

MODELIZACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO ASOCIADA A PLAGUICIDAS COMO UNA MODIFICACIÓN DEL MÉTODO DEL INSTITUTO BATELLE – COLOMBUS

Agustín Leiva Pérez
Joffre Andrade Candell

Docentes investigadores Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de
Manabí Manuel Félix López

Sonia Elisa Peñafiel Acosta
Carmen del Rocío Zavala Navarrete
Eduardo Antonio Muñoz Jácome

Docentes investigadores Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Abstract

The study dealt on the design and the application of a mathematical model for the determination of the soil quality, associated to pesticides of more common use. The pattern consisted on an extensive modification of the Index of Water Quality developed by Institute Batelle Columbus, USA, to be applied to the soil (Index of Soil Quality Associated to Pesticides, ISQAP), in relation with pesticides. A wide group of values of concentrations of these compounds was used and, once proven the adjustment of the pattern to the same ones, it was proceeded to apply it using concentrations obtained data for agricultural soils of the Caluma low part, Bolivar county, Ecuador. The results demonstrated an Index average value of 42%, indicative of an Environmental Quality Level around 0.61; this is, "bad"; being recommended the amplification of the study to other areas of the studied microcuenca, as well as to others in those that is suspected of an indiscriminate pesticides employment, as well as the socialization of this work among the territory farmers population, propitiating their motivation in the good use of these compounds.

Keywords: Soil quality, microcuenca, pesticides, environmental quality level

Resumen

El estudio trató sobre el diseño y la aplicación de un modelo matemático para la determinación (modelización) de la calidad del suelo, asociada a los plaguicidas de uso más común. El modelo consistió en una modificación extensiva del Índice de Calidad del Agua del Instituto Batelle Columbus, EUA, para ser aplicado al suelo (Índice de Calidad del Suelo Asociado a Plaguicidas, ICASUEP), atendiendo a los plaguicidas organoclorados, organofosforados, carbamatos y piretroides. Se utilizó un conjunto amplio de valores de concentraciones de estos compuestos y, una vez comprobado el ajuste del modelo a las mismas, se procedió a aplicarlo empleando datos obtenidos de concentraciones en suelos agrícolas de la parte baja del cantón Caluma, provincia de Bolívar, Ecuador. Los resultados demostraron un valor medio del Índice de 42%, implicativo de un Nivel de Calidad Ambiental de 0.61; es decir, “mala”; recomendándose la ampliación del estudio a otras áreas de la microcuenca bajo estudio, y a otras en las que se sospeche del empleo indiscriminado de plaguicidas, así como la socialización de este estudio entre la población de agricultores del territorio, propiciando motivación en la utilización óptima de estos compuestos.

Palabras clave: Calidad del suelo, microcuenca, plaguicidas, nivel de calidad ambiental

INTRODUCCIÓN

El suelo es uno de los tres macro recursos naturales que cuenta con un menor número de estudios en cuanto a la medición de su calidad ambiental, a diferencia del agua y la atmósfera. El presente estudio aborda la ampliación del modelo del Instituto Batelle – Columbus, diseñado y aplicado especialmente para el recurso agua, proponiéndose una ecuación o modelo, específicamente dirigido a la evaluación de la calidad ambiental del suelo, en particular en lo que se refiere a plaguicidas, organoclorados, organofosforados, carbamatos y piretroides (Ver fórmulas químicas en el Anexo).

El cantón se ubica en la cuenca hidrográfica del río Pita, el cual nace en las inmediaciones de la cordillera de los Andes, entre los 1°35” de latitud Sur y los 79°11” de longitud Oeste. Se encuentra a 57 km al Oeste de Guaranda (capital provincial) y a 150 km al Norte noreste de Guayaquil.

La investigación se desarrolló en un área de 100 ha de la parte baja del cantón Caluma, eminentemente agrícola, donde predominan suelos de cenizas recientes, arcillosas, tienen presencia de andesita, basaltos y diabasas. Son suelos amarillos, rojos, pardo rojizo o pardo, negros, suaves, pesados y esponjosos. Según su pendiente, se utilizan para cultivar café, cacao, plátano, pastos, maíz, banano, cítricos, papa y naranja.

principalmente empleándose variados tipos de plaguicidas como son los organoclorados, organofosforados, carbamatos y piretroides. El término "plaguicida" es una palabra compuesta que comprende todos los productos químicos utilizados para destruir las plagas o controlarlas. En la agricultura, se utilizan herbicidas, insecticidas, fungicidas, nematocidas y rodenticidas. Los efectos ecológicos de los plaguicidas en el agua están determinados por los criterios Toxicidad, Persistencia y, Productos degradados y destino ambiental (Frederich, 2010).

El suelo puede acumular ciertas cantidades de plaguicidas, debido principalmente a su uso desmedido en actividades agrícolas, que pueden movilizarse hacia los recursos agua y aire, pudiendo ser causa de daños a la salud humana, a la fauna y a la flora territoriales.

