

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y  
AMBIENTALES**

**Plan de Investigación de Tesis de Maestría:**

**“ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN POR EL USO DE PLAGUICIDAS EN LOS  
SUELOS AGRÍCOLAS DE LA PROVINCIA DEL CARCHI, BIOACUMULACIÓN  
Y PROPUESTA DE UN MODELO PRODUCTIVO SOSTENIBLE”.**

**Realizado por:**

**SERGIO RENATO GARCÍA MONTOYA**

**Director del proyecto:**

**ANA LUCÍA RODRÍGUEZ**

**Como requisito para la obtención del título de:**

**MAGISTER EN GESTION AMBIENTAL**

## **DECLARACIÓN JURAMENTADA**

Yo, SERGIO RENATO GARCÍA MONTOYA, con cédula de identidad #100234622-7, declaro bajo juramento que el presente trabajo de investigación aquí desarrollado es de mi completa autoría, el cual no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en el presente documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y por la normativa institucional vigente.

Sergio Renato García Montoya

C.C: 1002346227

# **DECLARATORIA**

El presente trabajo de investigación titulado:

**“ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN POR EL USO DE PLAGUICIDAS EN  
LOS SUELOS AGRÍCOLAS DE LA PROVINCIA DEL CARCHI,  
BIOACUMULACIÓN Y PROPUESTA DE UN MODELO PRODUCTIVO  
SOSTENIBLE”**

**Realizado por:**

SERGIO RENATO GARCÍA MONTOYA

**Como requisito para la obtención del Título de:**

Magister en Gestión Ambiental

ha sido dirigido por la Profesora

ANA LUCÍA RODRIGUEZ

quien considera que constituye un trabajo original de su autor

ANA LUCÍA RODRIGUEZ

DIRECTORA

**DECLARATORIA PROFESORES TRIBUNALES**  
**LOS PROFESORES INFORMANTES**

Los Profesores Informantes:

ANA LUCÍA RODRÍGUEZ

MAGDALENA DÍAZ

CARLOS ORDOÑEZ

Después de revisar el trabajo presentado, por el alumno

SERGIO RENATO GARCÍA MONTOYA

Lo han calificado como apto para su defensa oral ante

El tribunal examinador

DIRECTORA

ANA RODRÍGUEZ

MAGDALENA DÍAZ

TRIBUNAL 1

CARLOS ORDOÑEZ

TRIBUNAL 2

Quito, 07 Agosto 2015

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación lo dedico a mi esposa y a mi hija por ser el motor de mi vida y a la Pachamama el lugar que los seres humanos debemos preservar y cuidar.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por haberme bendecido y ser mi guía.

A toda mi familia por el apoyo, comprensión, paciencia durante el transcurso de mis estudios, especialmente a mi esposa y mi hija por su inmenso amor y su fortaleza brindada, siendo el soporte para alcanzar este objetivo.

A mi compañeros de maestría por su amistad, su constancia, el trabajo y sacrificio para poder sortear los obstáculos y culminar este camino.

A los profesores que impartieron sus conocimientos, experiencias y consejos.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 OBJETIVO.....	3
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>4</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
2.1 PLAGUICIDAS.....	4
2.2.1 Consumo de plaguicidas en el Ecuador.....	7
2.2 RECURSO SUELO.....	8
2.2.1 Criterios de calidad de suelo .....	9
2.5 CULTIVO DE PAPA EN EL ECUADOR .....	13
2.4 MARCO LEGAL.....	19
2.4.1 CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR.....	20
2.4.2 LEGALIZACIÓN INTERNACIONAL SOBRE PLAGUICIDAS .....	20
2.4.3 LEY DE COMERCIALIZACIÓN Y EMPLEO DE PLAGUICIDAS, CODIFICACIÓN .....	21
2.4.5 LEY ORGÁNICA DE LA SALUD.....	22
2.4.6 NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO SUELO Y CRITERIOS DE REMEDIACIÓN PARA SUELOS CONTAMINADOS. LIBRO VI.....	22
2.4.7 NORMA TÉCNICA INEN 2078:2013.....	23
2.4 BIOACUMULACIÓN .....	23
2.4.1 Rutas de Transporte .....	24
2.4.3 Residualidad de plaguicidas en alimentos.....	26
2.5 AGROECOSISTEMA SUSTENTABLE .....	29
2.5.1 Conservación de Suelos.....	30
2.5.2 Agrobiodiversidad .....	30
2.5.3 Manejo Ecológico de Plagas y Enfermedades .....	31
2.4 MARCO CONCEPTUAL .....	32
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>33</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>33</b>
3.1 UBICACIÓN DEL LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN .....	33
3.1.1 Ubicación Geográfica .....	33

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	35
3.3 METODOLOGÍA .....	36
3.3.1 Materiales y equipos.....	36
3.3.2 Muestreo .....	36
3.3.3 Análisis de Laboratorio .....	37
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>39</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS. ....</b>	<b>39</b>
4.1 PROPIEDADES GENERALES DEL SUELO .....	39
4.2 ANÁLISIS DE PLAGUICIDAS EN EL SUELO.....	40
4.2.1 Plaguicidas Organoclorados .....	40
4.2.2 Plaguicidas Organofosforados.....	41
4.2.3 Carbamatos .....	42
4.2.4 Plaguicidas Organonitrogenados.....	42
4.2.5 Piretrinas .....	43
4.3 ANÁLISIS DE PLAGUICIDAS EN LA PAPA .....	45
4.3.1 Plaguicidas Organoclorados .....	45
4.3.2 Plaguicidas Organofosforados.....	46
4.3.3 Carbamatos .....	46
4.3.4 Pesticidas Organonitrogenados .....	47
4.3.5 Piretrinas .....	48
4.4 PROPUESTA DE MODELO SOSTENIBLE PRODUCTIVO DE LA PAPA .....	49
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>51</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>51</b>
5.1 CONCLUSIONES .....	51
5.2 RECOMENDACIONES.....	52
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>53</b>
<b>REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>53</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>58</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. CLASIFICACIÓN DE LOS PESTICIDAS EN FUNCIÓN DE SU CAMPO DE ACCIÓN SEGÚN EPA .....	5
TABLA 2. CLASIFICACIÓN TOXICOLÓGICA DE LOS PLAGUICIDAS.....	5
TABLA 3. BANDA DE COLOR DE LAS ETIQUETAS SEGÚN LA CATEGORÍA TOXICOLÓGICA .....	6
TABLA 4. CLASIFICACIÓN DE LOS PLAGUICIDAS, SEGÚN LA FAMILIA QUÍMICA .....	6
TABLA 5. CLASIFICACIÓN DE LOS PLAGUICIDAS SEGÚN SU VIDA MEDIA DE EFECTIVIDAD ..	7
TABLA 6. SERVICIOS AMBIENTALES DEL SUELO.....	9
TABLA 7. INDICADORES FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CALIDAD DEL SUELO ...	10
TABLA 8. PARÁMETROS PARA VALORACIÓN DE LA CALIDAD INICIAL DEL SUELO SEGÚN EL USO AGRÍCOLA.....	11
TABLA 9. CRITERIOS DE REMEDIACIÓN O RESTAURACIÓN (VALORES MÁXIMOS PERMITIDOS).....	11
TABLA 10. SUPERFICIE Y PRODUCCIÓN DE PAPA EN DIFERENTES PROVINCIAS .....	15
TABLA 11. ENFERMEDADES Y PLAGAS QUE ATACAN A LA PAPA Y SU CONTROL FITOSANITARIO .....	17
TABLA 12. TIEMPO DE VIDA MEDIA DE ALGUNOS PLAGUICIDAS Y SU ÍNDICE DE KOC.....	25
TABLA 13. FACTORES QUE REGULAN EL TRANSPORTE DE LOS PLAGUICIDAS EN EL SUELO	26
TABLA 14. LÍMITES MÁXIMOS DE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS PARA PATATAS (PAPAS).....	28
TABLA 15. RELACIONES ENTRE ANTAGONISTAS Y PATÓGENOS DE PAPAS Y SU PROBABLE MECANISMO DE ACCIÓN .....	32
TABLA 16. PARÁMETROS GENERALES DEL SUELO AGRÍCOLA DE DOS LOCALIDADES EN EL CANTÓN BOLÍVAR .....	39
TABLA 17. RESIDUOS DE PLAGUICIDAS ORGANOCORADOS EN SUELOS AGRÍCOLAS DEL CANTÓN BOLÍVAR. ....	40
TABLA 18. RESIDUOS DE PLAGUICIDAS ORGANOFOSFORADOS EN SUELOS AGRÍCOLAS DEL CANTÓN BOLÍVAR .....	41
TABLA 19. RESIDUOS DE CARBAMATOS EN SUELOS AGRÍCOLAS DEL CANTÓN BOLÍVAR ...	42
TABLA 20. RESIDUOS DE PLAGUICIDAS ORGANONITROGENADOS EN SUELOS AGRÍCOLAS DEL CANTÓN BOLÍVAR .....	42
TABLA 21. RESIDUOS DE PIRETRINAS EN SUELOS AGRÍCOLAS DEL CANTÓN BOLÍVAR .....	43
TABLA 22. RESIDUOS DE PLAGUICIDAS ORGANOCORADOS EN LA PAPA ( <i>SOLANUM TUBEROSUM</i> ) .....	45
TABLA 23. RESIDUOS DE PLAGUICIDAS ORGANOFOSFORADOS EN LA PAPA ( <i>SOLANUM TUBEROSUM</i> ) .....	46
TABLA 24. RESIDUOS DE CARBAMATOS EN LA PAPA ( <i>SOLANUM TUBEROSUM</i> ) .....	46
TABLA 25. RESIDUOS DE ORGANONITROGENADOS EN LA PAPA ( <i>SOLANUM TUBEROSUM</i> ) ...	47
TABLA 26. RESIDUOS DE PIRETRINAS EN LA PAPA ( <i>SOLANUM TUBEROSUM</i> ) .....	48

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. SUPERFICIE AGRÍCOLA EN LA QUE SE USA PLAGUICIDAS QUÍMICOS.....	7
FIGURA 2. CONSUMO DE PLAGUICIDAS EN EL ECUADOR (1992-2012) .....	8
FIGURA 3 MAPA DE ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA DE PAPA .....	14
FIGURA 4. PRODUCCIÓN DE PAPA EN EL ECUADOR (2003-2013).....	15
FIGURA 5. RUTAS DE TRANSPORTE DE LOS PLAGUICIDAS .....	24
FIGURA 6 REQUERIMIENTOS PARA UNA AGRICULTURA SUSTENTABLE.....	30
FIGURA 7. FOTO SATELITAL UNIDAD A DE ANÁLISIS DE SUELO .....	34
FIGURA 8. FOTO SATELITAL UNIDAD B DE ANÁLISIS DE SUELO .....	35
FIGURA 9. ESQUEMA DE MUESTREO DEL SUELO.....	37
FIGURA 10. PORCENTAJES DE PLAGUICIDAS IDENTIFICADOS CON Y SIN LEGISLACIÓN .....	44
FIGURA 11. RESIDUOS DE PLAGUICIDAS QUE SUPERAN LOS LMP DETERMINADOS POR EL TULSMA .....	44
FIGURA 12. RESIDUOS DE PLAGUICIDAS IDENTIFICADOS QUE SUPERAN LOS LMR DEL CODEX ALIMENTARIUS EN PAPA.....	49
FIGURA 13. PROPUESTA DE UN SISTEMA AGROECOLÓGICO SOSTENIBLE DE LA PAPA .....	50

García Montoya, Sergio Renato

Estudiante de maestría en Facultad de Ciencias Ambientales  
Universidad Internacional SEK  
Correo electrónico: [renato28gm@hotmail.com](mailto:renato28gm@hotmail.com)

### **Resumen.**

La agricultura convencional está enfocada fundamentalmente en la producción y comercialización de monocultivos intensivos, es dependiente de paquetes tecnológicos basados en insumos externos como son los plaguicidas, y prioriza el crecimiento económico sin tomar en cuenta la distribución de recursos, ni los costos sociales y ambientales. Los agricultores del cultivo de papa en la provincia del Carchi utilizan una amplia variedad de agroquímicos entre fertilizantes, insecticidas, fungicidas y herbicidas que son aplicados con frecuencia para lograr rendimientos óptimos y combatir plagas y enfermedades. Mediante estos procesos se produce un desequilibrio de los agroecosistemas; el suelo, el agua, los alimentos que se producen y el ser humano se ven expuestos a una contaminación. El estudio tiene como objetivo el análisis de la calidad del suelo mediante sus características físico químicas y la verificación de la presencia de plaguicidas; determinar si existe la bioacumulación de las estas sustancias químicas o residuos de las mismas en la papa y proponer un modelo agroecológico sostenible para este cultivo. La presente investigación se desarrolló en la Provincia del Carchi, cantón Bolívar, en dos unidades agrícolas productivas del cultivo de papa, donde se realizó la toma de muestras de suelos y de tubérculos. Se uso la metodología EPA 8270 para la detección de plaguicidas. Los análisis de laboratorio detectaron residuos de plaguicidas con concentraciones que superan los límites permisibles en la legislación ecuatoriana entre los que se destacan el Dieldrin, Endosulfan II, Carbofurán, y la Antrazina. La contaminación en las papas se determinó por residuos de Endosulfan II, Dimethoate y Methil parathion, Metalaxyl, y Permethrin, que se encontraron sobre los límites máximos de residuos según el CODEX alimentarius.

**Palabras claves:** Plaguicidas, bioacumulación, límite máximo permisible, agroecología.

García Montoya, Sergio Renato

Estudiante de maestría en Facultad de Ciencias Ambientales  
Universidad Internacional SEK

Correo electrónico: [renato28gm@hotmail.com](mailto:renato28gm@hotmail.com)

### **Abstract**

Conventional agriculture is fundamentally focused in the production and merchandizing of intensive monocultures. It is dependent of technology packages based on external supplies such as pesticides and it prioritizes the economic growth, regardless the distribution of resources, neither the social and environmental cost. In Carchi, the farmers of potato crop use a wide variety of agrochemicals among fertilizers, insecticides, fungicides and herbicides that are often applied to achieve optimal yields and combat plagues and diseases. Through these processes an imbalance in the agro-ecosystems is caused. Thus, the soil, water, food products and therefore the human being are exposed to a contamination. The objective of the study is to analyze the soil quality regarding its physical and chemical characteristics in order to verify the presence of pesticides, determining the existence of bioaccumulation of these chemical substances or residues on the potato crop. Then a sustainable agro-ecological model for this crop is proposed. The research is carried out in 2 productive agricultural units of potato crop in Carchi province, canton Bolivar, where soil and tubers samples are taken. For the detection of pesticides the methodology EPA 8270 is used. The laboratory analysis detected pesticides residues with concentrations that surpass the permissible limit of the Ecuadorian legislation in which Dieldrin, Endosulfan II, Carbofurán, and Antrazina stand out. The contamination on potatoes is determined by residues of Endosulfan II, Dimethoate y Methyl parathion, Metalaxyl, and Permethrin which were found over the maximum limit of residue according to CODEX alimentarius.

**Keywords:** Pesticides, bioaccumulation, maximum limit, permissible, agro-ecology

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

Los plaguicidas sintéticos son el resultado de investigaciones realizadas en insectos entre 1930 y 1940, para la formulación de armas químicas (Ramírez y Lascaña, 2001), sin embargo es después de la II Guerra Mundial que la elaboración de plaguicidas incrementó su producción para el control de plagas a nivel agrícola, veterinario, salud pública y en el hogar, por lo que su consumo se extendió a escala global. Esta industria tuvo su auge en la agricultura entre los años 60 y 70 del siglo anterior y se llegó a conocer como la Revolución Verde.

Durante los últimos 50 años la producción agrícola a nivel mundial ha ido en aumento, basada en la utilización excesiva de sustancias químicas, y es así que la agricultura convencional se convirtió en una de las actividades humanas que ocasionan mayores efectos negativos sobre el medio ambiente, porque prioriza el crecimiento económico, sin tomar en cuenta la distribución de recursos, ni los costos sociales y ambientales (Altieri, 1995).

Los impactos ambientales más importantes de la agricultura moderna repercuten sobre: la calidad del suelo, provocando su erosión, salinización y pérdida de biodiversidad; sobre la calidad del agua, contaminando y agotando los acuíferos; sobre los hábitats de vida silvestre y el paisaje debido a una deforestación sin control y un incorrecto uso del suelo; y sobre el aire a causa de la generación de gases de efecto invernadero (OECD, 2003).

Los plaguicidas no solo alteran el balance de la naturaleza desequilibrando los sistemas de vida (agua y suelo), además su uso indiscriminado constituye un peligro para la salud de los agricultores al momento de su aplicación. Los consumidores también pueden verse afectados en la cadena alimentaria ya que se producen alimentos contaminados con trazas de plaguicidas excediendo los límites permisibles.

En el Ecuador la llamada revolución verde tuvo su desarrollo desde 1970. La introducción de la nueva tecnología ocasionó la pérdida del conocimiento agrícola ancestral (Altieri, 1992), ya que con los primeros químicos cambió la forma de producir los cultivos al haberse experimentado un notable aumento de la producción y mejora del control de las plagas y enfermedades.

Sin embargo el intenso e inadecuado uso de sustancias químicas como son los insecticidas, herbicidas, fungicidas y fertilizantes de origen sintético por parte de los agricultores a lo largo de los últimos años con el fin de mejorar la producción y combatir problemas fitosanitarios en los cultivos, se ha convertido en una amenaza para

la protección de la biodiversidad en los agro-ecosistemas y la sostenibilidad agrícola (Yanggen *et al.*, 2002) debido a las características de persistencia, vida media y toxicidad de estos compuestos, acelerando el deterioro de los suelos, disminuyendo su actividad microbiana, contenido de materia orgánica y fertilidad.

La provincia del Carchi es una zona agrícola y ganadera de gran importancia para la distribución de los alimentos en el Ecuador. La producción agropecuaria es la principal actividad económica, representando el 36% de la población económicamente activa. (INEC, 2010).

La papa es un cultivo tradicional de los andes, y es un elemento importante en la dieta básica de los ecuatorianos; constituye el primer producto agrícola de la provincia. Actualmente es la zona de mayor producción del país con un aporte del 28,1% del total nacional (INEC, 2013). Otros cultivos que se producen minoritariamente son: cebolla, maíz, fréjol, haba, cebada, arveja, oca, melloco y quinua.

El cultivo de papa demanda un costo importante para los productores debido a la susceptibilidad que presenta frente a enfermedades y plagas, por lo que utilizan un sin número de compuestos agroquímicos altamente tóxicos para su producción, manejando alrededor de 23 fungicidas y 19 insecticidas (Suquilanda, 2008), los mismos que en la mayoría de ocasiones son aplicados sin especificaciones técnicas ni monitoreo previo, es decir son recetas clásicas.

En la actualidad países desarrollados establecen planes para la reducción del uso de plaguicidas y la tendencia se inclina por una agricultura ecológica y sostenible, (Torres y Capote, 2004), en donde la conservación del recurso suelo y restitución de la diversidad agrícola son prioridades. Además organizaciones internacionales como la Comunidad Europea (CE), la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la Organización Mundial de la Salud (OMS), y la Environmental Protection Agency (EPA) ayudan al monitoreo y control de los pesticidas mediante la elaboración de normativas y leyes para determinar la calidad y seguridad de los alimentos, estableciendo Límites Máximos Residuales para regular cada compuesto.

En el Ecuador para el control y registro de plaguicidas Agrocalidad ejecuta la normativa nacional, la normativa de la Comunidad Andina y otras normativas internacionales, a pesar de ello todavía circulan en el mercado algunos agroquímicos altamente tóxicos que en otros países están prohibidos, pero aquí se comercializan y se usan en los cultivos sin ningún tipo de restricción, aún sabiendo los riesgos que presentan para la salud.

Algunos estudios señalan que el uso de agroquímicos y fertilizantes sintéticos utilizados para mejorar la productividad de monocultivos intensivos, y el crecimiento de la frontera agrícola en el Ecuador se han convertido en las causas principales de contaminación del agua y suelo provocando una problemática ambiental que se debe enfrentar (PNUMA-FLACSO-MAE, 2008: 15 – 18), por lo que la evaluación del grado de contaminación del suelo por plaguicidas es de particular importancia, debido a la transferencia de estos contaminantes en la cadena trófica.

El presente estudio busca establecer un análisis de la calidad de suelo de una zona agrícola en la provincia del Carchi, mediante la evaluación de las características físico-

químicas y la determinación de los niveles toxicológicos producidos por la aplicación de plaguicidas en dichos suelos. Además se investiga la presencia de estos productos o sus partículas en el cultivo de papa.

## **1.1 OBJETIVO**

Determinar la presencia y niveles de plaguicidas que tienen los suelos agrícolas en la provincia del Carchi y la bioacumulación en la papa.

## **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Determinar las características físico-químicas de los suelos en el lugar de estudio.
2. Describir e identificar características del sistema productivo del cultivo de papa.
3. Analizar los límites permisibles de los compuestos organoclorados, organofosforados, organonitrogenados, carbamatos y piretroides acumulados en el suelo y en la papa.
4. Establecer un sistema producción agroecológico.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 PLAGUICIDAS

*Los plaguicidas son sustancias o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir, atraer, repeler o combatir cualquier plaga, incluidas especies indeseadas de plantas o animales, durante la producción y/o almacenamiento, transporte, distribución y elaboración de alimentos, productos agrícolas o alimentos para animales.. (FAO, 2010).*

La Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU (EPA) en 1998 tenía en sus registros 620 ingredientes activos, de los cuales se elaboraban 20.000 distintos productos químicos, formados de sustancias orgánicas e ingredientes inertes tóxicos.

En la actualidad toneladas de productos químicos destinados principalmente para la agricultura se fabrican y se comercializan alrededor del mundo. Los plaguicidas permiten a los productores aumentar la cantidad de alimentos de cada cultivo al momento de la cosecha. Además algunos de estos productos ayudan a mejorar la calidad, seguridad y vida útil de ciertos alimentos. Para los consumidores, esto significa el acceso a una amplia variedad de alimentos asequibles, producidos localmente o importados de otros estados o países.

