



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

EVALUACIÓN DEL NIVEL DE CONCENTRACIÓN RESIDUAL DE INSECTICIDAS EN SUELOS DE RESTINGA PARA EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN EL DISTRITO DE YARINA COCHA DE LA REGIÓN UCAYALI 2014⁽¹⁾

Bach. Néstor Seijas Valderrama
e-mail: nestor_seijas@hotmail.com
Ing. Héctor Manuel Campos Amasifuén
e-mail: hmcahfs@gmail.com

RESUMEN:

PALABRAS CLAVE: Límites Máximos Residuales, Carbamato, Organofosforado, Suelos, Restinga.

ABSTRACT:

The research was installed at 08 ° 21'11.4 "south latitude and 74 ° 33'06.7" W, with an altitude of 154 meters in Annex Pacacocha, Yarinacocha district, Coronel Portillo province of Ucayali department. Currently overwhelmingly agricultural commodities are produced under so-called conventional farming methods. This includes a pest control strategy based on high use of synthetic pesticides as the only way to deal with pests, weeds and diseases. The stated goal was to identify the types of insecticides based on carbamates and organophosphates and evaluate the residual effect on soil levee district Yarinacocha of the Ucayali region. For this experiment Randomized Complete Blocks Design with three treatments and three (03) repetitions was used; Experimental units were 60 square meters each. They Evaluated residual insecticides amount of carbamates and organophosphates type of soil after harvest of maize; and agronomic characteristics of the crop. In light of the results reveals: A.) Maximum Residual Limits (<0.01 mg / kg) obtained in the laboratory do not exceed the established range for both methomyl to methamidophos; which allows us to infer and are considered non-contaminated

maize areas as the case Pacacocha area soils. Probably the method used for the detection of active ingredients, was not suitable. B.) If it is difficult to estimate the environmental damage in the chemical industry is equally difficult in a soil sample. C.) in the crop yields were not significant statistically. D.) However, it is relevant to note that the risk exists, the mere fact of using chemicals such as insecticides, since they have a residence time in the soil depending on the type of compound or the characteristics of the soil. E.) Partial budget analysis indicates not recommend the use of chemicals to control pests in maize. Resulting negative economic differences using insecticides evaluated; ie with the control (no chemical pest control) improved net profits are obtained.

Keywords: *Maximum Residual Limits, carbamate, organophosphorus, Soils, Alluvial.*

1 INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores problemas que enfrenta el mundo industrializado de hoy es la contaminación de los suelos, aguas subterráneas, sedimentos, aguas superficiales y aire con productos químicos tóxicos y peligrosos. A pesar de que en la actualidad muchos gobiernos han tomado en cuenta esta situación, y han surgido documentos regulatorios para reducir o eliminar la producción y entrada al ambiente de estos reactivos químicos, ya ha ocurrido una severa contaminación en el pasado y seguirá ocurriendo en el futuro. La acumulación de

⁽¹⁾ Tesis para optar el Título de Ingeniero Ambiental



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

evidencias ha hecho que los esfuerzos se concentren en una categoría de sustancias denominadas contaminantes orgánicas persistentes, mejor conocidos como COP's. Desde principios de la década de los ochenta, investigadores nacionales y de otros países iniciaron estudios sobre los niveles de COP en diferentes escenarios, además se han negociado acuerdos en el seno de la Comisión de Cooperación Ambiental de América del Norte, para la implementación de Planes de Acción Regional (PARAN), y se iniciaron diversas acciones de gestión y regulación.

A medida que crece la población mundial aumenta también la necesidad de mantener la capacidad de producción del suelo. La obtención de la cantidad adecuada de alimentos requiere el uso de plaguicidas para alcanzar y mantener un equilibrio entre las especies vegetales deseadas y sus competidores.