Los valores analíticos determinados, según el análisis de un amplio conjunto de datos, para los cuatro tipos de plaguicidas estudiados, órganos clorados, órgano fosforados, piretroides y carbamatos, colocados en orden de peligrosidad toxicológica y ambiental, así como los valores porcentuales para la evaluación del modelo ICASUEP, aparecen en el Anexo 3 (Leiva, 2010). La ecuación del modelo es como sigue:

$$ICASUEP = \frac{\sum_{i=1}^n C_i P_i}{\sum_{i=1}^n P_i}$$

Los objetivos de la investigación fueron modelizar la calidad del suelo asociada a plaguicidas como una modificación del método del Instituto Batelle – Columbus; comprobando el ajuste del modelo a los datos obtenidos.

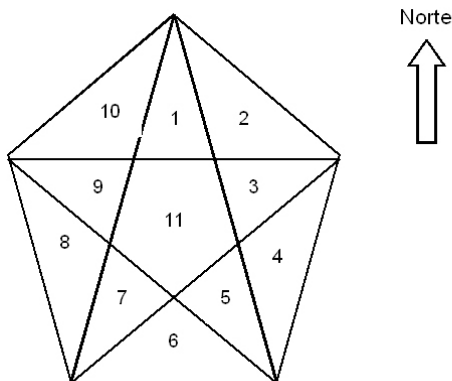
MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales empleados para la determinación de las concentraciones de plaguicidas en las muestras de suelo fueron los que se encuentran en el laboratorio de análisis y que están asociados con las técnicas empleadas:

- Para *organoclorados* y *piretroides*: PEE – P/01; descrito en Analytical Methods for Pesticides, Plant Growth Regulators and Food Additives, de G. Zweig. Consiste en un análisis instrumental realizado por cromatografía de gases con detector de captura de electrones (ECD).
- Para *organofosforados*: PEE – P/01; descrito en Analytical Methods for Pesticides, Plant Growth Regulators and Food Additives, de G. Zweig. Consiste en un análisis instrumental realizado por cromatografía de gases con detector fotométrico de llama pulsada (PFPD).

- Para *carbamatos*: EPA Método 531.1; consiste en cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) acoplada con detección UV/Vis, fluorescencia y espectrometría de masas.

El muestreo se realizó formando un pentágono abarcador del 85% del área seleccionada, 100 ha de la mencionada zona del cantón Caluma, obteniéndose 11 puntos de muestreo, según la Figura 2, cuyas coordenadas UTM centrales son 9819600 Norte y 691500 Este, en las inmediaciones de la Comunidad Guayabal, preparándose las correspondientes soluciones del suelo con cada una. Se realizaron tres repeticiones para cada punto de muestreo tomando calicatas a los 15 cm de profundidad.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 3 se muestran los resultados obtenidos para cada una de las muestras según los plaguicidas organoclorados (OC), organofosforados (OF), piretroides (PIR) y carbamatos (CAR), con los correspondientes valores medios, desviaciones estándar, coeficientes de variación, cifras del ICASUEP y los valores del Nivel de Calidad Ambiental (NCA) asociados.

Cuadro 3. Resultados obtenidos.

TIPO DE PLAGUICIDA MUESTRA	OC (mg/dm ³)	OF (mg/dm ³)	PIR (mg/dm ³)	CAR (mg/dm ³)	ICASUE P (%)	NCA
1	0.0600	0.0620	0.0237	0.0057	44.43	0.64
2	0.0671	0.0536	0.0263	0.0069	41.64	0.60
3	0.0697	0.0530	0.0280	0.0073	40.11	0.58
4	0.0640	0.0682	0.0199	0.0075	36.20	0.53
5	0.0763	0.0635	0.0141	0.0081	36.10	0.53
6	0.0614	0.0623	0.0195	0.0052	45.79	0.65
7	0.0612	0.0692	0.0211	0.0051	45.54	0.65
8	0.0748	0.0662	0.0263	0.0047	47.56	0.67
9	0.0722	0.0553	0.0275	0.0068	41.37	0.60
10	0.0666	0.0555	0.0182	0.0062	43.24	0.62
11	0.0715	0.0543	0.0207	0.0067	40.76	0.59
MEDIA	0.0624	0.0558	0.0208	0.0059	42.07	0.61
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	0.0058	0.0061	0.0044	0.0011	3.73	0.05
COEFIC. DE VARIACIÓN (%)	9.31069	10.9918 4	21.2278 2	18.4048 0	8.87	7.82

Se aprecia que el Nivel de Calidad Ambiental del suelo del área agrícola seleccionada tiene una media de 0,61 con una baja variabilidad en las mediciones de 8%. Si se tiene en cuenta el criterio de que el ambiente puede ser evaluado según la siguiente consideración:

EVALUACIÓN AMBIENTAL	NCA
100 ≥ NCA > 0,90	Excelente
0,90 ≥ NCA > 080	Bueno
0,80 ≥ NCA > 0,70	Regular
0,70 ≥ NCA > 0,50	Malo
NCA ≤ 0,50	Muy malo

Se colige que la calidad ambiental media del suelo estudiado puede ser evaluada como de “mala”, al alcanzar el NCA un valor medio de 0.61. Este resultado se corresponde con el encontrado por Zabala 2011 en otros sectores de la microcuenca considerada, empleando también, el criterio del NCA asociado al modelo ICASUEP, lo cual permite corroborar la utilidad del mismo en la evaluación de la calidad de los suelos relacionada con los cuatro tipos principales de plaguicidas, ya mencionados.

