

Tecnología de uso doméstico aplicada al tratamiento y acondicionamiento de agua para consumo humano en poblaciones sin acceso a agua de red

Technology for domestic use applied to the treatment and conditioning of water for human consumption in populations without access to tap water

GABRIELA DELGADO
NoBac, La Plata
delgadoplata@gmail.com
ORCID 0009-0001-6980-3894

MARÍA ISABEL DELGADO
Universidad Nacional de La Plata - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
isabeldelgado@agro.unlp.edu.ar
ORCID 0000-0001-5493-7462

MARTA PATRICIA JUAREZ
NoBac, La Plata
mpjuarez29@yahoo.com.ar
ORCID 0000-0003-0602-2035

Recibido: 04-12-2023

Aceptado: 29-12-2023

RESUMEN

Este artículo se propone visibilizar un proyecto cuyo objetivo es contribuir a mejorar la calidad del agua para consumo humano a nivel familiar a través del desarrollo de una Tecnología para la Inclusión Social (TIS). El sistema filtrante de agua NoBac es una alternativa segura, económica y sustentable. El mismo fue desarrollado en el marco de un proyecto de triple impacto con énfasis en los ejes social y medioambiental, a fin de generar una alternativa de origen nacional a un costo accesible para familias sin acceso a agua de red en situación de vulnerabilidad sanitaria. En el proceso de desarrollo de esta tecnología se diseñaron e implementaron distintos prototipos testeados en laboratorio y en pruebas a campo a pequeña escala, en viviendas de zonas periurbanas y rurales de la Argentina y Perú. El sistema filtrante es de carga manual y no requiere de presión externa ni de fuentes de energía para su funcionamiento. La obtención de agua bacteriológicamente segura y organolépticamente aceptable se logra incluyendo etapas de desinfección y de cloración, cumpliendo con los parámetros de calidad microbiológica establecidos en la normativa a nivel nacional.

PALABRAS CLAVE: tecnología, inclusión social, contaminación bacteriológica, salud, saneamiento.

ABSTRACT

The general objective of this project is to contribute improving the quality of water for human consumption at the family level through the development of a Technology for Social Inclusion (TSI). The NoBac water filtering system is a safe, economical and sustainable alternative. It was developed within the framework of a triple impact project with emphasis on the social and environmental axes in order to generate an alternative of national origin, at an affordable cost, particularly for families without access to mains water in a situation of health vulnerability. In the process of developing this technology, different prototypes were designed and implemented, tested both in the laboratory and in low scale field assays, at peri-urban and rural households in Argentina and Perú. The filtering system is manually loaded and does not require external pressure or energy sources for its operation. Obtaining bacteriologically safe and organoleptically acceptable water is achieved by including disinfection and dechlorination stages, complying with microbiological quality parameters established in national regulations.

KEYWORDS: technology; social inclusion; bacteriological contamination; health; sanitation.



Novedad u originalidad local en el conocimiento

Durante un período de más de 10 años se desarrollaron diversos prototipos de sistemas filtrantes, a escala doméstica, para el tratamiento y acondicionamiento de agua para consumo humano, destinados principalmente a familias sin acceso a agua de red. Se realizaron pruebas piloto a través de procesos de co-creación, complementando saberes locales de comunidades de diversas regiones de Argentina y Perú, que aportaron una visión holística de la problemática y permitieron detectar los limitantes socio-técnicos de aplicación de la tecnología en territorio. El primer prototipo desarrollado fue diseñado sobre la base de materiales cerámicos (Delgado, 2010). En 2022 y 2023 se llevaron a cabo los diseños finales de los prototipos a escala real, registrados ante el Instituto Nacional de Propiedad Intelectual de Argentina (INPI) (Delgado, 2022, 2023). Se trata de una Tecnología para la Inclusión Social, desarrollada localmente dentro de la categoría de dispositivos de Punto de Uso, con potencial de uso masivo, tanto nacional como internacionalmente. Cubre la demanda diaria de agua para consumo humano a nivel familiar y el uso principal del agua obtenida es agua para beber.

