
ESQUEMA METODOLÓGICO PARA LA REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS TRATADAS EN RIEGO



Eduardo Valencia Granada, M.Sc.
Profesor Asociado
Facultad de Ingeniería
Universidad Surcolombiana, Neiva, Colombia.
eduvale@usco.edu.co

Jonathan Romero Cuéllar, Ing.
Instituto Geofísico
Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
jonathan.romero.cuellar@gmail.com

Renso Alfredo Aragón Calderón, Ing.
Facultad de Ingeniería
Universidad Surcolombiana, Neiva, Colombia.
renso733@hotmail.com

RESUMEN

Se propone un esquema metodológico basado en estudio de caso donde se determinó el potencial de reutilización del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) del municipio de Nátaga, Huila-Colombia, con fines de irrigación para un cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L). Se reconoció el área de estudio, se consultó el estado del arte, lo relacionado con los requerimientos hídricos, suelo y nutrimentos acerca del cultivo de cacao. El esquema metodológico plantea tener en cuenta las condiciones de la zona, del cultivo y de la PTAR.

**Recibido: Julio 30 2010 *Agosto 17 2010*

PALABRAS CLAVE

Aguas residuales, irrigación, reutilización.

ABSTRACT

*This paper proposes a methodological scheme based on a case study which determined the potential for reuse of effluent from the Wastewater Treatment Plant (WWTP) Nátaga municipality, Huila, Colombia, for irrigation for cultivation of cocoa (*Theobroma cacao* L.). It acknowledged the study area, the state of the art related to water requirements, soil and nutrients on the cultivation of cocoa were coulted. The methodological scheme proposes to take into account the conditions of the area, cultivation and the WWTP.*

KEYWORDS

Wastewater, irrigation, reuse.

1. INTRODUCCIÓN

En el año 2025 el agua escasearía para más de 14 millones de colombianos de las regiones Andina y Caribe si el país no adopta las acciones pertinentes para proteger el recurso hídrico nacional que aún le queda (Sánchez *et al.*, 2009).

El 70% del agua requerida por la población mundial es utilizada para la agricultura y el 30% para otros consumos. Actualmente, en América Latina alrededor de 400 m³/s de agua residual cruda son entregados a fuentes superficiales y cerca de 500.000 hectáreas son irrigadas, la mayoría con esta agua. En Colombia, solamente el 8% de los 6 millones de m³ de agua residual cruda que se producen diariamente son tratados (Madera, 2005). El agua residual bruta debe ser sometida a un sistema de tratamiento antes de poder utilizarla para riego agrícola (Asano *et al.*, 1990).

Medeiros *et al.* (2005) evaluaron las alteraciones químicas de un suelo irrigado con agua residual filtrada,

comparado con manejo convencional en café; la aplicación del agua residual mejoró las características del suelo: aumento de pH, materia orgánica, K, Ca y Mg. Se presentaron problemas de salinidad del suelo por incremento de iones como Na, conductividad eléctrica (CE) y relación de adsorción de sodio (RAS).

Hassanli *et al.* (2008) evaluaron los sistemas de riego: por surco, por goteo superficial y subsuperficial; compararon desde el punto de vista de uso eficiente de agua para riego, regar con el efluente de PTAR vs agua fresca; el uso eficiente de agua para riego fue mayor con el agua residual, pero no existieron diferencias significativas.

Rutkowski *et al.* (2006), en un estudio que contempló el componente social, analizaron 109 granjas que utilizaban agua residual para riego: los granjeros consideraban como impacto negativo su inhabilidad para controlar posibles inundaciones de aguas residuales (AR); se encontró que los altos niveles de contaminación de las aguas, particularmente en coliformes fecales (CF), son inadecuados para riego según los estándares internacionales. El 93% de las AR son utilizadas para riego por surcos, aumentando el tiempo de exposición entre el agua y el regador y a su vez el riesgo de contaminación.

Con base en el estudio de caso Potencial de reutilización del efluente de la PTAR del Municipio Nátaga con Fines de Irrigación (Romero y Aragón, 2010) se propone un Esquema Metodológico para la Reutilización de AR Domésticas Tratadas en Irrigación; convirtiéndose esta propuesta en una alternativa ambiental y productiva.

