

ESTUDIO DE UNA ALTERNATIVA PARA LA REMEDIACION DE CARGAS CONTAMINANTES EN SUELOS, POR ACTIVIDADES AGRICOLAS

STUDY OF AN ALTERNATIVE FOR LOADS REMEDIATION CONTAMINANTS IN SOILS, FROM AGRICULTURAL ACTIVITIES

*Lorena Gómez Segura
Ingeniera Agrónoma
lorenagomsegura@gmail.com*

*Universidad Militar Nueva Granada, Especialización en Planeación
Ambiental y Manejo Integral de Recursos Naturales, Bogotá 2015.*

ESTUDIO DE UNA ALTERNATIVA PARA LA REMEDIACION DE CARGAS CONTAMINANTES EN SUELOS, POR ACTIVIDADES AGRICOLAS

STUDY OF AN ALTERNATIVE FOR LOADS REMEDIATION CONTAMINANTS IN SOILS, FROM AGRICULTURAL ACTIVITIES

*Lorena Gómez Segura
Ingeniera Agrónoma
lorenagomsegura@gmail.com*

Universidad Militar Nueva Granada, Especialización en Planeación Ambiental y Manejo Integral de Recursos Naturales, Bogotá 2015.

RESUMEN

La contaminación de los suelos por elementos potencialmente tóxicos se ha incrementado considerablemente, como consecuencia del empleo intensivo de agroquímicos, de los residuos generados por actividades de minería, fundición y del riego con aguas residuales. Las flores, después del café, representan un proceso de éxito exportador, que impulsó el crecimiento de la economía colombiana llegando a ser el segundo exportador de flores del mundo después de Holanda en 2008. Sin embargo en la actualidad este sector es uno de los que utiliza mas insumos agrícolas para el control de los problemas fitosanitarios, con el presente trabajo se busca exponer un producto de tecnología innovadora, que mediante métodos avanzados de óxido-reducción, transforma los elementos potencialmente tóxicos en compuestos o elementos no peligrosos o menos riesgosos, reduciendo su toxicidad o su solubilidad; además de aportar su acción desinfectante con un amplio espectro de acción sobre bacterias, hongos y nematodos, constituyendo una alternativa amigable con el medio ambiente especialmente con el recurso suelo.

Palabras Clave: *contaminación de suelo, remediación, agroquímicos, cultivos de flores.*

ABSTRACT

The soil contamination by potentially toxic elements has increased considerably, due to the intensive use of agrochemicals, waste generated by mining, smelting and wastewater irrigation. Flowers, after coffee, represent a process of export success that propelled the growth of the Colombian economy becoming the second largest exporter of flowers in the world after the Netherlands in 2008. But now this sector is one of those used more agricultural inputs for controlling phytosanitary problems, the present work aims to expose a product of innovative technology, using advanced oxidation-reduction transforms potentially toxic elements in compounds or non-hazardous or less hazardous elements, reducing their solubility or toxicity; in addition to providing its disinfectant action with a broad spectrum of action on bacteria, fungi and nematodes, constituting a friendly alternative environment especially soil resources.

Key words: *soil contamination, remediation, agrochemicals, flower crops.*

INTRODUCCION

El comienzo de la agricultura se encuentra en el período Neolítico, cuando la economía de las sociedades humanas evolucionó desde la recolección, la caza y la pesca a la agricultura y la ganadería. Las primeras plantas cultivadas fueron el trigo y la cebada. La agricultura permitió mayor densidad de población que la economía de caza y recolección por la disponibilidad de alimento para un mayor número de individuos. Con la agricultura las sociedades van sedentarizándose y la propiedad deja de ser un derecho sólo sobre objetos móviles para trasladarse también a los bienes inmuebles, se amplía la división del trabajo y surge una sociedad más compleja con actividades artesanales y comerciales especializadas, los asentamientos agrícolas y los conflictos por la interpretación de linderos de propiedad dan origen a los primeros sistema jurídicos y gubernamentales.

Algunos problemas actuales de la agricultura son; la contaminación por nitrógeno y fósforo, magnesio en ríos, lagos y aguas subterráneas, erosión del terreno, agotamiento de minerales del suelo, salinización del suelo en zonas secas.

