



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Componente práctico del Examen de Grado de carácter
Complejivo, Presentado al H.consejo Directivo de la Facultad,
como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Incidencia de los plaguicidas sobre los organismos del suelo”.

AUTOR:

Adrián Alexander Alvarado Aguirre

TUTOR:

Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, MSc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2019



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



Componente práctico del Examen de Grado de carácter
Complejivo, Presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad
como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

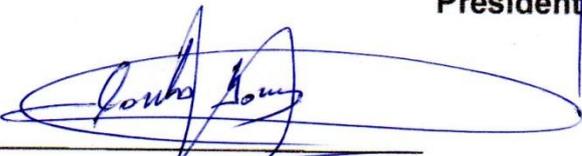
TEMA:

“Incidencia de los plaguicidas sobre los organismos del suelo”.

APROBADO.


Ing. Agr. Mora Castro Oscar Wellington, MBA.

Presidente


Ing. Agr. Barros Veas Carlos Alejandro, MSc.

Segundo vocal


Ing. Agr. Guillen Mora Rosa Elena, MBA.

primer vocal

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2019

Las investigaciones resultadas y conclusiones y recomendaciones presentadas en dicha investigación son única responsabilidad del autor.

Adrián Alexander Alvarado Aguirre

DEDICATORIA

Este trabajo es dedico especialmente a la persona que me inspiro a elegir esta hermosa carrera la Ing. Agr ROCIÓ OLIVIA AGUIRRE VITE a quien le agradezco toda su enseñanza y hacerme pasar la mejor infancia de mi vida, y por a ver sido la mejor tía del mundo siempre te llevare en mi corazón y mis abuelos, padres, hermanos, sobrinas tías, tíos, primos, cuñada, amigos y a mis maestras por toda la enseñanza que me brindaron al transcurso de la carrera.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a papito Dios por permitirme culminar una etapa de mi vida estudiantil y empezar otra como profesional a mis abuelos, **William Alvarado, Juanita Muñiz, Nelson Aguirre y Margarita Vite** que me inculcaron los valores y principios a mis padres **Washington Efrén Alvarado Muñiz y Alexandra Janin Aguirre vite** por ser mis ángeles guardianes que me cuidaron siempre y me enseñaron a luchar siempre para alcanzar mis objetivos y metas que tengo propuesto en mi vida. a mis hermanos **Efrén y Andrés** que fueron mis dos pilares de apoyo que siempre me brindaron sus manos y me levantarme cuando estaba caído. a mis dos princesas **Lía y Danna** a mis tías y tíos que siempre están para ayudarme.

RESUMEN

Con el crecimiento de la población mundial de manera acelerada también es necesario aumentar la capacidad productiva de los suelos con la finalidad de obtener la cantidad apropiada de alimentos para suplir la demanda alimenticia.

Es por esto que para mantener la producción agrícola en el mundo moderno, y lograr incrementar los rendimientos, se requiere el uso de plaguicidas; estos compuestos químicos llegan al suelo directa o indirectamente, originando problemas de contaminación en el agroecosistema, las cosechas y posteriormente a la cadena de alimentos. Los plaguicidas comprenden todos los productos químicos utilizados para destruir las plagas o controlarlas.

Los microorganismos del suelo son muy importantes en los procesos de reciclaje de nutrientes, estos constituyen la materia viva y en el suelo existen millones de microorganismos beneficiosos para los cultivos, tales como: bacterias, hongos, algas, actinomicetos, protozoarios.

Considerando la agricultura en un sentido general, se nota que los sistemas agrícolas están cambiando constantemente. Consecuentemente es recomendable que los agricultores, además de hacer un uso apropiado de los fertilizantes, también tengan por objetivo lograr el conocimiento de todos los principios subyacentes y procesos que los capacite a enfrentar nuevas situaciones o nuevos y diferentes problemas. Los agricultores son forzados a cambiar sus sistemas agrícolas o prácticas de manejo cuando las condiciones sociales, económicas y técnicas cambian (Merchán *et al.*, 2006).

Palabras claves: Incidencia Plaguicida Organismo

SUMMARY

With the growth of the world population in an accelerated way it is also necessary to increase the productive capacity of the soils in order to obtain the appropriate amount of food to supply the food demand.

That is why to maintain agricultural production in the modern world, and to achieve higher yields, the use of pesticides is required; These chemical compounds reach the soil directly or indirectly, causing pollution problems in the agroecosystem, the crops and later the food chain. Pesticides include all chemicals used to destroy or control pests.

Soil microorganisms are very important in the processes of recycling nutrients, they constitute the living material and in the soil there are millions of beneficial microorganisms for crops, such as: bacteria, fungi, algae, actinomycetes, protozoa.

Considering agriculture in a general sense, it is noted that agricultural systems are constantly changing. Consequently, it is recommended that farmers, in addition to making proper use of fertilizers, also aim to achieve knowledge of all the underlying principles and processes that enable them to face new situations or new and different problems. Farmers are forced to change their farming systems or management practices when social, economic and technical conditions change (Merchán et al., 2006).

CONTENIDO

DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
RESUMEN	6
SUMMARY	7
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. MARCO METODOLÓGICO	3
1.1. Definición del tema caso de estudio	3
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Justificación	4
1.4. Objetivo	5
1.4.1. General.....	5
1.4.2. Específicos.....	5
1.5. Fundamentación teórica	5
1.6. Hipótesis	16
1.7. Metodología de la investigación	16
CAPÍTULO II. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	17
2.1. Situaciones detectadas	17
2.2. Soluciones planteadas	18
2.3. Conclusiones	19
2.4. Recomendaciones	20
BIBLIOGRAFÍA.....	22
Delgado, M. (s.f.). <i>Los microorganismos del suelo en la nutrición vegetal</i> . Disponible en https://www.oriusbiotech.com/escrito?nom=Los_organismos_del_suelo_en_la_nutrici%C3%B3n_vegetal . Consultado 14-12-2018.	23
Soriano, F. (2014). <i>Uso de microorganismos en la agricultura</i> . Disponible en https://aefa-agronutrientes.org/uso-de-microorganismos-en-la-agricultura . Consultado 14-12-2018.	25
ANEXOS.....	26

INTRODUCCIÓN

Con el crecimiento de la población mundial de manera acelerada también es necesario aumentar la capacidad productiva de los suelos con la finalidad de obtener la cantidad apropiada de alimentos para suplir la demanda alimenticia.

