Análisis, Diseño e Implementación de un Sistema que Permita el Análisis Comparativo de Concentraciones de Pesticidas Solubles y Nutrientes que Inciden en la Calidad del Agua en una Cuenca Hidrográfica

Rosales, Luis; Salgado, Robinson; Zúñiga, Jessica; Loor, Marcelo MBA.
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC)
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador
{lrosales,rsalgado,jszuniga}@fiec.espol.edu.ec

Resumen

Usualmente los agricultores utilizan sustancias químicas en sus cultivos para lograr que la cosecha crezca y se mantenga en perfecto estado, una de aquellas sustancias son los pesticidas o también llamados plaguicidas utilizados para matar, repeler, regular organismos vivientes. Estas sustancias son absorbidas por el suelo, llegando así a las fuentes de consumo de agua de las poblaciones aledañas afectando la salud de los habitantes y al mismo tiempo contaminando el medio ambiente [1].

La aplicación de los pesticidas en los cultivos no tiene ningún control por parte de las autoridades pertinentes teniendo como resultado la contaminación del agua.

El Sistema de Administración de Datos y Ejecutor AGNPS para Cuencas Hidrográficas - SADECH proveerá de una herramienta para analizar en múltiples escenarios el porcentaje de pesticida encontrado en una Cuenca Hidrográfica utilizando el Modelo de Contaminación para Fuentes Agrícolas no Puntuales.

Por medio de este sistema se podrá realizar un estudio para medir el grado de afectación que tendrá una Cuenca Hidrográfica debido a la irrigación de pesticidas en los campos de cultivo, proveyendo así un control que permitirá la autorización de permisos para aplicación regulada de los pesticidas.

Palabras claves: *pesticidas, calidad del agua, AGNPS, contaminación, cuenca hidrográfica, irrigación, cultivo.*

Abstract

Usually farmers use chemicals on their crops to ensure that the crop grows and is maintained in perfect condition, one of those chemicals or pesticides are used pesticide known to kill, repel, regular living organisms. These substances are absorbed by the ground, reaching to sources of drinking water for nearby populations to affect the health of the habitants, while polluting the environment [1].

The application of pesticides on crops has no control by the authorities resulting in water pollution. Management System and Data for Watershed AGNPS Executor - SADECH provide a tool to analyze multiple scenarios in the percentage of pesticides found in a watershed using the Model for Pollution Agricultural nonpoint sources.

Through this system will carry out a study to measure the degree of impact that will have a catchment area due to irrigation of pesticides in crop fields, thus providing a control allowing the authorization of permits for application of regulated pesticides.

1. Introducción

En los cultivos se suele fumigar pesticidas de forma periódica para el control de plagas, convirtiendo de esta forma a la agricultura como la principal fuente no puntual de contaminación del agua. Debido a que los cultivos, de manera general, se encuentran en sectores lindantes a cuencas hidrográficas, el control de la aplicación de los mismos es necesario para reducir la contaminación del agua, puesto que este recurso vital es utilizado por las poblaciones rurales quienes no poseen de otra fuente para cubrir sus necesidades [1].

En el Ecuador las entidades encargadas para otorgar los permisos de fumigación y aplicación de químicos en plantaciones carecen de mecanismos que permitan evaluar el grado de afectación de sus decisiones.

Lo anterior ha motivado la realización de estudios orientados a mejorar la calidad del agua, como el efectuado por el Dr. David Matamoros en su tesis doctoral "Predicting River Concentrations of Pesticides from Banana Plantations under Data-Poor Conditions". El Dr. Matamoros utiliza en su investigación la herramienta AGNPS, la cual permite evaluar los efectos contaminantes que son el resultado de la incorrecta aplicación de químicos en los cultivos aledaños a una cuenca hidrográfica, aplicando para este fin el Modelo de Contaminación de Fuentes Agrícolas No Puntuales (AGNPSPM) [1].

De la misma forma, y siguiendo con el estudio de los efectos de las concentraciones de pesticidas solubles y nutrientes que inciden en la calidad del agua en la Cuenca del Chaguana (Prov. de El Oro), Msc. Indira Nolivos presenta su tesis doctoral “Sistema de soporte a la decisión para la cuenca del río Chaguana en Ecuador”, utilizando nuevamente esta metodología para obtener resultados que conlleven a la administración de los plaguicidas de forma más eficiente.

2. Objetivo General

Facilitar el análisis de escenarios que involucran la variación de factores físicos, químicos y biológicos que afectan la calidad del agua.

3. Objetivos Específicos

- Analizar el AGNPSPM y el AGNPS, este último sirve para ejecutar el AGNPSPM.
- Diseño de un Modelo E-R (Entidad Relación) que soporte los datos que necesita y arroja el AGNPS.
- Extracción, Transformación y Carga de Datos de archivos livianos (usa el AGNPS) al Modelo E-R.
- Diseñar y desarrollar una herramienta que permita la ejecución, registro y comparación de múltiples instancias del modelo AGNPSPM.

4. Alcance

Este proyecto de tesis inicialmente será aplicado al caso de estudio la cuenca hidrográfica del río Chaguana, ubicada en la provincia de El Oro. El sistema será implantado como un prototipo funcional para la validación del modelo AGNPS, en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar.

