



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

**“CONTAMINACIÓN DE LOS SUELOS
AGRÍCOLAS PRODUCIDO POR EL
INSECTICIDA FURADAN 4F EN EL DISTRITO
DE PAUCARTAMBO – CERRO DE PASCO”**

PRESENTADO POR LA BACHILLER

MADELEY MELISSA CUTIMANGO CENTENO

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL**

LIMA - PERÚ

2017

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente A DIOS, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los logros y momentos difíciles que me han enseñado a mirar y valorar la vida cada día más.

A mis padres ROLANDO Y DORA, por haberme educado y por demostrarme siempre su cariño y su apoyo incondicional.

A mis hermanos, gracias por el apoyo moral y la confianza que siempre nos hemos tenido, fueron los que me motivaron seguir adelante y lograr este objetivo.

Madeley Melissa Cutimango Centeno.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento:

A nuestra alma mater, la Universidad Alas Peruanas y en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental por permitirme ser parte de esta institución y de un grupo de triunfadores.

RESUMEN

En el presente trabajo se determinó la **contaminación de los suelos agrícolas producido por el insecticida furadan 4f en el distrito de Paucartambo – Cerro de Pasco**, el cual nos indicara el grado de contaminación que se generara usando dicho insecticida, para ello se evaluó el nivel y efectos del uso del insecticida además de determinar el grado de contaminación producido por el insecticida Furadan 4f. Para cuantificar el grado de contaminación se verifico la cantidad de comercialización a nivel nacional del Furadan 4f, el uso tanto líquido y seco en el lugar, la concentración que se utiliza en el suelo y la correlación en adsorción y desorción del insecticida, concluyendo que el uso del insecticida es alto y está afectando al ambiente en el distrito de Paucartambo – Pasco, el cual sus efectos secundarios y colaterales son muy perjudiciales en los suelos agrícolas.

El estudio ha demostrado entonces que el uso de dicho insecticida furadan 4f es alto y el cual sus efectos son considerados, para ello se debe de realizar un control de su uso para que este se modere y analizar otro producto que cumpla con las mismas funciones, y realizar capacitación y sensibilización a la población para que desarrollen una mejor cultura del uso de los agroquímicos.

La autora.

ABSTRACT

In this paper pollution of agricultural soils produced by the furadan insecticide 4f in the district of Paucartambo was determined - Cerro de Pasco, which will indicate the degree of pollution that is generated using this insecticide, for which the level was assessed and effects of use of the insecticide and to determine the degree of pollution produced by Furadan insecticide 4f. To quantify the degree of contamination the amount of marketing was verified to the Furadan 4f national level, the use of both liquid and dry place, the concentration used in the ground and correlation adsorption and desorption of insecticide, concluding that insecticide use is high and is affecting the environment in the district of Paucartambo - Pasco, which his side and side effects are very harmful in agricultural soils.

The study has now shown that the use of the insecticide furadan 4f is high and that their effects are considered, for it is due to perform control their use for this is moderate and analyze another product that fulfills the same functions, and conduct training and awareness to the people to develop a better culture of the use of agrochemicals.

The author.

INTRODUCCIÓN

Un problema que causa mucha atención y preocupación en las zonas rurales que por su uso desmedido causa contaminación y secuelas en el ambiente al realizar la fumigación con insecticidas. Se considera en las zonas agrícolas que es bueno conocer la utilización de pesticidas, sus características tales como composición química, grado de toxicidad, a sabiendas de su permanencia en el medio ambiente, es probable que sea necesario implementar, investigar, dar soluciones y capacitar con respecto a los pesticidas.

Los métodos estándares de análisis de suelos desarrollados en los países industrializados son bastante complicados y podrían estar fuera de alcance por carencia de recursos físicos y humanos de las ciudades medianas y pequeñas que abundan en América latina.

Actualmente, el alto uso de plaguicidas en el Perú, ponen cada vez más de manifiesto la necesidad de contar con medios apropiados para desarrollar una agricultura sustentable.

Entre los muchos problemas que origina una inadecuada manipulación del insecticida es falta de cultura ambiental de la población, y el desarrollo económico acelerado.

El presente trabajo de investigación se basó en los lineamientos del sistema IMRYD (Introducción, material-método, resultados y discusión), la presente investigación tuvo como finalidad: Determinar el grado de contaminación producida por el insecticida Furadan 4F (sustancia activa carbofuran) en los suelos agrícolas de la localidad de Paucartambo, así como determinar el tiempo de permanencia del insecticida furadan 4f en los suelos agrícolas y medio ambiente, conocer el efecto que causa en los seres humanos en la manipulación del insecticida, conocer los riesgos socios ambientales del

manejo inadecuado del suelo agrícola y determinar la potencialidad que tiene el uso del insecticida en los suelos agrícolas.

El empleo de materiales y métodos ayudó a la aplicación del diseño y tipo del estudio de la metodología de la investigación, llevada en el distrito de Paucartambo, provincia de Pasco en la que se recolectó datos para luego obtener resultados y discutirlos. Finalmente, las consecuencias obtenidas y las recomendaciones establecidas que sean alcanzadas para mejorar la gestión ambiental de la zona en estudio, y la continuidad de la investigación en los aspectos que ayudarían a contribuir al desarrollo de la población y calidad de vida y prevención de enfermedades.

El presente estudio tiene el siguiente contenido:

Aspectos iniciales: Carátula, dedicatoria, agradecimiento, índice e introducción.

Contenido temático:

- Capítulo I: Planteamiento del problema.
- Capítulo II: Marco teórico – Conceptual.
- Capítulo III: Marco metodológico.
- Capítulo II: Representación de resultados.

Aspectos complementarios: Conclusiones, sugerencias, referencias bibliográficas y anexos.

Todo ello es parte de esta investigación que se espera tenga la acogida y atención debida, así como se espera las recomendaciones de quienes tienen a bien leer el presente documento.

La autora.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
INTRODUCCIÓN	v
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS	x

CAPÍTULO I

PLANEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	11
1.1.1. Caracterización del problema.....	11
1.1.2. Definición del problema.....	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.2.1. Problema general.....	15
1.2.2. Problemas específicos	15
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
1.3.1. Objetivo general.....	15
1.3.2. Objetivos específicos.....	15
1.4. IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	17

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO REFERENCIAL.....	18
2.1.1. Antecedentes de investigación.....	18
2.2. MARCO LEGAL.....	25
2.2.1. Normas del Parlamento Andino.....	25
2.2.2. Norma nacional.....	25
2.3. MARCO CONCEPTUAL.....	25

2.4.	MARCO TEÓRICO.	35
2.4.1.	Plaguicidas.	35
2.4.2.	Plaguicidas orgánicos más importantes.	37
2.4.3.	Compuestos organofosforados.	38
2.4.4.	Formulación y métodos de aplicación.	42
2.4.5.	Industrialización de plaguicidas.	47
2.4.6.	Ventajas e Inconvenientes del uso de los plaguicidas.	49
2.4.7.	Evolución de los plaguicidas en el suelo.	52
2.4.8.	Adsorción.	53

CAPÍTULO III

METODOLÓGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.	TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN.	60
3.1.1.	Tipo de la Investigación.	60
3.1.2.	Nivel de la Investigación.	60
3.2.	MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN.	60
3.3.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.	60
3.4.	FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS.	61
3.4.1.	Hipótesis general.	61
3.4.2.	Hipótesis específicas.	61
3.5.	VARIABLES.	61
3.5.1.	Variable independiente.	61
3.5.2.	Variable dependiente.	61
3.5.3.	Variables intervinientes.	62
3.6.	COBERTURA DEL ESTUDIO DE LA INVESTIGACIÓN.	62
3.6.1.	Universo.	62
3.6.2.	Población.	62
3.6.3.	Muestra.	62
3.6.4.	Muestreo.	62
3.7.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.	63
3.8.	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.	63

CAPÍTULO IV
ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE
RESULTADOS

4.1.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	64
4.1.1.	Resultados parciales.....	64
4.1.2.	Resultados generales.....	68
4.2.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	72
	CONCLUSIONES.....	73
	RECOMENDACIONES	74
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA Nº 1: Comercialización a nivel nacional de Furadan.....	64
TABLA Nº 2: Uso en estado seco o líquido en 5 años.....	66
TABLA Nº 3 Concentración en suelos	67
TABLA Nº 4: Comercialización a nivel nacional de Furadan.....	68
TABLA Nº 5: Uso seco y líquido – Paucartambo	69
TABLA Nº 6: Concentración en suelos	70
TABLA Nº 7: Correlación en adsorción y desorción Concentración de Furadan	71

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO Nº 1: Mapa Político de la Provincia de Paucartambo	11
GRÁFICO Nº 2: Comercialización del Furadan	65
GRÁFICO Nº 3: Cantidades usadas en 5 años	66
GRÁFICO Nº 4: Concentraciones del furadan 14C y furadan frio.....	67
GRÁFICO Nº 5: Comercialización a nivel nacional.....	68
GRÁFICO Nº 6: Usos en Paucartambo	69
GRÁFICO Nº 7: Concentraciones del furadan en el suelo.....	70
GRÁFICO Nº 8: Correlación de la concentración del furadan.....	71

CAPÍTULO I

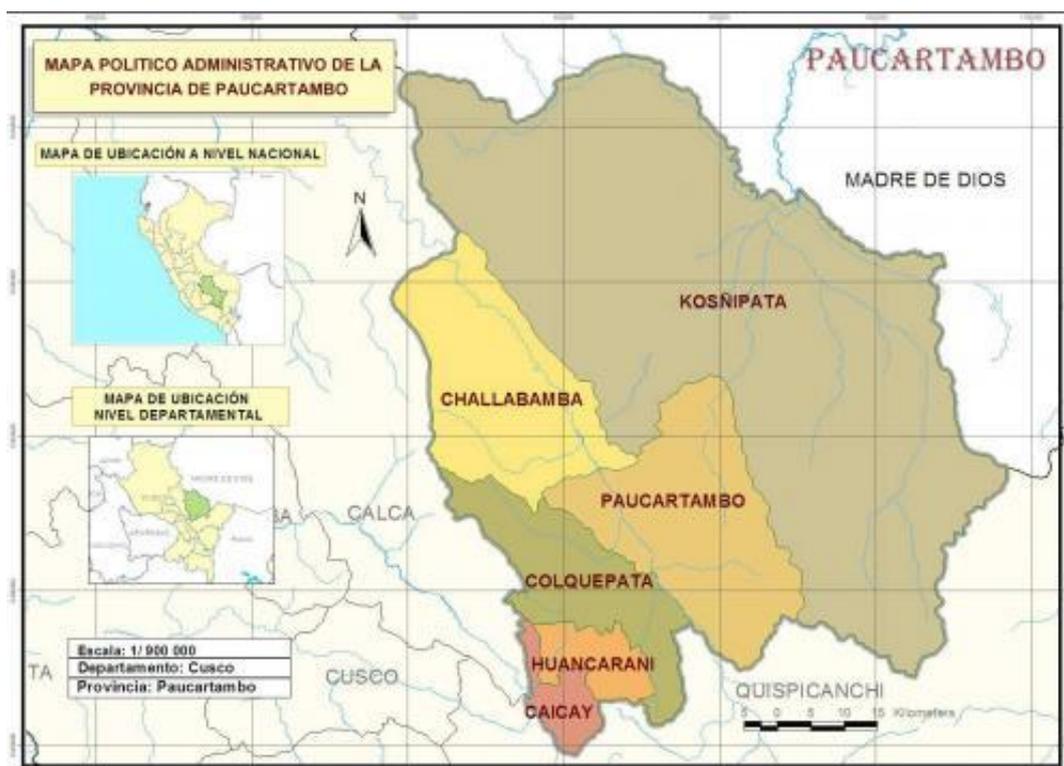
PLANEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.

1.1.1. Caracterización del problema.

Paucartambo se encuentra ubicado a 96 km. De distancia de la provincia y región de Pasco. En la sierra central del Perú, al este de la cordillera entre los paralelos 09°31'022" de latitud sur y los meridianos 74°09'26" y 76°44'11" de latitud oeste.

**GRÁFICO N° 1:
Mapa Político de la Provincia de Paucartambo**



El distrito de Paucartambo conocido como el “valle agrícola e Hidroenergético”, gracias a la presencia de sus variedades de flora, fauna, abundante fuente de recursos hídricos con que

cuenta en esta parte de nuestro territorio, que privilegian en una atractiva zona muy significativa para los pobladores, turistas y otras razones que están dadas en sus diferentes pisos ecológicos como de las regiones: Yunga, Quechua, Puna o Jalca y Selva Alta o Rupa-Rupa con que cuenta en esta parte del país. Presenta una extensión territorial de 704,83 km, que representa el 14.81% del departamento de Pasco que se atribuyen y posee los cinco pisos ecológicos de las regiones geográficas y naturales del Perú. De las cuales son terrenos apropiados para el cultivo de la agricultura, y también para los pastizales que son apropiados para la ganadería.