Sin embargo, estos compuestos químicos utilizados en agricultura llegan en general al suelo, ya sea directa o indirectamente, y originan problemas de polución y contaminación. Como consecuencia, algunos investigadores del medio ambiente opinan que el uso de plaguicidas en agricultura debe ser reducido o prohibido, a causa del riesgo de la retención de estos compuestos por las cosechas y suelos y de su posterior incorporación a la cadena de alimentos. Por otro lado, investigadores en agricultura argumentan que el uso continuado de grandes cantidades de plaguicidas es esencial para alcanzar rendimientos máximos. Una alternativa razonable a estas dos opiniones extremas debe ser el conseguir un mejor conocimiento de la evolución de los plaguicidas en el suelo, es decir, de los procesos que afectan a estos compuestos y de la implicación de los mismos en su persistencia y bioactividad. Con este conocimiento el impacto ambiental del uso de

un plaguicida en agricultura podría ser evaluado más exactamente.

La gran variedad en las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos y la diversidad de ambientes en que ellos se encuentran y en los que los plaguicidas son utilizados, hace que sean necesarios grandes esfuerzos en investigación. Por otra parte, la complejidad de las interacciones entre el suelo y los distintos plaguicidas añadidos al mismo es un tema de gran importancia práctica aun cuando complicado desde un punto de vista científico.

Al estudio de los procesos que afectan la evolución de los plaguicidas en el suelo y preferentemente a la ADSORCIÓN POR LA FRACCIÓN COLOIDAL, como proceso fundamental, va dedicado este trabajo.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 MATERIALES

Para el presente experimento se utilizó el Diseño Block Completo Randomizado con tres (3) repeticiones; las unidades experimentales fueron de 60 metros cuadrados cada una.

El lugar estuvo ubicado a 08°21'11.4" latitud sur y 74°33'06.7" longitud oeste, con una altitud de 154 msnm en el Anexo Pacacocha, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo del departamento de Ucayali.

2.2 MÉTODOS

El método de la investigación consistió en la observación directa con toma de datos para reportar la información que permitió realizar análisis estadístico paramétrico y no paramétrico; según sea el caso. Posteriormente se realizó el método deductivo que permitió concatenar los resultados facilitando la formulación de las conclusiones.

El instrumento donde se registraron los datos resultantes fue el registrador de la Cromatografía líquida de alta eficacia o High performance liquid chromatography

⁽¹⁾ Tesis para optar el Título de Ingeniero Ambiental



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

(HPLC). También se la denomina a veces Cromatografía líquida de alta presión o High pressure liquid chromatography (HPLC).

3 RESULTADOS

En el cuadro 01, se muestran los resultados obtenidos del laboratorio en suelos;

Cuadro 01. Características físicas del suelo en estudio.

Componente	Cantidad
Arena (%)	18
Arcilla (%)	30
Limo (%)	52
Clase Textural (clasificación U.S.D.A.)	Franco-Arcillo-Limosa
pH	5.96
Conductividad eléctrica (dS/m)	0.51
Punto de Marchitez (gr Agua/cm ³ Suelo)	0.17
Capacidad de Campo (gr Agua/cm ³ Suelo)	0.33
Densidad Aparente (g/cm ³)	1.31
Saturación (gr Agua/cm ³ suelo)	0.51
Conductividad Hidráulica (cm/hr)	0.50
Agua Disponible (lt Agua/dm ³ suelo)	0.17
Agua Disponible (mm Agua/mt suelo)	166.98

Fuente: AGQ Labs & Technological Services 2014.

En el cuadro 02, se muestran los resultados de análisis químicos del suelo.

Cuadro 02 Características químicas del suelo.

Componente	Nivel	Referencia	Unidad
Caliza Activa	0.35	16	Por ciento
Materia Orgánica	2.21	4	Por ciento
Calcio de cambio	6.34	20	meq/100g
Magnesio de cambio	1.55	10	meq/100g
Potasio de cambio	0.17	5	meq/100g
Sodio de cambio	0.02	5	meq/100g
Nitrógeno	2070.7	3000	mg/Kg
Fósforo	8.6	140	mg/Kg
Calcio	13.98	25	meq/100g
Magnesio	3.33	8	meq/100g
Potasio disponible	0.4	2	meq/100g
Sodio disponible	0.16	2	meq/100g
Hierro	98.1	25	mg/Kg
Cobre	6.36	5	mg/Kg
Boro asimilable	1	4	mg/Kg
C/N	6.18	20	
Ca/Na	89.5	16	

En el cuadro 03 se muestran los resultados de los análisis sobre concentración de insecticidas de las muestras de suelos.

