



**REVISION SOBRE LA INCIDENCIA DE LOS PLAGUICIDAS EN LOS SUELOS
COLOMBIANOS A PARTIR DE INFORMACION DOCUMENTADA.**

Juan Pablo Silva Contreras

Departamento de ingenierías y arquitectura, Universidad de Pamplona

Ingeniería Ambiental

Junio 8, 2022



**REVISION SOBRE LA INCIDENCIA DE LOS PLAGUICIDAS EN LOS SUELOS
COLOMBIANOS A PARTIR DE INFORMACION DOCUMENTADA.**

Monografía de grado

Presentada como requisito para optar al título de

Ingeniero Ambiental

En la facultad de ingenierías y arquitectura

Universidad de pamplona

Presentado por:

Juan Pablo Silva Contreras

Dirigida por:

Jesús Ramón Delgado Rodríguez

Junio 8, 2022

DEDICATORIA

Quiero dedicarle este trabajo especialmente a mi familia, los cuales siempre han estado apoyándome para nunca rendirme y siempre dar lo mejor de mí y luchar por nuestros sueños. A mis padres que siempre han estado en los momentos más especiales de mi vida, a mi hermana que, aunque a veces tengamos nuestras diferencias siempre terminamos de la mejor manera, como los mejores amigos. También quisiera dedicarles una parte a mis sobrinos queridos que desde que llegaron a nuestras vidas han sido un motor de impulso para todos nosotros, una fuente llena de alegría, amor y la inocencia que solo dos hermosos seres humanos podrían generar en nuestros corazones.

ADRADECIMIENTOS

Un agradecimiento muy especial a todos los docentes de esta hermosa carrera de ingeniería ambiental, por siempre compartir sus mejores conocimientos y fomentar en todos siempre una actitud ganadora.

A esta hermosa universidad de pamplona por siempre dar la oportunidad de crecer como personas y tener un futuro próspero.

Un agradecimiento muy especial a mi director de grado, Jesús Ramón Delgado Rodríguez por el apoyo brindado para la realización de este trabajo.

Introducción

En el presente trabajo se busca encontrar la incidencia que tienen los plaguicidas en los suelos del territorio colombiano, sus afectaciones y cambios que puedan producirles.

Los plaguicidas son un enemigo silencioso que muchas personas desconocen y es por esa falta de información que existe un déficit de regulación del mismo, que repercute en un futuro, con esta investigación se quiere exponer todos los peligros referentes a este tipo de contaminación y los daños que le puede generar a nuestros suelos colombianos.

El uso de plaguicidas en los suelos colombianos provoca la pérdida de sus propiedades, así mismo es uno de los principales causantes del conocido efecto invernadero. También tenemos que tener en cuenta que realizando un uso moderado en la aplicación de dichos fertilizantes con la cantidad adecuada los niveles de contaminación de este son mínimos. Sin embargo, en el caso contrario que dichas cantidades aplicadas a los suelos sean mayores, no serían procesadas de la misma manera y los niveles de contaminación tendrán un incremento notable que repercute en daños al ambiente.

Según lo dicho anteriormente, el objetivo de esta revisión es aclarar realmente la incidencia que pueda tener el uso de plaguicidas en los suelos colombianos y a su vez buscar las mejores alternativas para seguir usándolos de una manera correcta en la cual los niveles de contaminación que este pueda generar sean lo menos productores para el entorno.

CONTENIDO

Introducción	5
1. Generalidades De Los Plaguicidas	8
1.1 Plaguicidas	8
1.2 Origen.....	9
1.3 Tipos De Plaguicidas Presentes En Los Suelos	9
1.3.1 Fungicidas	9
1.3.2 Herbicidas	10
1.4 Características Fisico-Químicas	10
1.5 Tiempo De Vida De Los Plaguicidas.....	11
2. Plaguicidas En Colombia.....	12
2.1 Contaminación Del Suelo.....	12
2.2 Nivel De Contaminación De Suelos En Colombia	12
2.3 Ventajas Del Uso De Plaguicidas.....	13
2.4 Desventajas De Su Uso	13
2.5 Normativa Para Un Mejor Manejo Y Uso Del Suelo En Colombia	14
3. Manejo Adecuado Para La Utilización De Los Plaguicidas.....	15
4. Evolución De Los Plaguicidas En Suelos.....	16
4.1 Volatilización	16