Se perciben seis zonas más o menos diferenciados, entre la primera zona hasta la tercera zona ubicada entre 1385 y 2979 m.s.n.m. (Pampa Hermosa a Yarguay), de topografía agreste con grandes pendientes, el clima es semicálido y húmedo con vientos fuertes que se transportan desde el oriente amazónico, los suelos van desde ácidos a neutros excepcionalmente de 4.0 a 7.0 pH (2), predominando los suelos ácidos. El tipo de actividad agrícola es de una agricultura intensiva con cultivos anuales y perennes como el café, granadilla, yuca, camote, maíz, rocoto entre otros.

Por otro lado, las zonas ubicadas entre los 3034 a 3486 m.s.n.m. (San Francisco a Cochambra) se aplica una agricultura estacional con una variedad de cultivos anuales como maíz, oca, olluco, arveja entre otros. Los suelos en estas zonas son moderadamente ácidos (5.6 a 6.0 pH), ligeramente ácido (6.1 a 6.5 pH) (2) y en algunos lugares son neutros. La topografía es variable desde llanos, ondulados y con pendientes. El clima es templado con vientos moderados. Finalmente las zonas que comprenden desde los 3508 a 4192 m.s.n.m. la agricultura

también es estacional donde predomina principalmente el cultivo de papa, se aplica una agricultura estacional supeditada a los periodos lluviosos. Los suelos en esta zona son fuertemente ácidos (<5.5 pH) (2), la topografía es ondulada con pendientes ligeras y cerros, el clima es frígido con presencia de heladas, escarchas, granizadas y nevadas, con vientos fuertes.

En las zonas ubicadas desde 1385 a 3486 m.s.n.m. la degradación de los suelos es considerable, debido a la intensa actividad agrícola de acuerdo a la clasificación de los suelos por la capacidad de uso en la clase III y IV (clasificación del sistema americano).

En las zonas semicálido, la tala y quema de bosques condicionan a la fuerte erosión hídrica, eólica, hombre y animales.

En las zonas templadas existe alta degradación de los suelos agrícolas, debido a las malas prácticas agrícolas y empleo discriminado de agroquímicos, siendo la erosión otros factores que vienen siendo degradados en las zonas de laderas, el cual hace que los principalmente por las malas prácticas agrícolas.

Por estos problemas ya templado de líneas arriba nos conlleva a la pérdida acelerada de suelos agrícolas, a la vez provocándonos la escasez de alimentos, la pérdida de hábitat natural importante para la sociedad y el medio de ambiente de la zona de Paucartambo a ello es importante su análisis y estudio técnico de forma urgente para la conservación de un recurso importante, llamando la atención a las autoridades competentes para la aplicación de una gestión sostenible asegurando el aspecto económico, social y ambiental.

1.1.2. Definición del problema.

Se entiende como plaguicida a los compuestos que evitan, eliminan o controlan cualquier plaga, considerando a las que pueden producir enfermedades humanas o de animales, estas especies de plantas o animales que causan daño e interfieren cualquier otra forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos. A los plaguicidas usados en relación a las actividades agrarias los denominamos agroquímicos. Los pesticidas químicos se utilizan desde 1950 como un milagro de la ciencia para enfrentar a los problemas de plagas. Sin embargo el uso cotidiano de estos químicos ha provocado una crisis de la agricultura, pues daña el ecosistema, afecta los recursos naturales, y perjudica la salud de las comunidades rurales y de los consumidores urbanos. La búsqueda de la productividad a corto plazo por encima de la sustentabilidad ecológica, practicada en las últimas décadas, ha dejado un saldo a nivel mundial de contaminación y envenenamiento donde el pretendido remedio universal ha resultado peor que la enfermedad.

El distrito de Paucartambo en la región Cerro de Pasco no es ajena a este abuso en el uso de los agroquímicos.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

1.2.1. Problema general.

¿Qué grado de contaminación produce el insecticida FURADAN 4F (sustancia activa carbofurano) en los suelos agrícolas de la localidad de Paucartambo?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles es el nivel de uso del insecticida FURADAN 4F en los suelos agrícolas y en el medio ambiente del distrito de Paucartambo - Pasco?
- ¿Qué efectos tiene el uso del insecticida en los suelos agrícolas del distrito de Paucartambo - Pasco?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.3.1. Objetivo general.

Determinar el grado de contaminación producido por el insecticida FURADAN 4F (sustancia activa carbofuran) en los suelos agrícolas de la localidad de Paucartambo).

1.3.2. Objetivos específicos.

- Determinar el nivel de uso del insecticida Furadan 4f en los suelos agrícolas y en el medio ambiente en el distrito de Paucartambo - Pasco.
- Determinar las potencialidades que tiene el uso del insecticida en los suelos agrícolas.

1.4. IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.

El distrito de Paucartambo conocido como “el Valle Agrícola e Hidroenergético”, gracias a la presencia de sus variedades de flora, fauna y a la vez influye de manera sustancial la humedad del ambiente gracias al abundante fuente de recursos hídricos con que cuenta en esta parte de nuestro territorio, que privilegian en un atractivo zona muy significativo para los pobladores, turistas y otras razones que están dadas en sus diferentes pisos ecológicos, geográficamente en una especie de gran cañón o una quebrada en algunos de sus zonas accidentadas ricas en recursos hidrobiológicos donde abundan plantas silvestres y cultivadas todo esto gracias a la riqueza de su naturaleza.

El territorio del distrito de Paucartambo tiene una mayor extensión territorial de 704.83 km, que representa el 14.81% del territorio del departamento de Pasco que se distribuyen y posee los cinco pisos ecológicos de las regiones geográficas y naturales del Perú. De las cuales son terrenos apropiados para el cultivo en la agricultura, y también para el cultivo de los pastizales que son apropiados para la ganadería.

La presente investigación se desarrolla con la necesidad de contribuir la preservación y conservación de un recurso potencialmente importante para el desarrollo de la sociedad, definidas en líneas arriba. En el sentido de adoptar estrategias y cambios en el manejo y aprovechamiento del suelo agrícola actual, para lo cual es necesario conocer la incidencia del insecticida, para identificar, analizar y restaurar los suelos agrícolas de la localidad de Paucartambo y evitar una degradación acelerada que conlleva a la eliminación de los animales beneficiosos que se encuentra en el suelo, un buen porcentaje de la población que se dedica a la agricultura, por ese motivo mejorar el suelo agrícola y evitar el uso inadecuado del insecticida,

ayudando a buscar alternativas que mejoren la calidad de su producción, así como disminuyendo su efecto contaminante en el suelo (erosión y pérdida de fertilidad).

De esta manera asegurar el futuro sostenible de más 18.000 habitantes que se verán fortalecidos en el desarrollo y comprometidos en la sostenibilidad que exige la prevención de los riesgos económicos, y socio ambientales locales y globales (calentamiento global, desertificación, pérdida de biodiversidad, etc).

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.

- Apoyo de autoridades, por los intereses económicos que develan el problema.
- Recursos financieros para evaluar integralmente los suelos.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO REFERENCIAL.

2.1.1. Antecedentes de investigación.

Castillo, Alicia E. Rojas Y Otros (2002) en la tesis “Metodologías usadas para la determinación de Carbofuran (2, 4-dihidro-2,2-dimetilbenzofuran-7-il metilcarbamato) en muestras de distinto origen”, presentadas en la UNNE – Argentina. Presenta las siguientes conclusiones:

- Los distintos métodos que se pueden utilizar para determinar carbamatos obedecen a la conciencia de investigador tanto en materia de eficiencia, calidad y costos, como en las características de la muestra con la que se trabaja.
- De acuerdo a las consideraciones aportadas por las distintas técnicas, se concluye que en la actualidad existe una tendencia generalizada al uso de los biosensores por la rapidez y niveles de detección, si se tiene en cuenta que en algunos casos la sensibilidad resulta equivalente a los métodos convencionales cromatográficos y de espectrometría de masa.
- Son ampliamente conocidos los riesgos que ofrece el uso de los compuestos utilizados como plaguicidas y las recomendaciones que se afectan para su adecuado manejo (OMS, FAO), como así también la realidad de su empleo en volúmenes importantes y en condiciones en general deficientes en términos de protección de las personas que manipulan los mismos, de animales tanto domésticos como

silvestres y del medio ambiente, lo cual se ve agravado por fallas o deficiencias en el control del comercio y uso de estos productos.

- Es abundante la literatura sobre los efectos perjudiciales que acompañan a las acciones beneficiosas de estos productos a favor de la producción de alimentos y protección de la salud, tales como accidentes fatales, enfermedades crónicas e impactos negativos sobre los ecosistemas tanto terrestres como acuáticos. Estos efectos derivan de la toxicidad de los principios activos (biácidas) y de la persistencia de algunos compuestos en el suelo, agua, y aun en animales, posibilitando su introducción en la cadena trófica acompañada de fenómenos de biomagnificación en algunos casos, como por ejemplo ocurre con el DDT.
- Es también actual la discusión sobre la conveniencias y los riesgos del uso de plaguicidas, que constituyen dilema que enfrenta entre otros a ecologistas y conservacionistas con productores e industriales, de forma tal que continua como una cuestión abierta al debate frente a la creciente demanda de alimentos de origen natural.

Flores, Víctor y Otros (2009) en la tesis “El uso de plaguicidas en la producción hortícola en el área de influencia de la ciudad de Corrientes” presentadas en la Facultad de Cts. Exactas y Naturales y Agrimensura – UNNE. Se alcanza las siguientes conclusiones:

- Los suelos de la Isla de pascua (27.9° S, 109,27°O) presentan un 29,45 % de uso agrícola, las que superan sobradamente los requerimientos de suelos con uso agrícola, para la isla. Predominan los cultivos hortofrutícolas para lo cual se utiliza habitualmente plaguicidas como medida de

combatir las plagas y obtener un buen rendimiento de los cultivos.

- La constante aplicación de plaguicidas principalmente de insecticidas y fungicidas de marcas comerciales como Tañaron, Decís, Dimetoato y Bravo, son aportes continuos a los suelos. Una proporción importante de la masa aplicada sobre los cultivos no llega al blanco, pudiendo ser movilizado hacia otros compartimientos del medio ambiente, donde los eventos de precipitación sumados a las características físicas del lugar favorecían la lixiviación.
- Para estimar el posible impacto ambiental de los plaguicidas usados en la agricultura, se propuso determinar cuáles son aquellos plaguicidas que están siendo empleados mediante una encuesta predial. Se determinó la concentración que presentan los productos químicos en el suelo junto con las características fisicoquímicas de los suelos y de esta manera se estimó la contaminación ambiental de estos plaguicidas. Se generó una matriz para valorar el riesgo de cada uno, considerando su toxicidad, carga y frecuencia de uso. Los plaguicidas considerados de mayor riesgo obtenido fueron metamidofos (Tamaron), Dimetoato y clorotalonil (Bravo).

Edmunds Gorman, Tahira Alexandra, (2009) en la tesis “Estimación de la Contaminación Ambiental por plaguicidas en suelos Agrícolas de la Isla de Pascua, V Región”, presentado en la Universidad de Chile. Presenta las siguientes conclusiones:

- Mediante un método sencillo y de bajo costo basado en la inhibición de la actividad de las colinesterasas sérica y eritrocítica, se detectó la presencia de plaguicidas organofosforados y/o carbamatos en lechuga (*Lactuca sativa*), culantro (*Coriandrum sativum*) y apio (*Apium*

graveolens) obtenidos de las ferias del Agricultor del Valle Central de Costa Rica.

- El porcentaje de inhibición de las colinesterasas se relaciona con la cantidad de plaguicida presente en el vegetal. El 13 % del total de muestras analizadas resultaron ser positivas por estos plaguicidas al utilizar colinesterasa sérica como indicador y el 33% al utilizar colinesterasa eritrocítica. El lavado y el cocinado de los vegetales para ambas colinesterasas no causan mayor efecto en la eliminación del plaguicida pero tiende a disminuir ligeramente la concentración del mismo. Se encontró evidencia estadística altamente significativa ($p= 0,0001$) indicando que la colinesterasa eritrocítica presenta mayor sensibilidad analítica con respecto a la sérica.
- Es de suma importancia determinar la presencia de plaguicidas en los productos agrícolas que consumimos por fumigación directa, contaminación de los suelos y aguas de riego, y por lo general son productos que se consumen sin lavado adecuado y sin cocción.

Schosinsky Nevermann, Karl y Quintana Guzmán, Eugenia (2011) “Detección de plaguicidas en vegetales de costa rica mediante la inhibición de colinesterasas humanas”, autor: Karl Schosinsky Nevermann y Eugenia Quintana Guzmán, tesis presentada en el Centro de Investigaciones en Enfermedades Tropicales (CIET) y departamento de Análisis Clínicos, Facultad de Microbiología, Universidad de Costa Rica). Alcanza las siguientes conclusiones:

- La contaminación acumulada en el suelo amenaza la agricultura sostenible.