Grado de relevancia

Las bases de la Atención Primaria de la Salud (APS) buscan garantizar el mayor nivel posible de salud y bienestar, así como su distribución equitativa mediante la atención centrada en las necesidades de las personas (OMS, 2013). En un nivel internacional existen diversos desarrollos tecnológicos destinados al tratamiento de agua, para dar respuesta a la falta de acceso a agua segura para consumo humano. UNICEF (2021) generó una Guía de Productos describiendo las diversas tecnologías filtrantes de Punto de uso (*Point of use*, POU) para el hogar,

evaluando parámetros clave: tipos de filtro, métodos de desinfección (pastillas de cloro, dispositivos de desinfección solar, filtros de fibras huecas, etc.) y de validación.

En lineamiento con las bases de la APS, el presente proyecto se enfoca en el fortalecimiento de la salud pública, y en el desarrollo social y comunitario a fin de aportar al mejoramiento de la calidad de vida de personas en situación de vulnerabilidad sanitaria, es decir, sin acceso a agua de red. En particular, el sistema No-Bac es un dispositivo que tiene el potencial de contribuir en la prevención de enfermedades de transmisión hídrica.

Como hitos significativos cabe mencionar que la tecnología cuenta con la Declaración de Interés Municipal, Social y Cultural (Concejo Deliberante de la ciudad de La Plata, 2021), el Certificado de Interés "BIOPRODUCTO ARGENTINO" (COBIOMAT, 2022) y la Declaración de Interés Legislativo (Honorable Cámara del Senado, Provincia de Buenos Aires, 2023). Ha sido seleccionada en diversos concursos, entre otros: INNOVAR (2021), Emprende Conciencia (2021) y Premios Latinoamérica Verde (2021).

Grado de pertinencia

En la República Argentina, el Informe de Coyuntura "Acceso e igualdad al agua y al Saneamiento" elaborado por el Ministerio de Obras Públicas de la Nación (MOP, 2021) deja en evidencia el déficit de acceso a agua segura en diferentes regiones del territorio nacional. Para asistir en la ejecución de políticas y programas vinculados a los servicios de agua potable y saneamiento, destinados a alcanzar la universalización de los mismos se han implementado programas como por ejemplo el Programa de Acceso al Agua, el Saneamiento y la Higiene en zonas rurales dispersas (MOP, 2022).

En relación con estas políticas públicas, NoBac presenta una alternativa tecnológica para mejorar la calidad del agua para poblaciones sin acceso a agua segura. La optimización del sistema filtrante permitió obtener un producto mínimo viable con potencial de fabricación a escala industrial a mediano plazo, lo cual permitirá reducir los costos de producción facilitando un mayor acceso a las poblaciones objetivo. Se cuenta con análisis de eficacia de laboratorios nacionales basados en los requisitos del Código Alimentario Argentino (CAA, 2021).

A partir de las limitantes observadas y a las evaluaciones realizadas en territorio (que se mencionan en la Sección “Desarrollo del producto”), se ha determinado que el prototipo de 5 litros de capacidad de carga es el modelo más adecuado a los requerimientos a escala familiar, brindando autonomía en el proceso de obtención de agua segura para consumo. El sistema de 20 litros de capacidad se sugiere para pequeños grupos comunitarios, por ejemplo, cooperativas.

Grado de demanda

Actualmente en el país, la problemática de falta de acceso a agua segura para consumo humano continúa carente de soluciones integrales; los organismos estatales, a nivel nacional, provincial y municipal, implementan suministros paliativos de agua potable a través de tanques cisterna y/o provisión de agua envasada, lo que resulta insuficiente, muy especialmente en períodos de altas temperaturas. Esta realidad se evidencia en el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022 (INDEC, 2023), el cual expone el deficiente acceso a servicios básicos en Argentina, tales como el agua de red, indicando que en el 85,4% de las viviendas el agua utilizada para beber y cocinar es agua corriente o de red, mientras que el resto de la población carece de acceso a este recurso básico. En la provincia de

Buenos Aires, el acceso al agua salubre, aceptable y accesible para consumo humano está contemplado en la Ley 14782/2015, que reconoce el acceso al agua potable y al saneamiento como un derecho humano esencial para la vida; sin embargo, la Provincia presenta solo el 76,7% de las viviendas con acceso a agua potable.

El proyecto inicialmente nace como un trabajo de Tesis de grado en Artes Plásticas (FBA, UNLP) (Delgado, 2010), referente al desarrollo de una alternativa tecnológica de filtración (en formatos de jarras filtrantes hechas de placas cerámicas) de agua para consumo humano. Esta investigación fue el punto de partida para el inicio de posteriores proyectos interdisciplinarios de implementación de sistemas filtrantes en el territorio.

