77	5	9	9
El Salvador	87	7	0	6
Nicaragua	52	8	29	11
Costa Rica*	95	4	1	0
Panamá	69	9	17	5
Colombia	77	13	4	6
Ecuador	92	3	0	5
Perú	71	8	14	7
Bolivia	86	77	9	14
Venezuela	92	85	7	8
Paraguay	71	3	26	
Uruguay	100	0	0	0
Brasil	79	1	16	4
Argentina	90	-	10	--
Chile	96	-	4	0
Jamaica	87	17	2	1
Cuba	91	7	2	0
Rep. Dominicana	83	11	2	4
Haití	17	15	40	28

FUENTE: Progress in Drinking Water and Sanitation 2012UPDATE

*El dato de ISM del CENSO 2011 es de 99%.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

En forma concordante con el orden de los resultados de los 10 subtemas abordados, a continuación se hace un análisis de éstos.

Acceso a agua para consumo humano (ACH) en Costa Rica en 1960

Como puede apreciarse en el Cuadro 1, la cobertura con ACH en el año 1960 era de 93,7%; no obstante, solamente el 59% de la población recibía agua dentro de la vivienda a través de cañería.

Comparación del acceso a agua entre Costa Rica y América Latina de 1960-2010

Del Cuadro 2 se desprende que el aumento de la cobertura con ACH en Costa Rica ha sido muy exitoso, pasando de 59% a 98% entre los años 1960 y el 2010. No obstante, el mérito es mayor si se toma en cuenta que, a diferencia de la mayoría de los países Americanos, dicho aumento se ha sustentado en el acceso a agua por cañería; lo anterior es digno de resaltar si consideramos que otras naciones lo han hecho mediante pozos y nacientes o piletas públicas, los cuales también forman parte del concepto de “Fuente de Agua Potable Mejoradas” de la Presidencia del Consejo de Ministros (PCM), El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) y la Organización Mundial de la Salud (OMS). En este sentido, es importante anotar que países como Guatemala, Honduras, Nicaragua, Bolivia, Cuba, Jamaica y otros (ver cuadro 7) han alcanzado la meta del ODM 7, de reducir a la mitad la población sin acceso a ACH (1990) en el 2015, utilizando este concepto. Sin embargo, al no contar las comunidades correspondientes con acueductos, estas ven muy limitado su desarrollo socioeconómico.

Situación del suministro de ACH en Costa Rica 2011

Los datos del Programa de Vigilancia y Control de Calidad del Agua del Laboratorio Nacional de Aguas permite abordar, entre otros 4 aspectos, la estimación de cobertura y calidad del ACH por entidad operadora, la población abastecida y sometida a programas de control de calidad del agua, población que recibe agua con tratamiento y/o desinfección, inventario del número de acueductos según la población abastecida y la identificación de los episodios de contaminación química de las fuentes de agua y acueductos, en el periodo 2001 al 2011.

- **Cobertura y calidad del agua según entidad operadora**

En el Cuadro 3 se resume, por cada una de las cuatro entidades operadoras, el número de acueductos administrados, la población que cubren, la calidad del agua que reciben y la respectiva población, y el número de acueductos potables y no potables.

Puede apreciarse que la distribución de ACH en Costa Rica está a cargo de cuatro entes operadores a saber Instituto de Acueductos y Alcantarillados, municipios, CAAR's/ASADAS además de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia S.A. (ESPH) y otros. Entre todos cubren el 92,6% de la población nacional, que sumado a la cobertura a través de condominios, urbanizaciones y acueductos privados alcanzan una cobertura deL 98,1% con agua dentro de la vivienda a través de tubería. En el ámbito nacional, la totalidad de la población se cubre con pozos propios, acceso a nacientes, quebradas, ríos, lluvia y cisterna, entre otros, con una cobertura con agua de calidad potable deL 90,1%, el más alto en la historia del país. Este logro es posible gracias a la operación de 2.359 acueductos conocidos, de los cuales 1.509 suplen agua potable y 850 agua no potable.

- **Población abastecida con agua con control de calidad**

La figura 1 muestra que de los 4.223.300 habitantes de Costa Rica que reciben agua por cañería, según el CENSO 2011, un total de 3.162.399 recibe agua que es sometida a un programa de control de calidad, lo que equivale al 74,9%.

- **Población abastecida con agua con tratamiento y/o desinfección**

Por su parte, las Figuras 2 y 3 demuestran que el porcentaje de población abastecida con agua sometida a tratamiento y/o desinfección aumentó en 2,7% entre los últimos dos periodos, pasando de 81,8% (3.683.526 hab) en el 2010 a 84,5% (3.884.614 hab) en el 2011, lo que nos indica que el Programa de Cloración se fortalece, aunque de manera lenta.

- **Distribución del número de acueductos según población abastecida**

El Cuadro 4 permite apreciar que el Laboratorio Nacional de Aguas ha logrado inventariar en total 2.359 acueductos, operados por cuatro diferentes entes a saber: 191 por Instituto de Acueductos y Alcantarillados, 236 por municipios, 13 por la Empresa de Servicios Públicos de Heredia S.A. (ESPH) y 1.919 por ASADAS o CAAR's. Es importante

destacar que de este total el 98% (2.314) son acueductos que abastecen poblaciones menores a 10.000 habitantes, el 1,7% se ubican en el rango de 10.000 a 50.000 habitantes, y solamente el 0.3% (6) superan los 50.000 habitantes.

- **Inventario de episodios de contaminación química en fuentes de agua**

En el Cuadro 5 se resumen 13 episodios de contaminación química de fuentes de agua y acueductos; de éstos, ocho son por hidrocarburos, los cuales han provocado grandes pérdidas económicas y problemas ambientales. Existen dos casos de contaminación por plaguicidas; el primero por la presencia cercana de cultivos de piña muy cerca de las fuentes de agua en Milano, El Cairo y Luisiana de Siquirres (27); el segundo se presentó en Veracruz de San Carlos, pero en forma intermitente. Por último a partir del año 2010, gracias a la adquisición de tecnología apropiada, se comenzó a detectar acueductos con concentraciones de Arsénico (As) superiores a 10 µg/L, valor máximo permisible del “Reglamento para la Calidad del Agua Potable”. En varios casos, como en los acueductos de Cañas, Bagaces y Vuelta de Kooper de Aguas Zarcas de San Carlos, la situación ha mejorado, eliminando las fuentes de agua contaminadas; no obstante, aún persisten al menos 17 acueductos con problemas de contaminación leve con As (>10 µg a 50 µg).

Evolución de la calidad del agua

Las Figuras 4, 5, 6 y 7 muestran la evolución de los acueductos operados por municipios, acueductos rurales, Instituto de Acueductos y Alcantarillados y el total del país. Los datos anuales demuestran gran avance en las coberturas con agua de calidad potable en Costa Rica:

- a. En los acueductos municipales la población con agua de calidad potable pasó de 37% a 86,5% de 1996 al 2011.
- b. Los acueductos rurales o comunales avanzaron, de 1999 al 2011, de un 51% a un 73,5% respectivamente.
- c. En los acueductos del AyA la población con agua de calidad potable pasó de un 63.6% en 1989 a un 99% en el 2011.
- d. En cuanto a la totalidad de la población de Costa Rica el avance fue de un 50% en 1991 a un 90,1% en el 2011.

Estos grandes avances en la calidad del agua ACH en Costa Rica, en los últimos 22 años, se deben a:

- Que el Laboratorio Nacional de Aguas empezó a realizar informes de calidad del agua con una frecuencia anual, lo cual ha permitido a los entes operadores realizar medidas correctivas para mejorar la calidad del preciado líquido.
- La amenaza de la Epidemia del Cólera permitió aumentar la desinfección del ACH.
- El “Programa Bandera Azul Ecológica” (PBAE) (28) ha permitido democratizar la toma de decisiones, en beneficio del ambiente (protección del recurso hídrico) y la salud pública a partir de 1996.
- En el año 2001 el Laboratorio Nacional de Aguas creó el “Programa Sello de Calidad Sanitaria” (PSCS) (29), cuyo objetivo es incentivar a los entes operadores para que suministren servicios de buena calidad de AP, en forma sostenible y en armonía con la protección de las fuentes de agua.
- En el año 2007, mediante el Decreto Ejecutivo N°93 MINAET-S, se aprobó la aplicación del “Programa Nacional de Mejoramiento y Sostenibilidad de la Calidad de los Servicios de Agua Potable en Costa Rica 2007-2015” (PNMSCSAP) (30), el cual ha permitido ampliar acciones para la protección de fuentes de agua, tratamiento y/o desinfección, vigilancia y control de calidad del agua, legislación y normalización, riesgo sanitario, producción (cantidad), continuidad, calidad, costos, cobertura y autosostenibilidad, movilización social y educación.
- Todos los entes operadores han realizado un gran esfuerzo en el mejoramiento de la calidad del agua.
- La Subgerencia de Gestión de Sistemas Comunales de AyA ha realizado un buen trabajo en la desinfección de los acueductos comunales.

Inventario de fuentes de agua para potabilización para el año 2011

El Cuadro 6 nos muestra la cantidad y el tipo de fuentes de abastecimiento de agua, utilizadas por los diferentes entes operadores de acueductos. Puede apreciarse que se encuentran inventariadas un total de 4.929 fuentes, de las cuales 975 son pozos (19,8%), 3.619 nacientes (73,4%), 47 plantas (1,0%) y 288 aguas superficiales (5,8%).

Ubicación de Costa Rica en el suministro de agua para consumo humano (ACH) en el Continente Americano

En el Cuadro 7 se observa que en el año 2010 Costa Rica alcanzó un 97% de cobertura de agua por cañería hasta la vivienda, lo que según la UNICEF la ubica en el tercer lugar en las Américas, después de Canadá con 100% y Uruguay con 98%. Estos datos demuestran los grandes avances de nuestro país en el suministro de ACH; no obstante, una de las

deficiencias de los informes de la Presidencia del Consejo de Ministros (PCM), El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) es que no toman en cuenta la calidad del agua, debido a que muy pocos países tienen un laboratorio que realice informes de calidad del agua en el ámbito nacional, como si lo tiene Costa Rica. En este aspecto, la experiencia y los estudios a nivel internacional nos permiten indicar, con mucha certeza, que Costa Rica es uno de los países con mejor calidad del agua suministrada, con un 90,1% de la población cubierta con agua potable en el año 2011.

Cobertura de saneamiento en Costa Rica en 1960

Como puede apreciarse en el Cuadro 8, en 1960 la disposición de excretas en nuestro país se realizaba principalmente por pozo negro en un 46%, por alcantarillado en solamente un 10%, por tanque séptico en un 15% y otros sistemas en 2%, quedando la disposición al aire libre en un alarmante 27%.

Comparación de la Disposición Adecuada de Excretas (DAE) de Costa Rica con América Latina y El Caribe

Por su parte, en la comparación de la DAE de Costa Rica con ALyC entre los años 1960 y 2010, muestra que mientras Costa Rica pasó de una cobertura de 71% en 1960 a 99% en el 2010, en la región se avanzó de 59% en 1980 a 80% en el 2010.

Evolución de las coberturas de saneamiento por tanques sépticos y alcantarillado en Costa Rica 2000-2011

El poco avance en la ampliación de la recolección, traslado y tratamiento de las aguas residuales domésticas por alcantarillado sanitario, ha hecho que el porcentaje de población con tanques sépticos se vea incrementado con el pasar de los años, como lo demuestran los datos de la Figura 8 del periodo 2000 al 2011. No obstante ambos mecanismos, son parte del concepto de ISM de la, el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), por lo que Costa Rica ha alcanzado un 99% (2010) con ISM, lo cual lo ubica como uno de los países con mayor avance en el Continente Americano. Por otra parte, la distribución porcentual por tipo de mecanismo de evacuación de excretas, en el 2011, ratifican el avance en el uso de los tanques sépticos.

Mecanismos de la DAE en Costa Rica en el 2011

De acuerdo con el CENSO 2011, realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), actualmente en Costa Rica la DAE se realiza en un 75,1% por Tanque séptico, por alcantarillado en 20,5%, por salida directa a acequias, zanjas, ríos o esteros en un 0,9%, por pozo negro o letrina en 3,0% y sin servicios sanitario en un 0,5%.

Instalaciones de saneamiento mejoradas: comparación de Costa Rica con los países del Continente Americano

Como se observa, en el Cuadro 10, bajo el concepto de ISM en el Informe del Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) sobre “El Progreso en Agua de Bebida y Saneamiento 2012”, Costa Rica tenía en el 2010 un 95% de cobertura de la población con ISM, lo cual ubica en el tercer lugar en las Américas; sin embargo, el censo del 2011 indica que el dato de ISM es del 99%.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El análisis de los resultados de los 10 subtemas estudiados nos permite hacer las siguientes conclusiones y recomendaciones:

Conclusiones

- Evidentemente la creación del SNAA (Hoy Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, AyA) en 1961, ha sido esencial para lograr los avances en las coberturas de agua de calidad potable, en estos 50 años (1961-2011) en Costa Rica. Como resulta lógico, también deberá tener un papel protagónico como entidad rectora en el suministro de AP y el saneamiento en Costa Rica, como lo dicta su Ley Constitutiva.
- La ampliación de las coberturas de agua por cañería intradomiciliar de un 59% en 1960 a un 98% en el 2011, ha sido concordante con los altos índices de salud que disfruta nuestro país.
- Los resultados comparativos entre los países de América Latina y el Caribe con Costa Rica, entre 1960 y el año 2010, indican que nuestro país siempre mantuvo un paso firme para mejorar las coberturas de ACH, superando a la gran mayoría de los países de la región.

- La cobertura y calidad del ACH alcanzados en el 2011 indican que el ACH suministrada por los 4 diferentes operadores, llega con más facilidad a los usuarios en los últimos 22 años:
 - a. El AyA de un 63,6% a un 99% de 1989 al 2011.
 - b. Los municipios y la ESPH de 37% a un 86,5% de 1997 al 2011.
 - c. Las ASASDAS y/o CAARs de un 51% a 73,5% de 1999 al 2011.
 - d. Costa Rica de un 50% en 1991 a un 90,1% en el 2011.

- La cobertura con agua sometida o tratamiento y/o desinfección alcanzó en el 2011 un 84,5% de la población.
- La cobertura con abastecimiento de agua sometida a programas de control de calidad pasó de un 63,5% en el 2005 a 74,9% en el 2011.
- La distribución de los 2.359 acueductos por población abastecida en el 2011 es la siguiente: 191 administrados y operados por Instituto de Acueductos y Alcantarillados, 236 por municipalidades, 13 por la ESPH y 1.919 por ASADAS y CAAR`s.
- El inventario de las fuentes de agua para potabilización indica que en el 2010 existían:
 - a. 975 pozos, para un 19,8%.
 - b. 3.619 nacientes, que equivalen al 73,4%.
 - c. 47 plantas, que representan el 1,0%.
 - d. 288 fuentes superficiales, para 5,8%.

- El último informe del Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), del año 2010, ubica a Costa Rica en el tercer lugar en el suministro de agua por cañería intradomiciliar, con una cobertura de 97%, solamente por debajo de Canadá y Uruguay. Los datos del Laboratorio Nacional de Aguas del mismo año 2010 y del 2011, indican que el país alcanzó un 98% de su población con este tipo de servicio.
- La cobertura del saneamiento o DAE de Costa Rica en el año 1960 era de:
 - a. 10% de la población por alcantarillado.
 - b. 15% por tanque séptico.
 - c. 46% por pozo negro o letrinas.
 - d. 2% por otros sistemas.

- e. 27% a cielo abierto.
- La comparación en el acceso a saneamiento en Costa Rica con respecto a ALyC en el periodo 1960-2010, demuestra que Costa Rica siempre ha tenido mayor cobertura que el promedio de esa región.
- No obstante, los avances de Costa Rica en saneamiento, es evidente que nuestra nación ha apostado el uso de tanques sépticos en detenimiento del alcantarillado sanitario, lo cual se demuestra claramente en la Figura 8 sobre la evolución de la DAE en el periodo 2000 al 2011.
- La situación de evacuación de excretas en el año 2011, de acuerdo con el CENSO realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC, indica que:
 - a. El 20,5% es por alcantarillado
 - b. El 75,1% es por tanques sépticos
 - c. El 0,9% con salida directa a acequia, zanja, río o estero
 - d. El 3,0% por pozo negro letrinas
 - e. El 0,5% es por defecación al aire libre.
- En el marco del concepto de ISM de El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), según el informe del 2012, Costa Rica ocupaba en el 2010, el tercer lugar en el contexto del Continente Americano con un 95% de cobertura, sin embargo, el dato del Censo 2011 es del 99% con ISM, lo ubican en el segundo lugar por debajo de Canadá, EUA y Uruguay que comparten el primer lugar con 100% de cobertura.

RECOMENDACIONES

El recorrido realizado en este estudio por más de 50 años, antes y después de la creación del Instituto de Acueductos y Alcantarillados en 1961, con los avances en el suministro de ACH y el lento caminar en la recolección, traslado y tratamiento de las aguas residuales domésticas, nos permite hacer las siguientes recomendaciones:

- La aplicación del PNMSCSAP 2007-2015, con sus 7 componentes, debe cumplirse en sus 92 actividades, para mejorar en forma sostenible los servicios de AP en Costa Rica. Adoptando una visión más futurista, este programa deberá extenderse hasta el año 2021, con el propósito de buscar la universalización del AP en el país.
- Costa Rica debe dar el paso de evaluar y mejorar la calidad del ACH a optimizar la calidad de los servicios de AP, es decir, considerar otros aspectos como la cantidad, la continuidad, la calidad, los costos y las coberturas.
- El personal o funcionarios a cargo de la administración y operación de los servicios de AP y saneamiento, en los diferentes tipos de operadores, deberán capacitarse en forma permanente, con el propósito de optimizar la administración y operación de los acueductos y sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas a su cargo.
- Para cumplir con la recomendación anterior es necesario que el Instituto de Acueductos y Alcantarillados como entidad rectora, en un trabajo conjunto con las Universidades, establezca un " Centro de Capacitación en Agua Potable y Saneamiento".
- Por otro lado, es fundamental fomentar la investigación en agua, ambiente y salud, con el objetivo de adoptar y crear nuevas tecnologías de análisis de agua y tratamiento, que permitan solventar los nuevos problemas de contaminación química y microbiológica.
- En el campo del saneamiento el AyA deberá impulsar y ejecutar, junto con los otros entes operadores, el "Programa Nacional de Manejo Adecuado de Aguas Residuales 2012-2025" (PNMAAR 2012-2025) (31).
- Enfocado a mediano y largo plazo, el AyA, con el apoyo del Estado costarricense, deberá fortalecer el Laboratorio Nacional de Aguas, para ampliar los programas de

vigilancia y control de la calidad del agua en sus diferentes usos.

- El AyA deberá fortalecer programas ambientales comunales como Bandera Azul Ecológica, Sello de Calidad Sanitaria y Vigilantes del Agua, y apoyar iniciativas de reforestación, con la intención de “empoderar” a la sociedad civil y las comunidades en la protección del recurso hídrico del país.
- El Estado deberá aprobar una nueva “Ley de Aguas”, y fortalecer y modernizar la Ley Constitutiva del AyA, para lograr ordenar el uso del agua y hacer más ágil y eficiente el manejo de este vital líquido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Gobierno de Costa Rica. **Abolición del Ejército.** Decreto N°749, La Junta Fundadora de la Segunda República, San José, 1 de diciembre 1948.

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. **Agua para Siempre.** San José, Costa Rica.

Poder Ejecutivo. **Ley Constitutiva del Servicio Nacional de Acueductos y Alcantarillados N° 2726.** San José, 14 de abril de 1961.

Poder Ejecutivo. **Reglamento para la Calidad del Agua Potable.** La Gaceta N° 84 del martes 03 de mayo del 2005.

Organización Mundial de la Salud. **Guías para la Calidad del Agua Potable.** Ginebra, Suiza; 1ª edición; 1985.

Organización Mundial de la Salud. **Guías para la Calidad del Agua Potable.** Ginebra, Suiza; 2ª edición, Volumen 1; 1995.

Organización Mundial de la Salud. **Guías de Calidad del Agua de Bebida.** Tercera edición; Ginebra, Suiza; 2004.

UNICEF/OMS. **Join Monitoring Programme for water supply and sanitation.**
Documento en línea: [http:// www.wssinfo.org/en/24/watdeuregions.htm/](http://www.wssinfo.org/en/24/watdeuregions.htm/)

UNICEF. **Progreso para la Infancia: un balance sobre agua y saneamiento.** Nueva York; 2006.

Hellen, Léo. **Saneamiento y Salud.** Brasilia; 1 edición. CEPIS-OPS/OMS; 1997.

Rosero, Luis. **Determinantes socioeconómicos y sanitarios del descenso de la mortalidad infantil en Costa Rica.** En: Control end eradication of infections diseases. San José, Costa Rica; Organización Paramericana de la Salud/INISA; 1985.

Mora, Darner. **Saneamiento; Educación y Salud.** San José. C.R. Editorama; 2005.

Mora, Darner. **Situación actual del agua para consumo humano y aguas residuales en Costa Rica 1991.** San José, Costa Rica. Revista Biocenosis, UNED, volumen B, 1991: 74-80.

Mora, Darner. **Situación del agua para consumo humano y evacuación de excretas en América Latina y El Caribe.** San José; Costa Rica. Revista Costarricense de Salud Pública, ACOSAP, año 5, N°8, junio 1996: 7-17.

Mora, Darner; Sáenz, Ignacio; Portuguez, Carlos. **Saneamiento, educación y su relación con los Indicadores básicos de salud en el Contexto Mundial 2002.** San José. Revista Costarricense de Salud Pública. Año 14, N° 27; 2005:35-45.

Mora, Darner. **Agua para consumo humano y disposición de excretas: Situación de Costa Rica en el contexto de América Latina y El Caribe: 1960-2020.** San José, Costa Rica. Revista Costarricense de Salud Pública. ACOSAP/Organización Paramericana de la Salud, año 13, N°21; MARZO 2003:31-46.

Mora, Darner; Sáenz, Ignacio; Portuguez, Carlos. **Importancia de las coberturas con agua para consumo humano, disposición de excretas y alfabetismo sobre los indicadores de salud en América Latina y El Caribe.** San José. Revista Costarricense de Salud Pública. ALOSAP, Año 11, N°21:2002:25-31.

Centro Centroamericano de Población. **Censo de Viviendas de Costa Rica.** San José, Costa Rica; Biblioteca Virtual en Población; Instituto Nacional de Estadística y Censos.

Calderón, Yesenia. **Evaluación del Sector de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento 1991-1990.** San José, Instituto de Acueductos y Alcantarillados: 1991:1-109.

Mora, Darner; Mata, Ana; Portuguez, Carlos. **Acceso al Agua para consumo humano y saneamiento: Evolución en el periodo 1990-2010 en Costa Rica.** La Unión, Laboratorio Nacional de Aguas, 2011.

Mata, Ana; Sequeira, Marco. **Informe Anual sobre la calidad del agua para consumo suministrado por el Instituto de Acueductos y Alcantarillados, 2011.** La Unión, Laboratorio Nacional de Aguas; 2012.

Mata, Ana; Sequeira, Marco. **Informe Anual sobre la Calidad del agua suministrada por acueductos municipales, 2011.** La Unión. Laboratorio Nacional de Aguas; 2011.

Mata, Ana; Sequeira, Marco. **Informe Anual sobre la calidad del agua para consumo humano suministrada por los acueductos rurales en el periodo 2009-2011.** La Unión, Laboratorio Nacional de Aguas; 2012.

OMS/UNICEF. **Progresos en agua de bebida y saneamiento 2012.** EUA; 2012.

Instituto Nacional de Estadística y Censos. **CENSO 2011.** INEC; San José, Costa Rica; 2012.

Instituto Nacional de Estadística y Censos. **Encuesta nacional de hogares.** INEC; San José, Costa Rica; 2012.

Mora, Darner. **Informe sobre la aplicación del protocolo y plan de acción para la normalización del agua potable en Milano, El Cairo y Luisiana.** Laboratorio Nacional de Aguas; La Unión, Cartago; Acueductos y Alcantarillados; 2011.

Mora, Darner; Chávez, Arcelio. **Programa Bandera Azul Ecológica. Una revolución sin guerras por el ambiente, con la niñez costarricense.** 7° Edición; La Unión, Cartago; Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados; Laboratorio Nacional de Aguas; 2011.

Laboratorio Nacional de Aguas. **Boletín de Prensa Acto de entrega de galardones 2010.** La Unión, Cartago; Programa Sello de Calidad Sanitaria; Acueductos y Alcantarillados; 2011.

Mora, Darner; Feoli, Héctor. **Programa nacional de mejoramiento y sostenibilidad de la calidad de los servicios de agua potable en Costa Rica 2007-2015.** La Unión, Cartago; Laboratorio Nacional de Aguas; Acueductos y Alcantarillados; 2006.

Mora, Darner. Programa nacional de manejo adecuado de las aguas residuales en Costa Rica 2012-2025. La Unión, Cartago; Laboratorio Nacional de Aguas; Acueductos y Alcantarillados; 2006.

Capítulo X

EL LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS Y LA CALIDAD DEL AGUA EN COSTA RICA



EL LABORATORIO NACIONAL Y LA CALIDAD DEL AGUA

El Laboratorio Central del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, hoy Laboratorio Nacional de Agua, mediante el Decreto Ejecutivo 26-066-S (1997) fue creado en 1964, con el propósito de evaluar la calidad del agua para consumo humano, suministrada en el Acueducto Metropolitano de San José, luego, con la expansión del SNAAs-hoy AyA desde 1976- a otras regiones del país, le correspondió implementar el Programa de Vigilancia y Control de Calidad de las Aguas para consumo en todo el país. Aunado a esto, en la década de los 70 incursionó en la evaluación de las aguas residuales y las aguas de las playas de Limón y Puntarenas Centro. Luego, en la década de los 80 amplió sus estudios a los ríos de la Cuenca Virilla-Tárcoles, con el objetivo de obtener los datos microbiológicos y fisicoquímicos para la reconstrucción y tratamiento del Alcantarillado de San José.

En la década de los 90 el estudio de los ríos, se amplió a la Cuenca del Reventazón, Tempisque, Grande de Terraba y los Canales del Tortuguero, pero previo a éstos, se evaluaron la calidad microbiológica de las desembocaduras de los ríos que drenan en la Vertiente Atlántica y la Vertiente Pacífica.

En el caso del agua para consumo humano, el Laboratorio Nacional de Aguas ha evaluado 2400 Sistemas de Abastecimiento de agua: 192 del AyA, 241 Municipales, 1994 de ASADAS y/o CAARs y 13 de la la Empresa de Servicios Públicos de Heredia S.A. (ESPH), en este sentido, de acuerdo con los informes anuales del propio Laboratorio Nacional de Aguas, la cobertura de la población con agua de calidad potable se ha incrementado de 1990 al 2012 de un 50% a un 92%, lo que evidencia un gran avance en el desarrollo de nuestra nación y, si bien es cierto, el control de calidad realizado por el Laboratorio Nacional de Aguas no le aporta calidad al agua, sus datos han sido esenciales, para que las entidades operadoras mejoraran la calidad del preciado líquido. Además, como complemento a sus labores los funcionarios del Laboratorio Nacional de Aguas han diseñado e implementado varias estrategias o programas para impulsar el mejoramiento de la calidad de las aguas de consumo humano y otros usos, a saber:

1. La creación del Programa Bandera Azul Ecológica (PBAE) en el año 1996, cuyo eje principal es la organización de la sociedad civil para realizar acciones en la protección del recurso hídrico, el ambiente y la salud pública del país. (ver capítulo VII). Dicho el Programa Bandera Azul Ecológica (PBAE) promueve entre otros aspectos, la

protección del agua de las playas, comunidades, centros educativos, los bosques, las microcuencas; además impulsa acciones para mitigar y adaptarnos al cambio climático, la promoción de la salud comunitaria y el ahorro de agua, electricidad, papel y combustibles fósiles en los propios hogares del país. Actualmente el PBAE cuenta con 10 categorías y la participación de 2202 comités locales y la conformación de una Comisión Nacional encargada de la administración del mismo, integrada por el: Instituto de Acueductos y Alcantarillados, Instituto Costarricense de Turismo (ICT), Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAE), Ministerio de Salud (MINSA), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Camara de Turismo (CANATUR), el grupo ICE, la Caja Costarricense de Seguro Social, la Red Costarricense de Recursos Protegidos, la Asociación de Empresarios para el Desarrollo (AED) y la Asociación de la Barca Costarricense.

2. La creación del Programa Sello de Calidad Sanitaria (PSCS) en el año 2001, con el objetivo inicial de organizar a los Entes Operadores de Acueductos, para que suministren agua de calidad potable en armonía con la naturaleza, promoviendo la protección de las fuentes de agua, desinfección continua, programas de limpieza de tanques de almacenamiento, el control de calidad de agua y el suministro de agua de calidad potable. Este incentivo fue creado en concordancia con el Programa Bandera Azul Ecológica (PBAE) para que las playas, las comunidades, los centros educativos y otros cumplan con la obligación de suministrar agua de calidad potable. En los 12 años de vigencia del PSCS, han participado más de 400 comités locales y, también ha evolucionado a otras categorías como:
 - PSCS para entes operadores de acueductos, incluye sistemas públicos y privados.
 - PSCS para centros de salud (hospitales, clínicas, Los Equipos Básicos de Atención Integral en Salud (EBAIS)).
 - PSCS para restaurantes.
 - PSCS para hoteles.
 - PSCS para centros de recreación.
 - PSCS para otros establecimientos (edificios, oficinas).

3. El impulso y fortalecimiento de las relaciones con los 12 municipios que administran y operan acueductos mediante la firma de convenios con el Instituto de Acueductos y Alcantarillados para realizar programas de control de calidad del Agua. Las municipalidades en convenio son:

4. El diseño, la implementación y el seguimiento del Programa Nacional de Mejoramiento y Sostenibilidad de la Calidad de los Servicios de Agua Potable: 2007-2015 (PNMSCSAP), el cual consta de 7 componentes y 92 actividades para impulsar, en forma integral la mejora de los servicios de agua para consumo humano en el país. Dichos componentes son:

- Protección de fuentes de Agua
- Tratamiento y/o desinfección
- Vigilancia y control de la calidad del Agua
- Normalización y legislación
- Evaluación de riesgo sanitario de los Acueductos
- Producción (cantidad), continuidad, calidad, costos y cobertura.
- Auto sostenibilidad, movilización social y educación.

El PNMSCSAP: 2007-2015 fue aprobado mediante el Decreto Ejecutivo N°33953-S-MINAE.

5. Programa de Reforestación

En el marco del Programa Bandera Azul Ecológica (PBAE), desde el año 2005, se ha promovido la siembra de árboles en las cercanías de las fuentes de agua y luego en zonas verdes para mitigar el cambio climático. En este programa, se han plantado más de 1.800.000 arbolitos, con el apoyo del grupo ICE y los comités locales del Programa Bandera Azul Ecológica (PBAE) y el PSCS.