- Estudios recientes muestran que la contaminación acumulada en el suelo reduce la producción agrícola y amenaza la agricultura sostenible. La consecuencia es una mayor dependencia de los abonos nitrogenados y un mayor riesgo de contaminación de las aguas por nitratos.

2.1.2. Referencias históricas.

Fernandez, Merce (2008), en la publicación “Fertilizantes y contaminantes, un círculo vicioso”, publicada en http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/naturaleza/2008/04/02/175872.php?page=2. Indica los siguientes comentarios:

- Existe gran preocupación en la colectividad ante las recurrentes denuncias realizadas por grupos ambientales, debido a la posibilidad de una contaminación generalizada por agroquímicos en municipios del estado Lara, siendo Jiménez el más reseñado ante el aumento de casos de malformaciones congénitas como consecuencia, presuntamente, de la contaminación de los padres con organoclorados, organofosforados y piretroides; al igual sobre los señalamientos en la posibilidad de consumir productos de la dieta alimentaria como hortalizas o frutos y peor aún en el consumo del vital líquido con dichas sustancias tóxicas.
- Pero, ¿existe la posibilidad real de que esto suceda y no se esté tomando cartas en el asunto? ¿Hasta qué punto las denuncias realizadas por estos grupos son una realidad? ¿Están tomando en cuenta los organismos competentes estas denuncias y han hecho los análisis respectivos?

- Estas y otras interrogantes se hacen día a día el larense y gran parte del territorio nacional ante tales aseveraciones, pues el estado produce nada más que el 60 % de los productos agrícolas que consume la nación.

A. Smith y D. M. Secoy, en “Investigaciones de plaguicidas en el mundo”, realizados del Centro de Investigación Agrícola de Canadá en Regina, Sask, han demostrado:

- El origen de alguno de los actuales métodos de lucha contra las plagas se remonta hasta hace dos mil años (R. Gogerty, 1978). Estos investigadores han dedicado varios años a analizar la naturaleza biológica y química de los medios de lucha contra las plagas usados en la antigüedad.
- Tanto los pueblos de la Grecia antigua como los del imperio Romano tuvieron la agricultura como una ocupación básica y de gran importancia, obteniendo sus plaguicidas de diversas fuentes vegetales y animales, así como de algunos minerales, observándose que muchos de los métodos descritos por los autores clásicos para combatir las enfermedades de hongos, malas hierbas e insectos tienen gran aprecio con los métodos modernos. Smith concluye en sus investigaciones que resulta difícil calibrar a tan largo plazo el valor de las prácticas del plaguicida de las que fueron pioneros los agricultores mediterráneos.
- Creación artística que ilustra la aplicación de plaguicidas en la antigüedad. Prescindiendo de las investigaciones que se acaban de señalar, se admite comúnmente que el uso de plaguicidas es reciente, señalándose su introducción a principios del siglo pasado con descubrimientos casuales de la acción plaguicida de algunos compuestos, como el azufre, los arseniatos, el sulfato de cobre, etc.; Bonnet utilizó por

primera vez el caldo bordelés (cal + sulfato cúprico), en 1886 en Francia. En el año 1922 comienzan a utilizarse los aceites insecticidas y al mismo tiempo se descubre la acción insecticida del pelitre.

- El uso de las flores de pelitre comenzó en Persia de donde pasó el Cáucaso, introduciéndose en Europa a principios del siglo XIX. Se utilizaban las flores de pelitre secas y pulverizadas como insecticida; actualmente, a partir de ellas se obtiene un insecticida conocido como piretrina. FIG. 2. Flor de pelitre (*Tanacetum cinerariifolium* (Trev) (Schulz Bip) En el desarrollo de los plaguicidas marca una fase importante el descubrimiento de las propiedades del DDT (1,1,1 – tricloro – 2,2-bis (p-clorofenil etano)), realizado por Müller en 1940; aunque este compuesto había sido sintetizado y descrito químicamente a finales del siglo pasado no se conocían sus propiedades insecticidas.
- Después del descubrimiento de la acción insecticida del DDT en Suiza se descubría simultáneamente en Francia y en el Reino Unido la del HCH (Hexaclorociclohexano) y algunos años más tarde Shader sintetizaba los primeros compuestos organofosforados y descubría su acción insecticida. Posteriormente, con la ayuda de los estudios científicos sobre plantas e insectos, se marca una nueva etapa en el desarrollo de nuevos herbicidas e insecticidas.

2.2. MARCO LEGAL.

2.2.1. Normas del Parlamento Andino.

- Decisión 436 y modificatorias, “Norma Andina para el Registro y Control de Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola”. (11/06/1998).
- Resolución 630, “Manual Técnico Andino para el Registro y Control de Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola”. (25/06/2002)

2.2.2. Norma nacional.

“Reglamento para el Registro y Control de Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola”.

2.3. MARCO CONCEPTUAL.

- **Absorción:** proceso de transporte de agua, otros fluidos o sustancias, hacia el interior de la célula u organismo. En el caso de los animales generalmente a través de los pulmones, el tracto gastrointestinal o la piel, y en el caso de las plantas generalmente a través de las raíces.
- **Acetilcolinesterasa:** enzima que se encuentra principalmente en la sangre y en el tejido nervioso y que cataliza la hidrólisis del neurotransmisor acetilcolina sobrante en el espacio sináptico en colina y ácido acético, reacción necesaria para permitir que la neurona colinérgica retorne a su estado de reposo luego de la activación, evitando así una transmisión excesiva de acetilcolina, que produciría una sobreestimulación del músculo y, como consecuencia, debilidad y cansancio.

- **Anélido:** gusano con el cuerpo y los órganos internos segmentados, semejando "anillos". Los anélidos comprenden organismos como las lombrices de tierra, las sanguijuelas y algunos gusanos marinos.
- **Bacteria Gram positiva:** microorganismo que pertenece a un grupo de bacterias en el cual la mayoría de sus miembros se tiñen de azul oscuro o violeta en una prueba conocida como tinción de Gram. El grupo incluye especies tanto móviles (flagelos) como inmóviles con forma de bacilo o coco.
- **Bioactivo:** que cuenta con actividad biológica o que desencadena un efecto biológico.
- **Bioacumulación:** aumento progresivo de la cantidad de un compuesto dentro de un organismo o parte de un organismo. Ocurre cuando el consumo del compuesto rebasa la capacidad que tiene el organismo para eliminarlo.
- **Bioconcentración:** proceso que lleva al aumento en la concentración de un compuesto dentro de un organismo con relación a su medio ambiente.
- **Biodegradación:** ruptura de una sustancia en sus constituyentes más sencillos. Proceso de descomposición llevado a cabo por seres vivos, especialmente por los microorganismos del suelo o cuerpos de agua.
- **Biomagnificación:** proceso mediante el cual algunas sustancias aumentan su concentración de manera progresiva a lo largo de las cadenas alimenticias.
- **Biomasa:** peso o masa total de la materia viva de una parte de un organismo, población o ecosistema. Por lo general se da en

términos de materia seca por unidad de área (por ejemplo kilogramos por hectárea o gramos por metro cuadrado).

- **Cal:** término que designa a la forma física en la que puede aparecer el óxido de calcio.
- **Coloide:** sólido finamente dividido (que no se disuelve) y que permanece dispersado en un líquido por un largo periodo de tiempo debido a su tamaño y a su carga.
- **Compartimento:** parte del cuerpo o del ambiente considerada como un componente independiente. En el caso del cuerpo se refiere a los órganos, tejidos, células, organelos y fluidos; en el caso del ambiente se refiere al aire, agua, suelo, sedimento y biota. Concentrado dispersable: formulación líquida homogénea aplicada como una dispersión sólida después de diluirse en agua.
- **Concentrado emulsionable:** formulación líquida homogénea aplicada como una emulsión después de ser diluida en agua.
- **Concentrado técnico:** preparación líquida o sólida con base en productos grado técnico destinados exclusivamente a la elaboración de formulaciones.
- **Corrosivo:** agente químico que reacciona con la superficie de un material haciendo que éste se deteriore o desgaste.
- **Densidad específica:** medida de qué tan pesado es un volumen específico de sólido, líquido o gas.
- **Densidad relativa:** cociente entre la densidad de una sustancia y la de otra diferente que se toma como referencia o patrón. Para

sustancias líquidas se suele tomar como sustancia patrón el agua, cuya densidad a 4 °C es igual a 1000 kg/m³. Para gases la sustancia de referencia la constituye con frecuencia el aire que a 0 °C de temperatura y 1 atm de presión tiene una densidad de 1.293 kg/m³.

- **Díptero:** insecto que posee únicamente dos alas membranosas posteriores, como las moscas, los mosquitos y los tábanos.
- **Dispersión:** incorporación de partículas de una sustancia al cuerpo de otra, incluyendo a soluciones, suspensiones o mezclas coloidales.
- **Efecto agudo:** efecto de corta duración que se presenta rápidamente (en las primeras 24 horas y hasta 14 días) después de una sola dosis o una exposición corta a una sustancia. Resulta en síntomas severos que generalmente desaparecen cuando la exposición o contacto con la sustancia se detiene.
- **Efecto crónico:** efecto que se desarrolla lentamente y tiene un curso de larga duración (frecuentemente, pero no siempre, irreversible). Es el resultado de una exposición repetida o prolongada a una sustancia.
- **Emulsión:** mezcla formada por dos líquidos inmiscibles, uno en gotas dispersas en el otro. Las gotas dispersas tienen un tamaño entre 0.1 - 10 µm.
- **Enzima:** cualquiera de las numerosas proteínas que actúan como catalizadores en el metabolismo de los seres vivos. Con su acción, regulan la velocidad de muchas reacciones químicas implicadas en este proceso.
- **Exposición aguda:** una sola exposición a una sustancia tóxica que puede resultar en un daño biológico severo o en la muerte. Las exposiciones agudas se caracterizan por durar no más de un día.

- **Exposición crónica:** exposiciones múltiples que ocurren sobre un período extendido de tiempo o sobre una fracción significativa de la vida de un ser vivo.
- **Fitotóxico:** que es dañino para las plantas.
- **Floable:** término equivalente a una suspensión concentrada. Esta formulación se utiliza cuando el ingrediente activo es un sólido insoluble tanto en agua como en solventes orgánicos. El sólido es molido finamente y mezclado con un líquido junto con emulsificantes y dispersantes hasta formar una suspensión concentrada estable.
- **Follaje:** conjunto de hojas de los árboles y otras plantas.
- **Formulación:** sustancia que contiene todos los ingredientes tanto activos como inertes en un pesticida.
- **Fotólisis**, fotodegradación o fotodescomposición: reacción química iniciada directa o indirectamente por la luz solar y que produce ruptura de la molécula inicial.
- **Fotosíntesis:** proceso que llevan a cabo las plantas para producir carbohidratos y oxígeno a partir de dióxido de carbono, y que es mediado por la clorofila en presencia de luz solar.
- **Herbicida:** pesticida destinado para controlar o destruir plantas, hierba o pasto.
- **Insecticida:** sustancia capaz de controlar o matar insectos. Las estructuras de los insecticidas pueden pertenecer a diversos grupos químicos y por lo tanto tener diferentes propiedades fisicoquímicas y modos de acción, así como diversos efectos en la salud y los ecosistemas.

- **Insecto:** animal invertebrado con el cuerpo dividido en cabeza, tórax y abdomen. Tiene un par de antenas, tres pares de patas y una o dos alas.
- **Líquido miscible o soluble:** formulación líquida para ser aplicada como un líquido homogéneo después de ser diluida en otro líquido.
- **Líquido técnico:** líquido resultante de los procesos de fabricación incluyendo el ingrediente activo junto con las impurezas asociadas.
- **Maleza:** planta que se encuentra donde el hombre no la desea, como aquellas especies vegetales que invaden los cultivos.
- **Metabolismo:** conjunto regulado y coordinado de reacciones químicas que tienen lugar en un organismo vivo, cada una catalizada por una enzima específica. Incluyen reacciones tanto de síntesis, como de degradación.
- **Micotoxina:** toxina producida por un organismo del grupo de los hongos (setas, mohos y levaduras).
- **Microencapsulado:** gránulos con una cobertura o protector para la liberación controlada del ingrediente activo y que tienen un tamaño de partícula en un rango de 100 a 600 micrómetros.
- **Microorganismo:** ser vivo que sólo puede visualizarse con el microscopio. También es llamado microbio u organismo microscópico. Incluye a los virus, bacterias, algas, hongos o protozoos.
- **Miscible:** mezclable. Se dice de la solubilidad de sustancias que pueden mezclarse en cualquier proporción y formar una fase homogénea.