Análogamente, la FAO (2003) en "Users Manual for Irrigation with treated wastewater", muestra la viabilidad de el uso de las AR tratadas para riego, métodos de riego, estrategias para proteger la salud humana y el medio ambiente, medidas de control y aspectos socioculturales, legales, institucionales y económicos y el uso de los lodos.

La OMS y el Programa Ambiental de las Naciones Unidas (UNEP) en "Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater" contempla aspectos políticos y de regulación. De acuerdo con la FAO (2003), en 1989 la OMS publicó "Health Guidelines for the Use of Wastewater in Agriculture and Aquaculture". En el mismo año, la UNEP y la OMS publicaron "Guidelines for the Safe Use of Wastewater and Excreta in Agriculture and Aquaculture", con énfasis en la protección ambiental y la salud pública. En 1991 la UNEP y la FAO publicaron "Environmental

Guidelines for Wastewater Reuse in the Mediterranean Region". En 1992 la FAO publicó "Wastewater Treatment and Use in Agriculture".

Las guías han servido de soporte en el desarrollo de ciudades, para implementar o mejorar el uso de sistemas ambientalmente sanos y seguros de AR, adaptados a sus propias condiciones técnicas, socioeconómicas y culturales. La Oficina Regional de la FAO en Cairo produjo en 1995 (FAO, 2003) la publicación "Wastewater Management and Environmental Protection in the Near East Region" y durante 1991-93 siete boletines técnicos que intentaron ayudar a los países de la región para el mejor uso del AR en agricultura.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se consultó el estado del arte, se hizo reconocimiento y análisis del área de estudio e información climatológica, del diseño y monitoreo de la PTAR de Nátaga y se consultaron las directrices de la FAO (1999) y la OMS (1989).

Para el balance hídrico del cultivo se tuvo en cuenta la precipitación efectiva (USDA Soil Conservation Service), evapotranspiración del cultivo (método tanque evaporímetro), demanda de riego neta y necesidad de riego.

Para el área a regar, se consultó la metodología de Jaramillo (2008) y para los aportes de nutrientes los recursos aportados por el efluente.

3. RESULTADOS

La Figura 1 presenta el Esquema Metodológico para la reutilización de AR domésticas tratadas para riego. Consta de dos condiciones que sirven de guía para la reutilización de AR domésticas tratadas en irrigación y una de selección del cultivo a regar.

Para la caracterización de la zona de estudio se tiene en cuenta la topografía, el clima (precipitación, humedad relativa, evaporación, temperatura, velocidad del viento y radiación solar), el suelo (propiedades físicas, químicas

e hidrodinámicas) y el cultivo (limitaciones, potencialidades y requerimientos). La otra condición, de la PTAR: la caracterización fisicoquímica del efluente, de acuerdo con las directrices de la FAO (1999), teniendo en cuenta para todos los cultivos la CE y la RAS y para cultivos específicos determinados nutrientes (N, Cl, B, entre otros) y caracterización microbiológica, de acuerdo con las directrices de la OMS (1989), evaluando CF y huevos de helmintos (HH).

Para la eficiencia de la PTAR, se caracterizan el afluente y el efluente con la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), los sólidos suspendidos (SS), N, P, K, CF y HH y para los recursos aportados por la PTAR se evalúa en el efluente el caudal y nutrientes (N, P, K y lodos). Finalmente, se realiza la selección del cultivo y el sistema de riego, se evalúan las hectáreas a regar y el aporte de nutrientes.

En la etapa de ejecución del proyecto, como muestra el Esquema, se debe realizar el manejo y el control permanente de la salinidad y sodicidad del suelo, análisis sanitario y la evaluación económica del proyecto.

El Esquema sugiere la elaboración de una guía de manejo de AR para riego, con participación de la comunidad, la cual se debe capacitar y realizar un monitoreo y control ambiental.