6. Publicación de los Informes anuales de Calidad del Agua.

La publicación de los resultados, conclusiones y recomendaciones de informes anuales de cobertura y calidad del agua para consumo humano, en los medios de comunicación escritos, radiales y televisivos. Además, del seguimiento que le ha dado. “El Estado de la Nación” a los datos de calidad del agua, han funcionado como una buena estrategia para concientizar a la población y que ésta exija a los diferentes entes operadores para que tomen medidas correctivas para mejorar la calidad del agua para consumo humano.

Aunado a estos nobles programas, es importante anotar o mencionar la estrategia iniciada en la década de los 90 de conformar equipos de trabajo con los funcionarios de las

6 regionales del Instituto de Acueductos y Alcantarillados, para mejorar la calidad del agua, realizando inspecciones sanitarias y recolección de muestras de agua para los respectivos análisis de laboratorio.

Como se ha explicado en los puntos anteriores, las estrategias desarrolladas por el Laboratorio Nacional de Aguas, han contribuido en un buen porcentaje a mejorar la calidad del agua para consumo humano, el ambiente y la salud pública de Costa Rica.

Capítulo XI

CRISIS DEL ARSÉNICO



LA CRISIS DEL ARSÉNICO

En octubre del año 2008, el Dr. Darner Mora Alvarado, como Director del Laboratorio Nacional de Aguas, participó en el Seminario de “Acceso a Agua Potable y Saneamiento en Managua, Nicaragua”.

Después de impartir una charla sobre el tema, en el periodo del refrigerio, en una mesa o “stand”, recogí un documento titulado, “La Problemática del Arsénico en Nicaragua”; en donde se describía la presencia de Arsénico (As) en 10 acueductos rurales en Zapote, Matagalpa con concentraciones entre 11 a 1034 $\mu\text{g/L}$ en sus aguas.” Ante esta información y observando el parecido de Managua o Nicaragua con nuestra provincia de Guanacaste, a la llegada a Costa Rica, conversé con la Licda. Azucena Urbina y el Lic. Marco Sequeira del Área de Agua Potable del Laboratorio Nacional de Aguas”, con el propósito de acelerar la implementación de la técnica de Absorción Atómica con Horno de Grafito, para la cuantificación a nivel de traza de As en las aguas para consumo humano (ACH), en los acueductos del país; esto a pesar de que el Reglamento para la calidad del Agua Potable solamente exigía realizar análisis de As y otros metales pesados, en sistemas de abastecimiento con coberturas mayores a 50.000 habitantes. Con la adquisición de los equipos correspondientes, los primeros análisis de As se iniciaron el 29 de julio del 2009 precisamente en los acueductos de Guanacaste, específicamente en el Jobo (Puerto Soley), Bagaces y Cañas, estos dos últimos sistemas operados por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. En estos tres sistemas la concentración de As sobrepasaba los 10 $\mu\text{g/L}$, El Jobo con 23 $\mu\text{g/L}$, Bagaces con 29 $\mu\text{g/L}$ y Cañas con 24 $\mu\text{g/L}$. En este contexto el Laboratorio Nacional de Aguas continuó con las siguientes acciones:

1. En estos tres acueductos se comunicó inmediatamente al Ing. German Araya y a las respectivas Jefaturas cantonales, quienes en forma oportuna sacaron de funcionamiento las fuentes de agua contaminadas en Bagaces y en Cañas, en los años 2009 y 2010 respectivamente. En el caso del Acueducto Rural de el Jobo, la Subgerencia de Acueductos Comunales impulsó y realizó la integración del acueducto al Sistema de La Cruz en el año 2011.
2. El Laboratorio Nacional de Aguas siguió realizando muestreos y análisis de As en las aguas de muchos Acueductos de todo el país descubriendo, hasta el momento, otros 20 acueductos contaminados con As en los distritos de Bagaces, Cañas, Bebedero,

Aguas Zarcas (San Carlos), Cristo Rey de Los Chiles, Santa Cecilia del Amparo y en la Esperanza de Pavón en Golfito.

3. Preocupados por la situación, la Dirección del Laboratorio Nacional de Aguas se reunió en noviembre del 2009 con la Ministra de Salud, Dra. María Luisa Ávila, la Dra. Ana Morice y la Dra. Marcela Vives, con el objetivo de abordar el tema, para lo cual el Ministerio de Salud se comprometió a realizar estudios epidemiológicos en las zonas afectadas para determinar el riesgo de enfermar por el consumo prolongado de As en el agua para consumo humano (ACH).
4. En diciembre del 2009 la Dra. María Ávila visitó el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, en donde en presencia de la Presidencia Ejecutiva, Lic. Ricardo Sancho y los directores nacionales, el Dr. Mora presentó una charla sobre la “Presencia de Arsénico en el Agua de Bebida en América Latina y sus Efectos en la Salud Pública”. En esta misma reunión se trató de ampliar el valor máximo permisible (VMP) de As en el Agua para consumo humano (ACH), fundamentados en la propia filosofía de las “Guías de Calidad de Agua de la Organización Mundial de la Salud”, y sobre todo que paradójicamente la norma de calidad del agua envasada de Costa Rica permite una VMP de As de 50 µg/L.
5. En razón de los temas tratados en los puntos 3 y 4 la Dirección del Laboratorio Nacional de Aguas le envió a la Sra. Ministra María Luisa Ávila, el oficio PRE-LNA 2011-003 del 03/01/2011 proponiendo el cambio del VMP de As a 30 µg/L, manteniendo los 10 µg/L como valor recomendado.
6. En marzo del 2011 la Dirección del Laboratorio Nacional de Aguas elaboró el “Estudio Preliminar Exploratorio Ecológico de la “Razón de Incidencia Estandarizada de Varios Tipos de Cáncer y las Concentraciones de Arsénico para Consumo Humano en Guanacaste, Costa Rica”. Dicho estudio era un abordaje preliminar, para luego continuar con otras investigaciones epidemiológicas que se iniciaron con la Escuela de Tecnologías en Salud de la Universidad de Costa Rica, a partir del año 2012.
7. El 26 de abril del 2011, la Dirección del Laboratorio Nacional de Aguas le envió a la Presidencia Ejecutiva del Instituto de Acueductos y Alcantarillados, Lic. Oscar Nuñez, Licda Yolanda Martínez y el Lic. Guillermo Arce Oviedo, el oficio PRE-LNA 2011-153, en donde se instaba a realizar las medidas correctivas para solventar la contaminación de Arsénico en los acueductos afectados.

8. Del 19 de enero al 23 de setiembre del 2011 la Dirección del Laboratorio Nacional de Aguas comunicó, mediante notas, a las áreas de salud de los cantones de Guanacaste y San Carlos (Aguas Zarcas) la situación de sus acueductos.
9. El 25/11/2011, mediante el oficio PRE-LNA 2011-564, la Dirección del Laboratorio Nacional de Aguas le comunico por escrito al Sr. Luis Ángel Rosales, Alcalde de la Municipalidad de Bagaces, la situación del estado de la contaminación de los acueductos con As en el distrito de Bagaces.

10. El 20 y 21 de diciembre del 2011 el Dr. Mora, en compañía de la Br. Nicole Villegas de la Universidad de Costa Rica, visitó las comunidades de Hotel Cañas, la Municipalidad de Bagaces y Agua Caliente, para explicarle a la población correspondiente los alcances de la problemática de As.



11. El 9 de enero del 2012 la Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo (CID), realizó un taller sobre la Problemática del Arsénico, con el objetivo de sensibilizar a los funcionarios del Instituto de Acueductos y Alcantarillados, Ministerio de Salud, ARESEP, Contraloría General de la República y ASADAS sobre este delicado tema.

12. Mediante oficio PRE-LNA 2012 del 24/01/2012, dirigido a la Licda. Yolanda Martínez, Subgerente de Sistemas Comunales se indica la situación de los acueductos rurales, contaminados con el objetivo de reiterar la toma de decisiones para corregir los acueductos contaminados, iniciando el 27 de setiembre del 2011, el reparto de agua por cisterna en Agua Caliente, la Comunidad del Hotel Cañas y en ASADAS y Vueltas de Kopper en Aguas Zarcas.

13. El 09/02/2012, en conjunto con la Subgerencia de Sistemas Comunales, la Gerencia General y la Dirección del Laboratorio Nacional de Aguas, se visitó el Área de Salud

de Aguas Zarcas, en donde se reunieron con el Dr. Dionisio Sibaja, sus asistentes y parte de las ASADAS involucradas, para abordar el tema de la contaminación de los sistemas con As y tomar las medidas correctivas correspondientes.

14. El 07 de marzo del 2012, el Director del Laboratorio Nacional de Aguas le envió a la nueva señora Ministra, la Dra. Daisy Corrales Díaz, el oficio PRE-0319-2012, cuestionando la forma equivocada como el valor guía provisional de 10 $\mu\text{g/L}$ de la Organización Mundial de la Salud fue copiado o asumido como un valor fijo, en el Reglamento para la Calidad del Agua Potable, sin realizar ningún estudio epidemiológico local, como lo indica el máximo órgano mundial de la salud.
15. El 27/06/2012 se realizó otra reunión con la Municipalidad de Cañas y la Comisión de Emergencias del Cantón con el mismo propósito del punto 9.
16. La realización de las encuestas para los estudios epidemiológicos transversales se han ejecutado en los siguientes lugares: La Comunidad de Hotel Cañas (caso) y San Miguel (control) en el periodo del 27/07/2012 al 24/08/2012. En las comunidades de Agua Caliente, Montenegro (casos) con la Comunidad de Llanos de Cortés (control), se realizaron en el periodo del 12/03/2013 al 22/03/2013.
17. El día 20 de setiembre del 2012, a las 9:00 am, en la Sala de Sesiones de la Municipalidad de Bagaces, en sesión ordinaria del CCCI, el Director del Laboratorio Nacional de Aguas, aborda de nuevo la problemática de As y toma el acuerdo de solicitar al INDER $\text{€}20.000.000$ (veinte millones de colones), para perforar un pozo y abastecer al Acueducto de Agua Caliente y La Joya. Además, se acordó solicitar a la Presidencia Ejecutiva del Instituto de Acueductos y Alcantarillados, realizar los diseños para construir un nuevo acueducto denominado "Montaña de Agua", para el distrito de Bagaces, incorporando los acueductos contaminados de: Falconiana, Arbolito, El Chile, Agua Caliente y Montenegro.
18. Paralelamente en los últimos tres años el Laboratorio Nacional de Aguas ha gestionado lo siguiente:
 - La construcción de equipos de remoción de As a escala, con su debida



operación en sitio para determinar su eficiencia. Esto permitió probar diferentes materiales de filtración, lo cual ha servido como previo a la decisión transitoria del Ministerio de Salud de colocar equipos caseros en Bagaces y Cañas.

- Se han probado en el sitio tres tipos de equipos de remoción de arsénico de empresas de: Argentina, EUA e Italia; esto con el propósito de analizar cuáles son las tecnologías más eficientes en remoción de As, previo a la adquisición por licitación de al menos 8 equipos para remover el As en los acueductos afectados.



- Se han coordinado acciones para iniciar con la Escuela de Geología de la Universidad de Costa Rica los estudios para determinar el origen de la contaminación del As, en Aguas Zarcas, Cañas y Bagaces.
- El inicio del estudio “Exploratorio Ecológico para determinar el Riesgo de Enfermar por el Consumo de Agua con Arsénico” y los estudios transversales en la Comunidad del Hotel Cañas, San Miguel de Cañas, Agua Caliente, Montenegro y Llanos de Cortés en Bagaces. Dicho estudio se ha estado realizando con el apoyo de la Escuela de tecnologías en Salud de la Universidad de Costa Rica.

19. En estos dos últimos años, el Laboratorio Nacional de Aguas ha apoyado al Grupo de trabajo Institucional para solucionar la problemática de los acueductos con As superior a 10 µg/L.

20. Hasta el 31 de julio del año 2013 el Laboratorio Nacional de Aguas ha realizado al menos 3.500 análisis de As en fuentes de abastecimiento y acueductos, abarcando los 192 sistemas operados por el Instituto de Acueductos y Alcantarillados, los 246 de los municipios y un 33% de los acueductos rurales.

21. Desde julio del 2009 hasta julio del 2013, la participación del Laboratorio Nacional de

Aguas, en el Grupo Institucional de la Atención de la Problemática de Arsénico, se había logrado solucionar en un 70% de la población expuesta: ver cuadro II Avance.

**Acueductos afectados con Concentraciones de Arsénico superiores a 10 µg/L:
Soluciones y Estado Actual- (Avance 2)**

Nombre del Acueducto	Cantón	Población estimada	Concentración de As µg/L	Soluciones realizadas y a ejecutar	Estado actual de la calidad del agua
El Jobo	La Cruz	770	23	23 antes de integración del nuevo Sistema al Instituto de Acueductos y Acantarillados, 3 después de la integración del mismo	Potable
El Chile	Bagaces	507	19	Integración al acueducto de Bagaces (Instituto de Acueductos y Acantarillados), o instalación de equipo de remoción de As	No potable
Arbolito	Bagaces	490	26	Integración al sistema de Bagaces (Instituto de Acueductos y Acantarillados), o instalación de equipo de remoción de As	No potable
Agua Caliente	Bagaces	385	80	Interconexión con acueducto de Montenegro ya realizado para bajar a 23 µg/L y luego equipo de remoción de As	No potable, pero se bajó de 80 a 28 µg/L de As
Montenegro	Bagaces	1050	Con pozo 1: 14 Con pozo 2: 23	Equipo de remoción de As	No potable
Falconiana	Bagaces	220	22	Equipo de remoción de As	No potable
El Recreo	Bagaces	152	44	Interconexión con ASADA Las Quintas o al acueducto de Bagaces	No potable
Bagaces	Bagaces	6077	49 antes del 2010 y 10 a partir del 2010	Eliminación del pozo contaminado	Potable

Comunidad Hotel Cañas	Cañas	280	180 antes de la Interconexión con La Libertad. 14 después de éste	Eliminación del pozo contaminado e interconexión con el acueducto La Libertad	No Potable
La Libertad	Cañas	525	10		Potable
Cañas	Cañas	19.215	antes del 2010 25 µ/L. A partir del 2010 con 9 µ/L	Eliminación de funcionamiento del pozo Sandillal 6	Potable
Bebedero	Cañas	2100	16	Equipo de remoción de As	No potable
Jabillas	Cañas	242	97	Eliminación del pozo e interconexión de la naciente nueva (5 µg/L de As)	No potable
Vergel	Cañas	197	27	Eliminación del pozo contaminado e interconexión del pozo nuevo	No potable
Vueltas de Kooper	Aguas Zarcas de San Carlos	552	186 antes de la interconexión a ASADA 5, 28 después de la unión	Interconexión con la ASADA de San Francisco de la Palmera	No potable
ASADA 5	Aguas Zarcas de San Carlos	4158	28	Interconexión con el Sistema Aguas Zarcas	No potable
Los Chiles-Sistema 3	Aguas Zarcas de San Carlos	360	16 antes de la eliminación de la fuente contaminada y 6 después de la eliminación	Eliminación de fuente contaminada	Potable
Concepción de La Palmera	Aguas Zarcas de San Carlos	360	16	Interconexión a otros sistemas de abastecimiento, nuevas fuentes o colocación de equipo de remoción de As	No potable
Cristo Rey de Los Chiles	Aguas Zarcas de San Carlos	242	14	Equipo de remoción de As	No potable

Santa Cecilia del Amparo	Los Chiles	875	22	Equipo de remoción de As	No potable
La Esperanza de Sábalos de Pavón	Golfito	228	22	Equipo de remoción de As, hierro y manganeso	No potable
Sahara de Batán	Matina	433	14 antes del filtro, 10 después de éste	Equipo de remoción de Hierro y Manganeso ya colocado	Potable

Fuente: Laboratorio Nacional de Aguas y Comisión Institucional de Soluciones para la Problemática de los Acueductos con As superiores a 10 µg/L

Nota 1: Población total afectada: 39.418

Nota 2: Población solucionada o con agua potable: 27.380 (69. 5%).

Nota 3: La interconexión entre La Libertad y la Comunidad del Hotel Cañas, logró bajar la concentración de As de este acueducto de 180 µg/L a 14 µg/L.

Nota 4: El número de Acueductos afectados hasta el momento es de 21 equivalentes a 26 comunidades.

Las características geográficas de nuestro país y la creciente y nueva industria y procesos de producción, han ocasionado que en los últimos 14 años se presenten episodios de contaminación con sustancias químicas, como nitratos, hierro, calcio, entre otros, y más recientemente con trazas de Arsénico (As). Por este motivo, resulta de suma importancia considerar esta nueva e importante etapa vivida por el Instituto de Acueductos y Acantarillados y el Laboratorio Nacional de Aguas , la cual ha puesto en aprietos a las altas autoridades de la Institución y a la Dirección y Subdirección del Laboratorio, inclusive con Recursos de Amparo de la Sala Constitucional y amenazas de demandas de índole penal. No obstante esta situación, y en un trabajo conjunto con otras Instituciones del Estado, con gran mística se ha afrontado esta difícil coyuntura, convencidos siempre de que nuestro principal objetivo es resguardar la salud de la población.

A raíz de toda esta experiencia, en el Laboratorio Nacional de Aguas se procedió a realizar una investigación titulada “Agua para Consumo Humano: estudio comparativo de la magnitud de la contaminación por arsénico en Argentina, Chile y los países de Centroamérica (2013)”, que permitió hacer un análisis entre las diferentes situaciones y experiencias vividas, con la contaminación con este metal, en cada uno de los países considerados en el estudio. Para una mayor amplitud sobre el tema, en el Capítulo XIII se presenta el resumen de este trabajo.

Capítulo XII

EXPECTATIVAS Y DESAFÍOS DEL LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS



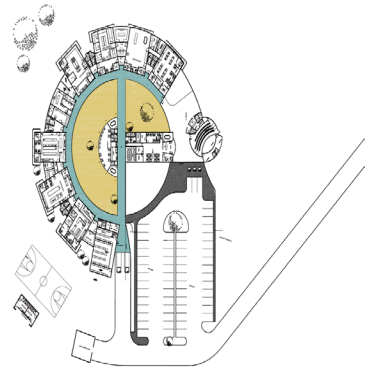
Nueva generación de funcionarios del Laboratorio Nacional de Aguas

EXPECTATIVAS Y DESAFÍOS DEL LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

Si bien es cierto el Laboratorio Nacional de Aguas ha tenido una historia de crecimiento y desarrollo, no sólo en la parte administrativa y técnica, sino también en la de personal y de gestión, también es cierto que no debemos ser conformistas y quedarnos en esa posición. En este contexto, la dirección del Laboratorio se ha planteado varios retos que, aunque difíciles, no son imposibles.

CONSTRUCCIÓN DEL NUEVO EDIFICIO DEL LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

Para nadie es un secreto que las instalaciones en las que se encuentra instalado el Laboratorio Nacional de Aguas, están muy lejos de presentar las condiciones necesarias y óptimas que debe cumplir un laboratorio, ya que está ubicado en una casa antigua que, poco a poco, se ha modificado para poder cumplir con los objetivos planteados y con las exigencias del medio. Esta situación ocasionó que el Laboratorio Nacional de Aguas no fuera seleccionado como “Laboratorio Regional de Referencia” en análisis de aguas residuales de la región de América Central y República Dominicana, adjudicándole solamente la de “Laboratorio Nacional de Referencia”. Por tal motivo, el director del Laboratorio Nacional de Aguas, Dr. Darner Mora, se propuso hace más de una década construir un nuevo edificio que cumpliera con las especificaciones técnicas de un laboratorio de aguas. Este sueño ha resultado imposible hasta la fecha, a pesar de que ya se realizaron los estudios pertinentes, se confeccionó la respectiva maqueta y se elaboraron los planos de éste.



SISTEMA DE INFORMACIÓN SILAB

Este Proyecto se encuentra en este momento en ejecución. Consiste en la adquisición de un software a la Empresa norteamericana STAR LIMS, el cual debe ser modificado para adaptarlo a las necesidades y condiciones de nuestro laboratorio. La ejecución de este Proyecto ha estado liderada por el Lic. Marco Antonio Sequeira en compañía de la Ing. Elena Porras, de Informática, con cuya tesonera labor han logrado un avance tal que pronto estarán solicitando la presencia de los técnicos de la Empresa STAR LIMS para corregir los detalles finales, y comenzar a trabajar con esta nueva herramienta, la que se presume será de gran beneficio en la realización de nuestras labores cotidianas.

INSPECCIONES SANITARIAS

Como se mencionó, el Laboratorio Nacional de Aguas inició el proceso de acreditar las inspecciones sanitarias a través de la Norma INTE/ISO-IEC 17020 2012, con la intención de dar mayor solidez, validez y veracidad a las evaluaciones de riesgo de los acueductos. La capacitación es un aspecto relevante en este proceso, y durante este año se procederá a realizarla entre el personal del Laboratorio Nacional de Aguas y algunos funcionarios, muy selectos de las regionales.

CENTRO DE CAPACITACIÓN DEL LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

Con el objetivo de cumplir con los objetivos del Laboratorio Nacional de Aguas, dentro de los cuales resalta la obligación de capacitar a los demás entes operadores de acueductos en todo lo relacionado con el agua y su potabilización, rescatando la función rectora del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, se trabaja en la implementación de un “Centro de Capacitación”, que le permita al Laboratorio Nacional de Aguas cumplir satisfactoriamente con esta importante función.

GEOREFERENCIACIÓN

Con la intención de optimizar la selección de los puntos de muestreo y la ubicación de éstos, el Laboratorio Nacional de Aguas adquirió Sistemas de Posicionamiento Geográfico o GPS, los cuales fueron entregados al personal de campo para iniciar esta importante labor, esto permitirá una mejor ubicación de los puntos de muestreo, lo que beneficiará a toda la Institución.

Capítulo XIII

**RESÚMENES DE LAS PRINCIPALES
INVESTIGACIONES DEL
LABORATORIONACIONAL
DE AGUAS SOBRE AGUA,
AMBIENTE Y SALUD**



RESÚMENES DE LAS PRINCIPALES INVESTIGACIONES DEL L.N.A. SOBRE AGUA, AMBIENTE Y SALUD

Agua y Salud

ACCESO A AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y SANEAMIENTO EN LA SUBREGIÓN DE AMÉRICA CENTRAL Y REPÚBLICA DOMINICANA

Darner A. Mora Alvarado
Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública
Harry Philippeaux
Especialista de OPS-El Salvador

RESUMEN

Objetivo:

Describir la situación de cobertura del acceso a Agua para Consumo Humano (ACH) y saneamiento o Disposición Adecuada de Excretas (DAE), y su relación con los Indicadores Básicos de Salud (IBS), además de los avances de la Meta 10 de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), en los países que conforman la subregión de América Central y República Dominicana.

Metodología:

Para cumplir con el objetivo planteado se utilizaron datos oficiales del Programa Conjunto de Monitoreo (PCM), de la UNICEF/OMS del año 2006, los datos de los Indicadores Básicos de Salud (IBS) se obtuvieron de los informes de salud del mundo de la Organización Mundial de la Salud; además, se estudiaron otros documentos relacionados con el tema.

Resultados:

Los resultados indican que existen importantes disparidades en el acceso a Agua para Consumo Humano y Disposición Adecuada de Excretas en los 8 países de la subregión, sobresaliendo los grandes avances de cobertura con agua por cañería de Costa Rica (97%), seguidos por Panamá (89%), República Dominicana (82%), Honduras (79%), Guatemala (78%), El Salvador (62%) y Nicaragua (61%), en el caso de la Disposición Adecuada de Excretas o instalaciones de saneamiento mejoradas (ISM), Costa Rica se ubica en el primer lugar con un 96%, El Salvador (86%), Guatemala (84%), República Dominicana (79%), Panamá (74%), Honduras (66%) y Nicaragua (48%). Con respecto a los avances en la Meta 10 del ODM 7, paradójicamente existen países que ya alcanzaron la meta, a pesar de que su cobertura en Agua para Consumo Humano y Disposición Adecuada de Excretas siguen siendo baja.

Conclusiones:

Los resultados demuestran grandes desigualdades en los países de la subregión en cuanto a las coberturas con ACH y DAE. Por otro lado, se observa que en el cumplimiento de la Meta 10 de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, en República Dominicana un 65% de la población utiliza agua envasada. Además, los avances en la Meta 10 del Objetivos de Desarrollo del Milenio 7 no son concordantes con los Indicadores Básicos de Salud (IBS), lo cual debe ser motivo de análisis por parte del Foro Centroamericano y República Dominicana de Agua Potable y Saneamiento (FOCARD-ADS).

ACCESORIOS DOMÉSTICOS EN LOS GRIFOS Y SU IMPACTO SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Darner Mora Alvarado

Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública

Moisés Coto Cervantes

Asistente de Laboratorio

Carlos Felipe Portuquez

Licenciado en Gestión Ambiental

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo determinar, mediante una encuesta sanitaria, el porcentaje de la población que usa accesorios domésticos en los grifos, y evaluar el impacto sobre la calidad del agua para consumo humano. Para cumplir con el objetivo del estudio se establecieron 3 etapas; la primera es la realización de una encuesta a nivel nacional en 598 viviendas y comercios, para estimar el porcentaje de presencia de accesorios domésticos en los grifos; la segunda es la evaluación de la calidad microbiológica del agua con y sin dispositivo en 70 muestras duplicadas; la tercera es el aislamiento e identificación de bacterias existentes en el interior de los accesorios. Los datos de la encuesta indican que de las 598 viviendas y comercios visitados, un total de 98 tenían algún tipo de accesorio, lo que da un 16%; el material de dichos accesorios fue un 58% plásticos, 22,5% de tela y 23% de otros materiales. Los análisis de agua en grifos con y sin dispositivos, demuestran que el 29% de las muestras de agua se afectaron por el uso del accesorio, provocando contaminación microbiológica del agua. Por último, el análisis de los hisopados en el interior de los accesorios, demostró la presencia de bacterias Gran positivas en 41% y Gran negativas en un 96%, dichos resultados permiten concluir que el uso tradicional de accesorios domésticos en los grifos, impacta en la calidad microbiológica del agua para consumo humano.

Se recomienda educar a la población en general para evitar el uso de este tipo de dispositivos, promoviendo los “Planes de Seguridad del Agua en el Hogar”.

AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DISPOSICION DE EXCRETAS EN COSTA RICA: SITUACION ACTUAL Y EXPECTATIVAS – PERIODO 2001-2020

*Darner Mora Alvarado
Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública
Carlos Felipe Portuquez
Licenciado en Gestión Ambiental*

RESUMEN

El presente artículo tiene como objetivo general determinar la situación actual de la cobertura y calidad del Agua para Consumo Humano (ACH), además de la cobertura en la disposición de aguas residuales domésticas (DE); la intención es estimar las proyecciones de ambos servicios para el período 2001-2020. Para cumplir con el mencionado objetivo se utilizó información del Laboratorio Nacional de Agua (Laboratorio Nacional de Aguas), del “Análisis Sectorial del Agua Potable y Saneamiento” de la Organización Paramericana de la Salud/Instituto de Acueductos y Alcantarillados, y los resultados de proyección del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). Por otro lado, como complemento a este estudio, se relacionaron las coberturas de ACH y DE con la mortalidad infantil y otros indicadores de salud. Para la estimación de las proyecciones de cobertura de ACH y DE para los años 2005, 2015 y 2020, se plantearon dos escenarios. El primero se fundamenta en la realidad actual, es decir, en un sector agua potable y saneamiento difuso y desordenado, y con un Instituto de Acueductos y Alcantarillados como ente rector y operador con poco apoyo gubernamental. El segundo escenario parte del supuesto de la creación del sector, la aplicación del “Análisis Sectorial”, la ejecución de 15 proyectos, la separación interna de Instituto de Acueductos y Alcantarillados en funciones rectora y operativa, y la ejecución del plan de inversiones por \$1.500 millones, para los próximos 18 años, en servicios de agua potable y alcantarillado, los resultados indican que de cumplirse las proyecciones con el escenario 1, existirá un deterioro paulatino del servicio de agua potable y un incremento de la contaminación fecal de los ríos y principales acuíferos del país, debido al incremento de materia fecal sin ningún tratamiento convencional, aportado por 5.5 millones de habitantes calculados para el año 2020. Dicho deterioro causará efecto sobre los excelentes índices de salud alcanzados por Costa Rica en los últimos años. En el caso de cumplirse el escenario 2, como resulta lógico, contaremos con suministro de agua para consumo humano de calidad potable para el 89% de la población en el año 2020;

además, la reconstrucción del alcantarillado del Area Metropolitana permitirá disminuir la contaminación fecal en los ríos de la Cuenca 24, limitando el incremento de nitratos en los acuíferos Barva y Colima Superior e Inferior. Por último, se recomienda aplicar un tercer escenario, en el cual el Estado aporta los recursos necesarios para que el suministro de ACH y DE sea mejorado en forma sostenible.

AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DISPOSICIÓN DE EXCRETAS: SITUACIÓN DE COSTA RICA EN EL CONTEXTO DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE – 1960/2000

Darner Mora Alvarado

Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública

RESUMEN

El objetivo general del presente trabajo consiste en estudiar las coberturas de Agua para Consumo Humano (ACH) y Disposición de Excretas (DE) de Costa Rica, en comparación con 46 países de América Latina y El Caribe (AL y C), mediante el análisis de los informes publicados por la OMS/Organización Paramericana de la Salud y el Laboratorio Nacional de Aguas (Laboratorio Nacional de Aguas). Además, se establecen correlaciones y análisis de frecuencias entre ambas variables y las tasas de mortalidad infantil/1000 nacidos vivos y el Índice de Desarrollo Humano (IDH). Los resultados obtenidos indican una evolución durante los últimos 40 años. Sin embargo, aún persisten más de 73 millones de personas que no tienen acceso a ACH y 103 millones que no cuentan con sistemas para DE.

Con respecto a Costa Rica, se observa un importante avance en la cobertura con ACH con un 97.4%, del cual el 76% recibe agua de calidad potable, y solamente un 2.6% no tiene acceso a ella. En el caso de la DE, nuestro país tiene una cobertura de 98% con algún sistema de evacuación de excretas, pero ocupa uno de los últimos lugares en el tratamiento por alcantarillado sanitario, concentrando la DE en tanques y fosas sépticas (77%), lo cual está afectando progresivamente la calidad de las aguas subterráneas. Por otro lado, las correlaciones entre la cobertura con Agua para Consumo Humano y Disposición de Excretas, versus la mortalidad infantil, demuestran una relación inversa, es decir, a mayor cobertura con agua para consumo humano y disposición de excretas, menores son las tasas de mortalidad infantil en los países de la región. Lo mismo sucede

cuando se relacionan ambos indicadores con el IDH en 11 países latinoamericanos. Por último, se señalan las diferencias en ambos servicios y se realizan recomendaciones para mejorarlas y hacerlas sostenibles para las futuras generaciones.

