

ARTÍCULO ORIGINAL

Una propuesta de iniciativas para la producción de agua dulce en la ciudad de Puerto Padre, Las Tunas

A proposed initiatives for the production of fresh water in the city of Puerto Padre, Las Tunas province

Juan Ramón Pérez Fajardo¹

RESUMEN. Basado en informes técnicos emitidos por instituciones municipales del territorio de Puerto Padre en la provincia de Las Tunas y en los resultados de entrevistas con representantes de esas propias instituciones y habitantes de la referida localidad, se proponen variantes para la regeneralización de las viejas prácticas de captación de agua dulce a la luz de las actuales circunstancias económicas del país y los avances que ha experimentado la industria de materiales en general, así como adaptar variantes tecnológicas de relativamente bajos costos con iguales propósitos respecto a la disponibilidad de agua, como son los sistemas de desalación de agua de mar con el empleo de energía renovable a escala familiar, tan ampliamente utilizados en regiones de nuestro planeta donde la escasez de agua para el consumo humano impone tonos verdaderamente dramáticos a la existencia misma. Se obtuvo la elaboración de un proyecto que contempla todas estas iniciativas y que ha sido aceptado por las autoridades del gobierno en el territorio y revisado por varios representantes de instituciones académicas y científicas en el país. La ejecución de este proyecto por sí solo, no resolverá los problemas de alta contaminación del agua de las fuentes de abasto a la población pero incorporado a nuevas iniciativas constituirá un importante paliativo a la grave problemática que hoy enfrenta ese territorio de grandes potencialidades económicas para el país.

Palabras clave: cosecha, aljibe, desalador, lluvia, precipitaciones, contaminación, extracción, molinos.

ABSTRACT. Based on technical reports issued by municipal institutions of the territory of Puerto Padre in Las Tunas and the results of interviews with representatives of those very institutions and people of that town, we propose a complete change for the old re-generalization recruitment practice freshwater in the light of current economic circumstances and developments experienced by the materials industry in general, and to adapt technological variants of relatively low costs for the same purposes as to the availability of water, such as systems desalination of sea water with the use of renewable energy at household, so widely used in regions of our planet where water shortages for human consumption imposes truly dramatic tones of existence itself. It was the development of a project that includes all these initiatives and has been accepted by government authorities in the territory and reviewed by representatives of academic and scientific institutions in our country. The implementation of this project will not solve the problems of high pollution of water sources supplying the population, but if this project is incorporated into new initiatives will be an important palliative to the serious problems currently facing the territory of great economic potential for the country.

Keywords: harvest, cistern, desalination, rain, rainfalls, pollution, mining, mills.

INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Puerto Padre, durante muchos años, las extracciones de agua desde el subsuelo, se hicieron fundamentalmente con la ayuda de molinos de viento. A finales de los años 50 del pasado siglo, llegaron a existir tal cantidad de estos artefactos, que la ciudad fue bautizada con el nombre de La Villa Azul de los Molinos.

En los proyectos constructivos de viviendas que eran concebidos en aquel entonces, se identificaba un sencillo proce-

dimiento de cosecha de lluvia que consistía en un sistema de canaletas colectoras ubicadas en el borde de la parte más baja de los techos, conectadas a un depósito receptor (aljibe) donde se almacenaba el agua proveniente de las lluvias para su posterior uso en diversas actividades que iban desde el procesamiento de alimentos hasta las acciones de aseo personal e higienización en el hogar.

La captación de aguas subterráneas con la ayuda de molinos de viento, no provocaba impactos de significación al

Recibido 25/01/11, aprobado 20/07/12, trabajo 58/12, artículo original.

¹ M. Sc., Profesor, Universidad Agraria de La Habana "Fructuoso Rodríguez Pérez", Carretera de Tapaste y Autopista Nacional km 23½, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, E-mail: jperez@isch.edu.cu

medio ambiente por su baja capacidad extractiva. Se lograba mantener el equilibrio entre los niveles de extracción y la recarga natural del manto freático y de esta forma la interface de agua dulce-agua de mar no experimentaba cambios en cuanto a su posición en el subsuelo. Se evitaba por tanto, la contaminación por intrusión marina.

En los inicios de la década de los años 60, estas bombas de agua eólicas, como algunos prefieren llamarle, fueron perdiendo su vigencia con la aparición de los nuevos sistemas eléctricos de bombeo mucho más eficientes en cuanto a su capacidad extractiva. Al aumentar la disponibilidad de agua subterránea para la población, la cosecha de lluvia ya no tenía la significación de necesidad que otrora había alcanzado. Con la desaparición de los molinos de viento, vino aparejadamente la desactivación de los sistemas de cosecha de lluvia y los llamados aljibes eran destinados a otros usos o sencillamente fueron demolidos para dar paso a la "modernidad" constructiva.