Para alcanzar y mantener la producción agrícola en el mundo moderno, y lograr incrementar los rendimientos, se requiere el uso de plaguicidas; estos compuestos químicos llegan al suelo directa o indirectamente, originando problemas de contaminación en el agroecosistema, las cosechas y posteriormente a la cadena de alimentos. Los plaguicidas comprenden todos los productos químicos utilizados para destruir las plagas o controlarlas. En la agricultura, se utilizan herbicidas, insecticidas, fungicidas, nematocidas y rodenticidas. Al no aplicar los plaguicidas se provoca la disminución del volumen de la producción alimentaria, sin embargo, se baja la calidad de la misma.

Con el surgimiento de la Revolución Verde en la década de los 50, se aumentó la utilización de agro-plaguicidas, sin embargo con el cambio de conciencia ambiental, se está disminuyendo la utilización de estos productos por causar una serie de perjuicios, algunos graves que representan una amenaza para la supervivencia del ecosistema como pérdida de la biodiversidad, lo que repercute en que se descarguen deliberadamente en el hábitat, erradicando algunas formas de vida beneficiosas para el medio ambiente y los cultivos.

Los microorganismos del suelo son muy importantes en los procesos de reciclaje de nutrientes de este, estos constituyen la materia viva, responsables de la dinámica de transformación y desarrollo. En el suelo existen millones de microorganismos beneficiosos para los cultivos, tales como: bacterias, hongos, algas, actinomicetos, protozoarios.

Para que el suelo sea fértil, este debe contener reservas nutritivas adecuadas para la planta y una población microbiana que libere nutrientes para el buen desarrollo de los organismos vegetales, logrando con esto una producción sostenible.

La mayoría de los suelos que se utilizan en la siembra de diferentes cultivos, se encuentran en un estado crítico de falta de nutrientes, la cual ha originado que los productores utilicen una gran cantidad de productos químicos causando ya sea salinidad o acides a los mismos. El uso de leguminosas como abono verde parece una apropiada tecnología para mejorar la estructura y fertilidad del suelo, en esta investigación vamos a evaluar los niveles de alfalfa y soya necesarios para suprimir una gran cantidad de productos químicos nitrogenados (Pisco, 2017).

Considerando la agricultura en un sentido general, se nota que los sistemas agrícolas están cambiando constantemente. Consecuentemente es recomendable que los agricultores, además de hacer un uso apropiado de los fertilizantes, también tengan por objetivo lograr el conocimiento de todos los principios subyacentes y procesos que los capacite a enfrentar nuevas situaciones o nuevos y diferentes problemas. Los agricultores son forzados a cambiar sus sistemas agrícolas o prácticas de manejo cuando las condiciones sociales, económicas y técnicas cambian (Merchán *et al.*, 2006).

El presente documento tiene como finalidad detallar información sobre el efecto que causan los plaguicidas en los microorganismos presentes en el suelo.

CAPÍTULO I. MARCO METODOLÓGICO

1.1. Definición del tema caso de estudio

El tema se desarrolló, para determinar la incidencia de los plaguicidas sobre los organismos del suelo, que repercuten en la calidad del suelo, su nivel nutricional y sostenibilidad.

1.2. Planteamiento del problema

A medida que crece la población mundial aumenta también la necesidad de mantener la capacidad de producción del suelo. La obtención de la cantidad adecuada de alimentos requiere el uso de plaguicidas para alcanzar y mantener un equilibrio entre las especies vegetales deseadas y sus competidores. Sin embargo, estos compuestos químicos utilizados en agricultura llegan en general al suelo, ya sea directa o indirectamente, y originan problemas de polución y contaminación.

Como consecuencia, algunos investigadores del medio ambiente opinan que el uso de plaguicidas en agricultura debe ser reducido o prohibido, a causa del riesgo de la retención de estos compuestos por las cosechas y suelos y de su posterior incorporación a la cadena de alimentos. Por otro lado, investigadores en agricultura argumentan que el uso continuado de grandes cantidades de plaguicidas es esencial para alcanzar rendimientos máximos.

Una alternativa razonable a estas dos opiniones extremas debe ser el conseguir un mejor conocimiento de la evolución de los plaguicidas en el suelo, es decir, de los procesos que afectan a estos compuestos y de la implicación de los mismos en su persistencia y bioactividad. Con este conocimiento el impacto ambiental del uso de un plaguicida en agricultura podría ser evaluado más exactamente. (Sánchez y Sánchez, 2013).

Desde la era de la Revolución Verde se utilizaban indiscriminadamente en uso de plaguicidas, entre ellos insecticidas, fungicidas, herbicidas con la

finalidad de incrementar los rendimientos, sin determinar los problemas ecológicos que estos podrían causar.

Con el traspaso del tiempo se ha concientizado a los productores por el uso de productos altamente orgánicos, con la finalidad de mejorar las condiciones físicas – químicas de suelo, entre ellos de los microorganismos y evitar la contaminación ambiental, con la finalidad de obtener productos saludables que contribuyan a mejorar la salud humana de las personas que consumen los alimentos.

El suelo puede ser degradado y la comunidad de organismos que viven en el suelo puede ser dañada por el mal uso o uso excesivo de plaguicidas. Algunos pesticidas son más tóxicos para los organismos del suelo que otros. Algunos de estos pueden degradarse rápidamente cuando se aplican a los suelos, mientras que otros pueden persistir durante períodos más largos. El tipo de suelo y el tipo de pesticida también pueden afectar la persistencia de los plaguicidas (Agencia de Protección Vegetal, 2015).

1.3. Justificación

El uso de plaguicidas en la agricultura mundial se ha vuelto una herramienta indispensable en la producción de cultivos intensivos en ambientes protegidos y en campo abierto. Se estima que al año las aplicaciones de estos productos llegan a 2,5 millones de toneladas métricas e incluyen las aplicaciones foliares, granuladas o como recubrimiento de las semillas.

