

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN AGRÍCOLA

ARTÍCULO ORIGINAL

Diseño y construcción de un sistema modular de purificación de agua para Ciego de Ávila

Design and construction of a modular water purification system for Ciego de Ávila

M.Sc. Roberto Jorge-Sánchez¹, Dr.C. Lázaro Antonio Daquinta-Gradaille¹, Dr.C. Nancy García-Álvarez¹, Dr.C. Manuel Fernández-Sánchez^{1†}

¹Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez. Ciego de Ávila, Cuba

[†] Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícolas, Boyeros, La Habana, Cuba

RESUMEN. El diseño y la construcción de un sistema modular de purificación de agua para el consumo humano apoyado en varias tecnologías de tratamientos de agua es el objetivo del presente trabajo investigativo. Componen el sistema 5 módulos: tratamiento magnético, suavizado, filtrado en carbón activado, esterilización con lámpara ultravioleta y ozono; y un filtrado final con microfiltros y ósmosis inversa. Con lo cual se obtiene un agua más saludable y pura, libre de compuestos químicos, microorganismos y con el mínimo contenido de hierro, plomo, nitratos, sulfatos, sales de calcio y magnesio, estas últimas excesivas en el agua avileña por provenir de un manto freático cálcico. Las investigaciones realizadas permitió demostrar que el consumo de esta agua, fisiológicamente más apta para los requerimientos del organismo humano, previene enfermedades infecciosas causadas por microorganismos (virus, bacterias, hongos y otros parásitos), mejora el funcionamiento del sistema renal al combatir la litiasis, contribuye al buen funcionamiento digestivo al reducir la acidez gástrica, permite mayor flujo sanguíneo al limpiar arterias obstruidas mejorando la calidad de vida de la población.

Palabras clave: Diseño modular, tecnologías, tratamiento magnético, esterilización, ósmosis, ozono, carbón activado, microorganismos, agua.

ABSTRACT. The design and construction of a modulated system for water purification aimed at human consumption and supported by various technologies for water treatment is the objective of this research. Four modules compose the system: magnetic treatment; softening and filtering in activated coal; sterilization with ultraviolet lamp and ozone; and a final filtering with microfilters and inverse osmosis. As a result of this process, more pure healthy water, free from chlorine and microorganisms is obtained. Purified water has the minimal iron, lead, nitrates, sulphates, and calcium and magnesium salts, which are excessive in Ciego de Ávila waters. The researches done demonstrate that the consumption of purified water avoids infectious diseases caused by microorganisms (viruses, bacteria, fungi and other parasites), improves the renal system functioning and digestion because it reduces kidney gallstones and heartburn, creates a relaxing effect and increases the blood circulation, with the consequent improving in life quality among the population.

Keywords: Modulated design, technologies, magnetic treatment, sterilization, osmosis, ozone, activated coal, microorganisms, water.

INTRODUCCIÓN

Encontrar agua limpia, potable y pura es más difícil de lo que puede imaginarse y resulta bastante complicado suministrarla de esa forma en cualquier lugar del mundo (Abreu *et al.*, 2014; USEPA, 1984; Aguirre *et al.*, 2016). Los sistemas de alcantarillados antiguos e ineficientes, la polución medioambiental y la creciente resistencia de los microorganismos a los tratamientos de las aguas, son algunos de los problemas que son

la causa de lo anterior. La falta de seguridad en el suministro de agua es una amenaza globalizada, sin embargo, hoy el agua se puede activar, energizar, solarizar, sonorizar, irradiar cósmicamente, dinamizar, dializar, oxigenar, ozonizar, cromatizar, polarizar o magnetizar, entre muchos tratamientos, que son factibles de aplicar en función del incremento de su calidad (AWWA, 1999; Awad *et al.*, 1993)

El agua es un recurso indispensable para diferentes fines, a la vez que tiene un inmenso valor por sí misma, por las diferentes formas de vida que posibilita (Lezaeta, 1993). Dichas formas pueden diferir dentro de un país, de una localidad a otra, de una costa a otra e incluso dentro del curso de un río ya que algunos kilómetros de diferencia pueden hacerla desigual. También varían con las estaciones del año, por lo que hay que analizarlas cuidadosamente en cada sitio, además de monitorearla sistemáticamente. Es un elemento común en todos los procesos industriales y de servicios, pero puede constituir un factor limitante en el desenvolvimiento económico de dichas actividades, así como crear igualmente una fuente de transmisión de enfermedades al hombre y a los animales (Departamento de Sanidad del estado de Nueva York, 1997)

