MARZO DE 2019

NO A LA SULFLURAMIDA. RAZONES PARA LA PROHIBICIÓN MUNDIAL DE ESTE AGROTÓXICO

La sulfluramida es un plaguicida de síntesis química, usado como hormiguicida, que al degradarse se transforma en PFOS (sulfonato de perfluorooctano). El PFOS es un contaminante tóxico, extremadamente persistente y bioacumulable, que está sujeto a medidas de restricción mundial por el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP). Este Convenio tiene como objetivo proteger la salud y el medio ambiente, entró en vigor en 2004 y la mayoría de los gobiernos de las Naciones Unidas, incluidos los países de América Latina y el Caribe, forman parte de él.

A pesar de la peligrosidad del PFOS, se han realizado varias exenciones a su uso. Uno de los "usos aceptables" es el empleo de sulfluramida en cebos para el control de hormigas cortadoras de hojas de los géneros *Atta* spp. y *Acromyrmex* spp. La novena Conferencia de las Partes del Convenio de Estocolmo, a celebrarse del 29 de abril al 10 de mayo de 2019, en Ginebra, Suiza, va a evaluar si las exenciones y "usos aceptables" para PFOS todavía son necesarios. Los gobiernos que son Parte van a tomar la decisión de aceptar o modificar la recomendación del Comité de Examen de Nuevos COP para permitir la sulfluramida para uso agrícola.

Campesino en Colombia aplicando sulfluramida.
Foto: Plácido Silva, COLNODO, 2019

Este folleto busca informar a la sociedad civil y a los representantes gubernamentales sobre los problemas ambientales y de salud pública que implica el uso de la sulfluramida al transformarse en PFOS; también, ilustra cómo no hay control de su uso, señala los intereses económicos involucrados en su venta, da ejemplos de alternativas, y explica cómo se comercializa y usa en América Latina violando lo establecido en el Convenio de Estocolmo.

Esta publicación finalmente argumenta por qué se deben acordar medidas urgentes para restringir el uso de la sulfluramida mientras se logra su prohibición progresiva total. Es necesario que se prohíba a nivel nacional la sulfluramida en jardinería y los usos agrícolas donde haya alternativas y se ponga fecha límite de su utilización a nivel mundial con excepciones temporales en cultivos agrícolas específicos. Es importante que las decisiones de los gobiernos sean transparentes y rindan cuentas a la sociedad civil para lograr la mayor protección a la salud y el medio ambiente.

USOS DE LA SULFLURAMIDA

La sulfluramida es un plaguicida que se utiliza generalmente en cebos granulados para el control de hormigas cortadoras de hojas con un empleo muy extendido en plantaciones industriales de eucalipto, pino y palma aceitera en la región, además de su uso contra termitas y hormigas rojas, en pastizales para la ganadería, en frutales y otros cultivos agrícolas. En algunos países también se autoriza su uso contra insectos domésticos como hormigas y cucarachas de jardín. Históricamente se ha usado también para el control de la hormiga de fuego roja (*Solenopsis invicta*) en la protección de cableado y contra termitas.

En la Unión Europea la sulfluramida y el PFOS ya no se emplean en la formulación de cebos o insecticidas para el control de escarabajos y hormigas. En los Estados Unidos, la Agencia de Protección Ambiental (EPA) canceló la producción y registro de sulfluramida en mayo de 2008 y todos los productos registrados en 2012.[1] Esto incluye el sur de Estados Unidos, donde habitan las hormigas cortadoras de los géneros *Atta* y *Acromyrmex*, presentes en una gran parte de América Latina y el Caribe. El Ministerio de Agricultura y Relaciones Exteriores de China, un importante consu-

midor de sulfluramida, propuso revocar todas las licencias de producción y uso de sulfluramida para inicios de marzo de 2019.[2] Sin embargo, la producción, exportación, importación y uso de la sulfluramida continúa en América Latina y el Caribe.

¿QUÉ ES LA SULFLURAMIDA?

La sulfluramida es el nombre común del compuesto químico N-etil perfluoro-octano-1- sulfonamida (EtFOSA), su fórmula química es $C_{10}H_6F_{17}NO_2S$ este pertenece al grupo químico de la sulfonamida fluoroalifática.

La sulfluramida está clasificada en numerosos países en la categoría toxicológica IV, considerando solo su toxicidad aguda, por lo que en apariencia no es tan tóxico, lo que se informa en la etiqueta donde se coloca una banda azul o verde; y en categoría III como peligroso para el ambiente. Algunos fabricantes incluso afirman que tiene una reducida peligrosidad para las personas y el ambiente, pero la realidad es muy diferente por el compuesto en que se degrada.

El problema ambiental principal de la sulfluramida es que se degrada en PFOS, compuesto que cumple con los criterios del Convenio de Estocolmo de persistencia, bioacumulación, efectos adversos, y transporte a grandes distancias. Por ello al PFOS se le considera un Contaminante Orgánico Persistente.

¿QUÉ ES EL PFOS Y EN QUÉ SE USA?

El PFOS se utiliza en un número grande de aplicaciones que incluyen, la fabricación de utensilios de cocina de teflón, espumas contra incendios, impermeabilizantes contra manchas y agua para alfombras y textiles, fabricación de semiconductores, productos médicos y otros más.[3]

Una de las fuentes de liberación ambiental de PFOS es la sulfluramida que al degradarse en el ambiente se transforma en PFOS[4] y en otro compuesto fluorado, el PFOSF (fluoruro de perfluroctano sulfonilo), que se emplea como materia prima en la fabricación industrial de este plaguicida. Tanto el PFOS como el PFOSF están sujetos a restricciones mundiales en el Anexo B del Convenio de Estocolmo.

Los productos fluorados, como el PFOS, contienen largas cadenas de carbonos completamente saturados con flúor. La fuerza de los enlaces de carbono-flúor (C-F) es la que aporta la extrema estabilidad química de los compuestos perfluorados y les proporciona sus propiedades distintivas.[5]

En la figura 2 se muestra la estructura fundamental del anión PFOS, cuya fórmula molecular es $C_8F_{17}SO_3$.