Otros factores también influyeron en esta desactivación de los sistemas de recolección de agua de lluvia. Las limitaciones materiales que determinaba el bloqueo económico, impuesto por los Estados Unidos a nuestro país casi desde el primer día del triunfo revolucionario, hacía insostenible el mantenimiento de este sencillo procedimiento tecnológico que complementaba las disponibilidades de agua de la población y que evitaba los efectos de la sobreexplotación de las aguas subterráneas.

El objetivo general de este trabajo consistió en promover el manejo ambientalmente apropiado, socialmente benéfico y económicamente viable del agua en la ciudad de Puerto Padre mediante la convocatoria de revitalización de las vías para su obtención y la introducción de nuevas variantes tecnológicas para la producción de este importante recurso.

MÉTODOS

Puerto Padre es una ciudad portuaria a unos 700 km al este de La Habana. Es la capital del municipio de su mismo nombre en la provincia de Las Tunas. Su ubicación geográfica es 21°11'43"N 76°36'5"O.

Corrientes importantes de agua superficiales cercanas a esta pintoresca ciudad, no han existido nunca y por tal razón desde su fundación en 1861 y mucho antes también, el abasto de agua dulce a la población estuvo basado fundamentalmente en las extracciones subterráneas y la cosecha de lluvia.

Se realizó un estudio sobre la dinámica poblacional del territorio y se pudo saber que la ciudad de Puerto Padre, según el Anuario Estadístico de Cuba del 2008, cuenta con una población de 31 854 habitantes lo que representa el 34% respecto a la población del municipio del mismo nombre. Es necesario aclarar que las cifras de población citadas por la referida fuente, se corresponden con los datos del censo poblacional del año 2002 pero si tomamos en cuenta que la tasa de crecimiento poblacional es baja, no se cometerían errores significativos en los procedimientos de cálculo de recursos que sean necesarios hacer en cualquier tipo de proyección vinculado a la población.

La población actual de la ciudad es cinco veces mayor que la que existía en el año 1899 en todo el municipio

(19 984 hab.) (ONE, 2009). En los últimos 50 años, el abasto de agua a la población vinculada a las extracciones que se realizan desde el manto freático, ha tenido un significativo y desordenado crecimiento con resultados muy desfavorables para el medio ambiente y en particular para la salud de los pobladores.

El crecimiento urbanístico lleva implícito el desarrollo de acciones individuales en lo que respecta a la perforación de pozos artesanales para garantizar la extracción de agua potable en cada uno de los nuevos hogares, ya que esta ciudad, con categoría poblacional de 3er. Orden, no cuenta actualmente con los servicios de acueducto que demanda.

La falta de control sobre el crecimiento poblacional por parte de las instituciones competentes, ha posibilitado que los volúmenes de extracción que realiza la población, determine una sobreexplotación del manto freático y en estos momentos la intrusión marina es de tal magnitud que las aguas están altamente contaminadas con grave peligro para la salud humana y el medio ambiente en general.

Los informes técnicos-investigativos revisados demostraron que la composición química de las aguas naturales de la cuenca Tunas Norte acusan un alto grado de contaminación. "*....las aguas analizadas presentan elevados contenidos de sales disueltas como resultado de los procesos de lixiviación de los suelos, las propiedades geológicas de los terrenos y la mezcla con agua de mar en los acuíferos próximos a los litorales. Estas aguas experimentan cambios significativos en las propiedades químico-físicas, por el efecto del régimen de lluvia, de la sobreexplotación a que son sometidos, del mal manejo y control de su calidad y por desconocimiento de los procesos asociados al medio*" (Monteagudo, 2009). Es de señalar que en esta investigación se tomaron muestras representativas en nueve pozos, tres de ellos en la cuenca de Puerto Padre (P-Siete Aulas, P-Reperto Militar y P-53).