Desarrollo del producto

En Argentina los dispositivos de acondicionamiento de agua de uso doméstico que se encuentran disponibles en el mercado están en su gran mayoría diseñados exclusivamente para ser conectados a la red de agua domiciliaria, según lo contempla la Disposición 8435/19 de la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT, 2019). Mientras que los dispositivos de filtrado de venta comercial para desinfección de aguas crudas (agua de lluvia, río, etc.) son importados, con precios elevados tanto en el equipamiento como en los repuestos; dentro de los mismos se encuentran, por ejemplo, filtros de luz ultravioleta y filtros de fibras huecas.

Cabe mencionar que existen sistemas de cloración a nivel de reservorios de almacenamiento tales como tanques o cisternas, pero no contienen sistemas de decoloración que permitan proveer agua de calidad organoléptica aceptable para su consumo.

El sistema NoBac es una tecnología de uso doméstico, especialmente diseñada para el tratamiento y acondicionamiento de agua cruda, que opera manualmente y funciona por gravedad, sin necesidad de conexión a fuentes externas de presión o energía. Las etapas del sistema incluyen desinfección (mediante la adición de un agente desinfectante en forma de pastilla efervescente), filtración y decoloración. Consta de un recipiente de entrada y salida de líquido, una malla filtrante, una

llave de paso y un cartucho filtrante (compuesto por carbón activado de cáscara de coco). Presenta una sencilla faz constructiva y fácil manejo, brindando autonomía para su uso a escala doméstica/comunitaria.

Los productos mínimos viables desarrollados se presentan en dos diseños diferentes, con capacidades de carga de agua de 20 litros (Figura 1) y de 5 litros (Figura 2).



Figura 1. Sistema filtrante con capacidad de 20 litros instalado en vivienda particular del Gran La Plata.
Figure 1. Filtration system with 20 liters loading capacity installed at a private home in Gran La Plata.



Figura 2. Sistema filtrante con capacidad de 5 litros.
Figure 2. Filtration system with 5 liters capacity.

En la actualidad el proyecto no cuenta con fuentes de financiamiento externas, tampoco con un adoptante a nivel estatal. A partir de 2024 se iniciará un proceso de búsqueda de alianzas estratégicas tanto en un nivel estatal como privado, a fin de contribuir a la equidad en el acceso a agua segura para consumo humano.

Funcionamiento: luego de cargar el volumen de agua en el contenedor, se coloca una pastilla desinfectante de dicloroisocianurato de sodio (NaDCC) que libera Cloro disponible (libre) (Laboratorio Pyam S.A. Argentina), la cual se deja actuar durante 30 minutos a fin de cumplir con el proceso de desinfección. A continuación, se abre la llave de paso para que el agua circule por el cartucho de carbón activado para su deoloración y posterior consumo.

El dispositivo se puede recargar varias veces al día según las necesidades de la familia. Cabe mencionar que el sistema filtrante NoBac también es adecuado para ser utilizado con agua de red a fin de adsorber el exceso de Cloro libre ocasionalmente presente en la misma (en este caso no es necesaria la etapa de desinfección),

para obtener agua organolépticamente aceptable.

Etapas del proceso

El proceso de desarrollo tecnológico se llevó a cabo durante períodos intermitentes desde la tesis de grado de la Lic. Delgado (finalizada en 2010) a la fecha. Algunas de las principales actividades realizadas se detallan a continuación:

- Revisión periódica sobre reglamentaciones y normativas regulatorias referidas a la calidad del agua de consumo humano, como por ejemplo Código Alimentario Argentina, ANMAT, USEPA, y OMS, entre otros.
- Actualización permanente sobre el estado del arte a nivel nacional e internacional respecto a tecnologías disponibles para el tratamiento de aguas crudas.
- Trabajo transdisciplinario e intersectorial, con diversos profesionales e investigadores de organismos públicos y privados, docentes y familias de poblaciones objetivo.



Figura 3. Experiencia en Cooperativa de Trabajo y Formación Poriajhú, Chaco. a) Talleres de acción participativa; b) Producción de filtros en la cooperativa.