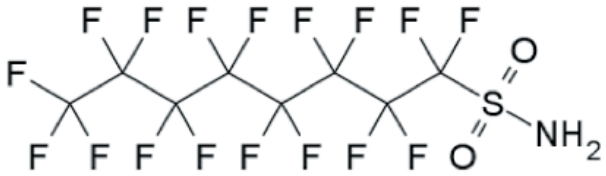

Figura 1: Fórmula estructural de la sulfluramida

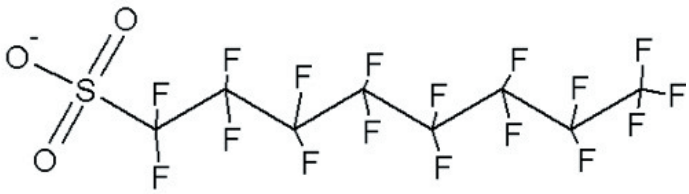

Figura 2: Fórmula estructural del PFOS (UNEP/POPS/POPRC.2/1/Add.5.), donde: F=flúor, S=azufre, O=oxígeno

El PFOS es extremadamente persistente. El PFOS no se hidroliza, es decir, no reacciona con el agua; no se fotoliza, lo que significa que no se degrada por la radiación solar y no se biodegrada en ninguna de las condiciones ambientales probadas, por lo que puede permanecer activo y contaminar por mucho tiempo, tanto, que no se ha podido determinar con precisión las decenas de décadas que puede permanecer en el ambiente. El PFOS tiende a ser adsorbido en los sedimentos y el lodo, o a unirse a la materia particulada en las columnas de agua.[6]

EL PFOS se bioacumula y biomagnifica. Por su capacidad de bioacumulación y biomanificación en las cadenas alimentarias se han encontrado elevadas concentraciones de PFOS en las cadenas alimentarias de los principales depredadores, como el oso polar, la foca, el águila calva y el visón. Las sustancias con PFOS no siguen el esquema clásico de otros COP clorados que son lipofílicos y de partición en tejidos grasos. En lugar de ello, las sustancias de PFOS se unen a las proteínas en la sangre y en el hígado de los animales.[7]

Los PFOS tienen además una serie de afectos adversos en las plantas y el suelo. Entre el 2014 y 2018, se llevaron a cabo varios estudios en los que se encontró el PFOS y otros compuestos fluorados en plantas de maíz, trigo, soja, espinacas, tomate, zanahorias y calabaza (zapallo). También se encontró presencia de PFOS en suelos y en lombrices. El PFOS se acumula en trigo de primavera, avena, papas, maíz y centeno perenne.[8]

El PFOS se transporta a grandes distancias. Según los datos disponibles[9], el PFOS cumple con los criterios de potencial para el transporte a larga distancia. Esto es evidente a través de datos de monitoreo que muestran niveles muy elevados de PFOS en varias partes del

hemisferio norte. Es especialmente evidente en la biota ártica, lejos de las fuentes antropogénicas. El PFOS también cumple con los criterios específicos para la vida media atmosférica.

El PFOS es tóxico. Se ha demostrado su toxicidad para los mamíferos en estudios donde se han aplicado dosis repetidas en bajas concentraciones (subcrónicos), así como su toxicidad reproductiva en ratas, con mortalidad de cachorros poco después del nacimiento. El PFOS es tóxico para los organismos acuáticos.[10] La exposición a PFOS se ha relacionado con pérdida de peso, aumento de peso desproporcionado, reducciones en el colesterol sérico y hormonas tiroideas; también con efectos hepatotóxicos y carcinogénicos en animales de laboratorio y humanos.[11] Estudios recientes revelan una variedad de efectos adversos de PFOS en seres humanos incluyendo: asociación con biomarcadores de trastornos hepáticos[12], represión de un trastorno genético de los huesos (osteogénesis)[13], neurotoxicidad[14], asociación con mayor riesgo de trastorno por déficit de atención / hiperactividad[15], alteraciones en la homeostasis del estrógeno[16], asociación con sobrepeso o aumento de la circunferencia de la cintura[17], efectos negativos sobre la función hepática[18], asociado con disminuciones en los biomarcadores de vitamina D[19], inmunotoxicidad[20], mayor riesgo de asma en adolescentes[21], alteración de la hormona estimulante de la tiroides[22] y aumento del colesterol en los niños[23], entre otros.

En Brasil hay evidencias de contaminación de agua y sedimentos por PFOS y otros compuestos debido al posible uso de sulfluramida. En un estudio realizado por Nascimento y otros autores en la región agrícola del estado de Bahía, Brasil, zona que se caracteriza por una baja actividad industrial, urbanización, y grandes plantaciones de eucaliptos, se detectaron PFOS y PFOA en todas las muestras de aguas del río y se señaló a la sulfluramida como una posible fuente de contaminación en aguas ribereñas. En el agua subterránea también se encontró contaminación con sustancias polifluoroalquílicas (PFAS) probablemente por utilización de sulfluramida. En general, estos datos apoyan la hipótesis de que el uso de sulfluramida, contribuye a la aparición de sustancias PFAS en el ambiente brasileño. Este es el primer análisis de PFAS en aguas subterráneas, sedimentos y hojas de eucalipto realizado en América del Sur.[24]

En Brasil también hay evidencias de la bioacumulación de PFOS por aplicación de sulfluramida en cultivos agrícolas. Zabaleta y otros[25], evaluaron por primera vez la absorción, la lixiviación, la biodegradación y la distribución de sulfluramida (EtFOSA) y sus productos de transformación durante 81 días en el mesocosmos de suelo/zanahoria (*Daucus carota* ssp. *sativus*). En los ensayos realizados en zanahoria, se encontraron niveles de PFOS de hasta el 34% utilizando un estándar técnico de EtFOSA, y hasta el 277% utilizando Grão Forte, un producto comercial formulado como cebo que contiene 0.0024% de sulfluramida. En la zanahoria, los productos de transformación más hidrófilos (por ejemplo, PFOS) aparecieron principalmente en las hojas, mientras que los productos más hidrófobos (por ejemplo, FOSA, FOSAA y EtFOSA) se encontraron en la cáscara y en el corazón o centro de la zanahoria. Los datos muestran en conjunto que la aplicación de cebos de sulfluramida puede llevar a la aparición de PFOS en los cultivos y en el ambiente circundante, en niveles considerablemente más altos de lo que se pensaba anteriormente.