4.2 Tomado En Planta	16
4.3 Mediante Lixiviación Y Esguimiento	17
4.4 Adsorción Por Coloides Presentes En El Suelo	17
4.5 Degradación Química.....	18
4.6 Degradación Microbiológica.....	18
5. Métodos Para El Control De Plagas	19
5.1 (MIP)	19
5.2 (MEP).....	19
Conclusiones	21
Bibliografía	22

1. Generalidades De Los Plaguicidas

Para iniciar tocaremos lo que son el concepto de plaguicidas y otros conceptos que son fundamentales para comprender de una forma más clara el tema a tratar y el tipo de implicación o beneficio que este nos pueda proporcionar. Así mismo conoceremos de una forma más clara el tema bajo revisión para poder entender toda la temática bajo estudio.

1.1 Plaguicidas

Los plaguicidas son productos químicos que se utilizan para controlar, prevenir o destruir las plagas que afectan a las explotaciones agrícolas. La mayoría de estas sustancias son artificiales, por lo que se denominan pesticidas sintéticos. La producción de estas sustancias se remonta a la Segunda Guerra Mundial, cuando los países industrializados comenzaron a producir plaguicidas de forma comercial con el fin de aumentar la producción agrícola. (Binasss, 2018).

Estos fertilizantes son usados principalmente en la agricultura para control de malezas y para repeler plagas, en el primer caso se debe tener en cuenta que algunos plaguicidas tienen un nivel más toxico que otros en los organismos presentes en el suelo, también la degradación infliere, ya que se presentan casos donde el plaguicida persiste por periodos mayores en el tiempo.

1.2 Origen

La industria de los plaguicidas en Colombia se inició hace cuarenta años, alrededor de 1962, con un proceso de preparación, que consistía en mezclar uno o más principios activos importados, con solventes y excipientes, y luego envasarlos para su comercialización al público. (Elsa nivía,2004)

En 1964 comenzaron a fabricarse muchas sustancias activas, como los fungicidas mancozeb y cymoxanil, los herbicidas diuron y propanil, y el metam sodio como desinfectante de suelos. (Elsa nivía,2004)

1.3 Tipos De Plaguicidas Presentes En Los Suelos

A continuación, se presentan algunos de los principales plaguicidas que inciden y alteran las características del suelo, como también lo que pueden aportar para el desarrollo de cultivos y mantenimiento de los suelos colombianos.

1.3.1 Fungicidas

Los fungicidas son plaguicidas que matan o inhiben el crecimiento de los hongos y sus esporas, que deben eliminarse porque pueden dañar o matar toda la planta. También se usa comúnmente para controlar el moho en otros entornos. Los fungicidas por lo general solo protegen de las enfermedades a los nuevos brotes no infectados, son pocos los que son efectivos contra los patógenos una vez infectados. (Basic Farm, 2020)

1.3.2 Herbicidas

Es un producto químico o no químico utilizado para prevenir o interrumpir el crecimiento de especies de plantas no deseadas, las conocidas como malas hierbas, en tierras que han sido o serán cultivadas. A la hora de elegir qué tipo de herbicida se va a utilizar se tiene en cuenta el tipo de cultivo, el estado en el que se encuentre el suelo o en otras palabras sus características físicas y por último el tipo de maleza que presente. (AgroTerra, 2020)

1.4 Características Físico-Químicas

A continuación, se nombran las principales características fisicoquímicas que puedan presentar los plaguicidas en los suelos.

Una de las principales características que se presentan es la volatilización, cuando se habla de ella hacemos referencia a la dirección de los plaguicidas para pasar a la fase gaseosa. Todas las sustancias orgánicas son volátiles hasta cierto punto, dependiendo de la presión de vapor, el estado físico y la temperatura ambiente. Otro factor fundamental es la presión de vapor la cual es una medida de la volatilidad de un químico (pesticida) en su estado puro y es un determinante importante de su tasa de evaporación en el aire desde el suelo contaminado o el agua superficial. Ya por último se tiene muy en cuenta la persistencia que no es ni más ni menos que la capacidad de cualquier plaguicida para conservar sus propiedades físicas, químicas en el medio ambiente en el que se transporta o distribuye, teniendo en cuenta un tiempo limitado después del lanzamiento. Los plaguicidas que duran más en el medio ambiente tienen más probabilidades de interactuar con los diferentes elementos que componen un ecosistema. (AgroSpray, 2020)