Muchos de estos problemas van agotando y desertizando el suelo, obligando a abandonar unos terrenos para trabajar en otros nuevos que, a su vez, se agotan, creando un círculo vicioso que va destruyendo el entorno. [1]

En el mundo se pierden 22.500 millones de toneladas de suelo, en Colombia se pierden anualmente 426 millones de toneladas de tierra fértil y el río Magdalena descarga anualmente 70 millones de toneladas de sedimento que corresponden a una pérdida diaria de casi 300 hectáreas; podemos entender que es indispensable darle importancia al factor de producción suelo y buscarle alternativas de

producción más estables a través del tiempo y más competitivas desde el punto de vista económico y social. [2]

El sector floricultor colombiano se destaca como un emprendedor actor del desarrollo en Colombia y como un protagonista importante en el mercado mundial. No solamente es la actividad agrícola que más empleo genera por unidad de área, sino que además ocupa un espacio relativamente pequeño, rico en tecnología, en conocimiento y en capacidad empresarial. Así mismo, como toda actividad agrícola, depende para su desarrollo del buen uso de bienes y servicios ambientales. [9]

Numerosos estudios han evaluado los niveles de contaminación por metales pesados en el suelo y otros elementos potencialmente tóxicos que pueden ser absorbidos por las plantas cultivadas y asimilados o depositados en las mismas, por lo que es necesario conocer los niveles actuales de contaminación por metales pesados en suelos agrícolas, sobre todo por el efecto que éstos pueden ejercer sobre la salud humana y animal. Adicionalmente, los contaminantes tienen la capacidad de reducir la calidad del suelo y, por ende, su productividad. [10]

La importancia económica de los nematodos fitopatógenos y otras plagas o enfermedades del suelo, se pone de manifiesto en la primera mitad del siglo XIX junto con el concepto de fumigación del suelo. Muchos sistemas de cultivo tradicionales considerados como sostenibles fueron abandonados en favor de las soluciones rápidas ofrecidas por los tratamientos químicos al suelo. El concepto de limpieza de suelos mediante la aplicación de productos químicos u otros medios, se impuso. Realmente, la aplicación de vapor de agua a los suelos fue el modelo similar a la desinfección de suelos con productos agroquímicos. [25]

1. MATERIALES Y METODOS

1.1 PRIMERA FASE: IMPORTANCIA DE LA REMEDIACION Y DESINFECCION DE SUELOS

Para el presente trabajo se estableció como primera etapa una revisión bibliográfica de los principales contaminantes producidos por actividades agrícolas y la importancia y definición de la remediación y desinfección de suelos.

En lo concerniente a la contaminación de suelos su riesgo es primariamente de salud, de forma directa y al entrar en contacto con fuentes de agua potable. La delimitación de las zonas contaminadas y la resultante limpieza de ésta son tareas que consumen mucho tiempo y dinero, requiriendo extensas habilidades de geología, hidrografía y química.

La contaminación del suelo consiste en la acumulación de sustancias a unos niveles tales que repercuten negativamente en el comportamiento de los suelos. Las sustancias, a esos niveles de concentración, se vuelven tóxicas para

los organismos que viven en él. Se trata pues de una degradación química que provoca la pérdida parcial o total de su productividad.

El suelo generalmente se contamina de diversa formas: cuando se rompen tanques de almacenamiento subterráneo, cuando se aplican pesticidas, por filtraciones del alcantarillado y pozos ciegos, o por acumulación directa de productos industriales o radioactivos. Los productos químicos más comunes incluyen derivados del petróleo, solventes, pesticidas y otros metales pesados. Este fenómeno está estrechamente relacionado con el grado de industrialización e intensidad del uso de productos químicos.

El crecimiento de las plantaciones involucra también al uso intensivo de plaguicidas. Para obtener una flor se necesita utilizar un promedio de 80 clases de químicos como fertilizantes, plaguicidas, etc. La venta de algunos de ellos está prohibida en sus países de origen.

Las plantaciones florícolas utilizan además de los plaguicidas una serie de insumos e implementos como plásticos, envases, etc., los mismos que luego de un tiempo son arrojados al medio ambiente o regalados a los trabajadores, por lo que se puede ver en las comunidades cientos de metros de plástico que se están desintegrando y generando contaminación a las aguas subterráneas y superficiales, al suelo y al aire. Para descontaminar el medio ambiente se necesitarán miles de dólares y decenas de años, razones suficientes para afirmar que se están violentando los derechos de las generaciones venideras a decidir cómo vivir.

La falta de un control por parte de las autoridades de medio ambiente ha causado serios problemas en la salud de muchos trabajadores. Frente a este problema las empresas florícolas no se responsabilizan por no existir diagnósticos que prueben la alteración del organismo, cosa que las comunidades no pueden hacer porque los exámenes son demasiado caros y ellos no tienen dinero para cubrirlos. [25]

En relación con el problema de la pérdida de suelo, la industrialización de la agricultura ha añadido el problema de la contaminación por productos químicos tóxicos, que en la actualidad está presente a nivel mundial en nuestras tierras de cultivo y cursos fluviales, considerando que parte de esta toxicidad está relacionada con las prácticas generalizadas de mínimo laboreo. La agricultura industrial ha transformado nuestro modelo alimentario, haciéndolo totalmente dependiente de los combustibles fósiles, al mismo tiempo que aplica "soluciones" tecnológicas en lugar de potenciar el trabajo y la creatividad humana, lo que ha desplazado prácticamente la cultura agraria tradicional que en el pasado dependía de sistemas de producción agrarios familiares, asistidos por las comunidades rurales. [26]

