



Asociación de Universidades
GRUPO MONTEVIDEO



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

Alternativa de acceso a agua potable a bajo costo para la población más vulnerable

Oscar Efrén Ospina Zúñiga^a, Oscar Hernán Cardona García^b
Juan Pablo Leyva Londoño^c

^a Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia, oscar.ospina@campusucc.edu.co.

^b Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia, oscar.cardona@campusucc.edu.co

^c Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia juan.leyva@campusucc.edu.co

RESUMEN: La potabilización del agua ha significado un gran avance en las condiciones sanitarias y de la calidad de vida de millones de personas, pero debido a su nivel tecnológico y sus costos económicos, han sido inaccesibles para la población más vulnerable, especialmente en zonas rurales, condenados a consumir agua de mala calidad y con riesgo para su salud. Esta situación crítica se puede revertir mediante sistemas de tratamiento doméstico con uso de materiales de bajo costo que contienen los procesos convencionales esenciales, cuya operación y mantenimiento es simple y factible para cualquier persona; siendo ejemplo de ello el proyecto denominado AQUA, diseñado en la Universidad Cooperativa de Colombia y llevado a cabo en el norte de Nicaragua (Somoto) en el año 2017, beneficiando a población rural en una condición marginal y vulnerable, utilizando como coagulante-desinfectante las semillas de *moringa oleifera*, con resultados satisfactorios. En Colombia el proyecto se ha llevado a partir del año 2018 a familias rurales en los municipios de Ortega, Coyaima, Rovira, Ibagué y San Luis, departamento del Tolima. Los mismos beneficiarios realizan todo el proceso garantizando su sostenibilidad, siendo una opción factible para el problema actual del consumo de agua de mala calidad por parte de millones de personas en América Latina.

PALABRAS CLAVE: AQUA, Tratamiento, doméstico, agua, salud.

1 INTRODUCCIÓN

La contaminación del agua es una problemática recurrente en países en vía de desarrollo, y especialmente en poblaciones vulnerables, dada la imposibilidad económica de acceder a sistemas eficaces de saneamiento, medios capaces de proporcionar protección contra las enfermedades diarreicas, el cólera, el tifus y otras transmitidas a través del agua, siendo la causa de millones de muertes infantiles cada año. Para lograr la potabilización es preciso someterla a varios procesos elementales, que comprenden: clarificación, desinfección, acondicionamiento químico y organoléptico. Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas DANE, la baja cobertura en algunas regiones está estrechamente ligada a la morbilidad y mortalidad infantil. Cada año en Colombia mueren aproximadamente 13.600 niños y niñas menores de 5 años, más de la mitad ocurren por causas prevenibles y muchas de ellas como consecuencia de la mala calidad del agua, además, muchos más sufren de diarrea crónica, desnutrición, enfermedades e infecciones que comprometen su desarrollo físico, emocional e intelectual [1].

La dificultad por los altos costos económicos de plantas de tratamiento de agua potable PTAP, además de la dificultad en el manejo, operación y mantenimiento de estos sistemas que se vuelven

complejos para comunidades marginales y vulnerables, no ha permitido el consumo de agua potable a millones de personas, siendo una situación crítica que afronta especialmente la población rural; puede resolverse a partir del uso de tecnologías alternativas que se construyan de forma económica y logrando el uso de productos inorgánicos y naturales que abundan en la región, aplicados en plantas de tratamiento caseras de fácil uso y por demás eficientes [2], denominadas AQUA. Esta sencilla solución implica la enseñanza y réplica de la tecnología a los directos beneficiarios, para que se apropien de la solución garantizando su aplicabilidad, réplica masiva, beneficios socio- económicos y sanitarios, pero principalmente su sostenibilidad en el tiempo. Los resultados obtenidos en Nicaragua y Colombia, permiten determinar que es factible el uso de estas tecnologías alternativas apoyadas en el uso de productos naturales para clarificar y desinfectar el agua, así como sales inorgánicas de forma segura.