1.5 Tiempo De Vida De Los Plaguicidas

Está definida en el tiempo que transcurra ya sea en días, meses o años para que una parte o la mitad del plaguicida que se está manejando se degrade en productos en descomposición. (AgroSpray, 2020)

El tiempo de vida de los plaguicidas en el suelo: Se refiere directamente al tiempo que tarda el pesticida en descomponerse en el suelo. Está definida por el tipo de organismo presente en el suelo, tipo de suelo (arena, arcilla, limo), pH y temperatura, y demás factores que influyen en el proceso. (AgroSpray, 2020)

2. Plaguicidas En Colombia

En este segundo capítulo se hablará de la incidencia que puedan tener los plaguicidas en Colombia como pueden ser la contaminación del suelo, los niveles de contaminación, ventajas y desventajas y la normativa usada para su manejo.

2.1 Contaminación Del Suelo

El uso excesivo de pesticidas y fertilizantes químicos conduce a la pérdida de biodiversidad, estructura y materia orgánica, así como a una reducción de la actividad biológica. La contaminación del suelo por la liberación de otros productos tóxicos también puede causar los efectos anteriores. Un ejemplo notable es la tierra algodonera de las décadas de 1970 y 1980, donde una combinación de pesticidas y fertilizantes con una mecanización excesiva degradó miles de hectáreas. (IGAC, 2022)

2.2 Nivel De Contaminación De Suelos En Colombia

Los números indican que la tierra de Colombia está al borde de la extinción. El Instituto de Geografía Agustín Codazzi reveló que el 40% del territorio nacional ha sido erosionado en alguna medida por influencias naturales o intervención humana, mientras que el 15,6% de la tierra ha sido afectada por cultivos y ganadería descontrolada (uso excesivo). (IGAC, 2022)

El uso inadecuado de procesos provoca que se presente el aumento de la contaminación por plaguicidas que a mediano plazo pueden ocasionar pérdidas de la estructura del suelo y

claramente las características originales que ayudaban a la hora de resistir los fenómenos naturales.

2.3 Ventajas Del Uso De Plaguicidas

Si bien es cierto que los plaguicidas han sido un factor de alerta en cuando a la reacción o daño que puedan generar, también se sabe que presenta ciertos beneficios que sabiéndolos aprovechar se convierten en una solución más que un problema.

Una de las principales razones por las cuales los plaguicidas son aplicados en los suelos es que inyectan nutrientes esenciales, como nitrógeno o potasio, directamente en el suelo para ayudar a las plantas a crecer. Varios herbicidas matan las malas hierbas innecesarias, permitiendo que solo crezca la planta seleccionada sin competir por la comida. También son importantes en el desequilibrio del suelo donde pueden requerir el uso de diferentes nutrientes, lo que aumenta el costo de algunas opciones libres de químicos. (GRUPOSACSA, 2015)

2.4 Desventajas De Su Uso

El uso de fertilizantes sumamente efectivos y en su momento económicos instan a utilizarlos con mayor frecuencia, debido a esto el uso frecuente de productos químicos puede conducir a un desequilibrio en el pH del suelo, lo que eventualmente lo vuelve inutilizable para el crecimiento de cualquier planta. Esto se puede minimizar agregando nutrientes que a su vez incrementaría considerablemente el costo. (GRUPOSACSA, 2015)

2.5 Normativa Para Un Mejor Manejo Y Uso Del Suelo En Colombia

Los plaguicidas como cualquier otro químico que se esté utilizando en suelos para diferentes actividades como siembras entre otros, presenta una normativa que lo regule y le permita su utilización bajo unas condiciones idóneas para su uso. Como primero tenemos la resolución 1300 del 56, la cual reglamenta la importancia, uso y aplicación de plaguicidas, también se tiene el decreto 1843 del año 91, el cual reglamenta el control en el uso y manejo de plaguicidas, con un objetivo principal que es el evitar a todo costo afectaciones tanto en el medio animal como vegetal y cualquier causante de deterioro al medio ambiente. IDEAM, (s/f)

3. Manejo Adecuado Para La Utilización De Los Plaguicidas

Los plaguicidas requieren de un manejo idóneo para su utilización y uso en diferentes tipos de cultivos y suelos, por lo tanto, se suelen implementar programas en los cuales se busca manejar un manejo integral de los diferentes tipos de plaguicidas.

