

Determinación de la calidad del agua y propuesta para su manejo en cuatro comunidades de la microcuenca El Limón, complejo de cuencas Sabana Yegua, República Dominicana

Maldané Cuello

Abstract

This study deals with the analysis of domestic water in the Los Guayuyos, Los Fríos, Gajo de Monte and La Majaguita communities in the El Limón micro basin, located within the basin complex of the Sabana Yegua dam, Azua province, Dominican Republic. The first three communities are supplied with drinking water through PVC pipes and the last one is supplied by means of a public key from a spring protected by a concrete trunk. The objective of the study was to determine the water quality in the four communities, considering the existing water supply systems. To achieve the goal, water samples were collected for one year, at points where community members take it. The samples were submitted to physical-chemical and bacteriological analysis. An ISO 9000 certified colorimeter model DR / 820 was integrated with a HACH brand kit; Bacteriological analyzes were carried out at the National Institute of Drinking Water and Sewerage (Inapa). The physico-chemical analyzes were: dissolved chlorine, pH, temperature, nitrites, sulfates, turbidity, hardness and solids; The bacteriological were: fecal coliforms, total coliforms, Pseudomonas Sp and Escherichia coli Escherich. When comparing the data presented in the analyzes with the admissible parameters, in the four communities, the water does not meet the parameters allowed by the Dominican Norm of Water Quality for human consumption, mainly due to the high presence of fecal and total coliforms. As a corrective measure, a guide was developed to be used by the community in the management of water for human consumption

Keywords: Quality, water, management, potable, consumption, drinking, consumption, guide.

Resumen

Este estudio aborda el análisis del agua de uso doméstico en las comunidades Los Guayuyos, Los Fríos, Gajo de Monte y La Majaguita, en la microcuenca El Limón, ubicada dentro del complejo de cuencas de la presa Sabana Yegua, provincia Azua, República Dominicana. Las tres primeras comunidades se abastecen de agua potable a través de tubos PVC y la última se abastece por medio de una llave pública procedente de un manantial protegido por una cajuela de hormigón. El objetivo del estudio fue determinar la calidad del agua en las cuatro comunidades, considerando los sistemas de abastecimiento existentes. Para lograr el objetivo, muestras de agua fueron colectadas durante un año, en los puntos donde los comunitarios la toman. Las muestras se sometieron a un análisis físico-químico y bacteriológico. Se usó un colorímetro modelo DR/820 certificado por ISO 9000 integrado a un kit marca HACH; los análisis bacteriológicos se realizaron en el Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (Inapa). Los análisis físico-químico realizados fueron: cloro disuelto, pH, temperatura, nitritos, sulfatos, turbidez, dureza y sólidos; los bacteriológicos fueron: coliformes fecales, coliformes totales, Pseudomonas Sp y Escherichia coli Escherich. Al comparar los datos arrojados en los análisis con los parámetros admisibles, en las cuatro comunidades, el agua no se ajusta a los parámetros admisibles por la Norma Dominicana de Calidad de Agua para consumo humano, principalmente por la alta presencia de coliformes fecales y totales. Como medida correctiva, se elaboró una guía para ser usada por los comunitarios en el manejo del agua para consumo humano.

Palabras clave: calidad, agua, manejo, potable, consumo, guía.

INTRODUCCIÓN

La microcuenca El Limón se encuentra ubicada dentro de un complejo de cuencas consideradas prioritarias en el ámbito nacional, debido a la importancia hidrológica que representa para toda la región sur del país.

Las comunidades ubicadas dentro del área de la microcuenca exhiben gran deterioro ambiental, son económicamente deprimidas, y más del 80% de los hogares viven en pobreza (Luciano 2011). En la microcuenca se

aprecia un mal manejo de los acueductos rurales que abastecen de agua a sus habitantes, así como la falta de un continuo tratamiento y seguimiento de la calidad del recurso, y sobre todo, la falta de orientación comunitaria para su manejo apropiado, no existiendo indicadores que revelen los niveles de potabilidad del agua y en consecuencia la incidencia de ésta en brotes de enfermedades, sobre todo intestinales.

¹ Profesora Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD). Escuelas de Agronomía, Ingeniería Civil y Agrimensura. Analista de proyectos de investigación, Consejo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Coniaf). Ingeniera Agrónomo y Civil. Maestría Manejo de Cuencas Hidrográficas en Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Catie), Costa Rica, DO. Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo, énfasis Gestión y Cultura Ambiental, Universidad Nacional de Costa Rica (UNA), Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), Costa Rica (Pendiente de tesis). maldanecuello@gmail.com

Un indicador, es un signo típicamente medible, que puede reflejar una característica cuantitativa o cualitativa, y que es importante para hacer juicios sobre condiciones del sistema actual, en este caso los acueductos. La formación de un juicio o decisión se facilita comparando las condiciones existentes con un estándar o meta existentes, Cepal (2011). Además, los indicadores tienen el potencial de convertirse en herramientas importantes para la comunicación de información científica y técnica, y pueden facilitar la difusión de esa información a diferentes grupos de usuarios y a la sociedad en conjunto, lo que ayuda a transformar la información en acción, Quiroga (2007).