2 METODOLOGIA

El proyecto AQUA se desarrolla con metodología de investigación exploratoria y experimental, mediante el diseño, construcción y puesta en funcionamiento de sistemas de tratamiento domésticos eficientes y eficaces, que poseen procesos convencionales y específicos de tratamiento del agua, utilizando como coagulantes extractos de semillas de moringa olifera (*moringaceae*) como fotoquímico, sales inorgánicas de aluminio o hierro, entre otros, a partir de ensayos de tratabilidad según el tipo de agua a tratar, determinando dosis, tiempos de floculación y sedimentación y gradientes de velocidad óptimos,

Para el diseño, construcción y operación de los sistemas de tratamiento doméstico del proyecto AQUA, se siguieron las normas técnicas existentes para su diseño establecidas en la normativa vigente, empleándose materiales de fácil consecución, biodegradables, livianos, económicos, no tóxicos, duraderos y de bajo costo, que integró los procesos básicos: Mezcla rápida, coagulación – floculación, sedimentación, filtración y desinfección, incluyendo de requerirse: adsorción e intercambio iónico. Estos sistemas se implementaron en localidades rurales de Nicaragua y Colombia, con el fin de favorecer comunidades en condición vulnerable y marginada de las acciones estatales. Estos sistemas están concebidos para operar por efecto de la gravedad (flujo descendente) sin consumo de energía, manipulados por una persona, con aplicación del producto natural extraído de la moringa olifera o sales inorgánicas de aluminio o hierro. Su durabilidad puede ser superior de 20 años, dadas las calidades de los materiales en su mayoría accesorios de PVC y polietileno de media densidad, permitiendo el tratamiento convencional y específico del agua. Está conformada por un recipiente plásticos de diferente capacidad que va desde 20 hasta 120 litros según el requerimiento de caudal, para realizar la floculación con paletas de madera o metálicas en un eje vertical giratorio manipulado manualmente, previa aplicación del coagulante, y allí mismo ocurre la sedimentación una vez formado el floc. La filtración se realiza en cartuchos de lecho filtrantes de diferentes materiales granulares, que incluyen de requerirse afinado e intercambio iónico en el proceso de tratamiento.

3 RESULTADOS Y DISCUSION

Los sistemas de tratamiento se diseñaron siguiendo los parámetros establecidos por el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico de Colombia, norma RAS-17 [3] y

aspectos técnicos de diseño básico de ingeniería [4], así como los procesos de tratamiento eficientes de agua superficial, subterránea y de lluvia [5]. Su aplicación práctica se dio en la zona norte de Nicaragua (Somoto), caracterizada por deficiente oferta hídrica superficial, donde la población se abastece de agua almacenada en reservorios o lagunetas a cielo abierto, producto de la escorrentía de agua de lluvia (cosecha de agua), que al estar expuesta al ambiente, se contamina física, química y microbiológicamente, no siendo apta para el consumo humano, pero ante la ausencia de otras fuentes hídricas, la población la utiliza sin ningún tipo de tratamiento y con su consecuente efecto en la salud. La recolección del agua para abastecimiento humano se realiza directamente del reservorio, según se indica en la figura 1. Allí también toman agua el ganado vacuno, caballar y porcícola, contribuyendo en el proceso de contaminación.



Figura 1. Recolección de agua de reservorios para abastecimiento humano, Somoto (Nicaragua)
Fuente: [6]

En el año 2017, el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE Nicaragua, apoyado financieramente por la Agencia de Cooperación Suiza, realizó el proyecto de aprovechamiento de la *moringa olifera* como fuente de ingresos familiares en la población rural de Somoto, siendo el tratamiento del agua para consumo una opción viable a partir del uso de sus semillas para clarificar y desinfectar, siendo crucial la participación de la Universidad Cooperativa de Colombia en el desarrollo de la planta de tratamiento casera y el uso del coagulante en ella, denominado MARAQUA como se describe en la figura 2, que hace parte del proyecto AQUA, para lograr el objetivo de suministrar agua tratada a la población. El diseño obedeció a la remoción de los indicadores de contaminación evidenciados en los ensayos de calidad de agua cruda realizados, cuyos resultados arrojaron especialmente alto contenido turbidez, color y hierro, siendo favorable el oxígeno disuelto, alcalinidad, pH y la conductividad presente.



Figura 2. Plantas caseras de tratamiento de agua para consumo, entregadas a la población rural de Somoto (Nicaragua)
Fuente: [6]

La preparación del coagulante se realizó a partir de la maceración de las semillas de moringa olifera, como se indica en la figura 3, donde se utilizó un molino convencional y se realizó su tamizado para obtener partículas con tamaño inferior a 100 micrómetros por ser las de mejor

comportamiento como coagulante.



Figura 3. Preparación de la moringa como coagulante natural para proyecto AQUA
Fuente: los autores

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, permitiendo que la planta doméstica MARAQUA remueva turbidez hasta valores inferiores a 600 UNT y 700 UPC de color aparente, coliformes totales y fecales, entre otros. La clarificación se puede evidenciar en la figura 4, donde está el agua cruda del reservorio, y la tratada.