La Unidad Empresarial Básica (UEB) Norte del Grupo Empresarial de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos (GEARH) en el territorio, realizó muestreos físico-químicos y bacteriológicos a las aguas subterráneas de la Cuenca Puerto Padre en dos momentos diferentes del pasado año 2010 en siete puntos (pozos) representativos de dicha cuenca. A partir de los resultados obtenidos en los muestreos realizados, la referida entidad elaboró un informe donde se concluyeron las siguientes cuestiones:

- Los valores de nitritos (NO_2) están por encima del valor máximo admisible para el consumo humano en el Pz 65 de la Bomba
- Los nitratos (NO_3), el amonio (NH_4), los Sólidos Disueltos Totales (SDT), los *coliformes totales* y el sodio (Na) están por encima del valor máximo admisible para el consumo humano en toda las fuentes
- Los valores de cloruros (Cl) están por encima del valor máximo admisible para el consumo humano en: Mcto Cordovi, Mcto Estadio y la Bomba.
- Los coliformes fecales están por encima del valor máximo admisible para el consumo humano (Anexo 1) en el Mcto Romarico Oro.

El informe técnico elaborado por esta entidad concluye expresando:

“Del estudio de potabilidad realizado en 1998 por el Ing. Justo González E. y con datos de determinaciones físico químicas y bacteriológicas desde el año 1985 al 1995 y con una red de pozos que abarcaba a toda la cuenca de aguas subterráneas puerto Padre, así como con el resultado de análisis de aguas hasta el presente año, todo lo cual esta registrado en nuestro archivo de datos en la UEB Norte, podemos decir que estas aguas poseen valores de nitratos, nitritos, cloruros, sodio, sales soluble totales, y coliformes totales por encima del valor máximo admisible para el consumo humano, lo que se explica por la presencia de un acuífero libre de aguas poco profundas, que tiene ubicado sobre el mismo el núcleo poblacional de Puerto Padre, con una considerable cantidad de letrinas y fosas filtrantes que producen una contaminación fecal apreciable de dichas aguas.

La única solución posible a esta situación es la construcción de un acueducto de otra fuente de agua potable, o la distribución de agua embotellada y el uso de esta fuente actual como agua de uso social”.

A la grave situación de contaminación de las aguas subterráneas se suma el cambio climático que se registra en la región donde se ubica esta zona urbanística y que han provocado una manifiesta reducción del régimen de lluvia. Láminas de lluvia muy por debajo de la media histórica combinadas con los descritos altos niveles de explotación del agua subterránea, hacen peligrar las posibilidades futuras del entorno para el desarrollo socio-económico

Según datos revisados en el Mapa Isoyético de la República de Cuba versión 1961-2000 (Resolución No. 4/2006 del Instituto de Recursos Hidráulicos) establece que la lámina histórica anual de la provincia Las Tunas alcanza tan solo los 1038 mm, constituyendo la más baja en todo el país y representa el 77,8% respecto a la lámina histórica anual nacional que es de 1335 mm.

Los antecedentes proporcionados por la Delegación de Recursos Hidráulicos de la localidad, indican que la lámina histórica anual de la región de Puerto Padre es de 1005 mm y por tanto algo más baja que la que se alcanza para la provincia Las Tunas en el Mapa Isoyético.

La lluvia media de los promedios anuales entre los años 1975 y 2005 en el territorio, según la misma fuente de información, es de 913 mm que representa el 68,5% respecto a la lámina histórica anual nacional.

Al analizar la serie de datos de la lluvia promedio anual, se pudo distinguir grandes períodos de sequía que han contribuido al deterioro del medio ambiente en esta otrora importante región económica del país.

Aunque no se cuenta con datos de lluvia de los últimos 5 años, se conoce que el evento extraordinario ocurrido en el 2008 no tuvo aportes significativos en la recarga del manto freático y que las lluvias que han ocurrido en el referido período, se mantienen por debajo de la media histórica tomando en cuenta la restricciones que se han impuesto a una parte del consumo poblacional.

Por todas las razones que han sido descritas, fue preciso trabajar en la elaboración de un proyecto de regeneración de las viejas prácticas de captación de agua dulce a la luz de las actuales circunstancias económicas del país y los avances que ha experimentado la industria de materiales en general, así como adaptar variantes tecnológicas de relativamente bajos costos con iguales propósitos respecto a la disponibilidad de agua, como son los sistemas de desalación de agua de mar con el empleo de energía renovable a escala familiar, tan ampliamente utilizados en regiones de nuestro planeta donde la escasez de agua para el consumo humano impone tonos verdaderamente dramáticos a la existencia misma.

Puerto Padre posee un buen potencial de algunas de dichas energías, especialmente la eólica y la solar que hacen que la desalación de agua de mar resulte una aplicación atractiva en los intentos de establecer nuevas vías de producción de agua dulce y con ello lograr complementaciones adicionales que atenúen los efectos de la sobreexplotación.