Figure 3. Experience in the Cooperativa de Trabajo y Formación Poriajhú, Chaco. a) Participatory action workshops; b) Filter production at the cooperative

- Pruebas piloto de dispositivos filtrantes: se efectuaron diversas pruebas de diseño, producción y testeo de soluciones

tecnológicas en distintos materiales y formatos a pequeña escala. Se realizaron análisis de eficacia del producto

incluyendo análisis de agua a campo y en laboratorio.

-Participación en diversos ámbitos (congresos y jornadas nacionales, notas radiales, programas de formación empresarial y marketing, etc.), lo cual permitió la divulgación de la iniciativa.

Experiencias de co-creación

Se describen algunas de las experiencias realizadas en territorio en diversos períodos, las cuales fueron fundamentales para el desarrollo y la optimización de la tecnología.

Se efectuaron talleres de acción participativa, incluyendo etapas de formación en Buenas Prácticas Sanitarias, principales contaminantes en el agua y sus efectos en la salud, producción e instalación de sistemas filtrantes en escuelas, ONGs y centros comunitarios.

De modo complementario, se realizaron relevamientos de la percepción del público general y específico en cuanto a la problemática del acceso al agua segura y en referencia al diseño del producto (realización de entrevistas y encuestas en distintos contextos).

En particular, la experiencia iniciada en 2012 en la Cooperativa de Trabajo y Formación Poriajhú, Chaco (Figura 3a y b), surgió frente a la necesidad de tratamiento de agua de lluvia para consumo humano, ante la presencia de contaminación microbiológica en la Cooperativa. El trabajo en este territorio fue en conjunto con investigadores de la Cátedra Libre de Soberanía Alimentaria de la UNLP y la Fundación Essen, quienes ya previamente venían realizando proyectos referentes a mejoras en el sistema de captación de agua de lluvia y saneamiento.

En este marco se desarrollaron distintos talleres comunitarios (Figura 3a), donde se probaron y evaluaron diferentes prototipos (fabricados por Delgado G.) y

volúmenes de agua requerida para consumo diario. Además, se evaluó el diseño de instructivos y manuales de uso, así como el diseño de la estructura de soporte del dispositivo y su ubicación, entre otras cuestiones. A su vez, se realizaron talleres de buenas prácticas sanitarias donde profesionales de la UNLP proporcionaron material didáctico con información acerca de los distintos tipos de enfermedades de transmisión hídrica e higiene adecuada de alimentos, entre otros.

Como primera alternativa se probaron prototipos de cerámica, pero se descontinuaron principalmente por la lentitud del proceso de filtrado del agua y por falta de un insumo esencial —plata coloidal— para asegurar la desinfección bacteriológica, durante un período de cese de importaciones.

Por este motivo se desarrolló un nuevo modelo de sistema filtrante a partir de agentes clorados y carbón activado (cabe destacar que si bien este último es un elemento importado, no sufrió las mismas restricciones que la plata coloidal).

Como resultado final de dicho proyecto, fue seleccionado el dispositivo en formato de balde de capacidad de 20 litros, el cual fue testeado tanto en territorio como en laboratorio. El volumen se definió por los requerimientos de los integrantes de la cooperativa, ya que es un espacio de amplia concurrencia de pobladores. Posteriormente, la Cooperativa recibió financiamiento por parte de la Fundación Essen para que los cooperativistas fabricaran y distribuyeran 50 unidades de dispositivos entre vecinos de la zona (Figura 3b). Algunos de dichos sistemas filtrantes se continúan empleando a la fecha. La iniciativa obtuvo el Premio Adriana Schiffrin “Innovación por el ambiente” en 2015.

Dentro de otras experiencias de acción participativa, se destaca la desarrollada en el año 2015 en el marco del Programa de Desarrollo territorial Integrado en Lircay, provincia de Angaraes, departamento

de Huancavelica, Perú, con comunidades rurales dispersas, en colaboración con la Asociación Salud Sin Límites Perú y la Asociación Madre Coraje de España (Figura 4). La comunidad determinó quiénes serían los beneficiarios de los sistemas filtrantes disponibles; teniendo en cuenta

ciertas pautas básicas: cantidad de niños presentes en el hogar; compromiso de construir las bases de madera para el soporte del sistema y que contaran con espacio para ubicar el mismo dentro de la vivienda para su mejor cuidado, evitando la exposición a la radiación solar directa.