4. DISCUSIÓN

El Esquema Metodológico plantea tener en cuenta dos condiciones para el desarrollo de proyectos de reutilización de AR domésticas tratadas para riego: las condiciones de la zona a cultivar y las de la PTAR; la FAO (2003) en el manual "Users Manual for Irrigation with treated wastewater", al igual que el Esquema Metodológico, tiene en cuenta la selección del método de riego y prioriza las estrategias para proteger la salud humana y el medio ambiente, medidas de control, aspectos socioculturales, legales, institucionales, económicos y el uso de los lodos.

En el Esquema, en la implementación del cultivo se propone realizar un análisis sanitario, lo que concuerda con las guías publicadas en 1989 por la UNEP y la OMS "Guidelines for the Safe Use of Wastewater and Excreta in Agriculture and Aquaculture" que hacen énfasis en la

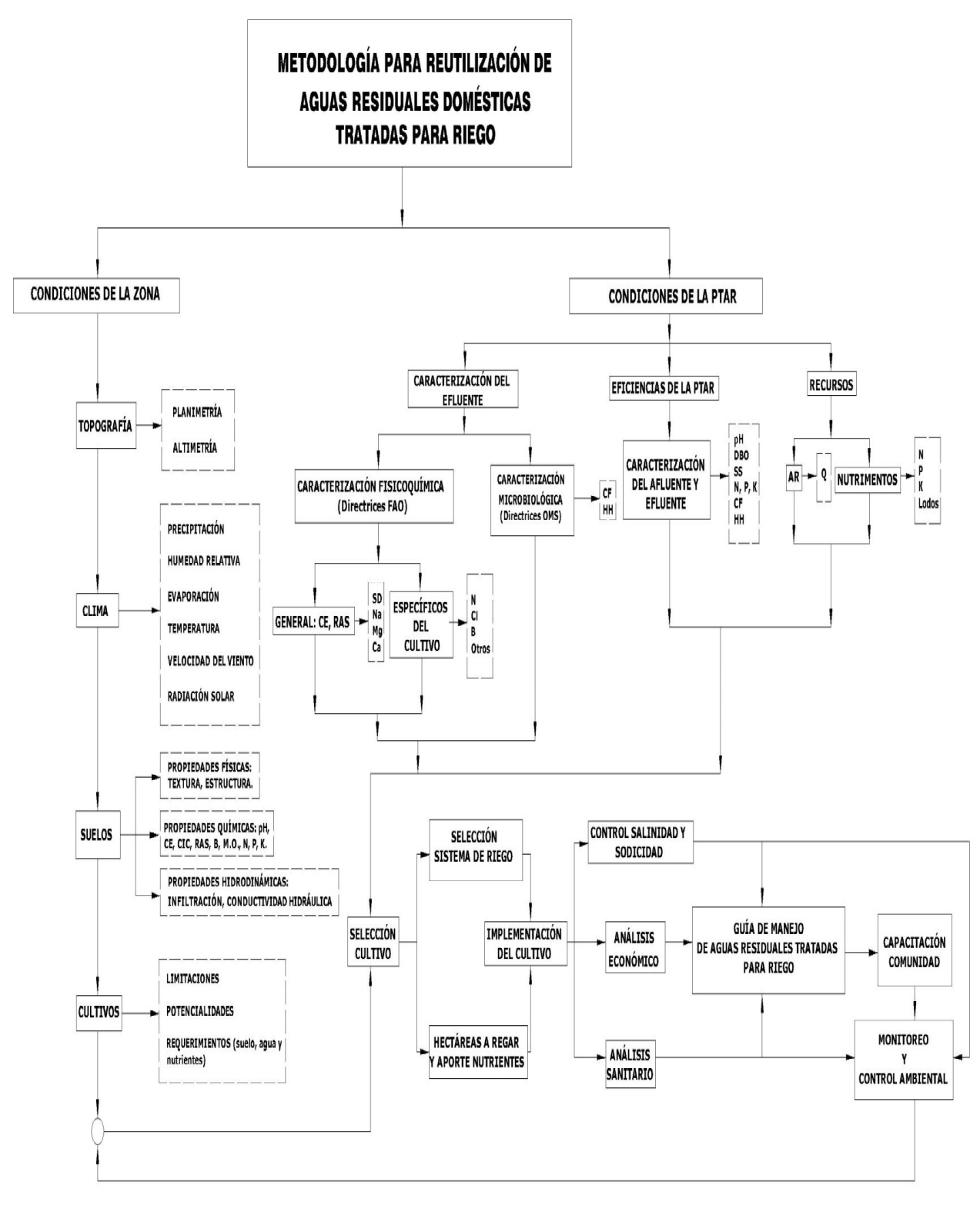


Figura 1. Esquema Metodológico para la reutilización de aguas residuales domésticas tratadas para riego.

protección ambiental y en la salud pública.

