



LOS AGROTÓXICOS Y LA IMPORTANCIA DEL ANÁLISIS DE RESIDUOS EN MUESTRAS ALIMENTICIAS, AMBIENTALES Y HUMANAS

TOXIC AGROCHEMICALS AND THE SIGNIFICANCE OF THE WASTE ANALYSIS IN FOOD, ENVIRONMENT AND HUMAN SAMPLES

Orlando Manuel Felicita Nato

Universidad Andina Simón Bolívar sede Ecuador, Toledo N22-80 (Plaza Brasilia). Quito - Ecuador.

Email: orlando.felicita@uasb.edu.ec

<https://doi.org/10.33789/talentos.9.2.166>

RESUMEN: *El uso indiscriminado de sustancias tóxicas (agrotóxicos, hormonas, antibióticos y otros) en la producción agrícola, provoca problemas de salud en las personas y en los ecosistemas, ya sea por exposición directa o indirecta. Durante muchos años se ha utilizado estas sustancias en actividades agrícolas, específicamente a gran escala, sin tomar en cuenta el potencial de afección a la salud humana y de los ecosistemas, en la actualidad varios estudios a nivel mundial señalan la presencia de agrotóxicos y sus metabolitos en diferentes matrices ambientales y humanas, por lo que se hace necesario la investigación de estos contaminantes en el agua, suelo, aire, alimentos y personas, aplicando técnicas confiables y seguras, que permitan tomar medidas para evitar la exposición y los posteriores daños en la población, por otro lado la agroecología se presenta como una alternativa para disminuir y evitar el uso de sustancias tóxicas en beneficio de la vida. Los objetivos de este trabajo son Discutir los límites de la agricultura convencional y los daños que este modelo de producción tiene para la salud humana y el ambiente, a través del uso intensivo de agrotóxicos, defender la agricultura agroecológica como alternativa a la producción saludable de alimentos y la importancia de realizar la identificación y cuantificación de los residuos de agrotóxicos en diferentes matrices, como forma de vigilancia de los daños de esas sustancias, contribuyendo para la superación del modelo productivo tóxico dependiente. Se identificaron algunas de las técnicas comúnmente*

Recibido: 7 de noviembre de 2021

Online: 18 de Julio de 2022

Publicado como artículo de revisión en la Revista de Investigación Talentos 9 (1), 01-19

Aceptado: 2 de Julio de 2022

Publicación Vol 9 (2): 01 de Julio de 2022

aplicadas en la actualidad en el país, para la preparación de la muestra, se aplica extracción en fase sólida (SPE) y de contacto líquido – líquido (ELL), líquido – sólido (ELS) entre otras y para el análisis instrumental, cromatografía gaseosa y líquida (GC, HPLC) acoplada a diferentes detectores (MS, MS/MS, NPD, ECD, FPD, DAD, FLD).

Palabras Clave: Alimentos, agricultura, agroecología, agrotóxicos, cromatografía ecosistemas, exposición, metabolitos, muestra, salud.

Abstract: *The indiscriminate use of toxic substances (pesticides, hormones, antibiotics and others) in agricultural production causes health problems in people and ecosystems, either through direct or indirect exposure. For many years these substances have been used in agricultural activities, specifically on a large scale, without taking into account the potential for affecting human health and ecosystems, currently several studies worldwide indicate the presence of pesticides and their metabolites in different environmental and human matrices, which is why it is necessary to investigate these pollutants in water, soil, air, food and people, applying reliable and safe techniques that allow measures to be taken to avoid exposure and subsequent damage to the population, on the other hand, agroecology is presented as an alternative to reduce and avoid the use of toxic substances for the benefit of life. The objectives of this work are to discuss the limits of conventional agriculture and the damage that this production model has for human health and the environment, through the intensive use of agrochemicals, to defend agroecological agriculture as an alternative to healthy food production. and the importance of carrying out the identification and quantification of pesticide residues in different matrices, as a way of monitoring the damage caused by these substances, contributing to overcoming the toxic-dependent production model. Some of the techniques commonly applied today in the country were identified, for the preparation of the sample, solid phase extraction (SPE) and liquid-liquid contact (ELL), liquid-solid (ELS) are applied, among others and for instrumental analysis, gas and liquid chromatography (GC, HPLC) coupled to different detectors (MS, MS/MS, NPD, ECD, FPD, DAD, FLD).*

Key Words: Food, agriculture, agroecology, pesticides, ecosystem chromatography, exposure, metabolites, sample, health.

1. INTRODUCCIÓN

Durante muchos años la agricultura convencional basada en la "revolución verde", con un alto uso de insumos y sustancias dañinas como los agrotóxicos han prometido solucionar el hambre en el mundo, objetivo que no lo han logrado (Cecon, 2008). Lo que

se ha obtenido son alimentos con menores contenidos nutricionales, impactos a la salud humana, de los ecosistemas, desplazamiento de comunidades y fuentes precarias de empleo, que impactan los modos y estilos de vida de las comunidades cercanas. Por otro lado, muchas organizaciones han tomado la iniciativa de cambiar este modelo por

otra que respete el ambiente, la cultura, el conocimiento ancestral, la equidad de etnia, género y edad, garantizando la soberanía alimentaria, este es la agroecología.

Los agrotóxicos han sido utilizados a nivel mundial desde 1945 con la aparición del DDT (Bedmar, 2011) en el control de insectos, hongos, malezas y otras plagas, pero en las últimas décadas su uso se ha incrementado, debido a la implementación del modelo de producción intensivo que favorece el agronegocio. El uso de estos productos provoca deterioro del agua, aire y suelo (Martínez-Ghersa, 2011), intoxicaciones crónicas, agudas y muerte (Wolansky. 2011), pese a esto la producción y uso de agrotóxicos sigue en aumento, actualmente pocos son los productos que llegan a la mesa de los ecuatorianos que no utiliza agrotóxicos, ya sea de forma directa o indirecta.

Estas sustancias al introducirse en el organismo producen impactos adversos, muchas veces de carácter irreversible, tales como cáncer, alteraciones del sistema reproductivo, inmunológico y nervioso, afectando la salud del ser humano (Cecon, 2008); (del Puerto, et al. 2014) lo que significa el deterioro en el desempeño socioeconómico de la persona afectada, su familia y la comunidad. La posibilidad de encontrar residuos de estos productos en los alimentos y en el ambiente es cada día evidente, por lo que se hace indispensable en control sistemático y permanente de los agrotóxicos en los alimentos de origen agrícola que consumimos hoy, por lo menos hasta que se pueda contar con otro tipo de producción como la orgánica o la agroecológica que fomente la soberanía

alimentaria, proteja la salud y el ambiente.