El agua es el recurso que dio origen a la vida, es una sustancia tan importante como el aire, ya que sin ella es imposible la subsistencia (Morales, *et al.*, 2014). Se relaciona con la biología mediante los organismos vivos; con la química por ser el disolvente universal; con la tecnología por su uso en los diferentes procesos y en particular con la hidráulica a través de canales, sistemas de bombeo, presas, redes de acueducto y otras (Robledo *et al.*, 2014a). Entre las causas que en el pasado no se hubiese valorado bien su importancia, está su relativa abundancia en los países industrializados los cuales son sus principales consumidores (Robledo *et al.*, 2014b).

En Cuba el 73% de la población recibe agua por vía intradomiciliaria, esto indica que se cuenta con una red de embalses y acueductos; y que la mayoría de las ciudades cubanas poseen su sistema de suministro de agua. Dichos sistemas poseen las fuentes de agua (que pueden ser superficial o subterránea) y los acueductos gozan de los tratamientos convencionales de desinfección y clarificación, los sistemas de bombeo y las conductoras para llevar el agua de la fuente al usuario. El agua

tratada en los acueductos es usada en las zonas residenciales, en otros servicios y en pequeñas industrias situadas en el municipio, que pueden a su vez, recibir tratamientos adicionales para su purificación adecuándola fisiológicamente a un agua mucho más apta para los requerimientos del organismo humano.

Un agua es purificada cuando está libre de sustancias nocivas que afecten sus características físico-químicas y bacteriológicas, existiendo normas internacionales y nacionales para agua de bebidas de consumo que resultan cada vez más estrictas para salvaguardar la salud humano (NC: 93-02-85; Bello y Pino, 2000). De forma general, aunque las aguas cumplan los estándares previstos, no en todos los casos son lo suficientemente seguras para grupos de personas con determinados padecimientos, que necesitan de un altísimo grado de purificación de este preciado líquido (Arteaga, 1993; García *et al.*, 2014; Ramos, 1994).

Es por ello que el trabajo que se presenta tiene como objetivo: Diseñar un sistema modular de purificación que garantice la seguridad del agua para que se mejore la salud de personas residentes en zonas rurales de la provincia de Ciego de Ávila, mediante la utilización de cinco tratamientos: magnético, suavizado, filtrado en carbón activado, esterilización con lámpara ultravioleta y ozono; y un filtrado final con microfiltros y ósmosis inversa.

METODOS

Para el diseño y la construcción del sistema modular de purificación de agua se estableció el esquema tecnológico que ilustra la Figura 1, observando los 7 subsistemas y los 5 módulos de tratamientos que conforma el sistema de purificación de la tecnología.

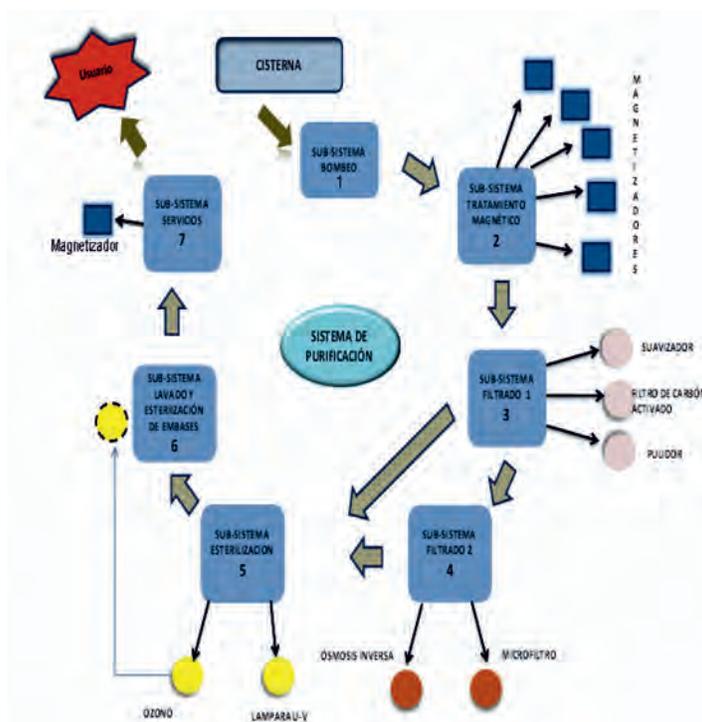


FIGURA 1. Esquema tecnológico del sistema de purificación.