Figura 4. Talleres participativos de instalación de sistemas filtrantes en Lircay, Perú, 2015. a) Intercambio de saberes entre autoridades de la comunidad, vecinos, docentes y padres de los alumnos de establecimiento educativo de nivel primario; b) Preparación grupal de partes del sistema. Toma de muestra de agua para realización de análisis microbiológico y físicoquímico: c1) y c2) en vivienda familiar; d) de vertiente.

Figure 4. Participatory workshops about installation of filtering systems in Lircay, Perú, 2015. a) Knowledge exchange between local authorities, neighbors, teachers and parents of children attending primary school level; b) Group preparation of system components. Water sampling for microbiological and physicochemical analysis: c1) and c2) from a family house; d) from a natural spring.

Más recientemente, en el marco de un proyecto de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la UNLP (Sala, 2021), se llevó adelante una experiencia de capacitación en construcción y uso de los sistemas filtrantes con investigadores de la UNLP, INTA, e integrantes de la comunidad mapuche Catalán, en Aluminé, Neuquén, en el año 2021 (Figura 5).

En el año 2023, un nuevo diseño de prototipo de sistema filtrante se instaló en una escuela primaria de la provincia de Salta, gracias a la colaboración del grupo solidario Integración Neken Nanju, el Laboratorio Pyam S.A. y el director de la Escuela Rural 4300 de la localidad Fortín Belgrano, departamento de Rivadavia, Salta (Figura 6).



Figura 5. Experiencia comunitaria de capacitación en Aluminé, Neuquén.

Figure 5. Community training experience in Aluminé, Neuquén.

Figura 6. Sistema filtrante instalado en la Escuela Rural 4300, Fortín Belgrano, Salta.

Figure 6. Water filtration system installed at the Rural School 4300, Fortín Belgrano, Salta.



Limitantes en el uso de la tecnología y su comercialización

Se evaluaron las necesidades específicas y grado de complejidad de implementación en territorio, contemplando limitantes como infraestructura de las viviendas (espacios internos reducidos), usos y costumbres locales, calidad y acceso al recurso hídrico, requerimientos de abastecimiento diario de agua para cubrir la demanda de consumo a nivel familiar, el costo y factibilidad de fabricación del sistema, su sustentabilidad en cuanto a su vida útil e impacto medioambiental, el acceso a repuestos, tanto del agente desinfectante como de insumos, entre otros. El desarrollo de los sistemas filtrantes implica considerar diversos aspectos: composición y calidad de los materiales, ergonomía, usabilidad, estética, sostenibilidad, seguridad y legales. Para su comercialización, es preciso obtener registros, certificaciones y habilitaciones a nivel municipal, provincial y nacional tanto para el producto como para el establecimiento productivo.

Asimismo, el rol de los diversos actores intervinientes (usuarios, clientes, organismos reguladores, universidades, etc.)

tiene relevancia en la toma de decisiones y en el posicionamiento del producto en el mercado objetivo.

Dentro de las mayores limitantes de la tecnología se encuentra la calidad del recurso hídrico a tratar, dado que en gran parte del territorio nacional se presenta la problemática de contaminación de aguas crudas con elevadas concentraciones de sales y/o metales pesados (Shankar et al., 2014), entre otros, excede los límites del Código Alimentario Argentino.

Se incorpora así un factor adicional de alta complejidad, no solo por la contaminación *per se* sino también por el impacto medioambiental adverso que podría ocurrir por manipulación incorrecta de desechos peligrosos, por ejemplo, por acumulación de metales en un medio filtrante (Ley 11.720/1995, provincia de Buenos Aires). Para abordar este problema, a mediano plazo se iniciarán pruebas de nuevos materiales a incorporar en el cartucho filtrante a fin de analizar la factibilidad de remoción de arsénico y nitrato en el agua, empleando resinas de filtración específicas para dicho fin.

Otros limitantes identificados son:

- El grado y tipo de material particulado potencialmente presente en las aguas crudas a filtrar ya que los mismos pueden enlentecer significativamente el tiempo de filtrado (Figura 7). Cabe mencionar que, si bien el dispositivo cuenta con una malla filtrante que es recambiable, el mismo ha sido diseñado para el filtrado de aguas

claras, teniendo en cuenta que funciona por gravedad.

- El contexto de inestabilidad económica del país, el cual implica costos continuamente variables tanto de servicios y maquinaria, así como de los materiales requeridos en la fabricación de los dispositivos.

