



Proyecto Alternativas para la reducción y eliminación del uso de los "Plaguicidas Altamente Peligrosos"

Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET)
Enfoque Estratégico para el Manejo de Sustancias Químicas (SAICM)
Pesticide Action Network. Reino Unido (PAN-UK)

FOLLETO INFORMATIVO



Folleto informativo

Proyecto Alternativas para la reducción y eliminación del uso de los Plaguicidas Altamente Peligrosos

Autores

Fernando Ramírez Muñoz*

Silvia Luna Meneses*

Martha Orozco Aceves*

Stephanie Williamson**

Área Diagnóstico del IRET-UNA*

PAN-UK **

668.65

P969p

Proyecto alternativas para la reducción y eliminación del uso de los "plaguicidas altamente peligrosos": folleto informativo / Fernando Ramírez Muñoz ... [el al]. -- Primera edición. -- [Heredia, Costa Rica] : Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas, [2016]. 28 páginas : ilustraciones a color ; 21 cm . -- (Informes técnicos IRET ; 35)

ISBN 978-9968-924-34-4

1. PLAGUICIDAS 2. TOXICIDAD 3. ASPECTOS AMBIENTALES 4. SALUD 5. COSTA RICA I. Ramírez Muñoz, Fernando, 1961-





Contenido

Presentación	1
¿Qué encontrará en este documento?	1
¿Cómo puede aprovechar la información que a continuación se presenta?	1
Proyecto Alternativas para la reducción y eliminación del uso de los Plaguicidas Altamente Peligrosos	2
Consideraciones generales	2
¿Qué son los plaguicidas y cómo actúan?	2
¿Qué es un ingrediente activo?	2
¿Cómo se nombran los plaguicidas?	2
¿Cómo se clasifican los plaguicidas?	2
Según su acción biocida	2
Según su modo de acción	3
Según su estrategia de uso	3
Según el grupo químico del principio activo	3
Según su toxicidad aguda (OMS)	3
Antecedentes de los plaguicidas altamente peligrosos	3
Los plaguicidas altamente peligrosos	5
Características de los plaguicidas altamente peligrosos ¿Qué son los plaguicidas altamente peligrosos?	5
Toxicidad aguda alta	5
Toxicidad crónica	6
Incluidos en convenios ambientales internacionales:	8
Efectos en la salud humana: Causar la muerte si se inhala, por su alta toxicidad	9
Alteración hormonal o perturbación endocrina	9
Toxicidad alta en abejas	9
Persistencia en agua, suelo y sedimentos	10
Muy tóxico en organismos acuáticos	10
Alta bio acumulación	11
Problemática socioeconómica asociada	11
Efectos de los PAP en los grupos más vulnerables	11
¿Por qué no es suficiente leer las etiquetas y usar ropa protectora para garantizar un uso seguro de los plaguicidas altamente peligrosos?	12
La prohibición gradual y creciente de los plaguicidas altamente peligrosos: una demanda mundial	13
Plan Nacional de Eliminación de Plaguicidas Altamente Peligrosos	13
¿Qué alternativas hay ante el uso de plaguicidas altamente peligrosos?	14

Proyecto alternativas para la reducción y eliminación del uso de los “plaguicidas altamente peligrosos” . . .	14
Objetivo del proyecto plaguicidas altamente peligrosos	14
Objetivos específicos	14
Beneficiarios del proyecto.	15
Uso de PAP en Costa Rica	15
Ensayo: Alternativas al uso de plaguicidas altamente peligrosos para control de roya en café	16
Ensayo: Alternativas agroecológicas al Etoprofos para el control de nematodos en piña convencional.	18
En resumen	18
Referencias bibliográficas	20
Anexo lista pan plaguicidas altamente peligrosos, Costa Rica	21

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Clasificación toxicidad aguda, OMS.	6
Cuadro 2. Clasificación de la persistencia en el suelo.	10
Cuadro 3. Clasificación de persistencia en suelo y sedimento	10
Cuadro 4. Clasificación de la bioacumulación en organismos acuáticos.	11
Cuadro 5. Ingredientes activos reportados en diagnóstico de uso de agroquímicos en café, 2015.	15
Cuadro 6. Ingredientes activos reportados en diagnóstico de uso de agroquímicos en piña, 2015.	16
Cuadro 7. Ejemplos de algunos plaguicidas altamente peligrosos actualmente utilizados en el país.	17

Presentación

¿Qué encontrará en este documento?

En este documento usted encontrará información acerca de los plaguicidas altamente peligrosos, que incluye antecedentes, criterios que debe cumplir una sustancia para ser considerada altamente peligrosa, implicaciones asociadas a su uso y problemática socioeconómica; entre otras. A su vez se presenta un resumen del Proyecto “Alternativas para la Reducción y Eliminación del Uso de los Plaguicidas Altamente Peligrosos”, desarrollado actualmente por el IRET y financiado por el Fondo de Inicio Rápido de Proyectos del “Enfoque Estratégico en el Manejo de Sustancias Químicas” de la Organización de las Naciones Unidas. Este resumen proporciona información del proyecto y presenta algunos resultados preliminares alcanzados hasta el momento, los cuales reflejan panoramas generales de la situación actual del país con respecto a estos productos.

¿Cómo puede aprovechar la información que a continuación se presenta?

La información presentada a continuación le permitirá aprender a identificar cuáles son los plaguicidas altamente peligrosos; así como conocer los riesgos asociados al uso de estas sustancias, de forma que pueda entender por qué no es posible alcanzar un uso seguro de estos productos, razón por la cual es necesaria la adopción de prácticas agrícolas alternativas que no atenten contra la salud pública y ambiental.

Además, conocer la situación actual del país con respecto a la importación y uso de estas sustancias, le permitirá alcanzar una mejor perspectiva de por qué es necesario ejercer presión sobre los tomadores de decisiones, para que estos creen políticas que eviten que sigan ingresando al país este tipo de sustancias y para que promuevan sistemas de producción agrícola más sostenibles y más acordes con la política nacional de ser un país verde, ecológico y empeñado en alcanzar la carbono neutralidad.



Proyecto alternativas para la reducción y eliminación del uso de los plaguicidas altamente peligrosos

Consideraciones generales

¿Qué son los plaguicidas y cómo actúan?

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2010), un plaguicida es cualquier sustancia o mezcla de sustancias, de carácter orgánico o inorgánico, destinado a combatir insectos, ácaros, roedores y otras especies indeseables de plantas y animales, que interfieren de cualquier forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, productos agrícolas, maderas y productos de la madera o alimentos para animales; también aquellos que pueden administrarse a los animales para combatir insectos, arácnidos u otras plagas en o sobre sus cuerpos.

Las formulaciones de plaguicidas están compuestas por un principio o ingrediente activo más sustancias coadyuvantes, transportadoras, diluyentes o aditivos que modifican las propiedades del líquido, otorgándoles otras características como absorción, retención y adhesión, sustancias reguladoras de crecimiento, defoliantes, desecantes, agentes para reducir la densidad de la fruta y su caída prematura, sustancias aplicadas a los cultivos antes o después de la cosecha para proteger el producto contra el deterioro durante el almacenamiento y transporte (Benítez 2012). Es de suma importancia tomar en cuenta las propiedades de estas sustancias y sus posibles consecuencias y efectos

adversos, que aunque muchas veces no se consideran, pueden exceder el de los ingredientes activos (RAPAL sf).

¿Qué es un ingrediente activo?

Es la parte biológicamente activa del plaguicida dentro de una formulación. Los ingredientes activos son los químicos que matan, controlan o repelen las plagas. Por ejemplo, el ingrediente activo en un herbicida puede ser el glifosato o el glufosinato de amonio, siendo los ingredientes que matan las malas hierbas. Una formulación puede contener uno o más ingredientes activos.

¿Cómo se nombran los plaguicidas?

Los plaguicidas pueden ser nombrados de tres formas diferentes, por su nombre comercial, por el nombre común del ingrediente activo o por el nombre químico del ingrediente ac-

tivo. Los nombres comerciales son los nombres que los fabricantes le dan al producto formulado; el nombre común es el nombre de los o el ingrediente activo del plaguicida; y el nombre químico es el nombre usado para describir la estructura química del ingrediente activo.

¿Cómo se clasifican los plaguicidas?

Existe una amplia gama de clasificaciones para estas sustancias, sin embargo a continuación se mencionan las más utilizadas.

Según su acción biocida

Se entiende por biocida a las sustancias activas y preparados que contengan una o más sustancias activas, (sintéticas o de origen natural) destinados a destruir, contrarrestar, neutralizar, impedir la acción, o ejercer un control de otro tipo de organismo. Algunos ejemplos de acción biocida son:

- Insecticidas
- Acaricidas
- Fungicidas
- Bactericidas
- Herbicidas
- Rodenticidas
- Nematicidas
- Ovicidas
- Molusquicidas
- Antibióticos
- Avicidas



Los plaguicidas son sustancias químicas tóxicas usadas para el control de plagas.

Según su modo de acción

El modo de acción se refiere a la forma en la que controlan las plagas o enfermedades.