Los objetivos de este trabajo son Discutir los límites de la agricultura convencional y los daños que este modelo de producción tiene para la salud humana y el ambiente, a través del uso intensivo de agrotóxicos, defender la agricultura agroecológica como alternativa a la producción saludable de alimentos y la importancia de realizar la identificación y cuantificación de los residuos de agrotóxicos en diferentes matrices, como forma de vigilancia de los daños de esas sustancias, contribuyendo para la superación del modelo productivo toxico dependiente.

II. MÉTODOS

Se realizó un estudio bibliográfico de fuentes varias. Una vez definido el problema de investigación se procedió con la localización, búsqueda, identificación, selección, clasificación, análisis crítico y descripción de la información existente en diferentes fuentes (libros, revistas, páginas Web, entre otras) sobre: agricultura convencional, agroecología, agrotóxicos y su toxicidad, impactos en la salud humana y los ecosistemas, la importancia de realizar el análisis de residuos de agrotóxicos en diferentes matrices y las técnicas adecuadas, estableciendo un dialogo entre estas disciplinas que permita obtener la mejor información relacionada con el tema de investigación, evidenciándose que pocos son los estudios realizados para la determinación de residuos de agrotóxicos en muestras humanas, ambientales y alimentos en el país, mientras que en el mundo son de exigencia

obligatoria. La documentación recolectada fue almacenada para el análisis y gestión mediante el software Zotero, finalmente se realizó el análisis crítico de los principales documentos con las ideas más importantes relacionadas al tema de investigación.

III. ANÁLISIS

La Agricultura Convencional y la Agroecología

Durante muchos años la agricultura convencional, basada en la "revolución verde", aplica paquetes tecnológicos que priorizan el uso de agrotóxicos y otros insumos, impulsa la producción a escala monopólica, de características extractivista, gran consumidora de agua y energía, acaparando la tierra, desplaza comunidades enteras, excluyéndolas de la participación en las actividades productivas, favorece el modo de producción capitalista, acumulador del capital, transformando los alimentos en mercancía, contaminando el ambiente, impactando la salud humana y de los ecosistemas, es uno de los principales aportantes al cambio climático, depredadora, irrespetuosa de la vida, contaminante de agua suelo y aire, inhibidora de la fertilidad de la tierra, el aumento de la deforestación para cubrir sus necesidades logísticas provoca desequilibrios que disminuyen o eliminación controladores naturales y promueven las especies plaga, incrementando cada día el uso de sustancias agrotóxicas para el control (Ortega, 2009; Gliessman, 2017).

Sin embargo, ella no ha logrado plasmar la oferta de provisión continua de alimentos, peor aún la promesa de solucionar el hambre en el mundo como se ha pretendido mostrarla. Por el contrario, los impactos al ambiente, el deterioro de los recursos naturales, la disminución de la biodiversidad flora y fauna hasta 1000 veces los índices normales históricos de la Tierra (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2008) la sobre explotación de los trabajadores, por ejemplo en Colombia un estudio publicado en 2012 indica que el 92% de trabajadores agrícolas, realizan sus labores en condiciones precarias (Puello et al, 2012), se han incrementado en todos los sectores. Pero los impactos no se detienen ahí, pues vienen acompañados de descargas de sustancias tóxicas (agrotóxicos, metales pesados, hormonas, antibióticos, entre otros) a los diferentes compartimentos ambientales (Prager et al. 2002; Ortega, 2009; Breilh, 2010; Breilh, 2017).

Por otro lado, desde finales del siglo XX, se han presentado algunas propuestas para realizar el cambio de este modelo de producción con un modelo armónico entre agricultura y ambiente que fomente la vida. La "agricultura agroecológica", sustentada en la experiencia milenaria de comunidades campesinas e indígenas, quiere ser una alternativa de producción sustentable frente a la expansión de la agricultura convencional, aportante al cambio climático, depredadora, irrespetuosa de la vida, contaminante de agua suelo y aire, inhibidora de la fertilidad de la tierra. El aumento de la deforestación para cubrir sus necesidades logísticas provoca

desequilibrios que disminuyen o eliminación controladores naturales y promueven las especies plaga, incrementando cada día el uso de sustancias agrotóxicas para el control (Ortega, 2009; Gliessman, 2017).

La propuesta fundamental debe ser la provisión de alimentos de acceso universal (Ramirez et al, 2020). con dos objetivos fundamentales: conservar y/o mejorar la base de los recursos naturales y producir alimentos sanos. Para lo cual el enfoque agroecológico promueve la reflexión de parte de los profesionales del sector, dirigida a la práctica de una agricultura respetuosa con el ambiente y la salud humana, ello implica analizar cómo se están realizando los procesos productivos en nuestro país y cómo podemos contribuir al desarrollo de propuestas, aplicando todos los conocimientos disponibles para lograr la conciliación entre producción agrícola y el cuidado de la naturaleza (Prager et al. 2002), es decir una agricultura sustentable, soberana, solidaria y segura, que garantiza la provisión de recursos para futuras generaciones, con autonomía propia, justicia social de género, etnia y edad, aplicando procesos protectores del campo, que permiten obtener productos sanos, que favorece la nutrición y protegen la salud de los y consumidoros, además incrementan la fertilidad del suelo, la biomasa, promoviendo formas de organización y soportes colectivos protectores, respetando la madre naturaleza, protegiendo el ambiente y favoreciendo la consecución del buen vivir. (Breilh, 2010; Breilh, 2016; Breilh, 2019).

La agroecología va más allá de buenas prácticas agrícolas, sin la dependencia de paquetes tecnológicos que incluyen

agrotóxicos e insumos no respetuosos de la naturaleza, el enfoque de la agroecología es mucho más amplio, aborda la problemática agrícola holísticamente, recalcando que la problemática de la producción agrícola ha dado un salto de la dimensión puramente técnica como se la planteaba hacia aquella que considera las dimensiones sociales, económicas, políticas, culturales y ambientales (SOCLA, 2009), la agroecología es una ciencia y un conjunto de prácticas, que favorecen las interacciones biológicas, y sinérgicas beneficiosas para los componentes de los agroecosistemas, y la productividad del sistema agrícola integral, mediante policultivos, rotaciones, combinación de sistemas tradicionales de producción agrícola y ganadera con el forestal, uso de semillas nativas y de razas locales de ganado, control natural de plagas, uso de compost y abonos y aumento de la materia orgánica del suelo, lo que mejora la actividad biológica y la capacidad de retención de agua (Altieri, 1999, Altieri y Toledo, 2011), eliminando la producción y disposición de residuos innecesarios y la descarga de sustancias tóxicas nocivas al ambiente, cuidando la salud humana y de los ecosistemas.