Sin embargo los plaguicidas poseen características de toxicidad, persistencia, movilidad, bioacumulación, migración entre otras, que los hacen perjudiciales y provocan efectos negativos sobre el medio ambiente principalmente perturbando al suelo y fuentes de agua, comprometiendo su calidad; y en el ser humano afectando la salud (Silva y Correa, 2009).

##### 2.1.1 Clasificación

La clasificación de los pesticidas se puede hacer en función de diferentes criterios como su campo de acción, grado de penetración, estabilidad, toxicidad, semejanza química, etc. (Hernández, 2005).

La clasificación según el objetivo o campo de acción al que está destinado el plaguicida, es la que más se usa en la actualidad y es determinada por la EPA tal como se describe en la Tabla 1.



**Tabla 1. Clasificación de los plaguicidas en función de su campo de acción según EPA**

<b>Tipo de plaguicidas</b>	<b>Organismo objetivo</b>
Acaricidas	Ácaros
Antibióticos	Microorganismos
Alguicidas	Algas
Avicidas	Pájaros
Bactericidas	Bacterias
Defoliantes	Hojas de plantas
Desinfectantes	Microorganismos
Fumigantes	Plagas en edificios, suelos, etc.
Herbicidas	Plantas
Insecticidas	Insectos
Larvicidas	Larvas de insectos
Molusquicidas	Caracoles, babosas
Nematicidas	Nematodos
Ovicidas	Huesos de insectos
Pisticidas	Peces
Repelentes	Insectos, pájaros
Raticidas	Roedores

Fuente: Hernández (2005)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1978 clasifica a los plaguicidas según su toxicidad. Esta clasificación se basa en la dosis letal media (DL50) aguda, por vía oral o dérmica en estudios con animales. Si existe una exposición prolongada de un producto con una baja dosis letal media (DL50) puede causar efectos crónicos (Tabla 2).

La peligrosidad del plaguicida es la capacidad de producir daño agudo a la salud cuando se da una o múltiples exposiciones en un tiempo relativamente corto.

**Tabla 2. Clasificación Toxicológica de los Plaguicidas**

<b>Clasificación de la OMS según los riesgos</b>	<b>Formulación Líquida DL50 Aguda</b>		<b>Formulación Líquida DL50 Aguda</b>	
	Oral	Dermal	Oral	Dermal
Clase I a Productos Sumamente Peligrosos	>20	>40	>5	>10
Clase I b Productos Muy Peligrosos	20 a 200	40 a 400	5 a 50	10 a 100
Clase II Productos Moderadamente Peligrosos	200 a 2000	400 a 4000	50 a 500	10 a 1000
Clase III Productos Poco Peligrosos	2000 a 3000	> a 4000	500 a 2000	> a 1000
Clase IV Productos que Normalmente No Ofrecen Peligro	> a 3000		> a 2000	

Fuente: OMS

Los pequeños productores de las zonas rurales de climas cálidos usan grandes cantidades de plaguicidas pertenecientes a las Clases Ia, Ib y II. El riesgo se incrementa debido a que los agricultores no utilizan los elementos de protección personal. La toxicidad de los plaguicidas está determinada en su etiqueta por colores (Tabla 3).

**Tabla 3. Banda de color de las etiquetas según la categoría toxicológica**

Color de la Banda	Clasificación de la OMS según los riesgos	Clasificación del Peligro
Rojo (PMS 199 C)	I a – Producto Sumamente Peligroso	MUY TÓXICO
Rojo (PMS 199 C)	I b – Producto Muy Peligroso	TÓXICO
Amarillo (PMS Amarillo C)	II – Producto Moderadamente Peligroso	NOCIVO
Azul (PMS 293 C)	Producto Poco Peligroso	CAUTELADO
Verde (PMS 347 C)	IV – Producto que Normalmente no Ofrece Peligro	CAUTELADO

Fuente: OMS

Otra clasificación que pueden tener los plaguicidas, es de acuerdo a su estructura química. Existen diversas familias en esta clasificación que se exponen en la siguiente tabla:

**Tabla 4. Clasificación de los plaguicidas, según la familia química**

Familia química	Usos	Ejemplos
Organoclorados	Insecticidas	DDT, aldrin, endosulfan, endrín
Organofosforados	Insecticidas	Bromophos, diclorvos, malatión
Carbamatos	Insecticidas	Carbaryl, methomyl, propoxur
Tiocarbamatos	Insecticidas	Ditiocarbamato, mancozeb, manzeb
Piretroides	Insecticidas	Cypermethrin, fenvalerato, permethrin
Derivados de triazinas	Herbicidas	Atrazine, ametryn, desmetryn
Compuestos inorgánicos	Insecticida, Herbicida, Fungicida	Bromuro de metilo, mercurio, selenio, fósforo blanco
Compuestos de origen botánico	Insecticida	Nicotina, aceite de canola

Elaborado por: García R, 2015 modificado de Ramírez y Lascaña (2001)

Los primeros plaguicidas que aparecieron fueron los organoclorados, con su mayor exponente el (DDT), pero su uso se prohibió debido a su alta persistencia, su capacidad de acumulación en tejidos grasos y su alta toxicidad, aunque todavía se encuentran restos de DDT en algunos países del tercer mundo.

Los segundos plaguicidas en llegar fueron los organofosforados que tienen una menor persistencia en el ambiente, y se usan mayoritariamente hoy en día; después aparecieron los piretroides los cuales se encuentran, de forma natural, y están presentes

en las flores de los crisantemos. Recientemente se han desarrollado los biopesticidas o pesticidas biológicos, que provienen ya sea de origen animal o vegetal, bacterias, minerales, etc. Estas sustancias naturales son capaces de controlar plagas por mecanismos que no implican una vía tóxica como los anteriores. (Hernández, 2005).

De acuerdo a la característica de persistencia los plaguicidas se clasifican en: (Tabla 5)

**Tabla 5. Clasificación de los plaguicidas según su vida media de efectividad**

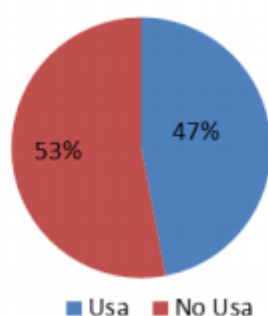
Persistencia	Vida media	Ejemplos
No persistente	De días hasta 12 semanas	Makatión, diazinón, carbarilo, diametrín
Moderadamente persistente	De 1 a 18 meses	Paratión, lannate
Persistente	De varios meses a 20 años	DDT, aldrín, dieldrín
Permanente	Indefinidamente	Productos hechos a partir de mercurio, plomo, arsénico

Fuente: Ramírez y Lascaña, (2001)

### 2.2.1 Consumo de plaguicidas en el Ecuador

Alrededor de 1'320.988,67 hectáreas de superficie agrícola para la producción utilizan algún tipo de plaguicida, que corresponde al 47% del total de superficie. En el 53% restante se cultiva de manera ecológica, es decir utilizan bioplaguicidas o no se usan plaguicidas (INEN, 2013).

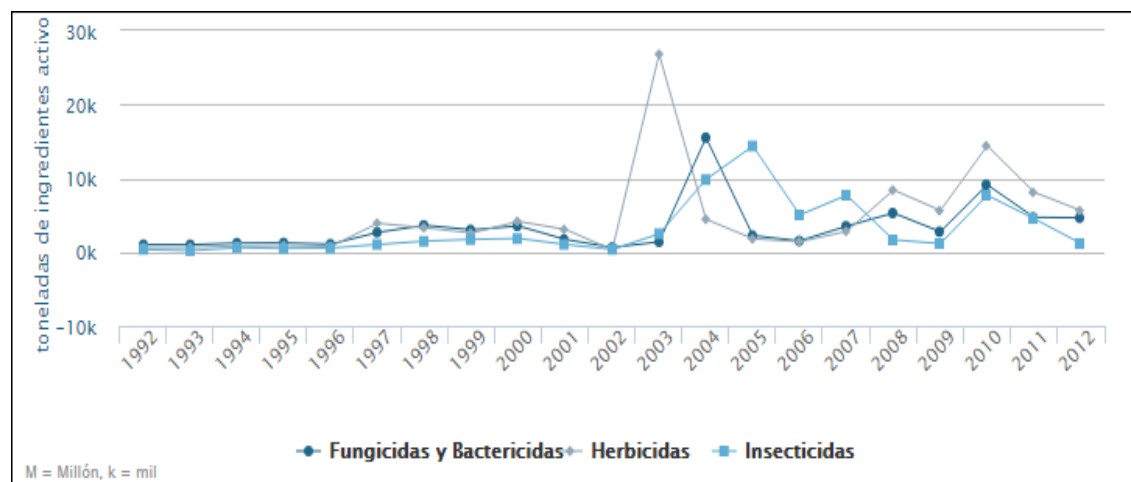
**Figura 1. Superficie agrícola en la que se usa plaguicidas químicos**



Fuente: INEN (2013)

En el Ecuador el consumo de agroquímicos se ha incrementado desde el año 2000 en adelante (Fig. 2). Los agricultores utilizan los plaguicidas sin tener un conocimiento o capacitación sobre la manipulación segura de estas sustancias; además solo el 12% de las hectáreas de cultivos permanentes y 10% de cultivos transitorios conocen los niveles de la toxicidad.

**Figura 2. Consumo de plaguicidas en el Ecuador (1992-2012)**



Fuente: FAOSTAT, (2015)

Según el INEN (2013) 1 de cada 10 hectáreas de los cultivos permanentes, utiliza plaguicidas de carácter extremadamente tóxico. La aplicación de plaguicidas de menor o mayor toxicidad depende del cultivo. Se identificó que el uso de productos con etiqueta verde se observa en su mayoría en cultivos de ciclo corto como hortalizas, papa y maíz suave; mientras que cultivos como el banano, caña de azúcar y palma utilizan aproximadamente 10% de productos de etiqueta roja.

## 2.2 RECURSO SUELO

Echarri (1998) señala que “*el suelo es una parte fundamental de los ecosistemas terrestres debido a que contiene agua y elementos nutritivos que los seres vivos utilizan, y en él se apoyan y nutren las plantas y otros organismos*”.

El suelo es un ecosistema complejo en el que conviven diversas poblaciones de animales, vegetales y microorganismos, que por medio de procesos químicos y biológicos mantienen un equilibrio dinámico. La aplicación de los plaguicidas es una de las causas que alteran ese equilibrio y aceleran su degradación (Sánchez y Sánchez, 1984).

Se lo considera un recurso altamente vulnerable debido a las diferentes actividades sociales y económicas que acoge, su sobreutilización por actividades como la agricultura y ganadería pueden llegar a afectarlo irreversiblemente, por lo que su conservación es responsabilidad del ser humano (Silva y Correa, 2009).

Para Gliessman (2002) un suelo ideal desde el punto agrícola está compuesto de un 45% de minerales, 5% de materia orgánica y 50% de espacio poroso, el resto de componentes es agua y aire.

El suelo cumple con funciones medio ambientales específicas, actuando como amortiguador natural, controlando el transporte de elementos y sustancias químicas a la atmósfera, la hidrósfera y la biota (Kabata y Pendias, 1992). En la tabla 6 se indica los principales servicios ambientales que ofrece este recurso.

**Tabla 6. Servicios ambientales del Suelo**

Servicio Ambiental	Descripción
Generación de alimento y demás producción de biomasa	Los alimentos y otros productos agrícolas, esenciales para la vida humana, Desarrollo de vegetación, cultivos y árboles obtienen nutrientes, agua y soporte del suelo.
Almacenaje, filtración y transformación	El suelo almacena minerales, materia orgánica, agua y varias sustancias químicas. Se lo considera el filtro natural de las aguas subterráneas, y la principal reserva de agua.
Hábitat y reserva genética	Hábitat de una gran cantidad de microorganismos que viven en el suelo, con un genotipo irremplazable.
Entorno físico y cultural para la humanidad	Sirve de base para las actividades humanas y forma parte del paisaje y del patrimonio cultural.
Fuente de materias primas	Proporciona materias primas como arcillas, arenas y los minerales, entre otros que son empleados en los diversos procesos productivos.

Fuente: Silva y Correa, (2009)

### 2.2.1 Criterios de calidad de suelo

Para el Comité de la Salud del Suelo (Soil Science Society of America citado por García *et al.*, 2012) la calidad del suelo es la capacidad de este recurso para funcionar dentro de los límites de un ecosistema natural o intervenido, debe sustentar la productividad de las plantas y los animales, mantener o mejorar la calidad del aire y del agua, y sostener el hábitat.

Los indicadores de la calidad de suelo son un conjunto de herramientas que permiten durante un período medir y dar un seguimiento a los efectos que han ocasionado las actividades agrícolas sobre el suelo, mediante la obtención de información sobre las propiedades físicas y químicas, los procesos y las características biológicas (Astier *et al.*, 2002).

Según Hünemeyer *et al.* (1997), los indicadores deberían permitir:

1. Analizar los posibles impactos antes de una intervención.
2. Monitorear el impacto de las intervenciones antrópicas.
3. Ayudar a determinar si el uso del recurso es sostenible.

El suelo es el lugar en donde se producen un sin número de procesos e interactúan múltiples factores, por lo tanto para determinar su calidad es necesario basarse en indicadores físicos, químicos, biológicos, productivos y sociales (Doran y Parkin, 1994).

Los factores más esenciales que determinan la calidad del suelo son: la profundidad disponible para la exploración de raíces, el pH, la salinidad, el contenido de materia orgánica (Magdoff, 1999). En la siguiente tabla se muestran los indicadores de calidad de suelo que más se utilizan a nivel mundial.

**Tabla 7. Indicadores físicos, químicos y biológicos de la calidad del suelo**

<b>Indicador</b>	<b>Relación con las funciones y condiciones del suelo</b>
<i>Físicos</i>	
Textura del suelo	Retención y transporte de agua y minerales, erosión del suelo
Profundidad del suelo	Estimación del potencial productivo y de erosión.
Infiltración y densidad aparente	Potencial de lixiviación, productividad y erosión.
Capacidad de retención de agua	Relacionado con el contenido de humedad, transporte y erosión.
Estabilidad de agregados	Erosión potencial de un suelo, infiltración de agua.
<i>Químicos</i>	
Materia Orgánica (C y N orgánico)	Fertilidad del suelo, estabilidad y grado de erosión. Potencial productivo.
pH	Actividad química y biológica, límites para el crecimiento de las plantas y actividad microbiana.
Conductividad eléctrica	Actividad microbiológica y de las plantas, límites para el crecimiento de las plantas y la actividad microbiológica.
N, P y K extraíble	Disponibilidad de nutrientes para las plantas y pérdida potencial de N, indicadores de productividad y calidad.
Capacidad de intercambio catiónico	Fertilidad de suelo, potencial productivo.
Metales pesados disponibles	Niveles de toxicidad para el crecimiento de la planta y la calidad del cultivo.
<i>Biológicos</i>	
Biomasa microbiana (C y N)	Potencial catalizador microbiano y reposición de C y N.
N potencial mineralizable	Productividad del suelo y aporte potencial de N
Respiración edáfica, contenido de agua, temperatura del suelo	Medición de la actividad microbiana
Número de lombrices	Relacionado con la actividad microbiana
Rendimiento del cultivo	Producción potencial del cultivo, disponibilidad de nutrientes.

Fuente: García *et al.* (2012).

En el Ecuador el Ministerio del Ambiente (MAE) establece los parámetros de la calidad del suelo de acuerdo a su uso. En la tabla 8 se detallan los parámetros a evaluar según el uso agrícola.

**Tabla 8. Parámetros para valoración de la calidad inicial del suelo según el uso agrícola**

Uso del Suelo	Parámetros a evaluar por Uso del Suelo
Agrícola	Metales (bario, boro, cadmio, cromo, níquel, plomo, arsénico, mercurio, zinc)
	Plaguicidas (organoclorados, organofosforados, carbamatos y piretroides)
	Contenido de materia orgánica en el suelo
	Conductividad eléctrica
	Nitrógeno total
	pH
	Humedad

Fuente: MAE, sf

La composición de los suelos es muy variable de zona a zona y cambia con el tiempo, los 3 componentes principales son: partículas minerales, detritos y organismos que se alimentan de éstos, la interacción entre los componentes forman los sistemas biogeoquímicos con la atmósfera, la biosfera y la hidrosfera.

La norma de calidad ambiental con respecto al recurso suelo se encuentra en el TULSMA Libro VI Anexo 2 en donde se determinan los valores de fondo aproximados o límites analíticos de detección para un contaminante presente en el suelo. Los parámetros de calidad del suelo constan en la siguiente tabla:

**Tabla 9. Criterios de Remediación o Restauración (Valores Máximos Permitidos)**

Sustancia	Unidades (Concentración en Peso Seco)	USO DEL SUELO			
		Agrícola	Residencial	Comercial	Industrial
Parámetros Generales					
Conductividad	mmhos/cm	2	2	4	4
pH		6 a 8	6 a 8	6 a 8	6 a 8
Parámetros Inorgánicos					
Arsénico (inorgánico)	mg/kg	12	15	15	15
Azufre (elemental)	mg/kg	500	-	-	-
Bario	mg/kg	750	500	2000	2000
Boro (soluble en agua caliente)	mg/kg	2	-	-	-
Cadmio	mg/kg	2	5	10	10

Sustancia	Unidades (Concentración en Peso Seco)	USO DEL SUELO			
		Agrícola	Residencial	Comercial	Industrial
Cobalto	mg/kg	40	50	300	300
Cobre	mg/kg	63	63	91	91
Naftaleno	mg/kg	0.1	0.6	22	22
Pirenos	mg/kg	0.1	10	10	10
Hidrocarburos Clorinados					
Bifenilospoliclorados (PCBs) total	mg/kg	0.5	1.3	33	33
Clorinados Alifáticos (cada uno)	mg/kg	0.1	5	50	50
Clorobenzenos (cada uno)		0.05	2	10	10
Tetracloroetilenos	mg/kg	0.1	0.2	0.5	0.6
Tricloroetileno	mg/kg	0.1	3	30	30
Pesticidas					
Pesticidas organoclorados y sus Metabolitos totales*	mg/kg	0.1	0.1	0.1	0.1
Aldrin					
Dieldrin					
Clordano					
DDT(total) <sup>1</sup>					
Endosulfan (total) <sup>2</sup>					
Endrin (total) <sup>3</sup>	mg/kg	0.01	0.01	0.01	0.01
Heptacloro <sup>4</sup>	mg/kg	0.01	0.01	0.01	0.01
Hexaclorociclohexano (todos los isómeros) <sup>5</sup>	mg/kg	0.01	0.01	0.01	0.01
Atrazina	mg/kg	0.005	0.005	0.005	0.005
Carbofuran	mg/kg	0.01	0.01	0.01	0.01
Orgánicos Misceláneos		-	-	-	-
Alifáticos no Clorinados (cada uno)	mg/kg	0.3	-	-	-

Fuente TULSMA Libro VI

Notas: n.d. no disponible

\*: Total: La concentración total es la suma de la concentración de los constituyentes individuales de los pesticidas listados



- 1: • 4.4-DDT
  - 4.4-DDE (p p'-DDX)
  - 4.4-DDD (p p'-TDE)
  
- 2: • a- endosulfan-Alfa
  - b- endosulfan-Beta
  - sulfato de endosulfan
  
- 3: • Endrin
  - Aldehído de endrin
  
- 4: • heptacloro
  - Epoxi-heptacloro
  
- 5: • a- BHC- Alfa
  - b-BHC-Beta
  - r-BHC (lindano)
  - g-BHC-Delta

## 2.5 CULTIVO DE PAPA EN EL ECUADOR

La papa (*Solanum tuberosum L*) es un cultivo tradicional de los valles interandinos, la mayoría se cultiva sobre los 3000 de altitud. La FAO señala que la producción mundial de papa en el año 2014 se ubicó en 365 millones de toneladas, con un área cosechada de 19,2 millones de hectáreas, obteniéndose un rendimiento promedio aproximado de 19 ton/ha. El país de mayor producción es China, con un promedio de 75 millones de toneladas en la última década. (FAOSTAT, 2015).

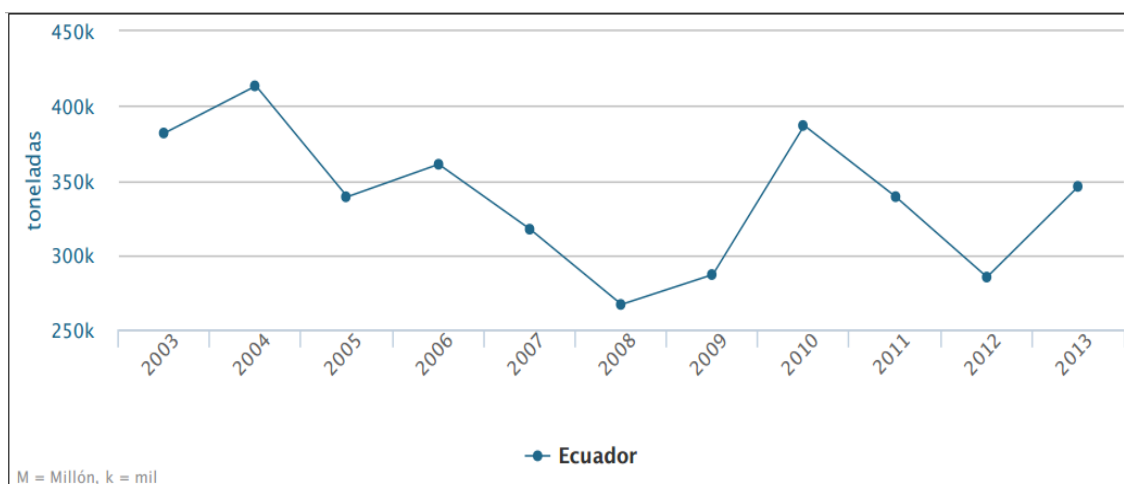
La producción de papa en el Ecuador tiene una alta dependencia de los insumos externos, haciendo que sus agro-ecosistemas sean cada vez menos autosustentables, aumentando la vulnerabilidad del agricultor por los altos costos de producción (Garcés, 2010).