- **De contacto:** este tipo de plaguicida actúa por contacto directo con la plaga o agente causal de la enfermedad.
- **Sistémicos:** actúan mediante movimiento a través de las plantas tratadas, las cuales son alimentos de las plagas o agentes causantes de enfermedades.
- **Translaminares:** ingresan levemente en la superficie del organismo.

Según su estrategia de uso

- **Preventivos:** estos ejercen su acción específicamente en el lugar donde son aplicados y actúan previniendo la acción de la plaga o enfermedad.
- **Curativos:** aquellos que destruyen o detienen la acción de patógenos o insectos establecidos en el cultivo.
- **Erradicantes:** productos que destruyen o detienen la infestación de patógenos o insectos en el suelo o la superficie de la planta.
- **Preemergentes:** herbicidas que se aplican antes de la siembra

del cultivo para prevenir emergencia de malezas.

- **Postemergentes:** herbicidas que se aplican cuando la maleza ya ha emergido.
- **Selectivos:** plaguicidas que seleccionan la plaga que controlan.

Según el grupo químico del principio activo

Los ingredientes activos de los plaguicidas se pueden agrupar de acuerdo a su origen, como inorgánicos, orgánicos y biológicos. Los primeros son aquellos que no contienen carbono en su estructura química y generalmente provienen de minerales extraídos de la tierra.

Los compuestos orgánicos contienen carbono en su estructura, la mayoría de ellos son sintetizados o fabricados a partir de compuestos químicos derivados del petróleo, otros son derivados de plantas. Estos se pueden clasificar según la familia química a la que pertenecan, algunas de ellas son:

- Compuestos organofosforados
- Compuestos carbamatos
- Compuestos organoclorados
- Piretroides
- Triazoles
- Bipiridilos
- Triazinas
- Tiocarbamatos

- Derivados del ácido fenoxiacético
- Derivados de la cumarina
- Derivados del cloronitrofenol
- Compuestos organomercuriales; entre otros
- Neonicotinoides

Los plaguicidas biológicos contienen organismos, microorganismos o sustancias producidas por estos. Una característica sumamente positiva de este tipo de producto es que generalmente son tóxicos únicamente para un pequeño espectro de organismos vivos. Ejemplos de estos son:

- *Bacillus thuringiensis*
- *Trichoderma*
- *Lecanicillium*
- Ácaros depredadores
- Avispas parasitoides

Según su toxicidad aguda (OMS)

La Organización Mundial de la Salud (2010), ha recomendado una clasificación de plaguicidas según el grado de peligrosidad, entendiendo ésta como su capacidad de producir daño agudo a la salud cuando se dan una o múltiples exposiciones en un tiempo relativamente corto. Esta clasificación permite determinar el riesgo agudo, pero no crónico, que podría presentar para los seres humanos y de esta forma establecer precauciones para el uso de estos productos.

Antecedentes de los plaguicidas altamente peligrosos

La siguiente es una breve reseña de los plaguicidas altamente peligrosos, tomada de la Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina (RAPAL) (PAN 2015).

Durante décadas, la distribución y el uso de plaguicidas altamente peligrosos ha sido un tema de preocupación. La Red de Acción de Plaguicidas



(PAN) ha sido uno de los impulsores clave entre las organizaciones no gubernamentales (ONG) para la mejora de las políticas de protección de plaguicidas y cultivos hacia un sistema de gestión de plagas seguro, socialmente justo, ambientalmente sostenible y económicamente viable.

En 1985, el Código Internacional de Conducta para Gestión de Plaguicidas (Código de Conducta) fue adoptado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), para responder a la creciente evidencia de los riesgos y daños asociados al uso de plaguicidas. La primera versión del mismo, ya cuestionaba indirectamente la eficacia del concepto “uso seguro de plaguicidas” como un enfoque global a la solución de la problemática involucrada.

En 2006 FAO crea SAICM o Enfoque Estratégico para la Gestión de Productos Químicos, por sus siglas en inglés, a causa de una sugerencia de PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), e inició los esfuerzos por promocionar las buenas prácticas agrícolas, reducción del riesgo derivado de los Plaguicidas Altamente Peligrosos (PAP), así como la prohibición progresiva de los mismos.

En 2007, se dio una reunión que incluyó a FAO y OMS sobre la Gestión de Plaguicidas. Esta reunión giró en torno a la reflexión “hacer frente a los plaguicidas altamente tóxicos”, basada en el documento de información proporcionado al Comité de Agricultura de la FAO sobre la reducción del riesgo de plaguicidas. Esta reunión sentó las bases para esbozar los criterios iniciales para identificar los PAP.

La lista de criterios acordados por la reunión tenía algunas omisiones

importantes, como características de alteración endocrina, propiedades ecotoxicológicas, o toxicidad por inhalación.

Debido a estas omisiones, en 2009 PAN Internacional publicó la primera versión de la lista PAP, después de desarrollar independientemente una definición de los PAP con un conjunto más amplio de criterios de riesgo, utilizado por reconocidas autoridades, como la Unión Europea (UE) y la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), para elaborar una lista de ingredientes activos de PAP con base en estos criterios seleccionados.

En 2013, se actualizó el Código de Conducta, para contener un anexo con los criterios de los PAP. Sin embargo, se decidió elaborar un documento de orientación separado titulado “Directrices sobre los plaguicidas altamente peligrosos”. El propósito de este documento es proporcionar un marco, así como los métodos prácticos para la identificación de los PAP, junto con métodos para su control. La nueva definición incluida en el nuevo Código de Conducta es “Los plaguicidas reconocidos por presentar en particular altos niveles de riesgos agudos o crónicos para la salud o el medio ambiente; de acuerdo a los sistemas de clasificación aceptados internacionalmente como la OMS o Global Harmony System (GHS) o su lista en los acuerdos internacionales vinculantes, pertinentes o convenciones. Además, los plaguicidas





que parecen causar daño grave o irreversible para la salud o el medio ambiente bajo condiciones de uso en un país, pueden ser considerados y tratados como altamente peligrosos”.

La lista PAP de PAN internacional proporciona una base de acción para implementar la progresiva prohibición de los plaguicidas altamente peligrosos y reemplazarlos con alternativas no químicas, más seguras y agroecológicas. PAN desea alentar a las personas, instituciones, organizaciones y empresas a desarrollar un plan de acción con prioridades, plazos y medidas concretas. Esta participación activa de las partes interesadas es especialmente importante, ya que actualmente no existe ningún instrumento legal disponible para lograr una prohibición progresiva mundial de manera estructurada y dirigida.

Esta lista proporciona una base para todos los países, que refleja los plaguicidas que deben ser progresivamente prohibidos. Todos los grupos de interés pueden utilizarla como una herramienta de decisión para sus políticas, para reducir los peligros y riesgos asociados al uso de plaguicidas.



La lista de PAP proporciona una base de acción para su progresiva prohibición.

¿Qué son los PAP?

Características de los PAP

Según FAO (2002), en el Código de Conducta la definición del término “peligro” hace referencia a “La propiedad

intrínseca de una sustancia, agente o situación que tiene potencial de causar consecuencias indeseables (por ejemplo, propiedades que pueden causar efectos adversos o daños a la salud, el medio ambiente o la propiedad)”. PAN (2015), en conjunto con expertos de OMS y FAO, han establecido los siguientes criterios que debe cumplir un plaguicida para ser considerado como altamente peligroso:

Toxicidad aguda alta

La clasificación de toxicidad aguda propuesta por OMS se basa en la dosis letal media (DL₅₀) aguda, por vía oral o dérmica en ratas, como se puede observar en el cuadro 1. La DL₅₀ es la cantidad de una sustancia que es necesario ingerir de una sola vez para producir la muerte del 50 por ciento de los animales en ensayo. Esta dosis se expresa generalmente en miligramos de ingrediente activo de plaguicida (puede ser sólido o líquido) por kilogramo de peso del animal de prueba (mg/kg). La DL₅₀ en el caso de los plaguicidas, debe determinarse para las diferentes rutas de exposición y en diferentes especies de animales.

6

Cuadro 1.
Clasificación toxicidad aguda, OMS de acuerdo a la DL50 en mg/kg

Clase	Oral		Dérmica	
	Sólidos	Líquidos	Sólidos	Líquidos
Ia Extremadamente peligroso	<5	<20	<10	<40
Ib Altamente peligroso	5-50	20-200	10-100	40-400
II Moderadamente peligroso	50-500	200-2000	100-1000	400-4000
III Ligeramente peligroso	>500	>2000	>1000	>4000

Fuente: OMS, 2010.

Normalmente la DL₅₀ se expresa por vía oral y para ratas (OMS 2010).

Los plaguicidas que sean catalogados como tipo Ia o Ib, o sea que puedan presentar efectos o síntomas graves de intoxicación a las pocas horas de trabajar con ellos si entran al organismo (por la piel, los ojos, si son ingeridos) e incluso causar la muerte, serán considerados como PAP. Actualmente en Costa Rica se encuentran autorizados 21 plaguicidas conocidos por ser extremadamente o altamente peligrosos, dentro la clasificación emitida por la OMS. Cada uno de estos ingredientes activos tienen numerosos nombres comerciales y son vendidos por diversas empresas en el país, algunos ejemplos de estos ingredientes activos son etoprofos y oxamil.