Todas estas acciones estarán encaminadas a devolver el carácter sostenible del manejo del recurso agua, y estimulará la propensión por la protección medioambiental de la población.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se pudo comprobar que la cultura de cosecha de lluvia no ha desaparecido totalmente. Muchos son los vecinos que aún conservan algunos de los elementos de esta tecnología y valiéndose de variantes muy rudimentarias logran almacenar agua de lluvia en los vetustos aljibes que desafiando el paso del tiempo aún cumplen con las funciones para los cuales fueron concebidos.

En visitas que se realizaron a hogares que aún conservan los más importante elementos de la tecnología de cosecha de lluvia, fue realmente significativo poder descubrir la existencia de un activo y viejo aljibe prácticamente lleno de agua de lluvia cuyas características constructivas datan de finales del siglo XIX, principios del XX. Este hallazgo constituyó una valiosa demostración de la existencia de una latente sabiduría popular que aún puede ser rescatada. Las paredes de esta antigua cisterna son ladrillos formando una cripta en su parte superior. El vecino visitado explicó que aprovechando un aguacero de considerable magnitud poco frecuente en la zona por estos tiempos (noviembre/2010), logró llenar prácticamente el aljibe con la simple ayuda de un pedazo de cubierta de zinc acanalado para techo, el cual colocó desde la parte más baja del techo de su hogar hasta el brocal del aljibe. El control de vectores lo logra por vías biológica al mantener un grupo de peces larvívoros en el aljibe o cisterna.

Los años de explotación de los sistemas sin posibilidades de mantenimiento o sustitución de sus partes, constituyen una limitante en las intenciones de cada familia para incrementar las disponibilidades de agua proveniente de las lluvias.

En el análisis con las autoridades locales se pudo demostrar que hay un grupo de acciones que pueden ir siendo desarrolladas a partir del presupuesto estatal aprobado para el territorio sin necesidad de tener que contar con financiamien-

tos adicionales como los que fueron previstos en el proyecto elaborado.

En la búsqueda de antecedentes relacionados con la desalación de agua de mar se pudo comprobar que no existe una cultura al respecto y precisamente es la que se quiere ir

formando en la población mediante estrategias divulgativas de los elementos constructivos de la tecnología a emplear en estos propósitos.

Los principales componentes del proyecto elaborado se describen en el siguiente esquema:



CONCLUSIONES

- Uno de los aspectos fundamentales que tiene que ser tomado en cuenta para cualquier sistema de acciones encaminada a detener el deterioro medioambiental en la ciudad de Puerto Padre tiene que incluir una estrategia de forestación que logre mitigar los escurrimientos que producen las lluvias y que son favorecidos por las pronunciadas pendientes de la colina donde está asentada la ciudad y de esta forma se posibilite una mayor intensidad de los procesos de recarga natural del manto freático, se controle la humedad y se eviten los efectos degradantes de la erosión hídrica. La referida estrategia debe garantizar además la creación de grandes áreas de sombra que contribuyan a reducir las temperaturas excesivas y propicie beneficios de salud psicofísica de los pobladores del área urbana.
- La Dirección Municipal de Planificación Física deberá divulgar la conveniencia de incluir la identificación de los sistemas de cosecha de lluvia en los proyectos de construcción, remodelación o rehabilitación de las viviendas y recomendará determinadas especificaciones técnicas de las cubiertas que favorezcan el funcionamiento de los mismos.
- Esta misma entidad iniciará el estudio de las posibilidades legislativas a nivel local que normen estas cuestiones como requisito de aprobación de los referidos proyectos.
- Es preciso que los contenidos de los planes y programas para

el desarrollo de distintas formas de capacitación postgraduada a especialistas, técnicos y obreros, estén relacionados fundamentalmente con:

- Manejo sostenible del recurso agua.
- Utilización de energía renovable (eólica y solar) para la rehabilitación del medio ambiente impactado por la actividad antrópica depredatoria,
- Empleo de tecnologías sostenibles para la extracción de agua subterráneas.
- La acción didáctica debe estar encaminada a desarrollar las habilidades creadoras y de innovación de cada participante en las distintas formas de capacitación, tomando en cuenta la experiencia empírica acumulada de la población de la localidad.
- La Dirección Municipal de Educación y el Centro Universitario Municipal debe analizar la posibilidad de incluir en los programas de las distintas disciplinas que se imparten, contenidos vinculados a los aspectos arriba mencionados.
- Se precisa la elaboración de instructivos técnicos ilustrados, asequibles en distintos tipos de formato, para facilitar la instalación de los sistemas de nuevo tipo para la captación de las precipitaciones y la desalación del agua de mar con el empleo de energías renovables. El arbitraje de los contenidos de estos instructivos debe estar a cargo de especialistas de alta calificación de la localidad o fuera de la misma, según convenga.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGUIAR, P., J.A CEPERO Y G. COUTÍN: “La calidad del agua de consumo y las enfermedades diarreicas en Cuba, 1996-1997”. Washington, May. 2000 doi: 10.1590/S1020-49892000000500004, *Rev. Panamericana de Salud Pública*, 7(5), 2000.
2. *Convertidor de agua de mar en agua potable con energía solar: [en línea] junio 2010*, Disponible en: <http://empredenatura.blogspot.com/search?q=watercone> [Consulta: agosto 30 2010].
3. **Calidad de Agua:** [en línea] modificada por última vez el 3 julio 2010, Disponible en: “http://es.wikipedia.org/wiki/Calidad_del_agua [Consulta: agosto 17 2010].
4. “Cosecha de agua”, una alternativa para que el recurso no sea escaso: [en línea] Disponible en: <http://radio.rpp.com.pe/cuidaelaguaco-secha-de-agua-una-alternativa-para-que-el-recurso-no-sea-escaso/> [Consulta: agosto 03 2010].
5. *Cosecha de lluvia alivia comunidades:* [en línea] Disponible en: http://www.clavedigital.com/App_Pages/Noticias/Noticias.aspx?id_Articulo=29395 [Consulta: julio 26 2010].
6. “Cosechar agua lluvia”, recomiendan a los hondureños: [en línea], Disponible en: <http://www.latribuna.hn.web2.0/?cat=1> [Consulta: agosto 03 2010].
7. *Desaladora con energías renovables que vende la sal:* [en línea] junio 2010, Disponible en: <http://news.soliclima.com/noticias/recursos-hidricos/desaladora-con-energias-renovables-que-vende-la-sal> [Consulta: agosto 30 2010].
8. FIMIA, R., J. C. CASTILLO, O. CEPRO, E. CORONA y R. GONZÁLEZ: “Eficacia del control de larvas de mosquitos (Diptera: Culicidae) con peces larvívoros”, La Habana, Versión impresa ISSN 0375-0760, *Revista Cubana Medicina Tropical*, 61(2): mayo-ago., 2009.
9. FONSECA, A.: *Cosechar agua de lluvia* [en línea, Disponible en: <http://www.elnuevodiario.com.ni/opinion/74185> [Consulta: julio 26 2010].
10. JUÁREZ, M.: *Colombia: Premian Proyecto “Cosecha de Agua Lluvia”*. Fuente: *Prensa Indígena* [en línea], Disponible en: <http://www.servindi.org/actualidad/1605> [Consulta: junio 18 2010].
11. MONTEAGUDO, V., J. R. FAGUNDO, C. I. SAÍNZ y E. VÁZQUEZ: *Origen de la composición química de las aguas naturales de la cuenca tunas norte* [en línea] 2009, Disponible en: <http://innovacion.ciget.lastunas.cu/index.php/innovacion/article/view/16/13> [Consulta: julio 17 2010].
12. ONE: OFICINA NACIONAL DE ESTADÍSTICAS, “Anuario Estadístico de Cuba 2008”, Periódico 26 de Las Tunas, Separata Los Territorios de Cuba. Edición 2009 [en línea] 2009, Disponible en: http://www.periodico26.cu/puerto_padre/cronologia/cronologia_otros_sucesos.htm [Consulta: julio 11 2010].
13. *Purificar Agua de Mar con Energía Solar:* [en línea], Disponible en: <http://www.dforcesolar.com/energia-solar/purificar-agua-de-mar-con-energia-solar/> [Consulta: agosto 08 2010].
14. ¿QUÉ ES LA COSECHA DE LLUVIA?: *Elementos de un sistema de cosechar agua de lluvia* [en línea], Disponible en: <http://www.cosechadelluvia.com/iquestqueacute-es-umlcosecha-de-lluviauml.html> [Consulta: junio 18 2010].
15. ZARAGOZA DEL ÁGUILA, G., J.M^A. AGÜERA, J.C. LÓPEZ y J. PÉREZ-PARRA: *Funcionamiento y caracterización desaladora solar pasiva con cubierta de plástico ulo.* [en línea]2005, Disponible en: http://www.mapa.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Hort%5CHort_2005_185_25_29.pdf [Consulta: septiembre 09 2010].



GIAF