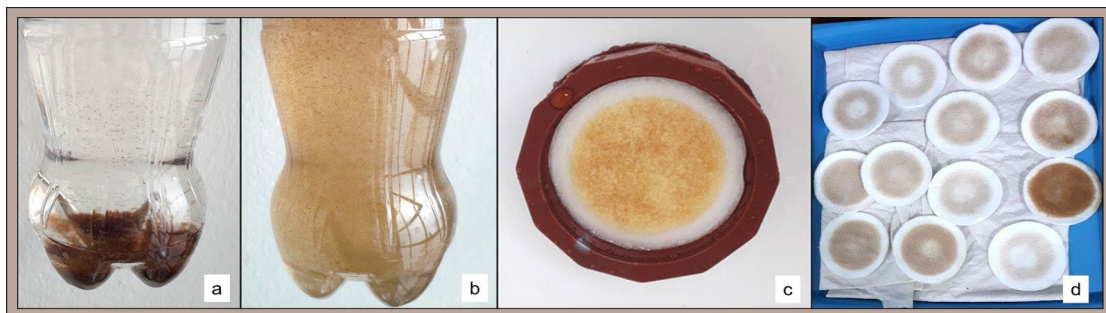


Figura 7. Presencia de sólidos en agua. a) y b) previo a filtrado; c) y d) mallas de filtro luego de proceso de filtrado.
Figure 7. Solids in water. a) and b) water previous to filtration; c) and d) filters after filtration process.

Sistemas filtrantes

A continuación, se resumen datos de evaluación de eficacia del sistema de formato de 20 litros de capacidad mediante el análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en laboratorio. Se efectuaron ensayos en muestras de agua de bebida envasada, agua destilada, agua de red y aguas crudas (agua de pozo).

Se realizaron diversos estudios para determinar el formato, dimensiones y ubicación del cartucho en el sistema filtrante, así como la carga óptima de carbón activado de cáscara de coco en el mismo. Por ejemplo, se determinó el tiempo de vida útil de la carga de carbón activado, este parámetro es importante porque incide en la aceptación organoléptica (sabor y olor) del agua filtrada.

Los ensayos se efectuaron a partir de una concentración de Cloro libre inicial (5ppm); la concentración de Cloro libre final se determinó luego del pasaje del agua clorada a través del carbón contenido en el cartucho. La concentración de Cloro libre inicial utilizada fue seleccionada según indicaciones para

desinfección de agua para consumo con aguas lavandinas establecidas en la Disposición 7355/2019 (ANMAT, 2019). Las mediciones se efectuaron con un *tester* de Cloro libre digital. Estos análisis permitieron determinar una vida útil mínima de la carga de carbón, con un pasaje de 1080 litros de agua filtrada.

Asimismo, se realizaron diversos análisis microbiológicos empleando aguas crudas contaminadas microbiológicamente y agua de mesa inoculada artificialmente, con coliformes totales, *Escherichia coli*, *Pseudomona aeruginosa* y Mesófilas.

De acuerdo a la normativa mencionada para la desinfección del agua, las muestras de agua contaminada fueron tratadas con agua lavandina para obtener una concentración inicial de 5ppm de Cloro libre. Posteriormente confirmando la ausencia de microorganismos en el agua filtrada.

Si bien el uso de agua lavandina en forma líquida es ampliamente reconocido y utilizado a nivel internacional como agente desinfectante de agua para consumo humano, presenta limitaciones en cuanto a su aplicación: caducidad limitada y su

dosificación —en gotas— dificulta la exactitud de su aplicación a nivel de uso domiciliario. Por estos motivos, a partir de 2023 se reemplazó el uso de agua lavandina líquida por la adición de pastillas desinfectantes efervescentes, las cuales liberan una concentración exacta de Cloro disponible para un volumen determinado de agua a tratar y presentan una vida útil de 5 años, facilitando ampliamente su uso, transporte y almacenamiento (Clasen y Edmondson, 2006).