LA SULFLURAMIDA FUE UNA FALSA ALTERNATIVA AL MIREX, OTRO COP

La sulfluramida fue considerada por muchos años como sustituto del mirex, un plaguicida organoclorado empleado contra hormigas y termitas, el cual fue incorporado en la lista original de la docena de COPs del Convenio de Estocolmo, que entró en vigor el 17 de mayo de 2004. Muchos países de la región vieron a la sulfluramida y el fipronil como una alternativa al mirex, lo cual resultó en un cambio equivocado, dado que no solo no resolvió el problema sino que además generó contaminación ambiental y problemas en la salud de los productores, trabajadores y población expuesta. Como se verá más adelante algunos fabricantes venden la sulfluramida con la marca comercial Mirex (en algunos casos con otras letras o palabras añadidas como en Mirex-S ó Mirex SD) aunque ya no incluya este ingrediente activo.

LA RECOMENDACIÓN DEL COMITÉ DE EXAMEN DE LOS COP SOBRE PFOS Y LA SULFLURAMIDA

El Comité de Examen de los Contaminantes Orgánicos Persistentes (CECOP), es un órgano subsidiario del Convenio de Estocolmo y está formado por expertos designados por los gobiernos. Dicho Comité examina los productos químicos propuestos para su inclusión en el Convenio y formula recomendaciones a la Conferencia de las Partes. Este Comité también está abierto a la participación de observadores de la industria y grupos no gubernamentales.

En 2009, los países Partes del Convenio incluyeron al PFOS y sus sales, así como al fluoruro de perfluroctano sulfonilo (PFOSF) en el Anexo B para su restricción mundial, pero muchos usos fueron eximidos y se les permitió continuar.

En la reunión del Comité de septiembre de 2018, después de una segunda evaluación de alternativas al PFOS, sus sales y el PFOSF, recomendó de nuevo que la novena Conferencia de las Partes enmiende el Anexo B del Convenio de Estocolmo para que se mencione explícitamente en la lista de sustancias con una finalidad aceptable “a los cebos para insectos con sulfluramida (CAS No:4151-50-2) como ingrediente activo para el control de las hor-

migas cortadoras de hojas *Atta* spp. y *Acromyrmex* spp., para uso agrícola solamente". También recomienda que se aliente a las partes del Convenio que lo usen para este fin aceptable a que lo notifiquen a la Secretaría, de conformidad con el anexo B del Convenio[26], dado que la mayoría de los países en América Latina que lo siguen usando, no lo han hecho.

El Comité de Examen de COP reconoce que en el proceso de evaluación se pusieron "de relieve opiniones discrepantes sobre la necesidad de usar la sulfluramida para combatir las hormigas cortadoras y la disponibilidad de alternativas, así como sobre la viabilidad técnica y económica y la eficacia operacional de esas alternativas". El Comité "Alienta que se lleven a cabo nuevas actividades de investigación y desarrollo de alternativas y que se utilicen alternativas cuando se disponga de ellas." También "alienta a las Partes a que examinen la posibilidad de actividades de vigilancia para la sulfluramida, el PFOS y otros productos de degradación pertinentes" en suelo, aguas subterráneas y aguas superficiales de los lugares de aplicación.[27]

Expertos de IPEN y de la Red Internacional de Plaguicidas (PAN) han participado en las discusiones del Comité de Examen de COP aportando información crítica sobre sus alternativas, preocupados por el uso indiscriminado de la sulfluramida.[28] Pero también ha participado la Asociación Brasileña de Fabricantes de Cebos Insecticidas (ABRAISCA), que agrupa a las tres principales empresas que fabrican sulfluramida, y oficiales del Ministerio de Agricultura de Brasil junto con académicos agrícolas; todos ellos han insistido en que no hay alternativas tan eficaces como la sulfluramida, en cultivos agrícolas como pastizales para el ganado y plantaciones de árboles a gran escala[29], y que la sulfluramida es imprescindible para el agronegocio brasileño afirma ABRAISCA.[30]

Plantación de eucalipto en Matto Grosso do Sul, Brasil. *Foto: WRM, 2018*

PRODUCCIÓN Y VENTA DE SULFLURAMIDA EN AMÉRICA LATINA

Brasil es actualmente uno de los principales productores mundiales de sulfluramida, producto que se elabora a partir del fluoruro de sulfonilo de perfluorooctano (POSF), que se importa desde China, también un importante productor y exportador de sulfluramida. La fabricación industrial de sulfluramida en Brasil creció de 30 a 60 toneladas anuales de 2003 a 2013, que usa nacionalmente y exporta a otros países de América Latina. De 2004 a 2015 se exportaron principalmente a Argentina (7.2 t), Colombia (2.07 t), Costa Rica (1.13 t), Ecuador (2.16 t) y Venezuela (2.4 t).[31] Brasil también ha informado que exportó sulfluramida a Bolivia, El Salvador, Guatemala, Honduras, Panamá, Paraguay, Perú y Uruguay.