El sistema de purificación diseñado y construido consta de un equipo hidroneumático compuesto por una bomba centrífuga horizontal con auto cebado y provista de sistema Venturi para obtener aspiraciones hasta 9 m con válvula de pie para un cebado instantáneo, diseñada para trabajo con agua limpia a una temperatura máxima de 40 °C, con cuerpo

de acero inoxidable para no introducir ningún contaminante al agua, con una frecuencia de 60 Hz, 110 v, 9 A, elevando el agua hasta una altura máxima de 44 m, cuenta con manómetro de presión de 0-100 psi (0-7 kg/cm²), interruptor de presión 20-40 Ital técnica y tanque hidroneumático de 24 l, tal como lo ilustra la Figura 2-A.

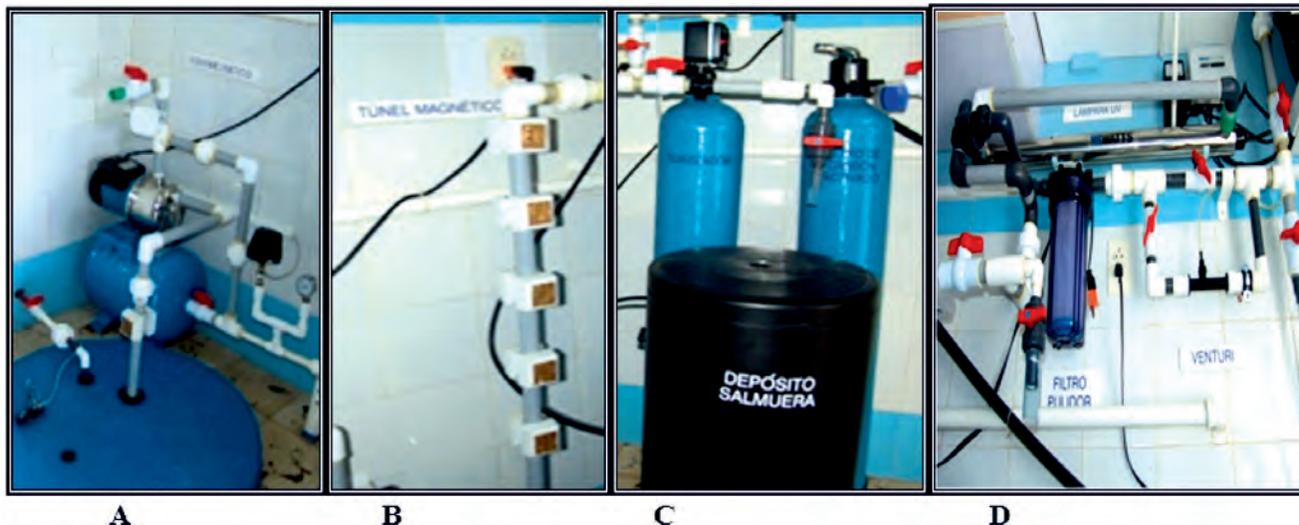


FIGURA 2. Componentes del sistema modular de purificación: A. Hidroneumático. B. Túnel magnético. C. Suavizador y Filtro de carbón activado y D. desinfección con luz ultravioleta y pulidor.

Para la construcción y montaje de la planta se utilizan válvulas de bola, uniones tipo T, codos y tuberías de PVC de alta presión, la preparación de las uniones a pegar se realiza utilizando limpiadores químicos para la limpieza y acondicionamiento de las superficies. Preparadas las piezas componentes del sistema hidráulico se unen con pegamento especial PVC marca Tangit de fabricación alemana garantizando su hermeticidad ya que su trabajo soportará una presión máxima de 100 psi (7 kg/cm²), lo cual se puede apreciar en la Figura 2-A.

Un sistema acondicionador de agua montado con 5 Magneto Hydro Dynamics MHD, se ilustra en la Figura 2-B, dotados de dos unidades cada uno, compuesto por imanes cerámicos permanentes especiales que permiten un poderoso campo focal magnético, constituyendo el túnel magnético del sistema diseñado.

Se incorporó un suavizador modelo VC5600/1600 automático con timer, además cuenta con tanque de salmuera para su regeneración, tal como se aprecia en la Figura 2-C y un sistema de filtrado con carbón activado granular con tanque 1FT3 y multiválvula manual para su retrolavado, con una presión de operación de 15-90 psi (1.05- 6.3 kg/cm²).