Debido a que el control de malezas, plagas y enfermedades es cada vez más complicado, se ha recurrido al uso de mayores tasas de ingredientes activos químicos para minimizar los problemas fitosanitarios, pero ¿Qué sucede con el ingrediente activo de los plaguicidas después de ser aplicados?; al efectuar las aplicaciones químicas, una parte de la molécula es la que efectivamente hace frente a las plagas, enfermedades o malezas, pero otra parte se pierde en el ambiente, principalmente en el aire y el suelo (Intagri, 2018).

1.4. Objetivo

1.4.1. General

Compilar información sobre la incidencia de los plaguicidas sobre los organismos del suelo.

1.4.2. Específicos

- Recopilar documentación referente al efecto de los plaguicidas sobre los microorganismos del suelo.
- Establecer sobre los microorganismos del suelo afectados por plaguicidas.

1.5. Fundamentación teórica

Gómez (2003) indica que la industria de los agroquímicos ha tenido su desarrollo creciente después de la segunda guerra mundial y tuvo su cenit con la revolución verde, cuando como respuesta al desarrollo capitalista la gestión del ecosistema fue sacar el máximo de producto en plantas cultivadas, llevando a la desaparición de un pool genético sagrado para muchos pueblos, poniendo a producir a toda máquina a las industrias de agroquímicos, permitiendo el florecimiento de las grandes emporias transnacionales de la industria del hambre.

Sánchez y Sánchez (2013) mencionan que los plaguicidas son compuestos químicos que sirven para combatir los parásitos de los cultivos, del ganado, de los animales domésticos y del hombre y su ambiente. De acuerdo con su actividad biológica pueden clasificarse en insecticidas, fungicidas, herbicidas y rodenticidas según que su toxicidad sea para insectos, hongos, malas hierbas o roedores. También existen los atrayentes, repelentes y esterilizantes de insectos que coadyuvan a su destrucción por medio de estas acciones. Según su naturaleza química, en principio, pueden clasificarse en inorgánicos y orgánicos.

Un plaguicida se define como una sustancia o mezcla en cualquier estado físico cuya finalidad sea la de controlar, combatir y/o prevenir plagas o enfermedades y en general tienen el objetivo de proteger al hombre de organismos que afectan su ambiente, animales y/o alimentos (Ortiz *et al.*, 1997). Esta definición incluye los materiales agrícolas de consumo, madera y sus derivados, forraje para animales o productos que puedan administrárseles para el control de insectos, arácnidos y/o diferentes plagas corporales (Estrada, 1998).

La historia de los plaguicidas se puede resumir y dividir en tres grandes etapas: la primera a principios del siglo XIX, cuando se descubrió accidentalmente la acción plaguicida de algunos elementos naturales como el azufre, cobre, arsénico, piretrinas (sustancias obtenidas de los pétalos del crisantemo -*Chrysanthemum cinerariifolium*-) y fósforo; así mismo se inició el uso de los derivados del petróleo. La segunda etapa en 1922, cuando se emplearon diferentes aceites insecticidas y poco más tarde los primeros productos sintéticos. La tercera etapa, en la que Müller, en 1940 descubre las propiedades insecticidas del dicloro-difenil-tricloroetano, mejor conocido como DDT (FAO, 2014).

El uso intensivo de estos compuestos empezó a producir enormes problemas de contaminación ambiental y daños a la salud, tal es el caso del DDT que se desarrolló como el más conocido entre los organoclorados y fue usado extensivamente para el control de plagas hasta su prohibición en 1979. sus metabolitos (productos secundarios de su degradación) se han encontrado contaminando el suelo y el agua, así como en tejidos animales y en humanos. Otros ejemplos de este tipo de plaguicidas son el Helderin, Heptaclor, Hexaclorido, Benceno, Clorando, entre otros, los cuales han causado también una grave contaminación de los ecosistemas.

La persistencia o de gradación de un plaguicida en el ambiente es una característica importante en la determinación de la probabilidad y el grado de exposición de los organismos a la sustancia de interés. Las tasas de remoción por procesos de degradación químicos, físicos y biológicos

como fotodegradación, oxidación, reducción, hidrólisis, isomerización y conjugación) se usan para determinar la "vida media" del plaguicida. El concepto de persistencia está a menudo relacionado con el tiempo de permanencia o residencia de un plaguicida en un compartimento particular. A mayor tiempo de residencia, mayor es la persistencia de la sustancia (Arias y Rojas, 1986).

Los primeros no plantean, en general, una problemática importante desde el punto de vista de su toxicidad y evolución en el suelo. Por el contrario, en lo que se refiere a los orgánicos, se ha ido desarrollando una amplia gama de productos que plantea problemas de evolución en el complejo sistema del suelo (Sánchez y Sánchez, 2013).

Bedmar (2015) difunde que los plaguicidas, también llamados pesticidas, son sustancias destinadas a combatir plagas o pestes. Surgieron por la necesidad de manejar poblaciones de organismos nocivos para la sanidad humana, la de cultivos o frutos almacenados y la de animales domésticos. En realidad, el término plaga tiene una connotación antropocéntrica ya que, consideradas objetivamente, las plagas son simplemente poblaciones integrantes de un ecosistema. Los plaguicidas son sustancias químicas – orgánicas, inorgánicas o microbiológicas– líquidas o sólidas que producen efectos tóxicos sobre ciertos organismos vivos. Se utilizan principalmente para controlar plagas de la agricultura.

La contaminación del ambiente por plaguicidas se da por aplicaciones directas en los cultivos agrícolas, derrames accidentales, lavado inadecuado de tanques contenedores, filtraciones en los depósitos de almacenamiento y residuos descargados y dispuestos en el suelo. Los restos de estos plaguicidas se dispersan en el ambiente y se convierten en contaminantes para los sistemas biótico (animales y plantas principalmente) y abiótico (suelo, aire y agua) amenazando su estabilidad y representando un peligro de salud pública (Ortiz *et al.*, 1997).