En tal sentido, la calidad del agua que consumen los habitantes de la microcuenca El Limón, es un indicador que puede servir para medir el nivel de vida, permitiendo plantear medidas y acciones que favorezca el desarrollo comunitario, por lo que es esencial para cada comunidad contar con un abastecimiento limpio y constante de agua potable.

El objetivo de este estudio es determinar la calidad del agua para consumo doméstico en cuatro comunidades ubicadas dentro de la microcuenca El Limón, y en base a ello, presentar una guía para la gestión y manejo del agua, que sirva de modelo para otras comunidades rurales del país.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área que abraza la microcuenca El Limón tiene una superficie de 71.32 km², y las comunidades donde se tomaron las muestras de agua fueron las de mayor población dentro de su entorno, estas son: Los Fríos, La Majaguita, Gajo de Monte y Los Guayuyos, municipio Padre Las Casas, provincia de Azua.



Figua1. Zona de estudio en un contexto nacional

Durante un año se tomaron muestras de agua directamente de los puntos de abastecimiento donde los comunitarios se abastecen para su consumo doméstico. En el caso de las comunidades de Los Fríos, Los Guayuyos y Gajo de Monte, las muestras de agua se tomaron directamente de las llaves instaladas en las casas, Figura 2, con excepción de la comunidad La Majaguita, donde las muestras se tomaron de una cajueta de hormigón de donde los comunitarios van a abastecerse del líquido, Figura 3.

Las muestras para el análisis bacteriológico se tomaban en botellas de vidrio, entregadas previamente y especialmente para ello por el Instituto Nacional de Aguas Potable y Alcantarillado (Inapa), donde se hicieron dichos análisis. Para los análisis físico-químicos se tomaron las muestras en botellas plásticas compradas para esos fines. Los análisis físico-químico se realizaron utilizando un kit marca HACH, y como instrumento para determinar los parámetros un colorímetro modelo DR/820, certificado por ISO 9000. El kit contiene los reactivos necesarios para realizar los diferentes análisis y cuenta con instructivos donde se indican los pasos a seguir en cada análisis, así como la forma de calibrar el equipo antes y después de comenzar los mismos.

Las muestras tomadas se colocaban en una neverita con hielo y se llevaban de inmediato (antes de 24 horas) al laboratorio, ya sea en el INAPA para el análisis bacteriológico, o para el análisis físico-químico a través del kit.

Antes de someter las muestras a los análisis físico-químicos, el colorímetro se calibraba, para lo cual se usó agua desionizada, con esto se garantiza que los datos reflejen la mayor realidad posible.

Los análisis realizados fueron los siguientes:

- Físico-químicos: cloro disuelto, pH, temperatura, nitritos, sulfatos, turbidez, dureza y sólidos totales.
- Bacteriológicos: coliformes fecales (NMP/100 ml), coliformes totales (NMP/ ml), *Pseudomona Sp.* y *Echerichia coli* Escherich.

Con los resultados de los análisis físico-químico y bacteriológico se formuló una propuesta para manejo de acueductos rurales, cuyo protocolo se describe en la misma.



Figura 2. Sistema abastecimiento de agua Los Fríos, Los Guayuyos y Gajo de Monte



Figura 3. Sistema abastecimiento de agua La Majaguita



Figura 4. Análisis de agua a través del kit



Figura 5. Análisis del agua en Laboratorio INAPA

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al comparar los valores de los parámetros físico-químicos y bacteriológicos arrojados en los análisis realizados al agua de consumo doméstico en las comunidades citadas, Tablas 1 y 2, con los parámetros admisibles según los requisitos establecidos en la Norma Dominicana de Calidad de Agua para uso Doméstico, Tablas 3 y 4. Se nota que el agua consumida no se ajusta a los parámetros de potabilidad que indica dicha norma debido a que los niveles de coliformes fecales y totales sobrepasan los límites admisibles.

El agua que presenta menores niveles de contaminación es la consumida en la comunidad de La Majaguita, esto puede atribuirse a que el agua sale de una estructura de hormigón o cajuela, construida para proteger el

manantial de donde sale el agua, Figura 3, no obstante, los niveles de contaminación son considerables y por tanto el agua debe ser tratada para su consumo.

Ante la situación descrita, se presenta una guía que sirve de instrumento para el manejo sostenible del agua, sasada del Instituto Nacional de Aguas Potable y Alcantarillados (Inapa), que es la entidad estatal encargada de analizar y tratar las aguas para consumo doméstico a nivel nacional.