Según Castillo *et al.* (1999), la acción tóxica de un plaguicida se refiere al mecanismo de acción a través del cual la sustancia produce el efecto adverso y las manifestaciones clíni-

cas en el ser humano. Los síntomas por una intoxicación de tipo aguda podrían manifestarse después de una exposición accidental o a continuación de actividades normales de aplicación, si no se tomaron las medidas correctas de protección. Los síntomas de intoxicación ligera con plaguicidas incluyen: dolor de cabeza, fatiga, irritación de la piel, pérdida de apetito, mareos, debilidad muscular, nerviosismo, náuseas, sudoración, diarrea, irritación de ojos, insomnio, decaimiento, irritación de nariz y garganta, dolores articulares y cambios de estado de ánimo. A medida que aumenta el grado de intoxicación, la

severidad de los síntomas ascenderá a un nivel mayor.

Los síntomas de las intoxicaciones de tipo moderada incluyen náusea, temblores, descoordinación muscular, excesiva salivación, visión nublada, vómitos, dificultades para respirar, contracciones abdominales, sensación de compresión en pecho o garganta, diarrea, confusión mental, abundante sudoración, debilidad profunda, pulso lento, tos persistente, palidez y pigmentación amarilla de la piel o ictericia. En casos de intoxicaciones severas los síntomas se presentan con mayor gravedad, se incluyen paro respiratorio, convulsiones, inconsciencia, vómitos, pérdida de reflejos, encrespamiento muscular incontrolado, pupilas puntiformes, secreción severa por el conducto respiratorio, fiebre, sed, incremento de frecuencia respiratoria y disminución de frecuencia cardíaca (Castillo *et al.* 1999).

Toxicidad crónica

La exposición continua a plaguicidas puede provocar la aparición de efectos crónicos o a largo plazo en la salud humana, los cuales se desarrollan lentamente, generalmente como consecuencia de estar expuestos de manera repetida, por un tiempo pro-



longado (meses o años) y a bajas dosis. Por lo general es mucho más difícil demostrar los efectos crónicos en la salud que demostrar los efectos tóxicos agudos, pero cuando existe un caudal de evidencias que vinculan a un plaguicida con alguno de los siguientes efectos crónicos, ese plaguicida también se considera como un PAP.

- **Cancerígeno en humanos:** según la Agencia Internacional de Estudios sobre Cáncer (IARC), EPA y GHS, perteneciente a la UE, son aquellos plaguicidas que se conocen o presumen pueden provocar cáncer en distintos órganos y tejidos del cuerpo.

Algunos plaguicidas han sido vinculados, ya sea mediante evidencia de laboratorio o por estudios epidemiológicos, a una larga lista de cánceres, incluyendo mieloma múltiple, sarcoma de los tejidos blandos, sarcoma de Ewing, linfoma, linfoma no Hodgkin, leucemia, melanoma, neuroblastoma o tumor de Wilm, tumores de las células germinales, retinoblastoma (tumor del ojo) y cánceres de esófago, estómago, próstata, mama, ovario, cuello del útero, vejiga, tiroides, pulmón, cerebro, riñón, páncreas, hígado, colon y recto (Partanen *et al.* 2009). En Costa Rica se usan 36 ingredientes activos que han sido catalogados como posible o probablemente cancerígenos.

- **Mutagénicos en humanos:** según GHS (2011), son los productos químicos capaces de inducir mutaciones en las células germinales humanas, que son transmisibles a los descendientes. Una mutación se entiende como un cambio permanente en la cantidad o estructura del material genético. GHS tiene un sistema para la clasificación de los mutágenos para las células



En Costa Rica se encuentran autorizados 21 plaguicidas conocidos por ser extremadamente o altamente peligrosos según la clasificación OMS.

germinales, dicho sistema establece las siguientes categorías:

- **Categoría 1:** sustancias de las que se sabe que inducen mutaciones hereditarias en las células germinales de seres humanos o que se consideran como si las indujeran.

- **Categoría 1A:** sustancias de las que se sabe provocan mutaciones hereditarias en las células germinales de seres humanos.

- **Categoría 1B:** sustancias que se considera que pueden inducir mutaciones hereditarias en las células germinales de seres humanos.

- **Categoría 2:** sustancias que son motivo de preocupación por la posibilidad de que puedan inducir mutaciones hereditarias en las células germinales de los seres humanos.

Se considerarán como PAP aquellos plaguicidas que cumplan con las características de la Categorías 1A o 1B. Existen pruebas de que los ingredientes activos benomil y carbendazina podrían ocasionar efectos mutagénicos en humanos; ambos ingredientes activos se encuentran registrados y autorizados en el país.

- **Tóxicos para la reproducción:** según GHS (2011), los efectos reproductores se refieren al conjunto de efectos relacionados con la capacidad reproductiva de las especies. Se basa en el

estudio de tres generaciones, en el cual se exponen tanto los machos como las hembras al plaguicida.

La toxicidad para la reproducción incluye efectos adversos sobre la función sexual y fertilidad de hombres y mujeres adultos, y los efectos sobre el desarrollo de descendientes. GHS clasifica la toxicidad para la reproducción en las siguientes categorías:

- **Efectos sobre la función sexual y fertilidad:** se incluyen las alteraciones del aparato reproductor masculino y femenino y los efectos adversos sobre el comienzo de la pubertad, la producción y transporte de gametos, el desarrollo normal del ciclo reproductor, el comportamiento sexual, la fertilidad, el parto, resultados de la gestación, la senescencia reproductora prematura o las modificaciones de otras funciones que dependen de la integridad del aparato reproductor.
- **Efectos adversos sobre el desarrollo de los descendientes:** en un sentido amplio, la toxicidad para el desarrollo incluye cualquier efecto que interfiera

con el desarrollo normal del organismo. Sin embargo, a efectos de clasificación, la toxicidad para el desarrollo se refiere, fundamentalmente, a aquellos efectos adversos inducidos durante el embarazo o que resulten de la exposición de los padres, que pueden manifestarse en cualquier momento de la vida del organismo. Las principales manifestaciones son la muerte del organismo, las anomalías estructurales, las alteraciones del crecimiento y las deficiencias funcionales.

Las categorías de peligro se detallan a continuación; serán considerados como plaguicidas altamente peligrosos aquellos catalogados como 1A o 1B:

- **Categoría 1:** sustancias de las que se sabe o se supone que son tóxicas para la reproducción humana.
 - **Categoría 1A:** sustancias que se sabe son tóxicas para la reproducción humana, con base en pruebas convincentes procedentes de estudios en humanos.

- **Categoría 1B:** sustancias de las que se presume que son tóxicas para la reproducción humana, basado en datos procedentes de estudios en animales, que deberían demostrar claramente un efecto adverso en la función sexual y la fecundidad o en el desarrollo.

- **Categoría 2:** sustancias de las que se sospecha que son tóxicas para la reproducción humana, basado en datos procedentes de estudios en humanos o en animales, apoyados quizás por otra información suplementaria, que no son suficientemente convincentes para clasificar la sustancia en la categoría 1, pero que ponen de manifiesto la existencia de un efecto adverso sobre la función sexual y la fertilidad. En el país se utilizan los ingredientes activos benomil, carbendazina, epoxiconazol, fluzifop butil, glufosinato de amonio, linuron y tridemorf, los cuales podrían ser tóxicos para la reproducción.

Incluidos en convenios ambientales internacionales:

- **El Convenio de Estocolmo, Anexo III**

El convenio de Estocolmo establece medidas para la eliminación y el control de 12 contaminantes orgánicos persistentes (COP). Estas sustancias comparten cuatro características básicas: son tóxicos para la salud animal y humana y contaminan el medio ambiente; son solubles en grasa y bioacumulan y biomagnifican a lo largo de las cadenas alimenticias; son persistentes ya que duran años o décadas antes de degradarse; y pueden desplazarse globalmente. Por estas propiedades, forman una combinación peligrosa que hace prácticamente imposible controlarlos efectivamente una vez liberados en el ambiente. Los plaguicidas incluidos para su prohibición mundial en el ane-



El Anexo III de este convenio serán considerados como PAP (PNUMA y FAO 2014).

- *El Convenio de Rotterdam, Anexo III*

El Convenio de Rotterdam creó una lista de plaguicidas y un marco de acción para proteger la salud humana y el medio ambiente de los plaguicidas peligrosos, esta comprende 33 formulaciones de plaguicidas que ya han sido prohibidos o rigurosamente restringidos por los gobiernos de dos o más regiones por motivos relacionados con la salud o el medio ambiente (PNUMA y FAO 2014).