El grado de lixiviación depende de la solubilidad del compuesto en agua, de su naturaleza química y del valor del pH del suelo. La lixiviación será favorecida por una capacidad de adsorción de la muestra del suelo, por altas temperaturas y por la precipitación pluvial. Lo anterior también es decisivo para determinar la distribución del material en la biosfera, ya que las plantas y los microorganismos no pueden recibir directamente los compuestos adsorbidos sobre las partículas del suelo. Este proceso está en equilibrio con la eliminación (desorción) del compuesto en la solución del suelo. La distribución de un plaguicida en la biofase depende de la capacidad de absorción de esta y de la naturaleza del suelo. Un suelo con gran capacidad de absorción puede conducir a la inactividad total del plaguicida, ya que nunca penetrará en la plaga (Cremlyn, 1990).

El transporte de los plaguicidas en el suelo se da desde las capas superiores hacia abajo, a través del proceso de lixiviación y la percolación del agua. El potencial de un plaguicida para lixiviar y así contaminar las aguas subterráneas, depende de los procesos de adsorción y desorción en el suelo definidos por las características propias del plaguicida y del tipo de suelo, temperatura y PH. El riesgo de lixiviación es muy grande en suelos con poca materia orgánica o con pocas partículas finas como arcilla. La movilidad está determinada con base en el coeficiente de partición entre la fase sólida (suelo) y la fase líquida (agua) ($K_{s/l}$ o K_d), o con base en el coeficiente de partición entre la materia orgánica y el agua (K_{oc}). El valor del coeficiente de partición ($K_{s/l}$ o K_d) depende de la cantidad de materia orgánica en el suelo, mientras que K_{oc} es independiente del mismo. Para clasificar la movilidad se usó los datos del K_{oc} (KEMI, 1992)

Gómez (2003) indica que la aplicación de los insumos sintéticos, variedades mejoradas, pesticidas y demás a través de los tiempos han creado graves problemas, no tan solo en el deterioro del suelo y de su ecosistema en general, sino también en la economía del agricultor, traducándose esto en incrementos cada vez mayores en costos de producción en los diferentes cultivos, lo que revierte en situaciones cada vez más graves para nuestros pobres agricultores.

Leal *et al.* (2014) mencionan que la agricultura se caracteriza por ser una de las más desarrolladas del país sustentada por tener una amplia superficie de cultivo. Para lograr esta actividad y mantener las demandas de mercado, se han requerido de grandes insumos y un constante uso de agroquímicos, lo que ha tenido como consecuencia la degradación del suelo, la contaminación del medio ambiente y efectos adversos en la salud de los seres vivos. Los suelos de uso agrícola son susceptibles a la acumulación de plaguicidas organoclorados debido a procesos de adsorción con la materia orgánica, y a la retención en agua. Esta acumulación puede afectar la capacidad del suelo para realizar sus funciones de producción biológica, protección ambiental y sustento de la salud humana.

Bedmar (2015) señala que las principales plagas agrícolas incluyen: plantas no cultivadas o malezas; insectos, artrópodos y vertebrados que se alimentan de los cultivos, y agentes patógenos, así llamados porque provocan enfermedades en los cultivos, entre ellos hongos, virus y bacterias. Los más perjudiciales son las malezas, los insectos y los hongos. La magnitud de pérdidas de producción que pueden ocasionar depende de la plaga, del cultivo y de la región geográfica.

Dierksmeier *et al.* (2015) manifiestan que en la protección contemporánea de plantas tienen un uso importante los plaguicidas químicos, los cuales contribuyen decisivamente a lograr cosechas, acorde con los rendimientos potenciales de los cultivos. Sin embargo, no son pocos los efectos no deseados de esta práctica agrícola, tales como los residuos en las cosechas y la contaminación del medio. Es de mucha importancia la investigación del movimiento de los plaguicidas en el suelo, especialmente la lixiviación, el arrastre y el ascenso capilar, fenómeno poco conocido este último, pero que sin duda contribuye al equilibrio en el medio.

Lopera *et al.* (2015) divulgan que los sistemas de producción agrícola tradicional han estado acompañados del uso indiscriminado de plaguicidas altamente tóxicos como los organofosforados y los organoclorados, lo que ha llevado a la contaminación de los recursos naturales y al deterioro de los

ecosistemas y de la calidad de vida de las personas

Crespo (2013) explica que el suelo alberga numerosos organismos, desde insectos y lombrices visibles a simple vista, hasta bacterias y hongos microscópicos. Estos organismos trabajan para el agricultor, por lo que se consideran de suma importancia.

Cano (2011) expresa que la multifuncionalidad de los microorganismos en los sistemas agrícolas se expresa de acuerdo a una serie de factores bióticos, como la competencia con otros microorganismos, la composición biológica del suelo, el reconocimiento planta- microorganismo y viceversa. Igualmente, factores abióticos, como la climatología, las características físicas y químicas del suelo, que influyen directamente en el tipo de interacción de estos organismos y la expresión de los efectos benéficos o detrimentales, determinantes en el desarrollo de las especies vegetales.

De acuerdo a Delgado (*s.f.*), los microorganismos son los componentes más importantes del suelo. Constituyen su parte viva y son los responsables de la dinámica de transformación y desarrollo. La diversidad de microorganismos que se encuentran en una fracción de suelo cumple funciones determinantes en la transformación de los componentes orgánicos e inorgánicos que se le incorporan. Esto permite comprender su importancia en la nutrición de las plantas al efectuar procesos de transformación hasta elementos que pueden ser asimilados por sus raíces. La humificación de la materia orgánica es un proceso netamente microbiológico.

El suelo como ecosistema, incluye grupos microbianos, animales invertebrados y vertebrados, así como a los constituyentes orgánicos e inorgánicos. El medio ambiente edáfico es único en diferentes aspectos, contiene gran variedad de bacterias, actinomicetos, hongos, algas y protozoarios; es uno de los sitios más dinámicos de interacciones biológicas en la naturaleza; en el cual se realizan la mayor parte de las reacciones bioquímicas involucradas en la descomposición de la materia orgánica, y la nutrición de cultivos agrícolas. La porción inorgánica del suelo tiene un notable efecto sobre los habitantes microbianos,

debido a su influencia sobre la disponibilidad de nutrientes, aireación y retención de agua. En la fracción mineral se encuentran partículas de una gran variedad de tamaños, desde aquellas que son visibles al ojo humano hasta las partículas de arcilla que solo pueden observarse con ayuda de un microscopio. En suelos aireados adecuadamente, predominan bacterias y hongos, mientras que en los ambientes que contienen poco o nada de oxígeno únicamente las bacterias (Alexander, 1980).