Suquilanda (2008) señala que la papa se produce en las diez provincias de la Sierra, y las provincias de mayor importancia por el volumen de producción son: Carchi, Pichincha, Tungurahua, Chimborazo y Cotopaxi (Fig.3). Las variedades sembradas que destacan en la zona Norte son: Superchola, Gabriela, Esperanza, Roja, Fripapa y María; en la zona Centro: Gabriela, Esperanza y María, Fripapa y las nativas Uvilla y Leona Blanca; y en la zona Sur: Bolona, Esperanza, Gabriela y Jubaleña



El consumo per cápita de papa en Ecuador es de 21,87 kg/año, sin embargo la producción de papa ha sido variable en los últimos años. En el año 2012 el total de superficie sembrada de papa tuvo una producción de 285,100 toneladas métricas anuales y un rendimiento promedio de 8.3 toneladas métricas por hectárea (MAGAP 2012), para el 2013 la producción aumento a 345.9200 toneladas (FAOSTAT, 2015).

**Figura 4. Producción de papa en el Ecuador (2003-2013)**



Fuente: FAOSTAT, (2015)

Actualmente la provincia del Carchi, no es la zona de mayor superficie sembrada de papa, tiene un promedio 6833 hectáreas/años entre los años 2000 y 2012, pero si cuenta con el mayor rendimiento de producción en toneladas/hectárea del país (Tabla 10), con un promedio de 20,45 Tm/ha, convirtiéndose en la zona papera más importante del país. Esto se debe a sus condiciones favorables agroclimáticas y al uso de costosos volúmenes de fertilizantes y plaguicidas para el control principalmente de hongos e insectos. (MAGAP, 2012)

**Tabla 10. Superficie y Producción de papa en diferentes provincias**

Provincia	2010		2011		2012	
	Superficie Sembrada (Ha)	Rendimiento (Tm/Ha)	Superficie Sembrada (Ha)	Rendimiento (Tm/Ha)	Superficie Sembrada (Ha)	Rendimiento (Tm/Ha)
Carchi	6330	27,27	6.765	16,14	4.555	17,94
Cotopaxi	11.033	6,54	13.278	6,03	7.118	9,71
Chimborazo	12.914	3,81	12.039	4,32	10.232	5,06
Pichincha	4.305	11,96	3.795	9,93	3.129	7,18
Tungurahua	4.298	11,10	4246	11,58	3.413	7,33
Imbabura	978	4,44	927	9,50	1.104	8,50

Fuente: MAGAP, (2012)

El principal sistema de producción de los pequeños agricultores es papa-papa-otros cultivos que puede rotarse es el trigo, cebada, maíz, haba y pastos. La preparación del suelo va a depender de la época de siembra, topografía del suelo y la disponibilidad de maquinaria, por lo que algunas veces se lo realiza manualmente o con yunta. Las siembras son durante todo el año gracias a la distribución de las lluvias en la zona. Los agricultores utilizan grandes cantidades de insumos químicos, entre los que se destacan insecticidas, fungicidas y fertilizantes sintéticos.

Los resultados obtenidos del Proyecto Ecosalud del Centro Internacional de la papa entre años 1999 y 2001 determinaron que el cien por ciento de los productores de papa utiliza agroquímicos, estos productos provocan una contaminación puntual afectando directamente al suelo y al agua superficial, debido a las aplicaciones, al desecho de envases y lixiviación de los plaguicidas.

En la actualidad la papa es un cultivo con altos costos de producción que bordean los 6000 dólares americanos, puede ser un cultivo rentable si se obtienen buenos rendimientos, sin embargo esto dependerá del precio en el mercado, que siempre es fluctuante. Adicionalmente la falta de mano de obra y el cambio climático son otros problemas con los que tienen que convivir los agricultores y ha ocasionado la reducción de la superficie sembrada en el 2014 con un -10%.




En el caso de la provincia del Carchi los agricultores tienen una cultura de siembra del tubérculo, la superficie se ha mantenido porque los agricultores tradicionales siguen creyendo en la posibilidad de que en una si en un ciclo de siembra perdieron, en el siguiente se puedan recuperar con mejor producción.



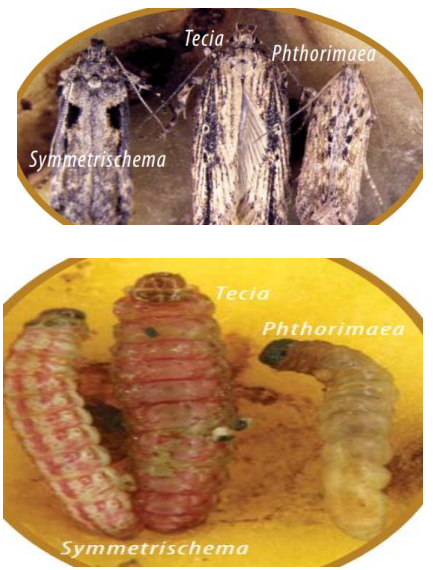
El cultivo de papa puede verse afectado por factores bióticos y abióticos que reducen su producción y calidad. Los principales problemas en el cultivo son ocasionados por insectos plaga y enfermedades. El cambio climático en las plantaciones paperas ha incrementando la incidencia de enfermedades y plagas por lo que los agricultores se ven en la necesidad de proteger su inversión de 6 a 7 aplicaciones continuas de agroquímicos.

La investigación de Crissman y Espinosa (1993) revela que en la producción papa-leche los agricultores de la provincia del Carchi utilizaban 66 productos distintos para el control principalmente de la lanchara (*Phytophthora infestans*), el gusano blanco y varios insectos del follaje. De los fungicidas usados el 80% era a base de mancozeb, mientras que el 90% de los insecticidas usados eran el carbofurán y metamidofos.

Las principales enfermedades y plagas que atacan a la papa y su control fitosanitarios se detallan en la siguiente tabla:

**Tabla 11. Enfermedades y plagas que atacan a la papa y su control fitosanitario**

Enfermedad	Síntomas	Imagen	Control Fitosanitario
<p>Rhizoctoniasis <i>Rhizoctonia solani</i>.</p>	<p>- En el cuello de la planta aparecen manchas de color negro cubiertas por una pelusilla de color blanco. - En los tallos pueden aparecer papas aéreas. Sobre la cáscara de las papas aparecen costras negras iguales a la tierra (esclerocios) - El follaje de algunas plantas se enrolla.</p>	 <p>pelusilla blanca</p> <p>costra negra</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Metect</li> <li>- Celest</li> <li>- Amistar 500</li> <li>- TB-LAQ</li> </ul>
<p>Sarna polvorienta <i>Spongospora subterranea</i></p>	<p>-En las papas aparecen ampollas (chimbis o mitzas) de color ladrillo</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Triziman-D</li> <li>- Fosetyl-Al</li> <li>- Bravo</li> </ul>
<p>Lancha Negra Tizón tardío <i>Phytophthora infestans</i></p>	<p>-En las hojas se forman manchas de color café claro. En tiempo húmedo los bordes de estas manchas se cubren de una pelusilla de color blanco formada por esporas y micelio, principalmente en el envés de las hojas.  -En los tallos aparecen manchas de color café</p>	 <p>lancha en la hoja</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Forum</li> <li>- Daconil</li> <li>- Cuprofix</li> <li>- Triziman-D</li> <li>- Fosetyl-Al</li> <li>- Revus</li> <li>- Diacono</li> <li>- Zampro</li> <li>- Affiliated</li> <li>- Triamin</li> <li>- Mancozeb</li> <li>- SCORE 250 EC</li> </ul>

			
Plaga	Daños	Imagen	Control Fitosanitario
Gusano Blanco <i>Premnotrypes vorax</i>	-El adulto come los fillos de las hojas en forma de media luna y la base del tallo.  -Los gusanos se alimentan de las papas y hacen huecos o galerías.		- Engeo - Buffago - Metralla - Conquest - Regent
Polilla <i>Symmetrischema tangolias</i> <i>Tecia solanivora</i> <i>Phthorimaea operculella</i>	Los gusanos de <i>Phthorimaea</i> hacen minas en las hojas. Los gusanos de <i>Symmetrischema</i> hacen huecos a los tallos.  Los gusanos de las tres polillas hacen huecos en las papas y después estas se pudren.		- Conquest - Pirate - Orthene

Elaborado por: García R (2015)  
Fuente: Montesdeoca *et al.*, 2013

Además de los agroquímicos utilizados para el control de plagas y enfermedades se usan herbicidas para el control de malezas que compiten con el cultivo. Los herbicidas pueden ser de contacto, matan las hojas interfiriendo en la fotosíntesis; sistémicos, que son absorbidos por las plantas y sobre estimulan la producción de hormonas del crecimiento; y esterilizadores de suelo, matan los microorganismos que ciertas plantas necesitan para crecer (Tabla 11).

**Tabla 11. Clasificación de los herbicidas utilizados en la producción de papa**

Herbicida	Selectividad	Modo de acción	Mecanismo de aplicación	Época de aplicación	Grupo químico
Metribuzina	Selectivo	Inhibe la fotosíntesis	Al suelo	Pre- emergente Post- emergente	Triazina
Glifosato	Amplio espectro	Afecta la síntesis de la proteína	Al follaje	Pres – siembra	Metal orgánico
Linuron	Selectivo	Inhibe la reacción de Hill	Al suelo y follaje	Pre Post	Urea sustituida
Diuron	Selectivo	Inhibe la reacción de Hill	Al suelo	Pre	Urea sustituida
2,4- D	Amplio espectro	Afecta a la síntesis de proteína	Al follaje	Pre	Fenóxidos

Fuente: Pumisacho y Sherwood, (2002).

Los agricultores productores de papa a lo largo de los años han adquirido una alta dependencia de los paquetes tecnológicos de agroquímicos, lo que ocasiona un gran impacto económico, medio ambiental y a la salud humana (Crissman y Espinosa, 1993). Estudios de Orozco (2005) revelan que la provincia del Carchi posee una de las más altas tasas de intoxicación por plaguicidas de la región, y los agricultores presentan principalmente molestias dérmicas y neuropsicomotor.

La exposición permanente a los plaguicidas se da por la ingestión, inhalación o por absorción dermal y puede afectar a varios sistemas del cuerpo humano, algunos estudios evidencian problemas en los órganos reproductivos presentando alternaciones en la espermatogénesis, impotencia y esterilidad, oligospermia, disminución del índice de fertilidad. Además se han constatado dificultades respiratorias y efectos en el sistema nervioso central nervioso central, ocasionando cambio de conducta, encefalopatías, parálisis y neuralgias.

## 2.4 MARCO LEGAL

Antes de 1970, al suelo le atribuía una cualidad de autodepuración casi infinita. Después de la “Carta Europea de Suelos” elaborada en 1972, en la se define al suelo como uno de los más valorados recursos de la naturaleza, porque sobre el él se desarrolla la vida del hombre, animales y plantas. Se lo calificó como un recurso limitado, altamente degradable, por lo que es necesario protegerlo contra la erosión, la contaminación y el daño que puede ocasionar el desarrollo urbano y las prácticas agrícolas y silvícolas, por tal motivo los gobiernos deben promover y planificar medidas para la conservación del suelo (Solano, 2005).

### 2.4.1 CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

La Constitución en su artículo 13 establece que el Estado Ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria, es decir que todas las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos.

El Art 14 se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Además se declara la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados son de interés público.

En el Artículo 319 se menciona que *"El Estado promoverá las formas de producción que aseguren el buen vivir de la población y desincentivará aquellas que atenten contra sus derechos o los de la naturaleza; alentará la producción que satisfaga la demanda interna y garantice una activa participación del Ecuador en el contexto internacional"*.

### 2.4.2 LEGALIZACIÓN INTERNACIONAL SOBRE PLAGUICIDAS

A nivel internacional, en los distintos convenios y conferencias se han establecido los mecanismos y normas para regular el uso de sustancias peligrosas que dañan el medio ambiente y la salud de las personas como son los plaguicidas. La FARN (2005), señala los principales tratados internacionales con respecto al manejo de plaguicidas:

**Convenio de Basilea 1991.-** Se estableció reducir el movimiento transfronterizo de residuos de los desechos peligrosos y su eliminación de manera adecuada y cercana a su fuente de generación. Se estableció un procedimiento de notificación previa de todo movimiento transfronterizo de residuos.

**Convenio de Rotterdam 2000.-** Se propuso un procedimiento para la comercialización de ciertos productos

**Convenio de Estocolmo 2005.-** Reducción y eliminación de contaminantes orgánicos persistentes, con el objetivo de proteger la salud humana y medio ambiente. Establece medidas para reducir o eliminar desechos derivadas de los sistemas de producción intencionales o no intencionales. Se identificó específicamente 12 productos para su eliminación. de cuales nueve son plaguicidas:

- Aldrin
- Chlordano
- Endrin
- Dieldrin
- Heptacloro
- DDT
- Toxafeno (Camfecloro)



- Mirex
- Hexachlorobenzeno (HCB)

**Convenio de Viena 1989.-** Las actividades humanas ocasionan efectos negativos que modifican la capa de ozono, para lo cual se determinaron las medidas necesarias para la protección de la capa de ozono.

**Protocolo de Montreal 1990.-** Se implantaron las acciones que los Estados deben ejecutar para disminuir sustancias que provocan el deterioro de la capa de ozono.

**Convenio sobre la seguridad y la salud en la agricultura 2003.-** Se dictaminaron las disposiciones para el empleador y trabajador, para llegar a una máxima seguridad con el uso de sustancias químicas en la agricultura.

**Convenio sobre diversidad biológica 1994.-** Se determina la necesidad de la conservación de la biodiversidad, el uso sostenible de sus componentes y la participación equitativa y justa de los Estados en los beneficios derivados de los recursos genéticos.

**Convenio sobre la lucha contra la desertificación 1996.-** Mitigar los efectos de la desertificación y sequía mediante estrategias de conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos suelo e hídricos, que busquen el aumento de la productividad de las tierras, con el objetivo de mejorar las condiciones de las comunidades.

### **2.4.3 LEY DE COMERCIALIZACIÓN Y EMPLEO DE PLAGUICIDAS, CODIFICACIÓN**

#### **De la Tolerancia de Residuos de Plaguicidas y Productos Afines**

En el Art. 29 se determinan Los límites máximos de residuos de plaguicidas y productos afines en los productos vegetales, los mismos que son fijados por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, previo dictamen del Ministerio de Salud Pública.

Se señala en el Art. 30, que el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca se encargará del control y retención provisional de productos agrícolas sospechosos de estar contaminados con plaguicidas y productos afines; si luego, se comprobare la contaminación, ordenará su destrucción y adoptará las medidas que sean aconsejadas.

## **2.4.5 LEY ORGÁNICA DE LA SALUD**

**Art 6.** Este artículo define la responsabilidad del Ministerio de Salud Pública:

Literal 15. Regular, planificar, ejecutar, vigilar e informar a la población sobre actividades de salud concernientes a la calidad del agua, aire y suelo; y, promocionar espacios y ambientes saludables en coordinación con los organismos seccionales y otros competentes.

Literal 16. Regular y vigilar, en coordinación con otros organismos competentes las normas de seguridad y condiciones ambientales en las que desarrollan sus actividades los trabajadores, para prevención y control de las enfermedades ocupacionales y reducir al mínimo los riesgos y accidentes del trabajo.

## **2.4.6 NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO SUELO Y CRITERIOS DE REMEDIACIÓN PARA SUELOS CONTAMINADOS. LIBRO VI.**

El MAE estableció la reforma de la norma técnica ambiental y es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, esta norma se somete a las disposiciones contenidas en esos instrumentos y es de aplicación obligatoria por parte de toda persona natural o jurídica, pública o privada, que desarrolle actividades que tengan potencial de afectación a la calidad ambiental del suelo en todo el territorio nacional.

Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se establecen los siguientes criterios:

- a. Prevenir y reducir la generación de residuos sólidos municipales, industriales, comerciales y de servicios, incorporando técnicas apropiadas y procedimientos para su minimización, reuso y reciclaje.*
- b. Utilizar sistemas de agricultura, que no degraden, generen contaminación o desequilibren el ecosistema del área geográfica en que se desenvuelven, esto incluye el uso racional y técnico de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas.*
- c. En aquellos suelos que presenten contaminación deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperarlos, restaurarlos o restablecerlos a sus condiciones anteriores. Si alguna sustancia o elemento, se hubiere encontrado presente antes de la afectación del recurso en niveles de concentración elevados por condiciones naturales del suelo mismo, no serán considerados como contaminantes del sitio.*

## **2.4.7 NORMA TÉCNICA INEN 2078:2013**

### **Plaguicidas y Productos afines de uso agrícola. Manejo y disposición final de envases vacíos tratados con triple lavado.**

#### **3. Definiciones**

**3.1.20 Plaguicida de uso agrícola.** *“Sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, las especies no deseadas de plantas o animales que causan perjuicio o que interfieren de cualquier otra forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, productos agrícolas, madera y productos de madera.”* Dentro de este concepto toma en cuenta a las sustancias destinadas a utilizarse como reguladoras del crecimiento de las plantas, defoliantes, desecantes, y las sustancias aplicadas a los cultivos antes o después de la cosecha para proteger el producto contra el deterioro durante el almacenamiento y transporte.

#### **5. Disposiciones Generales**

**5.1** *Se debe eliminar el envase vacío de acuerdo a la normativa ambiental vigente, según la especificación establecida en la hoja de seguridad y etiqueta del producto contenido en el envase, a fin de prevenir la contaminación ambiental*

**5.2** *Se debe evitar la contaminación de cuerpos de agua como ríos, pozos, acequias, alcantarillado, etc.*

**5.3** *Los envases vacíos de plaguicidas o productos afines de uso agrícola no deben ser incinerados al aire libre o enterrados.*

## **2.4 BIOACUMULACIÓN**

Según Baddi y Landeros (2007) *“los plaguicidas en los suelos y en la biota pueden persistir desde unos días hasta años. La persistencia de un contaminante se puede definir como la propiedad de un compuesto para retener sus características físicas, químicas y funcionales en el medio a través del cual es transportado o distribuido por un periodo limitado después de su emisión”*.

Los compuestos se consideran persistentes cuando su periodo de degradación es extremadamente largo, estos compuestos se dispersan en el medio ambiente sin experimentar cambios. Con el tiempo casi todos los plaguicidas se degradan por efectos de la descomposición química, fotoquímica y microbiana, aunque algunos pueden perdurar años.

La acción de los microorganismos es de vital importancia para la descomposición de los plaguicidas. Las bacterias, algas y hongos del suelo, obtienen alimento y energía para su crecimiento por descomposición de estos compuestos orgánicos.

Según Torres y Capote (2004), solo el 1% de los plaguicidas llega a controlar la plaga, el sobrante por su característica volátil migra a grandes distancias y circula por

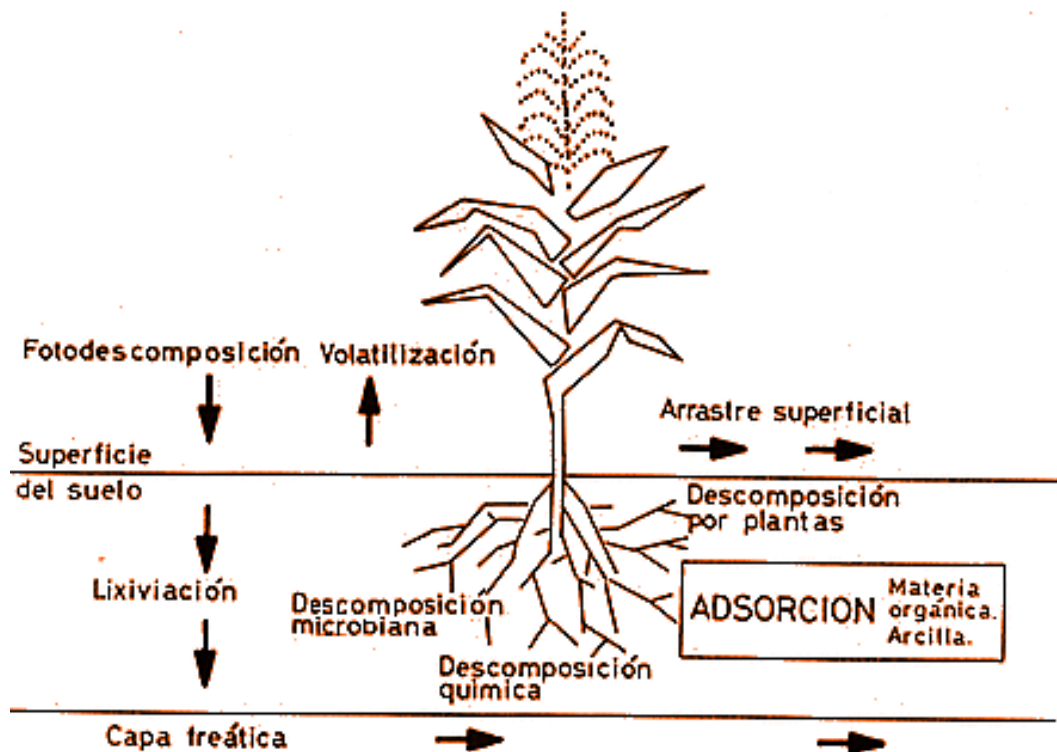
los componentes suelo, agua y aire, contaminando el medio ambiente y bioacumulándose en las cadenas tróficas.

La bioacumulación indica la tendencia de un compuesto a acumularse en los organismos. El coeficiente de partición  $K_{oc}$  mide la afinidad con la cual los plaguicidas se absorben al carbón orgánico presente en el suelo. Cuando el valor de  $K_{oc}$  es alto más fuerte es la tendencia del plaguicida a fijarse al suelo. Un valor alto de  $K_{oc}$  permite predecir que el movimiento del plaguicida a través del suelo se verá retardado por su gran atracción al suelo y que será menor la cantidad de plaguicida disponible para estar disuelto en el agua de percolación (Stoorvogel *et al.*, 2002).

### 2.4.1 Rutas de Transporte

Los plaguicidas se aplican en los cultivos, de forma líquida o pulverización y se distribuye en los distintos componentes del ambiente suelo, agua, aire, animales y plantas. La mayoría de veces son empleados por los agricultores sin especificaciones técnicas ni dosis reguladas, el suelo es el primer afectado por aplicaciones directas, goteo del producto desde la planta y derrames accidentales o intencionales; es común encontrar en las parcelas, en los bordes y en las sequías desechos de envases vacíos de los agroquímicos (Fig.5).