- *El Protocolo de Montreal*

Este protocolo incluye las sustancias que destruyen la capa de ozono, la cual nos protege de la radiación ultravioleta del sol. Los plaguicidas (ingredientes activos o formulaciones) que causan un daño severo o irreversible a la salud o al ambiente, enfocados hacia la capa de ozono. Para el caso de Costa Rica, el único plaguicida incluido en este protocolo era el bromuro de metilo, el cual fue prohibido recientemente (2013) (PNUMA 2006).

Además de los criterios aceptados por la OMS y FAO descritos anteriormente, PAN ha propuesto que un plaguicida se considere como altamente peligroso si tiene también una o más de las características siguientes:

Efectos en la salud humana: muerte por inhalación

Como se ha comentado anteriormente, las intoxicaciones de tipo aguda pueden darse por exposición oral y cutánea, y a su vez estas se pueden presentar por medio de inhalación de sustancias tóxicas en forma de gases, vapores, nieblas y polvos. GHS (2011), clasifica estas sustancias



como H330, siendo sustancias mortales en caso de su inhalación.

Alteración hormonal o perturbación endocrina. Según GHS (2011), y la UE, algunos plaguicidas pueden sustituir, incrementar o inhibir la acción de las hormonas, es por esto que son llamados disruptores endocrinos, xenobióticos estrogénicos o contaminantes de la regulación hormonal. Existen evidencias de un gran número de efectos asociados con alteraciones hormonales causadas por sustancias químicas. Algunos de estos efectos son disminución del pene en lagartos, ausencia de testosterona en panteras, feminización de la conducta sexual de los machos y masculinización de las hembras; disminución en la producción de espermatozoides en el hombre, endometriosis en las mujeres, afectación del sistema inmunológico, cáncer de próstata y testicular, y disminución

de la función cognitiva en niños. Los disruptores endocrinos tienen efectos aun en concentraciones tan bajas como partes por trillón y no son detectables a altas dosis, por esta razón las evaluaciones de riesgos calculadas a partir de la extrapolación de dosis altas para identificar dosis seguras no son confiables (García 1998).

La UE ha desarrollado una lista de prioridades de plaguicidas con evidencia de propiedades de alteración endocrina. En la lista emitida por PAN, todos los plaguicidas incluidos como disruptores endocrinos son Categoría 1, lo cual indica que poseen al menos un estudio que proporciona evidencia de las alteraciones endocrinas en organismos intactos.

Toxicidad alta en abejas

Las abejas son elementos esenciales de la agricultura, debido a que su tarea polinizadora es necesaria para la producción de gran parte

YA NO ES UN MISTERIO

Sabemos que estamos matando las abejas



Están siendo
envenenadas por
insecticidas

No permitan que estos insecticidas entren en sus países
MONSANTO FUERA DE LATINOAMÉRICA



En Costa Rica son usados 36 ingredientes activos catalogados por EPA, IARC y GHS como probablemente o posiblemente cancerígenos.

de los cultivos. La exposición de las abejas a plaguicidas produce efectos negativos a nivel individual y de sus colonias, afectándolas en sus procesos antes de que puedan completar muchos vuelos de recolección y polinización (Mussen y Brandi 2010). EPA clasifica como altamente peligrosos, aquellos plaguicidas que presenten un DL_{50} menor que 2 microgramos/abeja ($\mu g/abeja$). La Unión Europea ha restringido temporalmente algunos plaguicidas como los neonicotinoides, por sus efectos dañinos en las abejas (US EPA 2014).

Persistencia en agua, suelo o sedimentos. La persistencia o degradación de una sustancia química en el ambiente es un factor importante en la determinación de la probabilidad y el grado de exposición de los organismos a la sustancia de interés. El concepto de persistencia se relaciona con el tiempo de permanencia de una sustancia química en el ambiente; a mayor tiempo de permanencia, mayor es la persistencia. La vida media (DT_{50}) de un plaguicida,

es una medida de su persistencia y es el tiempo requerido (en días) para convertir el 50 por ciento de éste en una ó más sustancias, en cualquiera de las matrices o compartimentos ambientales, ya sea agua, aire, suelo o biota (IRET 2015).

A continuación, en los Cuadros 2 y 3, se detalla la clasificación para persistencia.

Muy tóxicos en organismos acuáticos

La concentración letal media

Cuadro 2.
Clasificación de la persistencia de plaguicidas en el suelo, de acuerdo a la DT_{50} en días.

Clase	DT_{50} (días)
Extrema	>120
Alta	120-60
Mediana	60-30
Ligera	30-15
No persistente	<15

Fuente: Castillo *et al.* 1999

Cuadro 3.
Clasificación de persistencia plaguicidas en suelo y sedimento, de acuerdo a la DT_{50} en días.

Clase	DT_{50} (días)
Más persistente	>60
Menos persistente	≤ 60

Fuente: Castillo *et al.* 1999

(CL₅₀) es la cantidad de miligramos de ingrediente activo por kilogramo de peso, requerido para matar al 50 por ciento de los animales de laboratorio expuestos. Este dato se ha convertido en el valor estándar para la representación relativa de la toxicidad aguda de los compuestos químicos sobre los organismos acuáticos, causando la muerte de peces, crustáceos o algas en cuerpos de agua como ríos, lagos y mares (US EPA 2013).

Alta bio acumulación

El proceso de bioacumulación o bioconcentración se define como la cantidad de un plaguicida que un organismo acumula por adsorción y absorción superficial. Biomagnificación es el proceso total de bioacumulación, en el que los residuos de las sustancias tóxicas en los tejidos aumentan conforme el material pasa a través de dos o más niveles tróficos, que con el tiempo puede dar lugar a efectos tóxicos. El potencial de bioacumulación de una sustancia química se expresa como el factor de bioconcentración (FBC) (Castillo *et al.* 1999). Su clasificación se puede observar en el Cuadro 4.

Problemática socioeconómica asociada

El uso de plaguicidas crea una, poco invisible, dependencia por parte de los productores hacia los “paquetes comerciales” utilizados para el mantenimiento de su cultivo. Esta dependencia tiene graves consecuencias financieras para el agricultor, quien adquiere enormes deudas para seguir costeadando estos productos. Dicha situación trae consigo inmensos efectos negativos para la economía de sus familias y comunidad.

Existe toda una serie de costos externos a causa del impacto de los plaguicidas en la salud y el ambiente, los cuales no son reflejados en los costos de producción. La inversión

Cuadro 4.
Clasificación de la bioacumulación en organismos acuáticos, según su FBC.

Clase	FBC
Alta	>1000
Mediana	100-1000
Ligera	<100

Fuente: Castillo *et al.* 1999

económica en tratamientos médicos, los costos derivados de enfermedades relacionadas con falta de trabajo, pérdida de la biodiversidad, pérdida de suelos fértiles para su trabajo resistencia de plagas, así como los costos por tratamiento de las aguas son solo algunos ejemplos del impactos socioeconómicos derivados de la dependencia a estos productos.

Efectos de los PAP en los grupos más vulnerables

Cuando hablamos de impactos a la salud causados por plaguicidas debe tenerse en cuenta el tipo de población en estudio. Según OMS (2002), la vulnerabilidad es el grado en que una población, persona u organización, no es capaz de anticipar, sobrellevar, resistir y recuperarse de efectos negativos. Estos grupos vulnerables pueden experimentar un

mayor riesgo de pobreza y exclusión social que la población general ya que se encuentran más expuestos a las distintas problemáticas. En específico, la población vulnerable podría estar compuesta por personas como mujeres embarazadas y en lactancia, los no nacidos, los bebés y niños, los ancianos, los afectados por el VIH/SIDA y los trabajadores y residentes en un lugar cuando hayan padecido una alta exposición a plaguicidas en un plazo largo (FAO y OMS 2014).

A nivel agropecuario, los niños constituyen la primera población vulnerable; actualmente son muchos los casos de accidentes con plaguicidas que involucran niños. La agricultura es uno de los tres sectores más peligrosos en lo que se refiere a fallecimientos relacionados con el trabajo, accidentes no mortales y enfermedades profesionales, la principal causa





de accidentes tiene relación con el uso de plaguicidas. Resulta alarmante el hecho de que si bien en los países en desarrollo se utiliza sólo un 25 por ciento de los plaguicidas del mundo, se estima que sufren el 99 por ciento de las muertes relacionadas con estas sustancias, lo cual hace suponer que la falta de conocimientos sobre su uso adecuado es un factor determinante (OIT 2011).

Otro grupo de población vulnerable lo constituyen las mujeres embarazadas que trabajan en actividades agrícolas. Si bien puede ser que la mujer no sea quien aplica el plaguicida, entrará en contacto cuando visite la finca. Sin embargo, más allá de esta exposición laboral, está la exposición debida al lavado de la ropa de sus familiares cuando aplican estos productos; exposición que se ha

considerado no relevante, pero que hoy sabemos que sí lo es. Este grupo humano es de especial importancia, ya que hoy se reconoce que la exposición crónica a plaguicidas puede dañar el material genético y ser transmitido al niño “in útero” pudiendo dar lugar a enfermedades futuras, más allá de los efectos directos que pueden causar a la madre (RAPAL sf).