Brasil, importante productor agrícola mundial, utilizó aproximadamente 30 toneladas anuales de ingrediente activo de sulfluramida entre 2004 y 2015. Entre 2003 y 2008, Brasil fue el tercer mayor consumidor de compuestos relacionados con PFOS y POSF en el mundo debido al uso de sulfluramida.[32]

Uno de los principales consumidores de sulfluramida son las plantaciones industriales de árboles para cultivos de especies forestales (como el eucalipto para la producción de celulosa) y de la palma aceitera, para la exportación; además de que usan otros agrotóxicos peligrosos como herbicidas. En Brasil la industria forestal alcanzó los 7.84 millones de has en 2017[33], este es el país donde se ha producido la mayor expansión en América Latina. La expansión de monocultivos de árboles ha generado no solo problemas ambientales sino conflictos sociales muy preocupantes.[34] Aunque el Consejo de Manejo Forestal (FSC) había excluido a la sulfluramida para lograr la certificación por ser bioacumulable[35]; en noviembre del 2007, empresas forestales del Uruguay, Brasil, Argentina, Paraguay, Colombia y Venezuela solicitaron una excepción para continuar con su uso, por lo que hoy gozan de autorización para el uso masivo y extensivo.[36]

LA SULFLURAMIDA SE VENDE Y USA SIN UN CONTROL ESTRICTO Y SIN NOTIFICAR AL SECRETARIADO DEL CONVENIO DE ESTOCOLMO

Según los documentos de la ONU, la sulfluramida está registrada para su uso en Argentina, Belice, Bolivia, Brasil, México, Nicaragua, Panamá, Perú y Santa Lucía.[37] Pero también se encuentra autorizada en Uruguay.

Las principales marcas comerciales de sulfluramida en la región para uso agrícola, incluido aplicación forestal son: MIREX-S 0.3 GB, exportado desde Brasil por la empresa Atta kill Industria y Comércio de Defensivos Agrícolas, y la marca FLUORAMIN producido por Adama Brasil, formulada por otras empresas en ese país[38], y distribuida y/o formulada por distintas compañías en la región como Argentina, Paraguay, Ecuador, Bolivia y en Centroamérica.

Otras marcas comerciales en la región para uso agrícola son: FORISK AG, CITROMAX S, DINAGRO-S, ATTA MEX-S, GRAO VERDE en Brasil.[39] MIX HOR-TAL Cebo, MIREX-GLEX, FLURIMEX, SULFA-MIREX-S, HORMIFAV-S, MIREX ESPACIAL, DELENTE MIREX en Argentina[40]; ATTA-KILL en Colombia; P-MIREX en Perú[41]; MART DRIM 0.3 GB en Honduras; y AGRI-MEX-S en Uruguay.[42] En México, la marca registrada por FMC es sulfluramida para uso exclusivo en plantas formuladoras de plaguicidas.[43] Hay otras marcas de sulfluramida para uso en jardinería en la región.

Algunas marcas comerciales de sulfluramida contra hormigas cortadoras domésticas y de jardín que hemos podido detectar son: en Brasil, MIREX-SD, GrãoVerde (mezcla con fipronil) y ATRATEX, FORMIFIRE-S[44]; en Argentina se encuentran MIX HOR-TAL, MANCHESTER CEBO MIREX, MIREX GEL, FLUMIREX SH, SULFA MIREX, HORMIFAV, MAMBORETA MIREX S, MIREX SUL GREHSA, DELENTE MIREX, EL BUITRE MATA, según fuente gubernamental.[45] En México la SULFLURAMIDA está registrado por Full Finishing como insecticida de uso doméstico para el control de termitas y permitida solo para exportación.[46] En Colombia, encontramos BELL Gel cucarachicida.[47]

La mayor parte de las importaciones de sulfluramida en América Latina se han realizado sin cumplir con la obligación de notificar al Secretariado del Convenio de Estocolmo, violando el Artículo 3 que establece la notificación de las sustancias enlistadas para su prohibición (anexo A) o restricción (Anexo B), como es el caso de PFOS.[48]

La mayoría de los países importadores de sulfluramida no solo violan el Artículo 3 del Convenio por no reportar al Secretariado del Convenio de Estocolmo en los usos agrícolas, sino también porque permiten que se venda para usos en jardinería, lo que no está permitido por este acuerdo internacional que han suscrito. Y el principal país que exporta, Brasil, aunque ha registrado su uso agrícola ante el Convenio, permite su uso en jardinería violando también el Convenio. Tanto en países importadores como exportadores se vende la sulfluramida sin ninguna restricción.

ALTERNATIVAS AL USO DE LA SULFLURAMIDA

Las hormigas cortadoras de los géneros *Atta* y *Acromyrmex* se encuentran entre los insectos que más daño pueden provocar en los cultivos, frutales, pastizales y plantaciones forestales. Son conocidas en nuestra región por los agricultores como hormigas arrieras, zompopas, cepe, hormiga minera, bibijagua, hormigas limón, hormigas cabeza de vidrio, entre otros nombres.

A pesar del daño que provocan es necesario entender el importante papel que juegan las hormigas cortadoras

Marcas comerciales de sulfluramida en Costa Rica y Ecuador. *Fotos: Fernando Ramírez y Angel Llerena, 2019*

Marcas comerciales de sulfluramida para jardín en Porto Alegre, Brasil y Uruguay (proveniente de Argentina). *Fotos: Leonardo Melgarejo y María Cárcamo, 2019*

por los servicios que prestan a los ecosistemas: garantizan el flujo de nutrientes y energía, al llevar la materia orgánica de los nidos de un lugar a otro enriquecen de este modo el suelo[49], lo que es importante en la protección de este último; también favorecen el drenaje y la penetración de las raíces por la remoción profunda del suelo al construir sus nidos que forman una red de extensas galerías. Estos efectos benéficos deben ser considerados en el momento de decidir las prácticas para su manejo en el contexto de la agricultura sostenible, como reconoce el informe de Naciones Unidas.[50]

Las hormigas cortadoras son insectos con un alto grado de organización social que viven en colonias, cultivan un hongo que sirve de alimento a las larvas y a la reina, las obreras se dedican al forrajeo, sus nidos tienen una estructura compleja y en estos se realizan actividades de limpieza e higienización; por estas características su control es más difícil.[51]

Para el manejo de las hormigas cortadoras hay que tener en cuenta que estas viven en una comunidad simbiótica formada por tres organismos que viven en cooperación: las hormigas, el hongo que les sirve de alimento, (ve de alimento, *cocoprinus gongylophorus*) y el hongo que les sirve de protección (*Pseudonocardia* sp); este último crece sobre la cutícula de todas las hormigas que forman parte de la colonia y las protege de bacterias y hongos entomo-

patógenos, y protege a *L. gongylophorus* ante posibles micoparásitos.[52] Esta comunidad simbiótica hace difícil el control. Un programa de manejo agroecológico debe basarse en el conocimiento de las relaciones que se establecen entre estos tres organismos, y hasta ahora esas relaciones han sido poco estudiadas.