Figura 5. Rutas de transporte de los plaguicidas



Fuente: Sánchez y Sánchez, 1985

## 2.4.2 Factores que influyen en el transporte de los plaguicidas

Los plaguicidas se mueven en el medio ambiente en forma de gases, líquido y partículas sólidas dentro de un medio determinado y a través de las interacciones entre el aire, el agua, sedimento, suelo, plantas y animales.

El tiempo de vida medio de un plaguicida representa el tiempo necesario para que la concentración del pesticida se reduzca hasta la mitad y sirve para cuantificar su degradación. En general, los plaguicidas tienen vidas medias superiores a los 20 días por lo deben ser evaluados y pasar por algunos procesos para llegar al mercado.

La persistencia y vida media del plaguicida varía en cómo se fijan por absorción a las partículas del suelo, esto va a depender de la interacción de algunos factores, como la humedad, temperatura, contenido de materia orgánica, tipo de arcilla, pH, intercambio catiónico, así como de las características físico-químicas del producto que se aplique (Sánchez y Sánchez, 1985). (Tabla 12)

**Tabla 12. Tiempo de vida media de algunos plaguicidas y su índice de Koc**

Plaguicida	t ½ (días)	Koc (ml/g)
Aldicarb	2.4	30
Atrazina	50	103
Captan	1	200
Carbofurán	50	22
Clorpirifos	94	6070
Clorotalonil	20	1380
2.4 – D	8	20
Diuron	64	480
Endosulfan	25	12400
Glifosato	38	24000
Linuron	60	400
Metalaxyl	19	50
Metamidofos	6	5
Malathion	2	1800
Parathion	18.5	5100
Maneb	56	2000
Mancozeb	70	2000
Permethrin	18	100000

Elaborado por: García, R (2015)

Fuente: Stoorvogel *et al.* (2002)

En la siguiente tabla se representa los principales factores que regulan el transporte y la evolución de los plaguicidas en el suelo.

**Tabla 13. Factores que regulan el transporte de los plaguicidas en el suelo**

<b>Propiedades de los plaguicidas</b>	<b>Características del suelo</b>	<b>Influencia del medio</b>
Estructura química y física	Presencia de coloides	Temperatura
Volatilidad	Conductividad eléctrica	Pluviometría
Coefficiente de reparto	pH, humedad	Cubierta vegetal
Solubilidad	Estructura y textura	Velocidad del viento
Adsorción	Contenido de materia orgánica	Tipo de suelo
Vida media	Microorganismos	Radiación solar

Elaborado por: García R, (2015)

### **2.4.3 Residualidad de plaguicidas en alimentos**

Los plaguicidas son sustancias que al interactuar con el medio están sujetas a cambios de tipo físico, químico y biológico. Son químicamente complejas y una vez aplicadas al medio están sujetas a una serie de transformaciones a nivel físico, químico y biológico. Estas transformaciones pueden llevar a la generación de metabolitos o a la degradación total de los compuestos que se acumulan en las cadenas tróficas.

En la actualidad el problema de la presencia de residuos de pesticidas en los alimentos está tomando mayor importancia, los consumidores cada vez más se preocupan por su salud y los alimentos que ingieren. A nivel de comercio internacional el control de trazas de determinados plaguicidas en los alimentos son rigurosos, con el fin de proteger al consumidor y que los productos agroalimentarios estén exentos de pesticidas o bien que éstos se encuentren en concentraciones inferiores a los valores permitidos.

Para el control de los residuos de pesticidas se han establecido los límites máximo de residuos (LMR) que se define como *“la concentración máxima de residuos (expresada en mg/kg) para que se permita legalmente su uso, en la superficie o en la parte interna de los productos alimenticios para consumo humano y de piensos”* (EPA).

El Codex Alimentarius que extiende la FAO y la OMS señala que un residuo de pesticida o plaguicida es *“toda sustancia presente en un producto alimenticio destinado al hombre o a los animales como consecuencia de la utilización de un plaguicida”*. Es decir que no sólo toma en cuenta los restos del plaguicida en su forma molecular original, sino también todos sus metabolitos, productos de reacción e impurezas con significación toxicológica (Hernández, 2005).

Cada plaguicida posee tiempos mínimos que deben transcurrir entre la aplicación del plaguicida y la recolección de la cosecha, así se puede evitar o minimizar la cantidad de residuo tóxico superior al tolerable sea en el producto (Schmitt y Nelson, 1982).

Los alimentos que contienen residuos de plaguicidas pueden ocasionar problemas en la población humana conocido como envenenamiento secundario, que va a depender de dos factores: 1) la cantidad de alimento consumido, y 2) la cantidad de residuos de plaguicidas que se encuentra en el alimento (Baddi y Landeros, 2007).

Hernández (2005), manifiesta que la cromatografía de gases (GC) y cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) son las dos técnicas más usadas en el análisis de pesticidas, aunque en los últimos años se ha desarrollado ampliamente una técnica alternativa, que es la electroforesis capilar (CE).

Los estudios realizados en Estados Unidos por Schafer y Kegel (2002) confirman que existen residuos de plaguicidas en casi la totalidad de productos alimenticios en los que destacan productos para hornear, frutas, vegetales, carne, aves de corral y otros alimentos de uso diario.

La legislación de cada país señala los límites de los residuos permisibles de plaguicidas en los alimentos, para lo cual se necesita realizar serios controles agroalimentarios. En Europa existe un programa de monitoreo, que realizan controles de residuos de plaguicidas; en el 2013 el programa abarcó un total de 209 pesticidas, 191 en los alimentos de origen vegetal y 52 en los alimentos de origen animal. Se pudo observar leves mejoras relacionado a los LMR de ciertos pesticidas no aprobados que han disminuido o desaparecido en relación al análisis del 2010, esto se evidenció en productos como manzanas, repollos, melocotones y fresas (EFSA, 2015).

Como se dijo anteriormente estos controles se realizan a nivel de cultivos de exportación, pero el problema radica en el consumo interno, ya que la gran mayoría de los vegetales, frutas, hortalizas van directamente desde la zona de cultivo hasta los sitios de venta, sin control alguno, aumentando el riesgo de la salud de los consumidores.

En un principio la ingesta de alimentos contaminados con residuos de plaguicidas o de sus metabolitos puede ser imperceptible, pero con el transcurso del tiempo puede generar problemas en órganos reproductivos, afectar al sistema nervioso o incluso causar algún tipo de cáncer, por lo cual es necesario conocer el LMR de los diferentes plaguicidas en los alimentos. El Codex Alimentarius determina los niveles máximos de residuos de plaguicidas para cada alimento; en la tabla 14 se señala los LMR para las papas.

**Tabla 14. Límites máximos de residuos de plaguicidas para Patatas (papas)**

Plaguicida	LMR	Año de adopción	Símbolo
Diazinon	0,01 mg/Kg	1995	(*)
Novaluron	0,01 mg/Kg	2006	(*)
Abamectin	0,01 mg/Kg	2001	(*)
Deltametrin	0,01 mg/Kg	2004	(*)
Dimetenamid-P	0,01 mg/Kg	2006	(*)
Ciflutrin/beta-ciflutrin	0,01 mg/Kg	2008	(*)
Mandipropamid	0,01 mg/Kg	2009	(*)
Oxidemetón-Metilo	0,01 mg/Kg	2006	(*)
Spinozad	0,01 mg/Kg	2003	(*)
Clorpirifos-Metilo	0,01 mg/Kg	2010	(*)
Zoxamida	0,02 mg/Kg	2008	
Famoxadona	0,02 mg/Kg	2005	(*)
Tiacloprid	0,02 mg/Kg	2007	(*)
Metaflumizone	0,02 mg/Kg	2010	(*)
Fipronil	0,02 mg/Kg	2003	
Piraclostrobin	0,02 mg/Kg	2006	(*)
Trifloxistrobin	0,02 mg/Kg	2006	(*)
Metomilo	0,02 mg/Kg	2004	(*)
Metidation	0,02 mg/Kg		(*)
Benalaxilo	0,02 mg/Kg	2010	(*)
Indoxacarb	0,02 mg/Kg	2006	
Fluopyram	0,03 mg/Kg	2013	
Propargita	0,03 mg/Kg	2007	
Fluxapiroxad	0,03 mg/Kg	2013	
Azinfos-Metilo	0,05 mg/Kg	1995	(*)
Fenpiroximato	0,05 mg/Kg	2014	
Ametoctradin	0,05 mg/Kg	2013	
Endosulfan	0,05 mg/Kg	2007	(*)
Dimetipin	0,05 mg/Kg	2003	(*)
Permetrin	0,05 mg/Kg		(*)
Pentiopirad	0,05 mg/Kg	2013	
Pirimetanil	0,05 mg/Kg	2008	(*)
Metamidofos	0,05 mg/Kg	2005	
Teflubenzuron	0,05 mg/Kg	1999	(*)
Ciantraniliprol	0,05 mg/Kg	2014	
Paration-Metilo	0,05 mg/Kg	1997	(*)
Metiocarb	0,05 mg/Kg	2006	(*)
Dimetoato	0,05 mg/Kg		
Dimetomorf	0,05 mg/Kg	2008	
Fosmet	0,05 mg/Kg	2001	(*)
Metalaxilo	0,05 mg/Kg		(*)
Captan	0,05 mg/Kg	2003	
Etoprofos	0,05 mg/Kg	2005	
Diquat	0,1 mg/Kg	2014	
Diclofluanida	0,1 mg/Kg		
Bentazone	0,1 mg/Kg	2014	
Oxamilo	0,1 mg/Kg	2004	
Glufosinato-Amonio	0,1 mg/Kg	2013	
Folpet	0,1 mg/Kg	2003	
Tolclofos-Metilo	0,2 mg/Kg	1997	
Ditiocarbamatos	0,2 mg/Kg	2005	c,m,n,p
2,4-D	0,2 mg/Kg		



<b>Propamocarb</b>	0,3 mg/Kg	2007	
<b>Forato</b>	0,3 mg/Kg	2013	
<b>Cletodim</b>	0,5 mg/Kg	2003	
<b>Espirotetramato</b>	0,8 mg/Kg	2009	
<b>Clorpirifos</b>	2 mg/Kg	2005	
<b>Cicloxdim</b>	3 mg/Kg	2013	
<b>Difenoconazol</b>	4 mg/Kg	2014	Po
<b>Fludioxonil</b>	5 mg/Kg	2014	Po
<b>Imazalil</b>	5 mg/Kg		Po
<b>Azoxistrobin</b>	7 mg/Kg	2014	Po
<b>Tiabendazol</b>	15 mg/Kg	2003	Po
<b>Tecnaceno</b>	20 mg/Kg	1997	Po
<b>Clorprofam</b>	30 mg/Kg	2006	Po
<b>Hidrazida Maleica</b>	50 mg/Kg		

Fuente: FAO/OMS, (2013)

## 2.5 AGROECOSISTEMA SUSTENTABLE

La agricultura ecológica busca mejorar la producción de forma sustentable, con menores impactos negativos ambientales y sociales, mediante la reducción de insumos externos y un mejor manejo y uso de los recursos productivos.

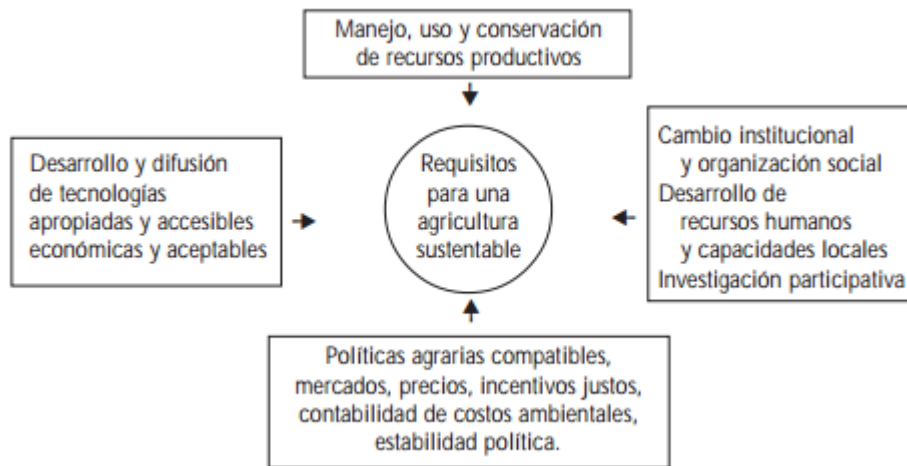
La tendencia mundial se inclina por una producción más limpia reduciendo al máximo la aplicación de sustancias químicas, en este contexto la agricultura orgánica toma enorme importancia para los sistemas agro-productivos porque significa volver a los saberes ancestrales, pero implementando una metodología tecnificada

Reintjnje *et al.* (1992) determina que para mantener agroecosistemas sustentables se deben aplicar los siguientes principios ecológicos:

- Aumentar el reciclado de biomasa y optimizar la disponibilidad y el flujo balanceado de nutrientes.
- Asegurar condiciones del suelo favorables para el crecimiento de las plantas, particularmente a través del manejo de la materia orgánica y aumentando la actividad biótica del suelo.
- Minimizar las pérdidas debidas a flujos de radiación solar, aire y agua mediante el manejo del microclima, cosecha de agua y el manejo del suelo a través del aumento en la cobertura.
- Diversificar específica y genéticamente el agroecosistema en el tiempo y el espacio.
- Aumentar las interacciones biológicas y los sinergismos entre los componentes de la biodiversidad promoviendo procesos y servicios ecológicos claves.

Para implementar un sistema agroecológico sostenible es conveniente iniciar un proceso de transición de las fincas o parcelas agrícolas convencionales a producciones orgánicas, mediante un diagnóstico inicial de las necesidades del capital humano que son los pequeños agricultores, para lo cual se debe realizar programas de transferencia de tecnología basados en la producción ecológica.

**Figura 6. Requerimientos para una agricultura sustentable**



Fuente: Altieri, (1999)

### **2.5.1 Conservación de Suelos**

En la agricultura convencional el suelo solo es considerado el sustento y soporte mecánico de las plantas, mientras que la agricultura ecológica lo conceptualiza como la capa viva de la corteza terrestre, regulador de las diferentes reacciones y procesos importantes para el desarrollo de la vida vegetal y animal.

Para mantener la calidad de los suelos es necesario establecer cambios en los sistemas de labranza, porque los movimientos de tierra afectan la capacidad de infiltración, almacenamiento superficial, escurrimiento superficial y la cohesión de las partículas. La preparación constante del suelo de uso agrícola destruye su estructura, favoreciendo a la erosión hídrica y eólica, y por ende se dan transformaciones en su estructura, en sus propiedades físicas y químicas ocasionando la pérdida de fertilidad (Pumisacho y Sherwood, 2002).

En los ecosistemas naturales la fertilidad del suelo se mantiene a través del reciclaje de los nutrientes y de la generación de materia orgánica. Para el sistema agro productivo es necesario incorporación de materia orgánica ya sea animal o vegetal y realizar rotación o asociación de cultivos, para que se puede mantener el equilibrio de la biota edáfica y devolver al suelo los nutrientes extraídos mediante un sistema de reposición.

La materia orgánica es un elemento esencial para dotar a las plantas de nutrientes disponibles, si existen niveles bajos de este componente la fertilidad del suelo disminuye y la sostenibilidad del sistema productivo se puede verse afectada.

### **2.5.2 Agrobiodiversidad**

Altieri (1999) estipula que uno de los principales problemas de la agricultura moderna es la pérdida de biodiversidad, la agricultura intensiva y las grandes extensiones de monocultivos han generado las plagas más resistentes debido a la uniformidad genética.

Para cultivar a la papa mediante un sistema de producción orgánica, es necesario despojarse de la idea del monocultivo y establecer el modelo asociativo, es decir sembrar la papa intercalada con otros cultivos como, melloco, arveja, haba, quinua (Suquilanda, 2008).

La diversidad de cultivos constituye un mecanismo importante para mantener la fertilidad de los suelos y disminuir la presencia de plagas y enfermedades. Se debe utilizar las colecciones de variedades nativas de papas. INIAP señala que existen más de 400 variedades, y algunas de las papas nativas poseen mayor resistencia a los ataques de insectos y hongos, además tienen un beneficio nutricional por su mayor contenido de sólidos y un sabor especial a los preparados (INIAP, 2005).

El sistema agro-productivo actual tiene una sencillez biológica elevando los costos ambientales, económicos y sociales, es por ello que se debe buscar la restitución de la biodiversidad de los agroecosistemas y así se podrá recuperar las funciones ecológicas, favoreciendo una recirculación de nutrientes, se regularían los procesos hidrológicos y la abundancia de organismos indeseable, así como la detoxificación de sustancias nocivas (Altieri, 1999).

### **2.5.3 Manejo Ecológico de Plagas y Enfermedades**

Las plagas se han adaptado y beneficiado de los sistemas agro-productivos a base de químicos, porque al tener muy poca agro-biodiversidad de cultivos en las fincas y parcelas, el número de enemigos naturales ha disminuido, por tanto el control natural de especies es casi nulo, adicional a esto se ha observado que las plagas han evolucionado adquiriendo resistencia a los fitosanitarios que se aplican.

En el cultivo de papa el control de plagas y enfermedades a base de microorganismos benéficos parásitos, comensalistas, depredadores, competidores y promotores de crecimiento no ha sido muy explotado y las investigaciones no son relevantes, sin embargo el uso de enemigos naturales pueden funcionar de manera efectiva.

Suquilanda (2008) señala que para el control de plagas y enfermedades es necesario establecer un manejo integrado mediante controles físicos, culturales, mecánico, fitogenético, etológico que permitan reducir la aplicación de agroquímicos y entrar en un sistema de producción ecológico.

En el mercado existen varias especies de microorganismos como por ejemplo: *Thichoderma spp.*, *Bacillus subtilis*, y algunas *Pseudomonas*, que pueden emplearse en los controles. En la siguiente tabla se detallan algunos antagonistas que se podrían usar para solucionar los problemas fitosanitarios en el cultivo de papa.

**Tabla 15. Relaciones entre antagonistas y patógenos de papas y su probable mecanismo de acción**

Enfermedad	Organismo	Especie antagonista	Mecanismo de acción
Sarna común	<i>S. scabies</i>	<i>Pseudomonas fluorescens</i> <i>P. no fluorescens</i> <i>Entetobacter agglomerans</i> <i>Acinetobacter sp.</i>	Antibiosis Antibiosis Antibiosis Antibiosis
Rhizoctoniasis	<i>R. solani</i>	<i>Verticillium biguttatum</i> <i>Thicoderma sp.</i> <i>Glocladium roseum</i> <i>G. vividens</i> <i>Rhizoctonia binucleada</i> <i>Actinomyces sp.</i> <i>Enterobacter</i> <i>Bacillus subtilis</i>	Hiperparasitismo Hiperparasitismo Hiperparasitismo Hiperparasitismo Competencia Competencia Antibiosis Antibiosis
Fusarium rot	<i>Fusarium spp</i>	<i>Fusarium no-patógeno</i> <i>Pseudomonas spp.</i>	Competencia Protección cruzada Promotoras de crecimiento
Lancha	<i>P. infestans</i>	<i>Bacillus subtilis IMP215</i> <i>Pseudomonas putida Ar33</i> <i>Thrichoderma viride</i> <i>Trichoderma harzianum</i> <i>Fusarium oxysporum</i> <i>Streptomyces spp.</i> <i>Phytophthora criptogea</i>	Antibiosis Antibiosis Antibiosis Antibiosis Induce resistencia (RSA) RSA

Fuente: Pumisacho y Sherwood, (2002).

## 2.4 MARCO CONCEPTUAL

**Recurso suelo.-** Tierras continentales e Insulares aptas para la agricultura, ganadería, forestación de reservas naturales, áreas protegidas, asentamientos humanos, entre otros.

**Sustancia química peligrosa.-** Sustancias o productos que por sus características físico/químicas y/o tóxicas representan peligros para la salud humana y el medio ambiente en general. Están sujetos a manejos y precauciones especiales en el almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición.

**Persistencia.-** Capacidad de una sustancia o un compuesto de permanecer en un sustrato del ambiente en particular, después de que ha cumplido el objetivo.

**LMR.-** Es la concentración máxima de residuos (expresada en mg/kg) para que se permita legalmente su uso, en la superficie o en la parte interna de los productos alimenticios para consumo humano y de piensos.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 UBICACIÓN DEL LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **3.1.1 Ubicación Geográfica**

La presente investigación se llevó a cabo en la provincia de Carchi, en el cantón Bolívar que se encuentra ubicado al norte del Ecuador y en el centro de la provincia del Carchi. Representa el 9.4% del territorio de la provincia de aproximadamente tiene unos 0.4 mil km<sup>2</sup>.

Según el INEC (2010), las actividades agrícolas y ganaderas son la base de la economía ya que el 65,71 % de la población se dedican a estas actividades. El 53,46 % del cantón es utilizado para la producción de cultivos y pastos, el 19,82 % bosques naturales. El 35% del cantón está cubierto por vegetación natural (bosques, vegetación arbustiva y páramo).

El cantón Bolívar cuenta con un gran potencial de diversidad agropecuaria; los principales cultivos son de ciclo corto como cebolla, papa, alverja, maíz, haba, melloco. Actualmente se ha convertido en centro de mercadeo de estos productos. Las dos variedades de papas que se están cultivando en la parroquia Bolívar son la Capiro y la Única.

La zona presenta una variación de temperatura, como consecuencia de los diferentes pisos climáticos. En general las temperaturas medias mensuales y la temperatura media anual oscilan entre 6 y 20°C, promedio de 15 °C, (INAHMI 2013).