Hoy también sabemos que los plaguicidas que ingresan a nuestro organismo, aunque sea a bajas dosis, serán eliminados en algún momento por nuestro cuerpo. En el caso de la mujer, además de las vías de eliminación habitual, también pasan a la leche materna y atraviesan la placenta. El tercer grupo vulnerable lo constituyen los aplicadores de plaguicidas, quienes regularmente se ven expuestos a estas sustancias. Por esto, es de gran importancia prestar atención a estos grupos a la hora de evaluar la necesidad de generar políticas, programas y alternativas que

busquen eliminar de forma gradual el uso de PAP y otros plaguicidas. La protección de las poblaciones trabajadoras dentro del marco de la Protección Social busca la prevención, mitigación y superación de los riesgos que afectan a las poblaciones trabajadoras más desprotegidas.

¿Por qué no es suficiente leer las etiquetas y usar ropa protectora para garantizar un uso seguro de los PAP?

Costa Rica importa aproximadamente 12 millones de kilogramos de ingredientes activos y formulaciones de plaguicidas por año, proveniente principalmente de China, India y Estados Unidos; a partir de esta cantidad inicial una gran proporción es registrada y usada en territorio nacional. Se podría pensar que el hecho de que el país registre estos productos es garantía de su seguridad; sin embargo no es así. Esta inseguridad es consecuencia de múltiples factores; uno de ellos es que gran cantidad de productos fueron registrados previamente a que se exigieran ciertas pruebas y requisitos científicos y de que se realizaran estudios e investigaciones acerca de los efectos a largo plazo.

El problema mencionado radica, también, en la falta de pruebas sobre un gran número de efectos crónicos, por lo que es necesario cuestionar el hecho de que el diseño mismo de evaluación de riesgos ignora aspectos importantes de la peligrosidad o exposición, lo cual puede dar una falsa idea de seguridad. Además, es necesario recalcar que el sistema actual no considera la peligrosidad o exposición a la formulación completa del plaguicida, la exposición múltiple a mezclas de plaguicidas y a otras sustancias tóxicas y los mecanismos



de adición o acumulación de efectos o sinergia que se puedan presentar (Bejarano 2002).

Si analizamos la información que es brindada a los consumidores de estos productos, por medio de la etiqueta de los plaguicidas, no se incluyen datos acerca de la totalidad de los posibles efectos adversos, como son los efectos crónicos. Por otra parte, la falta de uso del equipo de protección personal, factores de tipo económico, social y cultural agravan la situación. En los casos en los que los productores (as) hacen uso del equipo de protección, frecuentemente no lo hacen de la manera correcta, resultando en una exposición a estas sustancias.

Décadas de experiencia han demostrado que, a pesar de los múltiples programas de “uso seguro”, el mismo no es posible alcanzar en el caso específico de los PAP, especialmente en países con climas tropicales. Después de años de fracaso se han visto millones de muertes en todo el mundo, lo cual deja claro que es necesaria la eliminación progresiva y prohibición de los PAP, en conjunto con nuevas políticas que ayuden a generar un cambio hacia un mundo sano y sostenible para todos (RAPAL 2014).

La prohibición gradual y creciente de los PAP: una demanda mundial

FAO ha propuesto a los gobiernos que consideren la prohibición gradual y creciente de los PAP para reducir los riesgos a la salud y ambiente y así contribuir al cumplimiento del convenio SAICM. Los gobiernos de América Latina y el Caribe, en la consulta regional sobre SAICM, aprobaron dos principales recomendaciones:



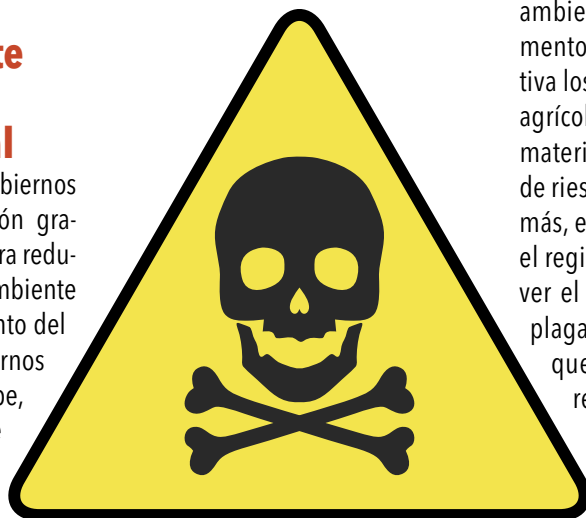
Benomil, carbendazina, epoxiconazol, fluazifop butil, glufosinato de amonio, linuron y tridemorf, considerados tóxicos para la reproducción, son plaguicidas usados en Costa Rica.

realizar un diagnóstico sobre la situación legal de los PAP; e invitar a FAO a que desarrolle un informe regional sobre alternativas a los PAP, incluyendo alternativas agroecológicas (RAPAL 2014).

Plan Nacional de Eliminación de PAP

Frente a los riesgos para la salud y el ambiente que ocasionan estas sustancias químicas, es necesario que se tomen acciones prioritarias. En primer lugar, adoptar una política preventiva que garantice el derecho a la salud, a un medio ambiente adecuado para el desarrollo de los ciudadanos. Esto quiere decir que el gobierno debe aplicar el principio precautorio fomentando un cambio en el paradigma del uso de los plaguicidas, previniendo los daños ambientales y de salud pública y no tratando de remediarlo por acciones tomadas de forma tardía.

Además, la creación de un Plan Nacional de Eliminación de PAP, que regule su importación y uso, contribuiría al cumplimiento del consenso internacional SAICM. Este Plan deberá garantizar el derecho a la información pública en cuanto a producción, formulación y uso de plaguicidas, de su impacto sobre el ambiente y la inocuidad de los alimentos; reconocer de manera efectiva los derechos de los trabajadores agrícolas y los pueblos indígenas en materia de seguridad y prevención de riesgos en el trabajo. Deberá además, eliminar de manera progresiva el registro y uso de los PAP y promover el manejo agroecológico de las plagas, por medio herramientas que les permitan a los agricultores mantener la eficiencia de su productividad durante el proceso de abandono del uso de estas sustancias.





¿Qué alternativas hay a los PAP?

Algunas alternativas para reducir las poblaciones de organismos plaga y otros patógenos son: el control biológico con el uso de insectos, hongos, bacterias y virus benéficos; el uso de extractos vegetales (neem, ajo, chile picante, higuierilla, entre otros); aceites vegetales y preparados minerales (cal, azufre, sulfato de cobre, ceniza), controladores biológicos y microorganismos. El uso de muestreo y seguimiento de las poblaciones de insectos y hongos para aplicar únicamente cuando esté justificado hacerlo. Realizar prácticas de cultivo que diversifican el agroecosistema como la asociación y la rotación de cultivos, cultivos trampa y cultivos repelentes; entre otras. La diversidad dentro de un sistema de producción agrícola es clave para alcanzar la sostenibilidad y de esta forma la independencia de paquetes tecnológicos contaminantes.

Se necesita difundir y apoyar más las experiencias alternativas de las organizaciones de productores y las instituciones de investigación agrícola con un enfoque basado en la

Agroecología para el manejo ecológico de plagas, la fertilidad biológica del suelo y el manejo de los cultivos. A su vez, los insumos que se otorgan como apoyos a los productores deberían ser insumos alternativos o biológicos que promuevan una agricultura más saludable, y no plaguicidas químicos.

Proyecto alternativas para la reducción y eliminación del uso de los PAP

Objetivo general

Identificar alternativas y prácticas agrícolas riesgosas a algunos PAP de mayor uso en Costa Rica, a lo largo de su ciclo de vida (importación, regulación, distribución, uso, manipulación, disposición de residuos y otros) para la reducción y/o eliminación de su uso.

Objetivos específicos

1. Identificar alternativas a nivel mundial para la reducción y/o eliminación de PAP y evaluar algunas de ellas en Costa Rica.

2. Diagnosticar el uso de plaguicidas y prácticas riesgosas asociadas a los PAP utilizados en los cultivos de café y piña en Costa Rica.
3. Organizar actividades para divulgar los resultados del proyecto y promover el uso de las alternativas evaluadas que mostraron mejores resultados.

El proyecto se enfatiza en los cultivos piña y café, ya que son cultivos de exportación, con un importante lugar en la economía del país y un gran porcentaje del territorio nacional destinado a los mismos, (según el Censo Nacional Agropecuario realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) en el 2014 se reportó que a nivel nacional se siembran 82.511 ha de café y 37.644 ha de piña) es por esto y por razones de practicidad que se ha decidido limitar el alcance del proyecto a estos dos cultivos.

El proyecto inició el 15 de junio del 2015 y finalizará el 15 de junio del 2017.

La primera fase del proyecto consistió en determinar las áreas de piña y café cultivadas por provincia y cantón.

Se han realizado visitas y entrevistas a pequeños, medianos y grandes productores de café y piña a lo largo de las zonas productoras identificadas, con el fin de llevar a cabo un diagnóstico integral que describa el manejo de las plantaciones, sobre todo aquellas prácticas asociadas con el uso de los PAP.