Se ha demostrado que el NADCC es un agente antimicrobiano efectivo y seguro, así como el NaOCl y otros compuestos que liberan ácido hipocloroso para el tratamiento de agua para beber. La composición química y las propiedades físicas de las tabletas de NADCC pueden ofrecer algunas ventajas con respecto al NaOCl, en lo que respecta a su rol de proveer cloro libre para la desinfección del agua a nivel domiciliario. El NaOCl libera todo su cloro como “cloro libre disponible” (CLD) en tanto que el NADCC solo libera el 50% y mantiene el resto como cloro de reserva “ligado” en la forma de isocianuratos clorados. Cuando el CLD ha sido consumido, inmediatamente el equilibrio se desplaza liberando el CLD remanente. De este modo, el cloro estabilizado en las tabletas de NADCC actúa como reservorio de HOCl, rápidamente disponible. Este reservorio de CLD también aumenta la protección biocida con respecto al NaOCl en presencia de carga orgánica variable en el agua a tratar. Asimismo, el uso de NADCC sería más ventajoso en el caso de pH elevado o variable (el HOCl es un ácido débil y permanece disociado a elevado pH, a pH 7 el 78% del cloro está como HOCl, en tanto que a pH 8 se reduce a 26%). La capacidad del NaDCC de continuar liberando cantidades significativas de HOCl permite operar en un rango más amplio de pH. En cuanto a la estabilidad, en las mejores condiciones de almacenamiento el NaOCl tiene un tiempo de vida recomendado de solo 6 meses luego de abrir el envase, en tanto que las pastillas de NADCC

tienen una duración de hasta 5 años (Clasen y Edmondson, 2006).

En Argentina el agua lavandina (soluciones de hipocloritos alcalinos con contenido de cloro activo) de venta libre se presenta como: agua lavandina común (aquella cuyo contenido de cloro activo está comprendido en el rango de 20 gr/L a 40 gr/L) y agua lavandina concentrada (aquella cuyo contenido de cloro activo está comprendido en el rango de 55 gr/L a 65 gr/L). Según se establece en los artículos 9° y 10° de la Disp. ANMAT 7355/2019, el plazo de validez para todas las aguas lavandinas será de ciento veinte (120) días y en ciertas condiciones de estabilidad de 150 días o más. Las finalidades/destinos de uso del agua lavandina pueden ser: desinfección de superficies; desinfección de agua de consumo; desinfección de agua destinada al lavado de frutas, verduras y hortalizas; desinfección de agua de piscinas; blanqueadores de textiles y superficies.

La concentración de las pastillas desinfectantes de NaDCC a emplear dependerá de la capacidad de carga del sistema filtrante a utilizar: para el dispositivo de 5 litros se dispondrá una pastilla de concentración de 33 mg NaDCC y para el dispositivo de 20 litros de capacidad se utilizará una pastilla de concentración de 167 mg NaDCC, de acuerdo con las características del producto fabricado por la empresa nacional Pyam. Los blisters de pastillas serán incluidos en los kits de sistema filtrante para abastecer la demanda de pastillas desinfectantes por un año incluyendo a su vez los otros repuestos (carga de carbón activado y discos filtrantes) requeridos para el correcto funcionamiento del sistema filtrante. Luego del año de uso, se deberán renovar los repuestos para cubrir el funcionamiento cada año. La cantidad de pastillas a utilizar dependerá de la demanda diaria de litros de agua filtrada.

Conclusiones

Dentro de las Tecnologías para la Inclusión Social, el sistema filtrante NoBac es de utilidad para contribuir a mejorar la calidad del agua de consumo humano a escala doméstica. El dispositivo está destinado, principalmente, a familias sin acceso a agua de red, potencialmente expuestas a contaminación microbiológica en el agua de consumo.

La tecnología se encuentra reconocida institucionalmente, tanto en las esferas del estado municipal como provincial, así como por diversas organizaciones de alcance nacional. Análisis de laboratorio y a campo avalan su eficacia.

Durante más de diez años se han testeado diversos prototipos de sistemas filtrantes en territorio (en escuelas rurales y viviendas) a fin de introducir modificaciones que permitieron su optimización en lo referente al diseño, materiales y modo de uso.

A corto plazo se lanzará al mercado como una alternativa económica y competitiva frente a tecnologías importadas.