1.2 SEGUNDA FASE: EVALUACION DEL PRODUCTO

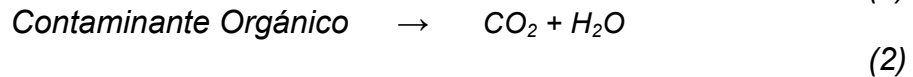
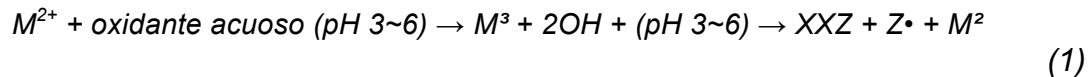
Como segunda etapa se hizo el desarrollo del producto evaluado como tecnología innovadora para la remediación de suelos y sus capacidades de desinfección y descontaminación.

El producto que se evaluó es un regenerador de suelos que crea autodefensas naturales en suelos inductivos a enfermedades y nemátodos. Mediante reacciones de óxido-reducción, transforma los elementos potencialmente tóxicos en compuestos o elementos no peligrosos, reduciendo su toxicidad o su solubilidad y/o aumentando su estabilidad química.

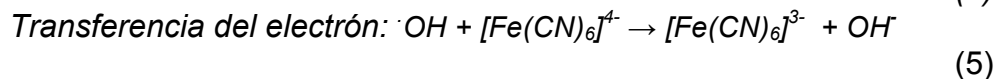
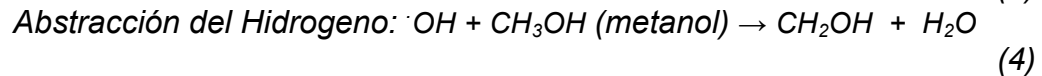
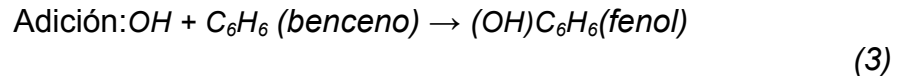
Sobre contaminantes metálicos y no metálicos, cambia el estado de oxidación del elemento, ya que de éste depende su capacidad para reaccionar con otros contaminantes o compuestos presentes en el suelo, de esta manera, es posible disminuir la concentración biodisponible del elemento potencialmente tóxico en el suelo.

Para esto se llevan a cabo algunas de las siguientes reacciones químicas:

a) Reacción En Cascada = Oxidante / Reductor:



b) Mediante Reacciones De Oxidación:



c) Mediante Reacciones De Reducción:

- Con metales divalentes como Pb^{2+} , Co^{2+} + Cd^{2+} , formando un complejo insoluble que precipita en la matriz del suelo.
- La concentración Metal con energía catalítica f de la variabilidad del suelo, la ineficiencia en la distribución de la inyección y en la caracterización del suelo.
- Es un fumigante de reacción capaz de liberar en f concentración hasta 1600 litros de vapor en descomposición catalítica.

La alta generación de radicales del oxhidrilo e hidronio actúan sobre diferentes patógenos por diversos mecanismos generando la desinfección, con un amplio espectro de acción sobre bacterias, hongos y nematodos. [22]

1.2.1 Proceso de desinfección:

Para llevar a cabo el proceso de desinfección de suelos en los cultivos de flores, se debe seguir el siguiente procedimiento.

- a) Desterronado, enmendación y nivelación
- b) Mojar hasta capacidad de campo.
- c) Realizar la solución del producto
- d) Aplicar con ducha
- e) Cubrir
- f) Destapar y airear

Para la preparación de producto se deben seguir las siguientes indicaciones

- Aplicar la solución a una concentración de 10 ml/L, 4 L de solución/m².

Ejemplo:

- Preparación de la solución para 1 ha. de terreno a desinfectarse
- Colocar en un tanque 40 m³ de agua y agregar 400 litros de *Producto*, mezclar bien hasta homogenizar.

Las variables que se tuvieron en cuenta para la presente evaluación fueron específicamente de desinfección; *Fusarium oxysporum*, *Fusarium roseum*, *Rhizoctonia sp*, *Phytium sp*, *Sclerotinia sp* (presencia), *Erwinia sp*, Recuento nematodos *Fitopatógenos*. [22]

1.3 TERCERA FASE: ANALISIS DE LA INFORMACION

Los efectos que genera el uso del producto sobre elementos contaminantes van desde; destrucción orgánica del agente contaminador, reducción de la toxicidad, mejora de la biodegradabilidad, retiro de DBO/DQO hasta retiro de olor y color.