Se han identificado y establecido contacto con los principales actores involucrados en la cadena productiva de piña y café: productores, trabajadores, cooperativas, entes estatales, exportadores y minoristas en supermercados extranjeros, con el fin de establecer alianzas que faciliten la realización del proyecto y la búsqueda de objetivos comunes.

Se están investigando y evaluando alternativas para reducir y/o eliminar el uso PAP, con el objetivo de disminuir la dependencia en el uso de estos productos.

La fase final consistirá en compartir y transmitir los resultados obtenidos entre los actores nacionales identificados, así como con personas clave a nivel centroamericano (productores, entes estatales, ONGs).

Beneficiarios del proyecto

Los beneficiarios del proyecto incluye a productores, trabajadores y sus familias, así como los vecinos de las plantaciones, quienes se verán beneficiados al reducir su exposición a PAP. Esto tendrá como resultado un mejoramiento en la salud de la población expuesta a los PAP y reducción de la contaminación ambiental. La sociedad en general se verá beneficiada, ya que la reducción del uso y exposición a los PAP, por medio de la realización de buenas prácticas agrícolas e implementación de alternativas, representa un paso importante hacia la sostenibilidad, requisito cada vez más importante para acceder a mercados más lucrativos. Asimismo, los mercados internacionales para productos como piña y café, exigen cada vez más cosechas sin residuos y una producción que respete el medio ambiente y a los trabajadores de las plantaciones.

Uso de PAP en Costa Rica

De los 12 millones de kilogramos de ingredientes activos de plaguicidas que importa y consume Costa Rica cada año, cerca del 80 por ciento se consideran PAP. La gran mayoría de estos plaguicidas se aplican en cultivos a lo largo de todo el territorio nacional, poniendo en riesgo al ambiente, a la salud pública y otros recursos muy valiosos para las actuales y futuras generaciones.

Durante el año 2015 y 2016 se realizó un diagnóstico en las principales zonas cafetaleras del país. En el cuadro 5 se muestran los PAP que utilizan los productores cafetaleros de

Costa Rica. El diagnóstico indicó que en promedio, se utilizan 2,37 kg de ingrediente activo PAP por hectárea por año (i.a./ha/año), en la producción de café en el país.

Cuadro 5.
PAP en kg i.a. /ha/año reportados en diagnóstico de uso de agroquímicos en café, 2015.

Ingrediente activo	kg i.a./ha/año	Acción biocida
Glifosato	1,943	Herbicida
Paraquat	0,125	Herbicida
Terbufos	0,058	Insecticida - Nematicida
Forato	0,053	Nematicida
Glufosinato de amonio	0,046	Herbicida
Epoxiconazol	0,030	Fungicida
Diazinon	0,030	Insecticida - Nematicida
Benfuracarb	0,029	Nematicida
Carbendazina	0,015	Fungicida
Validamicina	0,012	Antibiótico
Imidacloprid	0,004	Insecticida
Clorpirifos	0,004	Insecticida
Carbofuran	0,003	Nematicida
Oxamil	0,003	Nematicida
Diquat	0,002	Herbicida
Cipermetrina	0,002	Insecticida
Oxifluorfen	0,002	Herbicida
Tiametoxan	<0,01	Fungicida
Total	2,37	

Fuente: IRET, 2015.



De igual manera se realizó un diagnóstico de uso de agroquímicos en cultivo de piña, en Pital de San Carlos, Alajuela, el cual indica el uso de un promedio de 29,52 kg i.a./ha/año de este tipo de plaguicidas.



Las poblaciones vulnerables a los PAP son principalmente personas como mujeres embarazadas y en lactancia, no nacidos, bebés y niños, ancianos, afectados por el VIH/SIDA, trabajadores agrícolas y residentes.

Cuadro 6.
PAP kg i.a./ha/año reportados en diagnóstico de uso de agroquímicos en San Carlos en piña, 2015.

Ingrediente activo	kg i.a./ha/año	Acción biocida
Diazinon	8,87	Insecticida
Etoprofos	8	Nematicida
Carbaril	6,73	Insecticida
Diuron	4,02	Herbicida
Mancozeb	0,89	Fungicida
Oxamil	0,67	Nematicida
Glifosato	0,33	Herbicida
Fluazifop-p-butil	0,01	Herbicida
Total	29,52	

Fuente: IRET, 2015.

En el Cuadro 7 se enlistan algunos ejemplos de PAP importados al país en el último quinquenio, caracterizados por un ingrediente activo, toxicidad aguda, acción biocida demostrada por medio de una ilustración y ejemplos de nombres bajo los cuales se puede encontrar el producto.

Ensayo: Alternativas al uso de PAP para control de roya en café

La enfermedad de los cafetos conocida como “roya” ocasionada por el patógeno identificado como *Hemileia vastatrix*, es un patógeno de gran importancia histórica y una de las enfermedades más importantes de café arábica en el mundo. Debido a que las infecciones graves causan una disminución de la fotosíntesis y el aumento de la defoliación, los productores generalmente deben incurrir en costos significativos para controlar la infección y evitar las pérdidas de cosechas (Jackson *et al.* 2012).

Durante muchos años la roya ha sido controlada por los caficultores por medio de diferentes prácticas, una de ellas es el empleo de fungicidas químicos sintéticos. Sin embargo, el abuso de estas sustancias ha

producido incrementos en los costos de producción, riesgo de aparición de fungorresistencia, contaminación del ambiente, destrucción de la fauna beneficiosa y riesgos contra la salud pública (CICAFE 2013).


















Objetivo del ensayo

Evaluar la eficacia de tratamientos alternativos al uso de fungicidas PAP para el control de la roya en dos fincas cafetaleras de manejo convencional.

La primera se localiza en la finca experimental Santa Lucía, en Barva, Heredia, perteneciente a la Universidad Nacional y la segunda en Pirrí, Alajuela. En ambas fincas los ensayos se diseñaron para evaluar la eficiencia contra la roya de los productos alternativos *Bacillus subtilis*, caldo bordelés, extracto del árbol *Melaleuca alternifolia*, caldo sulfocálcico y el hongo *Lecanicillium lecanii*. La eficiencia de los productos alternativos es comparada con la eficiencia de fungicidas catalogados como PAP (triadimenol y epoxiconazol + piraclostrobina) y un sintético catalogado como no PAP (trifloxistrobina + ciproconazole).

El diseño del ensayo consistió en bloque de parcelas al azar, en donde cada tratamiento fue aplicado en cuatro parcelas o repeticiones dis-

Cuadro 7.
Acción biocida, toxicidad aguda y algunos ejemplos de productos comerciales de PAP usados en Costa Rica.

Ingrediente Activo	Toxicidad Aguda Clasificación OMS	OMS	Ejemplos de Productos comerciales
Abamectina	II MODERADAMENTE PELIGROSO		VERTIMEC 1,8 EC RELAMPAGO 1.8 EC ABAMECTINA 1.8 EC
Carbaril	II MODERADAMENTE PELIGROSO		STAREX 48 SC
Etoprofos	Ib ALTAMENTE PELIGROSO		MOCAP 72.9 GL BIOQUIM MAGMA 15 GR
Cipermetrina	II MODERADAMENTE PELIGROSO		TIGRE 25 EC CASCABEL 25 EC
Diazinon	II MODERADAMENTE PELIGROSO		DIAZINON DAF 10 GR
Fipronil	II MODERADAMENTE PELIGROSO		SOFION 20 SC TRIPZELL 20 SC
Imidacloprid	II MODERADAMENTE PELIGROSO		JADE 35 SC ARMERO 70 WG GAUCHO 60 FS
Benomil			CRYSTOMIL 50 WP
Clorotalonil			BRAVONIL 50 SC KNIGHT 72 SC
Mancozeb			DITHANE 72 WP BENZONIL 72 WP
Zineb			BIANCO ZINEB 80 WP
Diuron			BATAZO 50 SC BOA SUPER 30 SC
Diquat	II MODERADAMENTE PELIGROSO		REGLONE 20 SL PREGLONE 20 SL
Glufosinato de amonio	III LIGERAMENTE PELIGROSO		BASTA 20 SL FINALE 15 SL BIOQUIM TERMINAL 15 SL
Glifosato			ARRASADOR 36 SL RAMBO 35.6 SL ROUNDUP 35.6 SL BRONCO 35,6 SL
Linuron			AFALON 45 SC AFACOOOP 50 WP
Paraquat	II MODERADAMENTE PELIGROSO		ATI-LA 20 SL GRAMOXONE SUPER 20 SL

Fuente: IRET, 2016.



tribuidas al azar a lo largo de cuatro bloques. Cada parcela con un área de 48 m², para un área total del ensayo de 192 m². La evaluación es realizada en dos plantas por parcela. Se evaluó incidencia y severidad de roya 30 días después de la aplicación de los tratamientos, los cuales se aplicaron cuatro veces a lo largo del ciclo del café.