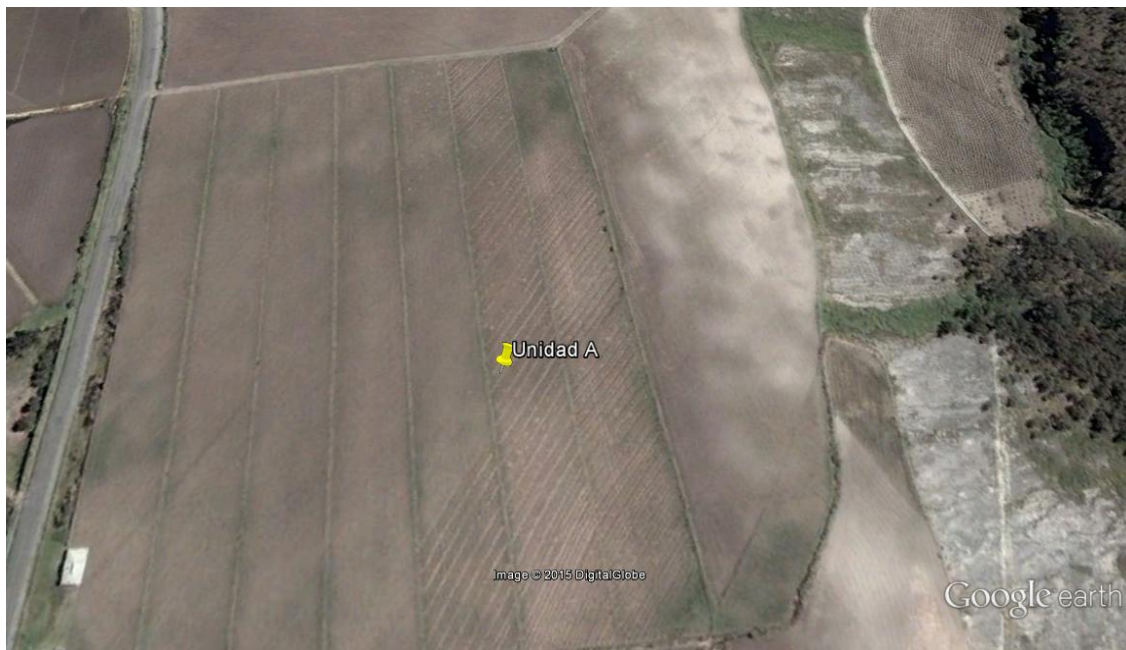
El cantón Bolívar posee sus máximos lluviosos en los meses de abril y noviembre constituyendo un régimen de precipitaciones interanual de distribución bimodal. La precipitación en el territorio oscila entre los 400 y 1500mm al año.

### 3.2.1 Característica de las unidades experimentales

La primera parcela se denomina unidad A y se encuentra a 1.2 km de la ciudad de Bolívar con una superficie de 8 hectáreas, ubicado en las siguientes coordenadas: 0°30'54.31"N, 77°54'5.13"O, con una altitud de 2656 m.

En este predio se ha sembrado el cultivo de papa en los últimos 10 años con rotaciones con otros cultivos de ciclo corto.

**Figura 7. Foto satelital Unidad A de análisis de suelo**



Fuente: Google earth

La segunda parcela se designa como unidad B y se localiza a 0.750 km de la ciudad de Bolívar cuenta con una superficie de 4 hectáreas, situado en las siguientes coordenadas: 0°29'18.57"N y 77°54'8.91"O, con una altura de 2593 m.

Durante los últimos 5 años en este terreno se ha establecido siembras de papa con rotaciones con otros cultivos.

**Figura 8. Foto satelital Unidad B de análisis de suelo**



Fuente Google earth, 2015

Los predios pertenecen a a la familia Castro. El agricultor manifestó que el suelo en el que cultiva es muy bueno, y productivo, sin embargo se usa fertilizante para aumentar la producción y realiza 7 aplicaciones con diferentes productos fitosanitarios, mediante una bomba de mochila para controlar plagas y enfermedades. El control se realiza con los mismos plaguicidas tanto en la unidad A como la B. La papa obtenida se vende localmente, tiene una producción variada de acuerdo al clima, y, a la oferta y demanda.

### **3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Se realizó una investigación descriptiva transversal para establecer la contaminación del suelo por el uso de plaguicidas y la residualidad de los mismos en la papa.

#### **3.2.1 Variables**

Variable cuantitativa continua: Determinar las características físico químicas y presencia de residuos de plaguicidas en las muestra de suelo. Adicionalmente se realizó un análisis de plaguicidas en la papa.

Las variables características del suelo a determinar en las muestras son:

- pH
- Humedad
- Conductividad eléctrica
- Materia Orgánica (Carbono Orgánico)

Las variables químicas a evaluar son:

- Compuestos Organofosforados
- Compuestos Organoclorados
- Compuestos Carbamatos
- Compuestos Organonitrogenados
- Compuestos Piretroides

### **3.3 METODOLOGÍA**

Para el cumplimiento de los objetivos planteados se realizó la toma de muestra del suelo para comprobar si existe o no contaminación del suelo por plaguicidas en las unidades de estudio (A y B), adicionalmente se tomó muestras de tubérculos de la unidad A para determinar residualidad de plaguicidas en el papa para cuantificar que plaguicidas están sobre los límites permisibles según la legislación.

#### **3.3.1 Materiales y equipos**

Los materiales y equipos fueron desinfectados antes de usarlos para evitar cualquier contaminación, los materiales utilizados fueron:

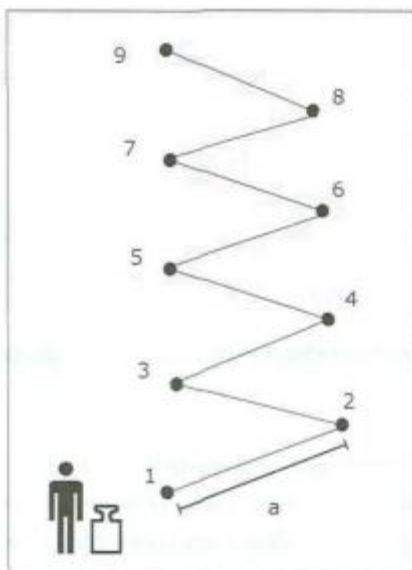
- Barreno cilíndrico
- GPS
- Balde
- Balanza
- Fundas de papel
- Etiquetas
- Lápiz
- Marcador
- Cuaderno de notas

#### **3.3.2 Muestreo**

El muestreo se realizó dividiendo el terreno en sectores homogéneos. Se obtuvieron 20 muestras de suelo, de cada predio a una profundidad de 60 cm (Fig. 9) utilizando el barreno, después fueron homogenizadas en un balde, y se depositó en una funda de papel a razón de 500 g por cada predio, para ser llevada al laboratorio debidamente etiquetadas.



**Figura 9. Esquema de muestreo del suelo**



Por los altos costos de los análisis de papas se decidió realizar un análisis de residuos de pesticida de una muestra de 6 tubérculos de la unidad A, por tener mayor tiempo cultivando la papa.

### **3.3.3 Análisis de Laboratorio**

Los análisis fueron realizados en el Laboratorio Grüntec en la ciudad de Quito.

#### **3.3.3.1 Análisis de suelo**

Los análisis se elaboraron mediante la siguiente metodología:

**pH.-** Para la determinación de la actividad del ión hidrógeno, se usó un electrodo de plata sumergido en una solución que está saturada de cloruro de potasio y cloruro de plata con ayuda del analizador robótico.

**Materia Orgánica.-** Se usó el método DR/2010 SPECTROPHOTOMETER HANDBOOK de Hach. La materia orgánica se mide mediante una relación aproximada con el carbono orgánico. En el método del dicromato, el carbono orgánico es oxidado a dióxido de carbono con una reducción paralela del cromo hexavalente ( $\text{Cr}6+$ ) a cromo trivalente ( $\text{Cr}3+$ ), acompañado de un cambio de color de naranja a verde. La intensidad del color verde es proporcional a la concentración del cromo trivalente, que se relaciona con el contenido de materia orgánica en el suelo.

**Humedad.-** Se pesaron aproximadamente  $20 \text{ g} \pm 5 \text{ g}$  de muestra en una canastilla de aluminio  $10 \times 7 \text{ cm}$ . La canastilla se coloca en la estufa por dos horas y se pesa después de que se ha enfriado en la desecadora. La muestra es nuevamente colocada por 30 minutos en la estufa y se verifica hasta alcanzar peso constante. El cálculo se lo realizó tomando en cuenta la pérdida de agua de la muestra húmeda y el resultado es expresado en porcentaje.

**Conductividad eléctrica.-** La conductividad de una solución es una medida de su capacidad para transportar una corriente eléctrica y varía con el tipo y número de iones disueltos que contiene la solución. Las unidades de conductividad son mmhos/cm o mS/cm (miliSiemens por centímetro).  $1 \text{ mS/cm} = 1 \text{ mmhos/cm}$  y  $1 \text{ } \mu\text{S/cm} = 1 \text{ } \mu\text{mho/cm}$ . La medición se realizó con una compensación automática a la temperatura de referencia de  $25^\circ\text{C}$ .

### 3.3.2.2 Análisis de plaguicidas

Para la determinación de plaguicidas tanto en el suelo como en la papa, se usó el método 8270 EPA, este método es una combinación de Cromatografía de Gases / Espectrometría de Masas (GC / MS) que sirve para la identificación y cuantificación de una amplia gama de compuestos orgánicos y es adecuado para extractos generados a partir de los medios de comunicación del suelo, agua, aire, biota, o residuos químicos.

El volumen determinado de muestra es de 1 litro, (el pH de la muestra debe estar en el rango de  $\text{pH} = 5 - 9$ ), es extractado con cloruro de metileno en un embudo de separación. Debido a la distinta polaridad/solubilidad de los componentes, los compuestos de interés se separan de la fase líquida al líquido extractante. El extracto es concentrado, intercambiado en un solvente miscible para la limpieza de las impurezas y es analizado en el cromatógrafo de gases acoplado con masas. Durante el proceso de extracción hasta el análisis, todas las muestras son subrogadas para verificar la eficiencia de la técnica de extracción aplicada y analizadas con un estándar interno.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

#### 4.1 PROPIEDADES GENERALES DEL SUELO

Al establecer el análisis de suelo de las unidades experimentales se determinaron los siguientes resultados. (Tabla 16)

**Tabla 16. Parámetros generales del suelo agrícola de dos localidades en el cantón Bolívar**

<b>Parámetros Generales</b>	<b>Unidad A</b>	<b>Unidad B</b>	<b>Límite máximo permisible tabla 2 TULSMA – Agrícola</b>
pH	5.6	6.72	6 a 8
Conductividad	2,06	1.80	2
Humedad %	16.9	18	N/A
Materia Orgánica %	3.76	2.9	N/A

Análisis: Laboratorio Grüntec, 2015

N/A: no aplica

En la unidad A se observa mayor porcentaje de materia orgánica con un 3.76%, mientras que la unidad B el suelo tiene un porcentaje de 2.9%. Para Sánchez y Sánchez (1984), el porcentaje de materia orgánica como parte de la fracción coloidal del suelo es esencial en el proceso de adsorción de los plaguicidas, ya que ayuda a retener y degradar moléculas por medio de la acción de los microorganismos.

Investigaciones de Crissman y Espinosa (1993) y Jaramillo (2000) señalan que los suelos de la provincia del Carchi contienen altos porcentajes de materia orgánica por lo que existe poca movilidad y lixiviación de plaguicidas, es decir que hay una correlación entre la cantidad de materia orgánica presente en el suelo y la movilidad y descomposición del plaguicida, en este estudio no se pudo comprobar esta afirmación.

Las interacciones de las moléculas de los plaguicidas y la fracción coloidal del suelo se ven influidas además por características como la humedad, conductividad, pH,

y contenido de minerales del suelo, en este aspecto los parámetros analizados (Tabla 16) se encuentran en rangos aceptables.

## 4.2 ANÁLISIS DE PLAGUICIDAS EN EL SUELO

### 4.2.1 Plaguicidas Organoclorados

El resultado del análisis de residuos de plaguicidas organoclorados realizados en función de las muestras tomadas es el siguiente:

**Tabla 17. Residuos de plaguicidas Organoclorados en suelos agrícolas del cantón Bolívar.**

Organoclorados	Unidad A	Unidad B	Límite máximo permisible tabla 2 TULSMA – Agrícola
a-BHC (mg/kg)	0.07 <sup>a</sup>	0.03 <sup>a</sup>	0.01
Alachlor (mg/kg)	0.04	0.02	N/A
Aldrin (mg/kg)	0.06	0.02	0.1
b-BHC (mg/kg)	0.06 <sup>a</sup>	0.04 <sup>a</sup>	0.01
Chlorotalonil (mg/kg)	0.02	0.02	N/A
Chlrotal-dimetyl (mg/kg)	0.04	0.02	N/A
d-BHC (mg/kg)	0.01	0.01	N/A
Dieldrin (mg/kg)	0.2 <sup>a</sup>	0.2 <sup>a</sup>	0.1
Endosulfan I (mg/kg)	0.05	0.04	0.1
Endosulfan II (mg/kg)	0.2 <sup>a</sup>	0.2 <sup>a</sup>	0.1
Endosulfan Sulfate (mg/kg)	0.04	0.04	0.1
Endrin (mg/kg)	0.06 <sup>a</sup>	0.03 <sup>a</sup>	0.01
Endrin aldehide (mg/kg)	0.03 <sup>a</sup>	0.04 <sup>a</sup>	0.01
g-BHC (mg/kg)	0.1 <sup>a</sup>	0.07 <sup>a</sup>	0.01
g-chlordane (mg/kg)	0.06	0.06	N/A
Heptachlor (mg/kg)	0.05 <sup>a</sup>	0.03 <sup>a</sup>	0.01
Heptachlor epoxide	0.04 <sup>a</sup>	0.03 <sup>a</sup>	0.01
Methoxychlor (mg/kg)	0.007	0.003	N/A
Metolachlor (mg/kg)	0.03	0.02	N/A
Oxyfluorfen (mg/kg)	0.02	0.03	N/A
DDE (mg/kg)	0.02	0.05	0.1
DDT (mg/kg)	0.02	0.04	0.1
Quintozene (mg/kg)	0.02	0.01	N/A

Análisis: Laboratorio Grüntec, 2015

a: Niveles sobre los LMP (TULSMA)

N/A: no aplica

En la tabla anterior se puede observar 23 plaguicidas organoclorados hallados en las muestras de suelos, algunos de ellos se encuentran sobre los límites permisibles en el suelo de uso agrícola en ambos predios. Los plaguicidas que se destacan en orden de

importancia tomando en cuenta las concentraciones medias de ambos predios fueron: Endosulfan II, Dieldrin, g- BHC, a-BHC, Heptachlor y Heptachlor epoxide con 0.2, 0.2, 0.09, 0.05, 0.04 y 0.04 mg kg<sup>-1</sup> respectivamente.

#### 4.2.2 Plaguicidas Organofosforados

El análisis de residuos de plaguicidas organofosforados determino los siguientes resultados:

**Tabla 18. Residuos de plaguicidas Organofosforados en suelos agrícolas del cantón Bolívar**

Organofosforados	Unidad A	Unidad B	Límite máximo permisible tabla 2 TULSMA – Agrícola
Cadusafos	0.1	0.08	N/A
Chlorpirifos	0.07	0.06	N/A
Diazinon	0.06	0.05	N/A
Diclorvos + Trichlorfon	0.09	0.05	N/A
Dimethoate	0.2	0.1	N/A
Disulfoton	0.06	0.04	N/A
Enthoprofos	0.03	0.03	N/A
Fenchlorphos	0.04	0.03	N/A
Malathion	0.03	0.02	N/A
Methyl parathion	0.1	0.1	N/A
Mevinphos	0.05	0.04	N/A
Parathion	0.04	0.04	N/A
Phorate	0.05	0.05	N/A
Terbufos	0.06	0.06	N/A

Análisis: Laboratorio Grüntec, junio 2015

N/A: no aplica

En cuanto a los plaguicidas organofosforados los análisis reportaron que existen 14 plaguicidas; se pudo observar que algunos tienen niveles altos de concentración en las dos localidades como el Methyl parathion con 0.1 ppm, otro compuesto el Dimethoate se presentó con una concentración de 0.2 ppm en la unidad A y 0.1 ppm en la unidad B.

Los plaguicidas de composición organofosforados tienen una vida media relativamente corta y en el TUSLMA no existe normativa para plaguicidas de este grupo para el uso de suelo agrícola.

### 4.2.3 Carbamatos

El análisis de suelos en lo que respecta a residuos de carbamatos determinó los siguientes resultados:

**Tabla 19. Residuos de Carbamatos en suelos agrícolas del cantón Bolívar**

<b>Carbamatos</b>	<b>Unidad A</b>	<b>Unidad B</b>	<b>Límite máximo permisible tabla 2 TULSMA – Agrícola</b>
Carbaryl mg/kg	0.05	0.01	N/A
Carbofuran mg/kg	0.1 <sup>a</sup>	0.1 <sup>a</sup>	0.01
Methiocarb mg/kg	0.08	0.05	N/A
Pirimicarb mg/kg	0.05	0.04	N/A
Propoxur mg/kg	0.1	0.08	N/A
Thiobencarb mg/kg	0.06	0.04	N/A

Análisis: Laboratorio Grüntec, junio 2015

a: Niveles sobre los LMP (TULSMA)

N/A: no aplica

Dentro de los carbamatos encontrados en los análisis de suelo, el de mayor importancia es el Carbofurán, ya que este plaguicida está prohibida su venta en el Ecuador desde el 2013, sin embargo tanto en la unidad A como B fue encontrado con niveles de 0.1 ppm, superando los límites permisibles en la legislación.

Estudios de Crissman y Espinosa (1993) y Suquilanda (2008) determinan que el insecticida de mayor uso o predominio entre los productores de papa es el Carbofurán. Con los análisis realizados se pudo comprobar la contaminación del suelo por este insecticida y demostrar su capacidad de persistencia en el suelo.

### 4.2.4 Plaguicidas Organonitrogenados

Los análisis para este tipo de plaguicidas determinaron la presencia de los siguientes plaguicidas (Tabla 20).

**Tabla 20. Residuos de plaguicidas Organonitrogenados en suelos agrícolas del cantón Bolívar**

<b>Organonitrogenados</b>	<b>Unidad A</b>	<b>Unidad B</b>	<b>Límite máximo permisible tabla 2 TULSMA – Agrícola</b>
Ametryn mg/kg	0.05	0.03	N/A
Atrazine mg/kg	0.07 <sup>a</sup>	0.02 <sup>a</sup>	0.005
Benalaxyl mg/kg	0.07	0.04	N/A
Diurion + Linuron mg/kg	0.2	0.1	N/A
Hexaconazole mg/kg	0.06	0.05	N/A
Metalaxyl mg/kg	0.1	0.1	N/A
Metribuzin mg/kg	0.06	0.05	N/A

Penconazole mg/kg	0.08	0.06	N/A
Pendametanyl mg/kg	0.06	0.06	N/A
Simazine mg/kg	0.09	0.07	N/A
Terbutryn mg/kg	0.04	0.04	N/A
Thiometon mg/kg	0.06	0.05	N/A
Triadimefon mg/kg	0.09	0.07	N/A
Triadimenol mg/kg	0.04	0.04	N/A
Trifluralin mg/kg	0.04	0.04	N/A

Análisis: Laboratorio Grüntec, junio 2015

a: Niveles sobre los LMP (TULSMA)

N/A: no aplica

El plaguicida Atrazina fue hallado en las dos localidades presentando niveles mayores a los LMP en el suelo de uso agrícola, además fueron encontrados los herbicidas Diuron y Linuron y el fungicida Metalaxyl en niveles altos, aunque no existe normativa con respecto a ellos.

#### 4.2.5 Piretrinas

Los resultados obtenidos del análisis de residuos de piretrinas en el suelo se detallan en la siguiente tabla:

**Tabla 21. Residuos de Piretrinas en suelos agrícolas del cantón Bolívar**

Piretrinas	Unidad A San José	Unidad B El Capulí	Límite máximo permisible tabla 2 TULSMA – Agrícola
Cyfluthrin mg/kg	0.06	0.03	N/A
Cyhalotrin mg/kg	0.03	0.02	N/A
Cypermethrin mg/kg	0.07	0.05	N/A
Deltamethrin mg/kg	0.04	0.04	N/A
Fenvalerate mg/kg	0.04	0.04	N/A
Permethrin mg/kg	0.08	0.06	N/A

Análisis: Laboratorio Grüntec, junio 2015

N/A: no aplica

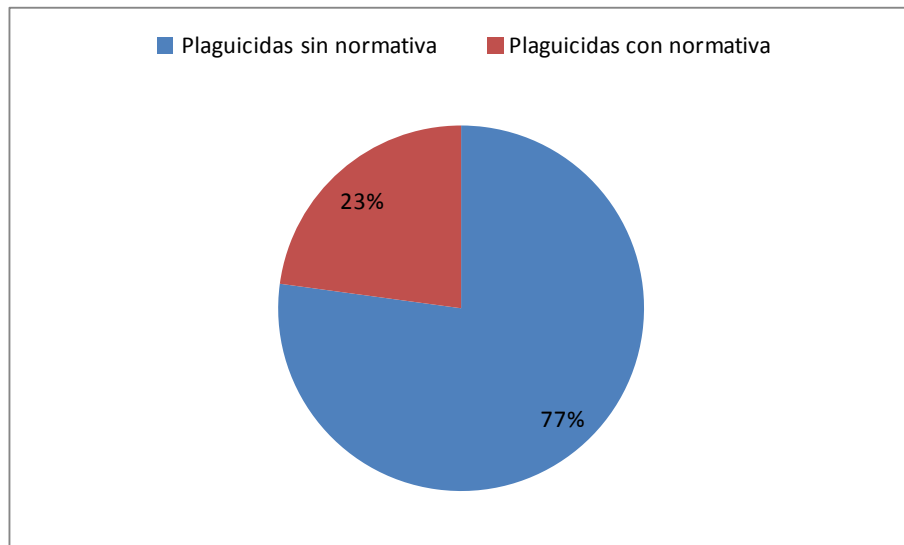
Dentro del grupo de las piretrinas en los análisis se encontraron 6 compuestos, sus concentraciones son relativamente bajas y no existe normativa para este grupo de plaguicidas en el país.

En resumen el análisis de los residuos de plaguicidas en el suelo de manera individual indica que algunos están por debajo de los límites establecidos; sin embargo, al considerar el consumo total por grupo de plaguicidas podría llegar a ser significativa la contaminación.