Algunos contaminantes sobre los que actúa:

- ✓ Fenoles
- ✓ Clorofenoles
- ✓ Bifenilos policlorinados (BPCs)
- ✓ Alcoholes polivinílicos
- ✓ Hidrocarburos poliaromáticos (HAPs) y
- ✓ Clorobenceno
- ✓ Formaldehidos
- ✓ BTEX (Benceno, Tolueno, Xilenos)
- ✓ Pesticidas (Carbamatos, Organofosforados, Organoclorados)

2. RESULTADOS Y DISCUSION

Según ASOCOLFLORES durante los años 2004 y 2005 se cultivaron cerca de 7.200 hectáreas de flores, concentradas en los departamentos de Cundinamarca (85%) y Antioquia (12%). En 2008 se produjeron y exportaron principalmente rosas (48%), claveles (16%), mini claveles (8%), crisantemos (4%) y otros. [3]

La Sabana de Bogotá se ha convertido en el centro de ubicación del sector floricultor de Colombia, el cual desde hace varias décadas constituye uno de los sectores de la economía colombiana con importante presencia en el mercado internacional, representando el 14% de la producción mundial en el año 2004. y con un peso cercano al 3% de las exportaciones Colombianas. En el país, los departamentos de Antioquia y Cundinamarca son responsables de la siembra y producción del 95% de las flores; en 2008 el departamento de Cundinamarca inscribió el 78% de las hectáreas dispuestas para la siembra de flores, mientras que el 22% restante se localizó en Antioquia. En la actualidad el sector Floricultor cuenta con 7.290 ha cultivadas y dedicadas al corte de flores frescas para la exportación. El 79% del área cultivada se encuentra ubicada en la Sabana de Bogotá, 17% en Antioquia y 4% en otros departamentos, entre los que se incluyen Valle del Cauca y Eje Cafetero.

Según el Instituto Colombiano Agropecuario ICA, en 2009 la producción de flores está representada por seis departamentos (ver tabla 1), siendo el departamento de Cundinamarca el de mayor área inscrita para este año, seguido por Antioquia.

Tabla 1. Área sembrada en flores, según reporte Instituto Colombiano Agropecuario ICA, departamentos de mayor influencia [3]

ICA (2009)	%	Área reportada (ha)
Nacional	100	7416
Cundinamarca	74,6	5532
Antioquia	19,6	1451
Risaralda	2,5	182
Boyaca	1,1	79
Valle	1,3	98
Caldas	1	74

Fuente. Instituto agropecuario ICA, 2009

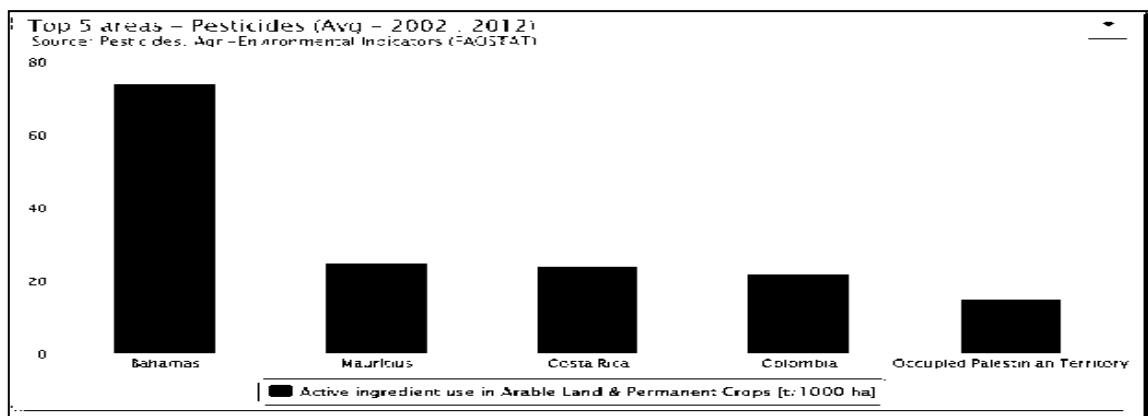
De acuerdo con el artículo 3 del Decreto 1840 de 1994, reglamentario de la Ley 101 de 1993 se define como insumo agropecuario: "Todo producto natural o sintético, biotecnológico o químico, utilizado para promover la producción

agropecuaria, así como para el diagnóstico, prevención, control, erradicación y tratamiento de las enfermedades, plagas, malezas y otros agentes nocivos que afecten a las especies animales y vegetales o a sus productos”