Tabla 1. Promedio de parámetros físicos-químicos del agua por comunidad

| Comunidad | CL | pH | Temp | Suf | Nit | Turb | Dureza | TDS |
|---------------|------|------|------|------|------|------|--------|--------|
| Guayuyos | 0.23 | 7.22 | 2.16 | 0.20 | 0.04 | 2.80 | 56.00 | 52.00 |
| Los Fríos | 0.13 | 7.57 | 2.22 | 0.50 | 0.10 | 2.83 | 56.67 | 48.00 |
| Gajo de monte | 0.10 | 7.37 | 2.30 | 2.67 | 0.33 | 1.00 | 173.33 | 129.33 |
| La Majaguita | 0.00 | 7.57 | 2.30 | 1.00 | 0.21 | 5.33 | 166.67 | 125.00 |

Fuente: Análisis físico-químicos 2009-2010

Tabla 2. Promedio de parámetros bacteriológicos del agua por comunidad

| Comunidad | Coliformes fecales | Coliformes totales | Pseudomonas Sp | Escherichia C |
|---------------|--------------------|--------------------|----------------|---------------|
| Los Guayuyos | 1100 | 1100 | s | s |
| Los Fríos | 1100 | 1100 | s | s |
| Gajo de Monte | 5 | 125 | s | s |
| La Majaguita | 11 | 105 | n | s |

Fuente: Análisis bacteriológicos 2009-2010

Tabla 3. Requisitos físicos-químicos de potabilidad

| Características | Límite Recomendado | Límite Máximo Permissible |
|---------------------------|--------------------|---------------------------|
| Cloruro, como Cl | 250,0 | 600,0 mg/l |
| pH | 7.0 | 8.5 mg/l |
| Temperatura °C | | 32,6 |
| Sulfatos, SO ₄ | 200,0 | 400,0 mg/l |
| Nitratos, NO ₃ | | 45 mg/l |
| Turbidez | Menor de 5 | 10 |
| Dureza | 50-200 | 500,0 mg/l |
| Sólidos Totales Disueltos | 500,0 | 1500,0 mg/l |

Fuente: NORDOM-DIGENOR (2010)

Tabla 4. Requisitos bacteriológicos de potabilidad

Requisitos bacteriológicos.

Por lo menos el 90% de todas las porciones examinadas durante cualquier período del año, deberán tener un NMP de Coliformes menor de 1 microorganismo por 100 cm³ de muestra.

No más de 10% de todas las porciones examinadas, deberán mostrar presencia de Coliformes; el NMP de Coliformes debe ser menor de 10 microorganismos por 100 cm³.

El contenido de E. Coli en 100 cm³, debe ser siempre cero en todas las muestras examinadas.

Fuente: NORDOM-DIGENOR (2010)

Aspectos generales de la Guía para el Manejo de Agua en Acueductos Rurales (MAR)

Esta guía se enmarca dentro de los principios rectores de la Ley General de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Ley No.64-00), la cual tiene por objeto la preservación del agua en calidad y cantidad, incluyendo su explotación, uso y aprovechamiento para lograr el desarrollo sustentable de la nación. Esta Ley es de observancia general, de aplicabilidad en todo el territorio nacional y sus disposiciones son de orden público e interés social.

En este ámbito normativo y las condiciones de uso, manejo y calidad del agua que consumen los habitantes de la microcuenca El Limón, han sido los motivos fundamentales para la presentación de esta guía, la cual tiene como objetivo presentar un método sencillo y práctico que se pueda usar para el manejo del agua de consumo humano en cualquier acueducto rural del país.

Acciones para la implementación

Formación del equipo

El equipo que implementará este método, dará seguimiento y monitoreo al sistema del acueducto rural, debe estar compuesto por personas de la comunidad que han demostrado compromiso social. Constituye un grupo heterogéneo de personas, que tenga o pueda adquirir los conocimientos básicos sobre la operación del sistema.

El grupo debe estar constituido por actores de la comunidad relacionados con la cuenca (Comités de Cuencas (CC) y actores claves o líderes de la comunidad. Las personas del equipo deben mostrar interés colectivo para mejorar la calidad del agua, comprender el sistema y detectar los peligros que atenten contra la calidad del agua.

En la Tabla 5, se presenta una relación de los cargos y las responsabilidades de las personas que componen el equipo.

