

1. Título y código del proyecto: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CUENCAS TOMANDO COMO BASE DE RESPUESTA LA UNIDAD ECOSISTÉMICA DEL RÍO DAVID. Proyecto I+D147-2005.

2. Equipo humano investigador (nombres, institución, dirección completa, teléfono, correo electrónico)

Investigadora principal: Dra. Viccelda María Domínguez (Universidad Tecnológica de Panamá, Avenida Ricardo J. Alfaro, Campus Víctor Levi Sasso; teléfono: 560-3032; viccelda.dominguez@utp.ac.pa)¹

Co-investigadores: MSc. Noriel Alfredo Franco ¹. Dra. Yolanda Águila (Universidad Nacional de Panamá; eaglesolpa@yahoo.com)²Estudiantes investigadores: Masiel Caballero¹, Mirthia González¹, Vianeth Mojica¹ y Xavier Rodríguez ¹

3. Año de inicio y estado de avance de la investigación (cierre estimado del proyecto, si aplica)

Inicio del proyecto: Junio de 2006
Duración: 36 meses
Cierre estimado del proyecto: Julio de 2009

4. Problema u objeto de la investigación (antecedentes, razones y objetivo por los cuales se está desarrollando su estudio).

Los ríos están sufriendo un constante deterioro debido al aporte de contaminantes cuyas fuentes de origen pueden ser identificadas fácilmente, conocidas como descargas puntuales; así como también por fuentes de difícil ubicación, conocidas como contaminación de origen no puntual o difusa. En distintas cuencas hidrográficas del territorio de la República de Panamá se utilizan miles de kilos de agroquímicos al año. En Chiriquí 872.73 km² del área utilizada para la actividad agropecuaria, registró para el año 2000, un consumo promedio de: 3,671 kilos y 13,628 litros de insecticidas; 3,583 kilos y 54,286 litros de herbicidas, 4,709 kilos y 18,244 litros de fungicidas. La situación actual y futura, implican una creciente presión sobre el río David, que sirve de fuente de abastecimiento de agua potable para una población de aproximadamente 124, 280 habitantes el 81.1 % del total de la población de la cuenca; el cuerpo lóxico también es utilizado como cuerpo receptor de las descargas de aguas residuales (doméstica, industrial y comercial) de la ciudad de David, 77,734 habitantes (Estadística y Censo, 2000). Por otra parte en la parte alta y baja de la cuenca, se realizan actividades agrícolas.

A partir de los antecedentes expuestos, el objetivo principal de este proyecto es investigar dos aspectos ambientales que interviene en la cuenca del río David (contaminación puntual y no puntual), las cuales pueden ser las principales causas de la calidad del agua en el río David, y por consiguiente de la salud de las personas que consumen agua de este cuerpo de agua. Por otra parte a partir de estos hallazgos, es posible aplicar medidas de gestión ambiental, para mejorar y conservar la calidad del agua para sus distintos usos, especialmente como fuente de abastecimiento de agua potable para la ciudad de David, y por ende mejorar la calidad de vida de la población de David.

5. Metodología empleada

La investigación se ha sustentado en la siguiente metodología:**Etapa I.** Un diagnóstico de la condición ambiental de la cuenca (Fuente no puntual). Para el diagnóstico de la cuenca se elaboraron mapas en ARC/View de uso y tipo de suelo. Elaboradas las cartas se creó una base de datos con los atributos de cada una; (curvas de nivel a 50 m), entre otras, esto permitió crear un Modelo de Elevación Digital (DEM), que a su vez al combinarlo con las cartas de uso de suelo, tipos de suelo, permitió calibrar un submodelo de balance hídrico, utilizando el Software, Herramienta para la evaluación de suelo y agua, por sus siglas en inglés SWAT (Soil and Water Assessment Tool). A partir del balance hídrico se crearon escenarios de contaminación no puntual en la cuenca. **Etapa II.** Un diagnóstico de la condición ambiental de la cuenca (Fuente Puntual). El diagnóstico de las fuentes puntuales dentro de la cuenca, se basó en la representación gráfica de las clases de calidad establecidas en la Normas Ambientales Secundaria de (Comisión Nacional del Medio Ambiente de Chile, CONAMA, 1997) (valores máximos y mínimos de los distintos compuestos para las aguas superficiales). Los mapas de calidad del agua se mostraron en gráficos de barras, presentando la clase de calidad obtenida para cada parámetro por estación de monitoreo. **Etapa III.** Diagnóstico socioeconómico de la cuenca: para tal efecto se levantó una encuesta en la cual se midieron, aspectos socioeconómicos; como actividad a la cual se dedican, rubros más importante en la cuenca, épocas de preparación de suelo, siembra y cosechas, uso de fertilizantes, pesticidas, herbicidas, y otros.