Al sistema construido se le incorporó un equipo de desinfección ultravioleta Watts modelo WUV1-110, con sistema eléctrico de 110-130 v de 50-60 Hz. Además, se montó un filtro pulidor con cartucho polipropileno de 20, 10 y 5 micras de retención y pulido final del agua, lo cual se puede apreciar en la Figura 2-D.

Se incorporó un equipo de desinfección con Ozono, que genera 0,4 gramos de ozono por hora, con válvula Venturi

y válvula check, modelo OZ2PCS, OZOTECH, como se ilustra en las Figuras 2-D y 3-A, generando ozono por descarga de corona.

El equipo de Osmosis Inversa instalado en la planta se puede apreciar en la Figura 3-C, produce 2 300 galones (8 700 L) por día sujetado con un marco de metal horneado Power Coated, una bomba multietapas de 240 V, una membrana TW30-4040 de baja presión, una porta membranas de PVC, medidores de flujo de producto y desecho con manómetro líquido. Almacenando el agua tratada en un tanque de 250 litros marca Rotomex como se observa en la Figura 3-D.

La instalación posee un sistema de control automático compuesto por un autómatas modelo Festo FPC 103 AF, con relé eléctrico y electro válvulas, que controla todo el proceso. El cual concluye con el servicio de llenado de los recipientes, que puede realizarse de forma manual o de forma automática el usuario mediante un monedero se despacha el agua tratada de acuerdo a sus necesidades y posibilidades, lo cual se puede apreciar en la Figura 3-E.

Concluida la construcción de la planta de tratamiento del agua, se determinó la efectividad del proceso que realiza a través de la calidad del agua antes y después del tratamiento, utilizando los métodos de ensayos que establece la Norma Cubana NC: 93.02-1985. Permitiendo determinar la cantidad de bicarbonatos, calcio, magnesio, sodio, hierro, potasio, sales solubles totales, sulfatos, nitrato, nitrito, amonio, fosfato, coliformes termotolerantes y totales, así como la conductividad eléctrica y el potencial de hidrógeno. La incertidumbre de los ensayos osciló entre 1 al 3%.

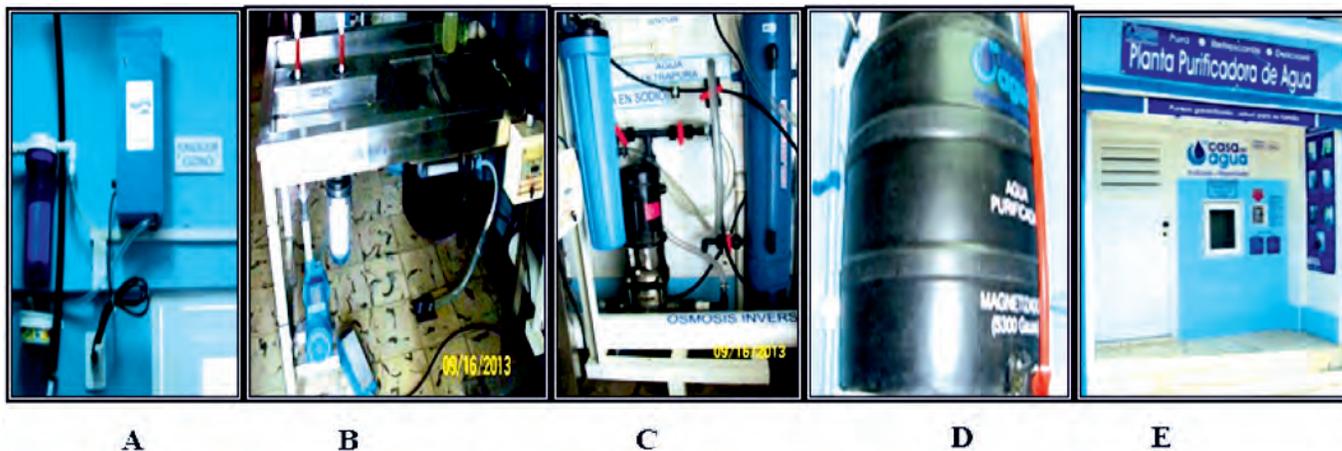


FIGURA 3. Componentes del sistema modular de purificación: A. Desinfección con Ozono, B. Mesa de esterilización de envases, C. ósmosis inversa, D. Depósito de servicio. E. Llenado de recipiente automático.