Dentro de la anterior definición es posible incluir los fertilizantes y los plaguicidas (también llamados pesticidas), los cuales se subdividen en: insecticidas, herbicidas, fungicidas y otros productos, tales como los reguladores de crecimiento. Según las cifras del Banco Mundial, los países con mayor consumo de plaguicidas en 2010 fueron: Italia, Ucrania, Japón, Alemania, India, Ecuador, Colombia, Turquía, Polonia, Reino Unido, Bolivia, Chile, Uruguay, Guatemala y Costa Rica. En Colombia, según las cifras de la misma entidad, el consumo anual de plaguicidas por tonelada, aumentó 379% entre 1997 y 1998. Entre 1990 y 1996 el consumo anual fue inferior a 20.000 toneladas, pero entre 1998 y 2010, dicha variable fue superior a 48.000 toneladas, alcanzando un máximo de 151.686 en el año 2000. [11]

Entre 2002 y 2010, los países que reportaron en promedio mayor uso de plaguicidas en tierra cultivable y cultivos permanentes, medidos en toneladas por cada 1.000 hectáreas, fueron Bahamas, Isla Mauricio, Costa Rica, Colombia y Palestina. (Grafico 1)

Grafico 1. Países con mayor promedio de uso de plaguicidas (promedio 2002-2012, toneladas de ingrediente activo/ 1000 Ha)



Fuente. Tomada de la FAO (2013).

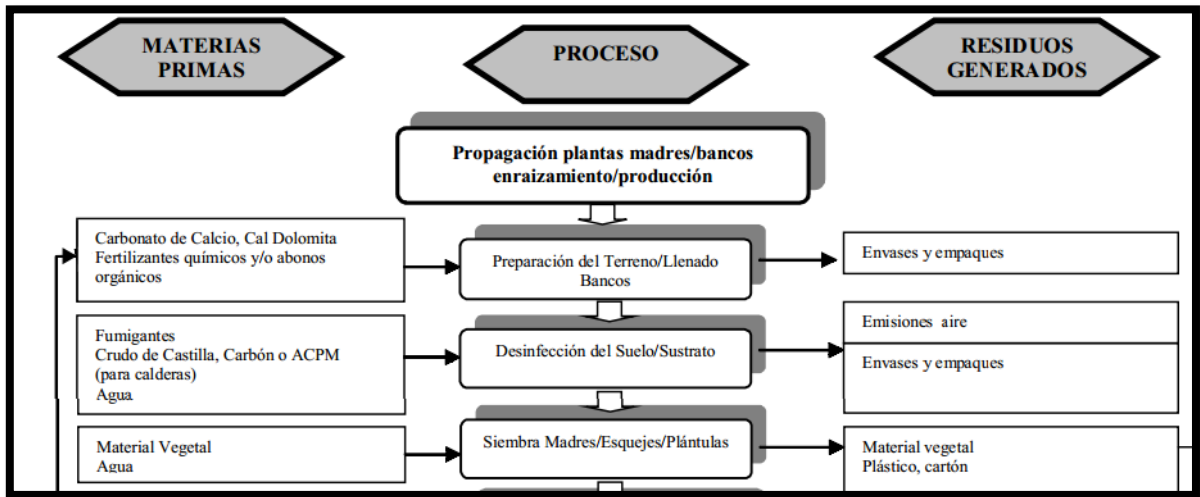


Diagrama 1. Proceso Productivo Cultivo De Flor (Preparación del terreno-Desinfección de suelos-Siembra madres)

Fuente. Asocolflores, 2001

El producto “Evaluado” actúa sobre contaminantes metálicos y no metálicos, cambiando el estado de oxidación del elemento, ya que de éste depende su capacidad para reaccionar con otros contaminantes o compuestos presentes en el suelo, de esta manera, es posible disminuir la concentración biodisponible del elemento potencialmente tóxico en el suelo.

En este el producto “evaluado” ejerce su acción de Remediación, dada en aquellos suelos que presenten contaminación, en los cuales deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperarlos, restaurarlos o restablecerlos a sus condiciones anteriores; aplicando acciones físicas, químicas o biológicas usadas para alterar la composición de un contaminante peligroso con el fin de reducir su toxicidad, volumen o movilidad en la matriz.

Para la remediación de suelos contaminados, cada sitio a tratar presenta un reto único. No obstante este puede analizarse en términos de características fundamentales y de una solución que sea efectiva en cuanto a los costos de dichas características. Las opciones de remediación para sitios contaminados dependen de cuatro consideraciones generales:

- El tipo de contaminante y sus características físicas y químicas determinan si un lugar requiere ser remediado y la manera en la que el contaminante debe tratarse. Además dichas propiedades determinan como puede ser el movimiento del contaminante y si este es o no persistente en el ambiente. La estructura química de un contaminante determina su toxicidad y por consiguiente permite fijar ciertos criterios para establecer los límites de limpieza.