Al revisar la literatura que trata sobre las posibles alternativas al uso de sulfluramida se aprecia, en un gran número de estas, el estrecho enfoque de una solución única, donde se busca la sustitución de un producto (sulfluramida) por otro producto con características similares (excepto aquellas que lo hacen un plaguicida altamente peligroso); con ese enfoque es muy difícil encontrar una solución. Hay que cambiar de enfoque. Es necesario documentar en mayor medida las evidencias del resultado de la aplicación de programas de manejo agroecológico de plagas, que consideren el efecto sobre las poblaciones de hormigas de la integración de múltiples prácticas y métodos. Esto incluye, por ejemplo, el rediseño de los extensos monocultivos de plantaciones de árboles, que son la causa primaria de las explosiones de plagas de hormigas cortadoras.

Entre las posibles alternativas al uso de sulfluramida está el control biológico aplicado. Hasta el momento lo más prometedor es la utilización de entomopatógenos para el control de las hormigas y el antagonista *Trichoderma* contra el hongo que estas cultivan (*L. gongylophorus*).[53] Entre los entomopatógenos más utilizados están *Beauveria bassiana* (ver foto) y *Metarhizium anisopliae*.[54] Como ejemplo, desde mediados de los años 2000 el Ministerio de Agricultura[55] de Cuba registró el producto Bibisav para el control de *Atta* y *Acromyrmex* en diversos cultivos[56]; este se produce en los Centros de Reproducción de Entomófagos y Entomopatógenos.[57] En Argentina también fue registrado un cebo que tiene como base a *B. bassiana*; este cebo sustituye al fipronil que fue prohibido en el país en 2018 por su clasificación como plaguicida altamente peligroso.

En Brasil se han utilizado en programas de manejo integrado, los hongos *B. bassiana*, *M. anisopliae* y *Paecilomyces farinosus*, la bacteria *Bacillus thuringiensis*, los nemátodos *Steinernema* y *Heterorhabditis* que están asociados a las bacterias simbiontes *Xenorhabdus* y *Photorhabdus* (Zanetti et al. 2014), entre otras medidas.[58]

En México también hay insecticidas microbianos registrados, producidos con *B. bassiana* mezclado con extracto de *Sophora* sp. y *Ricinus* sp. para cebo en pellets como insecticida microbiano. También está registrada la marca Biodie, producto elaborado con Argemonina, Berberina, Ricinina y α-Terthienil; y *Metarhizium anisopliae* como insecticida microbiano para infectar a hormigas forrajeras y para contaminar al nido siempre y cuando se infecte a través del alimento o de los mismos insectos, con varias marcas como Spectrum Meta, entre otras.[59]

Hormiga del género* Atta*, Brasil

***Hormiga (*Atta insularis*) muerta por el hongo* Beauveria bassiana.** *Foto: Anabel Ibarra Mederos, Grupo Manejo Biológico de Plagas, Universidad Agraria de La Habana, 2018*

En Latinoamérica y el Caribe están disponibles las tecnologías para la producción de dichos agentes de control biológico y extractos vegetales, que van desde la producción artesanal a la industrial; Brasil es el país donde más se ha avanzado. Hoy existe suficiente evidencia científica del potencial de control de hormigas cortadoras con estos entomopatógenos, lo que se necesita es continuar las investigaciones sobre su integración con otros métodos de manejo: señalización de las poblaciones de hormigas (monitoreo) y de sus enemigos naturales; control cultural (por ejemplo, franjas de monocultivos de árboles intercaladas con franjas de bosque nativo); siembra de plantas repelentes como la *Canavalia* spp. y el Vetiver; y la aplicación de extractos botánicos como el obtenido de *Tephrosia*, empleado en la producción del producto comercial brasileño Bioisca.

Bioisca se elabora con saponinas y flavonoides extraídos de la leguminosa *Tephrosia candida*; fue registrado por el Ministerio de Agricultura en Brasil en 2014 para el control de especies de hormigas del género *Atta*; su uso está recomendado para agricultura orgánica, y también en cultivos convencionales tanto en pequeña escala como a escala comercial. Este producto fue registrado por una cooperativa de cafeticultores en Francia,

Estado de Sao Paulo, dicha cooperativa tiene los derechos sobre la patente de la fórmula; se vende actualmente en 11 estados de Brasil y se exporta a 16 países.[60, 61]

Hay que considerar también la experiencia de los productores y comunidades que practican la agricultura y ganadería orgánica, y el manejo sustentable de los bosques, en los usos donde se argumenta que no hay alternativas al uso de la sulfluramida en la región.

RECOMENDACIONES

A los gobiernos nacionales

- Revocar los permisos de uso de sulfluramida en jardinería y para cultivos agrícolas, al mismo tiempo que se apoyan estrategias e insumos de control para el manejo agroecológico.
- Establecer un estricto control de la venta de sulfluramida, mientras se decretan fechas límites para su uso en plantaciones industriales de árboles y otros cultivos agrícolas, así como abrir una discusión pública sobre la sustentabilidad de estos sistemas agrícolas de monocultivos a gran escala, tomando en cuenta, los costos ambientales y sociales que provoca, incluyendo la contaminación de agua y suelo por el uso de este hormiguicida y otros agrotóxicos.
- Informar al público sobre los efectos en la salud y ambiente asociados al uso de la sulfluramida y otros plaguicidas altamente peligrosos.
- Desarrollar programas gubernamentales de apoyo a formas de manejo agroecológico de hormigas cortadoras con la participación no solo de expertos agroecólogos sino de las propias organizaciones de productores, especialmente los que están practicando estrategias de transición hacia la agricultura orgánica y ganadería sustentable, y el emergente sector de las empresas especializadas en bioplaguicidas para encontrar las mejores alternativas.
- Mejorar la coordinación interinstitucional en la gestión y registro de plaguicidas para lograr una mayor protección a la salud y el ambiente y transitar a plaguicidas de menor peligrosidad.