RESULTADOS Y DISCUSION

El sistema modular construido cumple las exigencias de los sistemas actuales utilizados en el tratamiento del agua, la interconexión de los módulos que componen el sistema permite obtener tres calidades: agua para consumo humano, agua desionizada para su uso en baterías y un agua con un nivel de pureza que permite su uso en las máquinas de hemodiálisis de los hospitales del territorio. El sistema modular realiza el tratamiento del agua siguiendo el siguiente orden:

En una cisterna se recibe el agua como materia prima de la red municipal, que previamente ha sido tratada por cloración o de un pozo; es bombeada por el equipo hidroneumático (subsistema 1) y transportada a través de la tubería PVC hasta el túnel magnético (subsistema 2), el cual es el encargado de cambiar la polaridad de las moléculas del agua preparándola para pasar al área de filtración.

Cuando el agua llega a esta área se filtra a través del subsistema 3, denominado filtraje 1, que posee el suavizador, cuya función es reducir mediante el intercambio iónico el contenido de hierro, la alcalinidad, los nitratos, sulfatos las sales de calcio y magnesio, característico en nuestra provincia la cual posee un alto contenido de estas sales, ya que el agua proviene de pozos perforados en un manto freático cálcico; este filtrado elimina la posibilidad de que el plomo pase al agua que se va a beber. Continúa el proceso con un filtrado en carbón activado, donde se incrementa la efectividad del carbón para eliminar no solo el cloro, sino también problemas de sabor, color y olor, además de parásitos peligrosos, como *Cryptosporidium*, *Giardias* y *Amebas*, entre otros.

Al salir de este último filtro el agua toma dos caminos: uno continúa hacia un microfiltro donde se realiza un pulido antes de entrar al subsistema de esterilización y otro en el que se hace pasar dicha corriente por un subsistema 4 de filtraje 2 que posee un microfiltro de 5 micras. Esa corriente de agua, es posteriormente impulsada por una bomba de alta presión hasta una membrana semipermeable de ósmosis inversa, trasladando esa agua, ya con un contenido bajo en minerales y sales, en

proporciones adecuadas y evaluadas, en diferentes intervalos de tiempo hasta el subsistema 5 de esterilización, al cual llega dicho producto una vez que se unió en un mismo camino para entrar a una lámpara de luz ultravioleta, dentro de la cual se esteriliza el ADN de las bacterias que pudieran existir en este momento del proceso (Awad *et al*, 1993)

El proceso continúa con la inyección de ozono que es un gas generado al aplicar una descarga de alto voltaje al oxígeno (O₂) que lo transforma en ozono (O₃); ese gas se disuelve en agua, obteniéndose así un agua ozonizada que adquiere propiedades profilácticas y terapéuticas, hoy día el ozono además de usarse en la medicina para combatir diversas afecciones (Ozone in Water Treatment), se utiliza principalmente en la purificación del agua mejorando el color, olor y sabores desagradables en caso de existir anomalías en estas propiedades organolépticas, desinfectándola de bacterias patógenas, virus y otros microorganismos no aniquilados por la acción del cloro, ni las altas temperaturas.

Componen el sistema el subsistema 6 donde se realiza la limpieza y esterilización de los envases. Los garrafones son lavados previamente con cloro y enjuagados con agua purificada con mayor concentración de ozono (0.50 mg/l), que a su vez es parte del subsistema de esterilización, por una máquina semiautomática con capacidad de 2 recipientes con un volumen de hasta 20 litros, para tenerlos listos para su llenado en las áreas confinadas para ello. A los recipientes se les coloca el tapón manualmente, que también han sido previamente desinfectados con cloro y enjuagados con agua purificada ozonizada.

Como última fase del sistema se despacha el producto final que está localizado en un recipiente herméticamente cerrado con su respectiva protección, contando con un destructor de ozono a la atmósfera para prevenir daños en el sistema respiratorio de los operarios en caso de quede sin mezclar ozono con el agua, en cuyo subsistema 7 de servicio se magnetiza nuevamente el agua con un magnetizador de 5 300 Gauss.

Este tratamiento contribuye a la cura de muchas enfermedades por su carácter microbicida, eliminando la *E.coli*, la *legionella*, la *shigella*, *salmonella*, virus y otros microorganismos

presentes en el agua (Fernández, 1994), siendo en especial benéfica para padecimientos digestivos (reduce el exceso de acidez y de bilis en el aparato digestivo), nerviosos (produce un efecto relajante y ligeramente sedante), circulatorios (ayuda a limpiar las arterias obstruidas, nutre las células, aportando vitalidad al organismo) y urinarios (constituye una probada e infalible terapia contra la litiasis renal (cálculo del riñón).