- La localización y las características del lugar, así como el uso del suelo (industrial, residencial o agrícola), fundamentalmente afectan la meta de la limpieza y los métodos que pueden emplearse para alcanzarla.
- Las características naturales de los suelos, sedimentos y cuerpos de agua, a menudo determinan las particularidades de los sistemas de tratamiento. Para los suelos o lodos, el manejo del material a tratar (conversión del contaminante a una forma en la que pueda tratarse y/o transportarse desde la fuente de la contaminación hasta el lugar de tratamiento), es el paso crítico en la mayoría de los procesos de tratamiento. Los pretratamientos para modificar las características naturales de un suelo contaminado pueden ser componentes muy caros en un proceso de remediación.
- Las capacidades de las tecnologías de remediación pueden variar ampliamente en función de las condiciones específicas del sitio. Las tecnologías de remediación pueden actuar conteniendo la contaminación, separando el contaminante del suelo o destruyendo el contaminante. El uso de una tecnología en particular depende, además de los factores mencionados, de su disponibilidad, fiabilidad (demostrada o proyectada), estado de desarrollo (laboratorio, escala piloto o gran escala) y de su costo.

Para el caso de los insecticidas pueden mantenerse hasta 10 años o más en los suelos y no se descomponen. Se ha demostrado que los insecticidas organoclorados, como es el caso del DDT, se introducen en las cadenas alimenticias y se concentran en el tejido graso de los animales. Cuanto más alto se encuentre en la cadena, es decir, más lejos de los vegetales- más concentrados estará el insecticida. Aparte de los anteriores efectos comentados de forma general, hay otros efectos inducidos por un suelo contaminado: Degradación paisajística: la presencia de vertidos y acumulación de residuos en lugares no acondicionados, generan una pérdida de calidad del paisaje, a la que se añadiría en los casos más graves el deterioro de la vegetación, el abandono de la actividad agropecuaria y la desaparición de la fauna. Pérdida de valor del suelo: económicamente, y sin considerar los costes de la recuperación de un suelo, la presencia de contaminantes en un área supone la desvalorización de la misma, derivada de las restricciones de usos que se impongan a este suelo, y por tanto, una pérdida económica para sus propietarios.

- Alteración de los ciclos biogeoquímicos.
- Contaminación de mantos freáticos.
- Interrupción de procesos biológicos.

Tabla 2. Resultados de laboratorio de análisis de suelos con el tratamiento de Desinfección con el producto “evaluado”

FINCA	CULTIVO	BLOQUE	DOSIS
MINISPRAY	MINICLAVEL	41	10 cc/L
PERIODO: JUNIO 2012			

PRE-DESINFECCION ufc/g , (P/A)	
<i>Fusarium oxysporum</i>	Negativo
<i>Fusarium roseum</i>	Negativo
<i>Rhizoctonia sp</i>	4
<i>Phytium (Presencia)</i>	Negativo
<i>Verticillium sp</i>	Positivo
<i>Erwinia sp</i>	Negativo
<i>Agrobacterium sp</i>	Negativo

POST-DESINFECCION ufc/g , (P/A)	
<i>Fusarium oxysporum</i>	Negativo
<i>Fusarium roseum</i>	Negativo
<i>Rhizoctonia sp</i>	Negativo
<i>Phytium (Presencia)</i>	Negativo
<i>Verticillium sp</i>	Negativo
<i>Erwinia sp</i>	Negativo
<i>Agrobacterium sp</i>	Negativo

Fuente. C.I. Hosa en reorganización, 2014

Como se observa en la tabla 2. El control después de la desinfección con el producto “evaluado” es contundente arrojando resultados negativos para *Rhizoctonia sp* y *Verticillium sp* para el área seleccionada.

Tabla 3. Resultados de laboratorio de análisis de suelos con el tratamiento de Desinfección con el producto convencional

FINCA	CULTIVO	BLOQUE	DOSIS
MINISPRAY	MINICLAVEL	41	10 cc/L
PERIODO: FEBRERO 2012			

PRE-DESINFECCION (P/A)	ufc/g ,
<i>Fusarium oxysporum</i>	Negativo
<i>Fusarium roseum</i>	Negativo
<i>Rhizoctonia sp</i>	Negativo
<i>Phytium sp</i>	Positivo
<i>Sclerotinia (presencia) sp</i>	Negativo
<i>Erwinia sp</i>	Negativo
Recuento nematodos Fitopatogenos	Negativo

POST-DESINFECCION (P/A)	ufc/g ,
<i>Fusarium oxysporum</i>	Negativo
<i>Fusarium roseum</i>	Negativo
<i>Rhizoctonia sp</i>	Negativo
<i>Phytium sp</i>	Positivo
<i>Sclerotinia (presencia) sp</i>	Negativo
<i>Erwinia sp</i>	Negativo
Recuento nematodos Fitopatogenos	Negativo

Fuente. C.I. Hosa en reorganización, 2014

Mientras que en la tabla 3. Observamos que en el área evaluada, después de realizar la desinfección que había arrojado un dato positivo para la presencia de *Phytium sp*, siguió apareciendo como positivo, mostrando ineficacia del producto utilizado para este blanco objetivo, adicional a esto; contribuyendo a la contaminación del suelo por plaguicidas, sin tener los controles esperados con el uso de estos.