Tabla 5. Plantilla con los nombres, cargos y su descripción

| Cargo | Nombre del Responsable | Responsabilidad en el MAR |
|----------------------|------------------------|--|
| Coordinador (a) | | Velar por evitar la contaminación del agua de las casas, coordinando el MAR y gestionando recursos en la comunidad para el mantenimiento del sistema |
| 1er. Colaborador (a) | | Vigilará que el agua esté llegando regularmente al tanque de almacenamiento y que la línea de conducción de agua, hasta las casas, esté en buen estado |
| 2do. Colaborador (a) | | Será informado por el 1er colaborador, éste gestionará con INAPA el cloro para el tratamiento. |
| Operario | | Aplicará el cloro al agua en el reservorio (tanque), hará la prueba del cloro residual y llevará los registros |



Figura 6. Esquema de la metodología de implementación
Fuente: La autora

El coordinador o la coordinadora debe tener el perfil siguiente: saber leer y escribir, buena disposición de servicio, ser dirigente comunitario, buenas relaciones humanas, contar con autoridad y habilidad de organización.

Implementación: (Operación y monitoreo)

En la fase inicial, los promotores de la gestión deben presentar la metodología a la comunidad, y elegir el equipo responsable del desarrollo de las acciones necesarias para mantener la calidad del agua.

La operación del sistema consiste en un proceso de observaciones, toma de muestras y verificación del estado del cloro residual de manera permanente y continua, como se presenta en la Figura 7.



Figura 7. Esquema del proceso básico del sistema de abastecimiento de agua

Tabla 6. Etapas del proceso de instalación

| Etapa del proceso | Punto crítico de control (PCC) | Medida de control |
|-------------------|--------------------------------|---|
| Captación(fuente) | Observación en el lugar | Protección de la fuente y no permitir acceso de animales |
| Cloración | Cloro residual libre | Verificación de la calidad del cloro, prueba con kits para determinar cloro residual, mantenimiento con hipoclorito de Calcio |

Fuente: La autora

Acciones correctivas

Colocar tapas al tanque de almacenamiento, ya que las heces fecales de las aves pueden contaminar el agua.

Aplicar hipoclorito de calcio ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) al 70%, a razón de 0.5 libras por 1000 galones de agua (Dosificaciones usadas por el departamento de tratamiento de agua del Instituto Nacional de Agua Potable y Alcantarillados-Inapa).

Usar un comparador o kit (Figura 8) para medir el cloro residual. Cada vez que se vacía el tanque de agua se toma una muestra y se determina y se valora según la Norma (Nordom 2011).

Inmediatamente se decida implementar la guía, el equipo debe hacer contacto con la oficina más cercana del Inapa para que le suministre el cloro periódicamente y mantenerlo guardado en un lugar seguro.

Registros

Los datos sobre el cloro residual obtenidos durante el monitoreo, se irán registrando en una hoja de control que se incluye en la guía (Tabla 7), y cuyos datos estarán bajo la responsabilidad del operario.

Cualquier alteración en la sistematización del segui-

Tabla 7. Ficha de control de cantidad de cloro residual

| FICHA DE CONTROL | |
|---|--|
| No. _____ | |
| Fecha: _____ | |
| Hora: _____ | |
| Nombre de la comunidad: _____ | |
| Nombre del operador: _____ | |
| Cantidad de cloro residual _____ | |
| Cantidad de Hipoclorito aplicado: _____ | |
| Observaciones: | |



Figura 8. Esquema alusivo a un kit para determinar cloro residual

miento o cambios en la composición del agua, el operario de inmediato deberá informarlo al coordinador del equipo.

CONCLUSIONES

- El agua que consumen los pobladores de la micro-cuenca El Limón, no cumple con los parámetros establecidos por las normas dominicanas sobre calidad de agua de consumo doméstico.
- Los menores niveles de contaminación lo presenta el agua de la comunidad La Majagueta, probablemente debido a que el sistema de abastecimiento está protegido por una cajuela de hormigón
- La guía técnica para Manejo de Acueductos Rurales (MAR) es una herramienta útil para el manejo sostenible del agua en cualquier acueducto rural del país.

LITERATURA CITADA

Cepal (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CL). 2011. Indicadores Sociales Básicos de la Subregión Norte de América Latina y El Caribe. Naciones Unidas. México, MX. 106p.

Luciano, W. 2011. Integración de los enfoques de cuenca y bosque modelo para la gobernanza: experiencia de Sabana Yegua, República Dominicana. Catie. Serie Técnica. Boletín Técnico No.47.Turrialba, CR. 36p.

Quiroga, R. 2007. Indicadores ambientales y de desarrollo sostenible: avances y perspectivas para América Latina y el Caribe. División de Estadística y Proyecciones Económicas Cepal-Pnuma. Santiago, Chile. Serie Manuales. 228 p. (En Línea). Consultado el 26 febrero 2016. Disponible en: <http://www.cepal.org/deype/publicaciones/xml/4/34394/LCL2771e.pdf>

Nordom (Norma Dominicana). 2011. Agua para uso doméstico, Especificaciones. Dirección General de Normas y Sistemas de Calidad (Digenor). Santo Domingo, DO. 12 p