A la Conferencia de las Partes del Convenio de Estocolmo

- Mencionar explícitamente a la sulfluramida en el Anexo B sobre PFOS y cambiar de "usos aceptables" a "exenciones específicas" para el control de hormigas cortadoras de los géneros *Atta* y *Acromyrmex*, con la finalidad de tener fechas límites para su aplicación agrícola a nivel mundial. Las exenciones deben ser limitadas estrechamente a usos agrícolas específicos.

REFERENCIAS

[1] UNEP/POPS/POPRC.12/INF/15/Rev.1 punto 244 página 42.
[2] Boletín del Ministerio de Agricultura y Relaciones exteriores, en https://agrochemical.chemlinked.com/news/china-proposes-ban-domestic-use-4-highly-toxic-pesticides consultado 26 Feb 2019.
[3] UNEP (2006) Risk profile on perfluorooctane sulfonate. Stockholm Convention POPs Review Committee. UNEP/POPS/POPRC.2/17/Add.5
[4] Se calcula que el 10% de la sulfluramida se degrada en PFOS, citado en UNEP/POPS/POPRC.12/INF15/Rev.1 punto 213, página 37.
[5] Ibíd 3.
[6] Ibíd 3.
[7] Ibíd 3.
[8] Ghisi R, Vamerali T, Manzetti S (2019) Accumulation of perfluorinated alkyl substances (PFAS) in agricultural plants: A review. *Environ Res* 169:326-341. DOI: https://dx.doi.org/ 10.1016/j.envres.2018.10.023.
[9] Ibíd 3.
[10] Ibíd 3.
[11] Gilljam JL, Leonel J, Cousins IT, Benskin JP (2016) Is Ongoing Sulfluramid Use in South America a Significant Source of Perfluorooctanesulfonate (PFOS)? Production Inventories, Environmental Fate, and Local Occurrence. *Environ. Sci Technol* 50 (2): 653–659. DOI: https://dx.doi.org/10.1021/ acs.est.5b04544.
[12] Nian M, Li QQ, Bloom M, Qian ZM, Syberg KM, Vaughn MG, Wang SQ, Wei Q, Zeeshan M, Gurram N, Chu C, Wang J, Tian YP, Hu LW, Liu KK, Yang BY, Liu RQ, Feng D, Zeng XW, Dong GH (2019) Liver function biomarkers disorder is associated with exposure to perfluoroalkyl acids in adults: Isomers of C8 Health Project in China. *Environ Res* 172: 81-88. DOI: https://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2019.02.013.
[13] Liu W, Qin H, Pan Y, Luo F, Zhang Z (2019) Low concentrations of perfluorooctane sulfonate repress osteogenic and enhance adipogenic differentiation of human mesenchymal stem cells. *Toxicol Appl Pharmacol* 367:82-91. DOI: https://dx.doi.org/10.1016/j.taap.2019.02.001.
[14] Wang Y, Wang L, Chang W, Zhang Y, Zhang Y, Liu W (2019) Neurotoxic effects of perfluoroalkyl acids: Neurobehavioral deficit and its molecular mechanism. *Toxicol Lett* 305: 65-72. DOI: https://dx.doi.org/10.1016/j.toxlet.2019.01.012.
[15] Lenters V, Iszatt N, Forns J, Cechova E, Kocan A, Legler J, Leonards P, Stigum H, Eggesbo M (2019) Early-life exposure to persistent organic pollutants (OCPs, PBDEs, PCBs, PFASs) and attention-deficit/hyperactivity disorder: A multi-pollutant analysis of a Norwegian birth cohort. *Environ Int* 125: 33-42 DOI: https://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2019.01.020.
[16] Wang H, Du H, Yang J, Jiang H, O K, Xu L, Liu S, Yi J, Qian X, Chen Y, Jiang Q, He G (2019) PFOS, PFOA, estrogen homeostasis, and birth size in Chinese infants. *Chemosphere* 221: 349-355. DOI: https://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.01.061.
[17] Tian YP, Zeng XW, Bloom MS, Lin S, Wang SQ, Yim SHL, Yang M, Chu C, Gurram N, Hu LW, Liu KK, Yang BY, Feng D, Liu RQ, Nian M, Dong GH (2019) Isomers of perfluoroalkyl substances and overweight status among Chinese by sex status: Isomers of C8 Health Project in China. *Environ Int* 124: 130-138. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.01.006.
[18] Wang J, Zeng XW, Bloom MS, Qian Z, Hinyard LJ, Belue R, Lin S, Wang SQ, Tian YP, Yang M, Chu C, Gurram N, Hu LW, Liu KK, Yang BY, Feng D, Liu RQ, Dong GH (2019) Renal function and isomers of perfluorooctanoate (PFOA) and perfluorooctanesulfonate (PFOS): Isomers of C8 Health Project in China. *Chemosphere* 218: 1042-1049. DOI: https://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.11.191.
[19] Etzel TM, Braun JM, Buckley JP (2018) Associations of serum perfluoroalkyl substance and vitamin D biomarker concentrations in NHANES, 2003-2010. *Int J Hyg Environ Health*: 1438-4639. DOI: https://dx.doi.org/10.1016/j.ijheh.2018.11.003.
[20] DeWitt JC, Blossom SJ, Schaider LA (2019) Exposure to per-fluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances leads to immunotoxicity: epidemiological and toxicological evidence. *J Expo Sci Environ Epidemiol* 29: 148-156. DOI: https://dx.doi.org/10.1038/s41370-018-0097-y
[21] Averina M, Brox J, Huber S, Furberg AS, Sorensen M (2019) Serum perfluoroalkyl substances (PFAS) and risk of asthma and various allergies in adolescents. The Tromsø study Fit Futures in Northern Norway. *Environ Res* 169: 114-121. DOI: https://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2018.11.005
[22] Blake BE, Pinney SM, Hines EP, Fenton SE, Ferguson KK (2018) Associations between longitudinal serum perfluoroalkyl substance (PFAS) levels and measures of thyroid hormone, kidney function, and body mass index in the Fernald Community Cohort. *Environ Pollut* 242: 894-904. DOI: https://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2018.07.042.
[23] Jain RB, Ducatman A (2018) Associations between lipid/lipoprotein levels and perfluoroalkyl substances among US children aged 6-11 years. *Environ Pollut* 243: 1-8. DOI: https://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2018.08.060
[24] Nascimento RA, Nunoo DBO, Bizkarguenaga E, Schultes L, Zabaleta I, Benskin JP, Spano S, Leonele J (2018) Sulfluramid use in Brazilian agriculture: A source of per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) to the environment. *Environ Sci Technol* 52(5): 2603–2611. DOI: https://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2018.07.122.
[25] Zabaleta I, Bizkarguenaga E, Nunoo DBO, Schultes L, Leonel J, Prieto A, Zuloaga O, Benskin JP (2018) Biodegradation and Uptake of the Pesticide Sulfluramid in a Soil–Carrot Mesocosm. *Environ Sci Technol* 52(5): 2603–2611. DOI: https://dx.doi.org/10.1021/acs.est.7b03876.