- **Molusco:** animal invertebrado de cuerpo blando, desnudo o protegido por una concha. Pertenecen a este grupo los caracoles, ostras, calamares y babosas.
- **Movilidad:** facilidad que tiene un contaminante presente en el suelo para moverse en este medio de acuerdo a su capacidad de lixiviación, adsorción y volatilidad. Describe su potencial para contaminar los ambientes acuáticos.
- **Nematodo:** organismo perteneciente al grupo de los gusanos cilíndricos no segmentados. Suelen ser parásitos y producir enfermedades.
- **Organoclorado:** compuesto orgánico que contiene en su estructura al menos un átomo del elemento cloro.
- **Partículas:** sólidos o líquidos muy pequeños suspendidos en agua o aire. Pueden variar en tamaño, forma, densidad y carga eléctrica.
- **Peligrosidad:** propiedad inherente o intrínseca de las sustancias que las puede hacer corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas o inflamables. De acuerdo al sistema de etiquetado de la NFPA (National Fire Protection Association) la peligrosidad de una sustancia está representada por un rombo con cuatro secciones de color azul, rojo, amarillo y blanco, las cuales representan los riesgos a la salud, de ignición, de explosión y de cuidados particulares respectivamente.
- **pH o potencial de hidrógeno:** logaritmo negativo de la concentración molar de los iones hidrógeno. Es una medida de la acidez o basicidad de una sustancia.
- **Piretroide:** sustancia que pertenece a un grupo de pesticidas artificiales desarrollados para controlar las poblaciones de insectos

plaga. Su estructura es parecida a las piretrinas pero por lo general son más tóxicos para los insectos y permanecen más tiempo en el ambiente.

- **Plaga:** organismos que pueden afectar adversamente la salud pública o atacar los alimentos y otros materiales importantes para los humanos.
- **Plaguicida:** sustancia o mezcla utilizada para prevenir, destruir, repeler o mitigar cualquier plaga.
- **Platelminto:** animal invertebrado caracterizado por un cuerpo aplanado en sentido dorsoventral y un tubo digestivo carente de ano. Estos organismos no tienen sistema circulatorio y la mayoría son hermafroditas. Habitan en ambientes marinos, fluviales y terrestres húmedos; la mayoría son autónomos, aunque varias de las especies más difundidas son parásitos. No tienen apéndices locomotores.
- **Sedimento:** partículas no consolidadas creadas por la meteorización y la erosión de rocas, por precipitación química de soluciones acuosas o por secreciones de organismos, y transportadas por el agua, el viento o los glaciares. Se depositan en el fondo de los cuerpos de agua.
- **Solución:** mezcla homogénea formada por más de una sustancia pura y con propiedades que no varían dentro de la muestra.
- **Sulfoxidación:** reacción mediante la cual se agrega un átomo de azufre y uno de oxígeno a una molécula.
- **Suspensión:** mezcla heterogénea en la que las partículas se encuentran suspendidas en un líquido.

- **Toxicidad aguda:** capacidad de una sustancia para causar daño biológico severo o muerte inmediatamente después de una sola exposición o dosis.
- **Toxicidad crónica:** capacidad de una sustancia para causar efectos negativos a largo plazo a la salud a los humanos, animales, peces y otros organismos.
- **Toxicidad:** propiedad fisiológica o biológica que determina la capacidad de una sustancia para causar perjuicio o producir daños a un organismo vivo por medios no mecánicos.
- **Toxina:** proteína o lipopolisacárido que causa daños específicos al ser vivo que ataca.
- **Volatilidad o volatilización:** indicador de la facilidad con que un líquido o sólido puede pasar al estado de vapor.
- **Zooplankton:** organismos, generalmente microscópicos, que viven suspendidos en el agua, son independientes del fondo y que no pudiendo sintetizar su propio alimento, lo obtienen del medio exterior por ingestión de partículas vivas o muertas.
- **Suelo:** Se considera como la superficie de la tierra en la cual crece las raíces de las plantas. Capa o conjunto de capas del terreno procedentes de la transformación de una roca madre subyacente o preexistente, como consecuencia de la actuación del complejo de factores en que figura e interviene la vida.
- **Contaminación:** Cualquier alteración física, química o biológica del aire, el agua o la tierra que produce daños a los organismos vivos.
- **Contaminante:** Sustancia o compuesto que afecta negativamente al ecosistema. Se reconocen dos tipos de contaminantes: Los no

Biodegradables, llamados así porque no se descomponen o lo hacen muy lentamente, tales como recipientes de vidrio, plástico, latas, el D.D.T., Malatión, y otros; los contaminantes biodegradables, que se descomponen con relativa rapidez o facilidad: aguas negras (aguas cloacales), algunos tipos de detergentes y los restos orgánicos.

- **Contaminante primario:** Sustancias producidas en las actividades humanas o en la naturaleza que entran directamente en el aire alterando su composición normal.
- **Contaminante secundario:** Sustancia que se forma en la atmósfera cuando algún contaminante primario reacciona con otros componentes del aire.
- **Contaminación del suelo:** Consiste en la introducción en el mismo de sustancias contaminantes, ya sea el suelo, debido al uso de pesticidas para la agricultura; por riego con agua contaminada; por el polvo de zonas urbanas y las carreteras; o por los relaves mineros y desechos industriales derramados en su superficie, depositados en estanques o enterrados.
- **Productividad del suelo:** La capacidad de un suelo, en su ambiente natural, para producir una planta específica o secuencia de plantas bajo un sistema específico de manejo. Se expresa en términos de rendimiento.
- **Pesticidas:** Entendemos por pesticidas a todo aquellos “productos utilizados para combatir los parásitos y enfermedades de las plantas, proteger a los cultivos de los agentes dañinos, aunque no sean parásitos (malas hierbas, algas y mejorar cualitativamente y cuantitativamente la producción)”.

- **Plaguicidas:** Sustancias que sirven para combatir los parásitos y enfermedades de los cultivos, del ganado, de los animales domésticos, del hombre y de su ambiente.

2.4. MARCO TEÓRICO.

2.4.1. Plaguicidas.

Los plaguicidas son compuestos químicos que sirven para combatir los parásitos de los cultivos, del ganado, de los animales domésticos y del hombre y su ambiente.

De acuerdo con su actividad biológica pueden clasificarse en insecticidas, fungicidas, herbicidas y rodenticidas según que su toxicidad sea para insectos, hongos, malas hierbas o roedores. También existen los atrayentes, repelentes y esterilizadores de insectos que coadyuvan a su destrucción por medio de estas acciones.

Según su naturaleza química, en principio, pueden clasificarse en inorgánico y orgánico.

Los primeros no plantean, en general, una problemática importante desde el punto de vista de su toxicidad y evolución en el suelo. Por el contrario, en lo que se refiere a los orgánicos, se ha ido desarrollando una amplia gama de productos que plantea problemas de evolución en el complejo sistema del suelo. Para que un plaguicida alcance un amplio uso en la práctica agrícola, debe reunir determinadas condiciones básicas como:

- **Efectividad:** Debe ser efectivo en la destrucción de la plaga contra la que actúa.
- **Selectividad:** Debe combatir únicamente los organismos dañinos sin perjudicar a la flora o a la fauna beneficiosa.
- **Economía:** La utilización de un plaguicida debe producir unos beneficios que superen el gasto que supone su utilización.
- **Seguridad:** No debe ser tóxico para las plantas útiles al hombre ni constituirse en un peligro para la salud del hombre y de los animales domésticos.
- **Estabilidad:** Debe conservar su capacidad de acción durante un tiempo suficiente.
- **Posibilidad de formulación:** Debe ser compatible con algunos de los posibles soportes y diluyentes, dando a lugar a formulaciones estables y efectivas.

A pesar de estas condiciones, mucho de los compuestos que se han utilizado como plaguicidas han sido tan estables que han originado una gran contaminación ambiental, al quedar sus residuos ampliamente distribuidos en cosechas, suelo, agua y aire en y cerca de los lugares de su uso. Debido a esto, y teniendo en cuenta la toxicidad relativamente elevada de alguno de ellos, es de gran importancia el estudio de la persistencia e interacción de estos compuestos con el ambiente, con el fin de conocer el problema y poder emplear medios para reducirlo.

Esto permitiría, además, usarlos adecuadamente obteniendo de ellos el máximo beneficio con el mismo riesgo.

2.4.2. Plaguicidas orgánicos más importantes.

A. Derivados halógenos.

Son compuestos orgánicos que contienen generalmente átomos de cloro en su molécula, y que poseen una alta toxicidad para los insectos. Dentro de este grupo de compuestos el DDT sintetizado en 1874 por Zeidler, quien descubrió sus prioridades fisicoquímicas, tiene una gran importancia en la historia de los insecticidas. Sin embargo, sus prioridades insecticidas no fueron descubiertas hasta 1940 por Müller comenzando a desarrollarse su utilización para usos agrícolas después de la II Guerra Mundial. Actualmente su acumulación en el medio ambiente y en los seres vivos ha dado lugar a restricciones en su uso por parte de algunos países.

Dentro de estos compuestos podemos distinguir tres grupos:

- a) Derivados halógenos de hidrocarburos alifáticos que son utilizados principalmente como fumigantes: metilbromuro, 1, 2-dicloropropano, etc.
- b) Derivados halogenados de hidrocarburos alicíclicos con importancia practica como insecticidas y fungicidas: HCH, toxafenol, clordano, heptacloro, aldrín, dieldrín, endrín, etc.
- c) Derivados halógenos aromáticos: Tienen propiedades insecticidas, acaricidas herbicidas y fungicidas dependiendo de la naturaleza del átomo de halógeno, del número de ellos en la molécula de benceno y de su posición en el anillo: DDT, DDD, metoxiclor, hexaclorobenceno, etc...

Estos compuestos actúan sobre el sistema nervioso de los insectos, aunque no se conoce bien si el mecanismo de acción es por contacto o por ingestión.

2.4.3. Compuestos organofosforados.

Estos compuestos son ésteres o amidas derivadas del ácido fosfórico, tiofosfórico, ditiofosfórico, fosfónico y fosfínico. Tienen su origen en las investigaciones que se realizaron en la Segunda Guerra Mundial sobre los gases neurotóxicos. El descubrimiento de sus propiedades insecticidas se debe a Schander, siendo el tetrafosfato de hexaetilo el primero de estos compuestos con aplicación comercial y que es, en realidad, una mezcla cuyo componente más activo es el pirofosfato de teraetilo (TEPP). Posteriormente, este mismo científico desarrolló el paratión, que la empresa Bayer empezó a comercializar en 1944.

- **Formula química del Paratión:**

La mayor actividad de estos compuestos es insecticida, aunque algunos de ellos presentan actividad nematicida, fungicida y herbicida.

Estos compuestos se caracterizan por tener un espectro de acción más estrecho que el de los organoclorados, con lo que se reduce la destrucción de otros insectos que pueden ser beneficiosos. Otras características son su baja persistencia y fácil descomposición a productos no tóxicos, baja dosis de compuesto por área tratada, metabolismo relativamente rápido en organismos vertebrados y ausencia de acumulación en los mismos, todo lo cual los hace preferibles a los organoclorados. Sin embargo, una desventaja de estos compuestos es su

toxicidad, relativamente alta para los vertebrados y seres humanos, que obliga a una manipulación más cuidadosa y su persistencia, no tan corta como se creyó en principio, sobre todo en determinados tipos de suelos.

Alguno de estos compuestos actúa como insecticidas sistémicos, es decir, que son absorbidos por las hojas y parte aérea de la planta, aunque el órgano más común de absorción es la raíz, quedando la planta con niveles tóxicos para determinados parásitos.

Entre los compuestos organofosforados utilizados pueden considerarse, además del paratión y el metilparatión, otros como malatión, dimetoato, monocrotofos, diazinon, azinfosmetil, disulfotón, forato, etión, etc.

La toxicidad y la acción insecticida de estos compuestos son atribuidas a la inhibición de la actividad acetilcolinesterasa, enzima que se encuentra en las células nerviosas de los insectos y cuya desactivación paraliza su sistema nervioso.

A) Derivados del ácido carbamático, tiocarbámico y ditiocarbámico.

Los insecticidas a base de carbamatos fueron desarrollados por la firma Geigy a finales de los años 40 e introducidos por primera vez en Europa en 1953 con el isolán. En Estados Unidos el primer insecticida utilizado en gran escala y todavía en uso fue el carbanil, introducido en 1958 por la Unión Carbide bajo la denominación comercial de sevin, producto de gran actividad y amplio espectro de acción, siendo además barato, estable y relativamente poco tóxico.

- **Fórmula química del Sevín.**

Los carbamatos pueden tener propiedades insecticidas y herbicidas. En el primer caso la máxima actividad corresponde a los derivados N-alquil-carbamato de alquilo o arilo y los N, N-dialquicarbamatos de hidroxiheterocidos. Entre estos compuestos tienen importancia práctica el aldicarb, bigon, pirolán y carbofuran. En cambio, los derivados N-arilcarbamatos tienen actividad herbicida, como el asulán, betanal y barbán, algunos de los cuales pueden ser sistémicos.