El paradigma agroecológico es ambientalmente sustentable, social y económicamente armónico, promueve la revitalización de la agricultura familiar y los procesos sociales de participación de la comunidad y el empoderamiento local, como alternativa para cubrir las necesidades alimentarias locales y regionales (Altieri y Toledo, 2011), se opone totalmente al agronegocio manejado por las grandes corporaciones del sistema agroproductivo y gran parte de la estructura

gubernamental a disposición del capital, cuya perspectiva de control y dominación política, social, económica y ambiental no ha logrado cubrir las necesidades alimentarias, atentando contra la salud y la vida (Pessoa, 2019).

Varios estudios realizados (Altieri, 1999; Altieri et al, 2011; Breilh, 2017; Gliessman, 2017), en los últimos años demuestran la eficiencia de la producción agroecología frente a la convencional, se evidencia cambios observables en el aspecto, color y tamaño de los vegetales, así como en el sabor, aroma, tamaño y propiedades nutricionales (García et al, 2016). Pero pocos estudios reportan resultados referentes al contenido nutricional y la ausencia de residuos de agrotóxicos, que garantizan productos sanos, que impulsen la soberanía alimentaria, es en este punto en el que se hace necesario el análisis instrumental de los parámetros correspondientes en estos productos.

Esto no solo se trata del uso de los agrotóxicos en la producción de alimentos, y la necesidad de detectarlos en los productos que llegan a la mesa, la situación es mucho más compleja, se trata de un modelo agresivo, irrespetuoso de la salud y el ambiente de los trabajadores y las comunidades cercanas y que debe tomar en cuenta a los consumidores. Este modelo emplea grandes extensiones de territorio, dedicados a la producción monopólica, consumo de grandes cantidades de agua a la cual ellos sí tienen acceso, incluso con la complicidad de las autoridades, han acaparado las mejores tierras, las más productivas y la contaminación del agua tanto superficial como subterránea, lo que

hace casi imposible la existencia de áreas de producción saludable, sin el uso de agrotóxicos y con procesos tradicionales y seguros. El modelo lucrativo de la agricultura ha provocado procesos mal sanos en las poblaciones cercanas a las plantaciones, encontrándose residuos de agrotóxicos en los alimentos y hasta en la leche materna. (Breilh, 2016). Una alternativa al uso de agrotóxicos y tecnologías depredadoras es la aplicación de la agroecología, cuyos beneficios se discutieron al inicio de este trabajo.

Agrotóxicos

Los plaguicidas (agrotóxicos) son sustancias químicas sintéticas líquidas o sólidas, que producen efectos tóxicos sobre ciertos organismos vivos. Se utilizan principalmente para controlar plagas en la agricultura. Estos productos han existido desde el comienzo de la agricultura, en el amanecer de la historia, claro que en esos tiempos eran naturales y su producción se regía a las leyes de la naturaleza, hoy en cambio son sintéticos y su producción se rige por las leyes del comercio y la acumulación, llegando a ser “mucho más eficaces” para combatir plagas, pero mucho más contaminantes para el ambiente y riesgosos para la salud humana. (Bedmar, 2011)

El Dossier Abrasco (asociación brasileña de salud colectiva), define los Agrotóxicos como: Los productos y los agentes de procesos físicos, químicos o biológicos, destinados a ser utilizados en el sector de la producción, en el almacenamiento y beneficio de productos agrícolas, en los pastos, en la protección de

los bosques, nativos o implantados, y de otros ecosistemas y también entornos urbanos, hídricos e industriales, cuya finalidad es la de cambiar la composición de la flora o de la fauna, con el fin de preservarlas de la acción nociva de seres vivos considerados nocivos. (Carneiro, 2015).

Estos productos se los clasifica de acuerdo al grupo químico al que pertenecen: Organoclorados, organofosforados, carbamatos, piretroides, nitroguanidinas, benzoilureas, metoxiacrilatos, triazoles, bencimidazoles, derivados del benceno, ditiocarbamatos, sulfitos. imidazolinonas, triazinas, acetanilidas, derivados benzoicos, benzonitrilos, diazinas, con diferentes aplicaciones: insecticidas, fungicidas, herbicidas y distinto accionar frente a la planta: sistémicos y de contacto, de estos grupos los organoclorados, organofosforados y carbamatos son los que tienen mayor incidencia en la salud y el ambiente.

Los productos organofosforados fueron creados en la edad media por los alquimistas, su estudio se intensifica en el siglo XIX, pero es en 1930 cuando SCHRADER y sus colegas descubren las propiedades toxicas de estos productos, que se impulsa la industrialización y creación de nuevos productos, la aplicación más antigua y conocida de estos productos es como insecticidas, luego como agentes activos de guerra, demostrando su alta eficiencia durante la segunda guerra mundial, se aplicaron en forma gaseosa y sus efectos fueron altamente tóxicos, afectando al sistema nervioso, Por lo que toman gran importancia para la salud humana y el ambiente. (Carneiro, 2015), la agricultura

convencional los utiliza para el control de plagas en cultivos extensivos, impulsando el sistema monopolico de acumulación de capital.

El primer producto organoclorado fué sintetizado en 1874 (DDT), utilizado con un poderoso insecticida, de baja solubilidad en agua y alta persistencia (mayor a los organofosforados), lo que favorece la expansión rápida del uso, posteriormente después de la segunda guerra mundial, son utilizados en agricultura y salud publica específicamente en el control de plagas, la malaria y prevención de epidemia de tifus (Ramirez et al, 2001). Con el paso del tiempo el poder residual y la persistencia, considerados como cualidad positiva de estos compuestos, pasa a ser un serio inconveniente debido al impacto ecológico generado, lo que ocasiona afecciones en la salud humana, animal y del medioambiente. (Carneiro, 2015).

La mayoría de organoclorados utilizados en la agricultura tuvo su venta, uso y distribución y finalmente prohibidos, pues se encuentran dentro de los compuestos orgánico resistente (COPs), sustancias toxicas muy difíciles de degradar favoreciendo la bioacumulación y su transporte en la cadena trófica. (Carneiro, 2015).