Ensayo: Alternativas agroecológicas al etoprofos para el control de nematodos en piña convencional

Los nematodos son organismos que atacan las raíces de los cultivos, produciendo agallas (*Meloidogyne*) y lesiones (*Pratylenchus*) o penetran parcialmente en las raíces (*Rotylenchus*), otros causan serias lesiones originando pudriciones severas (*Radophulus*). En el cultivo de piña en Costa Rica se ha determinado la presencia de *Pratylenchus*, *Helicotylenchulus*, *Criconemoides*, *Dorylaimus*, *Meloidogyne*, *Aphelenchoides*, *Tylenchus*, *Xiphinema* y *Radophulus* (Molina 1954).

Para el control de nematodos se pueden utilizar prácticas culturales, como una buena preparación del te-

rreno para exponer el mismo al sol, rotación de cultivos, control químico y control biológico principalmente con hongos nematófagos.

La mayoría de nematocidas químicos utilizados en piña son considerados PAP, debido principalmente a su alta toxicidad aguda y a los impactos negativos producidos en el ambiente, por lo tanto dentro del contexto del proyecto se pretende cumplir con el siguiente objetivo.



Existen 23 ingredientes activos en el país, sospechosos de causar alteraciones hormonales.

Objetivo del ensayo

Evaluar la eficacia de tratamientos alternativos al uso del nematocida etoprofos, catalogado como PAP, en una finca comercial de piña convencional.

La ejecución de este ensayo tiene lugar en Pital, San Carlos en una finca de piña comercial convencional. Los tratamientos alternativos orgánicos evaluados para disminuir el uso del nematocida etoprofos, catalogado como PAP, son *Pochonia chlamydosporia*, *Paecilomyces* sp y un producto artesanal extraído de la destilación del humo de la combustión de madera (ácido piroleñoso), conocido como vinagre de madera. La eficacia de las alternativas será evaluada por medio de la cuantificación de nematodos en suelo y raíces provenientes de plantas de piña.

En resumen

El uso de PAP implica graves riesgos a la salud humana, el ambiente, la biodiversidad, la seguridad alimentaria y los ingresos de agricultores.

Actualmente actores como UNEP, SAICM, PAN, FAO, OMS, IRET; entre otros buscan la prohibición de los PAP y promueven sistemas de producción más amigables con el ambiente y la salud pública.

En el país se da un amplio uso de plaguicidas que son catalogados como PAP, lo cual tiene consecuencias negativas a corto, mediano y largo plazo.

Existen alternativas al uso de los PAP, la incorporación de estas alternativas en el ciclo productivo, propulsaría una agricultura más sustentable. La prohibición del uso de los PAP es una necesidad y debería ser una acción prioritaria para las autoridades, especialmente de los países en desarrollo.

Se debe hacer un llamado a los tomadores de decisiones para que

promuevan sistemas de producción sustentables, por medio de políticas e incentivos de mercado que fomenten un ambiente donde puedan desarrollarse las alternativas de cambio. A su vez es necesario crear conciencia en consumidores para fomentar patrones de consumo que apoyen la

producción orgánica o de bajo insumo, en detrimento de la agricultura convencional con cosechas impregnadas con sustancias venenosas.

El proyecto alternativas para la reducción y eliminación del uso de los plaguicidas altamente peligrosos, busca reducir los riesgos huma-

nos y ambientales derivados del uso de los PAP en los cultivos de café y piña a nivel nacional por medio de la generación de acciones que permitan fomentar una agricultura más sana, regulaciones y políticas más acordes con la sustentabilidad productiva y ambiental.

Un plaguicida se considera PAP si:

- Tiene toxicidad aguda alta o extrema (la o lb = etiqueta roja)
- Puede causar muerte por inhalación
- Tiene toxicidad crónica (efectos a largo plazo)
- Cumple con dos o tres de los siguientes criterios: persistente, tóxico para organismos acuáticos y/o bioacumulable
- Es altamente tóxico para las abejas
- Está incluido en convenios ambientales internacionales

¿Cuáles son los PAP más usados en los cultivos de café y piña en Costa Rica?

Ejemplo de producto PAP	Ingrediente activo PAP
Soprano 25 SC	carbendazina + epoxiconazol
Opera 18.3 SE	epoxiconazol + pyraclostrobina
Opus 12.5 SC	epoxiconazol
Validacin 5 SL, Cepex 10 SL	validamicina A
Duett 25 SC	carbendazina + epoxiconazol
Karmex 80 WP	diuron
Gramuron X 30 SC	diuron + paraquat
Sevin 80 SP	carbaril
Mocap 15 GR	etoprofos
Vydate 24 SL	oxamil
Gramoxone Super 20 SL, Quemante 20 SL	paraquat
Preglone 20 SL	paraquat + diquat
Roundup 35.6 SL, Biokil 35.6 SL	glifosato

Fuente: IRET, 2016.

Referencias bibliográficas

20

- Bejarano, F. 2002. La Espiral del Veneno: Guía Crítica ciudadana sobre plaguicidas. México, RAPAM. 227 p.
- Benítez, R. 2012. Plaguicidas y Efectos sobre la Salud humana: un Estado del arte (en línea). Consultado 14 Set. 2015. Disponible en <http://www.serpajpy.org.py/wp-content/uploads/2014/03/Plaguicidas-y-efectos-sobre-la-salud-humana1.pdf>
- Castillo, L; Chaverri, F; Ruepert, C; Wesseling, C. 1999. Manual de Plaguicidas: Guía para América Central. Costa Rica, Heredia, EUNA.
- CICAFE (Centro de investigaciones en café). 2013. Recomendaciones para el combate de la roya del cafeto. Barquero, M. 3 ed. Costa Rica. 73 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) y OMS (Organización Mundial de la Salud). 2014. Código Internacional de Conducta para la Gestión de Plaguicidas. Roma. 56 p.
- García, A. 1998. Efectos teratógenos de la exposición a pesticidas. Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. E.U. Relaciones Laborales. Valencia. 12 p.
- GHS (Sistema Globalmente Armonizado). 2011. Clasificación y etiquetado de productos químicos 4 ed. Nueva York, Ginebra. 422 p.
- IRET (Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas). 2015. Manual de plaguicidas de Centroamérica (en línea). Consultado 15 Feb. 2016. Disponible en <http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/>
- Jackson, D; Skillmanb, J; Vandermeera, J. 2012. Indirect biological control of the coffee leaf rust, *Hemileia vastatrix*, by the entomogenous fungus *Lecanicillium lecanii* in a complex coffee agroecosystem. Science direct 61 (1): 89-97.
- Mussen, E; Brandi, G. 2010. Interacciones abejas-pesticidas (en línea). Consultado 10 mar. 2016. Disponible en http://www.apiservices.com/articulos/pesticides_mussen.pdf
- OIT (Organismo Internacional del Trabajo). 2011. Niños en trabajos peligrosos. Ginebra. 118 p.
- OMS. 2010. Código Internacional de Conducta sobre la Distribución y Utilización de Plaguicidas. Ginebra. 40 p.
- PAN (Pesticide Action Network). 2015. PAN International List of Highly Hazardous Pesticides. Hamburg, Germany. 37 p.
- Partanen, T; Monge, P; Wesseling, C. 2009. Acta Médica Costarricense: Causas y prevención del cáncer ocupacional. Science direct 51 (4): 195-205.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente). 2006. Manual del Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la Capa de Ozono. 7 ed. Nairobi Kenya. 518 p.
- PNUMA; FAO. 2014. Convenio de Basilea, Convenio de Rotterdam, Convenio de Estocolmo. 63 p.
- RAPAL. 2014. Los plaguicidas altamente peligrosos y la necesidad de su prohibición (en línea). Consultado 11 Ago. 2015. Disponible en http://www.rap-al.org/news_files/polidiptico1.pdf
- RAPAL Uruguay. sf. Los plaguicidas y sus impactos a la salud (en línea). Consultado 13 Ago. 2015. Tomado de http://rapaluruguay.org/agrotoxicos/Uruguay/Los_plaguicidas_y_sus_impactos_a_la_salud.htm
- RAPAM México. 2014. Los plaguicidas altamente peligrosos y la necesidad de su prohibición (en línea). Consultado 13 Ago. 2015. Disponible en http://www.rap-al.org/news_files/FOLLETO%20HHP%20mini.pdf