Ciudad Ciencia (2017) menciona que no sólo el número de microorganismos que habitan en el suelo es enorme, sino que también hay muchos tipos diferentes: bacterias, hongos, protozoos, nematodos, etc. Esto se debe a que estos seres vivos, igual que las plantas, encuentran en el suelo el tipo de alimento que necesitan. Algunos de estos microorganismos se denominan descomponedores, porque contribuyen a la descomposición de la materia orgánica.

Crespo (2013) aclara que todos los organismos, desde las microscópicas bacterias hasta las grandes lombrices y caracoles, funcionan unidos en el ecosistema general del suelo. Debido a que el ser humano no puede ver la mayoría de estos seres, es común olvidarlos. Sin embargo, ellos están presentes en los suelos biológicamente activos e intervienen en muchas funciones útiles, si los cultivos son eficientemente manejados.

Según Cano (2011), es difícil predecir el resultado de las interacciones entre plantas y microorganismos benéficos del suelo y, más aún, entre las especies de microorganismos; no obstante, las comunidades microbianas asociadas con el sistema de raíces, se considera que desempeñan un papel clave en el desarrollo de prácticas agrícolas sostenibles. La respuesta de las plantas a la inoculación depende de las compatibilidades funcionales en la fisiología y en la bioquímica de la interacción, entre los componentes microbianos; así arroja diferentes respuestas, dependiendo de la combinación de los microorganismos.

En este proceso se liberan nutrientes que quedan disponibles para las plantas y para otros microorganismos, a la vez que la materia orgánica «fresca» se transforma en otro tipo de materia orgánica más estable denominada «humus». El humus desempeña en el suelo funciones de gran importancia, como mejorar la estructura del suelo, ayudar a la aireación y la retención de agua, regular el aporte de nutrientes a las plantas, entre otros (Ciudad Ciencia, 2017).

Delgado (s.f.) sostiene que la mayor actividad de los microorganismos se realiza desde la superficie del suelo hasta unos 20 centímetros de profundidad. Las colonias de microorganismos permanecen adheridas a las partículas de arcilla y humus (fracción coloidal) y a las raíces de las plantas que les suministran sustancias orgánicas que les sirven de alimento y estimulan su reproducción. Estas exudaciones dependen del buen estado nutricional de la planta y así favorecen el crecimiento de los microorganismos que son importantes para ella. Su actividad y su desarrollo están asociados a la disponibilidad de los substratos a transformar.

Correa (2016) comenta que los microorganismos del suelo contribuyen a la sustentabilidad de todos los ecosistemas por ser los principales agentes del ciclo de los nutrientes al regular la dinámica de la materia orgánica del suelo (MOS), el secuestro de carbono, la emisión de gases de efecto invernadero, la estructuración del suelo y la retención de agua, del aumento en la eficiencia de adquisición de nutrientes por las plantas y del mantenimiento de la salud vegetal.

Soriano (2014) reporta que, en agricultura los microorganismos, son imprescindibles para mantener la fertilidad del suelo, para desarrollar cultivos sanos y vigorosos y sin saberlo, además el hombre viene utilizándolos desde hace milenios para beneficio propio, en sanidad y en la elaboración de alimentos. Desde hace pocos años, los microorganismos destinados al uso en agricultura están ganando importancia, dado que se han comprobado los resultados positivos de su aplicación como alternativa al uso de otro tipo de fertilizantes.

Delgado (s.f.) considera que cada proceso químico desencadenado por un microorganismo es una etapa en la descomposición de un material orgánico o inorgánico. Una mayor cantidad de microorganismos en el suelo permite una mejor actividad metabólica y enzimática para obtener plantas bien nutridas con buena capacidad para producir.

Soria (2016) determina que las relaciones entre microbiología y agricultura son numerosas y se evidencian una y otra vez. Existen microorganismos que son patógenos para las plantas y microorganismos que son capaces de controlar a esos patógenos. Otros son necesarios para transformar productos agrícolas primarios en productos de mayor valor agregado, sobre todo alimenticios.

A su vez, existen diferentes microorganismos que participan en procesos de deterioro postcosecha. Sin embargo, si queremos conocer la actividad microbiana que más influye a la agricultura, y en verdad a la sostenibilidad de la vida en el planeta, tenemos que mirar para abajo, al suelo. Los microorganismos participan en los procesos de formación y degradación del suelo y en todos los ciclos elementales fundamentales: carbono, nitrógeno, fósforo, azufre y hierro (Soria, 2016).

Delgado (s.f.) afirma que la colonización de algunos grupos microbianos sobre las fracciones orgánicas e inorgánicas dependen de la función que se esté cumpliendo en la transformación (degradación de carbohidratos o de proteínas, amonificación, nitrificación, oxidación, reducción, mineralización, solubilización). Por lo tanto, mientras algunos microorganismos actúan sobre un sustrato, otros se desarrollan en los productos de la transformación. Cuando terminan su función sobre la degradación del sustrato, los grupos microbianos que estaban actuando principalmente disminuyen al máximo, se reproducen o entran en latencia y se incrementa la población de otros que cumplirán funciones de transformación en los productos del metabolismo del grupo microbiano anterior.

Correa (2016) define que la mayoría de las especies vegetales en los ecosistemas terrestres establecen relaciones más o menos estrechas con microorganismos rizosféricos que les permiten acceder a nutrientes esenciales para su crecimiento. Entre los numerosos microorganismos que habitan la rizosfera se incluyen las bacterias simbióticas fijadoras de nitrógeno, los hongos de las micorrizas y las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal. Sin embargo, su rol natural se ha visto marginalizado debido a modificaciones inducidas por labranzas y el uso excesivo de fertilizantes inorgánicos, herbicidas y pesticidas.