Históricamente, los productos agrícolas han sido atacados por diferentes enfermedades, evidenciando el desequilibrio natural causado por la forma de producción, la respuesta a este desequilibrio ha sido un agresivo envenenamiento del suelo, plantas y agua, mediante el uso de agrotóxicos con el objetivo de conservar la producción, nunca se consideró que este era un efecto del modelo

aplicado, favoreciendo el desequilibrio natural (Naranjo, 2017), lo que ha generado resistencia en las plagas, incrementando el uso y la producción de otras sustancias que incrementan los impactos sobre la salud humana y del ambiente, contrario al objetivo planteado de provisión de alimentos y mejorando los modos y estilos de vida de las comunidades.

El uso de agrotóxicos presenta dos problemas principales producir alteraciones a la salud y el impacto en el ambiente, debido al modelo de producción basado en la “revolución verde”, conforme pasa el tiempo el uso de agrotóxicos es mayor ya sea por la aparición de nuevas plagas o por la resistencia desarrollada por estas, lo que significa que

las personas expuestas sean trabajadores o moradores de las zonas cercanas a la aplicación reciben cada vez una dosis mayor, también debido a la persistencia las plantas y productos que han sido fumigados, pueden tener concentraciones considerables, de acuerdo al tipo y concentración del producto pueden llegar al organismo produciendo daño ya sea instantáneo (agudo) o a largo plazo (crónico) (Carneiro, 2015).

El modelo agrícola implementado en el Ecuador, también se basa en el uso intensivo de agrotóxicos, la producción florícola, bananera y palma africana son ejemplos visibles de esta realidad. a continuación, se muestra algunos datos del uso de superficie agropecuaria, para el año 2020.

Tabla 1.

Uso de superficie agropecuaria en el Ecuador

Superficie agropecuaria millones Ha.	Cultivo	% de superficie total
5,2	permanentes, transitorios, pastos cultivados y naturales	19
7,26	montes, bosques, páramos, descanso y otros usos no agropecuarios	26,5
2,07	pastos cultivados	7,56
1,44	cultivos permanentes	5,26
0,82	cultivos transitorios	2,99
0,87	barbecho	3,17

Nota. Extraído de INEC 2021.

En el año 2019 se aplicó insumos químicos en el 56.5% de cultivos permanentes, y el 79.6% de cultivos transitorios Como dato de referencia indicaremos que 682 Kg/ha de fertilizantes se utilizaron para el cultivo de

banano, mientras que el cultivo transitorio que más consume fertilizantes es la papa con 458 Kg/ha (INEC, 2020).

En la tabla 1 se puede apreciar que, en el país, alrededor del 30% de productos aplicados

entre: fungicidas, plaguicidas, herbicidas y otros, corresponde a productos de etiqueta amarilla y roja, algunos de los cuales están

prohibidos o son de uso restringido en otros países, debido a su alto riesgo para la salud y el ambiente.

Tabla 2.

Tipo de agrotóxicos utilizados en el Ecuador

Categoría de toxicidad	Tipo de cultivo	
	Permanentes	Transitorios
Etiqueta verde (moderadamente no ofrece peligro, IV)	32,61%	30,23%
Etiqueta azul (poco peligro, III)	24,27%	24,37%
Etiqueta amarilla (moderadamente peligroso, II)	25,34%	25,20%
Etiqueta roja (extremadamente peligroso Ia y Ib)	6,64%	6,28%
No se sabe el tipo de producto utilizado	11,14%	13,92%

Nota. Extraído de INEC 2016.

El uso indiscriminado de agrotóxicos perjudica la salud humana y de los ecosistemas, principalmente el suelo, ya que es aquí donde permanecen los componentes residuales o sus metabolitos, que también llegan al agua y mediante esta a los alimentos. Los agrotóxicos son potencialmente perjudiciales para los seres humanos ya que pueden provocar cáncer, afecciones a los sistemas reproductivo, inmunitario o nervioso.

Al revisar los datos podemos evidenciar que en el Ecuador también se ha impuesto el modelo de agricultura para la muerte tal como expresa Breilh (2016): “En un mundo donde se ha globalizado la codicia agrícola de las grandes corporaciones que han implantado un modelo de agricultura para la muerte, - no una agricultura para la alimentación y la reproducción saludable”, es decir un capitalismo agroindustrial acelerado, consumista, acumulativo, depredador, dañino para la salud, el ambiente y la sociedad. .

En América Latina los mecanismos de

explotación de la naturaleza y de los seres humanos, y sus consecuencias para la salud y para el ambiente, crecen a una escala insostenible llegando a niveles intolerables (Giraldo, 2012). El modelo vigente, que favorece el agronegocio, sin dar solución al hambre o la falta de alimentos para consumo humano, ahora se orienta a la producción de agrocombustibles y alimento para animales confinados.

En la tabla 2 se presenta, para el año 2019, los productos comerciales herbicidas, fungicidas y plaguicidas, utilizados en los países andinos y su toxicidad, los cuales se transportan al ambiente, pasan a la cadena trófica y finalmente llegan a la mesa como parte de los alimentos, por lo que es muy importante y necesario la detección de estos productos y sus metabolitos.

Tabla 3.

Tipo de agrotóxicos utilizados en la Región Andina

País	Institución responsable	Plaguicidas registrados	Categoría toxicológica				
			Ia	Ib	II	III	IV
Bolivia	SENASAG	2487	0%	2%	43%	23%	31%
Chile	SAG	1305	3%	1%	25%	16%	55%
Colombia	ICA	2360	1%	2%	38%	59%	0%
Ecuador	AGROCALIDAD	2654	0%	1%	30%	53%	14%
Perú	SENASA	2743	-	-	-	-	-

Nota. *Extraído de Base de datos Instituciones.*

Elaboración: CILAB Salud, julio, 2019

En la región Andina, Chile reporta el valor más alto de uso de agrotóxicos extremadamente peligrosos 4% y el 55% de productos no peligrosos, Bolivia aplica el 43% de sustancias moderadamente peligrosas, Colombia el 59% de productos poco peligrosos. La menor cantidad de agrotóxicos registrados es 1305 en Chile y el máximo 2747 en Perú, de acuerdo a los datos obtenidos de las Instituciones responsables del registro y control de agrotóxicos de cada país.