Los resultados de los análisis de calidad del agua tratada se muestran en la Tabla 1, observando que todos los indicadores tienen valores por debajo de las concentraciones máximas admisibles por las normas sanitarias.

TABLA 1. Indicadores del agua antes y después del tratamiento

Indicadores	UM	Agua NO Purificada	Agua Purificada	Concentración máxima admisible
Cloro libre	mg/L	1*	0	1
HCO ₃ ¹⁻	mg/L	325	203	400
Ca ²⁺	mg/L	78*	2	75
Cl ¹⁻	mg/L	31	12	250
CE a 25°C	µS/cm	729	400	1000
Mg ²⁺	mg/L	35*	1	30
Fe	mg/L	0.11*	0.0	0.1
pH	U pH	7.3 a 22.6 °C	7.75 a 22.6°C	6.5-8.5
K ¹⁺	mg/L	2	0.5	2
Na ¹⁺	mg/L	31	26	200
SO ₄ ²⁻	mg/L	15	6	200
Tu	NTU	15*	0	15
CF	NMP/100cm ³	3*	<2	<2
CT	NMP/100cm ³	4*	<2	<2
NO ₃ ¹⁻	mg/L	8*	0	0
NO ₂ ¹⁻	mg/L	0.5*	0	0
NH ₄ ¹⁺	mg/L	0.005*	0	0
PO ₄ ³⁻	mg/L	0	0	0
Dureza.	mg/L CaCO ₃	323*	15	200
SaST	mg/L=ppm	410	250	500

* Valores de los resultados que se encuentran fuera del límite permisible.

En la Tabla 2 se comparan los valores obtenidos en el agua tratada con el sistema construido y su comparación con diferentes marcas de agua comercializadas en Cuba y en el extranjero. Como se observa los valores que evalúan la calidad del agua son inferiores a diferentes productos embotellados, nótese que los índices relacionados con la dureza se reducen considerablemente debido a la disminución de iones calcio y magnesio, a diferencia del pH que se incrementa ligeramente si se compara con el agua embotellada por “Los Portales y Ciego Montero”. La inclusión en el sistema de otros tratamientos como la magnetización y la ozonización pueden haber contribuido a dichos valores (Hibben, 1973). Estos resultados apuntan a que el agua purificada por el sistema que se propone sea indicada por urólogos y nefrólogos para el consumo de pacientes con enfermedades renales.

Conjuntamente con el instituto de Higiene y Epidemiología de la Provincia de Ciego de Ávila y el departamento de Nefrología y Urología del Hospital Provincial “Antonio Luaces Iraola” se realiza un estudio de casos que indica una mejoría en la salud humana en la comunidad al consumir el agua tratada por el sistema propuesto, se han identificado

variables de seguimientos en pacientes de estas comunidades con diversas afecciones, como son: tamaño del cálculo, edad, sexo, presencia o no de insuficiencia renal, dolor, hematuria o infección urinaria, hipertensión, diabetes y la cantidad de agua ingerida con el sistema propuesto. Estudio que indica de forma favorable una mejoría en la salud de las personas que consumen esta agua tratada.

Al transcurrir la primera semana de tratamiento, desapareció el dolor provocado por los cólicos nefríticos en los pacientes que sufrieron esta dolencia. Pacientes a los que se les observó imágenes de litiasis de hasta 8 mm, después de consumir el agua por tres meses estas desaparecieron, al igual que las que estaban en formación y los de mayor tamaño detuvieron su crecimiento con ligera degradación en mm. Paciente diabéticos con alteración de sus análisis complementarios, pasados tres meses de tratamientos mejoraron el estado de estos y su salud en sentido general. Los pacientes con insuficiencia renal y problemas de hipertensión arterial en igual periodo, mejoraron considerablemente su afección, al igual que pacientes digestivos y parasitarios.