SITUACIÓN DE COSTA RICA EN CUANTO AL ACCESO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

Darner Mora Alvarado
Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública
Carlos Felipe Portuquez
Licenciado en Gestión Ambiental

RESUMEN

Objetivo

Analizar la situación de cobertura de Costa Rica en cuanto al acceso a agua para consumo humano (ACH), y su ubicación en el contexto de América Latina y el Caribe, basados en diferentes fuentes de información, con el propósito de correlacionarlos con los indicadores básicos de salud, desarrollo y los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM)

Metodología

Para cumplir con el objetivo se seleccionaron 22 países de América Latina y El Caribe; se utilizaron datos del Programa Conjunto de Monitoreo de las Naciones Unidas (PCM), el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) y el Laboratorio Nacional de Aguas (Laboratorio Nacional de Aguas), con la intención de analizar su reproducibilidad, luego, se analiza la ubicación de Costa Rica en América Latina y El Caribe, en los diferentes tipos de acceso al agua definidos por el PCM. Posteriormente, calcularon las correlaciones lineales al 95% de confianza, con el objetivo de estudiar la asociación entre los tipos de acceso a ACH y los IBS (tasa de mortalidad en niños menores de 5 años/1000, la esperanza de vida al nacer, niños con estatura inferior a lo normal), el Índice de Desarrollo Humano y el Producto Interno Bruto – per cápita.

Resultados

Los datos del PCM ubican a Costa Rica en el primer lugar en América Latina y El Caribe en el acceso a “agua corriente en la vivienda, terreno o patio”, por otro lado, se comprueba la hipótesis de que a mayor cobertura de agua con conexión domiciliar, mejores son los IBS y de desarrollo en los países estudiados; sin embargo, esto no es concordante con la riqueza o el producto interno bruto-per cápita

Conclusiones

Se hace evidente el avance de Costa Rica en la cobertura de agua en la vivienda. La fuerte asociación entre este tipo de acceso a agua y los Indicadores Básicos de Salud (IBS) y de desarrollo, demuestran que para salir de la pobreza y mejorar la salud de las poblaciones, es fundamental dotar a las comunidades de un sistema de abastecimiento de agua de buena calidad.

DESIGUALDADES POR CANTONES EN EL ACCESO A AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN COSTA RICA 2006

Darner Mora Alvarado

Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública

RESUMEN

Objetivo:

Determinar las desigualdades por cantones en el acceso a agua para consumo humano en Costa Rica en el año 2006.

Métodos:

Para cumplir con el objetivo de este estudio se utilizaron los datos generales de cobertura por cañería, calidad, población con acceso a agua sometida a programas de control de calidad del agua, tratamiento y desinfección del agua y la uniformidad y heterogeneidad en la tarifa aplicada por los servicios de agua, en el país. Estos datos se obtuvieron del Informe Anual de Cobertura y Calidad del Agua del año 2006, elaborado por el Laboratorio Nacional de Aguas. Con los datos nacionales se aplicó el “Sistema de

Evaluación de Desigualdad en el Acceso a Agua Potable por Cantones en Costa Rica”, elaborado por Darner Mora, en donde se usaron cinco parámetros dicotómicos a saber:

- A. Cobertura de agua intradomiciliar (CAI):
 - Si es $\geq 94\%$ se le otorga 1 punto.
 - Si es $< 94\%$ obtiene. 0 puntos
- B. Cobertura de agua de calidad potable (CACP)
 - Si es $\geq 81.2\%$ obtiene 1 punto.
 - Si es $< 81.2\%$ se otorga. 0 puntos
- C. Cobertura de población que recibe agua sometida a control de calidad (CACC)
 - Si es $\geq 69\%$ se le otorga = 1 punto
 - Si es $< 69\%$ no obtiene puntos = 0 puntos
- D. Cobertura de población que recibe agua con tratamiento y desinfección (CATD)
 - Si es $\geq 76\%$ se le otorga = 1 punto
 - Si es $< 76\%$ se le otorga = 0 puntos
- E. Tarifas (T):
 - Población con agua de un solo operador o tipo de tarifas, se le otorga 1 punto
 - Población con más de dos tipos de tarifas, se le otorga = 0 puntos

Resultados

Los resultados indican que 9 cantones (11.1%) sumaron 5 puntos, clasificando como de muy poca desigualdad (MPD), 15 cantones (18.5%) obtuvieron 4 puntos clasificándolos con poca desigualdad (PD), 11 cantones (13.6%) calificaron con 3 puntos como de mediana desigualdad (MeD), 10 cantones obtuvieron 2 puntos clasificando como de alta desigualdad (AD), otros 20 cantones (24.7%) solamente obtuvieron 1 punto, lo cual los clasifica como de muy alta desigualdad (MAD), y 16 cantones con cero puntos para total desigualdad (TD).

Conclusiones

Los resultados permiten concluir que Costa Rica tiene una amplia cobertura de su población con agua por cañería intradomiciliar; sin embargo, se observan grandes

desigualdades en los cinco parámetros estudiados en la mayoría de los 81 cantones del territorio nacional.

DESIGUALDADES POR CANTONES EN EL ACCESO A AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN COSTA RICA EN EL AÑO 2011 Y SU COMPARACIÓN CON EL PERIODO 2006

Darner Mora Alvarado
Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública
Carlos Felipe Portuquez
Licenciado en Gestión Ambiental

RESUMEN

Objetivo:

Determinar las desigualdades por cantones en el acceso a agua para consumo humano en Costa Rica en el año 2011, y su comparación con los resultados obtenidos en el periodo 2006.

Métodos:

Para cumplir con el objetivo de este estudio se utilizaron los parámetros del primer estudio sobre desigualdades, elaborado en el año 2006. Utilizando la misma metodología, se realizó la clasificación de los 81 cantones del país según la clase de desigualdad para el año 2011, tomando como parámetros datos porcentuales promedio nacionales de cobertura con agua por cañería, calidad, población con acceso a agua sometida a programas de control de calidad, tratamiento y desinfección del agua y la uniformidad y heterogeneidad en la tarifa. Esta información se obtuvo del Informe Cobertura y Calidad del Agua del año 2011, elaborado por el Laboratorio Nacional de Aguas, además de la información del CENSO 2011 desarrollado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos. Con estos datos se aplicó el “Sistema de Evaluación de Desigualdad en el Acceso a Agua Potable por Cantones en Costa Rica”, elaborado por Darner Mora, en donde se usaron cinco parámetros dicotómicos a saber:

- A. Cobertura de agua intradomiciliar (CAI):
- Si es $\geq 98,1\%$ se le otorga 1 punto.
 - Si es $< 98,1\%$ obtiene. 0 puntos
- B. Cobertura de agua de calidad potable (CACP):
- Si es $\geq 90,1\%$ obtiene 1 punto.
 - Si es $< 90,1\%$ se otorga. 0 puntos
- C. Cobertura de población que recibe agua sometida a control de calidad (CACC):
- Si es $\geq 74,9\%$ se le otorga = 1 punto
 - Si es $< 74,9\%$ no obtiene puntos=0 puntos
- D. Cobertura de población que recibe agua con tratamiento y desinfección (CATD):
- Si es $\geq 84,5\%$ se le otorga = 1 punto
 - Si es $< 84,5\%$ se le otorga = 0 puntos
- E. Tarifas (T):
- Población con agua de un solo operador o tipo de tarifas, se le otorga 1 punto
 - Población con más de dos tipos de tarifas, se le otorga = 0 puntos

Resultados:

Los resultados indican que 10 cantones (12,3%) sumaron 5 puntos, clasificando como de muy poca desigualdad (MPD), 15 cantones (18,5%) obtuvieron 4 puntos clasificándolos con poca desigualdad (PD), 5 cantones (6,2%) calificaron con 3 puntos como de mediana desigualdad (MeD), 13 cantones (16%) obtuvieron 2 puntos.

ACCESO A AGUA Y SANEAMIENTO E INDICADORES BÁSICOS DE SALUD Y DESARROLLO: SITUACIÓN DE COSTA RICA EN EL CONTEXTO MUNDIAL AL AÑO 2008

Darner Mora Alvarado
Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública
Carlos Felipe Portuquez
Licenciado en Gestión Ambiental

RESUMEN

Objetivo:

Describir las coberturas con las diferentes modalidades de acceso a agua para consumo humano (ACH) y disposición adecuada de excretas (DAE), definidas en los conceptos de “Fuentes de Agua Potable Mejoradas” (FAPM) e “Instalaciones de Saneamiento Mejoradas” (ISM), en 147 países del mundo, y su relación con los indicadores básicos de salud (IBS) e indicadores de desarrollo (ID), y la ubicación de Costa Rica en el contexto mundial durante el año 2008.

Metodología:

Se seleccionaron 147 países de todo el mundo, usando como criterio que éstos contaran con datos para la totalidad de las variables seleccionadas. Las coberturas con agua para consumo humano y disposición adecuada de excretas se obtuvieron del documento “Progress on Sanitation and Drinking Water 2010”, publicado por el “Programa Conjunto de Monitoreo” (PCM) de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Programa de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), mientras que los datos de los IBS se recopilaron de la publicación denominada “Estado Mundial de la Infancia 2008”, de la misma UNICEF; además, se incluyeron datos por país de tres ID. Luego, con los diferentes tipos de acceso a agua identificados y oficializados por el mismo PCM, se realizaron análisis de correlación lineal al 95% de confianza con los indicadores básicos de salud y los ID, con el propósito de determinar la asociación entre los pares de variables; se pretende con esto definir el “peso” de cada modalidad de acceso a ACH e ISM con los Indicadores Básicos de Salud, y su comparación con los ID. Por último, se establecen escalafones o “ranking” de acceso a los diferentes tipos de FAPM e ISM.

Resultados:

La variable de FAPM-total presenta correlación lineal con la TM<5 años/1000, la TMI/1000, la EVN, el IDH, el PIB/per cápita y el ISM, con valores “r” de -0,78, -0,80, 0,70, 0,78, 0,52 y 0,74, respectivamente. Por su parte, las ISM obtuvieron valores de -0,76, -0,80, 0,76, 0,82, y 0,56 con los mismos IBS e ID. El N° Med/100.000 presentó valores de “r” de -0,64, -0,69, 0,68, 0,76, 0,55 y 0,69 con la TM<5 años/1000, la TMI/1000, la EVN, el IDH, el PIB/per cápita e ISM, respectivamente.

Conclusiones y recomendaciones:

El análisis de los resultados demuestra que las variables de acceso a FAPM-total e ISM, explican mejor los avances de las naciones en los IBS y los ID que el N° Med/100.000 y el PIB/per cápita. Esto permite recomendar la aplicación de los servicios de agua y saneamiento, principalmente en la modalidad de agua por cañería, para incrementar el desarrollo y la salud de los países del orbe.

PROGRAMA NACIONAL DE MEJORAMIENTO Y SOSTENIBILIDAD DE LA CALIDAD DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE PERIODO 2007-2015

Darner Mora Alvarado
Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública
Héctor Feoli Boraschi
Ingeniero Civil

RESUMEN

El presente documento establece una propuesta para el “Programa Nacional para el Mejoramiento y Sostenibilidad de la Calidad de los Servicios de Agua Potable, en el período 2007-2015” (PNMCSAP), fundamentado en la aplicación de 7 componentes:

- (1) Protección de fuentes de agua.
- (2) Vigilancia y control de la calidad del agua.
- (3) Tratamiento y desinfección del agua.
- (4) Cantidad (Producción), continuidad, calidad y costos (tarifas).
- (5) Evaluación del riesgo sanitario (ERS)

- (6) Políticas, normas y legislación.
- (7) Autosostenibilidad, movilización social y educación.

Cada uno de estos componentes está conformado por subprogramas o actividades con el objetivo de que integralmente se cumpla, paulatinamente, con metas anuales que permitan mejorar la calidad de los Servicios de Agua Potable (SAP) en Costa Rica. Este programa está estructurado para que cada ente operador (Instituto de Acueductos y Acantarillados, municipalidades, la Empresa de Servicios Públicos de Heredia, las ASADAS y/o CAAR's y otras modalidades privadas), realicen las medidas correctivas guiadas y orientadas por la Oficina de Rectoría del Instituto de Acueductos y Acantarillados. Además, se propone un esquema de gestión conformado con 2 niveles; el primero es el de Rectoría, donde participan el Laboratorio Nacional de Aguas, la propia Oficina Rectora de Instituto de Acueductos y Acantarillados y el Ministerio de Salud, para lo cual se creará una "Comisión Nacional de Vigilancia de la Calidad de los Servicios de Agua Potable". El segundo es el operativo, con la participación de las diferentes organizaciones operadoras indicadas anteriormente.

Por otro lado, para evaluar la calidad de los Servicios de Agua Potable (SAP) se creó un Sistema de Evaluación de la Calidad de los Servicios de Agua Potable (SECSAP), con el objetivo de realizar diagnósticos anuales que permitan medir el avance en las mejoras.

Por último, el éxito en la implementación de este nuevo Programa, dependerá de la voluntad política de los diferentes actores y de la conciencia de las entidades suplidoras de agua potable para buscar el mejoramiento continuo. La idea es buscar el beneficio de los clientes, los que sin lugar a dudas deben ser la razón de ser de toda empresa.

La meta general para el año 2015, es convertir a Costa Rica en el primer país latinoamericano en cobertura y calidad de los Servicios de Agua Potable (SAP); pero sobre todo cumplir con creces la meta 10 de los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

VIGILANCIA SANITARIA DEL AGUA: UN NUEVO ENFOQUE PARA MUNICIPALIDADES DE COSTA RICA

Carmen Valiente

Revista Costarricense de Salud Pública. 1999. Vol.8 Nº 15.

Los programas de vigilancia sanitaria constituyen el nuevo enfoque para complementar los programas de control de calidad del agua y consisten en la aplicación de una metodología que permite determinar el grado de riesgo para la salud que presentan los sistemas de agua para consumo humano.

En el presente trabajo se presenta el desarrollo y la adaptación de un Programa de Vigilancia Sanitaria para ser utilizado en Costa Rica; este programa se basa principalmente en determinar el grado de riesgo para la salud que posee un acueducto, relacionando el nivel de contaminación fecal en el grado de la inspección sanitaria obtenido a partir de encuestas de campo. Los alcances de programa son : proveer una plataforma para dar prioridad racional a las inversiones en el sector agua y unificar esfuerzos entre los dos roles importantes en esta área, el de las instituciones encargadas del abastecimiento de agua y el ente rector o autoridad reguladora en el campo del agua y la salud. Inicialmente para implementar este programa se seleccionaron las Municipales de Costa Rica, de las 81 municipalidades existentes 37 operan sistemas de suministro de agua para un total de 243 acueductos. El Programa fue implementado durante los años 1996 y 1997. Se presentan para ilustración los resultados obtenidos en dos acueductos pertenecientes a las municipalidades de Cartago y San Marcos de Tarrazú. La ventaja de este tipo de programas sobre los programas de control de calidad, radica principalmente en poder determinar el estado en que se encuentran las estructuras del acueducto y no sólo su calidad, con el fin de establecer las prioridades para una inversión eficiente de los recursos existentes y así evitar la exposición de los usuarios a enfermedades de transmisión hídrica.

RESEÑA DEL LIBRO: “OZONE AND CLORINE DIOXIDE TECHNOLOGY DESINFECTATION OF DRINKING WATER”

Victoria PachecoSecades
Licenciada en Química

RESUMEN

KATZ J. Ozone and chlorine dioxide technology for disinfection of drinking wáter. Noyes Data Corporation, Park Ridge, New Jersey. 1980.659 p.

Este es el volume 67 de la serie Pollution Tecnology Review y a la ve el número 164 de Chemical Tecnology Review. Los capítulos se presentan como reproducciones de los manuscritos mecanografiados originales.

Los temas generales que cubren son: Uso de otros desinfectantes; aspectos microbiológicos de la desinfección, determinación de residuos; química y costo del proceso de desinfección. La segunda parte del libro trata de manera concreta los aspectos químicos, biológicos, de salud pública, y de ingeniería, en el uso del ozono y del dióxido de cloro en el tratamiento de las aguas.

La información contenida en este libro es bastante completa, lo cual la hace valiosa como obra de referencia para personas que ya trabajan en el campo del tratamiento de aguas, ya que además presenta una extensa recopilación de información bibliográfica referente al uso del ozono y del dióxido de cloro en aguas. Los mecanismos de acción de estos oxidantes sobre la materia orgánica están descritos en forma adecuada, lo cual le da valor adicional a esta obra para aquellos lectores interesados en conocer, más a fondo, la naturaleza química de los procesos descritos.

EVALUACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE GUADALUPE

Victoria PachecoSecades
Licenciada en Química

RESUMEN

Se obtuvieron los parámetros básicos de diseño para modificar los procesos de tratamiento en la Planta de Guadalupe. El análisis de las pruebas de jarras que para el efecto se hicieron, el estudio de la calidad físico química del agua cruda y el agua filtrada de la Planta, demostró la necesidad de proyectar un nuevo sistema de floculación. El cual deberá diseñarse con base en los siguientes parámetros deducidos:

Floculación con un periodo de 27 minutos con gradientes de velocidad que oscilen entre 82,5 y 42,0 s⁻¹. El nuevo sistema requerirá de corrección de Ph en la mezcla rápida, cuando la turbiedad del agua cruda sea mayor a 80 U.F. y corrección de alcalinidad al final del tratamiento.

Además, se determinaron las constantes a y b en la ecuación:

$$\text{Log TO} = a + b D$$

TO = turbiedad inicial, U.F.

a y b = constantes características del agua

D= dosis de coagulante, mg/L que expresa la variación de la dosificación D respecto a TO y permite establecer la relación:

$$\text{Log TO} = 0.557 + 0.021 D$$

para las aguas de esta planta y para turbiedades mayores a 20 U.F.

REMOCIÓN DE HIERRO TOTAL EN LOS PROCESOS DE FLOCULACIÓN Y SEDIMENTACIÓN

Victoria PachecoSecades
Licenciada en Química

RESUMEN

En pruebas efectuadas en el Laboratorio de Control de Calidad de Aguas del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, se determinó la remoción de hierro total en procesos convencionales de floculación- sedimentación y si ésta remoción deja residuales cercanos a los niveles máximos permisibles, tomando en cuenta que faltaría el proceso de filtración que se está haciendo como un complemento a éste trabajo. Se usó un límite máximo de 0.7 mg/L de hierro en el agua sedimentada ya que la experiencia permite deducir que los filtros pueden perfectamente remover este hierro para alcanzar los valores, pautas señalados por la Organización Mundial de la Salud (O.M.S.) (1983) de 0.3 mg/L de hierro para el agua filtrada.

EVALUACIÓN DE LA PLANTA ALTA DE TRES RIOS

Victoria Pacheco Secades
Licenciada en Química
Víctor Rodríguez
Ingeniero Civil

SUMARIO

La Planta Alta de Tres Ríos construida entre 1984 y 1986 es actualmente el sistema de potabilización más importante del Acueducto Metropolitano de la Ciudad de San José ; a pesar de haber sido diseñada utilizando tecnología que toma en cuenta las características propias del país, desde su puesta en marcha en octubre de 1987, ha experimentado problemas de operación y mantenimiento los cuales, son analizados en el presente trabajo a la vez que se proponen las soluciones para el mejoramiento general de la Planta.

PROPUESTA SOBRE CRITERIOS DE CALIDAD DE LAS AGUAS DE CONSUMO HUMANO EN COSTA RICA

Darner Mora Alvarado
Microbiólogo y Químico Clínico
José Miguel Ramírez Ramírez
Licenciado en Química
Ana Victoria Mata Solano
Microbióloga y Químico Clínico

Victoria Pacheco Secades
Licenciada en Química
Marco Antonio Sequiera
Licenciado en Química
Azucena Urbina Campos
Licenciada en Química

RESUMEN

Se presenta una propuesta de Criterios de Calidad para el Agua de Consumo Humano en Costa Rica. Dichos criterios tienen como finalidad establecer en un futuro cercano normas de calidad, en Costa Rica; para esto primero deben ser aprobados por la Junta Directiva de Instituto de Acueductos y Alcantarillados, y luego, la Institución debe hacer los trámites necesarios ante el Ministerio de Salud y la Asamblea Legislativa para que se promulgue la ley respectiva.

Los valores físicos, químicos y bacteriológicos presentados, son el resultado del estudio riguroso de guías y normas establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), Comunidad Europea, Canadá e Israel. Además se tomaron en cuenta las recomendaciones dadas por TAHAL Consulting Engineers Ltda, y, sobre todo, la experiencia y el conocimiento acumulado por muchos años que tienen los profesionales de este Departamento acerca de las aguas de consumo humano en nuestro país.

Los valores físico-químicos se expresan como “Valor Máximo Permissible” y se dividen en estéticos- operacionales y de significado para la salud. Los valores microbiológicos se presentan como “Valor Optimo” y “Valor Máximo Permissible”.

ESTRATEGIA NACIONAL PARA EL MANEJO ADECUADO DE AGUAS RESIDUALES EN COSTA RICA

Darner Mora Alvarado
Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública

RESUMEN

El presente documento resume la situación actual de saneamiento, o disposición adecuada de excretas, en Costa Rica. Además, establece los aspectos más importantes del Programa Nacional de Manejo Adecuado de las Aguas Residuales en Costa Rica para el Periodo 2009-2015. Dicho Programa está conformado por ocho componentes a saber: protección de aguas superficiales y subterráneas; tecnologías de recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales; vigilancia y control de los sistemas de alcantarillado sanitario y drenajes; vigilancia y control de la calidad del vertido de aguas residuales; evaluación de riesgo sanitario del alcantarillado sanitario y plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR); legislación ambiental sobre aguas residuales; complementación de educación sanitario-ambiental; y proyectos de mejoramiento ambiental.

PROPUESTA DE UN INDICE PARA EVALUAR LA CALIDAD DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE EN COSTA RICA

Darner Mora Alvarado
Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública

RESUMEN

A nivel mundial, los organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS), el Banco Mundial (BM) y las propias autoridades de Gobierno, han reportado los avances en el suministro de agua para consumo humano (ACH), fundamentados en los porcentajes de cobertura (agua suplida por cañería) y toman en cuenta aspectos tan importantes como la calidad microbiológica y físico-química, la cantidad (oferta-demanda), continuidad, costos de operación y mantenimiento, los cuales se reflejan en las tarifas.

En este sentido, el presente artículo tiene como objetivo general proponer un índice para evaluar en forma integral, la calidad de los servicios de agua potable. La metodología consiste en:

1. Definición de los criterios de evaluación: cantidad, continuidad, calidad, cobertura y costos.
2. Lineamientos para elaborar el Índice de Evaluación (IECSAP).
 - a. Cada criterio de evaluación tendrá un valor máximo de 20 puntos.
 - b. Los criterios se dividen en 5 “bandas” a saber: 0, 5, 10, 15 y 20 puntos.
 - c. La sumatoria de los cinco criterios de evaluación alcanza un total de 20 puntos.
 - d. De conformidad con la nota obtenida por el servicio de agua (acueducto), se establece una clasificación de acuerdo con 4 categorías:
 - Excelente servicio: 100 puntos.
 - Buen servicio: 85 – 99.9 puntos.
 - Regular servicio: 70-84.9 puntos.
 - Mal servicio: <70 puntos.

e. En el caso de resultar imposible obtener los datos de porcentajes de la población de la comunidad cubierta por el acueducto, el Índice para Evaluar la Calidad de los Servicios de Agua Potable (IECSAP) se podría aplicar con los otros cuatro criterios, multiplicando el resultado total por el factor de corrección de “1.25”.

3. Validación del Evaluar la Calidad de los Servicios de Agua Potable(IECSAP): la propuesta desarrolla la validación del IECSAP en varios acueductos operados por Instituto de Acueductos y Alcantarillados, municipalidades y acueductos rurales.

Por último se recomienda la aplicación del índice de evaluación para evaluar, en forma integral, la calidad de los servicios de agua potable.

DIAGNOSTICO DE LA COBERTURA Y CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN COSTA RICA A PRINCIPIOS DEL SIGLO XXI

Darner Mora Alvarado

Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública

Carlos Felipe Portuquez

Licenciado en Gestión Ambiental

RESUMEN

Se presenta un diagnóstico de la situación actual de cobertura y calidad del agua para consumo humano (servida por cañería y pozos de fácil acceso) en Costa Rica. Para tal efecto se utilizaron los informes y datos obtenidos en el Laboratorio Nacional de Aguas, además de la metodología propuesta por la Organización Panamericana de la Salud (Organización Paramericana de la Salud), en la “Reunión Regional de Calidad del Agua” realizada en Lima, Perú, en el año 1996. Los resultados indican que el país tiene una cobertura del 97% de la población total, de la cual el 76% recibe agua de calidad potable. Las mayores deficiencias en tratamiento convencional, desinfección, vigilancia y control de la calidad del agua se presentan en los acueductos menores a 10.000 habitantes, sobre todo los ubicados en áreas rurales. Por último, se recomienda establecer un programa nacional de mejoramiento de la calidad del agua, constituido por un I Nivel (Rector) que contará con la participación del Ministerio de Salud, Organización Paramericana de la Salud y el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (Instituto de Acueductos y Acantarillados), y un Nivel II (Operativo) con la participación de los entes operadores de acueductos: municipalidades, Comités de Acueductos Rurales, Empresa de Servicios Públicos de Heredia, Instituto de Acueductos y Acantarillados y los laboratorios privados.

Agua y Ambiente

APLICACIÓN DEL ÍNDICE BIOLÓGICO BMWP'-CR EN 11 RÍOS QUE DRENAN HACIA LA CUENCA DEL RÍO SAN JUAN. 2008

*José Manuel Quirós Sanabria
Lic. Biología Tropical*

RESUMEN

En la siguiente investigación se aplicó el índice biológico BMWP'-CR en 11 estaciones de muestreo (una estación por Río) en 11 ríos que se encuentran del lado de Costa Rica y se unen con el Río San Juan, Nicaragua. Del total de los 11 Ríos muestreados, 10 (91% del total) presentaron coloración amarilla, clasificándose como ríos clase 3, con aguas de calidad mala, contaminadas, estos ríos fueron El Sarapiquí, San Carlos, Infiernillo, Frío, Niño o Pizote, Pocozol, Medio Queso, Sapoa y Sábalo. Por otro lado, solamente el Río Haciendas (9% del total) presentó coloración verde, clasificándose como clase 2 con aguas de calidad regular, eutrofia, contaminación moderada. En cuanto a la abundancia poblacional, del total contado en las 11 estaciones de muestreo (230 organismos bentónicos). El río que presentó mayor abundancia fue el Río Frío, con 38 organismos (16,5% del total), en segundo lugar el Río Sapoa con 34 (15% del total). En tercer lugar el Río Haciendas con 25 (11%), en cuarto lugar el Río Medio Queso con 24 (10%), en quinto lugar el Sarapiquí con 22 organismos (9,6%), en sexto lugar el Infiernillo con 19 (8,3%), en séptimo lugar el San Carlos con 16 (7%), en octavo lugar el Zapote con 15 organismos (6,5%), en noveno lugar el Sábalo con 14 (6%), en décimo lugar el Río Niño con 12 (5%) y por último el menos abundante fue el Pocozol con 11 organismos (5%).

En relación con la riqueza biológica (expresada como cantidad de familias diferentes identificadas en cada estación de muestreo), la mayor riqueza se obtuvo en los ríos Sapoa (12% del total de familias en todas las estaciones de muestreo), En los ríos Haciendas, Medio Queso, San Carlos y Sarapiquí (10% del total). Luego en los ríos Frío e Infiernillo (9%), en el Río Zapote (8%) y finalmente en el Río Sábalo se identificó un 7% del total de 124 familias identificadas en esta investigación.

CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA SUPERFICIAL DEL HUMEDAL RAMSAR TÉRRABA-SIERPE, PUNTARENAS, COSTA RICA, DURANTE AGOSTO DEL 2011

José Manuel Quirós Sanabria
Lic. Biología Tropical
Roberto Fonseca Chanto
Gestor Experto en Sistemas de Agua

RESUMEN

En el presente estudio se determinó la calidad biológica del agua superficial del Humedal Ramsar Térraba-Sierpe, por medio del índice biológico BMWP¹ - CR (Biological Monitoring Working Party, modificado para Costa Rica por Astorga, Martínez, Springer y Flowers, La Gaceta, 2007), utilizando los macroinvertebrados bentónicos como indicadores de contaminación acuática.

Al igual que en los humedales estudiados anteriormente, se determinó la ausencia de plaguicidas en las tres estaciones de muestreo, en las que se hicieron mediciones de la existencia o no de estas sustancias en el agua superficial. La visita y el muestreo se realizaron en conjunto con funcionarios de la Contraloría General de La República de Costa Rica y funcionarios del Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET). Se analizaron 3 estaciones de muestreo, de las cuales, la mejor calidad biológica se obtuvo en la estación de muestreo 1 (frente a la comunidad), con un índice de valor biológico BMWP-CR de 25, con código de color naranja, con contaminación, luego las estaciones 2 y 3 presentaron índices biológicos clase 5, que indican una mayor influencia marina y una calidad muy baja desde el punto de vista del BMWP-CR. Sin embargo se debe considerar que las estaciones de muestreo 1, 2 y 3 presentan influencia marina, los valores de conductividad indicaron un alto grado de salinidad, producto de la influencia marina, ya que el muestreo se realizó en condiciones de marea alta.

Los análisis obtenidos de la concentración de plaguicidas, arrojaron resultados negativos (ausencia). Por otro lado, la concentración de Coliformes fecales detectada, se relaciona con la calidad biológica obtenida en las 3 estaciones de muestreo, siendo menor en la estación de muestreo 3, (Desembocadura Boca de Zacate) con 43 NMP/100 ml, mientras las otras dos estaciones presentaron 2100 NMP/100 ml.; en este caso no hubo relación

inversa entre los coliformes fecales y el mayor índice de valor biológico obtenido en la estación de muestreo 3, debido a la influencia marina. Así mismo, otras variables como la turbidez y la conductividad del agua también se relacionan con los valores de los índices biológicos obtenidos en este estudio, dándose una relación inversamente proporcional entre ambos parámetros. La estación de muestreo 1 que presentó la menor conductividad, presentó el mayor valor de índice biológico, debido a una menor concentración de sal en el agua.

Así mismo, se debe considerar que la abundancia de peces en este humedal, provoca que haya una gran depredación de estos sobre los macroinvertebrados bentónicos y por ende se produce una disminución en las poblaciones de estos; asimismo, la presencia de aves acuáticas y la diversidad de garzas, observadas durante la visita, junto a la presencia de carnívoros y piscívoros como el cocodrilo (*Crocodylus acutus*) y la tortuga de río (*Podocnemis lewyana*) hacen pensar que dicho ecosistema se encuentra saludable.