Ante esta evidente y preocupante problemática, la Salud Colectiva tiene el reto de proponer modelos de estudio que consideren la complejidad de los problemas de salud y acciones que permitan alertar la probabilidad de daños relacionadas con el modelo agrícola dependiente de los agrotóxicos, mediante el uso de técnicas adecuadas y tecnología de punta que proporcione datos, que demuestren: vulnerabilidades, daños a la salud e inequidades sociales, que apoyen en la toma de decisiones en el ámbito de las políticas de salud pública y ambientales (Giraldo, 2012).

En el Ecuador y en la región son evidentes las deficiencias en el uso y manejo de

los agrotóxicos. Según los productores y representantes de las empresas los agricultores no acogen las normas técnicas de protegerse al utilizar químicos en sus cultivos, no usan los implementos de seguridad personal como: mascarillas, guantes, botas, pero la realidad en las tiendas de agroquímicos no se encuentra disponible estos implementos, tampoco se aplican las dosis “adecuadas” provocando la resistencia de las plagas a estos productos.

Los trabajadores dependientes en referencia al equipo de protección, denuncian que estos no son proporcionados por los empresarios. Para el caso particular de la producción bananera, tan solo el 20% de trabajadores bananeros utilizó con regularidad máscaras y guantes para la protección personal durante la aplicación de plaguicidas en el año 2017 (Naranjo, 2017). También existen casos en los que los trabajadores y agricultores refieren el no uso de estos implementos debido a condiciones climáticas, incomodidad o la necesidad de mantener la apariencia de personas resistentes, llegando a tan solo el 46% de personas que utilizan implementos de seguridad, lo que incrementa el nivel de exposición y el riesgo de intoxicación

tanto aguda como crónica, de esta forma las empresas se liberan de toda culpa, incluso con el apoyo de las autoridades, evitándose el pago por afecciones a la salud o recuperación ambiental (Naranjo, 2017), por estas razones se hace necesario la determinación de residuos de agrotóxicos y otras sustancias en muestras biológicas de los trabajadores agrícolas.

Otro punto importante es la responsabilidad de las agroempresas en el deterioro del ambiente, y la salud de las comunidades expuestas, muchas veces las personas afectadas no pueden probar que las enfermedades desarrolladas tienen relación con las actividades de la empresa (Carneiro, 2015).

Agrotóxicos en Alimentos, Ambiente y Humanos

Cuando compramos productos alimenticios que han sido producidos bajo el modelo de la revolución verde, lo más probable es que estamos llevando cantidades mínimas de estos a nuestros hogares, al consumirlos día tras día, estos se acumulan hasta que llega el día en que su nivel de concentración es tal que se evidencian afecciones a la salud. La agricultura empresarial monopólica sustentada en el uso de agrotóxicos ha provocado varios problemas de contaminación de agua, alimentos, intoxicaciones de trabajadores y comunidades rurales, incluso tiene su incidencia en el calentamiento global. (Breilh, 2017).

El uso de agrotóxicos en la producción de alimentos son una preocupación a nivel mundial, al ser sustancias químicas o

biológicas diseñadas y utilizadas para eliminar seres vivos, anualmente se estima que son causantes de la muerte de 200 mil personas, claro está que el mayor porcentaje se ubica en los países en desarrollo 99%, debido a la debilidad o inexistencia de las normas de control en salud, ambiente y seguridad, lo que ha favorecido el crecimiento de su aplicación. (UN, 2017).

El uso intensivo de agrotóxicos se contrapone al derecho a vivir en un ambiente saludable y alimentarse sanamente de las futuras generaciones, la dependencia de estos en la agricultura, siempre se ha justificado ante la necesidad de incrementar el rendimiento de producción, para poder cubrir la demanda de alimentos de una población que crece cada día, sin importar los efectos en la salud humana y el ambiente, pese a esto el hambre continua presente en todo el mundo (Breilh, 2011).

Los agrotóxicos son aplicados incluso con sobredosis en la producción de frutas, verduras, trigo, arroz, y la mayoría de productos alimenticios (Guerrero. 2003), en la actualidad tal es el uso de agrotóxicos en la producción de alimentos que se puede hablar de la docena sucia en productos alimenticios, debido a la carga de residuos de agrotóxicos detectados, estos son: fresas, espinaca, nectarinas, manzanas, duraznos, peras, cerezas uvas, apio, tomate, pimiento dulce y papas.

En la actualidad, pocas son las personas no expuestas a los agrotóxicos ya sea mediante el agua, el aire o los alimentos, pero las personas más afectadas por el uso intensivo de los agrotóxicos son los encargados de su

aplicación y las poblaciones que se asientan en las cercanías de las plantaciones, en la que se utilizan diferentes tipos de sustancias, incluso aquellas clasificadas como peligrosas para la salud humana y el ambiente, esta exposición agrava más las ya precarias condiciones de vida de la población (ONU, 2017).

El derecho a la salud, alimentación y un ambiente sano, obliga a los estados a tomar medidas de protección, dirigidas a garantizar la calidad de los alimentos y el ambiente, garantizando que estén libres de agrotóxicos, de esta forma proteger a las poblaciones vulnerables, los ecosistemas y fomentar la seguridad alimentaria y el cuidado de la vida, una de estas medidas es el control constante de alimentos, agua, aire suelo y la salud humana, mediante técnicas adecuadas, que permitan determinar los niveles residuales de agrotóxicos, sus metabolitos y otras sustancia contaminantes presentes, de esta forma evitar casos de intoxicación, tanto crónica como aguda por el consumo de alimentos contaminados y exposición a sustancias en el ambiente. (ONU, 2017).

El cambio a otra forma de producción que no implique el uso de agrotóxicos es otra medida importante, apostar por la producción orgánica y la agroecología serían las alternativas, estas consideran que la materia orgánica de la tierra y el reciclaje natural de nutrientes son las únicas maneras sostenibles y efectivas, incluso en términos económicos de proveer alimentos, respetando la salud humana y la naturaleza. (ONU, 2017).

De acuerdo con Agrocalidad en el Ecuador se emplean cantidades importantes de agrotóxicos en la producción, en el año 2020,

3215 productos plaguicidas se encuentran registrados, correspondiendo el 1.31 % a categoría Ia y Ib, 31.38% II, 54.53% III y 11.38% IV. Estos productos se utilizan tanto para la producción de alimentos como de flores, estos productos no solamente se encontrarán en los productos obtenidos, también van al ambiente y las personas que trabajan en esta actividad y viven en los alrededores, por lo que deben ser identificados y cuantificados, de tal forma de tomar medidas para disminuir o eliminar la exposición a estas sustancias especialmente de poblaciones vulnerables, protegiendo la salud humana y de los ecosistemas.