Tabla 2. Parámetros de calidad de aguas purificadas

Marcas de aguas purificadas	VALORES PÚBLICOS DE AGUAS PURIFICADAS							Otros tratamientos	
	Bicarbonatos	Sulfatos	Cloro residual	Calcio	Magnesio	PH (25°C)	Dureza	Magnético	Ozono
	203 mg/l	6 mg/l	0	2.0	1.0	7.75	15 ppm	5300 Gauss	Si
	354.0 mg/l	16.0 mg/l	0	112.0 mg/l	3.0 mg/l	7.50	115 ppm	-	-
	268.0 mg/l	48.0 mg/l	0	96.0 mg/l	7.0 mg/l	7.50	103 ppm	-	-
	10.4 mg/l	10.0 mg/l	0	2.1 mh/l	0.3 mg/l	7.80	15 ppm	-	-

CONCLUSIONES

- Con el desarrollo e implementación de la tecnología de tratamiento del agua para las comunidades agropecuarias en la provincia de Ciego de Ávila se pudo arribar a las siguientes conclusiones:
- El sistema propuesto está constituido por siete subsistemas: Bombeo, Tratamiento magnético, Filtraje 1, Esterilización, Filtraje 2, Limpieza y esterilización de envases y Servicio, factible de construir en las comunidades y asentamientos agropecuarios del país.
- Al tener un diseño y montaje modular permite lograr la interacción o no de varias tecnologías en dependencia de las características iniciales del agua a tratar y la calidad final que se desea obtener y su destino.
- los indicadores determinados según las normas cubanas

evidencian una calidad del agua purificada para el consumo humano superior a otras aguas embotelladas nacionales e incluso algunas internacionales.

- La ingestión de esta agua lograda con el sistema propuesto con un pH alcalino, cargada de iones hidroxilos, rica en oxígeno es aconsejable para combatir afecciones renales, trastornos digestivos, circulatorios, enfermedades producidas por virus y bacterias, en sentido general para mantener una buena salud, al prevenir las enfermedades.
- Evaluaciones preliminares indican que el consumo del agua tratada con el sistema propuesto previene enfermedades infecciosas causadas por microorganismos, mejora el funcionamiento del sistema renal, contribuye al buen funcionamiento digestivo al reducir la acidez gástrica, mejorando la calidad de vida de la población.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU ZAMORA, M.; SALOMON LLANES, J.; GARCIA CORTES, D Y JAUREGUI HAZA, U: “Análisis de confiabilidad y riesgo de una instalación experimental para el tratamiento de aguas residuales”. *Revista Ingeniería Mecánica*, 17(1): 34-47, enero-abril, 2014, ISSN: 1815-5944.
- AGUIRRE CORDON, M. R; VANEGA CHACON, E. A; GARCIA ALVAREZ, N. Aplicación del índice de calidad del agua (ICA). Caso de estudio: Lago de Izabal, Guatemala. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 25(2): 39-43, 2016, ISSN: 2071-0054.
- AWWA: AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION ROUNDTABLE: The disinfectant residual dilemma, *Journal American Water Works Association*, Vol. 91, January, 1999, ISSN: 0003-150X.
- AWAD, J.; GERBA. CH., MAGNUSON, G.: *Ultraviolet disinfection for potable reuse*, In: Craun Gunther F. (editor): Safety of water disinfection: Balancing chemical & microbial risks. ILSI Press, Washington D.C., USA, 1993.
- ARTEAGA, T. R.E. *Hidráulica elemental*, Ed Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Irrigación, Chapingo, México, 335pp., 1993, ISBN: 978-968-884-238-6.
- BELLO, M. A.; PINO, T.: Mediciones de presión y caudal, Boletín INIA, 28.^a ed., Punta Arena, Chile, 2000, ISSN:0717-4829.
- GARCIA HIDALGO, Y; BALMASEDA ESPINOSA, C. VARGAS RODRIGUEZ, H. “Caracterización hidroquímica de las aguas de riego de la cuenca del Rio Naranjo, municipio Majibacoa, provincia Las Tunas”, *Revista Ingeniería Agrícola*, 4(1): 36-41, 2014, ISSN: 2306-1545, E-ISSN: **2227-8761**.
- DEPARTAMENTO DE SANIDAD DEL ESTADO DE NUEVA YORK: Manual de Tratamiento de aguas. 3ra. Edición (en castellano). Limusa & Wiley S.A., México D.F., México. 1997.
- HIBBEN STUART, G., “Magnetic treatment of Water”, Advanced Research Projects Agency (ARPA) of the Department of Defense, Washington, D C. 1973.
- LEZAETA, M.: “*La Medicina Natural al Alcance de Todos*” Cedel; Barcelona, 1993.
- MORALES, C., M.A, VANEGAS, E. A, N. GARCIA:: Uso de la tierra y calidad del agua superficial en la cuenca periurbana rio Platanitos, Guatemala. *Revista Ingeniería Agrícola*, 4(4): 19.23, 2014, ISSN: 2306-1545, E-ISSN: **2227-8761**.
- NORMA CUBANA NC: 93-02-85 *Agua Potable. Requisitos sanitarios y muestreos*, Vig. 1985.