6. Aportes de su investigación (en su área o línea de investigación; resultados, productos o hallazgos hasta el momento y/o esperados; si aplica, conclusiones, recomendaciones o impactos)

Etapas 1 y 3. Diagnóstico de la contaminación no puntual y socioeconómico-ambiental de la cuenca. Se realizaron los muestreos de suelo en toda la cuenca, para la determinación de Textura, Conductividad Hidráulica y Conductividad Eléctrica, %

Humedad, Materia Orgánica, Porosidad, Densidad Real, Densidad Aparente, Roca Fragmentada, Carbono Orgánico y pH. Esta información es fundamental para la calibración del Modelo SWAT. Por otra parte se calibró el modelo hidrológico con un $R^2 = 0.80$, correlación favorable de acuerdo a Arnold (2002). Posteriormente se ejecutaron los escenarios de plaguicidas encontrados por cromatografía de gases en los monitoreos de calidad ambiental, estos plaguicidas son: dieldrin, lindano, 2,4-D, propanil, pendimetalina y endosulfán.

Por otra parte se realizó el Diagnóstico socioeconómico y sanitario de la cuenca, a través de la aplicación de una encuesta a 1285 viviendas (mayo 2007). Posteriormente se analizaron los resultados y se obtuvo el Diagnóstico socioeconómico y sanitario.

Etapa 2. Diagnóstico de la contaminación puntual. Basados en los resultados obtenidos, en los monitoreos realizados en los meses de diciembre de 2006, mayo de 2007 y octubre de 2007, se establece el Primer Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua del Río David (PMRD), como medida de Gestión ambiental para preservar la calidad de la misma. El criterio utilizado para determinar las clases de calidad fue la "Guía para el establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Aguas Marinas (NAS)" modificada (Departamento de Control de la Contaminación de la Comisión Nacional del Ambiente de Chile –CONAMA-, 2003) en ausencia de una norma o guía nacional. Tomando en cuenta la rivera derecha del río (donde se encuentran las principales descargas de aguas residuales del río), concluyendo, el tramo principal del río en su parte alta presenta una calidad 1 (agua apta para todos los usos) en su parte media una clase 1 y 2 (agua apta para la mayor parte de los usos, con algunas restricciones) y en su parte baja presenta clase 1 y 4 (agua no apta para consumo), indicativo de la evidente contaminación antrópica en la cuenca. Como productos se elaboraron 3 informes del Programa de Monitoreo (diciembre 2006, mayo de 2007 y octubre de 2007).

7. Difusión de los resultados de la investigación (si aplica; por ejemplo: publicaciones científicas, participación en congresos, páginas de internet, discos compactos, difusión por medios de comunicación, prensa, patentes, bases de datos disponibles al público u otro producto científico)

El proyecto ha presentado los siguientes trabajos en Congresos: Adaptación del modelo hidrológico SWAT a una cuenca tropical y volcánica de Panamá con Baja Disponibilidad de Datos. *XII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología. Panamá. Panamá (2008)*. Modelación hidrológica con escenarios de contaminación difusa, para la planificación ambiental en la cuenca del río David *I Congreso Internacional de Medio Ambiente. Cuenca. Ecuador (2007)*. Modelo de gestión de cuencas para la prevención y control de la contaminación por 2,4-D y MCPA. *XXX Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Punta del Este. Uruguay. Póster (2006)*. También tiene una tesis de Licenciatura en Ingeniería Ambiental sustentada en el año 2007 y otra tesis Licenciatura en Ingeniería Ambiental sustentada en el año 2008. El proyecto se encuentra en su fase final de elaboración de informe final y artículo científico para una revista indexada.

8. Fotografía (añada una foto o imagen del proyecto y una explicación breve de la misma; los derechos de propiedad intelectual permanecen con el investigador/proyecto).



Fotos. (a) Equipo de trabajo del proyecto, (b) estudiantes investigadores en uno de los puntos de muestreo de calidad del agua del río David (Ciudad de David, 2007).