5. Justificación

Actualmente el modelo AGNPSPM usa un editor AGNPS para crear y configurar archivos .INP, los cuales sirven de entrada de datos para el modelo. El editor presenta limitaciones en la retroalimentación para los estudios de los posibles escenarios, ya que los datos simulados son almacenados en archivos planos y tampoco tenía una interfaz amigable para el usuario[4].

El sistema resultante de este proyecto de tesis, denominado SADECH - Sistema de Administración de Datos y Ejecutor AGNPS para Cuencas Hidrográficas, tiene una interfaz de usuario mejorada para modificar archivos .INP y almacenar datos por versión (escenarios) los cuales se encuentran ligados a una base de datos relacional.

El modelo de la base de datos relacional de SADECH almacena los datos de entradas utilizados para la ejecución del AGNPS y los resultados proporcionados por la herramienta. La información almacenada engloba todo lo relacionado al manejo y control de pesticidas aplicados a una cuenca hidrográfica. Los datos resultantes son obtenidos a través del uso de los modelos de contaminación empleados por AGNPS, en cuyo caso se involucra módulos para la transformación de datos brutos a variables normalizadas de acuerdo a los requerimientos del modelo [2] [3].

Las personas expertas en evaluar el efecto de las decisiones tomadas acerca de la aplicación adecuada de pesticidas y el control relacionado con los solubles y nutrientes que impactan en una cuenca hidrográfica podrán contar con la ayuda de SADECH para realizar varias simulaciones modificando datos importantes o necesarios de esta forma analizar las variaciones existentes sobre el estado de cada una de las variables involucradas en el estudio de la cuenca.

El experto realizará varias simulaciones para poder analizar los datos y obtener conclusiones, los resultados serán almacenados convirtiéndose en una versión, por lo tanto un mismo experto contará con varias versiones.

El sistema provee una interfaz gráfica para la manipulación y/o administración de los datos, a través de un mapa geográfico de la cuenca hidrográfica, facilitando de manera visual, la ubicación de los cultivos.

Los datos resultantes de SADECH servirán para el análisis que se realizará como parte de la tesis "Análisis, Diseño e Implementación de un Sistema de Información Geográfica aplicando el Modelo de Contaminación de Fuentes Agrícolas No Puntuales (AGNPSPM) y de un modelo Bayesiano que permita ponderar el impacto de la aplicación de pesticidas en sectores aledaños a una Cuenca Hidrográfica - COPECH".

6. Implementación

Los procedimientos utilizados para el desarrollo del sistema son:

- Estudio del AGNPS como herramienta para evaluar los efectos de contaminación sobre una cuaca hidrográfica [4].
- Revisión de los datos utilizados por el AGNPS para obtener resultados.
- ETL (Extract, Transform, Load) Extracción, Transformación y Carga de Datos de archivos de texto plano (Archivos livianos) al modelo relacional.
- Determinación de la administración de datos que nos permitirá realizar el estudio de pesticidas.
- Desarrollo de una interfaz amigable para la administración de los datos y la ejecución del modelo de contaminación AGNPS.
- El sistema ser desarrollado utilizando software libre.
- Para el desarrollo del sistema se utiliza Netbeans como IDE de desarrollo haciendo uso de java como lenguaje de programación, MySql y Postgres como bases de datos. Además de la utilización de WINE para poder ejecutar aplicaciones Windows sobre Unix y una librería grafica (JFREECHART) para la implementación de gráficos estadísticos.

7. Resultados

Con este Proyecto se logrará proveer a las Entidades Municipales y Expertos involucrados en el análisis de contaminación de agua, un mecanismo confiable, eficaz y automatizado que soporta a sus decisiones para causar el mínimo impacto nocivo sobre alguna cuenca hidrográfica debido a la incorrecta irrigación de químicos sobre zonas aledañas a dicha Cuenca.

8. Costo de implementación

Para la implementación del sistema:

Tabla 1. Costos de Implementación

Licencias de Software	Ninguna, se usaran herramientas y software bajo la licencia GPL.
Hardware	3 computadoras para desarrollo y pruebas.
	1 Servidor para alojamiento de base de datos.

9. Conclusiones

- La mejora de la Interacción Hombre Máquina le facilita el trabajo al usuario.
- Para tener una mejor administración de los datos es recomendable el uso de una base de datos.
- El AGNPSPM es un modelo matemático robusto aunque el ejecutor AGNPS que embebe al modelo sea legado y generé algunos inconvenientes mejor relatados en las recomendaciones.
- El Modelo E-R facilitó la lectura de los datos involucrados en la ejecución del modelo, que son de uso para el análisis comparativo de instancias.

10. Agradecimientos

Agradecemos a todos los catedráticos que a lo largo de nuestra trayectoria académica contribuyeron a nuestra formación y en especial a nuestro director de tesis, Ing. Marcelo Loor, quien fue un mentor, gracias por sus enseñanzas. A nuestros padres, por su apoyo y comprensión infinita, por todos sus consejos, regaños y castigos que de seguro lo hicieron con todo el amor para formarnos como seres integrales.

11. Referencias

[1] “Predicting River Concentrations of pesticides from banana plantations under data-poor conditions.” Por el Doctor David E. Matamoros Camposano.

[2]AnnAGNPS - Input File specifications. (28 de Marzo del 2005).

[3]AnnAGNPS - Output File specifications. (28 de Marzo del 2005).

[4]AGricultural Non-Point Source Pollution Model, United States Department of Agriculture, <http://www.wsi.nrcs.usda.gov/products/w2q/h&h/tools_models/agnps/index.html>.