Los derivados tio- y ditiocarbamatos, en general, tienen propiedades herbicidas, aunque alguno de ellos presenta también actividad fungicida. Entre estos compuestos se encuentran el molinato, vapán y vegadex.

Este grupo de plaguicidas presenta algunas ventajas frente a los compuestos organofosforados como son su eficacia contra insectos resistentes a estos últimos y su mayor seguridad de manejo, pero también presenta desventajas ya que son de producción más difícil, más caros y de mayor toxicidad frente a los insectos polinizadores.

Su modo de acción es el mismo que el de los insecticidas organofosforados, es decir, inhiben la actividad de la acetilcolinesterasa.

- **Modo de acción.**

Los carbamatos inhiben la colinesterasa (ChE) de la misma manera que lo hacen los OPs, y se comportan de una manera casi idéntica en los sistemas biológicos, pero con diferencias principales. Algunos carbamatos son potentes inhibidores de la aliesterasa (son esterasas alifáticas misceláneas cuyas

funciones exactas no son conocidas), y su selectividad algunas veces es más pronunciada contra la ChE de diferentes especies. Segundo, la inhibición de la ChE por los carbamatos es reversible. Cuando la ChE es inhibida por un carbamato, se dice que esta carbamila, de la misma manera que lo hacen la OP resulta en que la enzima esté fosforilada. En insectos, los efectos de los OPs y los carbamatos son principalmente el envenenamiento del sistema nervioso central, porque la unión neuromuscular de los insectos no es colinérgica, como lo es en los mamíferos. Las únicas sinapsis colinérgicas que se conocen en los insectos están en el sistema nervioso central. (Se cree que la transmisión en la unión química neuromuscular de los insectos es el ácido glutámico).

B) Derivados de la urea y de la tiourea.

Estos compuestos presentan principalmente propiedades herbicidas que aumentan notablemente con la presencia de átomos de halógeno en la molécula destacando entre ellos fenurón, monurón, linurón y fluometurón.

Fórmula química del linurón: se utilizan principalmente como esterrelizantes, en terrenos donde se quiere evitar el crecimiento de todo tipo de plantas y en tratamientos de preemergencia. Actúan inhibiendo la reacción de Hill y por tanto impidiendo el proceso normal de fotosíntesis.

a. Compuestos heterocíclicos.

Constituyen un grupo de compuestos con gran actividad sobre todo herbicida. Pueden ser heterocíclicos de 5 o 6

átomos y con 1,2 o 3 heteroátomos en el anillo siendo los más importantes las triazinas sustituidas. Presentan también interés algunos derivados de diazinas (piramín), de la piridina (picloran) y del triazol (aminotriazol).

La acción fundamental de estos compuestos como la de todos los herbicidas es el bloqueo de la fotosíntesis ya que a concentraciones muy bajas se reduce la fijación de CO₂ y se inhibe la síntesis de la glucosa.

2.4.4. Formulación y métodos de aplicación.

Los principios activos donde radica la actividad valorable del plaguicida se obtienen en la industria química con un grado de pureza entre el 75 y el 90%. En general, estos principios constituyen sólo una pequeña proporción del producto final que se vende al agricultor, ya que la mayoría de las sustancias químicas plaguicidas logran su efecto en dosis muy pequeñas, que a veces representa unos pocos gramos de ingredientes activos por hectárea de cultivo. Como no es posible medir correctamente y distribuir con uniformidad en el campo esas cantidades diminutivas lo que se les hace es acondicionar esos productos para su empleo en una formulación que pueda ser utilizada bien de forma directa o dispersada en el agua.

La formulación contiene la materia activa o el producto técnicamente puro más o menos diluido en un soporte sólido o en un disolvente líquido y además sustancias auxiliares o coadyuvantes que son capaces de modificar ventajosamente las propiedades físicas, químicas y biológicas de los plaguicidas aumentando su eficacia. Entre ellas se encuentran emulgentes, adherentes, fluidificantes y estabilizantes.

La “materia activa”, en muchos casos, es idéntica al principio activo pero en otros lo contiene como un isómero o bien combinado en forma de óxidos, ésteres, sales u otros compuestos.

El “producto técnico” es el producto obtenido en la síntesis industrial, que además de la sustancia química útil contiene una determinada proporción de otras sustancias próximas o relacionadas y, además, impurezas de fabricación.

Las diversas formas de aplicación de los plaguicidas requieren distintos tipos de formulaciones.

Las más importantes son las siguientes:

- Polvos para espolvoreo y polvos huméctales, productos finamente divididos constituidos por el plaguicida mezclado con un material inerte. Los polvos huméctales se mezclan, además, con sustancias mojantes que facilitan la suspensividad del producto en el agua, pulverizándose después esta suspensión acuosa.
- Granulados, productos preparados con materias inertes en forma de granos de pequeño tamaño que pueden aplicarse directamente al suelo.
- Líquidos para pulverizar o diluir, preparaciones en las que el plaguicida líquido está disuelto junto con los emulgentes que hacen posible la formación de una emulsión estable cuando se diluye o se agita en el agua.
- Emulsiones, productos preparados en forma de emulsión que se aplican directamente previa su disolución en agua.

Con el fin de obtener la máxima eficacia en la aplicación de un plaguicida, el producto deberá ser distribuido de forma uniforme

en toda la parcela tratada, evitando que sus partículas se escapen por deriva a otros lugares que no se deseen tratar, bien sea, por deriva directa (componente horizontal del viento) o indirecta (viento o corrientes convectivas o térmicas ascendentes), o bien por evaporación y difusión. La pérdida de producto fuera de la zona de tratamiento, supone, además de una menor eficacia y mayor gasto de producto, el riesgo de contaminación de zonas cercanas a las de tratamiento.

Los factores que afectan a la distribución del producto pueden agruparse en tres grupos:

a) Factores meteorológicos.

El viento es la causa principal de la deriva directa. Su velocidad debe ser menor de 2 m/s en los espolvoreos y aplicaciones aéreas de productos líquidos atomizados (gotas cuyo diámetro es inferior a 0,1 mm) La temperatura es causa de la deriva indirecta como consecuencia del calentamiento desigual de las capas de aire que dan lugar a corrientes térmicas convectivas que producen ascendencias y turbulencias del aire. Estas hacen que las partículas asciendan a alturas desde las cuales pueden derivar a grandes distancias reduciendo su incidencia sobre el cultivo que se desea tratar. Este factor y la humedad del aire influyen también en la evaporación de las gotas y en la acción del producto aplicado.

b) Factores inherentes a las formulaciones y caldos.

Cuando se trata de aplicaciones líquidas o espolvoreos el tamaño medio de la gota y la finura del polvo influyen en la

cobertura y penetración del compuesto, así como en la deriva, siendo importante en ambos casos el peso específico. En las formulaciones sólidas el tamaño de los granulados o microgranulados influyen en la adherencia y en la uniformidad de la distribución.

c) Factores inherentes a los medios y equipo de aplicación.

En los medios de aplicación aéreos han de tenerse en cuenta las características especiales de los aparatos utilizados. En los aviones, los remolinos causados por la hélice y los extremos de las alas así como la altura del vuelo y la velocidad del aparato, influyen en la distribución del producto, siendo necesario optimizar la interrelación de los tres factores para obtener el mayor rendimiento.

Aplicación aérea de plaguicidas, utilizada en el tratamiento de áreas extensas.

En los tratamientos de aplicación terrestre, la altura a la que se aplica el producto en los cultivos es muy baja, por lo que si el viento no es muy fuerte la influencia de la deriva directa es escasa a no ser que se trabaje con polvo o con gotas muy finas.

Debido al coste de los tratamientos químicos y a la posibilidad de producir efectos tóxicos, es muy importante que el equipo pulverizador esté en perfectas condiciones.

(Tislter y Kohsiek, 1973). La conclusión fue desalentadora ya que más del 75 % de los pulverizadores funcionaba con alguna deficiencia.

Los equipos de aplicación regulan la salida del plaguicida y lo lanzan al aire directamente, desde donde se distribuye sobre los cultivos por deposición siendo las características de esta función directa del tipo de equipo utilizado.

El lanzamiento y arrastre del producto en las aplicaciones aéreas tiene lugar mediante una corriente de aire que se forma al paso del avión. En el caso de las aplicaciones terrestres de plaguicidas líquidos una bomba expulsa el producto al exterior del depósito y lo lanza al aire finamente dividido. Finalmente en los espolvoreos, un ventilador rotatorio lanza un chorro de aire que arrastra el polvo al exterior.

Actualmente se utilizan técnicas especiales antideriva que permiten minimizar los riesgos de contaminación y residuos causados por la deriva en sus distintas fases y que se basan en el control del producto a aplicar. Este control puede conseguirse mediante la adición de productos especiales que inciden sobre el tamaño de las partículas y sobre su peso específico, o bien mediante la utilización de equipos especiales de aplicación que producen gotas gruesas y por tanto más pesadas.

En consecuencia, para conseguir la máxima actividad y a su vez disminuir la contaminación que se puede originar en la aplicación de un plaguicida será conveniente utilizar formulaciones de productos biodegradables, de baja toxicidad, de características físicas adecuadas y a concentraciones lo más bajas posible, así como realizar las aplicaciones en condiciones atmosféricas correctas, utilizando los medios adecuados y de la forma más apropiada.

2.4.5. Industrialización de plaguicidas.

Los productos con propiedades plaguicidas son compuestos químicos de estructuras moleculares complejas y biológicamente activos. Su proceso de comercialización es largo y costoso, ya que se requieren ensayos exhaustivos para examinar sus efectos no solo en el organismo que se desea atacar y en la planta o animal hospedadores, sino también en otros organismos a los que se puede llegar, ya sea directamente o a través de la cadena alimenticia. Es necesario un gran esfuerzo para comprobar que su seguridad y eficacia son satisfactorias.

El estudio de una determinada sustancia como plaguicida se emprende si existe una base científica de que puede tener la actividad biológica deseable, bien por su semejanza estructural con un producto conocido o bien porque lo sugieran estudios fundamentales de la fisiología bioquímica de la plaga. A partir de la obtención de un compuesto nuevo se inicia todo un proceso de ensayos hasta su comercialización.

Desde el punto de vista del fabricante deben satisfacerse dos criterios básicos: Actividad biológica adecuada comparada con las necesidades y con las existencias de productos en el mercado y rentabilidad sobre la inversión.

De acuerdo con esto se realizan inicialmente distintos tipos de ensayos:

- 1º. Ensayos en laboratorio que indican si el compuesto tiene cierta actividad biológica, aunque para tener un mejor conocimiento del potencial del producto es preciso realizar ensayos de campo en distintas regiones y climas representativos de las condiciones en las que se utilizara

finalmente el producto. Estos ensayos de campo sirven, además, para estudiar los efectos del producto mismo y de sus productos de descomposición en el suelo y en los tejidos vegetales y animales, así como para detectar los residuos que pudieran generar.

- 2º. Investigaciones toxicológicas, efectuadas principalmente con animales de laboratorio que tratan de determinar las dosis con las cuales se producen los efectos toxicológicos y la naturaleza de tales efectos. Los primeros estudios tienen como fin indicar el nivel al cual una sola dosis del ingrediente activo es toxica para los mamíferos. En la etapa siguiente generalmente se observan los efectos de dosis repetidas en los estudios de largo plazo con el fin de comprobar, de acuerdo con las exigencias de los toxicólogos, que el nuevo compuesto no tiene otros efectos.
- 3º. Estudios sobre residuos que tratan de identificar la naturaleza de los compuestos químicos y los niveles de residuos de plaguicidas que quedan después de utilizar el producto, en el vegetal tratado y también en el suelo, agua y aire del lugar de aplicación con el fin de observar los efectos ambientales.

Todos estos datos, que es necesario presentar a las autoridades gubernamentales para el registro de un nuevo producto, constituyen las bases de las decisiones sobre las precauciones de uso y la determinación de la aceptación toxicológica de los residuos que quedaran en el cultivo. También sirven para advertir sobre posibles problemas ambientales y la necesidad de tomar medidas previas para evitarlos.

Terminados los ensayos prácticos se procede a la fabricación del producto, determinando el mejor método para obtenerlo y estableciendo el proceso químico más prometedor según la economía de los métodos. A partir de aquí, se procederá a la construcción de una nueva planta de manufactura de productos fitosanitarios.

Antes de la comercialización del producto habrán transcurrido de 7 a 10 años, habiéndose realizado inversiones superiores a los 35 millones de dólares, por lo que no tendría sentido desarrollar un nuevo producto si no existiera un mercado para la venta del mismo. Por ello las funciones de investigación y de mercado colaboran coordinadamente, sobre todo en las primeras fases del desarrollo para que no se desperdicie la inversión. Los investigadores examinan las directrices de la política gubernamental en materia agrícola que le servirán de asesoramiento para encaminar sus esfuerzos en la dirección correcta.