En el suelo examinado de las dos unidades agrícolas, mediante la metodología establecida se detectaron 70 diferentes tipos de plaguicidas, pero solo 16 compuestos cuentan con normativa nacional, que corresponde al 23%. De los plaguicidas con

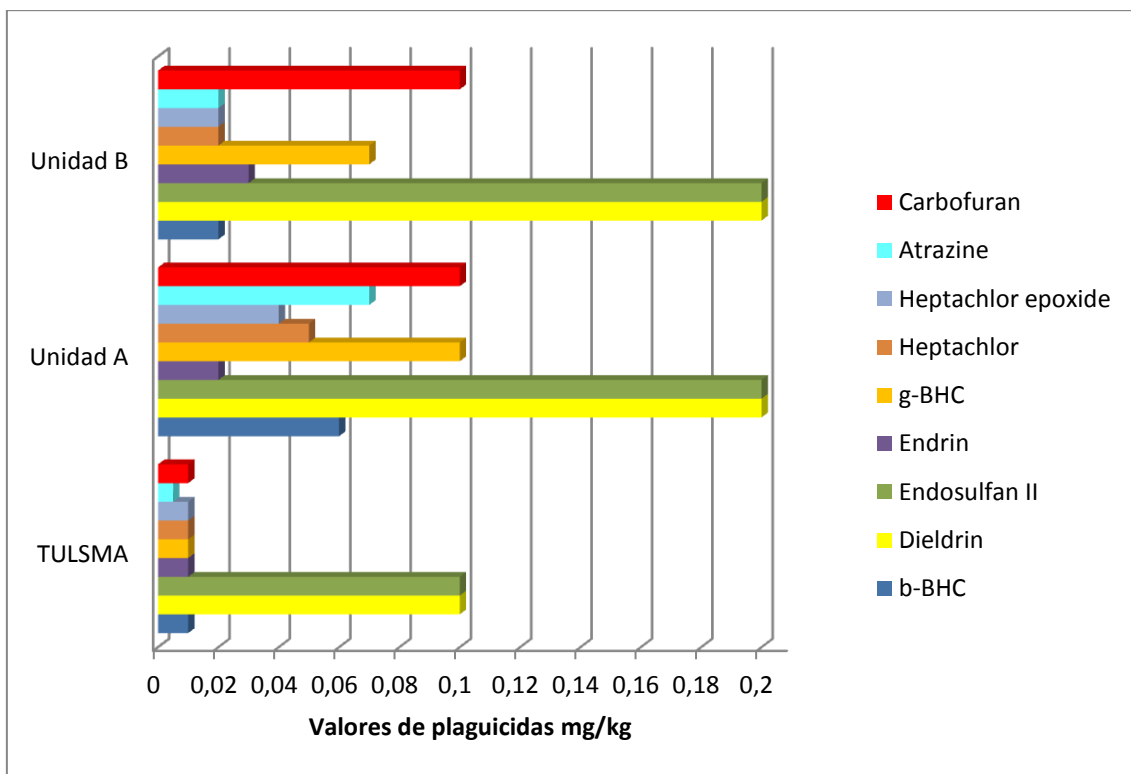
normativa según el TULSMA, 11 sustancias se encuentran sobre los límites permisibles, y en su mayoría pertenecen al grupo de los organoclorados (Fig. 10).

**Figura 10. Porcentaje de plaguicidas identificados con y sin legislación**



Los plaguicidas que presentaron mayor concentración en los suelos son los organoclorados, Dieldrin, Endosulfan II, y g-BHC, el carbamato Carbofurán a pesar de estar prohibida su venta, y el organonitrogenado Atrazina (Fig. 11).

**Figura 11. Residuos de plaguicidas que superan los LMP determinados por el TULSMA**



Elaborado por: García, R (2015)



### 4.3 ANÁLISIS DE PLAGUICIDAS EN LA PAPA

#### 4.3.1 Plaguicidas Organoclorados

El resultado del análisis de residuos de plaguicidas organoclorados en función de las muestras de los tubérculos, es el siguiente:

**Tabla 22. Residuos de plaguicidas Organoclorados en la papa (*Solanum tuberosum*)**

Organoclorados	Unidad A Muestra de Papa	Límite máximo de residuos CODEX Alimentarius (mg/kg)
a-BHC (mg/kg)	0.07	N/A
Alachlor (mg/kg)	0.04	N/A
Aldrin (mg/kg)	0.06	N/A
b-BHC (mg/kg)	0.06	N/A
Chlorotalonil (mg/kg)	0.04	N/A
Chlrotal-dimetyl (mg/kg)	0.04	N/A
d-BHC (mg/kg)	0.03	N/A
Dieldrin (mg/kg)	0.2	N/A
Endosulfan I (mg/kg)	0.058	0.05
Endosulfan II (mg/kg)	0.2 <sup>a</sup>	0.05
Endosulfan Sulfate (mg/kg)	0.04	0.05
Endrin (mg/kg)	0.06	N/A
Endrin aldehyde (mg/kg)	0.07	N/A
g-BHC (mg/kg)	0.1	N/A
g-chlordane (mg/kg)	0.06	N/A
Heptachlor	0.05	N/A
Heptachlor epoxide	0.04	N/A
Methoxychlor	0.007	N/A
Metolachlor	0.03	N/A
Oxyfluorfen	0.04	N/A
DDE	0.06	N/A
DDT	0.04	N/A
Quintozene	0.05	N/A

Análisis: Laboratorio Gruntec, julio 2015

a: Niveles sobre los LMR

N/A: no aplica

En la tabla anterior se puede detectar 23 plaguicidas organoclorados en las muestras de la papa; solo el Endosulfan II posee normativa y presentó una concentración de 0.2 ppm, ubicándose sobre los límites permisibles para la seguridad alimentaria. El resto de los plaguicidas que se identificaron son el Dieldrin, y g-BHC, con concentraciones altas, sin embargo no están registrados en la normativa.

### 4.3.2 Plaguicidas Organofosforados

El análisis de residuos de plaguicidas organofosforados en las muestras de papa determinó los siguientes resultados:

**Tabla 23. Residuos de plaguicidas Organofosforados en la papa (*Solanum tuberosum*)**

Organofosforados	Unidad A Muestra de Papa	Límite máximo de residuos CODEX Alimentario mg/kg
Cadusafos	0.1	N/A
Chlorpirifos	0.07	2
Diazinon	0.06 <sup>a</sup>	0.01
Diclorvos + Trichlorfon	0.09	N/A
Dimethoate	0.2 <sup>a</sup>	0.05
Disulfoton	0.06	N/A
Enthoprofos	0.03	0.05
Fenchlorphos	0.04	N/A
Malathion	0.03	N/A
Methyl parathion	0.1 <sup>a</sup>	0.05
Mevinphos	0.05	N/A
Parathion	0.04	N/A
Phorate	0.05	0.3
Terbufos	0.06	N/A

Análisis: Laboratorio Grüntec, junio 2015

a: Niveles sobre los LMR

N/A: no aplica

En cuanto a los plaguicidas organofosforados los análisis reportaron 14 compuestos de este tipo, de los cuales 4 plaguicidas tienen concentraciones en el producto que sobrepasan los LMR, estos son el Metil parathion (0.1 ppm), el Dimethoate (0.2 ppm) el Diazinon (0.06 ppm)

### 4.3.3 Carbamatos

El análisis de los tubérculos en lo que respecta a residuos de carbamatos determinó los siguientes resultados:

**Tabla 24. Residuos de Carbamatos en la papa (*Solanum tuberosum*)**

Carbamatos	Unidad A Muestra de Papa	Límite máximo de residuos CODEX Alimentario mg/kg
Carbaryl mg/kg	0.05	N/A
Carbofuran mg/kg	0.1	N/A
Methiocarb mg/kg	0.08 <sup>a</sup>	0.05
Pirimicarb mg/kg	0.05	N/A
Propoxur mg/kg	0.1	N/A
Thiobencarb mg/kg	0.06	N/A

Análisis: Laboratorio Gruntec, julio 2015

a: Niveles sobre los LMR

N/A: no aplica

Dentro de este grupo de plaguicidas se encontró 6 tipos de carbamatos en los análisis de los tubérculos. Un plaguicida reporta niveles superiores a los LMR en la papa: Methiocarb con una concentración de 0.08 ppm.

Se detectaron niveles elevados del Carbofurán de 0.1 ppm, sin embargo no se cuenta con normativa sobre este plaguicida debido a que es prohibido su venta y uso.

#### 4.3.4 Pesticidas Organonitrogenados

Los análisis de organonitrogenados determinaron la presencia de los siguientes plaguicidas (Tabla 25).

**Tabla 25. Residuos de Organonitrogenados en la papa (*Solanum tuberosum*)**

<b>Organonitrogenados</b>	<b>Unidad A Muestra de papa</b>	<b>Límite máximo de residuos CODEX Alimentarius mg/kg</b>
Ametryn mg/kg	0.05	N/A
Atrazine mg/kg	0.07	N/A
Benalaxyl mg/kg	0.07 <sup>a</sup>	0.02
Diurion + Linuron mg/kg	0.2	N/A
Hexaconazole mg/kg	0.06	N/A
Metalaxyl mg/kg	0.1 <sup>a</sup>	0.05
Metribuzin mg/kg	0.06	N/A
Penconazole mg/kg	0.08	N/A
Pendametaniol mg/kg	0.06	N/A
Simazine mg/kg	0.09	N/A
Terbutryn mg/kg	0.04	N/A
Thiometon mg/kg	0.06	N/A
Triadimefon mg/kg	0.09	N/A
Triadimenol mg/kg	0.04	N/A
Trifluralin mg/kg	0.04	N/A

Análisis: Laboratorio Gruntec, julio 2015

a: Niveles sobre los LMR

N/A: no aplica

Se detectaron en los análisis 15 plaguicidas organonitrogenados, de los cuales 2 reportan límites mayores a los permisibles según el CODEX alimentarius, estos son el Metalaxyl y Benalaxyl con concentraciones de 0.1 y 0.07 ppm respectivamente.

Además cabe señalar que los herbicidas Diuron+ Linuron presentan una alta concentración que es de 0.2ppm, pero no registran normativa para la papa.

### 4.3.5 Piretrinas

Los resultados obtenidos del análisis de residuos de piretrinas en los tubérculos se detallan en la siguiente tabla:

**Tabla 26. Residuos de Piretrinas en la papa (*Solanum tuberosum*)**

<b>Piretrinas</b>	<b>Unidad A</b>	<b>Límite máximo de residuos CODEX Alimentarius mg/kg</b>
Cyfluthrin mg/kg	0.06 <sup>a</sup>	0.01
Cyhalotrin mg/kg	0.03	N/A
Cypermethrin mg/kg	0.07	N/A
Deltamethrin mg/kg	0.04 <sup>a</sup>	0.01
Fenvalerate mg/kg	0.04	N/A
Permethrin mg/kg	0.08 <sup>a</sup>	0.05

Análisis: Laboratorio Grüntec, julio 2015

a: Niveles sobre los LMR

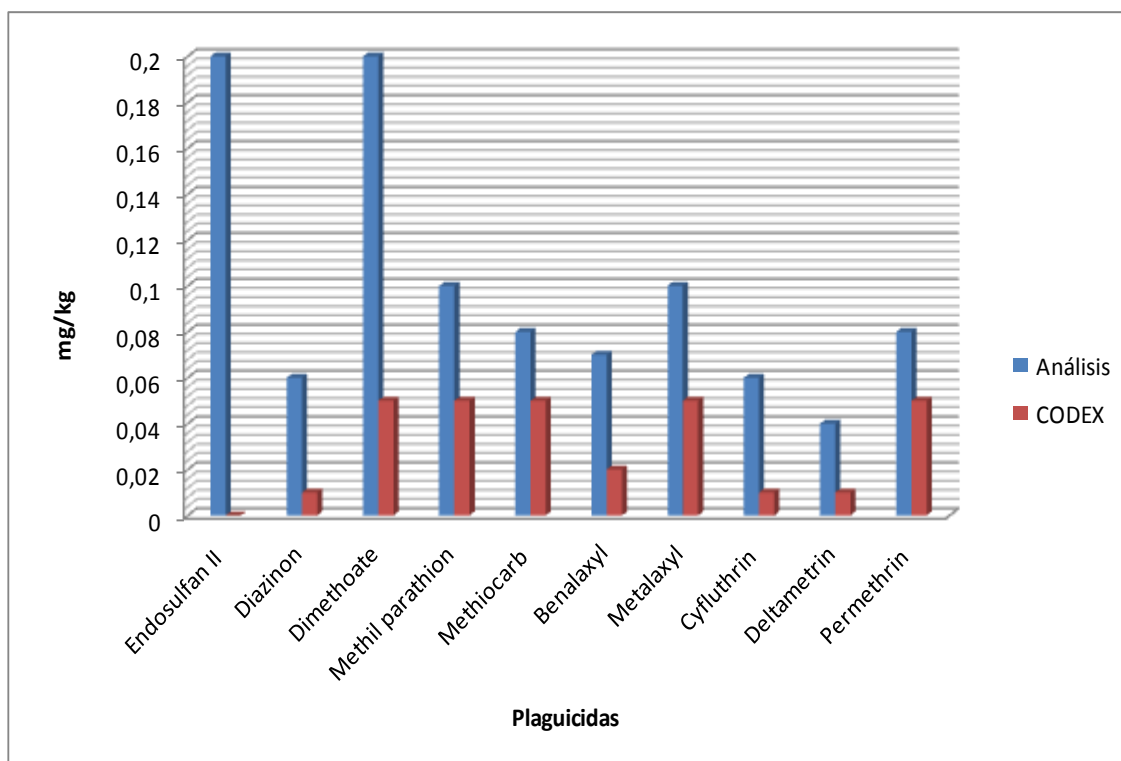
N/A: no aplica

Se encontraron algunos plaguicidas del grupo de las piretrinas que superen los límites máximos de residuos (LMR) señalados en el CODEX Alimentarius para la papa; estos son el Cyfluthrin con una concentración de 0.06 ppm, Deltamethrin con 0.04 ppm y el Permethrin con un valor de 0.08 ppm.

En los análisis de los tubérculos de papa, mediante la metodología establecida se detectaron diferentes tipos de plaguicidas. De los 70 plaguicidas encontrados solo 15 plaguicidas cuentan con normativa en relación a los límites permisibles para la papa, representando el 21% del total.

Los plaguicidas que presentaron mayor concentración en las papas son el Endosulfan II, Dimethoate y Metil paratión, además se destacan el Metalaxyl, y Permethrin (Fig. 12).

**Figura 12. Residuos de plaguicidas identificados que superan los LMR del CODEX Alimentarius en papa**



Elaborado por: García, R (2015)

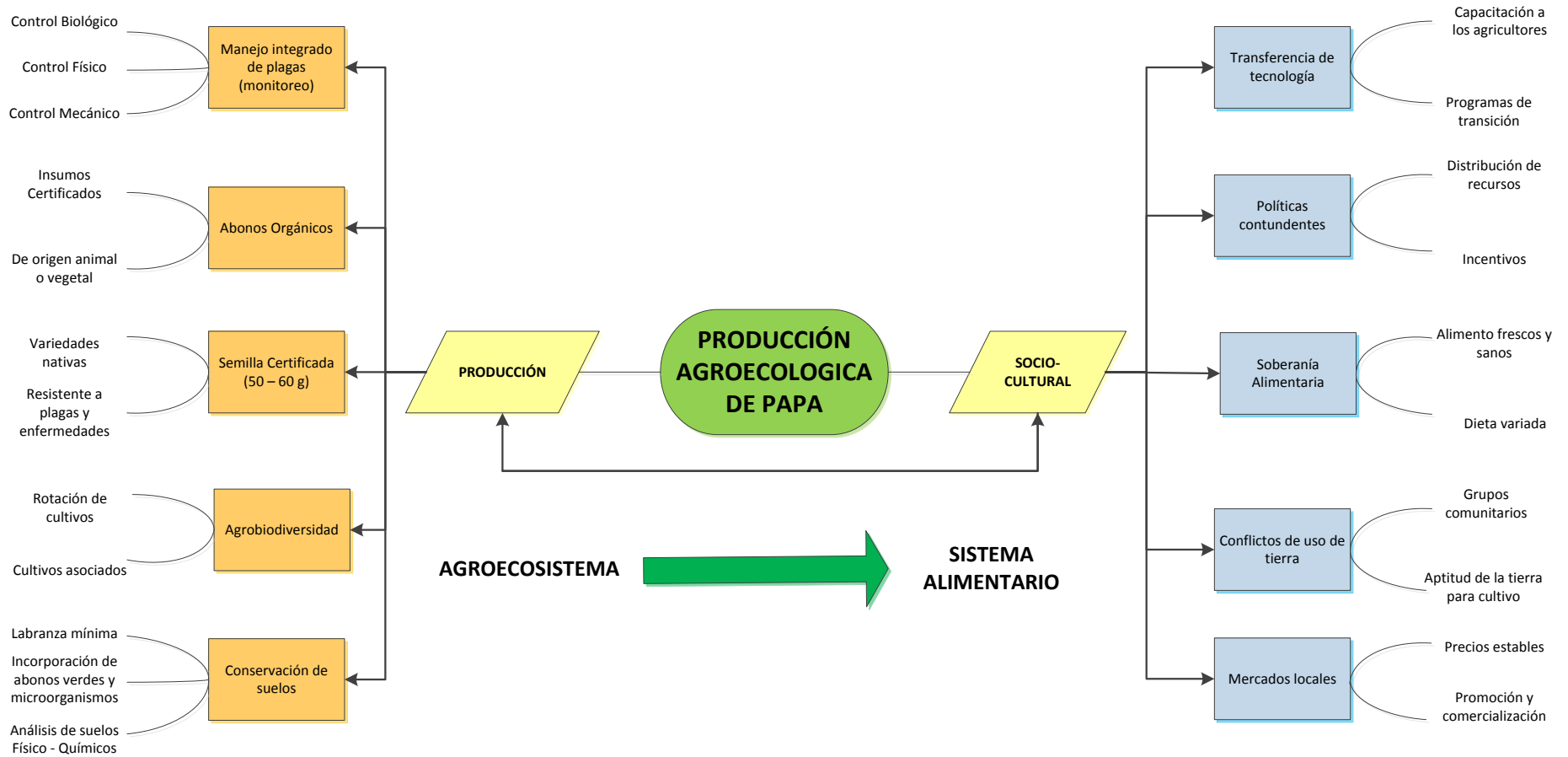
#### 4.4 PROPUESTA DE MODELO SOSTENIBLE PRODUCTIVO DE LA PAPA

De acuerdo con los resultados encontrados, es necesario modificar las técnicas de producción agrícola actuales por sistemas más sostenibles mediante un mejor uso de los suelos para minimizar los impactos ambientales por tanto es necesario efectuar:

- Conservación del suelo: realizar análisis de suelos previos al cultivo, labranza mínima en la preparación, incorporación de microorganismos benéficos, además aplicación de abonos verdes y microorganismos benéficos.
- Promover la agrobiodiversidad: Uso de semilla sana o certificada, sembrar variedades nativas de papas resistentes a plagas y enfermedades.
- Producción de policultivos y rotación: rotación con arveja, cebolla, haba o quinua.
- Incorporación de materia orgánica: de origen animal o vegetal, compostaje y humus.
- Uso de insumos orgánicos certificados: Eliminación de plaguicidas peligrosos
- Manejo integrado de plagas y enfermedades: Prácticas de monitoreo e identificación de las plagas, uso de métodos físicos, mecánicos y biológicos.
- Capacitación y transferencia de tecnología: Programas y escuelas de campo sobre agroecología para agricultores.

En el siguiente esquema se detalla el sistema agro-productivo sostenible para el cultivo de papa (Fig.13)

**Figura 13. Propuesta de un sistema agroecológico sostenible de la papa**



Elaborado por: García, R (2015)

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES

- En general los suelos de la unidad A y unidad B poseen características físico – químicas aptas para la producción agrícola.
- El contenido de materia orgánica en los suelos evaluados es relativamente bajo en relación a los contenidos reportados en la zona.
- Las dos unidades agrícolas monitoreadas del cantón Bolívar en la provincia del Carchi presentan residuos de plaguicidas de los grupos organoclorados, organofosforados, organonitrogenados, carbamatos y piretroides, ya sea sobre o por debajo de los Límites Máximos Permisibles.
- Los principales plaguicidas encontrados en el suelo de las dos unidades de producción agrícola que superan los Límites Máximos Permisibles según el TULSMA son el Dieldrin, Endosulfan II, Carbofurán, y la Antrazina, demostrando la contaminación de los suelos de esta zona.
- En las papas se encontró residuos de plaguicidas organoclorados, organofosforados, organonitrogenados, carbamatos y piretrinas que superan los LMR determinando la contaminación de los alimentos.
- Los plaguicidas encontrados en los tubérculos que superan los Límites Máximos Residuos determinados por el CODEX Alimentariusson son el Endosulfan II, Dimethoate y Methil parathion, Metalaxyl y Permethrin.
- El plaguicida Endosulfan II y el Carbofurán son los compuestos más importantes detectados, a pesar de que ya no se encuentran en el mercado, pero su alta persistencia en el ambiente y su poca capacidad adsorción al carbón orgánico, registró residuos tanto en el suelo y en las papas.
- Los suelos son susceptibles a la acumulación de los plaguicidas, debido a su característica de persistencia, aunque se puede decir que las formulaciones actuales de plaguicidas son menos persistentes en el medio, el problema radica en que muchos de estos compuestos son empleados por los agricultores en

concentraciones altas, superiores a las recomendadas, utilizándose erróneamente como una receta y sin un análisis técnico previo.

- No se puede decir que existe un método estándar o completo para estimar la calidad del suelo. Sin embargo, un elemento determinante es el contenido de materia orgánica ya que influye en casi todas las propiedades importantes que contribuyen a la calidad del suelo. Por tanto es necesario incrementar los contenidos de materia orgánica para mejorar los suelos.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

- El uso racional de los plaguicidas va a mejorar cuando las industrias sean más responsables con la fabricación y venta de estas sustancias. Para ello también es necesario una legislación ajustada a la realidad del país y que las agencias reguladoras establezcan mejores controles y análisis.
- Se debe fomentar investigaciones que contribuyan a mitigar los impactos ambientales por el uso de plaguicidas.
- Es obligatorio desarrollar programas de extensión a nivel de campo, capacitando a los agricultores sobre el uso y manejo adecuado de sustancias peligrosas, y así poder minimizar los problemas a la salud, reduciendo los casos de intoxicación.
- El sistema tradicional de producción agrícola, debe empezar un proceso de cambio, en donde se de énfasis a los agro ecosistemas biodiversos y a la vez ir reduciendo el uso de plaguicidas e impulsando la agricultura orgánica.
- La contaminación de alimentos, aguas naturales y suelo por el uso indiscriminados de plaguicidas, es una tarea pendiente a nivel local, es preciso establecer mecanismos de desintoxicación de los suelos para comenzar con un modelo agro-productivo basado en la conservación.
- Se debe crear planes de monitoreo y control de los residuos de plaguicidas en los campos agrícolas de papas como medida de seguridad para los consumidores, ya que es un alimento básico en la dieta de la población.