			Grupo 1: ToxAguda				Grupo 2: Tox Crónica								Grupo 3: Toxicidad Ambiental					Grupo 4: Convenciones						
Nº	Número CAS	i.a	OMS Ia	OMS Ib	H330	max = 1	EPA carc	IARC carc	EU GHS carc (1A, 1B)	IARC prob carc	EPA prob carc	EU GHS muta (1A, 1B)	EU GHS repro (1A, 1B)	EU EDC (1) or C2 & R2 GHS	max = 1	Muy bio acum	Muy pers agua, suelo o sedimento	Muy tóxico organism acuáticos	Altamente tóxico abejas	max = 1	Montr Prot	PIC	Ver nota bajo la tabla	POP	max = 1	
			Suma max=1 en Grupos 1 a 4																							
17	1563-66-2	Carbofuran **	1	1	1	1									0				1	1		1				1
18	55285-14-8	Carbosulfan			1	1									0				1	1						0
19	68359-37-5	Ciflutrina Beta	1	1	1	1									0		1		1	1						0
20	76703-62-3	Cihalotrina gamma				0									0				1	1						0
21	91465-08-6	Cihalotrina-lambda			1	1			1						1				1	1						0
22	52315-07-8	Pipermetrina				0									0				1	1						0
23	67375-30-8	Pipermetrina Alfa				0									0				1	1						0
24	65731-84-2	Pipermetrina Beta				0									0				1	1						0
25	52315-07-8z	Pipermetrina Zeta		1		1									0				1	1						0
26	500008-45-7	Clorantniliprole ***				0									0		1		1	1						0
27	122453-73-0	Clorfenapir				0									0				1	1						0
28	76-06-2	Cloropirina			1	1									0				1	1						0
29	1897-45-6	Clorotalonil			1	1				1					1				1	1						0
30	2921-88-2	Clorpirifos				0									0				1	1						0
31	5836-29-3	Coumatetralil		1		1									0				1	1						0
32	1596-84-5	Daminozide				0				1					1				1	1						0
33	52918-63-5	Deltrametrina				0									1				1	1						0
34	80060-09-9	Diafenturon				0									0				1	1						0
35	333-41-5	Diazinon				0									1				1	1						0
36	62-73-7	Diclorvos		1	1	1									0				1	1						0
37	82-66-6	Difaciona				1									0				1	1						0
38	60-51-5	Dimetoato				0									0				1	1						0

Alternativas para la reducción y eliminación del uso de los “Plaguicidas Altamente Peligrosos” (PAP)

N°	Número CAS	i.a	Grupo 1: ToxAguda				Grupo 2: Tox Crónica								Grupo 3: Toxicidad Ambiental				Grupo 4: Convenciones						
			OMS Ia	OMS Ib	H330	max = 1	EPA carc	IARC carc	EU GHS carc (1A, 1B)	IARC prob carc	EPA prob carc	EU GHS muta (1A, 1B)	EU GHS repro (1A, 1B)	EU EDC (1) or C2 & R2 GHS	max = 1	Muy bio acum	Muy pers agua, suelo o sedimento	Muy tóxico organism acuáticos	Altamente tóxico abejas	max = 1	Montr Prot	PLC	Ver nota bajo la tabla	POP	max = 1
83	9006-42-2	Metiram	1			0	1	1	1																0
84	16752-77-5	Metomil	2	1		1			0																0
85	21087-64-9	Metribuzin	1			0	1																		0
86	51596-10-2	Milbemectina	1			0																			0
87	300-76-5	Naled	1			0																			0
88	19666-30-9	Oxadiazon	1			0				1															0
89	23135-22-0	Oxamil	2	1	1	1																			0
90	42874-03-3	Oxifluorfen	1			0				1															0
91	1910-42-5	Paraquat	1		1	1																			0
92	52645-53-1	Permetrina	2			0				1															0
93	1918-02-1	Picloram	1			0				1															0
94	123312-89-0	Pimetrozina	1			0				1															0
95	29232-93-7	Pirimifos	1			0																			0
96	41198-08-7	Profenofos	1			0																			0
97	139001-49-3	Profoxidim	1			0						1													0
98	2312-35-8	Propargita	2			0				1															0
99	23950-58-5	Propyzamide ***	1			0				1															0
100	34643-46-4	Protiofos	1			0																			0
101	124495-18-7	Quinoxyfen ***	1			0																			0
102	187166-15-0	Spinetoram	1			0																			0
103	168316-95-8	Spinosad	1			0																			0
104	148477-71-8	Spirodiclofen***	1			0																			0

Notas explicatorias con respecto a la tabla de ingredientes activos

OMS Ia: Extremadamente peligrosos (clase 1a) de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud.

OMS Ib: Altamente peligrosos (clase 1b) de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud.

H330: Fatal si se inhala, clasificación de peligro de acuerdo con el Sistema Globalmente Armonizado (GHS).

max = 1 Este principio activo reúne al menos uno de los criterios en este grupo.

EPA carc: Carcinógeno humano según EPA.

IARC carc: Carcinógeno humano según IARC.

EU GHS (1A, 1B): Carcinógenos humanos conocidos o presuntos (1A o 1B) de acuerdo a GHS de la UE, Regulación 1272/2008/EC.

EPA probablemente carc: Probable carcinógeno, de acuerdo a EPA.

IARC prob carc: Probable carcinógeno según IARC.

EU GHS (2): Sospechoso carcinógeno humano (Cat. 2) de acuerdo con el Reglamento GHS de la UE 1272/2008 / CE.

EU GHS muta (1A, 1B): Sustancias que se sabe que inducen mutaciones hereditarias o para ser considerados:

- Son Sustancias conocidas por inducir mutaciones hereditarias en las células germinales humanas.
- Son Sustancias conocidas inducir mutaciones hereditarias en las células germinales de (Categoría 1A o 1B) de los seres humanos de acuerdo con el Reglamento 1272/2008 / CE de la UE.

EU GHS repro (1A, 1B): Conocido o presunto tóxico para la reproducción humana de acuerdo a GHS de la UE Reglamento 1272/2008 / CE.

EU EDC (1) or C2 & R2 GHS: Disruptor endocrino o potencial disruptor endocrino acuerdo con la UE, Categoría 1 o pesticidas clasificados GHS carcinógeno Categoría 2 Y LA UE Categoría Reproductiva 2.

Muy bio acum: Muy bioacumulativas (BCF > 5000) o Kow logP > 5 (valores de BCF sustituyen Kow datos de log P).

Muy pers agua, suelo o sedimento: Muy persistente en agua (vida media > 60 días), suelos o sedimentos (vida media > 180 días).

Muy tóxico organism acuáticos: Muy tóxico para los organismos acuáticos (aguda LC / EC50 < 0,1 mg / l para las especies Daphnia).

Altamente tóxico abejas: Peligro a los servicios ecosistémicos, altamente tóxicos para las abejas (< 2 mg / abeja) de acuerdo con EPA.

Montr Prot: De acuerdo con el Protocolo de Montreal.

PIC: Enumerados en el anexo III del Convenio de Rotterdam.

POP: Enumerados en el anexo III del Convenio de Estocolmo.

Indicadores de PAN Internacional para identificarlos “plaguicidas altamente peligrosos”

El siguiente cuadro muestra los criterios y las fuente usados por PAN para clasificar los plaguicidas considerados como altamente peligrosos de acuerdo a PAN

Toxicidad aguda alta
“Extremadamente peligrosos” (Clase Ia) según Clasificación de los Plaguicidas por su Peligrosidad Recomendada, por la OMS, o
“Altamente peligrosos” (Clase Ib) según Clasificación de los Plaguicidas por su Peligrosidad Recomendada, por la OMS, o
“Mortal si se inhala” (H330) de acuerdo al Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA), o
Efecto tóxico de largo plazo
Carcinogénicos para el ser humano según la IARC, la US EPA ó “Carcinógeno o supuesto carcinógeno humano” (Categoría 1) según Sistema Globalmente Armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA), o
Probable carcinógeno en humanos según IARC, US EPA, o
“Sustancias de las que se sabe inducen mutaciones hereditarias en la células germinales de seres humanos o que se consideren como si las indujeran” (Categoría 1) según Sistema Globalmente Armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA), o
“Sustancias de las que se sabe o se supone que son tóxicas para la reproducción humana” (Categoría 1) según Sistema Globalmente Armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA), o
Perturbación endocrina
“Sustancia de la que se sospecha que es tóxica a la reproducción humana” (Categoría 2) según el Sistema Globalmente Armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA), o
Potencial de alteración endocrina según Categoría 1 de la Unión Europea (UE), o
De alta preocupación ambiental
Plaguicidas incluidos en los anexos A y B del Convenio de Estocolmo, o agotan la capa de ozono, según el Protocolo de Montreal, o
De alta preocupación ambiental - donde se cumplen dos de los tres criterios siguientes:
P = Vida media “muy persistente” > 60 días en aguas marinas - o agua dulce o vida media > 180 días en el suelo (vida media “típica”), sedimentos marinos o de agua dulce)Indicadores y umbrales conforme al Convenio de Estocolmo), y/o
B = “ Muy bioacumulable” (BCF >5000) o $\log P > 5$ (los datos BCF sustituyen los datos $\log P$) (Indicadores y umbrales conforme al Convenio de Estocolmo), y/o
T = “Muy tóxico” para los organismos acuáticos (LC/EC 50 48h para la Daphnia spp, < 0,1 mg/l)
Peligroso para los servicios de los ecosistemas
“Altamente tóxico para las abejas” según la U.S. EPA, (DL50, µg/abeja <2),o
Conocido por causar una alta incidencia de efectos adversos graves o irreversibles
Plaguicidas incluidos en la lista del Anexo III del Convenio de Rotterdam