Este estudio constituye un primer paso para monitorear este humedal y así tener un parámetro de comparación que permita conocer la dinámica poblacional de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos en este humedal, y así detectar los efectos negativos que puede provocar la utilización de técnicas de cultivo, que podrían poner en peligro la desaparición este paraíso natural y las especies que dependen de él para sobrevivir.

CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA SUPERFICIAL DEL HUMEDAL RAMSAR TEMPISQUE PALO VERDE, GUANACASTE, COSTA RICA, DURANTE AGOSTO DEL 2011

José Manuel Quirós Sanabria
Lic. Biología Tropical
Roberto Fonseca Chanto
Gestor Experto en Sistemas de Agua

RESUMEN

En el presente estudio se determinó la calidad del agua superficial del Humedal Ramsar Tempisque-Palo Verde, en seis estaciones de muestreo por medio del índice biológico BMWP`- CR (Biological Monitoring Working Party, modificado para Costa Rica por Astorga, Martínez, Springer y Flowers, La Gaceta, 2007), utilizando los macroinvertebrados bentónicos como indicadores de contaminación acuática. Este sitio está constituido por el Área de Conservación Tempisque y el Parque Nacional Palo Verde. También se estableció la ausencia de plaguicidas en las tres estaciones de muestreo, en las que se hicieron mediciones de la existencia o no de estas sustancias en el agua del Río Tempisque en el Golfo de Nicoya y en El Parque Nacional Palo Verde, Guanacaste, Costa Rica y detectar posibles daños en la estructura de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y de otros organismos que se alimentan de éstos, como peces y aves. La visita y la toma de muestras se realizaron en conjunto con funcionarios de la Contraloría General de La República de Costa Rica y funcionarios del Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET). Se analizaron biológicamente las 6 estaciones de muestreo, de las cuales, la mejor calidad biológica se presentó la estación 5 (Muelle Laguna Palo Verde) con un valor del BMWP`-CR de 61, correspondiente a clase 2, con código de color verde, esto indicó una condición de contaminación incipiente o leve, representando un 25% del total de las estaciones de muestreo, con esta calidad. Por otra parte, en las estaciones de muestreo 1, 2 y 3, se obtuvo un índice biológico de calidad clase 5, con coloración roja y mayor contaminación, representando otro 50% de las 6 estaciones muestreadas y una calidad muy pobre desde el punto de vista del BMWP`-CR. Sin embargo, se debe considerar que las estaciones de muestreo 1, 2 y 3 correspondieron a la desembocadura del Río Tempisque, cuya conductividad indicó un alto grado de salinidad, producto de la influencia marina, ya que el muestreo se realizó en condiciones de marea alta, finalmente en la estación

de muestreo 4, Quebrada La Mula, Parque Nacional Palo Verde se obtuvo un índice de calidad clase 3, con un índice BMWP'-CR de 43, con código amarillo, correspondiente a un 20% con esta calidad de agua, presentando mayor contaminación que la estación 5, principalmente por eutrofización y finalmente en la estación 6, canal de riego oeste, se obtuvo un índice de coloración naranja y clase 4, representando un 20% de las estaciones muestreadas, esto indicó aguas más contaminadas que en las estaciones de muestreo 4 y 5, pero mejoró con respecto a la estación de muestreo 1, 2 y 3 que tienen influencia marina. Los resultados obtenidos de la concentración de plaguicidas arrojaron resultados negativos (ausencia). Por otro lado, la concentración de coliformes fecales detectada, se relacionó con la calidad biológica obtenida en las 6 estaciones de muestreo, siendo menor en la estación de muestreo 5, laguna principal por lo que se obtuvo una correlación inversamente proporcional entre la concentración de coliformes fecales y el valor del índice BMWP'-CR, ya que a menor concentración de coliformes fecales se obtuvo un mayor índice biológico. Así mismo, otras variables como la turbidez y la conductividad del agua también se relacionan con los valores de los índices biológicos obtenidos en este estudio, dándose una relación inversamente proporcional entre ambos parámetros.

Se debe considerar que la abundancia de peces en este Humedal, provoca que haya una gran depredación de éstos sobre los macroinvertebrados bentónicos y por ende se produce una disminución en las poblaciones de los mismos. También la presencia de aves como el Galán sin Ventura y diversidad de garzas, observadas durante la visita, junto a la presencia de carnívoros y piscívoros como el cocodrilo (*Crocodilus acutus*), hacen pensar que dicho ecosistema se encuentra aún saludable. Este estudio constituye un primer paso para monitorear este Humedal y así tener un parámetro de comparación que permita conocer la dinámica poblacional de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos en este Humedal, tanto en época lluviosa, como fue en este caso, como en época seca y así detectar los efectos negativos que puede provocar la utilización de técnicas de cultivo, que podrían poner en peligro de desaparición a este paraíso natural y a las especies que dependen de él para sobrevivir.

CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA SUPERFICIAL DEL HUMEDAL ESTERO PUNTARENAS, PUNTARENAS, COSTA RICA, DURANTE AGOSTO DEL 2011

José Manuel Quirós Sanabria
Lic. Biología Tropical
Roberto Fonseca Chanto
Gestor Experto en Sistemas de Agua

RESUMEN

En el presente estudio se determinó la calidad del agua superficial del Humedal Estero de Puntarenas, por medio del índice biológico BMWP`- CR (Biological Monitoring Working Party, modificado para Costa Rica por Astorga, Martínez, Springer y Flowers, La Gaceta, 2007), utilizando los macroinvertebrados bentónicos como indicadores de contaminación acuática. Lo anterior, con el fin de establecer la calidad biológica del agua de este Humedal.

Al igual que en los humedales estudiados anteriormente, se determinó la ausencia de plaguicidas en las tres estaciones de muestreo. La visita y el muestreo se realizaron en conjunto con funcionarios de la Contraloría General de La República de Costa Rica y funcionarios del Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones. Se analizaron 3 estaciones de muestreo, correspondientes a tres de los principales ríos que desembocan en el estero de Puntarenas. La estación 1 correspondió al Río Ciruelas, la segunda estación fue en el Río Aranjuez y la tercera estación se ubico en el Río Lagarto. La mejor calidad biológica se obtuvo en la estación de muestreo 3 (Río Lagarto, Reserva IDA-Orucu) con un índice de valor biológico de 39, que lo clasificó biológicamente como clase tres, con código de color amarillo, con contaminación intermedia, luego la estación 2 (Río Aranjuez, Ingenio El Palmar) con un índice BMWP`-CR de 15, que lo clasificó biológicamente como clase 5, con código de color rojo y mayor contaminación, finalmente la estación 1 (Río Ciruelas, Ingenio El Palmar) con un valor de BMWP`-CR de 12 y al igual que la estación 1, clase 5, con mayor contaminación. Sin embargo, los valores de los índices obtenidos, pudieron verse influenciados por las precipitaciones ocurridas en esta época lluviosa.

Así mismo se debe considerar que la abundancia de peces en este Humedal, provoca que haya una gran depredación de estos sobre los macroinvertebrados bentónicos y por ende se produce una disminución en las poblaciones de estos. Por otro lado, la presencia

de aves acuáticas y la diversidad de garzas, observadas durante la visita, junto con a la presencia de carnívoros y piscívoros como el cocodrilo (*Crocodilus acutus*), hacen pensar que dicho ecosistema se encuentra aún saludable.

Este estudio constituye un primer paso para monitorear este Humedal y así tener un parámetro de comparación que permita conocer la dinámica poblacional de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos en este humedal y detectar a tiempo los efectos negativos que puede provocar la utilización de técnicas de cultivo u otras actividades antropomórficas que podrían poner en peligro de desaparición a este Humedal y las especies que dependen de él para sobrevivir.

CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA SUPERFICIAL DEL HUMEDAL RAMSAR CAÑO NEGRO, LOS CHILES, ALAJUELA, COSTA RICA, DURANTE JUNIO DEL 2011

José Manuel Quirós Sanabria

Lic. Biología Tropical

Roberto Fonseca Chanto

Gestor Experto en Sistemas de Agua

RESUMEN

En la siguiente investigación se aplicó el índice biológico BMWP¹- CR (Biological Monitoring Working Party, modificado para Costa Rica por Astorga, Martínez, Springer y Flowers, La Gaceta, 2007), utilizando los macroinvertebrados bentónicos como indicadores de contaminación acuática; esto con el fin de establecer la calidad biológica del agua del Humedal de Caño Negro, Los Chiles, Costa Rica y al mismo tiempo conocer si se detectan daños en la estructura de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y de otros organismos que se alimentan de los mismos, como peces y aves; además debido a las denuncias por parte de algunas personas de haber observado en días recientes una cantidad considerable de peces muertos en el Humedal, específicamente en la desembocadura del Río Mónico, por supuesta contaminación con plaguicidas. El muestreo se realizó en conjunto con funcionarios de la Contraloría General de La República de Costa Rica y funcionarios del Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones. Se analizaron 5 estaciones de muestreo, de las cuales, la mejor calidad biológica se presentó

en la estación 1, correspondiente a la Laguna Playuelas, en la que se obtuvo una calidad biológica clase 3, con código de color amarillo, esto indica una condición intermedia de contaminación, representando un 20% del total de las estaciones de muestreo, con esta calidad. Por otra parte, la estación de muestreo 3, desembocadura de Río Frío presentó el peor índice de calidad, clase 5, con coloración roja, representando otro 20% de las 5 estaciones muestreadas y una calidad muy pobre desde el punto de vista del BMWP'-CR, finalmente en las estaciones de muestreo 3, 4 y 5 se obtuvo un índice biológico con coloración naranja y clase 4, representando un 60% de las estaciones muestreadas, esto indicó aguas más contaminadas que en la estación de muestreo 1 y mejoró con respecto a la estación de muestreo 2. Los resultados obtenidos de la concentración de plaguicidas arrojaron resultados negativos (ausencia), por lo que es poco probable que por ahora, al menos, haya ocurrido algún tipo de impacto negativo de estas sustancias en los resultados obtenidos, aunque este tipo de muestra es puntual. Por otro lado, la concentración de coliformes fecales detectada, se relacionó con la calidad biológica obtenida en las 5 estaciones de muestreo, siendo menor en la estación de Laguna Playuelas, correspondiendo a la relación existente entre la concentración de coliformes fecales versus el índice biológico BMWP'-CR. Así mismo, otras variables como la turbidez del agua, también se relacionan con los valores de los índices biológicos obtenidos en este estudio, dándose una relación inversamente proporcional entre ambos parámetros.

También se debe considerar que la abundancia de peces en este Humedal, provoca que haya una gran depredación de estos sobre los macroinvertebrados bentónicos y por ende se produce una disminución en las poblaciones de ellos. Por otro lado, la abundancia de aves como bandadas de patos cormoranes y de otras como el pato aguja y la diversidad de garzas y otras aves acuáticas, observadas durante la visita, junto a la presencia de carnívoros y piscívoros como el guajipal (*Caiman crocodilus*), hacen pensar que dicho ecosistema se encuentra aún saludable. Este estudio constituye un primer paso para monitorear este Humedal, y así tener un parámetro de comparación que permita conocer la dinámica poblacional de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos en este Humedal, tanto en época lluviosa, como fue ahora, como en época seca y así detectar los efectos negativos que puede provocar la utilización de técnicas de cultivo y otras actividades humanas, que podrían poner en peligro de desaparición este paraíso natural y las especies que dependen de él para sobrevivir.

CALIDAD DE AGUA DEL RÍO BARRANCA, PUNTARENAS, COSTA RICA, APLICANDO EL ÍNDICE BIOLÓGICO BMWP⁻ CR, DURANTE EL PERÍODO 2003

José Manuel Quirós Sanabria
Lic. Biología Tropical

RESUMEN

El Laboratorio Nacional de Aguas del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, se ha dado a la tarea de evaluar la calidad microbiológica y físico-química de las aguas de diferentes cauces. Debido a esto, en la siguiente investigación se evaluará la calidad química y biológica del Río Barranca, uno de los principales ríos de Costa Rica. Lo anterior entre otros aspectos, se debe a que este Río es utilizado como suministro de agua para consumo humano. Para realizar la siguiente investigación, se seleccionaron cuatro estaciones de muestreo a las que se les realizaron análisis biológicos, físico-químicos y bacteriológicos. En las estaciones seleccionadas se aplicó el Índice Biológico (modificado para Costa Rica) BMWP⁻ CR, el estudio de la abundancia poblacional de los macroinvertebrados bentónicos y el Índice Químico Holandés. Durante los diez meses de muestreo biológico los promedios geométricos del índice biológico BMWP⁻ CR clasificaron el agua del Río con coloración naranja en las estaciones 10 (4 Bio) y 5 (2 Bio), indicando aguas de calidad mala y muy contaminadas. En las estaciones 8 (3 Bio) y 1 (1 Bio) se clasificaron con coloración amarilla, indicando aguas de calidad mala y contaminadas. Por otro lado, el Índice Químico Holandés clasificó en promedio las cuatro estaciones con coloración verde, indicando aguas de calidad regular y contaminación moderada o incipiente. Al realizar el análisis de los resultados separándolo en época seca y época lluviosa, se obtuvo una mayor coincidencia entre el BMWP⁻ CR y el Índice Holandés durante la época seca y no así durante la época lluviosa, principalmente en las estaciones de muestreo 8 (3 Bio) y 1 (1 Bio). A nivel general, los resultados de los valores obtenidos del índice biológico BMWP⁻ CR y de la abundancia poblacional, durante la época seca, permitieron detectar en condiciones de estabilidad poblacional, una disminución de dichos valores aguas abajo del Quebrador PROCAMAR (estación 10, toma de agua del Instituto de Acueductos y Alcantarillados) con relación a la estación de muestreo 8 (200 metros aguas arriba del Quebrador, antes de la toma del AyA. Esta disminución estuvo correlacionada en una relación inversamente proporcional con la turbidez y el color del agua en la estación de muestreo ubicada aguas abajo del Quebrador.

CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA DE LOS RÍOS Y QUEBRADAS PARTICIPANTES EN MICROCUENCAS HIDROLÓGICAS, DEL PROGRAMA BANDERA AZUL ECOLÓGICA, COSTA RICA 2010-2011

José Manuel Quirós Sanabria
Lic. Biología Tropical

RESUMEN

En el siguiente trabajo se aplicó el índice biológico BMWP¹-CR (Biological Monitoring Working Party, modificado para Costa Rica por Astorga, Martínez, Springer y Flowers, 2007), con el fin de establecer la calidad biológica de los ríos participantes en el Programa Bandera Azul Ecológica, en la categoría de Microcuencas Hidrológicas. Durante el período 2010 y 2011 se tomaron muestras en 30 cuerpos de agua superficiales, (ríos y quebradas). Durante el año 2010 se visitaron 24 ríos y quebradas, en 26 estaciones de muestreo, de estos sitios, un 11% (3 ríos) presentó código de color rojo, clase 5; 19 % (5 ríos) obtuvieron código naranja, clase 4; 35 % (9 ríos) correspondieron a código amarillo, clase 3, siendo el mayor porcentaje de calidad obtenido. Un 27% (7 ríos) presentaron código verde, clase 2 y finalmente solo dos ríos en El Fortuna y El Tenorio se obtuvo un 8 % de código azul, clase 1.

Durante el año 2011 se visitaron 27 ríos, tres más que en el 2010, en 30 estaciones de muestreo, de los cuales solamente el Río Zapote en Brasilito, presentó un índice color rojo (3 %). En 5 ríos se obtuvo un índice biológico color naranja (17 %); en 11 estaciones de muestreo de 9 ríos y quebradas, se obtuvo un índice biológico color amarillo (37 %); en 12 ríos y quebradas se obtuvo índice color verde (40 %), siendo este el código predominante, y finalmente solo en el río La Fortuna, se obtuvo un índice azul, clase 1.

CLASIFICACIÓN BIOLÓGICA DE LAS FUENTES DE AGUA SUPERFICIALES, UTILIZADAS PARA POTABILIZACIÓN POR EL INSTITUTO DE ACUEDUCTOS Y ACANTARILLADOS 2006

*José Manuel Quirós Sanabria
Lic. Biología Tropical*

RESUMEN

El Laboratorio Nacional de Aguas (L.N.A), se ha dedicado a evaluar la calidad microbiológica y físico-química de las aguas de diferentes cauces; en los últimos años también se ha dado importancia a la calidad biológica de las aguas superficiales. Debido a esto, en el presente estudio se evaluó la calidad biológica de algunas de las aguas superficiales captadas y tratadas por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (Instituto de Acueductos y Alcantarillados). Para realizar este estudio, se seleccionaron 17 estaciones de muestreo, a las que se les realizaron análisis biológicos. En las estaciones seleccionadas se aplicó el Índice Biológico BMWP' - CR (Biological Monitoring Party modificado para Costa Rica por Astorga et al (2007), el estudio de la abundancia poblacional y la riqueza biológica de las poblaciones de macroinvertebrados bentónicos. Desde el punto de vista biológico y para esta investigación, según los resultados obtenidos del Índice biológico BMWP'-CR, de las tomas superficiales captadas por Instituto de Acueductos y Alcantarillados, el Río Bananito presentó una coloración roja (clase 5), que equivale a un 6% del total de 17 fuentes estudiadas. Con coloración amarilla (clase 3), se obtuvo un total de 7 fuentes que equivalen al 41% del total, con coloración verde (clase 2) se obtuvo solamente una fuente, que equivale al 6% del total y por último se obtuvo 8 fuentes con coloración naranja (Clase 4) que equivalen al 47% del total de fuentes analizadas. Esto quiere decir que predominaron los ríos clase 3 y clase 4.

A nivel general, los resultados obtenidos de la Abundancia poblacional (total de organismos en todas las estaciones de muestreo = 390) indicaron una mayor abundancia en los ríos Limón (10%), Jorco y Machuca (10%), una abundancia menor en la Quebrada los Mora y en el Río Bananito (2%). En cuanto a la Riqueza biológica, la mayor la presentaron los ríos Machuca, Liberia y Jorco, la menor riqueza la presentaron los ríos Bananito, Barranca y la Quebrada Los Mora.

DETERMINACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL PRODUCIDO EN EL ECOSISTEMA ACUÁTICO, POR UN DERRAME DE HIDROCARBUROS EN LA CUENCA DEL RÍO QUEBRADAS, PÉREZ ZELEDÓN, COSTA RICA

José Manuel Quirós Sanabria
Lic. Biología Tropical

RESUMEN

En la siguiente investigación se midió la concentración de hidrocarburos (gasolina y diesel) en 4 estaciones de muestreo, y al mismo tiempo se aplicó el Índice Biológico BMWP'-CR (Helawell, 1978) en 5 estaciones de muestreo en el agua superficial cercana a la zona de influencia directa, consecuencia del accidente en el que un camión cisterna se volcó, provocando el derrame del combustible en dicha zona, los resultados obtenidos indicaron que la concentración de hidrocarburos fue alta en las estaciones de muestreo 1 y 2 que se encontraban dentro del área de influencia directa, mientras en las estaciones 3 y 4 dichas concentraciones fueron inferiores, siendo menor la concentración en el Río Quebradas (1400 m. aguas abajo del sitio del derrame), que es captado para ser tratado en la Planta Potabilizadora de Pérez Zeledón, San José, Costa Rica. Para aplicar el índice biológico BMWP'-CR, se estableció una estación de muestreo, las estaciones de muestreo 2 Bio y 3 Bio presentaron los valores menores, por estar en el área de influencia directa del derrame. Las estaciones 1 Bio y 4 Bio presentaron una mejor condición en cuanto al Índice Biológico, ya que se encontraban más alejadas del sitio del desastre y finalmente la estación de muestreo 5 Bio (antes de la captación del Río Quebradas) presentó el mejor índice (verde, clase 2), por lo que gracias a las acciones correctivas llevadas a cabo por el personal de la Región Brunca, dichos contaminantes no afectaron o el impacto fue mínimo, en el agua que ese momento era captada hacia la Planta Potabilizadora de Pérez Zeledón.

APLICACIÓN DEL ÍNDICE BIOLÓGICO BMWP'-CR EN TRES ESTACIONES DE MUESTREO DE LOS RÍOS BARRANCA Y LA PAZ, COSTA RICA, 2005

José Manuel Quirós Sanabria
Lic. Biología Tropical

RESUMEN

En la siguiente investigación se aplicó el BMWP'-CR (Biological Monitoring Working Party modificado para Costa Rica por Astorga, Martínez, Springer y Flowers). Esto con el fin de establecer cuál de esos sitios de muestreo presentaba mejor calidad de agua y establecer en ese sitio una captación para poner en funcionamiento una planta de potabilización de agua. Al mismo tiempo se recolectaron muestras bacteriológicas en esos mismos sitios de muestreo, para conocer la concentración de coliformes fecales en cada sitio establecido. Según los valores de los BMWP'-CR y las concentraciones de coliformes fecales, el sitio más indicado para una futura captación fue la estación de muestreo 3 (Río La Paz, arriba), como segunda alternativa la estación de muestreo 3 (al costado de la planta de tratamiento de agua) y el sitio menos adecuado fue la estación 2 (antes de la confluencia del Río La Paz con el Río Barranca).

CARACTERIZACION Y DISTRIBUCION POR CANTONES DE LA DUREZA DEL AGUA EN LAS FUENTES UTILIZADAS PARA CONSUMO HUMANO EN COSTA RICA

Darner Mora Alvarado
Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública
Nuria Alfaro Herrera
Licenciada en Química

RESUMEN

A continuación se presenta la caracterización por dureza del agua en 1.148 fuentes utilizadas en Costa Rica para consumo humano. La cual se realiza por medio de una distribución de frecuencias de las concentraciones de CaCO_3 , fundamentados en la clasificación de dureza del agua de la Organización Mundial de la Salud (OMS), y agrupando los resultados por cada uno de los 81 cantones del país. El producto se refleja en un mapa, codificando los resultados por colores, las concentraciones promedio de MgCO_3 permiten concluir que las aguas del país tienen un comportamiento normal, con respecto a otras latitudes del mundo, demostrando que el 64% de las fuentes subterráneas y el 74.5% de las superficiales se clasifican como aguas blandas, con tendencia a la corrosión. El 21% son aguas medianamente duras, mientras que el 8.8% y 6.4% de las aguas subterráneas son duras y muy duras, respectivamente, con tendencia a producir incrustaciones.

El análisis de los resultados permite concluir que con aguas muy blandas se presentan problemas de fugas por la corrosión y el daño estructural de las tuberías, principalmente en los cantones del interior del país. Por el contrario, el exceso de CaCO_3 produce incrustaciones con problemas organolépticos y disminución de la vida media de las tuberías. Por último, se recomienda utilizar el presente estudio como instrumento para la planificación, construcción y operación de acueductos e industrias que utilicen las diferentes aguas. Además se sugiere abordar, por medio de estudios científicos, la influencia de la ingesta de CaCO_3 y MgCO_3 en la dieta diaria y la salud del costarricense.

CONTAMINACION FECAL DEL RIO REVENTAZON PERIODO 1994-1995

Darner Mora Alvarado

Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública

RESUMEN

Se presenta el nivel de contaminación fecal del Río Reventazón-Parismina en cuatro estaciones de muestreo ubicadas a lo largo de su cauce de 145 Km, a saber: El Congo, Turrialba, Siquirres y a 500 metros antes de la desembocadura en los Canales de Tortuguero. Para determinar el grado de contaminación presente, se realizaron 7 muestreos en 1994 y 11 en 1995, con una frecuencia mensual. Las variables analizadas fueron el Número más Probable por 100 mL de Coliformes fecales o termorresistentes (CF/100 mL), Turbiedad (UNT), Sólidos Disueltos (mg/L), pH, Oxígeno Disuelto (OD en mg/L), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO en mg/L) y Conductividad (uS).

El procesamiento por máximos, mínimos y promedios indican que el Río presenta una persistente contaminación fecal en las cuatro estaciones de muestreo estudiadas, con promedios geométricos de CF/100 mL que oscilan en 4.200, 6.000, 6.200 y 4.300 respectivamente. Estos resultados indican que esta Cuenca es la segunda más contaminada del país. Las causas de dicha contaminación son: las descargas de desechos industriales, aguas negras de origen doméstico, agroquímicos y la limpieza de la Represa de Cachí, lo cual afecta los diferentes usos del agua: potabilización, consumo humano, irrigación, acuicultura y recreación.

EVALUACION DE LA CONTAMINACION FECAL DE LA CUENCA DEL RIO TEMPISQUE 1997-2000

Darner Mora Alvarado
Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública
Carlos Felipe Portuquez
Bachiller en Gestión Ambiental
Gustavo Brenes Salas
Asistente de Laboratorio

RESUMEN

La Cuenca del Río Tempisque (CRT) se ubica al extremo noroeste del territorio costarricense; abarca nueve de los once cantones que conforman la provincia de Guanacaste, para una extensión de 5.460 km² equivalentes a un 10% del territorio nacional, constituyendo el sistema hidrológico más grande del país. En razón de su importancia y debido a la variedad de usos que se le dan al agua en la actualidad, pero sobre todo pensando en las necesidades futuras de abastecimiento del recurso hídrico en la zona de Guanacaste, se presenta esta investigación descriptiva del grado de contaminación presente en este cauce.

Para cumplir con los objetivos del estudio se establecieron 16 puntos de muestreo (Ver figura 1), ubicados entre el origen del cauce principal (río Tempisquito) hasta la desembocadura en el Golfo de Nicoya. Se recolectaron muestras de agua con una frecuencia mensual, las cuales se sometieron a las pruebas para la identificación de coliformes fecales/100 mL, color verdadero y turbiedad, durante los períodos 1997, 1999 y 2000. Con los resultados obtenidos se calcularon mínimos, promedios y máximos para las épocas secas (diciembre a abril), lluviosa (mayo a noviembre) y durante la totalidad de cada período. Estos fueron confrontados con los criterios y normas vigentes para evaluar el agua en sus diferentes usos: recreación, riego, acuacultura, y consumo humano (ACH).

Los resultados se pueden dividir en dos partes; la primera presenta los datos del cauce principal o Río Tempisque (RT), que demuestran una leve contaminación fecal que se incrementa en la época lluviosa por el arrastre de la escorrentía. La evaluación con respecto a los diferentes usos del agua indica que sus aguas son aptas para la acuacultura, riego y potabilización, en este último caso sometiéndose a tratamiento convencional. Sin

embargo, existen puntos de muestreo no aptos para la natación como T3 (bajo Puente en Guardia), T4 (Ingenio CATSA), T6 (La Guinea de Filadelfia) y T7 (Paso del Ferry), además del punto ubicado en la desembocadura B1 (Río Bebedero). La segunda parte presenta los datos del Río Liberia, que junto con los ríos Cañas y Bebedero constituyen los principales efluentes del Tempisque. Los datos obtenidos demuestran que el grado de contaminación fecal es muy alarmante y, contrario al Río Tempisque (RT), la contaminación es mayor en la época seca que en la lluviosa, debido a las descargas de aguas negras con o sin tratamiento en el centro de la ciudad de Liberia. El único punto apto para todos los usos es el L1, ubicado en la entrada de la Planta de Tratamiento de Agua Potable.

A la luz de estos resultados se puede concluir que la Cuenca del Río Tempisque (RT) es una excelente fuente potencial para aguas de consumo humano; sin embargo, ésta debe ser protegida corrigiendo las fuentes de contaminación fecal sobre sus efluentes, como es el caso del Río Liberia.

EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SANITARIA DE LAS PLAYAS DE COSTA RICA PERIODO 1996-2009

Darner Mora Alvarado
Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública
Jesús Vega Molina
Licenciado en Biología
Carlos Felipe Portuquez
Licenciado en Gestión Ambiental

RESUMEN

Objetivo:

Realizar la Evaluación de la Vulnerabilidad Sanitaria (EVS) de 100 playas en los litorales pacífico y atlántico, mediante la aplicación del “Índice de Vulnerabilidad Sanitaria” (IVS), combinando los promedios geométricos de Coliformes fecales/100 mL (CF-100 mL) en las fuentes puntuales de contaminación terrestres (descargas de aguas residuales, desembocaduras de esteros, ríos y quebradas), con la calidad microbiológica de los puntos de muestreo en las aguas de las playas recreativas, con el propósito de tomar las medidas correctivas y planificar el desarrollo en las zonas costeras del país.

Metodología:

Para cumplir con el objetivo del estudio se analizaron los datos históricos de 100 playas, realizados en el Laboratorio Nacional de Aguas en el período 1996-2009. Con los resultados de los promedios de CF/100 mL en las fuentes de contaminación terrestres y los de las respectivas playas, se aplicó el “Índice de Vulnerabilidad Sanitaria” (IVS) calificando la vulnerabilidad como “mínima”, “muy baja”, “baja”, “medianamente alta”, “alta” y “muy alta”.

Resultados:

De la aplicación del “Índice de Vulnerabilidad Sanitaria” (IVS) en las 100 playas se obtuvieron los siguientes resultados; 47 playas (47%) de vulnerabilidad mínima, 19 (19%) con vulnerabilidad muy baja, 8 (8%) con vulnerabilidad baja, 9 (9%) con moderadamente alta, 4 (4%) alta y 13 (13%) con vulnerabilidad muy alta.

Conclusiones:

Los resultados demostraron que existe una importante diferencia entre las Evaluación de la Vulnerabilidad Sanitaria (EVS) y la calidad microbiológica de la playa. Aunado a esto, se observa que 26 (26%) de las playas estudiadas son de vulnerabilidad sanitaria moderadamente alta, alta y muy alta; es decir, existe en algunas playas un peligro potencial de contaminación fecal y otras ya están contaminadas, y son un riesgo para la salud de los bañistas.

Recomendaciones:

Se le sugiere a las autoridades de salud y de desarrollo del país, tomar en cuenta estos resultados para tomar medidas correctivas y planificar el desarrollo de las zonas costeras.

PROPUESTA DEL INDICE DE RIESGO SANITARIO PARA LAS PLAYAS DE COSTA RICA

Darner Mora Alvarado
Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública
Carlos Felipe Portuguez
Licenciado en Gestión Ambiental

RESUMEN

A continuación se presenta una propuesta, un Índice de Riesgo Sanitario (IRS) para evaluar la vulnerabilidad de las aguas de playa en Costa Rica. Este Índice de Riesgo Sanitario (IRS) utiliza dos aspectos fundamentales, el promedio de la densidad de coliformes fecales/100 mL (CF/100 mL) en las fuentes terrestres de contaminación, drenadas a las playas mediante esteros, desembocaduras de ríos y quebradas y descargas de aguas residuales al mar, aunado a la calidad microbiológica del agua de mar en la propia playa. Los CF/100 mL se procesaron por intervalos en ambos aspectos, a los cuales se les asignaron puntajes decrecientes, dependiendo del grado de contaminación. La sumatoria del puntaje total obtenido permite valorar el Índice de Riesgo Sanitario (IRS) y

la vulnerabilidad de la playa, para transmitir enfermedades infecciosas de origen hídrico.