## CAPÍTULO VI

### REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- Altieri, M. (1992). Desarrollo sostenible y pobreza rural: una perspectiva latinoamericana. *Desarrollo Rural Alternativo* 10: 19-45.
- Altieri, M. (1995). *Agroecology: the science of sustainable agriculture*. Westview Press, Boulder, CO.
- Altieri, M. (1999). The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74, 19-31. Recuperado de <http://agroeco.org/doc/ecolrolebiodiv.pdf>
- Astier, C.M., Mass-Moreno, M. y Etchevers, B.J. (2002). Derivación de indicadores de calidad de suelo en el contexto de la agricultura sustentable. *Agrociencia* 36: 605-620.
- Baddi, M., Landeros, J. (2007). Plaguicidas que afectan a la salud humana y la sustentabilidad. *CULCyT*. Vol. 19
- Constitución de la República del Ecuador. (2008).
- Crissman, C., Espinosa, P. (1993). Papas, pesticidas y políticas: Investigación y agricultura sostenible. Luciano Martínez (Eds.), *El Desarrollo Sostenible en el medio rural*. (pp 191). Quito. FLACSO.
- Doran, J.W. y Parkin, B.T. 1994. *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*. Soil Science Society of America, Inc. Special Publication. Number 35. Madison, Wisconsin, USA.
- Echarri, L., (1998). *Ciencias de la tierra y del medio ambiente*. Telde. Navarra-España.
- Environmental Protection Agency. *Citizen's Guide to Pest Control and Pesticide Safety*. 2005. EPA. Recuperado de [http://www.epa.gov/oppfead1/Publications/Cit\\_Guide/citguide.pdf](http://www.epa.gov/oppfead1/Publications/Cit_Guide/citguide.pdf)

- European Food Safety Authority (2015). The 2013 European Union report on pesticide residues in food. *EFSA Journal*, 13 (3) doi:4038
- FAO/OMS. (2013). *Residuos de plaguicidas en los alimentos y piensos: CODEX Alimentarius*. Recuperado de <file:///C:/Users/AMERICAN/Desktop/CODEX%20en%20l%C3%ADnea%20B%20C3%BA%20squeda.html>
- Fundación Ambiente y Recursos Naturales-FARN (2005). Marco legal aplicable al manejo integral de pesticidas. Banco Mundial, Argentina. Recuperado de [http://www.farn.org.ar/arch/informe\\_pesticidas1.pdf](http://www.farn.org.ar/arch/informe_pesticidas1.pdf).
- Garcés, Sandra. (2010) *Bienestar y sustentabilidad en el medio rural: análisis de tres agroecosistemas (uno agroecológico, uno convencional y uno mixto) en Carchi y Esmeraldas a través de indicadores multidimensionales*. (Tesis de Maestría). Recuperado del repositorio digital de la FLACSO (10469/2384).
- García, Y., Ramírez, W. & Sánchez, S. (2012). Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso. *Pastos y Forrajes*, 35(2) 125-137. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269125071001>
- Gliessman, S.R. (1998) *Agroecology: Ecological processes in sustainable agriculture*. Florida: Ann Arbor Press.
- Google Earth, (2015) Fotografía satelital.
- Hernández, Javier (2005) *Nuevas metodologías de análisis de pesticidas por electroforesis capilar*. (Tesis Doctoral). Recuperado del servicio digital Universidad de la Laguna (10261/4547).
- Hünemeyer, J.A., De Camino, R. y Müller, S. (1997). *Análisis del desarrollo sostenible en centroamérica: Indicadores para la agricultura y los recursos naturales*. IICA/GTZ. San José, Costa Rica
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. *Censo Nacional Económico, 2010* INEC. Recuperado de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-economico/>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. *Modulo Ambiental uso y aplicación de plaguicidas en la Agricultura, 2013*. Quito: INEC. Recuperado de [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas\\_Ambientales/plaguicidas/Plaguicidas-2013/Documento\\_Tecnico-Uso\\_de\\_Plaguicidas\\_en\\_la\\_Agricultura\\_2013.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/plaguicidas/Plaguicidas-2013/Documento_Tecnico-Uso_de_Plaguicidas_en_la_Agricultura_2013.pdf)
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. *BOLETIN AGROMETEOROLÓGICO DECADAL Período: 21 al 31 de diciembre del 2013, 2013*. Quito: INAMHI. Recuperado de [http://186.42.174.231/meteorologia/bdecadal/diciembre/decada3/agro\\_dic\\_dec3.pdf](http://186.42.174.231/meteorologia/bdecadal/diciembre/decada3/agro_dic_dec3.pdf)

- Jaramillo, Raul (2000) *Carbofurán leaching to ground and surface water in the potato-pasture system in Carchi, Ecuador*. (Msc. Thesis). Recuperado de repositorio digital Wageningen University.
- Kabata, A., Pendias, H., (1992). *Trace Elements in Soils and Plants*. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 365.
- Ley de Comercialización y Empleo de Plaguicidas: Codificación de la tolerancia de residuos de plaguicidas y productos afines. Ecuador
- Ley Orgánica de la Salud. Ecuador
- Ministerio de Agricultura Ganadería Acuicultura y Pesca. *III Censo Nacional Agropecuario, 2012*. Quito: MAGAP. Recuperado de <http://sinagap.agricultura.gob.ec/resultados-nacionales>
- Ministerio de Agricultura Ganadería Acuicultura y Pesca. *Mapa de Zonificación Agroecológica de papa, 2013*. Quito: MAGAP. Recuperado de <http://geoportal.magap.gob.ec/geonetwork/srv/spa/main.home>
- Montesdeoca, F., Panchi, N., Navarrete, I., Pallo, E., Yumisaca, F., Taípe, A., Espinoza, S. y Andrade-Piedra, J. (2013). *Guía fotográfica de las principales plagas del cultivo de papa en Ecuador*. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Centro Internacional de la Papa (CIP), Consorcio de Productores de Papa (CONPAPA), McKnight Foundation. Quito, Ecuador. p. 68
- NORMA TÉCNICA INEN 2078:2013. Plaguicidas y Productos afines de uso agrícola. Manejo y disposición final de envases vacíos tratados con triple lavado. Ecuador.
- OECD-Organization for Economic Co-Operation and Development. (2003). Soil organic carbon and agriculture: developing indicators for policy analyses. Proceedings of an OECD expert meeting. (ed. Scott Smith, C.A). Agriculture and Agri-Food Canada, Ottawa and Organization for Economic Co-Operation and Development, Paris, Francia.
- Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. *Código Internacional de conducta para la distribución y utilización de plaguicidas, 2003*. Roma: FAO. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-a0220s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. *Manual sobre elaboración y empleo de las Especificaciones de la FAO y de la OMS para Plaguicidas, 2010*. Roma: FAO. Recuperado de [http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests\\_Pesticides/PEstSpecsManual.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/PEstSpecsManual.pdf)

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2015) Dirección de Estadística: FAOSTAT. Recuperado de <http://faostat3.fao.org/browse/E/EP/S>
- Orozco, F. (2005). El cultivo de papa y sus impactos de la salud humana, el ambiente y la producción. Ecociencia (Eds.), *Páramo y Contaminación rural*. (pp 51). Quito. FLACSO
- PNUMA-FLACSO-MAE. (2008). *Informe sobre el estado del medio ambiente*. Quito: GEO Ecuador 15-18
- Pumisacho, M. y Sherwood, S. (2002). *El cultivo de papa en Ecuador*. INIAP-CIP. Quito. 132-141 p.
- Ramírez, J. y Lacasaña, M. (2001). *Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición*. Arch. Prev. Riesgos Labor. 4(2):67-75. Recuperado de <http://www.scsmt.cat/Upload/TextCompleto/2/1/216.pdf>
- Reijntjes C, Haverkort, Waters-Bayer A. (1992). *Farming for the future*. MacMillan Press Ltd., London.
- Sánchez, M., & Sánchez, C. (1984). *Los plaguicidas adsorción y evolución en el suelo*. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología. Recuperado de <http://digital.csic.es/bitstream/10261/12919/1/plaguicidas.pdf>
- Schafer, K., Kegley, E. (2002). Persistent toxic chemicals in the US food supply. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 56 (11): 813-817. Recuperado de <http://jech.bmj.com/content/56/11/813.full>.
- Schmitt, R. y Nelson, M. (1982). Methodology for Estimating the Dietary Intake of Pesticide Residue. *Pesticide Residues and Exposure*. Plimmer, J.R (ed). American Chemical Society. Washington, D.C. U.S. 9-14.
- Silva, S. & Correa, F. (2009). Análisis de la Contaminación del Suelo: revisión de la normativa y posibilidades de la regulación económica. *Semestre Económico*, 12(23) 13-34. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=165013122001>
- Solano, Antonia (2005). *Movilización de metales pesados en residuos y suelos industriales afectados por la hidrometalurgia del cinc*. (Tesis Doctoral). Recuperado de repositorio digital de la Universidad de Murcia (Num.1835-2006).
- Stoorvogel, J., Jaramillo, R., Merino, R. y Kosten, S. (2002) Plaguicidas en el Medio Ambiente. INIAP & CIP (Eds.). *Los Plaguicidas. Impactos en producción, salud y medio ambiente en Carchi, Ecuador*. (49-68). Quito. Abya-Yala.

- Suquilanda, M, (2008). *El cultivo de la papa en el Ecuador*. Ponencia presentada en el III Congreso Nacional de la papa. INIAP, Quito.
- Torres, D., Capote, T. (2004). Agroquímicos un problema ambiental global: uso del análisis químico como herramienta para el monitoreo ambiental. *Ecosistemas*.13 (3). Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54013303>.
- TULSMA, libro VI (Texto Unificado de Legislación Ambiental del Ministerio del Ambiente). Parámetros de contaminantes del suelo.
- Yanggen, D., Crisman, C., Espinosa, P. (Eds.) (2002). *Los Plaguicidas. Impactos en producción, salud y medio ambiente en Carchi, Ecuador*. Quito. INIAP y CIP.

# ANEXOS

## ANEXO 1

### TOMA DE MUESTRAS



Toma de muestra con barreno cilíndrico



Muestreo en zig-zag



Homogenización de las muestras de suelo



Muestra de papas

## ANEXO 2

### ANÁLISIS DE PLAGUICIDAS LABORATORIO UNIDAD A



#### REPORTE DE ANÁLISIS

**Cliente:** GARCÍA MONTOYA SERGIO RENATO  
OBISPO MOSQUERA 5-52 Y BOLIVAR  
Telf: 2602985 / 0996390889

**Atn:** Ing. Renato García

**Proyecto:** Análisis de Suelo

**Muestra Recibida:** 16-jun-15

**Tipo de Muestra:** 1 Muestra de suelo

**Análisis Completado:** 25-jun-15

**Número reporte Grüntec:** 1506264-S001

<b>Rotulación Muestra:</b>	Cultivo Anterior de papa	Método Adaptado de Referencia
<b>Fecha de Muestreo:</b>	15-jun-15	
<b>No. Reporte Grüntec:</b>	1506264-S001	

<b>Parámetros en Extracción Acuosa 2:1:</b>		
pH <sup>(1.3)</sup>	5.6	EPA 9045 D
Conductividad $\mu$ S/cm	2.06	EPA 9050 A

<b>Parámetros Generales en Suelos:</b>		
Humedad % <sup>(1.3)+</sup>	16.9	ASTM-4959-07
<b>Parámetros Orgánicos en peso seco:</b>		
Materia Orgánica % *	3.76	HACH 8097

Ing. Isabel Estrella

Gerente de Operaciones

Nota 1: Estos análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este reporte en forma exclusiva y confidencial.

Nota 2: La toma de muestras fue realizada directamente por el cliente,

Nota 3: El cliente puede solicitar la fecha de análisis de los parámetros en caso de requerirlo.

Página 1 de 3

San Juan de Cumbayá- Eloy Alfaro S7-157 y Belisario Quevedo. RO. Box 17-2220064  
Quito- Ecuador Telfs: 601-4371 / 603-9221 / 600-5273 - E-mail: info@gruentec.com -  
[www.gruentec.com](http://www.gruentec.com)

ENVIRONMENTAL SERVICES

## REPORTE DE ANÁLISIS

**Ciente:** GARCÍA MONTOYA SERGIO RENATO  
OBISPO MOSQUERA 5-52 Y BOLIVAR  
Telf: 2602985 / 0996390889

**Atn:** Ing. Renato García

**Proyecto:** Análisis de Suelo

**Muestra Recibida:** 16-jun-15

**Tipo de Muestra:** 1 Muestra de suelo

**Análisis Completado:** 25-jun-15

**Número reporte Grüntec:** 1506264-S001

<b>Rotulación Muestra:</b>	Cultivo Anterior de papa	Método Adaptado de Referencia
<b>Fecha de Muestreo:</b>	15-jun-15	
<b>No. Reporte Grüntec:</b>	1506264-S001	

<b>Pesticidas Organoclorados en peso seco:</b>		
a-BHC mg/kg *	0.07	<b>EPA 8270 D</b>
Alachlor mg/kg *	0.04	<b>EPA 8270 D</b>
Aldrin mg/kg	0.06	<b>EPA 8270 D</b>
b-BHC mg/kg *	0.06	<b>EPA 8270 D</b>
Chlorotalonil mg/kg *	0.02	<b>EPA 8270 D</b>
Chlrotal-dimetyl mg/kg *	0.04	<b>EPA 8270 D</b>
d-BHC mg/kg *	0.01	<b>EPA 8270 D</b>
Dieldrin mg/kg *	0.2	<b>EPA 8270 D</b>
Endosulfan I mg/kg *	0.05	<b>EPA 8270 D</b>
Endosulfan II mg/kg *	0.2	<b>EPA 8270 D</b>
Endosulfan sulfate mg/kg *	0.04	<b>EPA 8270 D</b>
Endrin mg/kg *	0.06	<b>EPA 8270 D</b>
Endrin aldehyde mg/kg *	0.03	<b>EPA 8270 D</b>
g-BHC mg/kg *	0.1	<b>EPA 8270 D</b>
g-chlordane mg/kg	0.06	<b>EPA 8270 D</b>
Heptachlor mg/kg *	0.05	<b>EPA 8270 D</b>
Heptachlor epoxide mg/kg *	0.04	<b>EPA 8270 D</b>
Methoxychlor mg/kg *	0.007	<b>EPA 8270 D</b>
Metolachlor mg/kg	0.03	<b>EPA 8270 D</b>
Oxyfluorfen mg/kg *	0.02	<b>EPA 8270 D</b>
pp'-DDE mg/kg *	0.02	<b>EPA 8270 D</b>
pp'-DDT mg/kg *	0.02	<b>EPA 8270 D</b>
Quintozene mg/kg	0.02	<b>EPA 8270 D</b>



## REPORTE DE ANÁLISIS

**Ciente:** GARCÍA MONTOYA SERGIO RENATO

OBISPO MOSQUERA 5-52 Y BOLIVAR

Telf: 2602985 / 0996390889

**Atn:** Ing. Renato García

**Proyecto:** Análisis de Suelo

**Muestra Recibida:** 16-jun-15

**Tipo de Muestra:** 1 Muestra de suelo

**Análisis Completado:** 25-jun-15

**Número reporte Grüntec:** 1506264-S001

<b>Rotulación Muestra:</b>	Cultivo Anterior de papa	Método Adaptado de Referencia
<b>Fecha de Muestreo:</b>	15-jun-15	
<b>No. Reporte Grüntec:</b>	1506264-S001	

<b>Pesticidas Organofosforados en peso seco:</b>		
Cadusafos mg/kg *	0.1	EPA 8270 D
Chlorpirifos mg/kg *	0.07	EPA 8270 D
Diazinon mg/kg *	0.06	EPA 8270 D
Diclorvos+Trichlorfon mg/kg *	0.09	EPA 8270 D
Dimethoate mg/kg *	0.2	EPA 8270 D
Disulfoton mg/kg *	0.06	EPA 8270 D
Enthoprofos mg/kg	0.03	EPA 8270 D
Fenclorphos mg/kg *	0.04	EPA 8270 D
Malathion mg/kg *	0.03	EPA 8270 D
Methyl parathion mg/kg	0.1	EPA 8270 D
Mevinphos mg/kg	0.05	EPA 8270 D
Parathion mg/kg *	0.04	EPA 8270 D
Phorate mg/kg *	0.05	EPA 8270 D
Terbufos mg/kg *	0.06	EPA 8270 D

<b>Pesticidas Organonitrogenados en peso seco:</b>		
Ametryn mg/kg *	0.05	EPA 8270 D
Atrazine mg/kg *	0.07	EPA 8270 D
Benalaxyl mg/kg *	0.07	EPA 8270 D
Diuron+Liuron mg/kg	0.2	EPA 8270 D
Hexaconazole mg/kg	0.06	EPA 8270 D
Metalaxyl mg/kg *	0.1	EPA 8270 D
Metribuzin mg/kg *	0.06	EPA 8270 D
Penconazole mg/kg	0.08	EPA 8270 D
Pendametnil mg/kg *	0.06	EPA 8270 D
Simazine mg/kg *	0.09	EPA 8270 D
Terbutryn mg/kg *	0.04	EPA 8270 D
Thiometon mg/kg	0.06	EPA 8270 D
Triadimefon mg/kg *	0.09	EPA 8270 D
Triadimenol mg/kg *	0.04	EPA 8270 D
Trifluralin mg/kg *	0.04	EPA 8270 D

Ing. Isabel Estrella  
Gerente de Operaciones

Página 3 de 3

## REPORTE DE ANÁLISIS

**Cliente:** GARCÍA MONTOYA SERGIO RENATO  
 OBISPO MOSQUERA 5-52 Y BOLIVAR  
 Telf: 2602985 / 0996390889

**Atn:** Ing. Renato García

**Proyecto:** Análisis de Suelo

**Muestra Recibida:** 15-jun-15

**Tipo de Muestra:** 1 Muestra de suelo

**Análisis Completado:** 25-jun-15

**Número reporte Grüntec:** 1506264-S001

<b>Rotulación Muestra:</b>	Cultivo Anterior de papa	Método Adaptado de Referencia
<b>Fecha de Muestreo:</b>	15-jun-15	
<b>No. Reporte Grüntec:</b>	1506264-sool	

<b>Carbamatos en peso seco:</b>		
Carbaryl mg/kg *	0.05	EPA 8270 D
Carbofuran mg/kg *	0.1	EPA 8270 D
Methiocarb mg/kg *	0.08	EPA 8270 D
Pirimicarb mg/kg	0.05	EPA 8270 D
Propoxur mg/kg	0.1	EPA 8270 D
Thiobencarb mg/kg	0.06	EPA 8270 D

<b>Piretrinas en peso seco:</b>		
Cyfluthrin mg/kg *	0.06	EPA 8270 D
Cyhalotrin mg/kg *	0.03	EPA 8270 D
Cypermethrin mg/kg *	0.07	EPA 8270 D
Deltamethrin mg/kg *	0.04	EPA 8270 D
Fenvalerate mg/kg	0.04	EPA 8270 D
Permethrin mg/kg	0.08	EPA 8270 D



Ing. Isabel Estrella

**Gerente de Operaciones**

Nota 1: Estos análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este reporte en forma exclusiva y confidencial.

Nota 2: La toma de muestras fue realizada directamente por el cliente.

Nota 3: El cliente puede solicitar la fecha de análisis de los parámetros en caso de requerirlo.

Página 3 de 3

San Juan de Cumbayá - Eloy Alfaro S7-157 y Belisario Quevedo. P.O. Box 17-22-20064 Quito - Ecuador

Telfs: 601-4371 / 603 - 9221/ 600 - 5273 - E-mail: [info@gruentec.com](mailto:info@gruentec.com) -

[www.gruentec.com](http://www.gruentec.com)

## ANEXO 3

### ANÁLISIS DE PLAGUICIDAS LABORATORIO UNIDAD B



#### REPORTE DE ANÁLISIS

**Cliente:** GARCÍA MONTOYA SERGIO RENATO  
OBISPO MOSQUERA 5-52 Y BOLIVAR  
Telf: 2602985 / 0996390889

**Atn:** Ing. Renato García

**Proyecto:** Análisis de Suelo

**Muestra Recibida:** 16-jun-15

**Tipo de Muestra:** 1 Muestra de suelo

**Análisis Completado:** 25-jun-15

**Número reporte Grüntec:** 1506265-S001

<b>Rotulación Muestra:</b>	Cultivo Anterior de papa	Método Adaptado de Referencia
<b>Fecha de Muestreo:</b>	15-jun-15	
<b>No. Reporte Grüntec:</b>	1506265-S001	

<b>Parámetros en Extracción Acuosa 2:1:</b>		
pH <sup>(1.3)</sup>	6.72	EPA 9045 D
Conductividad $\mu$ S/cm	1.80	EPA 9050 A

<b>Parámetros Generales en Suelos:</b>		
Humedad % <sup>(1.3)</sup>	18	ASTM-4959-07
<b>Parámetros Orgánicos en peso seco:</b>		
Materia Orgánica % *	2.9	HACH 8097

Ing. Isabel Estrella

Gerente de Operaciones

Nota 1: Estos análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este reporte en forma exclusiva y confidencial.

Nota 2: La toma de muestras fue realizada directamente por el cliente,

Nota 3: El cliente puede solicitar la fecha de análisis de los parámetros en caso de requerirlo.