Con los resultados obtenidos utilizando el producto “evaluado” se logra mantener e incrementar a largo plazo la fertilidad de los suelos.



Figura 1. Incorporación de compost en cultivo de flores
Fuente. C.I. Hosa en reorganización, 2014

Adicional a esto se logra fomentar e intensificar los ciclos biológicos dentro del sistema agrario, mediante la combinación de los procesos metabólicos para degradación parcial de contaminantes siendo sustratos de crecimiento, favoreciendo la fauna edáfica, sin afectar el uso de otras enmiendas que favorecen el desarrollo de estas (figura1 y 2) y la mineralización de las moléculas y la degradación aeróbica y anaeróbica (Oxidantes – Reductoras).



Figura 2. Incorporación de *Trichoderma sp.* en cultivo de flores.
Fuente. C.I. Hosa en reorganización, 2014

Teniendo en cuenta los resultados observados para diversos patógenos, hongos y nematodos que afectan los cultivos de flores específicamente, podemos también contribuir para lograr producir sosteniblemente con elevada calidad y en alta cantidad. (figura3)



Figura 3. Cultivo de clavel
Fuente. C.I. Hosa en reorganización, 2014

3. CONCLUSIONES

El suelo es un factor importante para la producción de flores, este debe contener suficientes nutrientes para un crecimiento favorable, la fertilización con químicos, en el transcurso del tiempo, produce salinización en el suelo, dejándolo no apto para la agricultura.

La desinfección del suelo con sustancias de amplio espectro, como el bromuro de metilo, además de cargar el suelo de sustancias tóxicas para él; causa efectos globales como la pérdida de la capa de ozono. Estos procedimientos esterilizan el suelo, terminando con la actividad microbiana, parte fundamental de la vida del suelo; esto es porque los técnicos de las empresas florícolas consideran a los microorganismos del suelo un peligro para su plantación. Pero con el tiempo a causa de las filtraciones de los contaminantes, se afectan también los suelos aledaños.

Si bien es cierto que hay una carencia de investigaciones sobre la contaminación del suelo en los cultivos de flores y de su entorno, podemos deducir que la utilización masiva de plaguicidas, fertilizantes y otras sustancias, afectan no solo el suelo, sino también el agua, el aire y la biodiversidad.

Con el uso del producto evaluado se promueve la hidroxilación de los compuestos orgánicos e incrementar la solubilidad, lo cual facilita la biodegradabilidad y disponibilidad de contaminantes como los hidrocarburos policlorados.

También proporciona una parte orgánica del quelato promoviendo la solubilización del hierro y demás elementos menores, mejorando el aprovechamiento de estos elementos nativos del suelo; favoreciendo esto, a la disminución en el uso de fertilizantes y por ende disminuyendo la carga de elementos potencialmente tóxicos para el suelo. Debido a su gran potencial de óxido-reducción permite la liberación y disponibilidad de elementos mayores y menores para las plantas.

Algunos de los contaminantes conocidos sobre los que tienen acción, gracias a sus reacciones de óxido-reducción son: Fenoles, Clorofenoles, Bifenilos policlorinados (BPCs), Alcoholes polivinílicos, Hidrocarburos poliaromáticos (HAPs), Clorobenceno, Formaldehidos, BTEX (Benceno, Tolueno, Xilenos), Pesticidas (Carbamatos, Organofosforados, Organoclorados), Retiro del DBO/DQO.

La generación de radicales libres tiene un gran efecto de desinfección, con amplio espectro de acción sobre bacterias, hongos y nematodos como *Fusarium oxysporum*, *Fusarium roseum*, *Rhizoctonia sp*, *Phytium sp*, *Sclerotinia sp* (presencia), *Erwinia sp*, entre otros; dándole cualidades que no poseen otros productos al ser más específicos.

Debido a que es un producto usado como desinfectante es capaz de liberar en función de su concentración por cada litro, hasta 1600 litros de vapor en descomposición catalítica. La cual produce mucha liberación de Oxígeno, favoreciendo a microorganismos aeróbicos y promoviendo una fácil inducción radicular.

Adicionalmente se encuentra como fertilizante de categoría toxicológica número IV, por lo que no presenta riesgos de fitotoxicidad, tanto para la planta, como para el ambiente y el hombre, puesto que sus únicos productos secundarios son hidrógeno y oxígeno.