Figura 4. Resultados de calidad de agua del dispositivo MARAQUA en Somoto, Nicaragua (antes y después)
Fuente: los autores

Actualmente se está implementando en varios municipios del departamento del Tolima, Colombia, a saber: Rovira, Coyaima, Ortega, San Luis, Ibagué, Espinal y Roncesvalles, mediante el dispositivo denominado AQUA-3, como se describe en la figura 5, donde se puede apreciar los resultados obtenidos en el proceso de tratamiento.





Figura 5. Resultados de calidad de agua en diferentes localidades de Colombia, con el proyecto AQUA
Fuente: los autores

Se puede apreciar el resultado de calidad de agua cruda y tratada, cumpliendo lo establecido en la normativa vigente en Colombia para agua apta para consumo humano [7] y [8]. La prospectiva del proyecto AQUA es seguir desarrollando más dispositivos adecuados a las condiciones de vida de los beneficiarios más necesitados, siendo de especial preferencia la población infantil por ser el grupo más vulnerable a la exposición de contaminantes en el agua, localizados en viviendas, instituciones educativas, centros de capacitación y hogares comunitarios, entre otros, a nivel nacional e internacional, contando para ello con el apoyo de algunos aliados estratégicos, como los Boy Scouts con quienes se está implementando el dispositivo denominado AQUA-4.



Figura 6. Implementación del Proyecto AQUA en hogares comunitarios, en alianza con los Boy Scouts de Colombia
Fuente: Los autores

Los antecedentes históricos demuestran que en las actuales circunstancias no es posible para comunidades vulnerables y marginales, especialmente en el área rural, acceder al agua potable, y de continuar así, estarán condenadas a subsistir consumiendo agua cruda con contaminantes diversos que les seguirá deteriorando su calidad de vida, incluso ocasionándoles la muerte. La solución surge considerando las principales causas que impiden el consumo masivo de agua potable: la falta de recursos económicos y el nivel de dificultad de la tecnología, inapropiada culturalmente para la comunidad beneficiada. El proyecto AQUA plantea una alternativa técnica que resuelve integralmente el problema, involucrando como columna vertebral la sostenibilidad desde una visión ingenieril, abre la posibilidad de explorar nuevas perspectivas para quitarle a millones de personas el lastre de sufrir las nefastas consecuencias de usar agua poluta para su subsistencia. La tecnología presentada es accesible a la población porque con elementales y sencillos principios ingenieriles permitirá acceder al agua potable sin distinción.

El uso de especies vegetales para extraer muestras con propiedades aglutinantes y útiles en el

proceso de tratamiento del agua para consumo humano, es una realidad. Los resultados evidencian la posibilidad del uso de productos naturales por su eficiencia en el tratamiento del agua para consumo humano, viable ambiental, social, económica, técnica y con responsabilidad ambiental.

Por las condiciones mismas de la tecnología, las repercusiones a nivel local y nacional permitirán mejorar la calidad de vida. Mitigaría los efectos de morbi-mortalidad que produce el consumo de agua no potable, ahorro de recursos en el tratamiento de enfermedades gástricas y diarreicas, especialmente en la población infantil. Un efecto intrínseco de la propuesta está representado en la disminución de los gastos que generaría esta tecnología en la canasta familiar, pues se presupone una disminución ostensible de recursos para el tratamiento del agua con productos limpios. Contribuye a disponer de agua apta para consumo sin riesgo para su salud por efectos directos y secundarios y a bajo costo.

4 REFERENCIAS

1. UNICEF (2011). El agua potable, el saneamiento y el ambiente sano: Un derecho humano. Extraído el 30 de Agosto de 2011 de: <http://www.unicef.org.co/0-aguaysaneamiento.htm>.
2. Guevara, D.; Ramírez, H.; Ospina, O. (2007). Procesos de coagulación y floculación de aguas para consumo, con productos naturales [Tesis meritosa de pre-grado]. Ibagué: Universidad Cooperativa de Colombia seccional Ibagué.
3. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2017). Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS-17. Bogotá, Colombia.
4. Arboleda, J. (2000). Teoría y práctica de la purificación del agua - Tercera edición Tomo 1. Santafé de Bogotá: Nomos S.A.
5. Romero, J.A. (2000). Purificación del agua. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
6. Catie (2017). Utilizan moringa para tratar el agua en zonas secas de Nicaragua. Extraído de: <https://www.catie.ac.cr/catie-noticias/3195-utilizan-moringa-para-tratar-el-agua-en-zonas-secas-de-nicaragua.html>.
7. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia (2007). Decreto 1575: Sistema para la protección y control del agua para consumo humano.
8. Ministerio de la Protección Social de la República de Colombia (2007). Resolución 2115: Características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.