Los ya mencionados programas a implementar buscan llegar principalmente a los agricultores que son los encargados del manejo de dichos cultivos y el trato responsable de los suelos de la zona.

Según (Sr. Müller, 2018) necesitamos proteger nuestro medio ambiente y ayudar a los agricultores al mismo tiempo, pero para hacerlo primero debemos comprender en detalle cómo interactúan los plaguicidas con el suelo y sus cultivos.

Un buen uso de plaguicidas evita a futuro emisiones principalmente de efecto invernadero, ya que normalmente se deben respetar las cantidades de cada químico a la hora de usarlo, ya que no todos los cultivos y suelos procesan de la misma manera y lo restante se convierte en un factor de emisión considerable en el ambiente.

4. Evolución De Los Plaguicidas En Suelos

Cada plaguicida varia en la naturaleza del mismo y cuenta con ciertos cambios que de no conocerlos pueden ser un factor importante, por eso es mejor estar al tanto de cualquier posible efecto que puedan producir.

4.1 Volatilización

Se entiende como la capacidad que tiene un plaguicida en su estado líquido para pasar a otro estado (gaseoso). Las pérdidas de pesticidas de esta manera pueden generalmente llegar al 90% en un tiempo de 48 horas. La intensidad de evaporación del producto dependerá de su presión de vapor, y de la cobertura de su aplicación sobre la planta o del contenido de humedad (suelo), según la zona de aplicación. (INTAGRI, 2017)

4.2 Tomado En Planta

Cuando al llegar el producto al suelo, y estar en la solución del mismo y cerca de la zona de la raíz, la planta puede absorberlo e incluso transferirlo a las partes comestibles. Por esos casos, puede haber riesgo de que animales o humanos ingieran estas piezas. Es importante tener en cuenta que, al ser una dosis mínima, las moléculas se descomponen como resultado de una serie de procesos en el metabolismo tanto en el exterior como en el interior de la planta.

4.3 Mediante Lixiviación Y Escurrimiento

La transmisión de plaguicidas a través del suelo se produce por el movimiento del agua lluvia o de riego y se ve afectada por las propiedades que tenga el suelo como pueden ser la porosidad y la textura y las propiedades que puedan presentar los plaguicidas como solubilidad, estabilidad y su capacidad de absorción en el medio. Si el pesticida presenta escurrimientos en partes bajas de la tierra, puede contaminar ríos, lagos e incluso acuíferos cercanos. La cantidad de pesticidas filtrados puede llegar a disminuir si se presenta un aumento de la materia orgánica, por ende, también disminuiría la porosidad del suelo.

4.4 Adsorción Por Coloides Presentes En El Suelo

El suelo es una estructura con una parte coloidal que consta de una parte orgánica como lo es la materia orgánica y también cuenta con una parte inorgánica (minerales arcillosos). Las interacciones que se presentan entre coloides del suelo y los pesticidas se rigen por factores como humedad, la temperatura, las propiedades del suelo y por último el tipo de compuesto. Esta reacción es considerada la más importante tomando en cuenta otras que se puedan presentar. (INTAGRI, 2017)

Una vez los plaguicidas son sometidos a un proceso de adsorción tienden a presentar cambios relevantes en su manejo; un ejemplo es la aplicación de pesticidas en organismos patógenos sin cumplir su función, ya que son adsorbidos por el suelo, por ello es primordial realizarse un estudio físico-químico a la tierra para saber a ciencia cierta cuál es la mejor opción de plaguicidas a usar.

4.5 Degradación Química

Una vez que se aplican los plaguicidas, los compuestos se transforman cuando se exponen al exterior, muchos procesos como la oxidación, reducción, hidroxilación, hidrólisis, agua, entre otras que afectan directamente a diversas formas de compuestos. Su estabilidad se debe a la estructura de la molécula, la cual es la que determina el tiempo y proceso de su descomposición.