Si el puntaje obtenido es igual o inferior a 50, la playa será de muy alto riesgo (MAR), entre >50-60 de alto riesgo (AR), entre >60-70 mediano riesgo (MR), entre >70-80 riesgo bajo (BR), entre >80-90 de muy bajo riesgo (MBR) y >90 el riesgo es nulo (NR). El presente Índice de Riesgo Sanitario (IRS) fue validado utilizando 5 playas del país, lo cual comprueba la coherencia y practicidad en su aplicación.

EVOLUCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN FECAL DE LAS AGUAS DE LA CUENCA DEL RÍO REVENTAZÓN 1994-2008

Darner Mora Alvarado

Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública

Carlos Felipe Portuguez

Licenciado en Gestión Ambiental

Gustavo Brenes Salas

Asistente de Laboratorio

RESUMEN

Objetivo

Analizar la evolución de la contaminación fecal de la Cuenca del Río Reventazón, mediante la comparación de resultados de los estudios de los períodos de 1994-1996 y 2006-2008, con el propósito de evaluar el impacto de los aportes de la Comisión de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Alta del Río Reventazón (COMCURE).

Metodología

El estudio es de tipo comparativo realizado en dos períodos de análisis realizados en los períodos 1994-1996 y 2006-2008. En ambos períodos, se realizaron análisis de coliformes fecales/100mL. En el primer estudio (1994-1996), se ubicaron cuatro puntos de muestreo y en el segundo (2006-2008) ocho, incluidos los cuatro anteriores lo cual permitió evaluar la evolución de la contaminación fecal de esta importante Cuenca. Además, se estudiaron

variables básicas físico-químicas como turbiedad, pH y conductividad. Por otro lado, se estudió el impacto de los programas de la COMCURE en la zona.

Resultados.

Los resultados de los promedios, máximos y mínimos de coliformes fecales/100 ml demuestran una importante disminución en la contaminación fecal en los puntos RV2 (bajo el puente en Turrialba), RV3 (bajo el puente de Siquirres) y Rv4 (El Carmen de Siquirres) pasando de una densidad de coliformes fecales/100mL de 4 a tres dígitos. Los otros 4 puntos de muestreo, ubicados en la zona media de la Cuenca, reflejan también contaminaciones bajas, excepto el RV1, ubicado a 500 metros debajo de la Estación el Congo del ICE. Estos resultados son concordantes con el esfuerzo realizado por la COMCURE en la parte alta y media de la Cuenca.

Conclusiones

Dichosamente se evidencia una importante disminución en la contaminación fecal en la cuenca del Río Reventazón, lo cual permite que en varios trayectos de su cauce las aguas se puedan utilizar para diferentes usos como: recreación, riego, acuacultura y potabilización.

EVALUACIÓN DEL RIESGO SANITARIO DE LAS PLAYAS DE COSTA RICA PERIODO 1996-2009

Darner Mora Alvarado
Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública
Jesús Vega Molina
Licenciado en Biología
Carlos Felipe Portuquez
Licenciado en Gestión Ambiental

RESUMEN

Objetivo:

Realizar la evaluación del riesgo sanitario (ERS) de 100 playas en los litorales pacífico y atlántico, mediante la aplicación del “Índice de Riesgo Sanitario” (IRS), combinando los promedios geométricos de coliformes fecales/100 mL (CF-100 mL) en las fuentes puntuales de contaminación terrestres (descargas de aguas residuales, desembocaduras de esteros, ríos y quebradas), con la calidad microbiológica de los puntos de muestreo en las aguas de las playas recreativas, con el propósito de tomar las medidas correctivas y planificar el desarrollo en las zonas costeras del país.

Metodología:

Para cumplir con el objetivo del estudio se analizaron los datos históricos de 100 playas, realizados en el Laboratorio Nacional de Aguas en el período 1996-2009. Con los resultados de los promedios de CF/100 mL en las fuentes de contaminación terrestres y los de las respectivas playas, se aplicó el IRS calificando los riesgos como “nulo”, “muy bajo”, “bajo”, “medianamente alto”, “alto” y “muy alto”.

Resultados:

De la aplicación del Índice de Riesgo Sanitario (IRS) en las 100 playas se obtuvieron los siguientes resultados; 47 playas (47%) de riesgo nulo, 19 (19%) con riesgo muy bajo, 8 (8%) de riesgo bajo, 9 (9%) con moderadamente alto, 4 (4%) alto y 13 (13%) con riesgo muy alto.

Conclusiones:

Los resultados demuestran que existe una importante diferencia entre las ERS y la calidad microbiológica de la playa. Aunado a esto, se observa que 26 (26%) de las playas estudiadas son de riesgo sanitario moderadamente alto, alto y muy alto; es decir, existe en algunas playas un peligro potencial de contaminación fecal y otras ya están contaminadas, y son un riesgo para la salud de los bañistas.

Recomendaciones:

Se le sugiere a las autoridades de salud y de desarrollo del país, tomar en cuenta estos resultados para tomar medidas correctivas y planificar el desarrollo de las zonas costeras.

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA COMO BASE PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA VICTORIA, COSTA RICA.

*Bi Yun Zhen-Wu;
Carmen G. Valverde Morales;
Carmen Valiente Álvarez;
Francisco Jiménez Otárola.
Recursos Naturales y Ambiente. 2010/no. 56-57.*

En la Microcuenca de la Quebrada Victoria, localizada al suroeste del Volcán Rincón de la Vieja, Guanacaste, Costa Rica, se evaluó durante el año hidrológico 2007-2008, la calidad del agua para consumo humano y se relacionó con las Fuentes puntuales y no puntuales de contaminación. Esta información se utilizó como línea base para elaborar, junto con actores locales claves, una propuesta de plan de acción para la cogestión del recurso hídrico en la Microcuenca. Según el análisis estadístico, los parámetros de calidad del agua, color, turbiedad, oxígeno disuelto, coliformes fecales y *Escherichia coli*, difieren significativamente ($p < 0,05$) entre las épocas de muestreo: lluviosa del 2007, seca y transición seca a lluviosa del 2008. El 55% de los sitios evaluados presentaron contaminación incipiente. De los 15 sitios evaluados, el 60% del agua presentó un nivel de riesgo alto para la salud debido a la contaminación bacteriana en la época de transición seca a lluviosa del 2008. La propuesta del plan de acción se elaboró con los insumos de esta evaluación y fue entregada a los actores locales claves, para que su implementación

garantice la calidad del agua para consumo humano a corto, mediano y largo plazo.

CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN EL VALLE CENTRAL DE COSTA RICA. 1997-2000.

Carmen Valiente y José Pablo González

Manejo integrado de Aguas Subterráneas: EUNED. 2002. 77-88

Actualmente en Costa Rica, la principal fuente de abastecimiento de agua para consumo humano son los acuíferos y se estima que lo seguirán siendo en el futuro; por tal motivo, la conservación de los acuíferos es de vital importancia para el desarrollo sostenible del país, ya que su contaminación constituiría un problema que no podría resolverse a corto ni a mediano plazo. El objetivo de este estudio fue determinar la calidad microbiológica del agua subterránea en el Valle Central de Costa Rica. Los puntos de recolección mensual de las muestras fueron 20 pozos y 7 nacientes o manantiales utilizados como fuente de agua para consumo humano. Los análisis microbiológicos realizados fueron: recuento total bacteriano y de hongos, cuantificación de coliformes totales y fecales con determinación de *Escherichia coli*, cuantificación de *Streptococcus faecalis*, determinación de *Salmonella* y *Shigella*, cuantificación de *Pseudomonas aeruginosa* y determinación de *Aeromonas hydrophila*. Los resultados obtenidos demuestran que no existe contaminación bacteriológica de los mantos acuíferos analizados.

La contaminación fecal detectada en el agua de algunos pozos y nacientes puede atribuirse a condiciones locales, tales como la construcción inadecuada de los pozos o a la deficiente protección de los manantiales. Ninguno de los puntos fue positivo para *Shigella* y *Salmonella*. Se detectó la presencia generalizada de la bacteria *Pseudomonas aeruginosa* en el agua de estos pozos. Esta bacteria no es problema para los usuarios que utilizan el agua para consumo, pero sí es un gran riesgo para aquellas personas inmunocomprometidas y para el suministro de agua en centros de salud; así como para la industria alimenticia pues produce serias alteraciones en sus procesos productivos.

Otro hallazgo es la presencia en bajas concentraciones o en estadíos de bajo metabolismo de la bacteria *Aeromonas hydrophila*, situación que dificulta su aislamiento. Este aspecto es muy importante dada la reciente aparición de esta bacteria como agente responsable de brotes de diarrea en la población asociados a transmisión hídrica.

MARINE FUNGI (CHYTRIDIOMYCETES AND THRAUSTOCHYTRIALES) IN MANGROVE AREA AT PUNTA MORALES, GOLFO DE NICOYA, COSTA RICA

*Annemarie Ulken, Roxana Víquez, Carmen Valiente y Mitzi Campos.
Revista de Biología Tropical. 1990. 38(2A):243-250.*

The mangrove swamp near the Biological Station at Punta Morales, Golfo de Nicoya, Costa Rica, was sampled for lower fungi during the dry season in 1987, and for a second time during the wet season in 1988. In 1987, Chytridiomycetes were found in the sediment samples, which, however, could be observed in less quantity during the wet season. In both years, the registered genera of the biflagellate organisms were Schizochytrium, Thraustochytrium and Ulkenia. In 1987 some Labyrinthula sp., were observed, which apparently had disappeared in 1988. In general, there were one individuals per genus during the wet season but there seemed to have been more genera during the dry season. Lower fungi seem to be important as decomposing organisms that the sediment with protein and organic nitrogenous compounds.

EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL RÍO TIRIBÍ PERIODO 1981-1982

*Victoria Pacheco Secades
Licenciada en Química
Ana Victoria Mata Solano
Microbióloga y Química Clínica
Marco Antonio Sequeira
Licenciado en Química*

RESUMEN

Se analizó el Río Tiribí en cinco estaciones de muestreo y tres de sus afluentes principales (Damas, Cucubres y Chagüite). Los muestreos se realizaron durante un periodo de dos años, mensualmente y por las mañanas, determinándose: turbiedad, pH, demanda bioquímica de oxígeno, oxígeno disuelto y coliformes fecales. En la evaluación de las diferentes variables se pudo observar que la carga orgánica va en aumento conforme se avanza en el cauce del río.

CODIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE DE TARCOLES: COSTA RICA

Marco Antonio Sequiera
Licenciado en Química
Flora Pérez Sáenz
Microbióloga y Química Clínica
Victoria Pacheco Secades
Licenciada en Química
José Miguel Ramírez Ramírez
Licenciado en Química
Edgar González Contreras
Microbiólogo y Químico Clínico

RESUMEN

Se muestra la primera codificación de la calidad de las aguas de la Cuenca 24. Costa Rica mediante la aplicación de un Índice de Calidad (ICA) que reduce un volumen muy grande de información, la expone de manera simple permitiendo una rápida interpretación del problema de la calidad de las aguas.

Este instrumento de valoración anual puede ser aplicado de forma continua para estimar la tendencia de la calidad de las aguas en el tiempo y el espacio.

El periodo de estudio es de 2 años (1981-1982) y cubre una red hídrica de 220 km de longitud, con 58 estaciones de muestreo, de los principales ríos y quebradas que drenan el área de estudio.

CONTAMINACIÓN ORGÁNICA DEL ESTERO DE PUNTARENAS DURANTE EL PERIODO 1985-1986

*Flora Pérez Sáenz
Microbióloga y Química Clínica
Darner Mora Alvarado
Microbiólogo y Químico Clínico
Ana Victoria Mata Solano
Microbióloga y Química Clínica
Victoria Pacheco Secades
Licenciada en Química*

RESUMEN

Se estudia la contaminación orgánica utilizando el oxígeno disuelto, la demanda bioquímica de oxígeno y los coliformes fecales durante las mareas alta y baja, del estero de Puntarenas. La demanda bioquímica de oxígeno es semejante en todas las estaciones muestreadas originando una disminución del OD, llegando a encontrarse un alto porcentaje de las estaciones con concentraciones inferiores a 6.0 mgL⁻¹, el cual es considerado como el mínimo aceptable en aguas de estuario.

Los coliformes fecales presentan concentraciones variables en las diferentes estaciones. En marea alta se obtuvo densidades menores de coliformes fecales comparándolas con los obtenidos durante la marea baja.

El impacto de la contaminación de las descargas de las aguas negras situadas en el límite opuesto por el efecto de la fuerte corriente del Canal Central del Estero.

CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN COSTA RICA 1994-2011

Darner Mora Alvarado
Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública
Carlos Felipe Portuquez
Licenciado en Gestión Ambiental

RESUMEN

La presente investigación descriptiva es complementaria al Estudio sobre la Calidad Microbiológica de las Aguas Superficiales publicado en el año 2003, y tiene como objetivo actualizar la evaluación de la calidad microbiológicas de las aguas superficiales en Costa Rica de 1994 al 2011, mediante la estimación de la contaminación fecal de ríos, lagos y/o embalses, esteros o humedales y 100 playas. La metodología aplicada para cumplir con los objetivos específicos se fundamenta, en primera instancia, en un estudio de desembocaduras de ríos en los litorales pacífico, atlántico y en la Cuenca del Río San Juan, realizados en 1994, 1995 y en el 2010, respectivamente, el cual aborda la contaminación de 32 desembocaduras. Dicho estudio se utilizó como base para priorizar la selección de investigaciones más específicas en las cuencas de los ríos Reventazón, Tempisque, Grande de Tárcoles, Grande de Térraba, Barranca y los Canales del Tortuguero.

Por otra parte, se resumen los estudios realizados en el Laboratorio Nacional de Aguas en 7 lagos y embalses, 321 fuentes de aguas crudas para potabilización, 35 esteros y 100 aguas de playa. La evaluación de la contaminación microbiológica se realizó utilizando el promedio del Número más Probable de coliformes fecales por 100 mL de muestra (NMP/100 mL), cuyos resultados indican que:

- La cuenca hidrográfica más contaminada es el Río Grande de Tárcoles, mientras que la que presenta menor contaminación es la del Grande de Térraba.
- Las fuentes de aguas superficiales para potabilización, mediante plantas de tratamiento, se clasifican de acuerdo con los criterios actualizados para aguas para potabilización de la siguiente manera: 11 de calidad excelente, 288 de buena calidad, 12 de regular calidad y 10 de mala calidad.
- Los lagos y embalses presentaron aguas de buena calidad para la recreación, la

irrigación, la acuicultura y la potabilización.

- De los 35 esteros evaluados, 14 son fuentes importantes de contaminación fecal sobre las playas ubicadas a sus alrededores.
- Con respecto a las 100 playas evaluadas, un total de 55 se clasifican como “Clase AA” (Valores <10 CF/100 mL), 37 playas son “Clase A” (Entre 10 y 100 CF/100 mL), 3 playas se catalogan como “Clase B” (Entre 101 y 240 CF/100 mL), 0 playas se clasifican como “Clase C” como no aptas para la natación y 2 como “Clase D” como pésimas para la natación.

Por último, se realizó una evaluación cualitativa de la evolución de la contaminación de los cuerpos de aguas superficiales de Costa Rica y, además, se establecieron recomendaciones con la intención de tomar las medidas correctivas correspondientes, que permitan a las futuras generaciones contar con ambiente acuático de buena calidad. Para lograr esto es necesario coordinar acciones entre las comunidades y las entidades públicas y privadas involucradas en el Sector Recurso Hídrico.

EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD SANITARIA DE LAS AGUAS DE PLAYA DE LA CIUDAD DE PUNTARENAS 1961-2001

Darner Mora Alvarado

Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública

RESUMEN

El presente documento muestra la evolución de la calidad sanitaria de las aguas de playa de la ciudad de Puntarenas durante los últimos cuarenta años. Para la evaluación se utilizan los datos de Coliformes totales presentados por Brunker y Fernández en 1961 y 1971, complementados con los resultados de ese mismo indicador obtenidos en el Laboratorio Nacional de Aguas (LNA) entre 1981 y el año 2001, en ambos casos por cada 100 mL de muestra. Los puntos de muestreo seleccionados suman un total de 10, ubicados desde la Punta hasta 200 metros al este del Muelle Nacional.

Por otra parte, se realizó otra valoración utilizando los datos de coliformes fecales obtenidos por el Laboratorio Nacional de Aguas a partir de 1981, calculando los promedios geométricos de los trienios 1981-1983, 1985-1987, 1990-1992 y 1999-2001.

Los resultados indican que en ambos indicadores microbiológicos se observa una disminución en la contaminación fecal, a partir de la década de los 70, lo que permite concluir que las aguas de playa de la ciudad de Puntarenas han mejorado su calidad sanitaria con el transcurso de los años.

Las causas de esta mejoría son:

- La construcción del sistema nuevo del alcantarillado sanitario en 1976.
- El traslado de la actividad portuaria, del Muelle Nacional de Puntarenas a Caldera.
- Las obras construidas por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) en la Punta.
- La disminución del turismo y ordenamiento en el alcantarillado por parte de Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.

EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD SANITARIA DE LAS AGUAS DE PLAYA JACÓ 1986-2008

Darner Mora Alvarado
Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública

RESUMEN

Objetivo:

Estudiar la calidad sanitaria de las aguas de Playa Jacó mediante inspecciones sanitarias y muestras realizadas en el período 2002 al 2008, y su posterior comparación con los resultados obtenidos en los períodos 1986-1987 y 1996-2000, con el propósito de sensibilizar a la sociedad civil para que, en conjunto con las autoridades de salud, la municipalidad y Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, se establezcan acciones que mejoren la calidad microbiológica de la playa.

Metodología:

Primero se realizó un análisis de la evolución histórica de la calidad de la playa, en los períodos 1986-1987 y 1996-2000; luego, se analizaron en detalle los promedios geométricos, mínimos y máximos anuales de coliformes fecales/100mL (CF/100mL), en el período 2002-2008. La evaluación de la calidad del agua se hizo con los “Criterios Bacteriológicos Nacionales para Evaluar las Aguas de Mar de Contacto Directo” (natación), en donde el límite para calificar las aguas de mar es de 240CF/100mL; además, se estudiarán las cuatro desembocaduras de aguas superficiales (3 quebradas y el Río Copey).

Resultados:

Los resultados indican un incremento de la contaminación fecal de las aguas de mar en Jacó durante las dos últimas décadas; esta situación se agravó en el año 2008, en donde al menos dos puntos de muestreo el agua se clasifica como no apta para la natación; además, se identificaron grandes densidades de CF/100mL en las tres quebradas y el Río Copey lo cual, unido al uso de tanques sépticos, influye en la calidad sanitaria de la playa.

Conclusiones:

Actualmente, , en el año 2008, el agua de mar en Playa Jacó es no apta para la natación.

Recomendaciones:

Se deben identificar con mayor detalle las fuentes puntuales de contaminación sobre las tres quebradas y el Río Copey. Por otro lado, es necesaria la unión de las fuerzas vivas de la comunidad de Jacó para resolver, en conjunto con el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, la problemática ambiental de recolección, traslado y tratamiento de las aguas residuales domésticas.

AGUA, AMBIENTE Y SALUD

AGUAS ENVASADAS: CALIDAD Y COMERCIALIZACIÓN EN COSTA RICA

Darner A. Mora Alvarado

Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública

Gabriela Catarinella Arrea

Microbióloga y Química Clínica/Máster en Parasitología

RESUMEN

El presente trabajo aborda algunos aspectos comerciales, la calidad y Consumo de las Aguas Envasadas (AEs) en Costa Rica. Para cumplir con el objetivo se realizó un estudio de algunas características relacionadas con su consumo y comercialización, en los últimos años, a nivel mundial; se investigó el registro sanitario en el Ministerio de Salud y se efectuó un inventario de las marcas de las Consumo de las Aguas Envasadas (AEs) a la venta en el mercado nacional. Se compraron envases de las 11 marcas comerciales de Consumo de las Aguas Envasadas (AEs) disponibles, un día en particular, en los principales supermercados del Área Metropolitana; se calculó el precio por litro de cada una y comparó con la tarifa ordinaria básica por litro del agua suministrada por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (Instituto de Acueductos y Alcantarillados).

Además, se realizaron análisis microbiológicos y físico químicos a cada una y los resultados se compararon con los del control de calidad del agua del Acueducto Metropolitano, de enero a agosto del 2005.

Los resultados demuestran que existen 40 marcas de Consumo de las Aguas Envasadas (AEs) registradas en el Ministerio de Salud (13 de producción extranjera, 27 de producción nacional). En todas las muestras, el precio por litro de las Consumo de las Aguas Envasadas (AEs) es más de 1000 veces superior al del agua de cañería suministrada por Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.. La calidad de estas varía de acuerdo con el tipo de agua, por ejemplo las aguas minerales tienen pH bajos y exceso de sustancias químicas como la dureza total (calcio, magnesio). Las aguas preparadas mediante Osmosis Reversa no contienen minerales. Las aguas naturales de manantial tienen características químicas más equilibradas, las cuales son muy similares a las del agua suministrada por cañería.

Se recomienda al Ministerio de Salud que elabore y apruebe una norma nacional para las Consumo de las Aguas Envasadas (AEs) que se comercian en Costa Rica y ejerza vigilancia sobre la calidad de este producto en conjunto con el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.

COMERCIALIZACIÓN Y CALIDAD DE LAS AGUAS ENVASADAS EN EL CONTEXTO MUNDIAL

Darner A. Mora Alvarado
Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública
Moisés Coto Cervantes
Asistente de Laboratorio
Johanna Méndez Araya
Microbióloga y Química Clínica

RESUMEN

Objetivo:

Analizar la comercialización, la calidad y la consistencia reglamentaria de la información indicada en las etiquetas de las Aguas Envasadas (AE), con respecto al origen de la materia prima, el tipo de agua y el contenido nutricional en 54 muestras recolectadas en 4 continentes.

Metodología:

Aprovechando las visitas de amigos y colegas a diferentes países del mundo, se recolectaron 54 muestras de 45 marcas de aguas envasadas en 16 países de 4 continentes. El propósito consistió en estudiar la evolución de la comercialización, la calidad microbiológica y la consistencia de la información de las etiquetas en los envases, y comparar lo expresado en los exámenes de Laboratorio realizados en el Laboratorio Nacional de Aguas.

Resultados:

El comercio y consumo de Aguas Envasadas (AE) se ha incrementado aceleradamente en el periodo 2000 al 2007, sufriendo en el 2008, debido a la crisis económica mundial.

Los análisis microbiológicos demuestran que el 31,5% del total de análisis realizados incumplen las normas internacionales y nacionales. El análisis de los contenidos de las

etiquetas en los envases, comprueban grandes disparidades y ausencia de información elemental para la salud de los consumidores.

Conclusiones:

El negocio del Aguas Envasadas (AE) se ha convertido en el tercer producto de mayor generación de marcas, detrás del petróleo y el café. Los análisis microbiológicos indican que las Aguas Envasadas (AE) no son de mejor calidad que las aguas de servicio público, y además se observan inequidades en la regulación y comercialización de etiquetas de aguas.

Recomendación:

Las entidades de salud deben ampliar los requisitos para cada tipo de Aguas Envasadas (AE), procurando la seguridad en el consumo por parte de la población.

APORTE DEL AGUA DE BEBIDA A LOS REQUERIMIENTOS DE CALCIO DE LA POBLACION COSTARRICENSE

*Darner Mora Alvarado
Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública
Nuria Alfaro Herrera
Licenciada en Química
Carlos Felipe Portuquez
Licenciado en Gestión Ambiental*

RESUMEN

Se presenta la primera investigación a nivel nacional, para determinar el aporte del agua de bebida a los requerimientos de calcio del costarricense, asumiendo una ingesta diaria de 2 litros de agua. Para calcular las concentraciones porcentuales de calcio iónico, se promediaron y agruparon por cantones los contenidos de Carbonato de Calcio (CaCO_3) de las fuentes de agua utilizadas por acueductos rurales, municipales y los administrados por Acueductos y Alcantarillados; además, como complemento, se incluyeron los datos de las aguas envasadas.

Los resultados se presentan en un mapa, que muestra los porcentajes de contribución del agua a las recomendación diaria admisible (RDA) de calcio (800 mg/día). Estos datos indican que las aguas suministradas en los cantones de las provincias de San José, Alajuela, Heredia y Cartago aportan valores inferiores a 8.9%, mientras que la mayoría de los acueductos ubicados en los cantones de la provincias costeras (Guanacaste, Puntarenas y Limón) contribuyen con más de 10%, lo que resulta significativo en las recomendación diaria admisible (RDA) de Costa Rica. Con base en esto se recomienda a los nutricionistas incluir el aporte del agua de bebida en la preparación de las recomendación diaria admisible (RDA) de calcio. Además, se pretenden fomentar el desarrollo de investigaciones, en donde se analice la influencia del calcio del agua con enfermedades como osteoporosis, problemas cardiovasculares y cálculos renales.

APORTE DEL AGUA DE BEBIDA A LOS REQUERIMIENTOS DE MAGNESIO DE LA POBLACION COSTARRICENSE

Darner Mora Alvarado

Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública

Nuria Alfaro Herrera

Licenciada en Química

Carlos Felipe Portuquez

Licenciado en Gestión Ambiental

Pablo González González

Asistente de Laboratorio

RESUMEN

Se presenta un estudio descriptivo en el ámbito nacional, para determinar la contribución del agua de bebida a los requerimientos de magnesio (Mg) a la dieta del costarricense, asumiendo una ingesta diaria de dos litros. Para calcular las concentraciones porcentuales de Mg iónico, se promediaron y agruparon por cantones los contenidos de carbonato de magnesio ($MgCO_3$) de las fuentes de agua, utilizadas para los acueductos rurales, municipales y los administrados por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados; además, como complemento, se incluyeron los datos de las aguas envasadas existentes en el mercado nacional. Los resultados se presentan en un mapa,

que muestra los aportes del agua de bebida a la recomendación diaria admisible (RDA) de 350 mg/L. El análisis de resultados demuestra que de los 81 cantones, 58 (72.8%) contribuyen con menos del 5% al recomendación diaria admisible (RDA) de Mg, lo cual califica este aporte como escaso, 17 (21%) contribuyen entre 5 a menos de 10%, lo que es normal si se compara con la mayoría de las aguas de otras latitudes, y solamente 5 cantones costeros aportan más de 10%, lo que se considera como una buena contribución a la dieta del costarricense. Por último, los datos de las aguas envasadas nacionales contribuyen en forma escasa al recomendación diaria admisible (RDA) de Mg diario, con menos de 5%.

ESTUDIO PRELIMINAR EXPLORATORIO-ECOLÓGICO DE LA RAZÓN DE INCIDENCIA ESTANDARIZADA DE VARIOS TIPOS DE CÁNCER Y LAS CONCENTRACIONES DE ARSÉNICO EN AGUA PARA CONSUMO EN GUANACASTE-COSTA RICA

Darner Mora Alvarado
Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública

RESUMEN

Objetivo.

RealizaRr un estudio preliminar de tipo exploratorio-ecológico sobre la relación de la Razón de Incidencia Estandarizada Suavizada de varios tipos de cáncer y los contenidos de arsénico en las aguas para consumo humano en Costa Rica- Guanacaste.

Metodología.

Para cumplir con el objetivo en este estudio exploratorio-ecológico se utilizaron los datos del “Atlas de Incidencia por Cáncer en Costa Rica 2000-2004, de la Caja Costarricense de Seguro Social y los datos de calidad del agua del Laboratorio Nacional de Aguas, en las fuentes de agua para potabilización en la provincia de Guanacaste, Costa Rica. La metodología estadística utilizada fue la correlación lineal al 95% de confianza entre la “Razón de Incidencia Estandarizada Suavizada (diferente a 1)” y las concentraciones de

arsénico en aguas para consumo humano; además, se realizó una comparación entre la RIES y los contenidos de arsénico en agua en: Cañas, Liberia, Bagaces y Nandayure.

Resultados.

Los estudios de correlación lineal al 95% de confianza demuestran que no existe asociación positiva entre la incidencia de los diferentes tipos de cáncer y las trazas o concentración de arsénico en el agua para consumo humano, en las 11 áreas de salud ubicadas en los cantones de la provincia de Guanacaste.

Conclusiones y Recomendaciones.

Los resultados demuestran que no existe asociación positiva entre la incidencia de los diferentes tipos de cáncer, incluidos los vinculados con el consumo crónico de arsénico, como piel, pulmones, hígado y vejiga.

En razón de la importancia se recomienda realizar estudios más profundos en todo el territorio nacional para buscar cuál es la situación de las 4500 fuentes de agua del país; además de establecer el posible origen de la contaminación de las fuentes de agua con arsénico.

ESTUDIO EXPLORATORIO-ECOLÓGICO SOBRE LAS CONCENTRACIONES DE SALES DE CALCIO EN EL AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y LA LITIASIS RENAL EN COSTA RICA

Darner Mora Alvarado
Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública
Horacio Chamizo García
Máster en Salud Pública

RESUMEN

En Costa Rica se presentan unos 6000 casos anuales de litiasis o cálculos renales, que implican una tasa promedio de 1.7 casos por 1000 habitantes; esta patología consiste en la formación de masas duras semejantes a piedras, que se forman en cualquier parte de las vías urinarias. Sus causas son multifactoriales contemplando elementos anatómicos, genéticos, infecciosos y ambientales como la ingesta constante de aguas duras o con exceso de sales de calcio. En razón de esto se realizó un estudio por cantones de tipo exploratorio-ecológico para el período 2001-2002, en donde se buscaba una posible relación entre la incidencia de cálculos renales y los contenidos de Carbonato de Calcio en el agua para consumo humano (ACH). Para cumplir con este objetivo se utilizaron los datos del Laboratorio Nacional de Aguas (Laboratorio Nacional de Aguas), sobre la dureza promedio de cuatro mil fuentes de agua distribuidas por cantones, además de los egresos hospitalarios por cálculos renales en los 29 hospitales de la Caja Costarricense del Seguro Social (Caja Costarricense de Seguro Social).

El análisis estadístico se fundamentó en el Índice de Morbilidad Estandarizado (IME) ajustado por el Método Indirecto, y el Coeficiente de Correlación de Pearson al 95% de confianza. Para presentar los datos obtenidos se usaron mapas cantonales de dureza de calcio y el Índice de Morbilidad Estandarizado (IME) de cálculos renales. Los resultados indicaron una asociación ecológica entre ambas variables; es decir, a mayor consumo de aguas duras mayor es el riesgo de padecer cálculos renales en la población. Por el contrario, en los cantones en donde predominan las aguas blandas el riesgo es inferior al promedio nacional. Se recomienda a las personas con predisposición genética a padecer litiasis renal, evitar el consumo de aguas duras con concentraciones superiores a 120 mg/L de Carbonato de Calcio.