Cuadro 03. Concentración Residual de insecticidas en muestras de suelos.

Tratamiento	Muestra	Parámetro	Resultado
Metamidofos (T0)	Después	Metamidofos	< 0.01
Metamidofos (T2)	Antes	Metamidofos	< 0.01
Metamidofos (T2)	Después	Metamidofos	< 0.01
Methomyl	Antes	Metomilo	< 0.01
Methomyl	Antes	Tiodicarb	< 0.01
Methomyl (T0)	Después	Metomilo	< 0.01
Methomyl (T0)	Después	Tiodicarb	< 0.01
Methomyl (T1)	Después	Metomilo	< 0.01
Methomyl (T1)	Después	Tiodicarb	< 0.01

4 DISCUSION DE RESULTADOS

Concentración Residual de insecticidas.

Los niveles de concentración de insecticidas determinados por el laboratorio AGQ indican valores menores a los Límites de Determinación (Límite Máximo Residual), lo cual nos infiere el suelo no ha sido contaminado por la aplicación de los insecticidas. Cabe indicar, a fin de minimizar la contaminación entre tratamientos se ha previsto la separación de las unidades experimentales cada 5 metros. Por tanto la contaminación del suelo por insecticidas debe ser considerado desde un punto de vista más general.

Un factor importante para conocer su peligro potencial de contaminación del suelo es conocer la movilidad del insecticida después de su aplicación en el cultivo, debido a la influencia que ocasiona sobre el equilibrio de adsorción de los insecticidas; debido al papel de las arcillas (30 %) y a la materia orgánica (2.21 %) por ser coloidales y tener altas cantidades de intercambio catiónico efectiva (8.06 meq/100 gr suelo). La adsorción de insecticidas por suelos cargadas negativamente sobre la arcilla o materia orgánica podría ocurrir por atracción dipolar-dipolar, puentes de hidrógeno o enlaces iónicos. Si los insecticidas

(1) Tesis para optar el Título de Ingeniero Ambiental



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

catiónicos son retenidos, por lo tanto para suelos con estas características se requiere una mayor cantidad de producto dado que una parte es adsorbida por el complejo arcillo-húmico del suelo quedando inactivo. Aunque se ha demostrado que las diferentes texturas del suelo no influyen en la retención de contaminantes hidrofóbicos, la textura arenosa del suelo y la ausencia de materia orgánica asociada facilita el drenaje del agua, reduciendo las fuerzas de adsorción y capilaridad.

La estructura química de los insecticidas también determina su índice de adsorción. Es importante señalar, además que en la época de desarrollo vegetativo del cultivo las condiciones de humedad del suelo se van acentuando, por tanto es más probable que el insecticida se adsorba cuando estén secos.

El pH del suelo registrado (5.96) nos indica un suelo medianamente ácido; a medida que la acidez del suelo aumenta se acentúa la adsorción del insecticida.

Por tanto, los factores que provocan la adsorción de los insecticidas son el contenido de arcilla, el contenido de materia orgánica, gran polaridad de la molécula del insecticida y naturaleza catiónica de las moléculas del insecticida.

Cabe indicar que la adsorción regula la tendencia del insecticida a quedar retenido en el suelo. Si el coeficiente de adsorción del plaguicida es pequeño, indica una alta movilidad.

Estructura del suelo evaluado, Composición Física.

La densidad aparente del suelo (1.31 gr/cc) es un buen índice del grado de compactación, los suelos con texturas más livianas suelen dar valores más altos.

El límite superior de almacenamiento de agua o Capacidad de Campo del suelo

evaluado es de 0.33 gr de agua/cm³ de suelo, considerado alto, teniendo en cuenta que el punto de marchitez es de 17 gr de agua/cm³ de suelo; es decir, la reserva de agua es 16 gr de agua/cm³ de suelo. El drenaje es más rápido en los suelos arenosos en comparación con los suelos arcillosos. Después de un tiempo, el rápido drenaje se hace insignificante y en ese punto, la humedad del suelo se denomina "capacidad de campo." El punto de marchitamiento permanente se define como el contenido de humedad del suelo en el que la planta ya no tiene la capacidad de absorber agua del suelo haciendo que la planta se marchite y muera si agua adicional no es proporcionada.