Se propone también, capacitación a la comunidad y un constante control ambiental, conceptos que concuerdan con los lineamientos dados en una publicación entre la OMS y la UNEP en el 2006 “Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater” que contempla aspectos políticos y de regulación.

Las anteriores guías y manuales coinciden con la propuesta de Esquema Metodológico y en él se quiere mostrar la reutilización como una solución al problema ambiental y aporte al sistema productivo de los cultivos; por ende, en éste se contempla el suelo como un agente filtrante que sirve de postratamiento para las AR domésticas, aportando al desarrollo sostenible.

5. CONCLUSIONES

La propuesta de Esquema Metodológico puede ser utilizada como mapa de navegación para la implementación de proyectos de reutilización de AR domésticas tratadas para riego y plantea tener en cuenta dos condiciones generales: las de la zona a cultivar y las de la PTAR.

El Esquema Metodológico sugiere tener en cuenta que el proyecto de irrigación no culmina con la implementación del cultivo, contemplando además el control ambiental y el componente socioeconómico como eje fundamental del éxito de los proyectos a mediano y largo plazo.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asano, T., Smith, R.G. y Tchobanoglous, G. (1990). Agua Residual Municipal: Tratamiento y Características del Agua Residual Regenerada. En: Mujeriego, R. Riego con Agua Residual Municipal Regenerada. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona. pp. 13-33.
- FAO. (1992). Wastewater Treatment and Use in Agriculture. FAO Irrigation and Drainage paper 47. pp. 2, 43:45, 49. Disponible en <http://www.fao.org/world/Regional/RNE/morelinks/Publications/English/Usersmanual-en.pdf>. Consultado: 15/02/2010.
- FAO. (1999). Wastewater Treatment and Use in Agriculture. Disponible en www.fao.org/docrep/T0551E/T0551E00.htm. Consultado: 18/10/2009.
- FAO. (2003). Users Manual for Irrigation With Treated Wastewater. Disponible en <http://www.fao.org/world/Regional/RNE/morelinks/Publications/English/Usersmanual-en.pdf>. Consultado: 15/02/2010.
- Hassanli, M. A., Ebrahimizadeh, M. A. y Beecham, S. (2008). The Effects of Irrigation Methods with Effluent and Irrigation Scheduling on Water Use Efficiency and Corn Yields in an Arid Region. *Agricultural Water Management*. pp. 93-99. Disponible en www.elsevier.com/locate/agwat. Consultado: 11/11/2009.
- OMS. (1989). Directrices Sanitarias sobre el Uso de Aguas Residuales en Agricultura y Acuicultura. OMS, Ginebra (Serie de informes técnicos 778). Disponible en <http://www.cepis.org.pe/eswww/fulltext/aguresi/direc/direct.html>. Consultado: 11/11/2009.
- Romero, J. y Aragón, R.A. (2010). Potencial de Reutilización del Efluente de la PTAR del Municipio Nátaga, Huila-Colombia, con Fines de Irrigación. Trabajo de grado, Universidad Surcolombiana, Neiva. 67 p.
- Rutkowski, T., Raschid, L. y Buechler, S. (2006). Wastewater Irrigation in the Developing World - Two Case Studies from the Kathmandu Valley in Nepal. *Agricultural Water Management*. p. 83-91. Disponible en www.elsevier.com/locate/agwat. Consultado: 18/10/2009.
- Sánchez, E., Ahmed, K. y Awe, Y. (2009). Análisis Ambiental de País. Banco Mundial, Bogotá. 16 p.
- WHO and UNEP. (2006). Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Graywater. Policy and Regulatory Aspects. WHO: Ginebra. Disponible en http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/gsuweg1/en/index.html. Consultado: 18/10/2009.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.