[26] UNEP/POPS/POPRC-14/3. Los expertos del Comité de Examen de los COPs que participaron de la evaluación de la sulfluramida son de Austria, Bielorrusia, Brasil, Canadá, China, Costa Rica, Dinamarca, Eswatini, Ghana, India, Indonesia, Irán, Jamaica, Japón, Kenia, Lesotho, Luxemburgo, Malí, Marruecos, Nepal, Países Bajos, Nueva Zelanda, Perú, Polonia, Surinam, Suiza, Togo, Túnez y Ucrania.
[27] UNEP/POPS/POPRC.14/6 punto g.
[28] Ver por ejemplo UNEP/POPS/POPRC.14/INF/8. P. 43 puntos 269 a 273.
[29] De Britto JS, Forti LC, Oliveira MA, Zanetti R, Wilcken CF, Zanuncio JC, Loeck AE, Caldato N, Nagamoto NS, Lemes PG, Camargo RS (2016) Use of alternatives to PFOS, its salts and PFOSF for the control of leaf-cutting ants *Atta* and *Acromyrmex*. *Int J Res Environ Stud* 3: 11-92.
[30] Ver http://www.abraisca.org.br/index.php/noticias/8-abraisca-defende-a-sulfluramida
[31] Gilljam *et al.* (2016) *op. cit.*
[32] Carloni, D., 2009. Perfluorooctane Sulfonate (PFOS) Production and Use: Past and Current Evidence, vol 56. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), China. China Regional Office, citado en Nascimento et al, 2018.
[33] Ver https://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf.
[34] Overbeek W, Kröger M, Gerber JF (2012) "Una panorámica de las plantaciones industriales de árboles en los países del Sur. Conflictos, tendencias y luchas de resistencia." *Informe de EJOLT* no 3: 104 p. https://wrm.org.uy/es/files/2013/01/EJOLT3_ESPs.pdf.
[35] FSC guidance document FSC pesticides policy: guidance on implementation FSC-gui-30-001 version 2-0 en May 5, 2007. https://us.fsc.org/preview.fsc-pesticide-policy-guidance-on-implementation.a-193.pdf.
[36] *Forestación: la incompatibilidad entre certificación y agrotóxicos* www.rapaluruguay.org/agrotoxicos/Uruguay/incompatibilidad_certificac_agrotox.html.
[37] UNEP/POPS/POPRC.12/INF/15/Rev.1.
[38] Ver en la página de ADAMA Brasil https://www.adama.com/documents/407112/422413/Fluramim%C2%AE+-+Bula consultada 28 Feb 2019.
[39] Ver página AGROFIT Sistema de Agrotóxicos Fitosanitarios MAPA http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons consultada 28 Febrero 2019.
[40] Ver página del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). Productos Inscriptos. Formulados Agosto 2018 http://www.senasa.gob.ar/informacion/prod-vet-fito-y-fertilizantes/prod-fitosanitarios-y-fertili/registro-nacional-de-terapeutica-vegetal consultada 4 marzo 2019.
[41] Comercializada por VIDAGRO http://www.vidagro.com.pe/A-Pmirex.html consultada 26 feb 2019
[42] Comercializada por Aritec ver ficha http://agritec.com.uy/wp-content/uploads/2014/03/MSDS-AGRIMEX-S.pdf consultada 28 feb 2019.
[43] Cofepris consulta de registros Sanitarios de Plaguicidas, Nutrientes Vegetales y LMR, http://siipris03.cofepris.gob.mx/Resoluciones/Consultas/ConWebRegPlaguicida.asp consulta 14 feb 2019.
[44] Ver ficha de la empresa INSETIMAX en http://www.insetimax.com.br/site/FICHAS/FICHA_TEC_FOMIFIRE_S.pdf, consultada 28 Feb 2019.
[45] Ver SENASA Productos Inscriptos. Línea Jsrdín Agosto 2018. http://www.senasa.gob.ar/informacion/prod-vet-fito-y-fertilizantes/prod-fitosanitarios-y-fertili/registro-nacional-de-terapeutica-vegetal consultada 4 marzo 2019.
[46] Comisión Federal de Protección contra Riesgos Sanitarios (Cofepris) consulta de registros Sanitarios de Plaguicidas, Nutrientes Vegetales y LMR, http://siipris03.cofepris.gob.mx/Resoluciones/Consultas/ConWebRegPlaguicida.asp consulta 14 feb 2019.
[47] BELL Gel Cucarachicida ficha técnica. Enero 2017.
[48] Solo Brasil y Vietnam se habían registrado a junio de 2016 según UNEP/POPS/POPRC.14/INF/8, y confirmado el 8 de marzo de 2019 en http://chm.pops.int/Implementation/Exemptions/AcceptablePurposes/AcceptablePurposesPFOSandPFOSF/tabid/794/Default.aspx.
[49] Della Lucia T, Gandra LC, Guedes RN (2014) Managing leaf-cutting ants: peculiarities, trends and challenges. *Pest Manag Sci* 70(1): 14-23. DOI: https://dx.doi.org/10.1002/ps.3660.
[50] UNEP (2016) Consolidated Guidance on alternatives to perfluoroctane sulfonic acid and its related chemicals. UNEP/POPS/POPRC.12/INF/15/Rev.1 p. 37.
[51] Della Lucia *et al.* (2014) *op. cit.*
[52] Boulogne I, Ozier-Lafontaine H, Loranger-Merciris G (2014) Leaf-Cutting Ants, Biology and Control E. In: Lichtfouse (ed), *Sustainable Agriculture Reviews*: Volume 13, Springer International Publishing, Switzerland. DOI: https//dx.doi.org/10.1007/978-3-319-00915-5-1.
[53] Della Lucia *et al.* (2014) *op. cit.* y Rocha SL, Evans HC, Jorge VL, Cardoso LAO, Pereira FST, Rocha FB, Barreto RW, Hart AG, Elliot SL (2017) Recognition of endophytic *Trichoderma* species by leaf-cutting ants and their potential in a Trojan-horse management strategy. *The Royal Society Publishing*: 1-14. DOI: https://dx.doi.org/10.5061/dryad.0164h .
[54] Pérez R, Trujillo Z (2002) Combate de *Acromyrmex octospinosus* (Reich) (Hymenoptera: Formicidae), con el cebo micoinsecticida BIBISAV-2. Fitosanidad 6:41–4 y Travaglini VR, Vieira AS, Arnosti A, Camargo SR, Stefanelli PLE, Forti LC, Camargo-Mathias MI (2018) Leaf-Cutter Ants and Microbial Control. Pp. 71-84, The Complex World of Ants. DOI: https://dx.doi.org/10.5772/intechopen.75134.
[55] MINAG (Ministerio de la Agricultura) (2016) *Lista Oficial de Plaguicidas Autorizados*. Registro Central de Plaguicidas de la República de Cuba. Ministerio de la Agricultura, La Habana.
[56] Pérez y Trujillo *op. cit.*
[57] Pérez-Consuegra N, Mirabal L, Jiménez LC (2018) The role of biological control in the sustainability of the Cuban agrifood system. *Elementa Science Anthropocene* 6: 79. DOI: https://dx.doi.org/10.1525/elementa.326.
[58] Ver una mayor descripción de alternativas en UNEP/POPS/POPRCC.12/INF/15/Rev.1 pp 39-40.
[59] Comunicado del Ing. Guillermo Cadena, Presidente de AMPFYDIOBE AC. 22 febrero 2019.
[60] UNEP (2016) AGROFIT Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimiento. http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons consulta 27 febrero 2019.
[61] Comunicación de Zuleica Nycz después de entrevista telefónica a un directivo de la cooperativa Bioisca, 27 febrero 2019. Según esta fuente la información contenida en UNEP/POPS/POPRC.12/INF/15/Rev.1 punto 227 p.40 es equivocada debido a que el formícida Cocapeque no fue comercializado, y el nuevo producto BIOISCA está con un registro vigente con las pruebas de eficiencia aprobadas para uso en agricultura orgánica y convencional.