2.4.6. Ventajas e Inconvenientes del uso de los plaguicidas.

Según las estadísticas actuales de la FAO dos tercios de la humanidad están subalimentados.

Por consiguiente, el aumento de la producción agrícola es una necesidad, siendo preciso ampliar las áreas cultivadas y el rendimiento de las explotaciones.

La lucha contra las plagas es uno de los métodos más importantes para aumentar la productividad de las explotaciones agrícolas, ya que las pérdidas causadas por las plagas son muy elevadas.

Tampoco conviene olvidar que los insectos parasitan el ganado, destruyen la madera y plantas destinadas a usos industriales y transmiten enfermedades al hombre. Consecuencia de ello ha sido el rápido incremento de las ventas de productos agroquímicos a partir del desarrollo de la industria moderna en la década de los años 40 con un aumento aproximado del 10% anual. En 1981 las ventas en todo el mundo, incluyendo usos no agrícolas, ascendieron a 17.500 millones de dólares, de los cuales unos 14.000 millones correspondieron a productos fitosanitarios. Dos tercios de estas ventas se realizaron en zonas de agricultura intensiva de Europa Occidental, Norte América y Japón.

Sin embargo, el uso de plaguicidas presenta varios inconvenientes que son necesarios tener en cuenta. Hay que considerar en primer lugar que los plaguicidas alteran el balance de la naturaleza desequilibrando los sistemas ecológicos. Este hecho tiene gran trascendencia, ya que, como es sabido, el suelo es un ecosistema francamente complejo, en el que coexisten multitud de poblaciones animales, vegetales y microbianas que mantienen entre sí y con el agua y los elementos minerales edáficos un equilibrio dinámico muy preciso. La alteración de este equilibrio por la introducción de unos agentes químicos tan activos, como suelen ser los plaguicidas, producen una serie de fenómenos variados que probablemente afectan a muchos de los elementos biológicos del suelo.

Al mismo tiempo, los insectos y algunos otros parásitos pueden desarrollar razas resistentes a los plaguicidas lo que hace necesario utilizar dosis mayores o productos de mayor efectividad. La flora y la fauna también pueden ser afectadas por

la aplicación de un plaguicida, en la zona donde se realiza el tratamiento o incluso en regiones más extensas. Los residuos de estos compuestos pueden llegar a zonas más lejanas del área de aplicación arrastrados por el viento, cursos de aguas continentales, corrientes marinas y a través de las cadenas biológicas.

Si se tiene en cuenta que todos los plaguicidas son tóxicos en mayor o menor grado para el hombre, es necesario destacar también este aspecto estando su peligrosidad relacionada con:

- a) La manipulación de los compuestos.
- b) La toxicidad residual en alimentos.
- c) Su evolución en el suelo.

El manejo de estos compuestos lleva consigo unos riesgos de intoxicación que deben ser tenidos en cuenta por las personas que los manipulan y aplican. La toxicidad se establece mediante ensayos en animales de experimentación y su expresión cuantitativa se representa mediante la dosis letal media DL50, que corresponde a la cantidad de plaguicida necesario para causar la muerte al 50% de los individuos que componen el lote de ensayo. La DL50 se representa en miligramos de plaguicida por kilogramo de peso de animal tratado en el ensayo.

Los organismos internacionales, como la FAO (Organización para la Agricultura y Alimentación) y la OMS (Organización Mundial de la Salud), han establecido los niveles máximos admisibles respecto a la ingestión de plaguicidas normalmente utilizados en distintos países, siendo las autoridades nacionales encargadas de establecer una legislación apropiada y vigilar cuidadosamente los residuos de los plaguicidas mediante controles analíticos.

2.4.7. Evolución de los plaguicidas en el suelo.

Cuando un plaguicida se aplica al campo, bien en forma de pulverización o líquido se distribuye en las distintas fases del ambiente (suelo, agua, aire, animales y plantas). La distribución tendrá de forma que la concentración en cada una de las fases sea función tanto de las propiedades químicas del compuesto como de las fases.

El estudio de la interacción de los plaguicidas con la fase suelo, sustrato primario y más importante, tiene especial interés ya que la mayor parte de los mismos llega a ponerse en contacto con la superficie de este ya sea directa o indirectamente por lo que se hace necesario conocer su evolución en este sistema.

Los mecanismos que influyen en la persistencia y evolución de plaguicidas en el suelo están esquematizados. Estos mecanismos pueden actuar solos o en combinación sobre la estructura de los diferentes productos específicos y dependen de otras variables, como humedad, temperatura, materia orgánica, tipo de arcilla, pH, intercambio iónico del suelo, así como de las características fisicoquímicas del compuesto de que se trate.

Sucesivamente considerados son:

- Descomposición química que tiene lugar por procesos de oxidación, reducción, hidroxilación, dealquilación, rotura de anillos, hidrólisis e hidratación.
- Descomposición fotoquímica que se produce por efecto del espectro de luz ultravioleta de la luz solar. Las fuentes de luz y su intensidad regulan el grado de descomposición de un compuesto.

- Descomposición microbiana, la acción de los microorganismos del suelo sobre los plaguicidas es probablemente el mecanismo de descomposición más importante. Los microorganismos del suelo, bacterias, algas y hongos, obtienen alimento y energía para su crecimiento por descomposición de estos compuestos orgánicos sobre todo cuando carecen de otras fuentes.
- Volatilización o pérdida del compuesto en forma de vapor. Todas las sustancias orgánicas son volátiles en algún grado dependiendo de su presión de vapor, del estado físico en que se encuentren y de la temperatura ambiente.
- Movimiento, el transporte de un plaguicida en el suelo, por disolución o arrastre mecánico, se hace bajo la influencia del agua, bien de las precipitaciones atmosféricas que favorecen el movimiento de convección, bien de la inhibición que permite un desplazamiento por difusión molecular. El grado de lixiviación está influido por las características fisicoquímicas del suelo, solubilidad del producto, frecuencia e intensidad de la lluvia, etc.
- Descomposición por las plantas y organismos como consecuencia de los procesos metabólicos que tienen lugar en las plantas.

2.4.8. Adsorción.

Fenómeno de atracción entre una superficie sólida y un líquido o un vapor. Por este mecanismo, las moléculas de plaguicida pueden ser adsorbidas o retenidas por los coloides presentes en el suelo, arcilla y materia orgánica, durante el proceso de lixiviación. Cuando un plaguicida es adsorbido su concentración

en la solución del suelo disminuye, estableciéndose un equilibrio entre las concentraciones de materia activa disuelta y adsorbida. El mecanismo de desorción del compuesto dependerá principalmente de la energía de adsorción. Cuanto mayor sea esta energía, más difícil será la desorción del plaguicida de nuevo a la solución del suelo.

1. Adsorción de plaguicidas por los coloides del suelo.

De todos los mecanismos implicados en la evolución de plaguicidas en el suelo mencionados en el apartado anterior, la adsorción - desorción es el más importante por influir directa o indirectamente en la magnitud y efecto de los otros. Es fácil comprender que la adsorción influye en el lavado, en la volatilización e incluso en la biodegradación por microorganismos ya que éstos no pueden degradar el plaguicida si éste es inaccesible a los microorganismos no son atacados o lo son más lentamente. El proceso de adsorción de plaguicidas por el suelo se refiere, como ya hemos indicado, a la interacción entre estos compuestos y las partículas del suelo por lo que estará íntimamente relacionado con la superficie específica y con las propiedades físico-químicas de estas partículas y en consecuencia con el tamaño de las mismas. De ahí que la fracción coloidal será la más activa en este proceso, o sea, la que tendrá mayor facilidad para retener moléculas de plaguicidas.

La fracción coloidal del suelo está constituida por una parte orgánica (materia orgánica) y una parte inorgánica (minerales de la arcilla). Las interacciones entre las moléculas de plaguicidas y las fracciones coloidales del suelo

están influidas considerablemente por la humedad, temperatura, pH, y contenido de minerales y materia orgánica el suelo. A su vez también están relacionadas con las características de los compuestos orgánicos, en cuanto a su solubilidad en el agua, polaridad, tamaño molecular y características químicas.

2. Efectos de la adsorción.

La adsorción de plaguicidas por los coloides del suelo puede modificar su:

a) Actividad.

Da lugar a una inactivación de los plaguicidas, ya que estas moléculas al quedar bloqueadas no pueden ejercer su efecto tóxico. Para que estos compuestos sean efectivos en el suelo deben aplicarse en dosis determinadas. Así, si el suelo tiene textura arcillosa y la adsorción tiene lugar en gran cantidad, las dosis de aplicación deberán ser superiores a las normales si se quieren conseguir los efectos deseados.

b) Persistencia.

Origina un aumento de la persistencia de estos compuestos en el suelo con el consiguiente riesgo de contaminación. Si la adsorción produce una separación irreversible de la molécula de la forma activa, entonces la pérdida de actividad será permanente, pero si se producen cambios en las condiciones ambientales de temperatura o humedad, o en la estructura del suelo se pueden originar desprendimientos lentos del compuesto al estado disponible, de modo que vuelve a entrar en el

sistema biológico, pero ahora a concentraciones demasiado bajas para ser significantes en el control de las plagas, aunque posiblemente a niveles suficientemente altos para entrar de alguna forma en la cadena de alimentos y ser nocivo a determinados organismos, diferentes de aquellos para los que había sido destinado.

c) Degradación

Influye en su degradación, en unos casos, impidiéndola o retrasándola, ya que mientras que estos compuestos están adsorbidos los mecanismos de descomposición de los mismos o no pueden actuar o actúan más lentamente. En otros casos, la adsorción puede aumentar la degradación del plaguicida, ya que los minerales de la arcilla pueden catalizar su descomposición por medio de la formación de fuerte arcilla-molécula orgánica que debilitarán ciertos enlaces dentro de la molécula. La posibilidad de las arcillas de catalizar estas reacciones está relacionada con su naturaleza, en algunos casos, fuertemente ácida y con la naturaleza de los cationes de cambio. Así por ejemplo es notable la descomposición de heptaclor, DDT, dieldrin y endrín sobre diluyentes como atapulgita y caolinita. El efecto de esta degradación catalítica no tendrá consecuencias en cuanto a la contaminación, siempre que los productos de hidrólisis no sean tóxicos, pero sí tendrá efecto en cuanto a la actividad.

Como consecuencia de estos efectos se puede concluir que una condición indispensable y absolutamente necesaria, previa a la aplicación de un plaguicida en el

campo, es conocer la composición del suelo, la textura del mismo y la naturaleza de los minerales que contienen la fracción arcilla. El conocimiento de estos aspectos daría lugar a un mayor beneficio, con los mínimos riesgos de “presente y futuro”.

3. investigaciones sobre evolución de plaguicidas en suelos.

Las investigaciones que se llevan a cabo actualmente sobre evolución de plaguicidas están investigando:

- 1º. La velocidad de degradación de estos compuestos y su persistencia en el suelo, basándose en el análisis de residuos.
- 2º. El movimiento de plaguicidas en el suelo mediante el estudio de la adsorción conocida, con el fin de conocer la influencia de los distintos componentes en el proceso.
- 3º. Adsorción de plaguicidas por la fracción coloidal del suelo, minerales de la arcilla y distintas fracciones de materia orgánica, con el fin de conocer los mecanismos por los que son retenidos estos compuestos en el suelo.

Con estos trabajos se contribuye a aumentar el conocimiento de:

- a) La efectividad de los plaguicidas en el suelo haciendo de ellos un uso más eficaz.
- b) La repercusión de su empleo en la contaminación ambiental teniendo en cuenta su elevada toxicidad en muchos casos.

4. Persistencia en el suelo.

El término “persistencia” ha sido empleado para definir el tiempo que permanece un plaguicida en el suelo manteniendo su actividad biológica. Las consecuencias de la persistencia pueden ser muy importantes, dependiendo de la toxicidad del plaguicida y de su biodisponibilidad.

En la bibliografía se encuentran bastantes revisiones sobre la persistencia de plaguicidas en suelos. Entre ellas se pueden citar las efectuadas por Kearney y col. (1969), Edwards (1973) y Khan (1980).

Los valores de persistencia están referidos al tiempo requerido para tener una pérdida del 75% del compuesto. Los valores que se presentan son los resultados de las velocidades normales de aplicación y de las condiciones normales agrícolas. Cada barra representa una o más clases de plaguicidas y los espacios abiertos representan la persistencia de miembros individuales dentro de cada serie.

Estos datos demuestran que los plaguicidas más persistentes son los organoclorados (más de 20 años), los herbicidas del grupo de los carbamatos, ácidos alifáticos y triazinas presentan un amplio espectro de persistencia, desde pocas semanas hasta más de un año, y los insecticidas organofosforados tienen una vida más corta en el suelo desapareciendo en un periodo de 2 a 12 semanas.