Es una tecnología que facilita su uso, debido a su practicidad al momento de prepararse y es atractivo por sus tiempos cortos de tratamiento, durando la inutilización del terreno. (Máximo 5 días).

Debido a la prohibición del uso de bromuro de metilo, que se venía usando como fumigante de suelo muy eficaz contra el manejo de enfermedades de suelo y sin dificultades de uso, así como el aumento de áreas en agricultura ecológica en los cuales no se pueden hacer uso de productos químicos, y debido a la retirada de varios de los fumigantes de suelo, esta alternativa se hace atractiva no solo para el sector agrícola, sino, en su función de remediador para otras industrias que impactan negativamente el recurso suelo.

BIBLIOGRAFIA

- [1] <http://danlbagriculturasena.blogspot.com/2008/07/agricultura-en-colombia.html>
- [2] <http://207.239.251.110:8080/jspui/bitstream/11348/6711/1/20061127144627Conservacion%20suelos%20praderas%20tropico%20humedo.pdf>
- [3] http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/Metodologia_censoFlores.pdf
- [4] www.laseguridad.ws/consejo/consejo/html/pys/pys297articulo1.doc
- [5] Gómez M. *Los plaguicidas: una verdad indiscutible, acción ecológica - área de biodiversidad*. Instituto de estudios ecologistas del tercer mundo, Quito, Ecuador, 1999.
- [6] Mena N. *Impactos de las floricultoras en los campesinos de Cayambe*, Instituto de Ecología y Desarrollo de las Comunidades Andinas. Fians, food first information and action network, isbn 9978-41-209-3.
- [7] Unopac, *Unión de Organizaciones Campesinas de Cayambe y Ayora, la floricultura en Cayambe*, impreso por: Sistema Digital doc tech xerox, ups, ayora, 1999.
- [8] <http://www.sinaltrainal.org/textos/caravanaint/espaf1ol/la%20floricultura%20y%20los%20derechos%20humanos.pdf>
- [9] http://www.siame.gov.co/siame/documentos/Guias_Ambientales/Gu%C3%ADas%20Resoluci%C3%B3n%201023%20del%2028%20de%20julio%20de%202005/AGRICOLA%20Y%20PECUARIO/Guia%20ambiental%20para%20el%20subsector%20Floricultor.pdf
- [10] <http://www.ciidiroaxaca.ipn.mx/revista/sites/www.ciidiroaxaca.ipn.mx.revista/files/pdf/vol4num1/elementos.pdf>
- [11] http://www.sic.gov.co/drupal/recursos_user/documentos/EstudiosAcademicos/Documentos-Elaborados-Grupo-EstudiosEconomicos/7_Estudio_Sobre_Sector_Plaguicidas_Colombia_Diciembre_2013.pdf
- [12] http://www.umng.edu.co/documents/10162/745277/V2N1_3.pdf
- [13] <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR34579.pdf>
- [14] Torrado, Anita. (2005). *Buenas prácticas agrícolas*. ICA. Boletín técnico. Bogotá. Colombia.

- [15]** Organización De Las Naciones Unidas. (1983). Comisión Mundial del Medio Ambiente. ONU. 46.
- [16]** Organización De Las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentación (2002). Sistema de Calidad e Inocuidad. FAO. 47.
- [17]** Pacheco, Julia; Pat Roberto Y Cabrera Armando. (2002). Análisis del ciclo del nitrógeno en el medio ambiente con relación al agua subterránea y su efecto en los seres vivos. Vol. 6. 48.
- [18]** Peña, J; Cabriales, O Y Núñez, Vera. Manejo de los fertilizantes nitrogenados. "Uso de las técnicas isotópicas". 49.
- [19]** Seoanez, Mariano. (1998). Contaminación del suelo. España: Mundi-prensa 50.
- [20]** Thomas, Spiro Y William, Stigliani. (2003). Química ambiental, 2a Edición. España.
- [21]** Maroto, J.V. 2000. Elementos de Horticultura General. Ed. Mundi prensa. 2ª Ed. 424 pp.
- [22]** Astudillo, Hugo. Evaluación del traktor como descontaminante de suelos, en la finca Minispray del grupo c.i. Hosa, municipio de tenjo, Cundinamarca.2014
- [23]** Rivero, J.M. Del.; Martí-Fabregat F. 1965. Ensayos previos sobre la desinfección previa del suelo a la replantación de agrios. Boletín de patología vegetal y Entomología Agrícola. 28: 125-129.
- [24]** <http://www.agricolasherrero.com/desinfeccion.htm>
- [25]** http://www.magrama.gob.es/es/calidadyevaluacionambiental/publicaciones/libro_de_biodesinfeccion_tcm7-156245.pdf
- [26]** <http://edualter.org/material/sobirania/enlace6.pdf>