Referencias bibliográficas

- ANMAT (2019). *Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología médica*. Disposición 8435/2019. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/disposici%C3%B3n-8435-2019-330172/texto>
- ANMAT (2019). *Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología médica*. Disposición 7355/2019. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/disposici%C3%B3n-7355-2019-328246>
- Certificado de Interés “BIOPRODUCTO ARGENTINO”. (2022). Para el producto “No-bac: Sistema filtrante de carbón activado de cáscara de coco” otorgado por la Comisión nacional asesora en biomateriales (COBIOMAT), Dirección Nacional de Bioeconomía de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca del Ministerio de Economía, 2022. <https://www.boletino-ficial.gob.ar/detalleAviso/pri-mera/284912/20230421>
- Clasen, T. y Edmondson, P. (2006). Sodium dichloroisocyanurate (NaDCC) tablets as an alternative to sodium hypochlorite for the routine treatment of drinking water at the household level. *Int. J. Hyg. Environ.-Health*, 209, 173–181. DOI:[10.1016/j.ijheh.2005.11.004](https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2005.11.004)
- Código Alimentario Argentino (2021). Última actualización. http://www.conal.gob.ar/CAA_ultimas_modificaciones.php
- Concurso Emprende ConCiencia (2021) Organizado por la Fundación INVAP, Ministerio de Desarrollo Productivo.
- Concurso INNOVAR (2021). 16ª Edición, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, MINCYT; pag. 118. https://www.innovar.mincyt.gob.ar/catalogos/catalogo_innovar_2021.pdf
- Concurso Premios Latinoamérica Verde (2021). <https://premiosverdes.org/es/top-500-finalistas-y-ganadores/?ano=2022&ppage=7>
- Delgado, G. (2010). Estudio de filtros de cerámica [Tesis de grado]. Facultad de Bellas Artes, Universidad Nacional de La Plata. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/39380>
- Delgado, G. (2022). Modelo Industrial INPI Número de Acta 102463
- Delgado, G. (2023). Modelo Industrial INPI. Número de Acta 104524
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2023). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022*. <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-2-41-165>
- Ley 11720. (1995). Generación, manipulación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de residuos especiales. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/arg42790.pdf>

- Ley 14782 (2015). Provincia de Buenos Aires. <https://normas.gba.gob.ar/documentos/xkDzoFAB.html>
- Ministerio de Obras Públicas de la Nación (2021). *Informe de coyuntura sobre Acceso e igualdad al agua y al saneamiento*. <https://www.argentina.gob.ar/obras-publicas/publicaciones/informes-de-coyuntura-sobre-acceso-e-igualdad-al-agua-y-al-saneamiento>
- Ministerio de Obras Públicas de la Nación (2022). Programa de Acceso al Agua, el Saneamiento y la Higiene en zonas rurales dispersas. <https://www.argentina.gob.ar/obras-publicas/agua-potable-y-saneamiento/programa-de-acceso-al-agua-el-saneamiento-y-la-higiene-en#:~:text=El%20Programa%20de%20Acceso%20al,comunidades%20rurales%20aisladas%2C%20alejadas%20de>
- Organización de las Naciones Unidas. Objetivos de Desarrollo Sostenible -ODS. (2015). <https://www.un.org/sustainable-development/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>
- OMS (2013). Atención primaria en salud. <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/primary-health-care>
- OMS (2023). Agua para consumo. <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/drinking-water>
- Premio Adriana Schiffrin (2015). 14° Edición: Innovación por el ambiente. 1° Premio “Proyecto Aguas de la Comunidad: fabricación e instalación de sistemas filtrantes”, elaborado por Cooperativa de Trabajo y Formación Poriájhú, Cátedra Libre de Soberanía Alimentaria – Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Fundación Essen. <https://farn.org.ar/ganadores-del-14-premio-adriana-schiffrin-innovacion-por-el-ambiente/>
- Sala, S. (2021). Tomar agua nos da vida, tomar conciencia nos dará agua. *Revista de la Fundación Museo de La Plata*, 33: 81-88. https://se-dici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/134199/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Shankar, S., Shanker, U., Shikha. (2014). Arsenic Contamination of Groundwater: A Review of Sources, Prevalence, Health Risks, and Strategies for Mitigation. *Scientific World Journal*, 304524. <https://doi.org/10.1155/2014/304524>
- UNICEF (2021). *Filtros para el tratamiento de agua en el hogar. Guía de Productos*. <https://www.unicef.org/supply/media/13876/file/Filtros%20para%20el%20tratamiento%20de%20agua%20en%20el%20hogar%20-%20Gu%C3%ADa%20de%20productos.pdf>