Sin embargo, la velocidad de descomposición y desaparición de los compuestos organofosforados, carbamatos y otros es sólo relativa, ya que algunos factores como la propia estructura química del compuesto, tipo de suelo, contenido en materia orgánica, contenido y naturaleza de los minerales de la arcilla presentes en el suelo, composición granulométrica, pH, humedad y temperatura pueden influir decisivamente en el grado de desaparición.

Corroborando lo anterior están los trabajos existentes en la bibliografía sobre persistencia de compuestos de este tipo en suelos durante largos períodos de tiempo, superiores a los señalados en la serie de estabilidad dada por Kearney y col. En el caso de los organofosforados, concretamente, la persistencia es tan grande que se aproxima a la de los organofosforados, correctamente, la persistencia es tan grande que se aproxima a la de los organoclorados, como se deduce del estudio de Bro-Rasmussen y col. (1970) sobre la velocidad de degradación en el suelo de una serie de plaguicidas organofosforados bajo condiciones controladas en el laboratorio, y en el campo bajo condiciones controladas en el laboratorio, y en el campo bajo condiciones controladas en el laboratorio, y en el campo bajo condiciones atmosféricas normales.

CAPÍTULO III

METODOLÓGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN.

3.1.1. Tipo de la Investigación.

Descriptivo. Porque este estudio recoge información sobre el estado actual de un fenómeno o problema.

3.1.2. Nivel de la Investigación.

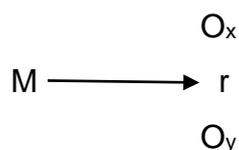
Correlacional porque el propósito es conocer el comportamiento de una variante con el propósito de modificar hábitos de uso de insecticida Furadan.

3.2. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN.

Científico.

3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

Estudios Correlacionales: Estudian las relaciones entre variables dependientes e independientes, ósea se estudia la correlación entre dos variables.



Dónde: M = Muestra.
Ox = Observación: Uso de insecticidas.
Oy = Observación: Contaminación de suelos agrícolas.
R = Grado de correlación entre Uso de Insecticidas y Suelos agrícolas.

3.4. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

3.4.1. Hipótesis general.

Por la constante aplicación de agroquímicos en los suelos agrícolas de la localidad de Paucartambo contiene residuos del insecticida Furadan 4F (sustancia activa carbofurano) en concentraciones que contaminan los suelos agrícolas y el medio ambiente.

3.4.2. Hipótesis específicas.

- Los niveles del insecticida Furadan, son de tiempo prolongado y demasiado elevado por algunos efectos de contaminación en el suelo agrícola y medio ambiente.
- El efecto del uso excesivo del insecticida produce daños en los suelos agrícolas del distrito de Paucartambo – Pasco.

3.5. VARIABLES.

3.5.1. Variable independiente.

Contaminación de los suelos.

3.5.2. Variable dependiente.

Uso del insecticida.

3.5.3. Variables intervinientes.

- Clima.
- Tiempo.
- Acceso.

3.6. COBERTURA DEL ESTUDIO DE LA INVESTIGACIÓN.

3.6.1. Universo.

300 Ha de terrenos agrícolas ubicados en la provincia de Pasco
– Región Pasco.

3.6.2. Población.

100 Ha de terrenos agrícolas ubicados en el distrito de
Paucartambo, Provincia y región de Pasco.

3.6.3. Muestra.

30 hectáreas de tierras agrícolas, para 60 familias compuesta
por cinco personas, en la zona Ancara, Putaga, Pilcopiquio,
Cutuchaca, Shalla del distrito de Paucartambo, Provincia y
Región de Pasco.

3.6.4. Muestreo.

La muestra será representada y probabilística.

3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para desarrollar el trabajo de investigación será necesario el uso de diferentes instrumentos de recolección de datos, revisión bibliográfica y documental, encuesta. Asimismo, se aplicará técnicas de campos para tomas de muestras el mismo que será por hectárea, un kilo de suelo, la técnica que se usará para La clasificación del cuarteo, de las cuales dos muestras se enviarán al análisis químico, laboratorio de Investigación correspondiente.

3.8. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Los datos recopilados serán analizados y comparados con los resultados obtenidos del laboratorio, con la finalidad de mostrar con mayor precisión los resultados.

CAPÍTULO IV

ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1.1. Resultados parciales.

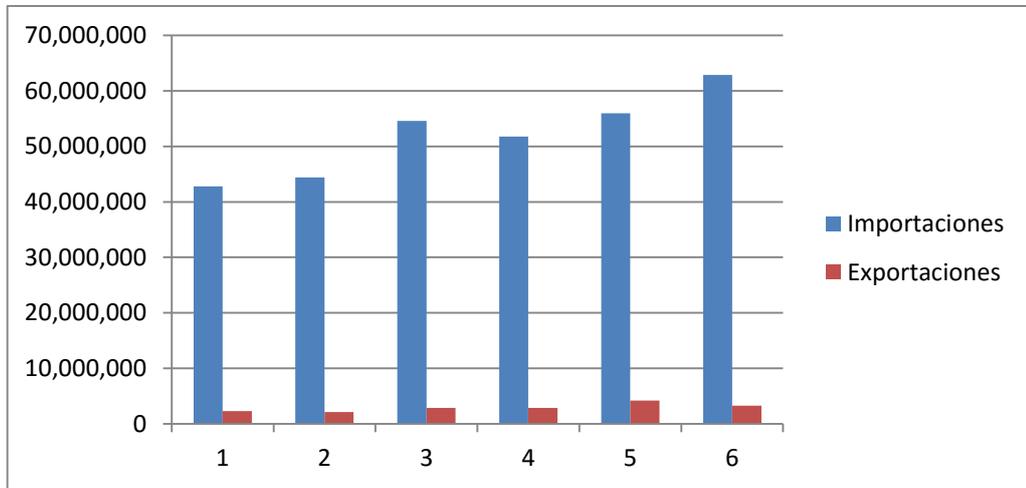
Los resultados parciales revisten varios aspectos que nos puedan ayudar a comprender la naturaleza del problema que se está estudiando de tal suerte que el mismo nos ayude de forma significativa la problemática del uso del Furadan 4f en la zona de Paucartambo.

Estos resultados se pueden apreciar en tres aspectos que permiten el análisis concreto de la información.

TABLA Nº 1:
Comercialización a nivel nacional de Furadan

Descripción/Año	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Importaciones	42,829,765	44,443,210	54,620,085	51,754,353	56,000,833	62,898,785
Exportaciones	2,308,374	2,100,805	2,843,952	2,833,314	4,155,732	3,257,247

**GRÁFICO N° 2:
Comercialización del Furadan**



Fuente: MINAG

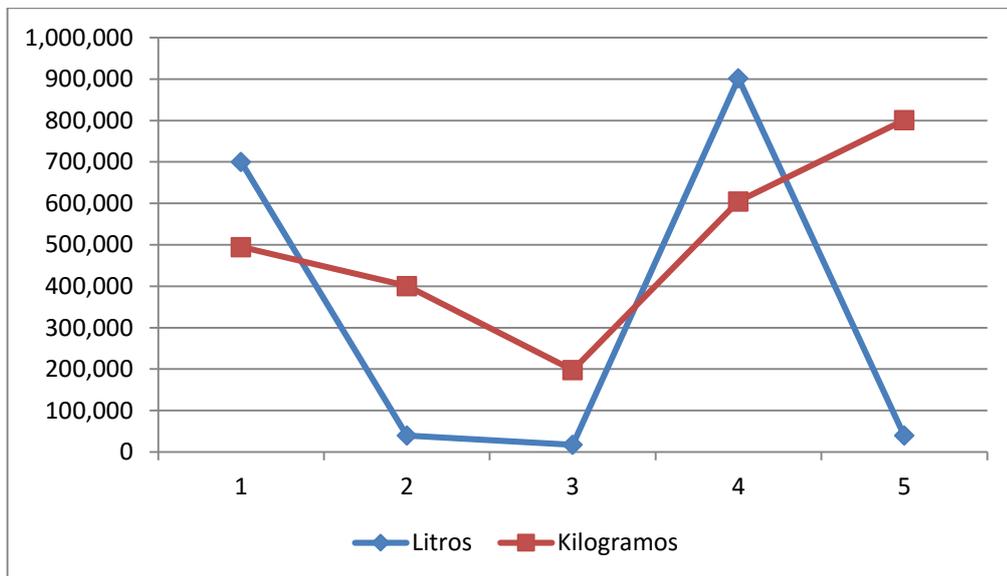
Interpretación:

Se puede apreciar que los valores de importación superan los de exportación, es decir se trae mucho Furadan, posiblemente por su demanda y eso también implica que su uso es indiscriminado en la actividad agrícola.

**TABLA Nº 2:
Uso en estado seco o líquido en 5 años**

Descripción / Año	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
	2008	2009	2010	2011	2012
Líquido lt	700,000	40,000	17,580	902,000	39,950
Seco kg	495,000	401,000	198,000	605,000	801,000

**GRÁFICO Nº 3:
Cantidades usadas en 5 años**



Fuente: MINAG

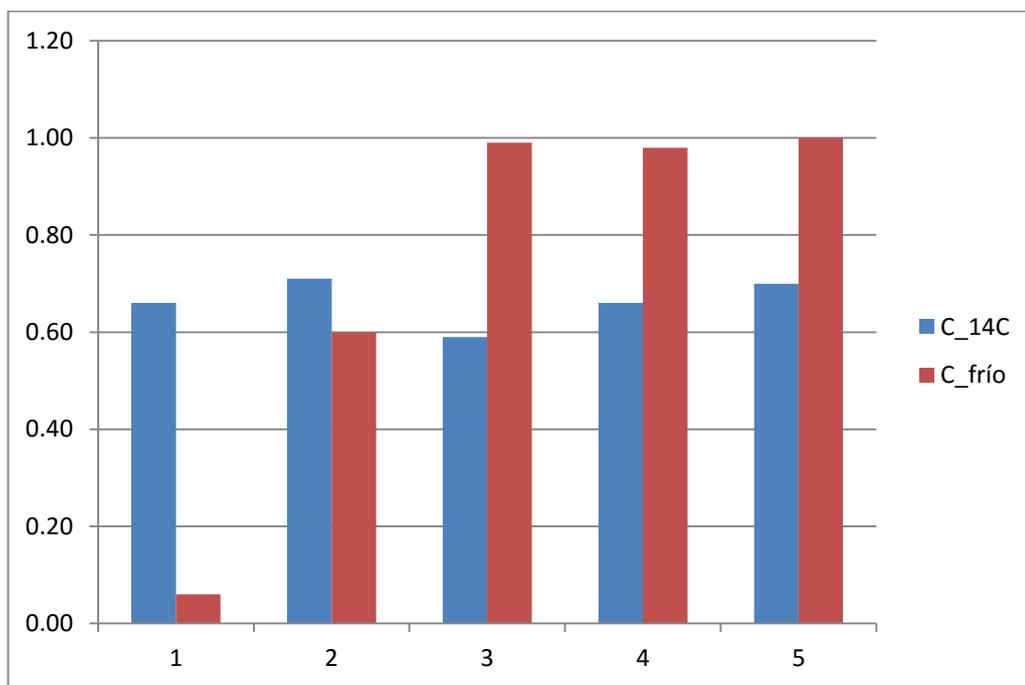
Interpretación.

Se puede apreciar que su uso es mayor en polvo o estado seco, eso implica el grado mayor de permanencia en el terreno.

TABLA N° 3
Concentración en suelos

Descripción / Año	San Martin	Amazonas	Huánuco	Junín	Apurímac
Furadan 14C	0.66	0.71	0.59	0.66	0.70
Furadan frío	0.06	0.60	0.99	0.98	1.00

GRÁFICO N° 4:
Concentraciones del furadan 14C y furadan frio



Fuente: MINAG

Interpretación:

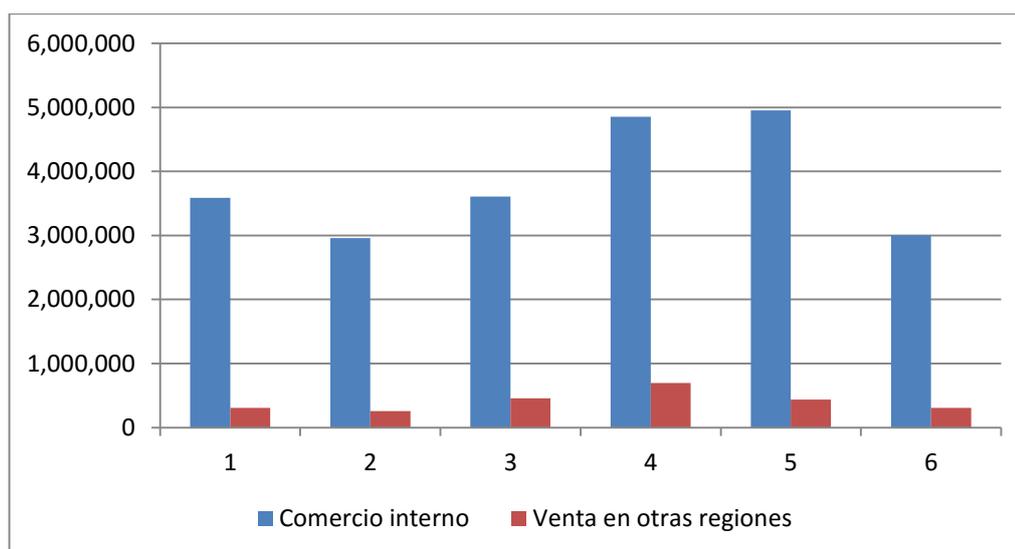
Se aprecia que en cada una de las zonas en las que se ha empleado el Furadan este ha afectado los suelos, por que excede los Límites máximos de tolerancia del suelo a la presencia del producto químico.