Composición nutricional.

La concentración de caliza (0.35 %) nos indica que no deben esperarse problemas, la caliza activa no afecta la disponibilidad de otros elementos minerales. El alto contenido de materia orgánica (2.21 %) tiene un efecto muy beneficioso sobre el complejo de cambio y la estructura del suelo. Sin embargo, presenta deficiencias en fósforo, potasio y alto contenido de hierro (lo cual explicaría el pH 5.96, medianamente ácido del suelo).

Costo promedio de siembra y resiembra para una hectárea de maíz.

Teniendo en cuenta la línea de base para la siembra del maíz amarillo duro de S/. 75.00, se adicionan gastos de resiembra, lo cual significa gasto adicional de 19.8 % para el testigo, 284.4 % para el tratamiento Carbamato y 207.17 % para el Tratamiento Organofosforado. Lo cual nos permite inferir, para poder obtener beneficios económicos se tendría que incrementar los rendimientos en

⁽¹⁾ Tesis para optar el Título de Ingeniero Ambiental



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

aproximadamente 600 kg./ha. Teniendo en cuenta que los insecticidas no son agentes que incrementen considerablemente la producción y el ataque de plagas (insectos) no es estadísticamente significativo en la producción final del maíz; es pertinente recomendar el no uso de insecticidas en el manejo agronómico del maíz. El resumen de Presupuesto Parciales corrobora estas afirmaciones, donde se calculó beneficios netos de los tratamientos evaluados son menores frente al Testigo.

Análisis estadístico.

De los cinco caracteres agronómicos evaluados no se observó diferencias estadísticas significativas en Resiembra, Incidencia de Plagas, Peso de Mazorca, Peso de Grano a la cosecha en la Parcela y Rendimiento por hectárea, resultando el tratamiento con Carbamato con mayor valor promedio en el rendimiento final del experimento.

5 CONCLUSIONES

- Los Límites Máximos Residuales (< 0.01 mg/kg) obtenidos en el laboratorio no superan el rango establecido, tanto para metomil como para metamidofos; lo cual nos permite inferir y se consideran suelos no contaminados en áreas maiceras como el caso del área de Pacacocha. Probablemente el método usado para la detección de ingredientes activos, no fue el más adecuado.
- Si resulta difícil calcular el daño ambiental en una industria química resulta igual de difícil en una muestra de suelo.

- Los rendimientos en el cultivo no fueron significativos estadísticamente.
- No obstante, es relevante observar que el riesgo existe, al solo hecho de utilizar productos químicos como los insecticidas, dado que tienen un periodo de permanencia en el suelo según sea el tipo de compuesto o las características del mismo suelo.
- El análisis del Presupuesto Parcial señala no recomendar el uso de agroquímicos para el control de plagas en el cultivo de maíz. Resultando diferencias económicas negativas mediante el uso de los insecticidas evaluados; es decir, con el testigo (sin control químico de plagas) se obtienen mejores utilidades netas.

6 RECOMENDACIONES

- La mayoría de los daños que pudieran causar al suelo no son inmediatos sino graduales y acumulativos por esta razón se debe tener presente que tenemos que educar al agricultor en el uso de los insecticidas.
- La comunidad científica de promover las producciones orgánicas así como combatir las plagas de manera orgánicas.
- Se recomienda probar otros tipos de análisis como el de analizar a las fracciones coloidales que pudieran haber adsorbido el contaminante utilizado, y poder seguir generando conocimiento respecto a las consecuencias de contaminación en los suelos por insecticidas.