4.6 Degradación Microbiológica

Se sabe que los microorganismos son una parte esencial de la descomposición de plaguicidas, ya que son los encargados de producir enzimas, las cuales desnaturalizan las moléculas. Gracias a los microorganismos, los pesticidas se convierten completamente en dióxido de carbono y compuestos orgánicos que, a su vez, son utilizados por los microorganismos para crecer y producir energía. La arcilla con un alto contenido de materia orgánica tiene mayor actividad microbiana que tipos de suelo arenoso y seco. Entre los factores que afectan principalmente la actividad microbiana encontramos la humedad del suelo, la temperatura, el pH y la profundidad del mismo. (INTAGRI, 2017)

5. Métodos Para El Control De Plagas

A continuación, se hablará de los dos métodos empleados para el control de plagas, los MIP Y MEP siendo ambos de gran importancia para el manejo adecuado de cultivos.

5.1 (MIP)

Uno de los principales métodos para el control de plagas es el conocido como manejo integrado de plagas. El ya mencionado anteriormente promueve el desarrollo de la agricultura(orgánica), fomenta un desarrollo de nuevas estrategias productivas y el uso y manejo de pesticidas en cultivos intensivos. Se ha agregado un nuevo foco ecosistémico de la salud humana, cuyo objetivo es buscar colectivamente un avance en el manejo del suelo, y su estado. Con MIP, el enfoque está en cultivar plantas saludables que perturben lo menos posible el ecosistema agrícola y fomenten los mecanismos naturales de control de plagas. (UNODC, 2013)

El control biológico, las buenas prácticas agrícolas, el control físico, genético, natural y legal, así como el uso de agentes de uso natural como repelentes de insectos y hormonas, entre otros los cuales se encuentran entre los elementos clave del MIP. (UNODC, 2013)

5.2 (MEP).

El manejo económico de plagas es aplicado para cultivos de sembrados en pequeñas fincas, programas de agricultura en zona urbana y otros productos agrícolas ecológicos. Se entiende control biológico también como la principal alternativa de uso. (Pérez N, et al 2010)

Varios ensayos de sanidad(vegetal) han demostrado una reducción general en el uso de pesticidas químicos en un 63%. Entre las alternativas utilizadas se encuentran la producción y uso de insectos, patógenos y antagonistas y el mantenimiento de enemigos naturales a través de la diversificación de sistemas, que sirven como reguladores biológicos de plagas, y la aplicación de alternativas concretas para el manejo de los tanques. (Moses M, s/f).

Conclusiones

Como resultado de la documentación de información existente sobre la incidencia que pueden tener los plaguicidas en los suelos colombianos podemos concluir que, en gran parte, dicho uso de estos métodos se ve influenciado por las buenas prácticas que se le brinden. También es verdad y se debe tener en cuenta que los plaguicidas alteran las características físico químicas del suelo, pero a su vez aportan a los cultivos protección en los procesos productivos agrícolas. Según estadísticas gracias al uso de los mismos, los cultivos tienen resultados más eficientes productivamente y conlleva a pensar que un manejo adecuado de estos plaguicidas facilitaría el control del mismo y por ende disminuir su influencia en los suelos colombianos.

Por otro lado, y sin cambiar con lo que se viene diciendo, se tiene evidencia que los plaguicidas usados en las cantidades lo más exactas posibles según el uso que se le valla a dar, disminuye notablemente los niveles de contaminación a los suelos. Todo esto se puede lograr implementando un sistema idóneo donde el plaguicida a usar, sea manejado bajo criterios y estudios que nos permitan confiar que el efecto que produzca sea menor y no tan significativo que lo que nos pueda brindar su uso en diferentes actividades.

Según la investigación, el uso de plaguicidas en cultivos genera efectos significativos en los suelos colombianos, pero en gran parte se presentan estos casos por el uso inapropiado de los mismos, ya que, de usarse de manera correcta sin exceder los límites en su manejo, estos pueden ser de gran ayuda y no generar tanto daño a nuestros suelos y el medio ambiente que nos rodea.

Bibliografía

Binasss (2018). Intoxicación por plaguicidas. Obtenido de:

<https://www.binasss.sa.cr/poblacion/plaguicidas.htm>

Elsa Nivia (2004). Los plaguicidas en Colombia. Obtenido de: [https://www.semillas.org.co/es/los-](https://www.semillas.org.co/es/los-plaguicidas-en-colombia#:~:text=La%20industria%20de%20plaguicidas%20se,para%20la%20venta%20al%20p%C3%ABlico.)