CONCLUSION

Ha quedado comprobado el ajuste del modelo de calidad ambiental del suelo (ICASUEP) con base en la metodología del Instituto Batelle – Columbus, el cual puede ser aplicado en la evaluación de este importante parámetro, con una confiabilidad satisfactoria.

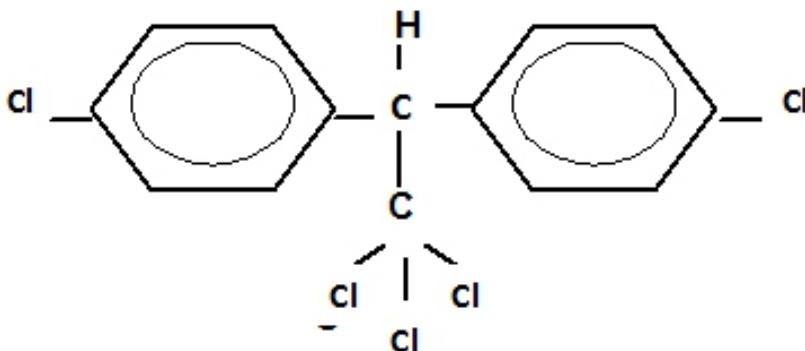
Al ser aplicado el modelo ICASUEP, a un caso de estudio dado, parte de la microcuenca del río Pita, del cantón Caluma de la provincia de Bolívar, se obtuvieron resultados denotativos de una calidad del suelo evaluada como “mala” (0,61), asociada a la presencia de plaguicidas organoclorados, organofosforados, carbamatos y piretroides.

References:

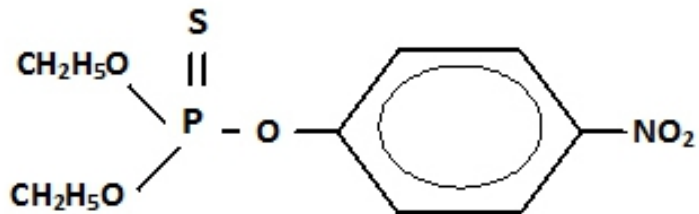
- Frederich, G.W. (2010). *Pesticides in Environment*. JWPCF, Vol. II, No. 1, New York, USA.
- Leiva, A. 2010. *Libro de la Asignatura “Enfoque de Sistema en la Modelización Ambiental”*. Escuela de Ingeniería en Gestión Ambiental, Facultad de Ciencias Ambientales, UTEQ. Quevedo, Ecuador.
- Leiva, A. 2011. *Texto Guía de la Unidad de Aprendizaje “Usos del Agua y Normativa de Calidad”*. Escuela de Ingeniería en Gestión Ambiental, Facultad de Ciencias Ambientales, UTEQ. Quevedo, Ecuador.
- Leiva, A. y otros. 2011. *Modelización de la calidad del suelo asociada a plaguicidas como una modificación del método del Instituto Batelle – Columbus*. I Congreso Internacional “Economía, Medio Ambiente y Sostenibilidad de los Recursos Naturales. UTEQ. Quevedo, Ecuador.
- Zabala, C. R. 2011. *Análisis de la influencia de los pesticidas en el suelo y agua de la microcuenca del río Guano, cantón Guano, de la provincia Chimborazo*. Tesis de Maestría en Administración Ambiental. Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

ANEXO

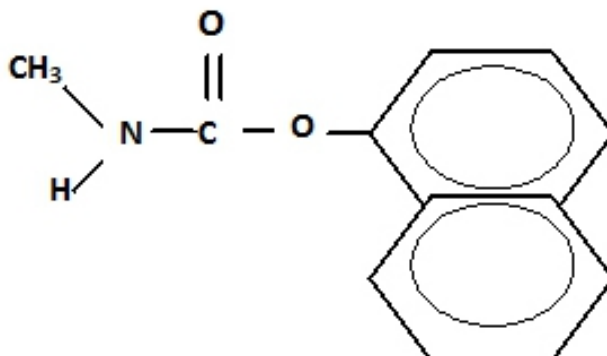
Estructura química de un plaguicida organoclorado (DDT).



Estructura química de un plaguicida organofosforado (Paratión).



Estructura química de un plaguicida carbamato, derivado del ácido carbámico (Servín).



Estructura química de un plaguicida piretroide (Fenvalerato).