RAMOS FERNÁNDEZ, F.: *El agua magnetizada*, Edición Mandala, Madrid, 1994.

ROBLEDO, J. A. VANGEGA N. GARCIA: "Aplicación del sistema Holandés para evaluación de la calidad del agua" Caso estudio Lago Izabal, Guatemala, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 23(3): 41-45, 2014a, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054.

ROBLEDO, J. A. VANGEGA, N. GARCIA: "Calidad del agua del Río Tónico" *Revista Ingeniería Agrícola*, 4(2): 15-21, 2014b, ISSN: 2306-1545, E-ISSN: **2227-8761**.

USEPA: *Stability and effectiveness of chlorine disinfectants in water distribution systems*, USEPA, Washington D.C., USA, 1984, USEPA 600/2-84-011.

Recibido: 23/11/2017.

Aprobado: 04/05/2018.

Roberto Jorge Sánchez, professor, Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Ciego de Ávila, Cuba, correo electrónico: adaquinta@unica.cu

Lázaro Antonio Daquinta Gradaille, correo electrónico: adaquinta@unica.cu

Nancy García Álvarez, correo electrónico: ngarcia@unica.cu*

Manuel Fernández Sánchez † E.P.D.

Nota: La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.

	MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE Procedimiento SCT-PT Procedimiento general para el registro de los servicios científico-tecnológicos	Edición:01
		Revisión:00
		Fecha:
		Página:

Ficha Técnica

Denominación del Servicio Científico-Tecnológico (SCT): validación de máquinas y tecnologías agrícolas, (Prueba Estatal).

Clasificación del SCT (según¹): Ingeniería, reingeniería e ingeniería inversa.

Breve descripción del SCT: La validación de máquinas y tecnologías agrícolas de forma resumida Prueba Estatal, se proyecta a partir de las metodologías generales y específicas que existen para tales efectos, donde se describen las acciones a realizar durante el proceso de la validación, regidas por las normas ramales, cubanas e internacionales, que conforman un programa de acuerdo al tipo de equipamiento que se validara.

Este servicio se brinda desde el año 1970. El 12 de mayo del 2006 en Resolución Conjunta MINAGRI- MINAZ se establece y cito textualmente: "Responsabilizar al Instituto de Investigaciones de Mecanización Agropecuaria y al Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje a que, en coordinación con las Áreas de Mecanización de ambos Ministerios, evalúen y propongan al Sistema Empresarial la introducción de nuevas tecnologías de mecanización, riego y abasto de agua, así como los equipos, maquinas e implementos agrícolas para desarrollo de la agricultura en el país".

Este servicio se ejecuta como paso previo para la introducción y extensión de forma masiva en el sector agropecuario y forestal en el país.

Para la ejecución de este servicio se cuenta con investigadores y especialistas de gran experiencia en la actividad.

El principal beneficio de este SCT está en la determinación de la adquisición del equipamiento adecuado a nuestras características y necesidades para su introducción en los sistemas agrícolas del país.

Impacto en la: exportación sustitución importaciones otros (recursos humanos)

Entidad Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola

Cientes que han recibido esta prestación: Proveedores extranjeros acreditados en Cuba Firmas Internacionales y Empresas Nacionales productoras de equipamiento agrícola que puedan usarse en todas las esferas de la economía que tenga que ver con el empleo de esta maquinaria.

Servicio certificado por un Sistema Gestión Calidad:

Si No (en proceso)

Valor monetario del SCT (MN-CUC) (incluir ficha de precio): Según el equipamiento, donde se considera la complejidad del mismo así como la duración de la Prueba y el territorio donde se ejecute por las condiciones necesarias puede oscilar entre:

1 500 a 5 500 CUP para la Producción Nacional

1 500 a 5 000 CUC para proveedores extranjeros.

Año en que se comenzó a brindar este SCT: 1970

Contacto en la entidad: Esther Hernández (Comercial)

E-mail: jagricomercial@minag.cu

Teléfono: (53) (7) 691 7595/ 691 1038

No. Resolución aprobación en el Objeto Social: Res. 48/ 2010 MEP

Fecha de confección de la información: enero 2011

Nombre y Apellidos del Director: Dr. Pedro D. Sotto Batista

Firma y Cuño _____