4.1.2. Resultados generales.

TABLA N° 4:
Comercialización a nivel nacional de Furadan

Descripción/Año	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Comercio interno	3,586,915	2,960,666	3,607,994	4,851,515	4,951,546	2,997,999
Venta a otras regiones	308,974	256,145	456,666	697,888	435,842	307,804

GRÁFICO N° 5:
Comercialización a nivel nacional



Fuente: DIRAGP - Agencia Agraria Pasco

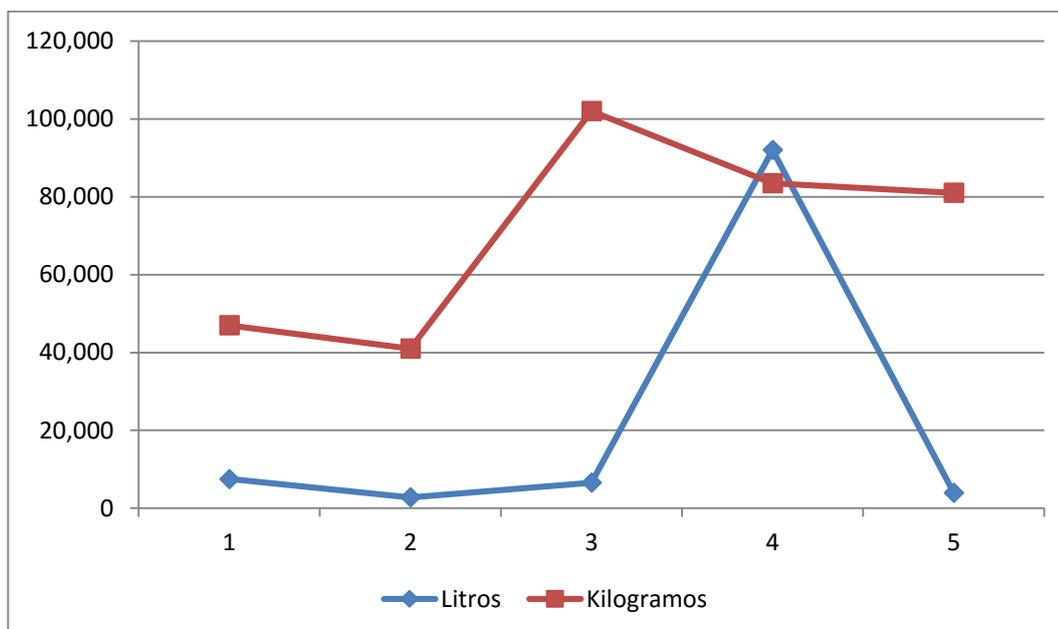
Interpretación:

Se puede apreciar que el consumo de Furadan en los últimos seis años ha sido impresionante, es decir que el uso desmedido ha provocado un consumo bastante considerable del producto.

**TABLA Nº 5:
Uso seco y líquido – Paucartambo**

Descripción / Año	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
	2008	2009	2010	2011	2012
Líquido lt	7,500	2,800	6,591	92,000	3,995
Seco kg	47,000	41,000	102,000	83,451	81,000

**GRÁFICO Nº 6:
Usos en Paucartambo**



Fuente: MINAG

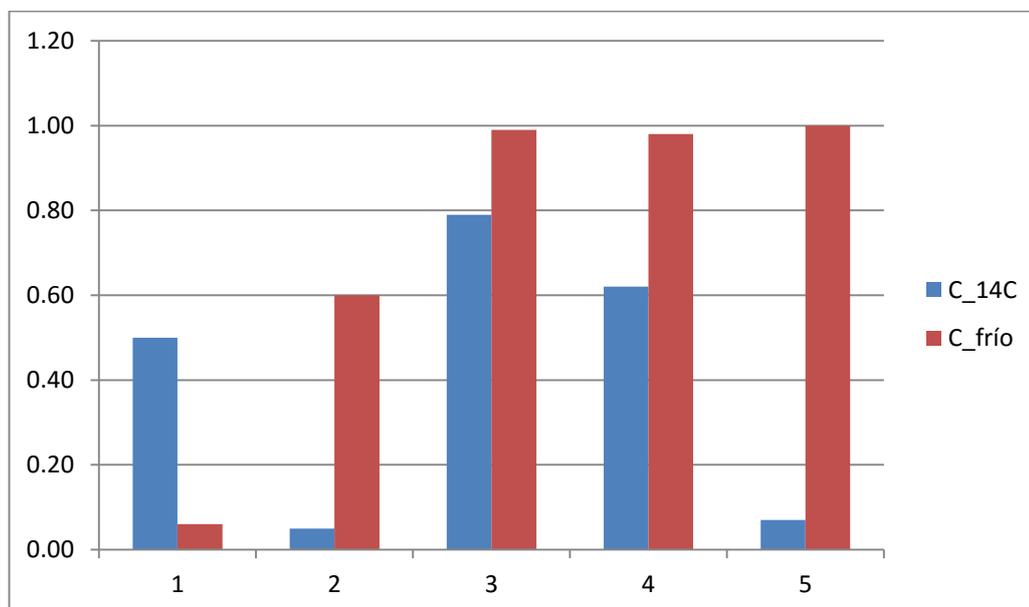
Interpretación.

Se puede apreciar que su uso es mayor en polvo o estado seco, eso implica el grado mayor de permanencia en el terreno.

**TABLA N° 6:
Concentración en suelos**

Descripción / Año	San Martín	Amazonas	Huánuco	Junín	Apurímac
Furadan 14C	0.50	0.05	0.79	0.62	0.07
Furadan frío	0.06	0.60	0.99	0.98	1.00

**GRÁFICO N° 7:
Concentraciones del furadan en el suelo**



Fuente: MINAG

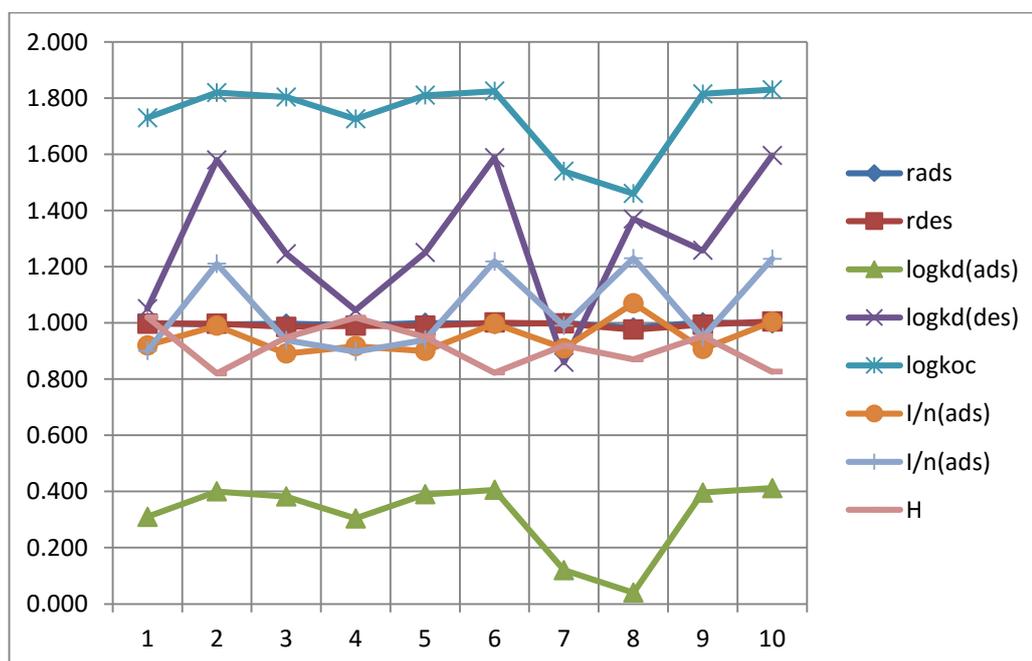
Interpretación:

Se aprecia que en cada una de las zonas en las que se ha empleado el Furadan este ha afectado los suelos, por que excede los Límites máximos de tolerancia del suelo a la presencia del producto químico.

TABLA N° 7:
Correlación en adsorción y desorción Concentración de Furadan

Lugar	Ancara		Putaga		Pilcopiquio		Cutuchca		Shalla	
	Furadan	Carbofuran analítico	Furadan	Carbofuran analítico	Furadan	Carbofuran analítico	Furadan	Carbofuran analítico	Furadan	Carbofuran analítico
r_{ads}	1.000	0.994	0.997	0.992	1.000	0.996	1.000	0.983	1.002	0.998
r_{des}	0.997	0.997	0.986	0.990	0.990	1.001	0.998	0.976	0.994	1.005
$logkd_{(ads)}$	0.310	0.400	0.382	0.304	0.390	0.406	0.120	0.040	0.396	0.412
$logkd_{(des)}$	1.050	1.580	1.246	1.045	1.250	1.588	0.860	1.370	1.258	1.596
$logk_{oc}$	1.730	1.820	1.804	1.726	1.810	1.825	1.540	1.460	1.815	1.830
$l/n_{(ads)}$	0.920	0.990	0.891	0.917	0.900	0.997	0.910	1.070	0.907	1.004
$l/n_{(des)}$	0.900	1.210	0.938	0.898	0.940	1.219	0.990	1.230	0.949	1.228
H	1.020	0.820	0.949	1.019	0.950	0.823	0.920	0.870	0.953	0.826

GRÁFICO N° 8:
Correlación de la concentración del furadan



Interpretación:

Todos los índices que se aprecian en la tabla evidencian un exceso de valores, lo que está ocasionando daño permanente al suelo agrícola de Pasco.

4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los datos obtenidos indican que, si existe contaminación, lo que a simple vista parece inusual, puesto que el insecticida Furadan 4F se utiliza en los suelos agrícolas del Distrito de Paucartambo.

Así los resultados obtenidos indicarían que durante los últimos seis años se ha utilizado desmedidamente su consumo del producto por ello implica el grado mayor de permanencia en el terreno utilizado.

Además se puede apreciar que en las zonas que se han utilizado el Furadan exceden los límites máximos permisibles establecidos, en donde todos los valores exceden ocasionando daño permanente al suelo agrícola de Pasco.

CONCLUSIONES

- De acuerdo a los datos obtenidos y procesados el grado de contaminación producido por el insecticida FURADAN 4F (sustancia activa carbofuran) en los suelos agrícolas de la localidad de Paucartambo) se puede indicar que el nivel de uso del insecticida es muy alto y está afectando al ambiente en el distrito de Paucartambo - Pasco.
- El poder del Furadan es indiscutible, pero sus efectos secundarios y colaterales son muy perjudiciales como para seguir empleando el insecticida en los suelos agrícolas.

RECOMENDACIONES

- Realizar un mayor control en el uso, para que este se modere y analizar otras secuelas de este producto.
- Capacitar y sensibilizar a la población para que desarrollen una mejor cultura de uso de los agroquímicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **LUIS OBREGÓN C.**-La Naturaleza. Editorial Navarrete. Setiembre 1998. Editorial Interandes de Contravalor. Perú – Suiza.
- **WILFREDO MOMIO**, “Elaboración de Protocolo de Investigación”; 3ra Edición, Lima. Perú - 2001.
- Productos orgánicos. Plaguicidas prohibidos en España, Asunción, Paraguay. Coordinación del Programa Agroecología. Revisado el 11 de enero 2007 con Argentina, Bolivia, Colombia, Cuba, Chile, Ecuador, México, Panamá, Perú, Uruguay.
- <http://www.productosorgánicos.or.pr/v1/plaguicidas-prohibidos-en-Europa>
- Biblioteca de la Producción más limpia.
<http://www.cet.org.pe/bibliotec/sueltos.htm>
- Centro Panamericano De Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente: CEPIS <http://www.cepis.ops-oms.org/>.