Rodas (2016) relata que la fertilidad del suelo es vital para la vida en el planeta a largo plazo. El aumento en las últimas décadas de la productividad agrícola se ha conseguido a cambio de la reducción gradual del contenido de materia orgánica (MO) en las tierras bajo cultivo intensivo y el deterioro de la estructura del suelo, lo cual lo ha vuelto más propenso a la compactación y a la erosión; a esto debe incorporarse el proceso de desertificación, salinización, alcalinización y contaminación de napas subterráneas con plaguicidas y fertilizantes. Si a esto se le añade la disminución de la superficie agrícola por el avance indiscriminado del urbanismo, tenemos un cuadro muy preocupante para las generaciones futuras.

Es poco lo que se ha trabajado en relación a las estrategias para controlar la erosión y la degradación del suelo, y a problemas relacionados a la fertilidad biológica. Se ha puesto más énfasis al desarrollo de técnicas para reducir la tasa de erosión mediante prácticas físico-mecánicas y al mejoramiento de la fertilidad química mediante la aplicación de diversos fertilizantes sintéticos. La aplicación de estos insumos más la práctica monocultivista ha acelerado los niveles de esterilización del suelo, afectando directamente su productividad natural (Gómez y Velásquez, 1999).

Delgado (s.f.) expone que un suelo fértil es aquel que contiene una reserva adecuada de elementos nutrientes disponibles para la planta o una población microbiana que este liberando nutrientes en forma permanente hasta alcanzar un balance que permita un buen desarrollo vegetal.

Rodas (2016) asegura que un suelo sano es aquel que es capaz, a través de su actividad biótica y su propia fertilidad, de hacer fructificar cultivos y permanecer productivo durante largos periodos sin necesitar de grandes aportaciones exteriores. Hoy no funciona el slogan de que el suelo es sólo un medio de cultivo para las plantas, y verlo como un ecosistema o ente vivo con constantes interacciones entre sus componentes bióticos y abióticos. Una solución a estos problemas de la agricultura, teniendo en cuenta las capacidades de los microorganismos y su importancia, es potenciar y favorecer los promotores de crecimiento en el suelo.

Gómez (2003) estima que la contaminación de un suelo, es de gran complejidad ya que sus moléculas químicas reaccionan con las moléculas del suelo y el agua para formar muchas veces nuevos y a veces desconocidos productos. Algunos compuestos son muy móviles y migran desde la superficie a través de la zona no saturada del suelo, alcanzando aguas subterráneas.

Asociación Vida Sana (s.f.) argumenta que el su papel en el ciclo de los nutrientes del suelo muchos organismos tienen funciones básicas para el mantenimiento de una buena estructura y del funcionamiento del suelo.

- Transportan fragmentos orgánicos y minerales, mezclándolos, facilitando la formación del complejo arcillo-húmico.
- Las galerías de las lombrices de tierra, topos, conejos y otros animales, cruzan los horizontes, facilitando el descenso de las raíces en profundidad y la aireación y el drenaje de los suelos.
- Los microorganismos del suelo, especialmente los hongos, favorecen una buena estructura pues estabilizan los agregados envolviéndoles con sus redes de micelios y evitando que sean arrastrados por el agua de lluvia u otros agentes responsables de la erosión.

Delgado (s.f.) apunta que la microflora del suelo está compuesta por bacterias, actinomicetos, hongos, algas, virus y protozoarios. Entre las funciones más importantes que cumplen asociadamente en los procesos de transformación están:

- Suministro directo de nutrientes (Fijación de nitrógeno).
- Solubilización de compuestos inorgánicos para facilitar la absorción por las plantas. Ejemplo. Fosfato tricálcico a Fosfato monocálcico.
- Cambios químicos en compuestos inorgánicos debido a procesos de oxidación y reducción. Ejemplo. Oxidación del azufre mineral a sulfato. Oxidación del nitrógeno amoniacal a nitrato.
- Aumento del desarrollo radicular en la planta que mejora la asimilación de nutrientes, la capacidad de campo y el desarrollo.
- Reacciones antagónicas, parasitismo y control de fitopatógenos.
- Mejoramiento de las propiedades físicas del suelo.

Muchos productos pueden sufrir degradación microbiológica en el suelo, incidiendo muchas veces en la composición y población de estos microorganismos. Otros productos pueden ser solubles en aguas y otros no, saturando entonces el suelo. Todos estos factores casi nunca han sido tenidos en cuenta por las casas productoras de agroquímicos para los suelos (Gómez, 2003).

1.6. Hipótesis

Ho: Los plaguicidas no causan efectos tóxicos sobre los organismos del suelo.

Ha: Los plaguicidas causan efectos tóxicos sobre los organismos del suelo.

1.7. Metodología de la investigación

Para el desarrollo del presente documento de componente práctico se recopiló revisión bibliográfica de varios libros, revistas, artículos científicos y páginas web que fueron sometidas a técnicas de síntesis y resumen sobre la incidencia de los plaguicidas en los organismos del suelo.

CAPÍTULO II. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Situaciones detectadas

La solución del problema de las plagas se ha dirigido generalmente al efecto sin tener en consideración sus causas. La causa principal de la aparición de las plagas en el modelo agrícola contemporáneo es la pérdida de la biodiversidad, pues lleva implícita la simplificación del ecosistema y por tanto la pérdida de las características de autorregulación propia de las comunidades naturales.

Existen diversidad de plaguicidas para combatir diferentes situaciones, como es el caso de herbicidas, insecticidas, fungicidas, nematocidas que causan efectos negativos en el medio ambiente y al suelo.

Estos productos pueden persistir en el tiempo de manera activa en el ambiente, donde aún puede conservar sus propiedades físicas, químicas y funcionales como volatibilidad y capacidad de absorción de la molécula después de su aplicación. Además, en el suelo sufre transformaciones, pérdidas y degradación.

Por la gran cantidad de interacciones suelo – plaguicida, la persistencia en el (suelo) es relativamente corta en ciertos casos o donde algunos pueden permanecer meses o años, dependiendo de la propiedad del ingrediente activo (solubilidad, estructura de la molécula, presión de vapor), aplicación (dosis, frecuencia, forma) y de parámetros como clima (temperatura o precipitación), propiedades del suelo (textura, humedad, pH, contenido de materia orgánica), diversidad de microorganismos en el suelo. Todas las aplicaciones de los plaguicidas sean dirigidas al suelo o follaje terminan llegando al suelo de manera directa o indirecta.