LOS CONTENIDOS DE CALCIO EN EL AGUA DE BEBIDA Y SU RELACION CON LAS CARDIOPATIAS ISQUEMICAS EN COSTA RICA

Darner Mora Alvarado
Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública
Carlos Felipe Portuquez
Licenciado en Gestión Ambiental
Mariano Peinador Brolato
Licenciado en Biología
Nuria Alfaro Herrera
Licenciada en Química

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo determinar si el consumo prolongado de agua, con diferentes concentraciones de Carbonato de Calcio (CaCO_3), es un factor protector contra enfermedades cardiovasculares como el Infarto Agudo del Miocardio (IAM) y otras Isquemias del Corazón (OIC). Para lograrlo se definieron los promedios de los contenidos de CaCO_3 en las fuentes de agua utilizadas para consumo humano, en los 81 cantones del territorio nacional. Así mismo, se promediaron los egresos hospitalarios por estas patologías del trienio de 1994 a 1996, con lo cual se calcularon las tasas por 100.000 habitantes. Además, se aprovechó la clasificación de la Organización Mundial de Salud (OMS) sobre dureza del agua, por medio de intervalos de CaCO_3 , para definir si un agua es blanda (0-60 mg/L), moderadamente dura (61-120 mg/L), dura (120-180 mg/L) y muy dura (>180 mg/L). Posteriormente se agruparon y promediaron las tasas cantonales por IAM y OIC, en concordancia con la clasificación antes mencionada.

Los resultados indican una tendencia al incremento de estas enfermedades en el grupo de cantones con contenidos de CaCO_3 , en el agua para consumo humano, menores a 60 mg/L; es decir, a menor contenido de CaCO_3 , es mayor la tasa promedio de estas patologías. Sin embargo, solamente en el análisis estadístico del Infarto Agudo del Miocardio (IAM) entre los diferentes intervalos, demuestran una diferencia estadística significativa al 95% de confianza. En el caso de Isquemias del Corazón (OIC) no se demostró diferencia significativa, pero la tendencia es muy semejante a la de Infarto Agudo del Miocardio (IAM). Por esta razón, se sugiere que el contenido de calcio en el agua de bebida es un factor protector contra este tipo de enfermedades.

CALCULOS EN LAS VIAS URINARIAS Y SU RELACIÓN CON EL CONSUMO DE CALCIO EN EL AGUA DE BEBIDA EN COSTA RICA

Darner Mora Alvarado

Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública

Nuria Alfaro Herrera

Licenciada en Química

Carlos Felipe Portuguez

Licenciado en Gestión Ambiental

Mariano Peinador Brolato

Licenciado en Biología

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo determinar si el agua para consumo humano, con diferentes concentraciones de dureza de calcio (CaCO_3), es un factor de riesgo para la producción de cálculos renales, uretrales y de vías urinarias inferiores. Para cumplir con dicho objetivo se definieron los promedios del contenido de CaCO_3 en las fuentes de agua utilizadas para consumo humano, en cada uno de los 81 cantones del país. Paralelamente, se obtuvieron los promedios cantonales de egresos hospitalarios por estas patologías, en el trienio 1994, 1995 y 1996, con lo cual se calcularon las tasas por 100.000 habitantes. Aprovechando la clasificación de la OMS sobre los intervalos de CaCO_3 , para definir si un agua es blanda (0-60 mg/L de CaCO_3), moderadamente dura (61-120 mg/L), dura (121 –180 mg/L) o muy dura (>180 mg/L), se distribuyeron y agruparon los cantones y se determinaron las tasas promedios de ambas patologías. Los resultados indican una tendencia al incremento de cálculos en las vías urinarias superiores e inferiores, en el grupo de cantones con aguas que presentan concentraciones >120 mg/L. Sin embargo, aunque los patrones de tendencia son semejantes, solamente en los cálculos de las vías urinarias inferiores se demostró una diferencia estadística significativa (análisis de varianza entre grupos, al 95% de confianza), lo que sugiere que el consumo prolongado de este tipo de aguas representa un factor de riesgo para contraer este padecimiento.

SATISFACCIÓN POR CALIDAD DEL AGUA Y CALIDAD DE VIDA: SITUACIÓN DE COSTA RICA EN EL MUNDO 2011

Darner Mora Alvarado

Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública

RESUMEN

Objetivo:

Describir los resultados de las encuestas de “Satisfacción con Calidad del Agua” (SCA) y “Satisfacción General con Calidad de Vida” (SGCV), del “Informe sobre Desarrollo Humano 2011” de la OMS/UNICEF, y la ubicación de Costa Rica en ambos indicadores en el contexto mundial.

Metodología:

Para cumplir con el objetivo de este estudio descriptivo se aplicaron los siguientes pasos:

- Análisis de los datos porcentuales de “Satisfacción con Calidad del Agua” (SCA) de 132 países del mundo.
- Análisis de los datos de “Satisfacción General con Calidad de Vida” (SGCV) de 133 países a nivel mundial.
- Descripción del acceso y cobertura de calidad del Agua para Consumo Humano (ACH) en Costa Rica del 2006 al 2010.
- Clasificación del Índice de Desarrollo Humano (IDH) y los promedios de “Satisfacción General con Calidad de Vida” (SGCV) y “Satisfacción con Calidad del Agua” (SCA).
- Análisis de frecuencias entre los intervalos de “Satisfacción con Calidad del Agua” (SCA) y los promedios de “Satisfacción General con Calidad de Vida” (SGCV) y la Esperanza de Vida al Nacer (EVN/Promedio en años).
- Ubicación de Costa Rica en el contexto mundial con respecto a los resultados obtenidos.

Resultados:

Los resultados obtenidos indican que:

- Los 132 países estudiados con “Satisfacción con Calidad del Agua” (SCA) presentan como valor mínimo 6,5%, el promedio es de 68,1% y el máximo de 97,4%. Con respecto a los 133 países que presentaron datos de “Satisfacción General con Calidad de Vida” (SGCV), los datos indican que, en una clasificación de 1 a 10, el mínimo fue de 2,8, el promedio de 5,9 y el máximo de 7,8.
- Costa Rica presentó un 88,7% de “Satisfacción con Calidad del Agua” (SCA) cifra concordante con los datos promedio aportados por el Laboratorio Nacional de Aguas en el mismo periodo, que es de 85,6% entre el 2006 y el 2010.
- El dato de la “Satisfacción General con Calidad de Vida” (SGCV) para Costa Rica fue de 7,3 que ubica a nuestro país en el sexto lugar del mundo, empatado con Austria, Irlanda y Panamá.
- El 88,7% alcanzado de “Satisfacción con Calidad del Agua” (SCA) ubica a nuestro país en el lugar 20 a nivel mundial, por debajo de otras 20 naciones.
- El análisis de frecuencias de los porcentajes de “Satisfacción con Calidad del Agua” (SCA) por intervalos y los promedios de “Satisfacción General con Calidad de Vida” (SGCV) y la EVN, demuestra que a mayor “Satisfacción con Calidad del Agua” (SCA) mayor es la “Satisfacción General con Calidad de Vida” (SGCV) y aumenta la EVN.
- Un hecho sobresaliente es que Costa Rica está clasificada en un IDH “Alto” de 0,774, pero tiene una “Satisfacción con Calidad del Agua” (SCA) de 88,7% y un “Satisfacción General con Calidad de Vida” (SGCV) de 7,3, mejor que el promedio de todos los países con IDH clasificados como “Muy Alto”.

Recomendaciones:

La Organización Mundial de la Salud (OMS) debe exigir a las naciones informes anuales de cobertura y calidad del Agua para Consumo Humano (ACH), pero que certifiquen la calidad del líquido. Además, cada país debe impulsar el incremento de las coberturas con agua de calidad potable y el saneamiento, para mejorar la calidad de vida de sus respectivas poblaciones

AGUA PARA CONSUMO HUMANO: APORTE DE CALCIO Y MAGNESIO A LA DIETA DEL COSTARRICENSE Y SU EFECTO SOBRE LA SALUD

Darner Mora Alvarado

Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública

Nuria Alfaro Herrera

Licenciada en Química

Carlos Felipe Portuquez

Licenciado en Gestión Ambiental

RESUMEN

El presente trabajo es producto de una serie de estudios realizados en el Laboratorio Nacional de Aguas (Laboratorio Nacional de Aguas), con la intención de determinar el posible efecto de los contenidos de calcio (Ca), magnesio (Mg) y dureza total (DT) presente en el agua para consumo humano (ACH) sobre las cardiopatías isquémicas, además de la relación específica del Ca sobre la formación de cálculos en las vías urinarias superiores e inferiores (VUS y VUI). Para lograrlo, primero se realizó una caracterización cantonal de sus concentraciones promedio en las fuentes de agua usadas por Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, municipalidades y acueductos rurales, para determinar posteriormente los aportes de estos elementos a la dieta del costarricense, con lo cual, se confeccionaron mapas. Después, se ubicaron los cantones de acuerdo con la clasificación de la dureza de la Organización Mundial de la Salud (OMS), la cual se fundamenta en intervalos de clase de Carbonato de Calcio (CaCO_3) sin considerar el Carbonato de Magnesio (MgCO_3); en el caso del magnesio (Mg) y la dureza total (DT), se usa la clasificación propuesta por el Laboratorio Nacional de Aguas. Posteriormente, se realizaron distribuciones de frecuencia cruzadas entre los intervalos de clase con las tasas de egresos hospitalarios por cantones de cardiopatías isquémicas, divididas en Infarto Agudo de Miocardio (IAM) y Otras Isquemias de Corazón (OIC), además de la relación específica del Ca con los cálculos en las vías urinarias superiores e inferiores (VUS y VUI). Realizadas las mencionadas distribuciones, se calcularon los promedios de las tasas por 100.000 habitantes de las patologías estudiadas, en los grupos de cantones en cada intervalo definido, para luego elaborar análisis de varianza entre grupos al 95% de confianza. Los resultados demuestran diferencias estadísticamente significativas (DES) entre los grupos de cantones de aguas blandas con respecto a los cantones con aguas duras en: a-) Ca vs IAM y cálculos en las urinarias inferiores (VUI), además de las concentraciones de magnesio (Mg) y dureza total (DT) vs Infarto Agudo de Miocardio (IAM).

ESTUDIO EXPLORATORIO SOBRE LA INCIDENCIA DE CÁNCER GÁSTRICO Y LOS NITRATOS EN EL AGUA POTABLE EN COSTA RICA

Darner Mora Alvarado
Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública
Horacio Chamizo García
Máster en Salud Pública
Ana Mata Solano
Microbióloga y Química Clínica

RESUMEN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) indicó en sus Guías de Calidad de Agua de Bebida en 1995 (volumen 2) lo siguiente “Los estudios epidemiológicos ecológicos o de correlación geográfica proporcionan datos sugerentes que parecen indicar la existencia de una correlación entre la exposición alimentaria de nitratos y el cáncer, en particular el de estomago, pero estudios analíticos más definitivos no han confirmado estos resultados”. Sin embargo, a pesar de que esta correlación no se ha probado estadísticamente, varios medios de comunicación en Costa Rica han vinculado los contenidos de nitratos en las aguas para consumo humano como un factor de riesgo para padecer cáncer gástrico. En razón de esta incertidumbre existente, se realizó un estudio exploratorio ecológico sobre la incidencia de cáncer gástrico y los contenidos de nitratos en aguas para consumo humano, suministradas en 458 distritos ubicados en el territorio nacional.

Para cumplir con el mencionado objetivo, se utilizaron las tasas de mortalidad provocadas por este tumor maligno en el trienio 1999-2001 y las concentraciones promedio de nitratos en mg/L en las aguas de bebida en cada distrito. Para efectos estadísticos, se calcularon los índices de mortalidad estandarizado (IME) como método indirecto y se uso el Coeficiente de Correlación de Pearson con el objetivo de analizar si existe o no, relación entre ambas variables (cáncer gástrico y nitratos en el agua); los resultados de este estudio exploratorio ecológico comprobaron la no existencia de asociación entre ambas variables. Es decir, se rechaza la hipótesis de estudio y se acogió la hipótesis alternativa “los contenidos de nitratos en el agua de bebida no son un factor de riesgo para padecer cáncer gástrico en Costa Rica”. Por último, se recomienda a las autoridades de salud divulgar los resultados de esta investigación con el propósito de eliminar la confusión existente en la población costarricense.

SALUD Y DESARROLLO EN EL MUNDO: EMISIONES DE CO₂ VERSUS LOS INDICADORES DE SANEAMIENTO Y EDUCACIÓN

Darner Mora Alvarado

Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública

RESUMEN

Los países desarrollados son los que producen más CO₂ per-cápita debido a su desarrollo industrial, lo que no necesariamente concuerda con altos índices de desarrollo y salud entre su población; para comprobarlo se realiza este estudio entre 106 países, con el objetivo de determinar si las emanaciones de CO₂, por país, son concordantes con el desarrollo y los avances en los indicadores de desarrollo y salud, en comparación con el aporte de los servicios de agua potable y saneamiento. Con un Análisis de Correlación Lineal de Pearson al 95% de confianza entre los indicadores, y un análisis de frecuencias entre los intervalos de emanaciones de CO₂ y los indicadores de desarrollo y el acceso a agua por cañería con los mismos indicadores, se pretende verificar cuál de estos dos aspectos explica mejor el desarrollo y la salud de los países. Los resultados comprueban que la industrialización, emisiones de CO₂ y la riqueza no garantizan un mejoramiento en los indicadores de desarrollo y salud, contrario al acceso a agua potable intradomiciliar y el saneamiento, que son fundamentales para avanzar en el desarrollo, la salud y la calidad de vida de sus pobladores.

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

Darner Mora Alvarado
Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública

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 fecales, 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 (Caja Costarricense de Seguro Social), 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.

EVOLUCIÓN DE LAS GUÍAS MICROBIOLÓGICAS DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS) PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO: 1984-2004

Darner Mora Alvarado

Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública

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 el 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 la 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 Agua para Consumo Humano (ACH) de la Organización Mundial de la Salud (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 Agua

para Consumo Humano (ACH) en aviones y centro educativos.

6. Por último, la Organización Mundial de la Salud (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.

FUENTES DE AGUA POTABLE MEJORADAS Y SU RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO DEL MILENIO 1990-2015

Darner Mora Alvarado

Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo analizar el impacto que tiene el uso del nuevo concepto de “Fuentes de Agua Potable Mejoradas” (FAPM), sobre los indicadores básicos de salud (IBS) y el cumplimiento de las metas establecidas por los “Objetivos de Desarrollo del Milenio” (ODM). Este nuevo concepto incluye el porcentaje de población abastecida por agua intradomiciliar (PAC), por piletas públicas, aguas de lluvia, pozos y nacientes protegidas a menos de 1 Km del domicilio de los usuarios. Para efectos de este estudio se denomina a todos estos tipos de abastecimientos, menos el del PAC, como porcentaje de agua por otras fuentes (PAOF). Para cumplir con el objetivo del estudio se recolectaron datos de 87 países del contexto mundial, sobre las coberturas de “Fuentes de Agua Potable Mejoradas” (FAPM), población abastecida por agua intradomiciliar (PAC) y porcentaje de agua por otras fuentes (PAOF), además de los indicadores básicos de salud (IBS) Tasa de mortalidad en menores de 5 años (TM<5años/1000) tasa de mortalidad infantil (TMI/1000), tasa bruta de mortalidad (TBM/1000), esperanza de vida al nacer (EVN/X años), gasto en salud (GS), gasto en educación (GE) y gasto en defensa (GD), más la alfabetización (Alf) y la disposición adecuada de excretas (DAE). Con estos datos se calcularon dos tipos de datos estadísticos; en primera instancia un análisis de Correlación simple de Pearson y en segunda las correlaciones parciales, controlando variables para determinar la verdadera asociación entre los diferentes tipos de suministro de agua

potable y los indicadores básicos de salud (IBS).

Los resultados obtenidos indican que existen asociaciones inversas, muy fuertes y con significancia estadística al 95% de confianza, entre los tipos de abastecimientos de agua de FAPM y población abastecida por agua intradomiciliar (PAC) con la $TM < 5$ años/1000 y la $TMI/1000$, y una correlación inversa con la EVN/X años. Sin embargo, la asociación entre porcentaje de agua por otras fuentes (PAOF), por el contrario, el resultado de $r = 0.510$, lo cual evidencia que cuando la población se abastece con agua de nacientes o pozos protegidos a menos de 1 Km de sus casas, la $TM < 5/1000$ tiende a aumentar. A la inversa, cuando los porcentajes de abastecimiento con mediante acueductos (PAC), las tasas de mortalidad tienden a disminuir y la EVN/X años aumenta. Estos resultados se ratifican cuando se aplican las correlaciones parciales controlando el resto de las variables o IBS, sobre todo en la longevidad de vida de la población. A la luz de estos resultados, se recomienda a los organismos internacionales (OMS y UNICEF) utilizar las coberturas de agua por cañería en lugar del nuevo concepto de “Fuentes de Agua Potable Mejoradas” (FAPM), para que los avances en la meta 10 del “Objetivos de Desarrollo del Milenio” (ODM) 7 se vea reflejada en la disminución de la pobreza, la mortalidad infantil y los demás “Objetivos de Desarrollo del Milenio” (ODM).

SANEAMIENTO, EDUCACIÓN Y SU RELACIÓN CON LOS INDICADORES BÁSICOS DE SALUD EN EL CONTEXTO MUNDIAL 2002

Darner Mora Alvarado

Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública

Carlos Felipe Portuquez

Bachiller en Gestión Ambiental

Ignacio Sáenz Aguilar

Licenciado en Estadística/Dirección Planificación Instituto de Acueductos y Alcantarillados

RESUMEN

Debido a que históricamente han existido controversias entre los beneficios de los servicios de agua para consumo humano (ACH), la disposición adecuada de excretas (DAE) y la educación (Alf) sobre la salud pública, se realizó este estudio con el objetivo de analizar si existe o no relación estadísticamente significativa entre las coberturas de

servicios anteriormente citados y los indicadores básicos de salud (IBS) como la tasa de mortalidad infantil/1000 (TMI/1.000), la tasa de mortalidad en niños menores a 5 años (TM<5 años/1.000), la tasa bruta de mortalidad (TBM/1.000) y la esperanza de vida al nacer (EVN/X años) en 91 países del mundo. Para cumplir con este objetivo, se realizaron correlaciones parciales al 95% de significancia estadística entre los indicadores mencionados, aunado a la comparación con otros indicadores como producto interno bruto per-cápita (PIBP), gasto general en salud, educación y defensa (GGSal, GGEd, GGDef).

Los datos sobre estos indicadores se obtuvieron del “Estado Mundial de la Infancia 2004” y el “Informe sobre la Salud del Mundo 2003”, de la UNICEF y la Organización Mundial de la Salud (OMS), respectivamente. Los resultados demuestran correlaciones parciales con significancia estadística al 95% de confianza entre el Agua para Consumo Humano (ACH), disposición adecuada de excretas (DAE) y educación (Alf) con las TMI/1.000, TM<5 años/1.000 y la EVN/X años. Dichas correlaciones son de mayor fuerza que las observadas con el PIBP y los GGSal, GGEd y GGDef. Ante estos resultados se recomienda a los Gobiernos aumentar, en forma sostenible, los servicios de Agua para Consumo Humano (ACH) y disposición adecuada de excretas (DAE). Por otro lado, se debe incrementar la cobertura de enseñanza primaria, secundaria y superior, además de trasladar los gastos en defensa y ejércitos a salud y educación, con la intención de mejorar la salud pública en el contexto mundial.

IMPORTANCIA DE LAS COBERTURAS CON AGUA PARA CONSUMO HUMANO, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y ALFABETISMO SOBRE LOS INDICADORES DE SALUD EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE PERIODO 2000

Darner Mora Alvarado

Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública

Ignacio Sáenz Aguilar

Licenciado en Estadística/Dircción Planificación Instituto de Acueductos y Acantarillados

Carlos Felipe Portuquez

Bachiller en Gestión Ambiental

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo principal demostrar la importancia de las coberturas con agua para consumo humano, disposición de excretas y el porcentaje de alfabetismo sobre los principales indicadores de salud, versus el efecto que tienen los indicadores de acceso o recursos médicos y producto nacional bruto, sobre los mismos indicadores básicos de salud. Para cumplir con dicho objetivo, se realizaron en primera instancia correlaciones lineales y luego correlaciones lineales parciales con una significancia estadística al 95% de confianza, utilizando el paquete estadístico "STATA". Además, se realizó una distribución por intervalos de las mencionadas coberturas (agua, disposición de excretas y alfabetismo), versus la mortalidad infantil, para cada país de América Latina y El Caribe. Los resultados indicaron correlaciones parciales estadísticamente significativas entre la disposición de excretas y el alfabetismo con las tasas de mortalidad infantil (-0.46 y -0.67, respectivamente). Las coberturas de agua para consumo humano, a pesar de presentar una correlación lineal inversamente fuerte con los mismos indicadores de salud, no tiene correlación parcial estadísticamente significativa, debido a que la mayoría de los países confunden agua de calidad potable con agua suministrada por cañería, sin importar la calidad del servicio (cantidad, continuidad, calidad y costo). Lo paradójico del estudio es que los indicadores de acceso a los servicios medios y el producto nacional bruto, prácticamente no tiene un efecto significativo sobre estos mismos indicadores de salud. Por último, se recomienda ampliar y mejorar las coberturas y la calidad de los servicios básicos de agua para consumo humano, disposición de excretas y aumentar la educación o alfabetismo de la población, para mejorar la calidad de vida de los países de la región.

ACCESO A AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y MORTALIDAD EN LA NIÑEZ: SITUACIÓN DE COSTA RICA EN EL CONTEXTO MUNDIAL

Darner Mora Alvarado
Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública

RESUMEN

Objetivo:

Determinar las coberturas en 168 países con acceso a agua para consumo humano, utilizando el concepto de “Fuentes de Agua Potable Mejoradas” (FAPM) desglosado en FAPM-total, porcentajes por cañería (PAC) y por otras fuentes a 1 KM de la casa de los usuarios (PAOF), para analizar cual servicio tiene mayor relación con la salud infantil y definir la situación de Costa Rica.

Métodos:

A los datos del “Programa Conjunto de Monitoreo” (PCM) de la UNICEF y la Organización Mundial de la Salud (OMS), sobre las coberturas de agua al año 2004, se les aplicó la Correlación Lineal de Pearson, al 95% de confianza, contra las tasas de mortalidad en niños <5 años/1000. Se realizaron distribuciones de frecuencia de las tasas según los intervalos de cobertura, para definir el impacto que tienen sobre la salud.

Resultados:

Costa Rica se ubica en el lugar 33, en cobertura con PAC, y se clasifica en el grupo A. Los Análisis de Correlación Lineal de Pearson y la distribución de frecuencias de las TM<5años/1000, demuestran asociación inversa muy fuerte entre los FAPM-total y porcentajes por cañería (PAC) con las TM<5 años/1000 de -0.759 y -0.742 . Por el contrario, las correlaciones con otras fuentes a 1 KM de la casa de los usuarios (PAOF) presentaron una asociación directa de 0.533 .

Conclusiones:

Los resultados obtenidos indican que el PAC es el mejor sistema para mejorar la salud de la población, contrario a lo que sucede con otras fuentes a 1 KM de la casa de los usuarios (PAOF). Se recomienda al PCM cambiar el indicador de “Fuentes de Agua Potable Mejoradas” (FAPM) por el porcentaje por cañería (PAC), para evaluar los avances en los “Objetivos de Desarrollo del Milenio”.

ACCESO A AGUA Y SANEAMIENTO BASICO Y SU RELACION CON LOS INDICADORES BASICOS DE SALUD EN CENTROAMERICA Y REPUBLICA DOMINICANA 2006

Darner Mora Alvarado
Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública
Carlos Felipe Portuquez
Licenciado en Gestión Ambiental

RESUMEN

Objetivo:

Describir las coberturas de los diferentes tipos de acceso a Agua para Consumo Humano (ACH), disposición de excretas o saneamiento básico y su relación con los indicadores básicos de salud (IBS) en 7 países de la sub-región de Centroamérica y República Dominicana en el año 2006.

Metodología:

En el marco de los dos nuevos conceptos creados por el Programa Conjunto de Monitoreo (PCM), de la UNICEF y la Organización Mundial de la Salud (OMS), de “Fuentes de Agua Potable Mejoradas” (FAPM) e “Instalaciones de Saneamiento Mejoradas” (ISM), se desagregaron en los diferentes tipos de servicios y se recolectaron los datos de cobertura, reportados por el PCM en el año 2006. En el caso del acceso a agua se dividieron en

“Fuentes de Agua Potable Mejoradas” (FAPM), agua en la vivienda (AV), agua por otras fuentes (APOF) y aguas no mejoradas (ANM). Con respecto a la disposición de excretas se separaron en el alcantarillado, tanque séptico y las letrinas (ISM) y las instalaciones de saneamiento no mejoradas (ISNM), instalaciones compartidas (ISC) y disposición de excretas al aire libre (DEAL). Luego, cada una de estas coberturas se correlacionaron con los IBS mediante correlaciones Lineales de Pearson. Dichos indicadores básicos de salud (IBS) fueron la esperanza de vida al nacer (EVN), la tasa de mortalidad en niños menores de 5 años/1000 (TM<5 años/1000) y el porcentaje de mortalidad por diarreas en niños menores de 5 años/1000 (%MDN<5años/1000).

Resultados:

Los datos del 2006 aportados por al UNICEF/OMS indican que Costa Rica es el país con mayor cobertura de “Fuentes de Agua Potable Mejoradas” (FAPM), agua en la vivienda (AV) e alcantarillado, tanque séptico y letrinas (ISM). Los países con menores coberturas son Nicaragua, Honduras y El Salvador. Los datos de las Correlaciones Lineales ratifican que existe una fuerte asociación entre las coberturas de agua en la vivienda (AV) y el alcantarillado, tanque séptico y las letrinas (ISM) con los indicadores básicos de salud (IBS).

Conclusiones:

Los resultados comprueban la hipótesis de que a mayores coberturas con agua y saneamiento básico, mejores son los IBS en las poblaciones, por lo que se recomienda al “Foro Centroamericano y República Dominicana de Agua Potable y Saneamiento” (FOCARD-APS) impulsar programas nacionales para mejorar los servicios e agua potable y promover, además, el manejo adecuado de las aguas residuales en cada país de la sub-región.

ACCESO A SANEAMIENTO Y MORTALIDAD EN LA NIÑEZ: SITUACIÓN DE COSTA RICA EN EL CONTEXTO MUNDIAL 2004

Darner Mora Alvarado
Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública
Carlos Felipe Portuquez
Licenciado en Gestión Ambiental

RESUMEN

Objetivo:

Determinar el efecto mundial de los diferentes tipos de cobertura de disposición de excretas, definidas en el marco del concepto “Instalaciones de Saneamiento Mejoradas” de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la UNICEF, sobre las tasas de mortalidad en niños menores de 5 años.

Métodos:

Se recolectaron datos de cobertura de disposición de excretas de 161 países del “Programa Conjunto de Monitoreo” al año 2004. Las tasas de mortalidad se obtuvieron del informe “Progreso para la Infancia: un balance sobre agua y saneamiento”. Los datos de Instalaciones de Saneamiento Mejoradas se clasificaron en totales (ISM-total), alcantarillado (DEA), tanques sépticos y letrinas (DET y L) y sin servicio (DESS). Se aplicaron 3 métodos estadísticos: la Correlación Simple de Pearson entre los diferentes tipos de evacuación de excretas y las tasas de mortalidad, la Correlación Parcial al 95% de confianza pero controlando variables, y la distribución de frecuencias entre los intervalos de los tipos de disposición y las tasas de mortalidad.

Resultados:

Los resultados indican que a mayor cobertura de disposición de excretas mediante ISM-total menor es la tasa de mortalidad, con una correlación de -0.782. Se comprueba que las coberturas con alcantarillado (DEA) tienen mayor impacto sobre la disminución

de la mortalidad que cuando se realiza por tanques sépticos (DET) y letrinas (L). Estos resultados se ratifican con las otras pruebas estadísticas.

Conclusiones:

Se comprueba la hipótesis del estudio; a mayor cobertura de disposición de excretas menor transmisión de enfermedades infecciosas y menores tasas de mortalidad.

EVOLUCIÓN DE ALGUNOS ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS Y ECOLÓGICOS DEL CÁNCER GÁSTRICO EN COSTA RICA

Darner Mora Alvarado

Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública

RESUMEN

La presente investigación aborda la evolución de algunos aspectos epidemiológicos y ecológicos relacionados con el cáncer gástrico, en el período comprendido entre 1969 a 1999. Para efectos prácticos el estudio se divide en dos partes; la primera es el análisis descriptivo, por cantones y provincias, de los cambios en las tasas de incidencia/100.000 habitantes, en los períodos de 1969-1973, 1981-1983 y 1994-1996, para tal efecto las tasas se dividieron en cuatro grupos: muy baja (“MB”), baja (“B”), alta (“A”) y muy alta (“MA”) incidencia. Además, se estudió el comportamiento de las tasas de mortalidad del cáncer gástrico en varones, mujeres y la relación entre ambos, en el período 1980-1999. Por otro lado, se evaluó el pronóstico o expectativa establecido en 1985 por Jorge Villalobos, quien indicó que los cantones de Pérez Zeledón y Coto Brus pasarían en las próximas décadas, de “B” a “A” y “MA” incidencia. La segunda parte consiste en estudios analíticos, en donde se evalúa la posible relación o asociación estadística entre los contenidos de nitratos y dureza total (mg/L), en las aguas para consumo humano (promedio de cantones), y las tasas de incidencia de cáncer gástrico en 80 cantones con información disponible.

Para cumplir estos objetivos se utilizaron investigaciones realizadas por Ligia Moya, Mario Miranda, Rafaela Sierra, Juan Jaramillo y Jorge Villalobos, y datos proporcionados

por el Registro Nacional de Tumores del Ministerio de Salud. Los estudios analíticos de la segunda etapa se realizaron utilizando datos del Laboratorio Nacional de Aguas y las tasas promedio de cáncer gástrico del trienio 1994-1996. Los resultados indican variación en las tasas de incidencia, emergiendo cantones como Pérez Zeledón, Coto Brus, Corredores y Hojancha, clasificados como de “A” y “MA” incidencia de cáncer gástrico en el último período en estudio. En el caso de las tasas de mortalidad/100.000 hab, se observa una disminución de 3.6 puntos en varones y un aumento de 1 punto en mujeres, en el período 1980-1999.

Con respecto a las predicciones de Jorge Villalobos, éstas se confirman y se reflexiona sobre el factor de riesgo del *Pteridium aquilinum* (“helecho macho”). En el caso de la posible asociación estadística entre los contenidos de nitratos y dureza total del agua para consumo humano y las tasas de incidencia de cáncer gástrico, se demuestra que no hay asociación significativa, es decir, estos parámetros químicos no tienen relación con la incidencia de esta neoplasia, al menos en Costa Rica.