La Investigación de Sustancias Contaminantes y Toxicidad en los Ecosistemas y Humanos

Tal como se explica anteriormente, los agrotóxicos tienen un alto uso en la agricultura a nivel global y nacional, en las diferentes fases del proceso de producción, sus aplicaciones son variadas: herbicidas, fungicidas, insecticidas, acaricidas, reguladores del crecimiento de plantas, repelentes, entre las principales. Los agrotóxicos y sus metabolitos se introducen al organismo mediante los alimentos (Castillo et al. 2011) o el consumo de agua contaminada, así como por el aire contaminado (derivadas de fumigación aérea), constituyéndose en peligro para la salud humana, al mismo tiempo sus residuos son descargados directa o indirectamente al ambiente atentando la salud de los ecosistemas. Estas son algunas de las razones por la que se hace necesarios el control de residuos de agrotóxicos y sus

metabolitos en diferentes matrices, para de alguna forma resguardar y garantizar la soberanía alimentaria de los consumidores, el cuidado de la salud y la protección de los ecosistemas.

La determinación de residuos de agrotóxicos y sus metabolitos, son procedimientos complejos, debido a las características de la matriz, tanto en muestras alimenticias (Niell et al. 2012), como ambientales y humanas, ya que su composición es compleja y se pueden presentar interferencias que dificultan el análisis de los productos de interés. Para la obtención de resultados aceptables en la determinación de residuos de agrotóxicos, las técnicas clave son: la obtención de la muestra, extracción del analito objetivo de la muestra; concentración y limpieza de los analitos de interés; separación y determinación cromatográfica. Actualmente se cuenta con procedimientos específicos para cada analito o procedimientos multiresiduo, que permiten obtener resultados confiables, a costos menores y que se pueden aplicar en una infinidad de matrices. Además, las legislaciones han inducido a que la comunidad científica produzca un importante desarrollo analítico que permita realizar la detección y cuantificación de este tipo de contaminantes, con el fin de controlar la inocuidad y calidad de los alimentos agrícolas, productos derivados de animales, el ambiente y la salud.

La obtención de la muestra es la parte principal del análisis de residuos de agrotóxicos, ya que, si no se la realiza con las rigurosidades necesarias, los resultados invalidan el estudio, aquí se aplica en principio “*garbage in garbage out*”, si la calidad de la muestra no es

buena, los resultados tampoco. Los análisis de agrotóxicos se los debe realizar con técnicas validadas confiables, para que no solo sean de determinación y cuantificación de los límites máximos residuales (LMR) establecidos por legislaciones en cumplimiento de demandas de mercado, y aporten a tomar decisiones para el cuidado de la salud y la protección de la naturaleza y la corrección del metabolismo sociedad naturaleza existente.

Las técnicas de extracción del analito son variadas y depende del estado (sólido o líquido) de la muestra, entre las más aplicadas en la actualidad tenemos: la extracción con solvente, en esta se pone en contacto la muestra con un solvente orgánico determinado de acuerdo a las características del analito de interés, se toma una porción de la fase orgánica, se concentra, limpia y se inyecta al sistema analizador; la extracción en fase sólida con cartuchos, consiste en pasar una porción de muestra líquida a través de una columna rellena con material específico de acuerdo al analito objeto, este es retenido y luego se extrae con solvente orgánico, concentra, limpia y se inyecta en el sistema analizador; la extracción fase solida QUECHERS, aplicada principalmente para alimentos consiste poner en contacto la muestra con un solvente orgánico, agregar sales reactivas que favorecen la separación, se toma el sobrenadante, se concentra, limpia y se inyecta al sistema (Espinosa, 2018).

Desde hace varios años se aplican técnicas multiresiduo (Zamudio et al. 2017) para el análisis de agrotóxicos en diferentes matrices, entre las técnicas de separación, identificación y cuantificación de agrotóxicos

más conocidas tenemos: la cromatografía de gases acoplada a distintos detectores de acuerdo a los analitos a estudiar (detector de captura electrónica ECD, detector fotométrico de llama FPD, detector termoiónico NPD, detector selectivo de masas MS, etc.), y la cromatografía de líquidos de igual forma acoplada a distintos detectores de acuerdo a los analitos de interés (Detector fluorimétrico FLD, Detector de fotodiodos DAD, detector selectivo de masas MS, etc.). La aplicación de cada una de estas técnicas depende de las características del analito a investigar, se considera especialmente la volatilidad para su elección (Simó, 2018).

La producción agrícola debe ser rigurosamente controlada, ya que se debe asegurar la inocuidad de los alimentos que llegan a la mesa de los consumidores, la salud y el ambiente, para garantizar la muy nombrada seguridad alimentaria los alimentos deben estar libres de agrotóxicos. El cumplimiento de esta exigencia debe ser responsabilidad de productores, estado e incluso consumidores, en el Ecuador el organismo responsable de realizar estos estudios es Agrocalidad.

Para garantizar que los alimentos estén libres de agrotóxicos, los productores deben realizar los análisis de laboratorio, estos serían una evidencia importante de que los alimentos comercializados y que llegan a la mesa son seguros, también permiten identificar si los productos utilizados en la producción no dejan residuos peligrosos, tanto en los alimentos como el ambiente, adicionalmente se debe diseñar programas de capacitación relacionados con los impactos del uso de agrotóxicos en la producción alimentaria

sobre la salud y el ambiente. La elaboración de estos programas debe estar acorde a la realidad local, mantenerse en el tiempo y desarrollado en los idiomas propios del territorio, estos son dirigidos a productores y consumidores específicamente (Naranjo et al, 2022). La fiabilidad de los resultados analíticos es muy importante, no solo es indispensable contar con el equipamiento necesario y las técnicas adecuadas, sino la experiencia de los analistas y la aplicación de buenas prácticas de laboratorio, desde la toma de muestra hasta la emisión de los resultados, adicionalmente en el Ecuador es necesaria la acreditación ante la Secretaria de Acreditación Ecuatoriana SAE de acuerdo a la norma INEN ISO/IEC 17025.