Para que un plaguicida alcance su máximo potencial en el área agrícola debe reunir condiciones básicas como efectividad (combatir o controlar la plaga contra la que actúa), selectividad (solo perjudicial para lo que actúa, no dañar la flora y fauna), economía (beneficios económicos que superen el gasto), seguridad (no ser tóxicos para las plantas y el hombre)

2.2. Soluciones planteadas

Los plaguicidas representan un instrumento imprescindible en la agricultura de todo el mundo para el control de plagas, por lo que no resulta una tarea sencilla el prohibir su uso, probablemente eso, incluso no será posible por lo que se debe pensar en alternativas para detener, aminorar o remediar la grave contaminación producida por estos productos.

La biorremediación es la desintegración de componentes orgánicos por medio de microorganismos generando dióxido de carbono y agua o metano como productos. Es decir, el principal objetivo de la biorremediación es la degradación de desechos tóxicos para convertirlos en componentes más sencillos y mucho menos dañinos al ambiente.

Sobre la comunidad dedicada a la agricultura, hacer conciencia sobre el mejor aprovechamiento de los plaguicidas para una mejor eficiencia sin el desperdicio que en muchas ocasiones se realiza por aplicaciones inadecuadas, lavado incorrecto de tanques, derrames accidentales y otros. De esta manera se podría detener la idea generalizada de que, si "una" cantidad de plaguicida es efectiva, "dos" sería mejor, lo cual impacta directamente sobre el uso excesivo e irracional de estos productos, aumentando potencialmente el número de organismos plaga resistentes a los plaguicidas.

En la medida de que estas opciones y otras se apliquen y se desarrollen se podrá, paulatinamente resolver uno de los tantos problemas que acosan el bienestar de nuestro hábitat mismo.

La materia orgánica constituye una buena opción no solo porque mejora la estructura del suelo y la nutrición de las plantas, sino porque además ejerce una acción depresiva sobre los patógenos vegetales habitantes del suelo. Esta última función se logra por las modificaciones sobre la flora microbiana del suelo, en este proceso se ven involucrados los mecanismos de competencia, antibiosis.

El mantenimiento de altos niveles de materia orgánica en el suelo está

asociado con una disminución de la incidencia de enfermedades en las raíces de las plantas y de plagas de insectos.

El suelo es el hábitat de innumerables seres vivos, porque la mayoría de biomasa sobreviviente se alberga en el suelo, por tanto, mantener y conservar los organismos del suelo es de mucha importancia.

En el suelo se pueden encontrar una enorme cantidad de organismos diferentes, de tamaño y funciones muy variable. Son fundamentales para el desarrollo de la vida en el planeta, jugando un papel relevante en la formación y estructuración del suelo y en la movilización de nutrientes. Se han de conocer, pues, los agentes que viven y trabajan en el suelo, saber cuáles son sus acciones en el biotopo suelo y cómo el hombre puede intervenir para mantener y acrecentar la fertilidad de los suelos cultivados utilizando a los organismos edáficos en su favor.

2.3. Conclusiones

Para comprender el alcance de los impactos que el uso de plaguicidas es necesario examinar aspectos agrícolas, económicos, ambientales y de salud. Es claro que, desde una perspectiva de producción agrícola, los plaguicidas han llegado a jugar un papel central en el control de plagas y en la economía de los agricultores. No obstante, los mismos han expresado preocupación por el aumento de plagas y su creciente dependencia por productos químicos que ponen en duda la sostenibilidad del actual sistema de producción agrícola.

En cuanto a la promoción de tecnologías alternativas, los problemas en el sistema productivo del país y los ajustes estructurales en los organismos de investigación han resultado en fuertes reducciones en la infraestructura de investigación y extensión agrícolas. En suma, frente a la libre distribución de los plaguicidas altamente tóxicos y con la poca inversión pública en alternativas, es poco realista imaginar que en un futuro cercano se podrá lograr cambios efectivos en una proporción importante de agricultores.

Para una buena gestión de los suelos es necesario conocer el hábitat y las costumbres alimentarias de los organismos para favorecer los organismos benéficos y reducir la actividad de los organismos dañinos a los cultivos.

Los microorganismos cumplen un papel fundamental en la fertilidad de los suelos, promoviendo o fijando elementos necesarios para el desarrollo de las plantas.

Las rutas en las que pueden estar involucrados los plaguicidas aplicados en suelo son muy diversas y se alteran de manera importante con las características del producto, del suelo y del ambiente por lo que se pueden dar dos o más procesos al mismo tiempo. Las aplicaciones no son eliminadas totalmente cuando entran al sistema suelo, pues llegan a contaminar o a persistir en el ambiente y afectar a diferentes organismos. Una herramienta para amortiguar esta acumulación es mantener una buena condición biológica del suelo con adiciones de materia orgánica y conservación del microbiota. Además, es importante hacer un seguimiento del uso e impacto de cada plaguicida, así como su evolución con la finalidad de maximizar los beneficios y minimizar los riesgos e impactos negativos (Intagri, 2018).

2.4. Recomendaciones

Los microorganismos del suelo son los componentes más importantes de este. Constituyen su parte viva y son los responsables de la dinámica de transformación y desarrollo. En un solo gramo de tierra, encontramos millones de microorganismos benéficos para los cultivos. En desinfecciones severas, se anulan muchos de estos microorganismos, que estaban de forma natural en el suelo. Estos microorganismos benéficos que se encuentran en el suelo son bacterias, actinomicetos, hongos, algas y protozoarios. Un suelo fértil es aquel que contiene una reserva adecuada de elementos nutritivos disponibles para la planta, o una población microbiana que libere nutrientes que permitan un buen desarrollo vegetal (Infoagro, 2018).