TUBERÍAS DE ASBESTOS EN LOS ACUEDUCTOS: ¿EXISTE O NO RELACIÓN CON LA INCIDENCIA DE CÁNCER GÁSTRICO EN COSTA RICA?

Darner Mora Alvarado

Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública

RESUMEN

A nivel mundial existe controversia debido al uso de tubería de asbesto en acueductos y su posible relación con la incidencia de cáncer gástrico (CG). En Costa Rica, en los últimos 10 años, el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados ha sido denunciado en dos ocasiones ante los Tribunales de Justicia; la primera por el uso de este tipo de tuberías en el acueducto de Palmares, mientras que la segunda en el Sistema de Abastecimiento de Nicoya. En razón de estas controversias, el presente trabajo tiene como objetivo general analizar si existe, o no, asociación estadística entre la incidencia de cáncer gástrico (CG) y la presencia de tuberías de asbesto en los sistemas de abastecimiento de agua potable en cada cantón de Costa Rica.

Para cumplir con este objetivo, la metodología utilizada se divide en dos etapas (una descriptiva y otra analítica). En el caso de la primera, se describen las tasas de incidencia de CG/100.000 hab. en los 81 cantones del país, gracias a la información del Registro Nacional de Tumores, estos datos se agrupan por cantones en cuatro grupos a saber: muy alta (MA), alta (A), baja (B) y muy baja (MB) incidencia de CG. Además, se realizaron estudios del conteo de fibras de asbesto en aguas de nueve acueductos urbanos: Nicoya, Liberia, Hojancha, Puntarenas, San Ramón, Palmares, Pérez Zeledón, El Guarco y La Fuente Chigüite en La Unión. Con respecto a la etapa analítica se aplicó “el marco uniforme a un estudio retrospectivo de casos y controles”, en donde los cantones con tuberías de asbesto en sus acueductos conforman el grupo de estudio y los que no lo tienen es el grupo control. Aunado a esto, se realiza una Prueba de Hipótesis al 95% de confianza, y un estudio de fuerza de asociación entre asbesto versus cáncer gástrico (CG) y un análisis de conglomerados de cáncer gástrico (CG) en comunidades con o sin acueductos con tubería de asbestos, período 1990-1997.

Los resultados indican que no existe relación estadísticamente significativa entre el consumo de aguas conducidas por cañería de asbesto y la incidencia de cáncer gástrico (CG) en Costa Rica.

CANCER GÁSTRICO EN COSTA RICA: ¿EXISTE O NO RELACIÓN CON LA CLORACIÓN DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO?

Darner Mora Alvarado
Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública
Horacio Chamizo García
Máster en Salud Pública
Ana Mata Solano
Microbióloga y Química Clínica

RESUMEN

El cáncer gástrico (CG) es el tumor maligno con mayor mortalidad en hombres en Costa Rica. En el caso de las mujeres ocupa el segundo lugar, después del Cáncer de Mama. Desde el punto de vista histológico del cáncer gástrico (CG). Se divide en dos tipos. El primero es el “difuso” y su etiología ha sido relacionada con factores genéticos. El segundo tipo es el “intestinal”, vinculado con la exposición a cancerígenos ambientales como: sustancias

químicas tóxicas, altitud geográfica, edad, etc. en este sentido, algunos investigadores han estudiado las posibles relaciones de factores epidemiológicos y ecológicos como las características físico- químicas de las Agua para Consumo Humano (ACH), los suelos, los plaguicidas usados en los cultivos, y la ingesta de cancerígenos en la leche como el *Pteridium aquilinum* (helecho macho). Con respecto al Agua para Consumo Humano (ACH), a partir de 1974, se ha relacionado la cloración del agua con la formación de subproductos de la desinfección como el cloroformo, bromoformo, llamados trihalometenos y con potencial cancerígeno para favorecer la incidencia de cáncer gástrico (CG) en la población. Estos hechos, aunados al sensacionalismo periodístico han provocado inseguridad e incertidumbre entre la población consumidora de aguas sometidas a cloración. En razón de esto, se realizó un estudio exploratorio, epidemiológico- ecológico con el objetivo de analizar si existe o no relación estadísticamente significativa entre la incidencia de cáncer gástrico (CG) y el consumo de agua clorada en Costa Rica. Para cumplir con este objetivo, se utilizaron los resultados de mortalidad por cáncer gástrico (CG) en 458 distritos (trieneio 1999-2001) y los datos aportados por el Laboratorio Nacional de Aguas sobre el tipo de Agua para Consumo Humano (ACH) (clorada o no), la antigüedad de la desinfección y el origen de la fuente de agua (subterránea, superficial o mixta). En el análisis estadístico se usó el Índice de Mortalidad Estandarizado (IME) y el coeficiente de correlación de Pearson. Los resultados demostraron que no existe relación entre la incidencia de cáncer gástrico (CG) y la cloración del Agua para Consumo Humano (ACH), incluida la antigüedad de ésta y el tipo de fuente de agua usada (subterránea y superficial).

Por último, se recomienda al Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, entidad rectora en el suministro de agua potable, divulgar esta información con el propósito de eliminar la desconfianza de los usuarios en el consumo de Agua para Consumo Humano (ACH) sometida a la cloración.

Además, se promueve la elaboración de estudios semejantes a éste con otro tipo de cánceres como el de vejiga y el de colon- rectal.

AGUA PARA CONSUMO HUMANO, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y ALFABETIZACIÓN: SITUACIÓN EN CENTROAMÉRICA Y SU RELACIÓN CON LOS ÍNDICES BÁSICOS DE SALUD

Darner Mora Alvarado

Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública

RESUMEN

Debido a que existen diversos estudios que han demostrado la importancia de la cobertura de las poblaciones con Agua para Consumo humano (ACH), la disposición adecuada de excretas (DAE) y la alfabetización (Alf) sobre los Indicadores Básicos de Salud (IBS), como las tasas de mortalidad infantil (TMI/1000), la tasa de mortalidad de niños menores de 5 años (TM<5años/1000) y la esperanza de vida al nacer (EVN/años) entre otros, se presenta el presente estudio. El objetivo general es analizar esta situación en los países del Istmo Centroamericano, mediante el procesamiento de datos aportados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), UNICEF, GWP y el Laboratorio Nacional de Aguas. Los resultados indican que las coberturas de ACH en la región oscilan entre 66,5 y 95%, ocupando los extremos las naciones de Nicaragua y Costa Rica, respectivamente. En el caso de la disposición adecuada de excretas (DAE) el rango se encuentra entre 48,3 en Belice y 98.5% en Costa Rica. No obstante, es bien sabido que este último país ha resuelto este aspecto con tanques sépticos contando apenas con un 4.5% de tratamiento de sus aguas residuales; con respecto a la Alf solamente Belice, Panamá y Costa Rica superan el 90% de cobertura. Estos resultados son concordantes con el grado de avance en los Indicadores Básicos de Salud (IBS), lo que se comprueba al aplicar el Índice Sanitario Educativo (ISE), el cual está conformado por el promedio de las coberturas de Agua para Consumo humano (ACH), disposición adecuada de excretas (DAE) y Alf de cada país; es decir, al aumentar el Índice Sanitario Educativo (ISE) disminuyen las TMI/1000, TM<5años/1000, etc y se incrementa la EVN/X años de los respectivos países.

Ante esta situación, se recomienda a los gobiernos hacer esfuerzos para ampliar el acceso a Agua para Consumo humano (ACH) disposición adecuada de excretas (DAE) e incrementar la educación, con el propósito de alcanzar las metas establecidas en los Objetivos para el Desarrollo del Milenio (ODM) para el año 2015.

PROPUESTA DEL ÍNDICE SANITARIO EDUCACIONAL PARA PRONOSTICAR LOS INDICADORES BÁSICOS DE SALUD EN LAS AMÉRICAS CON RESPECTO A LAS METAS DEL MILENIO

Darner Mora Alvarado

Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública

Carlos Felipe Portuquez

Licenciado en Gestión Ambiental

RESUMEN

Históricamente, varios investigadores han analizado la relación existente entre las coberturas con Agua para Consumo Humano (ACH), disposición adecuada de excretas (DAE) y alfabetización (Alf), con respecto a algunos indicadores básicos de salud (IBS) como la tasa de mortalidad infantil (TMI/1000), tasa de mortalidad en menores de 5 años (TM<5 años/1000) y la tasa de enfermedades transmisibles (TET/100.000). En razón de esto, el presente estudio pretende desarrollar un índice sanitario educacional (ISE) con los datos del año 2002, que permita pronosticar y mejorar los IBS en los países de las Américas. Dicho índice se fundamentó precisamente en las coberturas mencionadas, para lo cual se utilizaron los datos publicados por la Organización Panamericana de la Salud (Organización Paramericana de la Salud) en el documento “La Situación de Salud en las Américas: indicadores básicos 2003”. El procedimiento para desarrollar el índice sanitario educacional (ISE) se divide en 4 etapas:

Distribución de frecuencia mediante intervalos de cobertura de Agua para Consumo Humano (ACH), disposición adecuada de excretas (DAE) y alfabetización (Alf), que van de 90 a 100%, de 80 a menos de 90%, de 70 a menos de 80% y menor a 70%; en cada uno de estos intervalos se ubicaron los respectivos IBS de cada país:

- Se clasificaron los grupos sumando y promediando los intervalos correspondientes y creando las clases A (90 a 100 puntos), B (80 a 90 puntos), C (de 70 a 80 pts) y D (<70 pts).
- Luego se establecieron los intervalos esperados para cada IBS (TMI/1000, TM< 5 años y TET/100.000).
- El índice sanitario educacional (ISE) se aplicó y validó en 21 países de las Américas

y se determinaron los requisitos, limitaciones y alcances para su implementación.

Con el objetivo de realizar una comparación de los resultados de la aplicación de este instrumento en diferentes momentos, se aplicó la misma metodología para calcular el índice sanitario educacional (ISE) para el período 1990 y una proyección para el año 2015, con la intención de medir el avance de los países latinoamericanos de acuerdo con los “Objetivos de Desarrollo del Milenio” (ODM).

Por último, se concluye que el índice sanitario educacional (ISE) es un buen instrumento para que cada país de la región realice las medidas sanitarias respectivas, con la intención de disminuir la mortalidad de la niñez y mejorar la calidad de vida de sus habitantes. En este sentido, los países que tienen que realizar los mayores esfuerzos en saneamiento y educación para alcanzar las Metas del Milenio son: Haití, Paraguay, Honduras, Bolivia, Ecuador, El Salvador y Nicaragua.

ESTUDIO ECOLÓGICO DE LAS ENFERMEDADES DE TRANSMISIÓN HÍDRICA EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA SUPERFICIAL DEL RÍO GRANDE DE TÁRCOLES

Horacio Chamizo García

Máster en Salud Pública

Darner Mora Alvarado

Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública

RESUMEN

El contexto ambiental, donde se inserta la población humana para trabajar y desarrollar los procesos de satisfacción de necesidades, se considera internacionalmente, cada vez con más fuerza, como parte de la explicación de los problemas de salud, a partir de la operacionalización del concepto de salud como producción social, el auge de las estrategias preventivas de enfermedades así como las de promoción de la salud. Este trabajo se enfoca en las enfermedades transmitidas por el agua en el contexto de la Cuenca Hidrográfica del Río Grande de Tárcoles (Cuenca 24), la más importante de Costa Rica desde el punto de

vista socioeconómico.

Se establece como hipótesis que los procesos de contaminación del agua y el suelo, resultado de deficiencias en la gestión ambiental, tienen consecuencias graves en la salud de las personas que se asientan en esos espacios geográficos. En este sentido se diseñó un estudio epidemiológico tipo ecológico que utiliza información sanitaria y ambiental secundaria para avanzar en la consolidación de hipótesis que deben conducir a investigaciones epidemiológicas más detalladas. A través del trabajo se ha hecho evidente la asociación entre los procesos de contaminación del Sistema Ambiental de la Cuenca 24 y el riesgo de enfermar y morir, esta situación se agrava en los grupos de mayor vulnerabilidad como son los niños y las personas de tercera edad que habitan los territorios de mayor rezago socioeconómico. La consistencia de los argumentos esgrimidos sobre algunas posibles consecuencias en la salud de las debilidades en la gestión ambiental, deben servir como elementos para el desarrollo de procesos políticos orientados hacia la construcción social de la atención sanitaria y ambiental en beneficio de sus habitantes.

LO INTANGIBLE DE LOS “PLANES DE SEGURIDAD DEL AGUA”

Darner Mora Alvarado

Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública

Roberto Fonseca Chanto

Asistente de Laboratorio

Carlos Felipe Portuquez

Licenciado en Gestión Ambiental

RESUMEN

Objetivo:

Identificar los aspectos intangibles de los Planes de Seguridad del Agua (PSA), mediante el análisis de un estudio de caso en los acueductos administrados por la Asociación Administradora de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ASADA) de Tierra Blanca de Cartago, Costa Rica, con el propósito de realizar un aporte a la filosofía y metodología de los Planes de Seguridad del Agua (PSA).

Metodología:

Para cumplir con el objetivo del estudio, se seleccionaron cuatro acueductos comunales a cargo de la mencionada Asociación Administradora de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ASADA) en donde se realizó un Plan de Seguridad del Agua (PSA), identificando los riesgos y realizando las valoraciones de estos, tanto en los operativos (tangibles) y administrativos o en el manejo del agua en el hogar (intangibles).

Resultados:

La evolución de los riesgos demuestra que los factores administrativos presentan riesgos muy altos, para planear y corregir los riesgos operativos como fuentes de aguas con altos contenidos de nitratos y el suministro de agua sin desinfección. Además, se observan otros aspectos intangibles como el manejo del agua en el hogar, el cual provoca la contaminación microbiológica del agua.

Conclusiones:

La identificación y evolución de los riesgos intangibles, son esenciales para mejorar la calidad de los servicios de agua en los 4 acueductos de Tierra Blanca.

Recomendaciones:

La Organización Mundial de la Salud (OMS) debe incluir, en forma explícita, la identificación de los riesgos administrativos y el manejo del agua en el hogar, para mejorar la metodología de los Planes de Seguridad del Agua (PSA).

A DNA POOLING BASED SYSTEM TO DETECT ESCHERICHIA COLI VIRULENCE FACTORS IN FECAL AND WASTEWATER SAMPLES

Luz María Chacón, Lizeth Taylor, Carmen Valiente, Irene Alvarado, Ximena Cortés
Brazilian Journal of Microbiology. 2012. 63966-326265 -1-RV-1V2.

The availability of a useful tool for simple and timely detection of the most important virulent varieties of *Escherichia coli* is indispensable. To this end, bacterial DNA pools which had previously been categorized were obtained from isolated colonies as well as selected in terms of utilized phenotype; the pools were assessed by two PCR Multiplex for the detection of virulent *E. coli* eaeA, bfpA, stx1, stx2, ipaH, ST, LT, and aatA genes, with the 16S gene used as DNA control. The system was validated with 66 fecal samples and 44 wastewater samples. At least one positive isolate was detected by a virulent gene among the 20 that were screened. The analysis of fecal samples from children younger than 6 years of age detected frequencies of 25% LT positive strains, 8,3% eaeA, 8,3% bfpA, 16,7% ipaH, as well as 12,5% aatA and ST. On the other hand, wastewater samples revealed frequencies of 25,7% eaeA positive, 30,3% stx1, 15,1% LT and 19,7% aatA. This study is an initial step toward carrying out epidemiological field research that will reveal the presence of these bacterial varieties.

PRESENCE OF PATHOGENIC AGENTS AND MICROBIAL INDICATORS OF CONTAMINATION IN WASTEWATER, METROPOLITAN AREA, COSTA RICA

Chacón Jiménez Luz María, Achí Araya Rosario, Barrantes Jiménez Kenia, Hun Opfer Laya, Santamaría Ulloa Carolina, Solano Barquero Melissa, Taylor Castillo Lizeth, Ocampo Van Patten Luis, Valiente Álvarez Carmen.

VI Biennial NeoTropica Meeting: "Research without borders".VIBM_1 11_0001. Copán, Honduras. Julio de 2012.

One of the main problems worldwide is the contamination of the hydric resource. The World Health Organization reports that 1.8 millions of deaths yearly are due to diarrheal problems, with around 88% of cases of diarrhea associated to the consumption of no potable water. In Costa Rica, the wastewater management is poor in the Central Valley, for example, in Heredia, only 5,5% of the population has a wastewater treatment system,

the rest are discharged on rivers. During the last years the burden of water-transmitted diseases has increased, one example, in Costa Rica, was the stroke of Norwalk virus in July of 2010. At present no studies regarding circulation of enteric virus or pathogenic bacteria in water are available in our country. We propose to determine the presence of pathogenic viral agents and bacteria in wastewater treatment plants in Costa Rica's Metropolitan Area and to compare their presence versus contamination indicators such as coliphages and fecal coliforms. The presence of microorganisms is determined both at the input and output of five treatment plants from the Metropolitan Area, in different moments during 12 months. Molecular techniques (RT-PCR) for detection of Hepatitis A and E Virus, Rotavirus, Enterovirus, Norovirus and Norwalk virus are used and a molecular technique (Multiplex-PCR) will be developed for the detection of virulence genes of Enteropathogenic, Enterotoxigenic, Shiga-toxin producers, Enterococci and Enteroinvasive Escherichia coli. We expect to implement standardized methods for detection of enteric viruses in wastewater and to obtain information about their presence in Costa Rica. We will compare and evaluate the predictive value of using indicator microorganisms as predictors of the presence of pathogens in wastewater. This information will represent a first step in the improvement of the wastewater treatment and will contribute to the public health policies regarding wastewater in the country.

BACTERIAS POTENCIALMENTE PATÓGENAS AISLADAS EN AGUA DE CONSUMO HUMANO EN COSTA RICA. 1997-2007

Carmen Valiente Álvarez
Congreso Nacional de ACREH (AIDIS) 2008

Se presentan los resultados del estudio bacteriológico en muestras de agua provenientes de los acueductos que abastecen a diferentes comunidades de Costa Rica y asociados con brotes de diarrea en estos lugares, durante el período comprendido entre 1997 y 2007. Se describe el procedimiento seguido en Costa Rica para la atención de este tipo de emergencias, así como el papel del Laboratorio Nacional de Aguas como parte de la Red Nacional de Laboratorios para la atención de enfermedades diarreicas y cólera. La función del Laboratorio consiste en la inspección sanitaria de las comunidades afectadas y el muestreo del agua para el aislamiento e identificación de bacterias potencialmente patógenas como responsables de los brotes de origen hídrico. Dentro de los géneros bacterianos más comúnmente aislados de las muestras de agua durante estos eventos

se encuentran los siguientes: *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Shigella* sp., *Enterobacter* sp, *Citrobacter* sp, *Serratia* sp, *Providencia* sp, *Proteus* sp., *Klebsiella* sp, *Aeromonas hydrophila* y *Pseudomonas* spp. Debido a la diversidad de circunstancias encontradas en estos estudios relacionadas con el establecimiento de un diagnóstico que permita establecer con seguridad el papel del agua como vía de transmisión del agente etiológico en los brotes de diarrea, se propone el desarrollo y reporte de estudios por parte de los laboratorios del sistema de salud de Costa Rica; hasta la categoría que establece la no responsabilidad del agua en estos casos cuando los resultados demuestren la calidad potable de ésta.

Es importante resaltar que en algunos de los casos analizados, únicamente se realizaron estudios bacteriológicos al agua. La oportuna intervención del Laboratorio Nacional de Aguas en la atención de brotes de diarrea, promueve una eficiente labor en la toma de medidas correctivas relacionadas con el abastecimiento de agua a la población, para controlar brotes de origen hídrico.

ESTUDIO BACTERIOLÓGICO DEL AGUA ASOCIADO A CASOS DE DIARREA EN COSTA RICA, 1999-2005

Carmen Valiente y Darner Mora

Revista AIDIS de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales: Investigación, Desarrollo y Práctica. Vol.1 N° 3 año 2007. ISSN 0718-378X.

Congreso AIDIS. Punta del Este, Uruguay. 2005.

This article provides the results of the bacteriological study in water samples coming from aqueducts of communities in Costa Rica associated with diarrhea outbreaks between 1999 and 2005. The procedure followed in Costa Rica for facing this type of emergencies is described in the article, as well as the role of the Water National Laboratory of Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (Laboratorio Nacional de Aguas), as part of the national net of laboratories for attending diarrheas and cholera diseases. In this case, the aim of the laboratory is to carry out a sanitary inspection in all the affected communities, testing water samples for isolating and identification of potentially pathogen bacteria and considered responsible of those waterborne outbreaks. During these events, the bacterial genus commonly isolated in water samples was the following: *Escherichia coli*, *Salmonella*

spp., *Shigella* spp., *Enterobacter* spp., *Citrobacter* spp., *Serratia* spp., *Providencia* spp., *Proteus* spp., *Klebsiella* spp., *Aeromonas hydrophila* and *Pseudomonas* spp. Due to the great diversity of circumstances found on those studies, related to a diagnostic that allows establishing water role as transmission instrument of the etiological agent in diarrhea outbreaks, for classifying each circumstance it is proposed the “Qualitative System for Valuation the level of Importance of drinking water in the Transmission of Diarrheas. This system has several categories, the first one defines the responsibility of water as a mean of transmission in a diarrhea outbreak compared with the bacteriological results obtained and reported for the laboratories of the Costa Rican health system, until reach the category which excludes water when its quality is proved by bacteriological test. It is worth to mention that in some of the analyzed cases the bacteriological studies were applied to water samples but there were not applied to patient’s samples; in other cases the etiological agent was isolated in water samples, in these cases there were not found termotolerantes coliforms, indicators of microbiological quality. The opportune intervention of Laboratorio Nacional de Aguas in attending those diarrhea outbreaks promoted an efficient decision making for applying corrective actions regards as water supply for controlling waterborne outbreaks.

RIESGO: ATAQUES INTENCIONALES

German Araya y Carmen Valiente
Revista Hidrogénesis, 2006. Vol.4 N°2: 27-35.

El análisis del riesgo en los sistemas de abastecimiento de agua potable y aguas residuales, es fundamental para disponer, como producto básico, de los planes de emergencia y los planes de mitigación. Dependiendo del interés particular que se tenga, deberán tomarse en consideración una serie de aspectos clasificados en factores externos y factores internos. Interesa el manejo del riesgo que interviene en el funcionamiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable o de eliminación de aguas residuales, a sabiendas que es necesario tomar en consideración factores administrativos y financieros, además de aquellos operativos y físicos. El presente artículo va mayoritariamente dirigido a los factores externos que tienen que ver con la intervención del hombre o amenazas antrópicas, que se podrían ejecutar con el interés de provocar daño a la infraestructura o al recurso humano de la empresa o institución operadora, y con esto alterar el funcionamiento de estos sistemas, lo que se conoce como ataques intencionales. Para la valoración de las amenazas antrópicas, con intención de provocar daño material y como fin último el

de provocar una alteración en estos servicios, se mencionan, dentro de una clasificación general, a las guerras y las acciones de sabotaje, posteriormente se profundizará en una de las formas de mayor impacto, la cual es conocida como bioterrorismo, dentro de las acciones de sabotaje se identifican: explosivo, mecánico, microbiológico y químico. Son de interés particular en el presente artículo, el sabotaje o riesgo microbiológico y el sabotaje o riesgo químico.

Finalmente se concluye con un panorama histórico de los ataques intencionales, el cual permite entender como la humanidad, desde épocas remotas, ha utilizado los ataques intencionales para provocar trastornos en la salud, con el fin de lograr, en la mayoría de los casos, la victoria en guerras y conflictos.

GRADO DE RIESGO SANITARIO EN ACUEDUCTOS Y SU IMPACTO EN LA SALUD DE LA POBLACIÓN COSTA RICA, 1999-2003.

Carmen Valiente Álvarez

Congreso Nacional ACREH (AIDIS) Costa Rica.2005.

Revista Evolución.2005. Vol.3 N°1:8-27

El papel del agua para consumo humano ha sido fundamental, tanto en la prevención como en la transmisión de agentes causantes de diarreas por ejemplo: Salmonella, Shigella, Vibrio cholerae 01, Escherichia coli, rotavirus; así como otras enfermedades de transmisión hídrica: Hepatitis A, Polio y Parasitosis Intestinal. Más de un billón de personas alrededor del mundo consumen agua contaminada, y cada año 3.4 millones de éstas, principalmente niños, mueren a causa de enfermedades de transmisión hídrica; de estas muertes 2.2 millones son causadas por enfermedades diarreicas. La diferencia entre prevenir o transmitir este tipo de enfermedades depende de varios factores, dentro de los principales tenemos: la calidad microbiológica del agua, la higiene y el saneamiento ambiental.

El objetivo principal de este trabajo es demostrar la utilidad práctica, predictiva y preventiva de implementar Programas de Vigilancia Sanitaria en los acueductos, que involucren la determinación del grado de riesgo y vulnerabilidad de la infraestructura que lo componen (fuentes de abastecimiento, tanques de almacenamiento y redes de distribución); con el propósito de evitar que la población se vea afectada por

enfermedades de transmisión hídrica, para lo cual se efectuó el análisis y la comparación de los brotes de diarrea ocurridos en la población desde 1999 hasta mayo de 2003 y los resultados del Programa de Vigilancia Sanitaria de Acueductos, demostrando que existe una relación entre los acueductos con grados de riesgo mayores y la vulnerabilidad en que se encuentran para el desarrollo de enfermedades de transmisión hídrica, en este caso, brotes de diarrea. Como resultado se obtuvo que en la mayoría de los brotes de diarrea el grado de riesgo era desde intermedio, hasta muy alto y la prioridad de acciones correctivas de muy alta, hasta urgente.

Se presenta un cuadro que resume los casos de brotes de diarrea, los agentes etiológicos aislados y el grado de riesgo en los acueductos afectados. La finalidad de estas acciones radica en corregir las deficiencias encontradas en los acueductos que presenten el mayor grado de riesgo sanitario, para evitar el desarrollo de enfermedades de transmisión hídrica en los usuarios del Sistema.

EFFECTO DE LAS AGUAS RESIDUALES HOSPITALARIAS SOBRE PATRONES DE RESISTENCIA A ANTIBIÓTICOS DE ESCHERICHIA COLI Y AEROMONAS SP.

*Edgardo Tzoc, María Laura Arias y Carmen Valiente.
Revista Biomédica. México. 2004. Vol.15/Nº3: 165-172.*

Los centros de atención en salud, especialmente los hospitales, constituyen importantes puntos de origen de descargas de antibióticos hacia el ambiente, produciendo un fuerte impacto en la composición física, química y biológica de los cuerpos receptores, Con el fin de evaluar el impacto de un efluente hospitalario sobre los patrones de resistencia a antibióticos de poblaciones bacterianas presentes en agua fresca, se recolectaron muestras de agua a partir de una quebrada aledaña a un hospital clase A en San José, Costa Rica, antes del efluente y después de éste. Se aislaron 120 muestras de *Escherichia coli* y 75 de *Aeromonas sp.*, a las cuales se les evaluó su patrón de susceptibilidad a antibióticos utilizando la técnica de Kirby Bauer. La más alta prevalencia de resistencia en *E. coli* se obtuvo para dos antibióticos relacionados, ampicilina y amoxicilina, con un porcentaje de 57 y 45 respectivamente. Así mismo, es significativo el nivel de resistencia encontrado para tetraciclina. Con respecto a los aislamientos de *Aeromonas sp.*, los mayores porcentajes se

obtuvieron para esos mismos antibióticos, muy probablemente debido a una resistencia intrínseca de estas bacterias hacia estos β -lactámicos. El efluente hospitalario muestra un importante efecto sobre la presencia de cepas resistentes, aun cuando no es la única fuente de ésta, ya que los patrones de resistencia del cuerpo de agua antes de recibir la descarga hospitalaria muestran ya altos niveles de multirresistencia.

ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS DE LA DESINFECCIÓN DEL AGUA UTILIZANDO ENERGÍA SOLAR

Carmen Valiente y Reto Rechsteiner
Revista Evolución. 2003. /vol.1 N°1:17-24.

La utilización de la energía solar para la inactivación de microorganismos es conocida desde tiempos muy remotos. La desinfección del agua utilizando la energía solar (SODIS) es una tecnología simple desarrollada para inactivar y destruir los microorganismos patógenos presentes en el agua, incrementando la calidad microbiológica de pequeñas cantidades de agua para uso doméstico. La técnica de desinfección del agua utilizando la energía solar (SODIS) funciona utilizando la radiación solar a través de sus rayos ultravioleta o por su acción en la elevación de la temperatura del agua. Esto se comprobó con la prueba de los tubos de cuarzo. Se analizaron dos sistemas; uno estático que utiliza bolsas y botellas plásticas para almacenar el agua y otro de flujo continuo que utiliza la energía solar en dos modalidades: pasteurización (SOPAS) y desinfección del agua utilizando la energía solar (SODIS), para posteriormente desarrollar el reactor SODIS. Las pruebas realizadas incluyeron, el tratamiento de muestras de agua cruda con los siguientes análisis de laboratorio: turbiedad, sólidos disueltos y coliformes termotolerantes (fecales), y el tratamiento de muestras de agua inoculada con las siguientes bacterias: *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Shigella sonnei*, *Shigella flexneri*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus faecalis* y *Staphylococcus aureus*. En todos los sistemas analizados se demostró que es más efectivo el efecto combinado de la temperatura y radiación solar. Tanto en los sistemas estáticos como de flujo continuo los resultados obtenidos fueron la eliminación de las bacterias indicadoras presentes en el agua, lo que la hace apta para el consumo humano.

EL PAPEL DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LOS BROTES DE DIARREA REPORTADOS EN EL PERIODO 1999-2001 EN COSTA RICA

Carmen Valiente y Darner Mora

Revista Costarricense de Salud Pública. 2002. Vol.11 N°20: p.26-40.

El presente estudio recopila los resultados de veintidós brotes de diarrea reportados en Costa Rica, durante el período comprendido entre marzo 1999 y marzo del 2001, con el objetivo de evaluar el papel del agua para consumo humano como canal de transmisión de los potenciales agentes causantes; para lograrlo se estableció un “Sistema Cualitativo de Valoración del Grado de Importancia del Agua para Consumo Humano en la Transmisión de las Diarreas”. Los resultados indican que cinco brotes (22.7%) se clasifican en la categoría I, es decir el agua tuvo un 100% de responsabilidad en la transmisión del agente etiológico; ya que éste se aisló tanto en las heces de los pacientes como en el agua para consumo de las poblaciones respectivas.