AUTORES

Fernando Bejarano, María Carcamo, con la colaboración de la Dra Nilda Pérez profesora de la Universidad Agraria de La Habana, en la sección de alternativas, y contribuciones de Fernando Ramírez y Zuleica Nycz; bajo la supervisión del Dr. Joe Di Gangi, asesor científico de IPEN y observador del Comité de Examen de COP. Agradecemos los comentarios del Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales (WRM) al borrador, y en las fotos la colaboración de Ángel Llerena, Leonardo Melgarejo, Plácido Silva, Javier Souza, María Cárcamo, Fernando Ramírez, WRM y Zuleica Nycz.

Este documento fue producido con el apoyo de IPEN como herramienta educativa de la Campaña Objetivos del Desarrollo Sostenible Libre de Tóxicos. IPEN reconoce con gratitud el apoyo financiero a dicha campaña proporcionada por: el Programa de Pequeñas Donaciones del FMAM, y los gobiernos de Alemania, Suecia, Suiza y otros donantes. Las opiniones e interpretaciones expresadas en este documento no necesariamente deben considerarse como reflejo de la opinión oficial de ninguna de las instituciones que brindan apoyo financiero. La responsabilidad del contenido es totalmente de IPEN.

La Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas de América Latina (RAP-AL), es una red de organizaciones, instituciones, asociaciones e individuos que se oponen al uso masivo e indiscriminado de plaguicidas, planteando propuestas para reducir y eliminar su uso. Fomenta alternativas viables para el desarrollo de una agricultura, socialmente justa, ecológicamente sustentable y económicamente viable, que permita alcanzar la soberanía alimentaria de los pueblos. Asimismo objeta los cultivos transgénicos porque atentan contra la salud y la diversidad biológica. RAP-AL es el centro regional para América Latina y el Caribe de Pesticide Action Network (PAN). https://rap-al.org/

IPEN es una red de organizaciones no gubernamentales que trabajan en más de 100 países para reducir y eliminar el daño a la salud humana, y el medio ambiente a partir de productos químicos tóxicos. https://www.ipen.org/

www.ipen.org • @ToxicsFree