Evitar el uso indiscriminado de pesticidas para evitar la contaminación ambiental y del suelo, con la finalidad de conservar los microorganismos benéficos presentes en la mayoría de los sistemas agrícolas que ayudan al desarrollo de las plantas aumentando su actividad como biofertilizantes y promotor de crecimiento de las plantas, para no producir alteraciones bioquímicas y por ende evitan la contaminación ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia de Protección Vegetal. (2015). *Suelos y pesticidas*. Disponible en <http://npic.orst.edu/envir/soil.es.html>. Consultado 14-12-2018.
- Alexander, M. (1980). *Introducción a la Microbiología del Suelo*. AGT, México. Limusa. 123p.
- Arias, J., Rojas, D. (1986). *Ecología Humana y Salud*. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, OPS-Organización Panamericana de la salud, Organización Mundial de la Salud, Programa de Salud Ambiental. UNISA-México. 198p.
- Asociación Vida Sana. (s.f.) *Microorganismos del suelo y biofertilización*. Disponible en http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=CROPS-FOR-BETTER-SOIL_formacion-5.pdf. Consultado 14-12-2018.
- Bedmar, F. (2015). *¿Qué son los plaguicidas?* Informe especial sobre plaguicidas agrícolas. Disponible en <https://www.agro.uba.ar/users/semmarti/Usotierra/CH%20Plaguicidas%20fin.PDF>
- Cano, M. (2011). *Interacción de microorganismos benéficos en plantas: Micorrizas, Trichoderma spp. y Pseudomonas spp. una revisión*. Artículo Técnico. Rev. UDCA, Actualidad y Diversidad Científica. 14(2):15-31, 2011.
- Ciudad Ciencia. (2017). *Los microorganismos del suelo: ¿influyen las enmiendas orgánicas sobre la actividad biológica del suelo?* Instituto de Ciencias Agrarias–CSIC. Disponible en http://www.ciudadciencia.es/doc/files/agricultura%20sostenible%20en%20el%20aula/FICHA_MICROORGANISMOS_CC.pdf. Consultado 14-12-2018.

- Correa, O. (2016). *Los microorganismos del suelo y su rol indiscutido, en la nutrición vegetal*. Facultad de Agronomía. UBA. Buenos Aires, Argentina. C1417DSE. 214p.
- Cremllyn, R. (1990). *Plaguicidas Modernos y su Acción Bioquímica*. Limusa, México. 356 p.
- Crespo, G. (2013). *Funciones de los organismos del suelo en el ecosistema de pastizal*. Instituto de Ciencia Animal-Cuba. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. Vol. 47, núm. 4, pp. 329-334.
- Delgado, M. (s.f.). *Los microorganismos del suelo en la nutrición vegetal*. Disponible en https://www.oriusbiotech.com/escrito?nom=Los_organismos_del_suelo_en_la_nutrici%C3%B3n_vegetal. Consultado 14-12-2018.
- Dierksmeier, G., Hernández, R., Caridad, R., Llanes, M., Linares, A., Cárdenas, Z. (2015). *Movimiento de algunos plaguicidas en el suelo*. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal-Cuba. Fito sanidad, Vol. 6, núm. 1, marzo. PP. 43-49.
- Estrada, M. (1998). *Uso Moderado de Plaguicidas en México*. Memorias, Ciclo de conferencias "Hacia una renovación ambiental en México". Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México. 245p.
- FAO. (2016). *Código Internacional de Conducta sobre la Distribución y usos de Plaguicidas*. ONU-FAO. Roma, Italia. 260p.
- Gómez, L. (2003). *Incidencia de los plaguicidas sobre el ecosistema*. Congreso Nacional de Plaguicidas. Disponible en http://www.mamacoca.org/FSMT_sept_2003/es/doc./gomez_incidencia_plaguicidas_es.htm. Consultado 14-12-2018.

- Gómez, L., Velásquez, H. (1999). *Manejo Ecológico de Suelos: Conceptos, Experiencias y Técnicas*. Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos. RAAA, Editorial Gráfica Sttefany S.R.Ltda. 228p.
- Infoagro. (2018). *Microorganismos del suelo beneficiosos para los cultivos*. Disponible en http://www.infoagro.com/hortalizas/microorganismos_beneficiosos_cultivos.htm. Consultado 14-12-2018.
- Intagri (2018). *Evolución de Plaguicidas en el suelo*. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/suelos/evolucion-de-plaguicidas-en-el-suelo>. Consultado 14-12-2018.
- KEMI ((National Chemicals Inspectorate). (1996). *Pesticides in Sweden*. Government Sweden, Ministry Agriculture. 147p.
- Leal, S., Valenzuela, A., Gutiérrez, M., Bermúdez, M. García, J., Aldana, M., Grajeda, P., Silveira, M., Meza, M., Palma, S., Leyva, G., Camarena, B., Valenzuela, C. (2014). *Residuos de plaguicidas organoclorados en suelos agrícolas*. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México. Terra Latinoamericana, Vol. 32, núm. 1, pp. 1-11
- Lopera, M., Peñuela, G., Domínguez, M., Mejía, G. (2015). *Evaluación de la degradación del plaguicida clorpirifos en muestras de suelo utilizando el hongo *Phanerochaete chrysosporium**. Universidad de Antioquia Medellín, Colombia. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, núm. 33, junio, pp. 58-69
- Merchán, M., Valverde, F., Novoa, V. Pumisacho, M. (2009). *Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado de suelos en el cultivo de arroz*. Quevedo. Aprocico-UTEQ. 216 p.
- Ortiz, M., Sánchez, E., Vázquez, R., Quintero, R. (1997). *Plaguicidas Organofosforados y Ambiente*. Biotecnología. 3(2): 129-151. México.

- Pisco, J. (2017). *Efecto de la incorporación de abonos verdes en el cultivo de maíz duro (Zea mays L.) en la zona de Babahoyo*. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Babahoyo. 57p.
- Rodas, A. (2016). *Una visión sustentable para el manejo de los suelos*. Disponible en <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/la-agricultura-y-microorganismos-t26746.htm>. Consultado 14-12-2018.
- Sánchez, J., Sánchez, M. (2013). *Los plaguicidas. Adsorción y evolución en el suelo*. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología. Temas de divulgación. 1ª ed. México. 120p.
- Soria, M. (2016). *¿Por qué son importantes los microorganismos del suelo para la agricultura?* Universidad de Buenos Aires Buenos Aires, Argentina. Química Viva, Vol. 15: 2, agosto 2016. pp. 3-10.
- Soriano, F. (2014). *Uso de microorganismos en la agricultura*. Disponible en <https://aefa-agronutrientes.org/uso-de-microorganismos-en-la-agricultura>. Consultado 14-12-2018.

ANEXOS