⁽¹⁾ Tesis para optar el Título de Ingeniero Ambiental



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

7 BIBLIOGRAFIA

1. ALBERO, B., SÁNCHEZ-BRUNETE, C. Y TADEO, J.L. (2001) Determinación de residuos de pesticidas en la miel mediante la dispersión de la matriz en fase sólida y cromatografía de gases con detección por captura de electrones. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Departamentocd Uso Sostenible del Medio Natural, Madrid, Spain *Journal of AOAC International* 2001, 84(4), 1165–71.
2. ALBERO, B., Sánchez-Brunete, C. Y TADEO, J.L. (2003) Determinación de pesticidas organofosforados en zumos de frutas mediante dispersión de la matriz en fase sólida y cromatografía de gases *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2003, 51(24), 6915–21.
3. Alfaro, C. R. 2012. Metodología de Investigación Científica Aplicado a la Ingeniería. Universidad Nacional del Callao. Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica. Instituto de Investigación de la Facultad De Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Callao, Perú.
4. Andrades, R. M. 2012. Prácticas de Edafología y Climatología. Universidad de la Rioja; Servicio de Publicaciones.
5. Badii, M. H.; Varela, S. 2008. Insecticidas Organofosforados: Efectos sobre la Salud y el Ambiente. Universidd Autónoma de Nuevo León. México. Año 5, N° 28.
6. CABRIA, F. N., et al.. 2012. Génesis, Clasificación y Cartografía de Suelos. Fascículo I: Directivas para la Descripción de Perfiles de Suelo. Universidad Nacional de Mar Del Plata; Facultad de Ciencias Agrarias.
7. COMISIÓN EUROPEA (2008). Dirección General de Sanidad & de los Consumidores. Nuevas normas sobre residuos de plaguicidas en los alimentos. Setiembre del 2008.
8. Crosara, A. 2006. Practivo2: Color del Suelo. Universidad de Granada; Departamento de Edafología y Química Agrícola. Extremadura, España.
9. Chavarría, N. A. y Carlosvelo L. D. 2010. Aproximación en la Clasificación de un Suelo Basada en su Color. En la Huerta La Semilla (Namiquipa, Chihuahua). Facultad de Ciencias Agrotecnológicas/Universidad Autónoma de Chihuahua. Abril–Junio 2010.
10. Domínguez, J. S. et al. 2012. Sistema de Notación Munsell y CIELab como herramienta para evaluación de color en suelos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* Vol.3 Núm.1 1 de enero – 29 de febrero, 2012 p. 141–155.
11. Estrada L.; Morales A.; Rivas J. 2007. Tecnologías de Información Geográfica y Agricultura de Precisión (TIGAP); Informe Final Hacienda “La Chola”. Ecuador, 2007.
12. FAO. 2009. Guía para la descripción de suelos. Cuarta edición. Traducido y adaptado al castellano por Ronald Vargas Rojas (Proyecto FAOSWALIM, Nairobi, Kenya-Universidad Mayor de San Simón, Bolivia).
13. Fitzpatrick E. A.; Senior Lecturer in Soil Science University of Aberdeen. Suelos su formación, clasificación y distribución, 1985.
14. Fundación Chile. 2011. Manual de Recomendaciones Cultivo de Maíz Grano. Unidad Cropcheck Chile – Alimentos y Biotecnología. Santiago, Chile.
15. GOREU. (2012). Plan de Desarrollo Regional Concertado 2011–2021.
16. Gregor J. D. et al. 2008. Uso de Insecticidas: Contexto y Consecuencias

⁽¹⁾ Tesis para optar el Título de Ingeniero Ambiental



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

- Ecológicas. Rev Peru Med Exp Salud Pública. 2008; 25.
17. HERNANDO, J. C. y LÓPEZ, A. L. 2007. Degradación de suelo por contaminación y su repercusión en la salud humana. Departamento de Edafología de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Farmacia y Académico. Madrid España.
 18. Huamanchumo de la Cuba, C. 2013. La Cadena de Valor de Maíz en el Perú. Diagnóstico del estado actual, tendencias y perspectivas. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2013. Lima, Perú.
 19. Kaplán, A. et al. 2011. Guía para la Descripción e Interpretación del Perfil de Suelo.
 20. Moreno–Villa, D. E., et al. 2012. Análisis de Piretroides en Suelo y Agua de Zonas Agrícolas y Urbanas de los Valles del Yaqui y Mayo. Rev. Int. Contam. Ambie. 28 (4) 303–310, 2012. Mexico.
 21. MINISTERIO DEL AMBIENTE. 2014. Guía para Muestreo de Suelos. En el marco del Decreto Supremo N° 002–013–MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo.
 22. MDY. 2014. Plan de Desarrollo Concertado del Distrito de Yarinacocha 2014 – 2023. Cesar Basilio Ingunza.

⁽¹⁾ Tesis para optar el Título de Ingeniero Ambiental