[plaguicidas-en-](https://www.semillas.org.co/es/los-plaguicidas-en-colombia#:~:text=La%20industria%20de%20plaguicidas%20se,para%20la%20venta%20al%20p%C3%ABlico.)

[colombia#:~:text=La%20industria%20de%20plaguicidas%20se,para%20la%20venta%20](https://www.semillas.org.co/es/los-plaguicidas-en-colombia#:~:text=La%20industria%20de%20plaguicidas%20se,para%20la%20venta%20al%20p%C3%ABlico.)

[al%20p%C3%ABlico.](https://www.semillas.org.co/es/los-plaguicidas-en-colombia#:~:text=La%20industria%20de%20plaguicidas%20se,para%20la%20venta%20al%20p%C3%ABlico.)

Basic Farm (2020). Qué es un fungicida y para qué sirve. Obtenido de:

<https://basicfarm.com/blog/que-es-fungicida-utilidad/>

Agroterra (2020), herbicidas, clasificación y usos. Obtenido de :

<https://agroavances.com/sabiasque-detalle.php?idSab=491>

AgroSpray (2020). Plaguicidas: Características y transporte en el ambiente. Obtenido de:

<https://agrospray.com.ar/blog/plaguicidas/>

IGAC (2022) las 6 plagas que causan la muerte de los suelos colombianos. Obtenido de:

[https://www.igac.gov.co/es/noticias/las-6-plagas-que-causan-la-muerte-de-los-suelos-](https://www.igac.gov.co/es/noticias/las-6-plagas-que-causan-la-muerte-de-los-suelos-colombianos)

[colombianos](https://www.igac.gov.co/es/noticias/las-6-plagas-que-causan-la-muerte-de-los-suelos-colombianos)

GRUPOSACSA (2015). Ventajas y desventajas de agroquímicos. Obtenido de:

<https://www.gruposacsa.com.mx/ventajas-y-desventajas-de-usar-agroquimicos/>

IDEAM (s/f). Relación de las normas sobre plaguicidas en Colombia. Obtenido de:

http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/005247/HTM/ANEXO_2.HTM#:~:text=El%20decreto%201843%20de%201.991,causen%20deterioro%20en%20el%20ambiente

Sr. Müller (2018), El uso equilibrado de fertilizante gracias a las técnicas nucleares contribuye a

aumentar la productividad y a proteger el medio ambiente sacado de :

<https://www.iaea.org/es/newscenter/news/el-uso-equilibrado-de-fertilizante-gracias-a-las-tecnicas-nucleares-contribuye-a-aumentar-la-productividad-y-a-proteger-el-medio-ambiente>

(INTAGRI. 2017) Evolución de Plaguicidas en el Suelo. Serie Suelos Núm. 35. Artículos Técnicos

de INTAGRI. Obtenido de: <https://www.intagri.com/articulos/suelos/evolucion-de-plaguicidas-en-el-suelo>

Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito. Problemática ambiental y la utilización

de agroquímicos en la producción de coca. Informe analítico; octubre 2010 [Internet].

Vienna, Austria: UNODC; 2010 [citado 18 oct 2013].

Disponible en: [http://www.unodc.org/documents/peruandecuador//Informes/Informes-](http://www.unodc.org/documents/peruandecuador//Informes/Informes-Analiticos/Informe_Analitico_Agroquimicos.pdf)

[Analiticos/Informe_Analitico_Agroquimicos.pdf](http://www.unodc.org/documents/peruandecuador//Informes/Informes-Analiticos/Informe_Analitico_Agroquimicos.pdf)

Pérez N, Infante C, Rosquete C, Ramos A, González C. Disminuyendo la relevancia de los

plaguicidas. Alternativas a su uso. Agroecología [Internet] 2010; 5:79-87. Disponible

en: [http://www.digitum.um.es/xmlui/bitstream/10201/29773/1/Disminuyendo la relevancia de los plaguicidas. Alternativas a su uso.pdf](http://www.digitum.um.es/xmlui/bitstream/10201/29773/1/Disminuyendo_la_relevancia_de_los_plaguicidas_Alternativas_a_su_uso.pdf)

Moses M. Pesticides [Internet]. En: Paul M, editor. Occupational and environmental reproductive hazards: a guide for clinicians. Baltimore: Williams & Wilkins; 1993. p. 296-305.