Dos brotes se ubicaron en la categoría II (9.1%); en este caso, aunque se aislaron los mismos géneros bacterianos en las heces y el agua, diferían en la especie o en alguna otra característica. En diez brotes no se logró aislar el agente patógeno en el agua de consumo (45.0%), sin embargo, las poblaciones afectadas utilizaban agua de calidad no potable, ubicándose en la categoría III. En la categoría IV se clasificó sólo un brote (4.5%), ya que no se pudo comprobar la presencia del agente patógeno en el agua de consumo y ésta no presentaba contaminación fecal (catalogada como potable), pero se aislaron bacterias patógenas oportunistas en las fuentes de abastecimiento. En la categoría V se ubican cuatro brotes (18.2%), pues las poblaciones afectadas usaban agua potable, pero no se logró aislar ningún patógeno oportunista en el preciado líquido, otro aporte de este trabajo es que demuestra que la mayoría de los brotes de diarrea se presentan en la época de verano, principalmente en los meses de febrero y marzo, además, en el 36.0% de los brotes se aisló la bacteria *Shigella* (*flexneri* y *sonnei*), seguida por *Aeromonas* (*hydrophila* y *caviae*) en el 14%. En uno de los brotes se aisló *Salmonella* serogrupo B y en otro *Escherichia coli* enteroinvasiva. Por último, el trabajo realiza un análisis de la atención integral de los brotes de diarrea en el país.

PRIMER AISLAMIENTO DE SHIGELLA SONNEI EN AGUA DE CONSUMO HUMANO EN UN BROTE DE DIARREA, HEREDIA, COSTA RICA. 1999.

Carmen Valiente y Rosario Achí

XII Congreso Nacional Microbiología Parasitología y Patología Clínica. San José, Costa Rica. 3 Octubre de 2000.

En el mes de marzo de 1999 se presentó un brote de diarrea en Barrio Jesús de Santa Bárbara de Heredia, cuya etiología era *Shigella sonnei*. Se recolectaron muestras de agua en el Sistema de Abastecimiento: una en el Tanque La Cuesta y tres en la red de distribución. El agua se filtró por membrana de nitrocelulosa 0.45 micras y 47mm de diámetro, se enriqueció por 24 horas a 37°C y se inoculó en medios bacteriológicos selectivos; las colonias sospechosas fueron corroboradas por serología. Se aisló *Shigella sonnei* en la muestra de la escuela.

El patrón de sensibilidad a los antibióticos se analizó por disco y la concentración inhibitoria mínima (CMI) por E test.

Paralelamente, la muestra de agua fue sometida a diagnóstico molecular mediante la técnica de PCR revelada con tinción de plata. Con resultado positivo para *Shigella* sp. Lo anterior confirmó por primera vez la presencia de la bacteria *Shigella sonnei*, como agente causal de un brote de diarrea asociado a transmisión hídrica en nuestro país.

DIAGNOSTICO DE HEPATITIS A EN MUESTRAS DE AGUA

Carmen Valiente

Revista Evolución, 2000. N°1

Se presenta una descripción de la importancia del agua como vehículo transmisor de Hepatitis A para los seres humanos, debido a que en Costa Rica se presentan brotes de esta enfermedad es que esta vía de transmisión es de importancia en salud pública, esta es la razón por la que se está desarrollando una metodología para la identificación del agente viral de la Hepatitis A en muestras de agua para consumo humano.

El proyecto se realiza en conjunto con el Centro Internacional para la Investigación y Entrenamiento Médico de la Universidad del estado de Louisiana (LSU-ICMRT). La técnica consiste en utilizar concentración viral por precipitación, extracción a través de filtros específicos, retrotranscripción y reacción en cadena de la polimerasa (Rt-PCR), con posterior revelado pro ELISA y/o electroforesis en geles de agarosa. Los resultados obtenidos han permitido identificar el virus en todas las muestras experimentales analizadas, que consistieron en aguas crudas inoculadas con el virus de Hepatitis A.

SODIS-AN EMERGING WATER TREATMENT PROCESS.

Sommer B., Mariño A., Solarte Y., Salas M., Dierolf C., Valiente C., Mora D., Rechsteiner R., Setter P., Wirojanagud W., Ajrmeh H., Al-Hassan A. and Wegelin M.
J Water SRT – Aqua. 1997. Vol. 46(3):127-137.

This article comprises the work of several research teams which analyzed the effectiveness of solar water disinfection (SODIS) in various laboratory and field investigations carried out at different test sites over the last five years. SODIS was applied as batch and continuous flow process (SODIS reactor). The process is most effective with a water temperature of at least 50° C. Transparent plastic bags allow a 3-log reduction (99,9 %) of faecal coliformes and *Vibrio cholerae* through heating and radiation at an UV-A dose of 54 Wh/m² over a period of 140 min. The SODIS reactor produces around 100 L of drinking water per square metre of solar collector and day.

PROGRAM OF SANITARY SURVEILLANCE IN COSTA RICAN MUNICIPALITIES

Carmen Valiente y Steven Pedley
Waterlines. London. 1997. Vol.16 (1): 6-9.

In 1994 a training programme in water quality management and surveillance, designed for Central American countries, was launched in Costa Rica By the University of Surrey in collaboration with CAPRE (the Regional Water services association), The University of Costa Rica, and Costa Rica Institute for Water and Wastewater (Instituto de Acueductos y Acantarillados). During this program we develop a Surveillance Program for Costa Rican

Municipalities. Surveillance is carried out by a work group composed of an engineer, a cartographer, a microbiologist, a chemist and a field technician. Prior to 1996, Costa Rica had no experience of drinking/water quality surveillance programmes, so many of the local procedures had to be developed from original principles. The introduction of sanitary /inspection techniques into Costa Rica has, for the first time, provided these committees with the tools to evaluate risks in their water supply systems, to identify the source of the risks, and to prioritize, and to prioritize remedial action.

CARACTERIZACIÓN MICOLÓGICA DE AGUAS “CRUDAS” Y FILTRADAS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE TRES RÍOS, COSTA RICA.

Carmen Isabel Valiente Álvarez

Revista Biología Tropical. 1993. 41(3): 417-422.

Se estudió la flora micológica (Ascomycotina, Zygomycotina y Deuteromycotina) de las aguas crudas a la entrada y salida de la Planta de Tratamiento de Tres Ríos, alimentada por el Embalse de Orosi y el Río Tiribí. El propósito del estudio fue determinar la prevalencia de hongos potencialmente patógeno; se analizaron 306 muestras por la técnica de membrana filtrante, cultivos en Caldo Sabouraud glucosado con 300 µg mL⁻¹ de cloranfenicol e incubación a temperatura ambiente por un mínimo de dos semanas. El estudio abarcó también la determinación de los niveles de bacterias coliformes y de turbiedad. De 1156 cepas de hongos aislados en el agua cruda el 63% fueron filamentosos y el 37% levaduriformes, correspondiendo a veintidós géneros. El género potencialmente patógeno más común fue *Candida* (19%), incluyendo a *C. albicans*, aislada en las aguas de Orosi y Tiribí, aunque con diferencias significativas relacionadas con los niveles de turbiedad. Aún después del proceso completo de tratamiento el 97,4% de las muestras eran positivas para levaduras, encontrándose en un 86% especies del género *Candida* (36% *C. albicans*). Otras levaduras fueron *Geotrichum candidum*, *Rhodotorula*, *Saccharomyces* y *Trichosporon*. La mayoría de los hongos filamentosos fueron eliminados en el proceso, pero *Candida* lo resiste, poniendo potencialmente en peligro a las personas con sistemas inmunológicos reducidos o ausentes.

DETECCIÓN DE VIBRIO CHOLERAE EN EL MEDIO AMBIENTE

*Ana Victoria Mata, Gabriela Catarinella, Carmen Valiente y Darner Mora
Congreso AIDIS Nicaragua. Noviembre 1991.*

Siguiendo las directrices del Programa Nacional de Acueductos y Alcantarillados para la Prevención y Control del Cólera, sobre la detección en efluentes de plantas de tratamiento de aguas negras, lagunas de oxidación, ríos y aguas de mar, se presentan los puntos de muestreo, metodología de laboratorio y los asilamientos de *Vibrio cholerae* hasta el momento.

Los resultados de laboratorio indican que se han logrado identificar, de 110 muestreos, siete cepas de *Vibrio cholerae* no 01 (NAG) y tres cepas rugosas que autoaglutinan, además cuatro pendientes de confirmación por el laboratorio de Referencia "INCIENSA".

ACUEDUCTO DE LA COMUNIDAD DE BANDERILLA DE SAN NICOLÁS DE CARTAGO: ORIGEN DE LA CONTAMINACIÓN POR NITRATOS Y SU POSIBLE IMPACTO SOBRE LA SALUD DE LOS USUARIOS

*Darner Mora Alvarado
Microbiólogo y Químico Clínico/Máster en Salud Pública
Federico Arellano Hortig
Ingeniero Civil
Mauricio Vásquez Fernández
Máster en Hidrogeología
Edgar Serrano Gamboa
Asistente de Laboratorio*

RESUMEN

Los estudios de vigilancia de la calidad del agua suministrada por los acueductos municipales realizados por el Laboratorio Nacional de Aguas, permitieron determinar que el Acueducto de Banderillas de San Nicolás de Cartago, está contaminado con altas concentraciones de nitratos en las diferentes etapas del Sistema. En razón de esto, este estudio tiene como objetivo determinar el origen de la contaminación por nitratos en las

nacientes Calvo y Banderillas; además, investigar el posible impacto sobre la salud de los usuarios, mediante una encuesta a los habitantes de la zona en estudio y una comunidad control como Lomas de Quircot.

El origen de la contaminación (tanques sépticos y fertilizantes nitrogenados) determinó con inspecciones y evaluaciones de riesgo sanitario en las nacientes, tanque y red de distribución. Además, se investigó el uso de plaguicidas y fertilizantes en la oficina del Ministerio de Agricultura en Llano Grande de Cartago; por otro lado, se elaboraron análisis de plaguicidas en las dos nacientes y en una pequeña quebrada que atraviesa el terreno en donde se encuentran ambas fuentes de agua. Aunado a esto, se realizaron estudios de permeabilidad del suelo, con el propósito de medir la vulnerabilidad y la capacidad de infiltración y contaminación del acuífero.

Los resultados indican que las dos nacientes son de alto riesgo para la contaminación, lo cual se ratifica con la fuerte capacidad de infiltración de los suelos y la presencia de picos de plaguicidas no conocidos en los cromatogramas, pero sobre todo la presencia de nitratos en la Quebrada Calvo; esto sugiere que la contaminación por nitratos se da por escorrentía. Las encuestas de salud realizadas en Banderillas y en la comunidad control, no demuestran que los altos contenidos de nitratos en las aguas para consumo humano de Banderillas estén causando Metahemoglobinemia. Sin embargo, sí se observa un incremento de intoxicaciones alimentarias, aunque estos resultados no son estadísticamente significativos debido a la pequeña población de ambas comunidades.

Por último, se recomienda a la Municipalidad de Cartago buscar otras fuentes de agua, para eliminar las existentes y suministrar así agua de calidad potable.

AGUA PARA CONSUMO HUMANO: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA CONTAMINACIÓN POR ARSÉNICO EN ARGENTINA, CHILE Y LOS PAÍSES DE CENTROAMERICA 2013

Darner A. Mora Alvarado

RESUMEN

Objetivo: describir en forma comparativa la magnitud de la contaminación por As en sus aguas superficiales, subterráneas y sistemas de abastecimiento de agua para consumo en Argentina, Chile, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua y Costa Rica, con el propósito de ubicar a la población costarricense sobre la verdadera realidad de la mencionada problemática.

Metodología: para cumplir con el objetivo del estudio, primero se definieron los aspectos para determinar la magnitud de la contaminación en cada país. Dichos aspectos son el porcentaje de extensión del territorio con aguas contaminadas por As, el porcentaje de población expuesta a As en sus aguas para consumo, las concentraciones máximas de As en los diferentes tipos de agua, y la existencia de estudios epidemiológicos que demuestren, o no, al As como causante de enfermedades.

- Los datos de los países se obtuvieron de los estudios realizados en cada nación como:
- “One century of arsenic exposure in Latin America: a review of history and occurrence from 14 countries”.
- Epidemiología del Hidroarsenicismo Crónico Regional Endémico en la República de Argentina. Estudio
- Colaborativo Multicéntrico (CONAPRIS, 2006).
- Arsénico, Normativa y Efectos a la Salud (Chile).
- Situación del Arsénico de los Acueductos de Costa Rica (Mora, 2012).

Resultados: El análisis de los resultados indican que Argentina es el país con mayor magnitud en la contaminación de As en sus aguas, seguido por Chile, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Guatemala y Honduras. Por ejemplo, la población expuesta a As superior a 10 µg/L en Argentina es del 5%, Chile presenta un 2,9%, El Salvador 3,3%, Nicaragua 0,86% y

Costa Rica 0,84%.

Conclusiones y Recomendaciones: Los parámetros usados para determinar la contaminación como la extensión del territorio y población afectada con As, aunado a las concentraciones máximas determinadas en aguas superficiales y subterráneas, indican que los países más contaminados con As son Argentina, Chile, El Salvador, Nicaragua y Costa Rica. Se descarta por falta de datos Guatemala y Honduras.

Ante esta situación, se recomienda ampliar la vigilancia y control de calidad de las aguas en cada país y realizar los estudios epidemiológicos locales en cada zona afectada.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Picado Twight, Clodomiro. **Análisis sanitario de las aguas que se consumen en San José.** San José: Librería e Imprenta Alsina, 1915.

Poder Ejecutivo de Costa Rica. **Decreto Ejecutivo N°9. Creación de un laboratorio para el control de las aguas potables.** San José, Costa Rica. 1940.

Laboratorio Nacional de Aguas. Nuestro Aporte. **Boletín informativo del Laboratorio Nacional de Aguas** . Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados N°1, Año ; Tres Ríos, Cartago; 2011.

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. **Programa Bandera Azul Ecológica Una revolución sin guerras por el ambiente, con la niñez costarricense.** Revista del 15 Aniversario. 7° Edición. Laboratorio Nacional de Aguas; Tres Ríos, Cartago; 2011.

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Programa Bandera Azul Ecológica Una revolución sin guerras por el ambiente, con la niñez costarricense. Revista del 15 Aniversario. 7° Edición. Laboratorio Nacional de Aguas; Tres Ríos, Cartago; 2011.

Barrantes, Luis. **Programa Sello de Calidad Sanitaria 2011.** Laboratorio Nacional de Aguas; Tres Ríos, Cartago; 2012

Mora, D. **Pasado, presente y futuro del Laboratorio Nacional de Aguas.** Laboratorio Nacional de Aguas; Tres Ríos, Cartago; 2012.

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. **Acuerdo de Junta Ddirectiva 96.160 Apoyo Institucional al Programa Bandera Azul.** San José, Costa Rica; 01 de junio de 1996.

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. **Acuerdo de Junta Ddirectiva AN-2002-150 Lineamientos para el incentivo “Sello de Calidad Sanitaria”.** San José, Costa Rica; 22 de abril de 2002.

Poder Ejecutivo. **Decreto N° 26066-S. Designación del Laboratorio Central como Laboratorio Nacional de Aguas.** San José, Costa Rica

Mora, D; Mata, Ana; Portuguez F. **Agua para consumo humano: situación de Costa Rica en el contexto de las Américas 1960-2011.** Laboratorio Nacional de Aguas; Tres Ríos, Cartago; 2012.

Coto, M; Fonseca, O; Mora, D; Portuguez F. **Vivencias del Laboratorio Nacional de Aguas.** Laboratorio Nacional de Aguas; Tres Ríos, Cartago; 2013.

Personal de Laboratorio Nacional de Aguas. **Resúmenes de trabajos de investigación.** Laboratorio Nacional de Aguas; Tres Ríos, Cartago; 2013.

Instituto de Normas Técnicas de Costra Rica. **Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración.** Editada e impresa por INTECO; San José, Costa Rica; 15 de junio de 2055.

Anexo

VIVENCIAS DEL PERSONAL DEL LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS



VIVENCIAS Y ANÉCDOTAS DE LOS FUNCIONARIOS DEL LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

En este capítulo abordaremos algunas vivencias y anécdotas del antiguo Laboratorio Central del Instituto de Acueductos y Alcantarillados y hoy Laboratorio Nacional de Aguas. De conformidad con lo indicado por nuestro compañero Moisés Coto Cervantes, el cual inició labores en el Laboratorio en 1969, la lista de funcionarios de esa época es:

Don Carlos Fournier
Don Carlos Arguedas
Don José Antonio Coto
Don Jesús Rodríguez (chucito)
Don Claudio Flores Pérez (cuyo)
Lic. Bernardo Chacón
Don Antonio Mesén
Dra. Flora Pérez
Dr. Edgar Ortiz Castro (Director)

Estos funcionarios merecen un reconocimiento especial porque con el liderazgo del Dr. Ortiz, dieron los primeros pasos del Laboratorio Central del SNAA. Un aspecto digno de señalar es que sólo se contaba con una motocicleta para la recolección de las muestras de agua y su traslado al centro de trabajo para sus respectivos análisis fisicoquímicos y microbiológicos

Algunas vivencias o anécdotas ocurridas en los 50 años de vigencia del Laboratorio son las siguientes:

1. Pago de salarios

El pago de salarios se realizaba por cheque y se acostumbraba enviar al Sr. Moisés Coto a cambiarlos al banco acompañado de otro funcionario como “guardaespaldas”. No

obstante, en el caso del cheque del Dr. Edgar Ortiz, este no permitía la mezcla de su cheque y dinero con el resto de los compañeros, pero lo más importante es que obligaba a Moisés a traer el dinero en billetes de diferentes denominaciones con el propósito de tramitar, en forma exacta los pagos mensuales de su vivienda.

2. Fecha accidentada

El 23 de febrero de 1981 fue una fecha negra para el Laboratorio, primero en horas de la mañana, el compañero Héctor Salazar (pensionado en el 2012), conocido como “El Gordo” chocó la vespa (moto) contra una chompipa de productos de concreto, quedando muy lesionado por lo que fue trasladado al Hospital Calderón Guardia, en donde lo visitó el Dr. Darnier Mora, Microbiólogo en ese momento a cargo del Laboratorio porque el Dr. Ortiz andaba de gira con Arnoldo Acuña. Indica el Dr. Mora que “El Gordo” estaba tan “jodido” que en medio de su visita preguntó al menos 50 veces por la hora, es decir estaba conmocionado porque el sopapo se lo llevó en la cabeza.



Ese mismo día, en horas de la tarde falló la válvula de emergencia de una autoclave produciendo una fuerte explosión que se escuchó a 500 metros a la redonda. Por fortuna nadie salió lesionado; pero lo que más recordamos los funcionarios que vivimos este “día negro” fue la expresión del Dr. Edgar Ortiz, que al regresar de la gira expresó enojado “ Esto sucede sólo cuando yo no estoy”; hoy 33 años después el Laboratorio ha seguido creciendo con mucho éxito.

3. Fiesta de Navidad

En la fiesta de Navidad de 1983, organizada por los compañeros de las jefaturas del Laboratorio, a la Dra. Ana Mata Solano, se le ocurrió hacer una piñata de niños para todos los “viejos” del Laboratorio y bastó con provocar al compañero Alejandro Castro, alias



“Bomerang”, y haciendo sus dotes de Atleta en una patada voladora acabó con la piñata en el suelo y con la fiesta, pues provocó enojo y lágrimas en el ala femenina del Laboratorio.

4. Oscar Fonseca y sus andadas

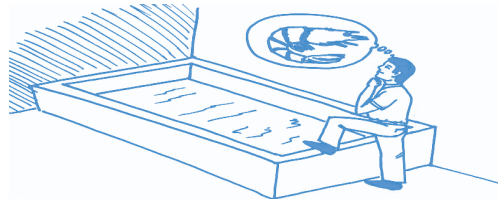
Jamás podremos olvidar cuando en una fiesta de Navidad el compañero Oscar Fonseca, en un acto de caballerosidad empezó a servirle a la entonces Directora del Laboratorio varias cervezas y en el periodo de una hora, se nos puso a llorar y decía que la llevaran a su casa. Después de esto, nunca volvió a brindar Doña Flora Pérez, en ninguna de nuestras fiestas de Navidad.

5. Italia 90

Que tiempos más lindos aquellos cuando disfrutamos el buen futbol del equipo de todos, en Italia 90, y después de varios tragos de agua ardiente “colombiano”, el compañero Greivin Vargas, en estado etílico, se sostenía de una rama del palo de Limón para no caerse y brindar por la clasificación a segunda ronda de la “Sele” en el mundial de Italia 90.

6. Camarones y Tilapias

Como olvidar al Biólogo Mariano Peinador con su exitoso cultivo de tilapias en los antiguos filtros lentos y su fracaso en los cultivos de camarones gigantes, que según él iban a crecer hasta metro y medio.



7. Equipo de Fútbol

Recordando los buenos campeonatos de futbol en el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, nuestro director técnico improvisado, el Dr. Juan Carlos Rojas, nos reunía para dar la alineación,.....bueno para hacer el mapa con el desconocimiento total del buen fútbol.... lo bueno que todo era fiesta y fiesta, después de cada partido en las famosas cantinas “La Llamita” y posteriormente en el “Cangüil”.



8. Isidro Fernández

El Dr. Edgar González, haciendo uso de sus habilidades cómicas, llamó por teléfono a nuestro querido compañero Isidro Fernández (q.d.D.g.) y se hizo pasar por el Director de Recursos Humanos para “despedirlo” del trabajo. Lógicamente Isidro “Chigüilo” se puso a llorar, desconsolado buscó ayuda en el Dr. Darner Mora, Director del Laboratorio, para no ser despedido; luego de un rato amargo, se le indicó que era una broma del Dr. González, a lo cual Chigüilo exclamó “bien por el “Duende, perdón Dr. González.....” Hoy Chigüilo descansa en paz; en realidad era una excelente persona.



9. Dominó

Hora de Almuerzo y de una jugada de dominó “Piedritas” y hora de compartir las buenas jugadas de Heyler (Chopa), Greivin (Vaguitas), Álvaro Piedra (Zurdo) y de Darner (Queta o ñañitas) y en forma descarada, rápida y sagaz, le hacían trampa a Piedrita, haciéndolo perder una y otra vez. Sólo podía expresar “que injusticia”, lo que provocaba risas en los mirones. Las “animaladas” y “ocurrencias” se apuntaban en el famoso “tucó”, el cual era una regla de madera y en la fiesta de Navidad, correspondiente, se procedía a leer “los pachos”; claro la mayoría eran de “Piedrita”.



10. Acuaman

Vale recordar, cuando en una fiesta navideña, ya en horas, en que sólo los verdaderos fiesteros nos quedábamos; el Lic. Marco Sequeira haciendo gala de fiel amigo acompañó a Moisés Coto (Moisito) de la zona de la fiesta, en el famoso “bajo”, al Laboratorio, y para cortar camino pasaron entre los filtros lentos, en donde “Moisito” resbaló y chupulún cayó con todo, el problema es que Moisés no sabía nadar y “Sequeira “lo tuvo que sacar en plena noche, jugando de Salvavidas.....En enero se sacó de operación el filtro para su limpieza, y apareció la billetera de Moisito con la cédula y otros documentos. Buena por Sequeira-Acuaman.

11. La CIA, Atentados y el Laboratorio

En el mes de marzo del año 2001, el entonces Presidente Ejecutivo del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, el Ing. Rafael A. Villalta fue invitado por funcionarios de la Embajada de los EUA a un almuerzo, en el Club Unión para conversar sobre la calidad del agua para consumo humano en Costa Rica. Debido al tema a tratar, Don Rafael, invitó al Dr. Darner A. Mora al mencionado almuerzo. Los funcionarios de la Embajada de los EUA eran una pareja muy formal, estilo “la CIA”; ellos estaban preocupados de que el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados no tuviera las medidas de seguridad para impedir un atentado de la población del Valle Central por contaminación del agua y nos preguntaron sobre los programas de control de calidad del agua, a lo que el Ing. Villalta les contestó que el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, mediante el Laboratorio Nacional de Aguas, realizaba un control diario de la calidad del agua en San José y los invitó visitar el Laboratorio en Tres Ríos. Nos despedimos cordialmente de los personeros de la Embajada en forma cordial. Luego, un mes después, en abril, nos visitaron en forma sigilosa otros dos funcionarios de la Embajada y venían directamente por los datos de calidad del agua suministrada en San José, con énfasis en Pavas y Escazú.

Dialogamos y preguntaron si ¿en el Laboratorio se trabajaba los sábados? Se les indicó que sí. En mayo, sorpresa, nos visitaron de nuevo pero esta vez fue en un día sábado en la tarde. Ese día, la conversación fue más abierta y sincera; su preocupación era que el Servicio de Inteligencia de los EUA, tenían sospechas de que sus enemigos planeaban atentados, en diferentes países del mundo contra ciudadanos norteamericanos. Ese mismo día, visitamos la Planta Alta de Tres Ríos y nos despedimos y pidieron guardar discreción sobre el tema.

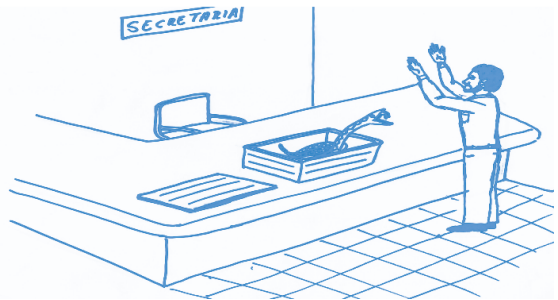
Más tarde, el sábado 14 de julio, en la tarde se recibieron dos llamadas telefónicas al Laboratorio, de quejas por la calidad del agua, debido a olor y sabor a hidrocarburos en la zona de Guadalupe y en Escazú por un brote de diarrea en una fiesta matrimonial de una pareja de estadounidenses. Ese mismo día, nuestros funcionarios encargados de muestreo visitaron ambas zonas para recolectar muestras para análisis de aguas. Esta situación de emergencia fue precedida por unos días secos del “Veranillo de San Juan” y un gran aguacero el día viernes 13 de julio del año 2001; además de una información de la Estación de Bombeo de Puente Mulas, en donde el Sistema de Cloración había sido dañado por un derrumbe; el brote de diarrea se incrementó en los siguientes días alcanzando más de 7.500 casos. El Ministro de Salud el Dr. Prado, el Presidente Ejecutivo de la Caja

Costarricense de Seguro Social, el Lic. Piza y el Ing. Villalta, Presidente Ejecutivo del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, realizaron una reunión para abordar la emergencia, la cual también coincidió con la ruptura del Nivel Freático del Acuífero Colima Superior en la zona del Tajo operado por la Empresa Zumara. El Dr. Prado, después de un dialogo tenso, tomó la decisión de enviar muestras de agua para análisis microbiológicos a la Agencia de Protección Ambiental de los EUA. Luego de un mes de espera, los resultados indicaban, que el agua del Acueducto en Puente de Mulas había sido contaminada por “un coctel de cuatro microorganismos patógenos” y que dicha contaminación podría haber sido causada por mano “criminal”. Esta conclusión fue manejada con mucha discreción. Después el 11-11-2001 las torres Gemelas, en Nueva York fueron destruidas por aviones comerciales utilizados por miembros de Alkaeda como Kamicasis.

Es decir, tenían toda razón los miembros de la Embajada de los EUA. Esta vivencia parece ciencia ficción, pero lamentablemente fue cierta y ocurrió en el año 2011.

12. Miguel Vargas y la serpiente

En 1987, el Señor Miguel Vargas (Buey Manso), encabezó una de las cuadrillas que realizaban muestreos para análisis microbiológicos y físico-químicos en unos de los transeptos de la Cuenca Virilla-Tárcoles, en donde se encontró con una serpiente cascabel; la cual atacó a pedradas y según él la mató y la depositó en una de las hieleras “viejas de madera”. En su llegada al Laboratorio, como gran gracia, le indicó al suscrito (Darner Mora) que me había traído algo y que estaba en la hielera. Yo sinceramente creí que eran mangos o melones. No obstante, cuando le quité la tapa a la hielera levantó la cabeza una enorme serpiente, la cual furiosa empezó a atacarnos, salimos en carrera para la recepción del Laboratorio, pero aún nos siguió. No se nos olvida ver a Pilar Boza y a Ligia Hernández, secretarias en ese entonces del Laboratorio subidas en el mostrador pegando gritos. Al final un miembro de la cuadrilla de Juan Salas, con un cuchillo mató a la furiosa serpiente.



¡Qué bromitas las de Buey Manso!

13. El primer cromatógrafo del Laboratorio Nacional de Aguas

A principios de la década de los 90, el Laboratorio incursiona en la realización de análisis a través de la cromatografía de gases. Fue en esa época cuando se logró adquirir el primer cromatógrafo, un Shimadzu GC-14A, que fue operado por el postulante químico Jürguen Schosinsky Gutiérrez, en la elaboración de su trabajo de graduación para la Licenciatura en Química denominado “Optimización y Validación de un Método para Análisis de Plaguicidas Organoclorados en Agua Potable y Agua Fluvial en el Nivel de ng/L”, el cual dio el banderazo de salida para que el Laboratorio Nacional de Aguas incursionara en los métodos de análisis de plaguicidas.



14. Malas noticias

Pero hay vivencias buenas y malas, y no todas las que ha vivido el personal del Laboratorio Nacional de Aguas han sido agradables. A finales del año 1990, nuestro querido compañero Juan Bautista Hernández (Jhon), fue víctima, junto con dos de sus amigos, de uno de los crímenes más atroces y dolorosos de la historia de Costa Rica. El 29 de diciembre de ese año, cuando pescaban camarones en el Río Guacimal, un hombre los atacó armado hiriéndolos, dándoles muerte y mutilándolos posteriormente, según argumenta él para proteger la naturaleza. Nuestro amigo Jhon se caracterizó siempre por ser una persona humilde, callada y con un don de buena gente, y lamentamos hasta el día de hoy su dolorosa pérdida. Todos los años, en la reunión de inicio de periodo, hacemos honor a su memoria para recordarnos que la muerte está presente en cada instante de nuestras vidas.



15. Lección de vida

No podemos olvidar tampoco la dolorosa situación que, aún actualmente, pasa quien fuera nuestra gran amigo y compañero el Lic. Alí Castillo Rojas (“Wa yu tac”), víctima de una infortunada situación que dañó gran parte de su capacidad motora. Siempre lo

recordamos por sus características ocurrencias y “salidas” que nos hacían reír, sin olvidar cuando trajo a la famosa orquesta “Taca Taca” para una fiesta de final de año, la cual disfrutamos enormemente. No obstante Allí, de forma emprendedora, ha venido poco a poco recuperándose de esta lamentable lección de vida.

16. Fiesta de los niños

Durante varios años, se acostumbró realizar una fiesta de navidad para los niños de los empleados del Laboratorio, las cuales eran bastante concurridas. Se pagaba una cuota por cada niño, y se repartía comida, refrescos, además de que se amenizaba con música infantil, actividades recreativas y regalos para los niños. Hoy, ya todos esos “pequeños” son adultos, algunos casados, con hijos, que nos demuestran que el tiempo es ineludible.