Página 1 de 3

## REPORTE DE ANÁLISIS

**Ciente:** GARCÍA MONTOYA SERGIO RENATO  
 OBISPO MOSQUERA 5-52 Y BOLIVAR  
 Telf: 2602985 / 0996390889

**Atn:** Ing. Renato García

**Proyecto:** Análisis de Suelo

**Muestra Recibida:** 16-jun-15

**Tipo de Muestra:** 1 Muestra de suelo

**Análisis Completado:** 25-jun-15

**Número reporte Grüntec:** 1506265-S001

<b>Rotulación Muestra:</b>	Cultivo Anterior de papa	Método Adaptado de Referencia
<b>Fecha de Muestreo:</b>	15-jun-15	
<b>No. Reporte Grüntec:</b>	1506265-S001	

<b>Pesticidas Organoclorados:</b>		
a-BHC mg/kg *	0.03	EPA 8270 D
Alachlor mg/kg *	0.02	EPA 8270 D
Aldrin mg/kg	0.02	EPA 8270 D
b-BHC mg/kg *	0.04	EPA 8270 D
Chlorotalonil mg/kg *	0.02	EPA 8270 D
Chlrotal-dimetyl mg/kg *	0.02	EPA 8270 D
d-BHC mg/kg *	0.01	EPA 8270 D
Dieldrin mg/kg *	0.2	EPA 8270 D
Endosulfan I mg/kg *	0.04	EPA 8270 D
Endosulfan II mg/kg *	0.2	EPA 8270 D
Endosulfan sulfate mg/kg *	0.04	EPA 8270 D
Endrin mg/kg *	0.03	EPA 8270 D
Endrin aldehyde mg/kg *	0.07	EPA 8270 D
g-BHC mg/kg *	0.06	EPA 8270 D
g-chlordane mg/kg	0.03	EPA 8270 D
Heptachlor mg/kg *	0.03	EPA 8270 D
Heptachlor epoxide mg/kg *	0.03	EPA 8270 D
Methoxychlor mg/kg *	0.003	EPA 8270 D
Metolachlor mg/kg	0.02	EPA 8270 D
Oxyfluorfen mg/kg *	0.03	EPA 8270 D
pp'-DDE mg/kg *	0.05	EPA 8270 D
pp'-DDT mg/kg *	0.04	EPA 8270 D
Quintozene mg/kg	0.01	EPA 8270 D

## REPORTE DE ANÁLISIS

**Cliente:** GARCÍA MONTOYA SERGIO RENATO

OBISPO MOSQUERA 5-52 Y BOLIVAR

Telf: 2602985 / 0996390889

**Atn:** Ing. Renato García

**Proyecto:** Análisis de Suelo

**Muestra Recibida:** 16-jun-15

**Tipo de Muestra:** 1 Muestra de suelo

**Análisis Completado:** 25-jun-15

**Número reporte Grüntec:** 1506265-S001

<b>Rotulación Muestra:</b>	Cultivo Anterior de papa	Método Adaptado de Referencia
<b>Fecha de Muestreo:</b>	15-jun-15	
<b>No. Reporte Grüntec:</b>	1506265-S001	

<b>Pesticidas Organofosforados:</b>		
Cadusafos mg/kg *	0.08	EPA 8270 D
Chlorpirifos mg/kg *	0.06	EPA 8270 D
Diazinon mg/kg *	0.05	EPA 8270 D
Diclorvos+Trichlorfon mg/kg *	0.05	EPA 8270 D
Dimethoate mg/kg *	0.1	EPA 8270 D
Disulfoton mg/kg *	0.04	EPA 8270 D
Enthoprofos mg/kg	0.03	EPA 8270 D
Fenclorphos mg/kg *	0.03	EPA 8270 D
Malathion mg/kg *	0.02	EPA 8270 D
Methyl parathion mg/kg	0.1	EPA 8270 D
Mevinphos mg/kg	0.04	EPA 8270 D
Parathion mg/kg *	0.04	EPA 8270 D
Phorate mg/kg *	0.05	EPA 8270 D
Terbufos mg/kg *	0.06	EPA 8270 D

<b>Pesticidas Organonitrogenados:</b>		
Ametryn mg/kg *	0.03	EPA 8270 D
Atrazine mg/kg *	0.02	EPA 8270 D
Benalaxyl mg/kg *	0.04	EPA 8270 D
Diuron+Liuron mg/kg	0.1	EPA 8270 D
Hexaconazole mg/kg	0.05	EPA 8270 D
Metalaxyl mg/kg *	0.1	EPA 8270 D
Metribuzin mg/kg *	0.05	EPA 8270 D
Penconazole mg/kg	0.06	EPA 8270 D
Pendametnil mg/kg *	0.06	EPA 8270 D
Simazine mg/kg *	0.07	EPA 8270 D
Terbutryn mg/kg *	0.04	EPA 8270 D
Thiometon mg/kg	0.05	EPA 8270 D
Triadimefon mg/kg *	0.07	EPA 8270 D
Triadimenol mg/kg *	0.04	EPA 8270 D
Trifluralin mg/kg *	0.04	EPA 8270 D

## REPORTE DE ANÁLISIS

**Cliente:** GARCÍA MONTOYA SERGIO RENATO  
 OBISPO MOSQUERA 5-52 Y BOLIVAR  
 Telf: 2602985 / 0996390889

**Atn:** Ing. Renato García

**Proyecto:** Análisis de Suelo

**Muestra Recibida:** 15-jun-15

**Tipo de Muestra:** 2 Muestra de suelo

**Análisis Completado:** 25-jun-15

**Número reporte Grüntec:** 1506265-S001

<b>Rotulación Muestra:</b>	Cultivo Anterior de papa	Método Adaptado de Referencia
<b>Fecha de Muestreo:</b>	15-jun-15	
<b>No. Reporte Grüntec:</b>	1506265-sool	

<b>Carbamatos:</b>		
Carbaryl mg/kg *	0.01	EPA 8270 D
Carbofuran mg/kg *	0.1	EPA 8270 D
Methiocarb mg/kg *	0.05	EPA 8270 D
Pirimicarb mg/kg	0.04	EPA 8270 D
Propoxur mg/kg	0.08	EPA 8270 D
Thiobencarb mg/kg	0.04	EPA 8270 D

<b>Piretrinas:</b>		
Cyfluthrin mg/kg *	0.03	EPA 8270 D
Cyhalotrin mg/kg *	0.02	EPA 8270 D
Cypermethrin mg/kg *	0.05	EPA 8270 D
Deltamethrin mg/kg *	0.04	EPA 8270 D
Fenvalerate mg/kg	0.04	EPA 8270 D
Permethrin mg/kg	0.06	EPA 8270 D



Ing. Isabel Estrella

**Gerente de Operaciones**

Nota 1: Estos análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este reporte en forma exclusiva y confidencial.

Nota 2: La toma de muestras fue realizada directamente por el cliente.

Nota 3: El cliente puede solicitar la fecha de análisis de los parámetros en caso de requerirlo.

Página 3 de 3

San Juan de Cumbayá - Eloy Alfaro S7-157 y Belisario Quevedo. P.O. Box 17-22-20064 Quito - Ecuador

Telfs: 601-4371 / 603 - 9221/ 600 - 5273 - E-mail: info@gruentec.com -

[www.gruentec.com](http://www.gruentec.com)

## ANEXO 4

### ANÁLISIS DE PLAGUICIDAS EN LAS PAPAS

#### REPORTE DE ANÁLISIS

**Cliente:** GARCÍA MONTOYA SERGIO RENATO  
OBISPO MOSQUERA 5-52 Y BOLIVAR  
Telf: 2602985 / 0996390889

**Atn:** Ing. Renato García

**Proyecto:** Análisis de Suelo

**Muestra Recibida:** 23-jun-15

**Tipo de Muestra:** 1 Muestra de suelo

**Análisis Completado:** 08-julio-15

**Número reporte Grüntec:** 1506360-S001

<b>Rotulación Muestra:</b>	Muestra de papa de la unidad A	Método Adaptado de Referencia
<b>Fecha de Muestreo:</b>	23-jun-15	
<b>No. Reporte Grüntec:</b>	1506360-FD001	

<b>Pesticidas Organoclorados:</b>		
a-BHC mg/kg *	0.07	EPA 8270 D
Alachlor mg/kg *	0.04	EPA 8270 D
Aldrin mg/kg	0.06	EPA 8270 D
b-BHC mg/kg *	0.06	EPA 8270 D
Chlorotalonil mg/kg *	0.04	EPA 8270 D
Chlrotal-dimetyl mg/kg *	0.04	EPA 8270 D
d-BHC mg/kg *	0.03	EPA 8270 D
Dieldrin mg/kg *	0.2	EPA 8270 D
Endosulfan I mg/kg *	0.058	EPA 8270 D
Endosulfan II mg/kg *	0.2	EPA 8270 D
Endosulfan sulfate mg/kg *	0.04	EPA 8270 D
Endrin mg/kg *	0.06	EPA 8270 D
Endrin aldehyde mg/kg *	0.07	EPA 8270 D
g-BHC mg/kg *	0.1	EPA 8270 D
g-chlordane mg/kg	0.06	EPA 8270 D
Heptachlor mg/kg *	0.05	EPA 8270 D
Heptachlor epoxide mg/kg *	0.04	EPA 8270 D
Methoxychlor mg/kg *	0.007	EPA 8270 D
Metolachlor mg/kg	0.03	EPA 8270 D
Oxyfluorfen mg/kg *	0.04	EPA 8270 D
pp'-DDE mg/kg *	0.06	EPA 8270 D
pp'-DDT mg/kg *	0.04	EPA 8270 D
Quintozene mg/kg	0.05	EPA 8270 D

## REPORTE DE ANÁLISIS

**Ciente:** GARCÍA MONTOYA SERGIO RENATO

OBISPO MOSQUERA 5-52 Y BOLIVAR

Telf: 2602985 / 0996390889

**Atn:** Ing. Renato García

**Proyecto:** Análisis de Suelo

**Muestra Recibida:** 23-jun-15

**Tipo de Muestra:** 1 Muestra de papas

**Análisis Completado:** 8-julio-15

**Número reporte Grüntec:** 1506360-FD001

<b>Rotulación Muestra:</b>	Muestra de papa de la unidad A	Método Adaptado de Referencia
<b>Fecha de Muestreo:</b>	23-jun-15	
<b>No. Reporte Grüntec:</b>	1506360-FD001	

<b>Pesticidas Organofosforados:</b>		
Cadusafos mg/kg *	0.1	EPA 8270 D
Chlorpirifos mg/kg *	0.07	EPA 8270 D
Diazinon mg/kg *	0.06	EPA 8270 D
Diclorvos+Trichlorfon mg/kg *	0.09	EPA 8270 D
Dimethoate mg/kg *	0.2	EPA 8270 D
Disulfoton mg/kg *	0.06	EPA 8270 D
Enthoprofos mg/kg	0.03	EPA 8270 D
Fenclorphos mg/kg *	0.04	EPA 8270 D
Malathion mg/kg *	0.03	EPA 8270 D
Methyl parathion mg/kg	0.1	EPA 8270 D
Mevinphos mg/kg	0.05	EPA 8270 D
Parathion mg/kg *	0.04	EPA 8270 D
Phorate mg/kg *	0.05	EPA 8270 D
Terbufos mg/kg *	0.06	EPA 8270 D

<b>Pesticidas Organonitrogenados:</b>		
Ametryn mg/kg *	0.05	EPA 8270 D
Atrazine mg/kg *	0.07	EPA 8270 D
Benalaxyl mg/kg *	0.07	EPA 8270 D
Diuron+Liuron mg/kg	0.2	EPA 8270 D
Hexaconazole mg/kg	0.06	EPA 8270 D
Metalaxyl mg/kg *	0.1	EPA 8270 D
Metribuzin mg/kg *	0.06	EPA 8270 D
Penconazole mg/kg	0.08	EPA 8270 D
Pendametamil mg/kg *	0.06	EPA 8270 D
Simazine mg/kg *	0.09	EPA 8270 D
Terbutryn mg/kg *	0.04	EPA 8270 D
Thiometon mg/kg	0.06	EPA 8270 D
Triadimefon mg/kg *	0.09	EPA 8270 D
Triadimenol mg/kg *	0.04	EPA 8270 D
Trifluralin mg/kg *	0.04	EPA 8270 D



## REPORTE DE ANÁLISIS

**Cliente:** GARCÍA MONTOYA SERGIO RENATO  
OBISPO MOSQUERA 5-52 Y BOLIVAR  
Telf: 2602985 / 0996390889

**Atn:** Ing. Renato García

**Proyecto:** Análisis de Suelo

**Muestra Recibida:** 23-jun-15

**Tipo de Muestra:** 1 Muestra de suelo

**Análisis Completado:** 8-jul-15

**Número reporte Grüntec:** 1506360-FD001

<b>Rotulación Muestra:</b>	Cultivo Anterior de papa	Método Adaptado de Referencia
<b>Fecha de Muestreo:</b>	23-jun-15	
<b>No. Reporte Grüntec:</b>	1506360-FD001	

<b>Carbamatos:</b>		
Carbaryl mg/kg *	0.05	EPA 8270 D
Carbofuran mg/kg *	0.1	EPA 8270 D
Methiocarb mg/kg *	0.08	EPA 8270 D
Pirimicarb mg/kg	0.05	EPA 8270 D
Propoxur mg/kg	0.1	EPA 8270 D
Thiobencarb mg/kg	0.06	EPA 8270 D

<b>Piretrinas:</b>		
Cyfluthrin mg/kg *	0.06	EPA 8270 D
Cyhalotrin mg/kg *	0.03	EPA 8270 D
Cypermethrin mg/kg *	0.07	EPA 8270 D
Deltamethrin mg/kg *	0.04	EPA 8270 D
Fenvalerate mg/kg	0.04	EPA 8270 D
Permethrin mg/kg	0.08	EPA 8270 D



Ing. Isabel Estrella

**Gerente de Operaciones**

Nota 1: Estos análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este reporte en forma exclusiva y confidencial.

Nota 2: La toma de muestras fue realizada directamente por el cliente.

Nota 3: El cliente puede solicitar la fecha de análisis de los parámetros en caso de requerirlo.

Página 3 de 3

San Juan de Cumbayá - Eloy Alfaro S7-157 y Belisario Quevedo. P.O. Box 17-22-20064 Quito - Ecuador

Telfs: 601-4371 / 603 - 9221/ 600 - 5273 - E-mail: [info@gruentec.com](mailto:info@gruentec.com) -

[www.gruentec.com](http://www.gruentec.com)

## ANEXO 4

### LISTADO DE PLAGUICIDAS PROHIBIDOS EN EL ECUADOR

ACUERDO	PRODUCTOS	JUSTIFICATIVO
<b>Acuerdo Ministerial No 0112.-</b> publicado en el Registro Oficial No 64 con fecha 12 de Noviembre de 1992.	1.Aldrin 2.Dieldrin 3.Endrin 4.BHC 5.Campheclor (Toxafeno) 6.Clordimeform (Galecron y Fundal) 7.Chlordano 8.DDT 9.DBCP 10.Lindano 11.EDB 12.2, 4, 5 T. 13.Amitrole 14.Compuestos mercuriales y de Plomo 15.Tetradoruro de Carbono 16.Leptophos 17.Heptachloro 18.Chlorobenzilato	Por ser nocivos para la salud y haber sido prohibida su fabricación, comercialización o uso en varios países
	19.Methyl Parathion 20.Diethyl Parathion 21.Ethyl Parathion 22.Mirex 23.Dinoseb.	Por producir contaminación ambiental efectos tóxicos y por haberse cancelado el registro en varios países
	24.Pentaclorofenol 25.Arseniato de Cobre	Únicamente para uso industrial, no para uso agrícola
<b>Acuerdo Ministerial No 333.-</b> publicado en el Registro Oficial No 288 con fecha 30 de Septiembre de 1999.	26.Aldicarb Temik 10% G y 15% G, Restringe el uso, aplicación y comercialización exclusivamente a flores y exclusivamente mediante el método de "USO RESTRINGIDO Y VENTA APLICADA".	Para evitar la aplicación de este plaguicida en banano y haberse encontrado residuos de Temik en banano procedente de Ecuador. Por haberse cancelado y prohibido su uso en varios países. Por nocivo para la salud.

<b>Acuerdo Ministerial No 123</b> , publicado en el Registro Oficial No 326 con fecha 15 de Mayo del 2001.	27. Zineb solo o en combinación con otros fungicidas.	Por ser potencialmente nocivo para la salud humana y estar cancelado y prohibido su uso en algunos países.
<b>Resolución No 015</b> , publicado en el Registro Oficial No 116 con fecha 3 de Octubre de 2005.	28. Binapacril 29. Oxido de etileno 30. Bictoruro de etileno	Por riesgos cancerogénicos, constituyendo productos nocivos para la salud humana, animal y el ambiente.
	31. Monocrotofos	Por haber prohibido su uso en varios países, debido a sus propiedades nocivas para la salud y el ambiente.
	32. Dinitro Orto Cresol- DNOC (Trifrina).	Por ser un producto peligroso para la salud humana y el ambiente
<b>Resolución No 073</b> , publicado en el Registro Oficial No 505 con fecha 13 de enero de 2009.	33. Captafol 34. Fluoroacetamida 35. HCH (mezcla de isómeros) 36. Hexaclorobenceno 37. Paratión 38. Pentaclorofenol y sales y ésteres de pentaclorofenol 39. Formulaciones de polvo seco con la mezcla de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 7% o más de benomilo,</li> <li>• 10% o más de carbofurano</li> <li>y</li> <li>• 15% o más de tiram</li> </ul> 40. Metamidofos (Formulaciones líquidas solubles de la sustancia que sobrepasen los 600 g/l de ingrediente activo) 41. Fosfamidón (Formulaciones líquidas solubles de la sustancia que sobrepasen.	Por nocivos para la salud y ambiente

<p><b>Resolución No 178,</b> publicado en el Registro Oficial No 594 con fecha 12 de diciembre de 2011.</p>	<p>42. Endosulfan y sus mezclas</p>	<p>Que ingresó al anexo A del convenio de Estocolmo por lo que paso a formar parte de los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs), siendo peligroso para la salud y Ambiente, por lo tanto el Ecuador determinó su eliminación de la lista de plaguicidas registrados.</p>
---	-------------------------------------	--



Resolución No 068, publicada en el R.O. N° 2 de 12 de agosto de 2009	Titular del registro	Nombre comercial	No registro	Por no haber dado cumplimiento a lo dispuesto en la Resolución 078, publicada en el R.O. 505 de 13 de enero de 2009
	AGROCHESA S.A.	METADEL 80 PM	5 - F 60-SES AU	
		CHAMPION SPECIAL	84 - F 1-SES AU	
	AGROQUIM CIA. LTDA.	MANCOZEB	1 - F 25	
		MANCOZEB + METALAXIL 58% WP	17 - F 6-SES AU	
	AGROQUIMICOS G.F.	MANCOZEB	1 - F 10	
	ARILEC S.A.	AGROMART +MANCOZEB	1 - F 36	
	ARYSTA LIFESCIENCE ECUADOR S.A.	MANCOLIAP 80 WP	1 - F 62 -SES AU	
		MANCOLIAP 430 SC	1 - F 67-SES AU	
		CURAXIL	58 - F 5-SES AU	
	AVENTIS CROPSCIENCE ECUADOR S.A.	MANCOZEB	1 - F 18	
	BAYER S.A.	SECTRON F	127 F 1-SES AU	
		GRQLAN PATAFOL	49 - F	
		TATTOO M	81 - F 2-SES AU	
	BERMEO Y BERMEO	DITHANE F 448	1 - F 23	
	CORPORACION ALIANZA S.A.CORALSA	BIOMAM ACEITE 42 SE	1 - F 72-SES AU	
	DU PONT DE ECUADOR S.A.	MANKOCIDE	92 - F 1-SES AU	
		MANZATE SC	1 - F 14	
		MANCOZIN	1 - F 34	
	DUPOCSA S.A.	MANCOZEB TECNICO	1 - F 39	
		MANCOZEB TECNICO	1 - F 59-SES AU	
		VONDOZEB OF	1 - F 28	
		VONDOZEB SP	1 - F 29	
		VONDOZEB 75 DG	1 - F 30	
	ECUAQUIMICA C.A.	VONDOZEB ESPECIAL 35 EC	1 - F 48-SES AU	
		VONDOZEB 42% SC	1 - F 51-SES AU	
		VONDOZEB 62 SC	1 - F 52-SES AU	
	EL CAMPO S.A.	MANCOZEB	1 - F 38	
	FARMEX S.A. ECUADOR	HELIXIL PM	17 - F 5-SES AU	
		CURAZIN	58 - F 11-SES AU	
	HORTIFLORA ANDINA S.A.	MESURAN SUSPENSION	1 - F 27	
		FLONEX M 2 400	1 - F 33	
		DITHANE OS	1 - F 37	
		TENAZ 35 OF / MANCOZATE 35 OF	1 - F 47-SES AU	
	IMPORTADORA IND. AGR. DEL MONTE	FUNGIMONT MC - 8	58 - F 8-SES AU	
		MANCOZEB 80 WP	1 - F 57-SES AU	
		METADEL 62 SC	1F - 65-SES AU	
	IMPORTADORA SURCOS LTDA.	COBRETHANE	12 - F 4	
		OXICOB MIX AZUL	42 - F 7-SES AU	
	ING. MARCELO REINOSO CHIRIBOGA	OTRIA PLUS	17 - F 10-SES AU	
	INTEROC S.A.	MANCOZEB TECNICO	1 - F 68-SES AU	
		MANCOTHANE	1 - F 69-SES AU	
		EMTHANE M-45	1 - F 71-SES AU	
	LAQUINSA ANDINA S.A.	MANCOZEB TECNICO	1 - F 54-SES AU	
		MANCOZEB 80 WP	1 - F 58-SES AU	
	POINT DEL ECUADOR	MANCOZEB 80 WP / ESCUDO / FUNGIZATE	1 - F 56-SES AU	
	PROGRIN CIA. LTDA.	MANCOZEB	1 - F 5	
	QUIFATEX S.A.	MANNER MZ	17 - F 8-SES AU	
	SOLAGRO S.A. SOLAGREMSA	CYMOXANIL + MANCOZEB 72 / PROCYMOX	58 - F 4-SES AU	
		DIMEZEB 59 / CORBAT / ACROPLANT	79 - F 2-SES AU	
		FUNGIS KHAN	1 - F 53-SES AU	
	TECNOQUIMICAS DEL ECUADOR	ALARM 80 WP	1 - F 55-SES AU	
	UNITED AGRI PRODUCTS DEL ECUADOR	CERKO	1 - F 46-SES AU	
		CERKO UAP 80 WP	1 - F 61-SES AU	

FUENTE: Registro de Insumos para la Agricultura