La existencia de laboratorios acreditados y especializados en el análisis de residuos de agrotóxicos, permite contar con el criterio de una organización, independiente del productor y el organismo de control, que garantice la inocuidad de los alimentos y proteja la salud de los consumidores y el ambiente. Cuando se realiza análisis de residuos de agrotóxicos, es muy importante recolectar la información suficiente, que ayude en el proceso de análisis del laboratorio, especialmente el tipo de producto aplicado, su cantidad y la frecuencia con que se aplicó, esta información ayudara en la identificación y cuantificación de los agrotóxicos que se sabe fueron usados.

Pero la realización de los análisis de laboratorio no es suficiente, para determinar el impacto de la exposición a los agrotóxicos, existen diferentes externalidades que se debe considerar; variables ambientales, sistemas urbanos y estilo de vida que pocas veces son

considerados, también el comportamiento dentro del organismo es determinante, la dinámica de contaminantes y efectos sobre los órganos diana son muy importantes, dependiendo de la edad, contextura y estado de salud de la persona, finalmente nunca se debe olvidar el análisis de las incertidumbres asociadas a las diferentes dinámicas de exposición. (Hursthouse and Kowalczyk, 2009).

Esto no solo se trata del uso de los agrotóxicos en la producción de alimentos, y la necesidad de detectarlos en los productos que llegan a la mesa, la situación es mucho más compleja, se trata de un modelo agresivo, irrespetuoso de la salud y el ambiente de los trabajadores y las comunidades cercanas y que debe tomar en cuenta a los consumidores. Este modelo emplea grandes extensiones de territorio, dedicados a la producción monopólica, consumo de grandes cantidades de agua a la cual ellos si tienen acceso, incluso con la complicidad de las autoridades, han acaparado las mejores tierras, las más productivas y la contaminación del agua tanto superficial como subterránea, lo que hace casi imposible la existencia de áreas de producción saludable, sin el uso de agrotóxicos y con procesos tradicionales y seguros. El modelo lucrativo de la agricultura ha provocado procesos mal sanos en las poblaciones cercanas a las plantaciones, encontrándose residuos de agrotóxicos en los alimentos y hasta en la leche materna. (Breilh, 2016). Una alternativa al uso de agrotóxicos y tecnologías depredadoras es la aplicación de la agroecología, cuyos beneficios se discutieron al inicio de este trabajo.

IV. CONCLUSIONES

Pese al alto índice de muertes relacionadas con el uso de agrotóxicos, los altos costos que representa para la producción y la poca efectividad en su cometido de solucionar el hambre, su aplicación sigue aumentando cada día.

La práctica de la agroecología parece ser la solución a los problemas de exposición a agrotóxicos mediante los alimentos.

El posicionamiento de la agroecología en los diferentes círculos se hace indispensable para su fortalecimiento, recepción y masificación.

El uso de agrotóxicos en la producción de frutas y verduras es tan intenso que hoy se habla de la docena sucia de alimentos debido a la presencia de residuos de agrotóxicos identificados y con diferentes concentraciones de estos.

Muchos casos de afecciones por agrotóxicos se relacionan con la falta de conocimiento, y las precarias condiciones en las que se realizan las actividades de fumigación, que se invisibiliza con diagnósticos no adecuados, lo que evidencia la falta de capacitación a todo nivel, ya sean productores, consumidores y comercializadores.

Se debe implementar un programa permanente de control de residuos de agrotóxicos en las áreas de producción, comercialización y consumo

El análisis de residuos de agrotóxicos, es indispensable para garantizar la inocuidad de los alimentos que llegan a la mesa, la salud de los consumidores y el ambiente, estos deben ser realizados por laboratorios serios, que

cumplan con lo establecido en la normativa vigente y estén acreditados por el SAE, para evitar suspicacias de los productores y comercializadores.

El uso de tecnología de punta, tanto para la preparación de la muestra (SPE, ELL entre otras), como para el análisis instrumental, cromatografía gaseosa y líquida (GC, HPLC) acoplada a diferentes detectores (MS, MS/MS, NPD, ECD, FPD, DAD, FLD), ayuda en el análisis de residuos de agrotóxicos, pero no soluciona el problema de exposición a través de los alimentos y el ambiente, con las consecuencias descritas sobre la salud y los ecosistemas, por lo que se hace importante el cambio a procesos de producción que eviten el uso de estas sustancias, tal es el caso de la agroecología.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altieri, M.A. (1999). *AGROECOLOGIA Bases científicas para una agricultura sustentable*. Editorial Nordan–Comunidad. Montevideo Uruguay.
- Altieri, M. y Toledo, V. (2011). *La Revolución Agroecológica en América Latina -rescatar la naturaleza, asegurar la soberanía alimentaria y empoderar al campesino-* Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología.
- Bedmar, F. (2011). *¿Qué son los plaguicidas? En Informe especial sobre plaguicidas agrícolas*. Volumen 21 número 122 abril - mayo 2011.
- Breilh, J. (2019). “Ciencia crítica sobre impacto en la salud colectiva y ecosistemas. Guía investigativa pedagógica: evaluación de las 4S de la vida” Universidad Andina Simón Bolívar.
- Breilh, J. (2017). “Caminos hacia una agricultura para la vida: Agroecología y mucho más. Desafíos teóricos y políticos en la cuestión agraria” en Rubio, Blanca. *El dominio del hambre. Crisis de hegemonía y alimentos*. Tercera edición. Quito: Huaponi
- Breilh, J. (2016). “CUESTIONES PENDIENTES Y MIRADAS ALTERNATIVAS A LOS 50 AÑOS DE REFORMA AGRARIA”. PRIMER SEMINARIO INTERNACIONAL: SOBERANÍA ALIMENTARIA, PODER Y TIERRA EN AMÉRICA LATINA”. Universidad Andina Simón Bolívar.
- Breilh, J. (2011). *Aceleración agro-industrial: peligros de la nueva ruralidad del capital*. In *¿Agroindustria y soberanía alimentaria?* (1era ed., pp. 171–190). Quito: SIPAE Ediciones.
- Breilh, J. (2010). *Lo agrario y las tres “S” de la vida*, en Isch, Edgar, ed. y Zapata, Alex, ed. *Tierra y agua: interrelaciones de un acceso inequitativo*. Quito: Sistema de Investigación sobre la Problemática Agraria en el Ecuador, SIPAE.
- Carneiro, F. (2015). *Dossier ABRASCO: Alerta sobre los impactos de los agrotóxicos en salud*. Río de Janeiro:

- EPSJV; São Paulo: Expresión Popular.
- Castillo, C., Rivas, C., Fuentes, R., Pérez Santiago, O., Tur Marí, J. (2011). Determinación de residuos de pesticidas en alimentos procesados en Chile. *Rev Esp Nutr Comunitaria*.
- Ceccon, E. 2008. La revolución verde tragedia en dos actos. *Ciencias*, Vol. 1, Núm. 91, julio-septiembre, 2008, pp. 21-29. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- del Puerto, A., Susana, S., Palacio, E. 2014. Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*. 2014;52 (3):372-387.
- Espinosa, J. (2018). ANÁLISIS DE PESTICIDAS EN MUESTRAS DE ALIMENTOS: Tratamiento de la muestra y determinación por LC y GC acopladas a MS. UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA. MÁSTER UNIVERSITARIO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA QUÍMICA. TRABAJO DE FIN DE MÁSTER MÓDULO DE QUÍMICA ANALÍTICA.
- García, V., Castaño, G., Ramírez M. (2016). Situación actual, tendencias y beneficios del cultivo y consumo de productos vegetales orgánicos en los municipios de Cisneros y Yolombó. Corporación Universitaria Lasallista.
- Giraldo, L. (2012). Agrotóxicos: nuevos y viejos desafíos para la salud colectiva
- SALUD COLECTIVA, Buenos Aires.
- Gliessman, S.R. (2017). La agroecología - Un movimiento global para la seguridad y la soberanía alimentaria. AGROECOLOGÍA PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIÓN. ACTAS DEL SIMPOSIO INTERNACIONAL DE LA FAO. 18-19 de septiembre de 2014, Roma, Italia.
- Guerrero, A. (2003). Estudio de residuos de plaguicidas en frutas y hortalizas en áreas específicas de Colombia. *Agronomía Colombiana*, vol. 21, núm. 3, 2003, pp. 198-209 Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Heifer. (2014). La agroecología está presente: Mapeo de productores agroecológicos y del estado de la agroecología en la sierra y costa ecuatoriana. Heifer – Ecuador
- Hursthouse, A. and Kowalczyk, G. (2009). Transport and dynamics of toxic pollutants in the natural environment and their effect on human health: research gaps and challenge, *Environ Geochem Health*.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censo INEC. (2020). Información Agroambiental y Tecnificación Agropecuaria, Módulo ESPAC 2019. Noviembre, 2020
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censo INEC. (2020). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua

2020. Mayo, 2021.
- León, T. (2009). AGROECOLOGÍA: DESAFÍOS DE UNA CIENCIA AMBIENTAL EN CONSTRUCCIÓN. En *Agroecología* 4: 7-17, 2009
- León, T. (2012). AGROECOLOGÍA: AGROECOLOGÍA: LA CIENCIA DE LOS AGROECOSISTEMAS – LA PERSPECTIVA AMBIENTAL. Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales. 261 p. (en prensa)
- Naranjo, A. (2017). “La otra guerra: la situación de los plaguicidas en el Ecuador”. Quito. Disponible en: http://www.swissaid.org.ec/sites/default/files/images/plaguicidas_web.pdf
- Martínez-Ghersa, M. 2011. Consecuencias ambientales del uso de pesticidas. En Informe especial sobre plaguicidas agrícolas. Volumen 21 número 122 abril - mayo 2011.
- Naranjo, A., Macías, M. 2022. Las Cadenas de los Agrotóxicos: Salud y Soberanía alimentaria en los territorios maiceros y arroceros del Ecuador. FIAN Ecuador. Quito-Ecuador, enero 2022. Disponible en: <https://fianecuador.org.ec/wp-content/uploads/2022/04/cadenas-agrotoxicos-0122.pdf>.
- Niell, S., Cesioa, V., Hepperlec, J., Rouxc, D., Kirsche, L., Kolbergc, D. Anastassiadesc, M., Heinzena, H. (2012). ANÁLISIS MULTIRESIDUO DE 45 PESTICIDAS EN PRODUCTOS DE LA COLMENA: APLICACIÓN DE UN MÉTODO SENCILLO DE EXTRACCIÓN. VII Congreso de Medio Ambiente / AUGM. La Plata Argentina
- Ortega, G. (2009). Agroecología vs. Agricultura Convencional. Base Investigaciones Sociales Asunción.
- Pessoa, K. (2019). De la soya hacia la agroecología: agriculturas en disputa. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales* N.º 25, <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.25.2019.337>
- Prager, M., Restrepo, J., Ángel, D., Malagón, R., Zamorano, A. (2002). AGROECOLOGÍA. Una disciplina para el estudio y desarrollo de sistemas sostenibles de producción agropecuaria. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira.
- Puello, E., Ramos, J., Madariaga, C. 2012. CONDICIONES LABORALES DE LOS TRABAJADORES AGRÍCOLAS DEL MUNICIPIO DE MONTERÍA, COLOMBIA. TEMAS AGRARIOS - Vol. 17:(1) Enero - Julio 2012 (20 - 31).
- Ramírez, J., Lacasaña, M. 2001. Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. *Arch Prev Riesgos Labor* 2001;4(2):67-75.
- Ramirez, R., Vargas, P., Cardenas, O. 2020.

- La seguridad alimentaria: una revisión sistemática con análisis no convencional. *Revista Espacios*. Vol. 41 (45) 2020 • Art. 25. DOI: 10.48082/espacios-a20v41n45p25
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2008. *La Biodiversidad y la Agricultura: Salvaguardando la biodiversidad y asegurando alimentación para el mundo*. Montreal.
- Simó, J. (2018). MÉTODOS DE EXTRACCIÓN Y DETERMINACIÓN DE PLAGUICIDAS POR CROMATOGRAFÍA DE GASES MASAS (GC-MS/MS) EN MUESTRAS DE ORIGEN VEGETAL. UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA.
- SOCLA. (2009). *Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones*. Editor/Compilador: Miguel A. Altieri. Publicado por: Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA) Medellín, Colombia.
- United Nations. (2017). Report of the Special Rapporteur on the right to food. Human Rights Council Thirty-fourth session. 27 February-24 March 2017. <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/1701059.pdf>
- Zamudio, A., Vanoy, N., Díaz, C., Ahumada, D. (2017). Desarrollo y validación de un método multiresiduo para el análisis de plaguicidas en miel por UFLC-MS. *Rev. Colomb. Quim.*
- Wolansky, M. 2011. Plaguicidas y salud humana. En Informe especial sobre plaguicidas agrícolas. Volumen 21 número 122 abril - mayo 2011.