



Revista de Ciencias Ambientales (Trop J Environ Sci). EISSN: 2215-3896.

1994. Vol 11(1): 181-192.

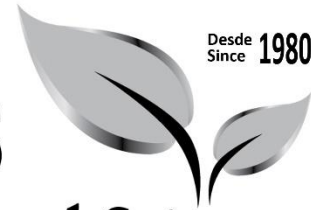
DOI: <http://dx.doi.org/10.15359/rca.11-1.16>

URL: [www.revistas.una.ac.cr/ambientales](http://www.revistas.una.ac.cr/ambientales)

EMAIL: [revista.ambientales@una.cr](mailto:revista.ambientales@una.cr)

Sileny Vega

# Revista de CIENCIAS AMBIENTALES Tropical Journal of Environmental Sciences



## Apuntes acerca de la toxicología de los plaguicidas utilizados en cultivos tropicales

Notes on the toxicology of pesticides used in tropical crops

*Sileny Vega*



Los artículos publicados se distribuyen bajo una Creative Commons Reconocimiento al autor-No comercial-Compartir igual 4.0 Internacional (CC BY NC SA 4.0 Internacional) basada en una obra en <http://www.revistas.una.ac.cr/ambientales>, lo que implica la posibilidad de que los lectores puedan de forma gratuita descargar, almacenar, copiar y distribuir la versión final aprobada y publicada (*post print*) del artículo, siempre y cuando se realice sin fines comerciales y se mencione la fuente y autoría de la obra.

## APUNTES ACERCA DE LA TOXICOLOGIA DE LOS PLAGUICIDAS UTILIZADOS EN CULTIVOS TROPICALES (Recepción del artículo-13 Junio 1994)

Sileny Vega S.<sup>1</sup>

### INTRODUCCION

En las prácticas agrícolas es común utilizar en un mismo cultivo varios plaguicidas simultáneamente, lo cual dificulta la definición y el control del riesgo que representa esta exposición múltiple, para la salud humana y para el ambiente natural.

Existen diferentes grupos químicos de plaguicidas, cuyos miembros comparten características físicas y químicas que permiten elaborar predicciones acerca de los efectos tóxicos que pueden ocasionar en el ser humano y en la vida silvestre.

Estas predicciones generalmente son muy útiles en el campo de la salud ocupacional, así como para caracterizar el posible impacto de los distintos grupos químicos de plaguicidas en el ambiente. Sin embargo, cada plaguicida ofrece particularidades que pueden limitar el valor de las generalizaciones.

Las características físico-químicas del plaguicida, constituyen en la práctica un solo grupo interdependiente de propiedades que van a determinar en buena medida, el comportamiento de la sustancia en el medio. Caracterizan aspectos relevantes de la persistencia, el transporte y la distribución de la sustancia en el ambiente, así como de su potencial acumulación en él.

Juegan también un papel relevante en la definición de las vías por las que el plaguicida penetra al organismo humano, así como su movimiento y transformación en él, el mecanismo mediante el cual ejerce su acción tóxica y las vías por las cuales es excretado.

El medio natural tropical, ofrece por su parte una gama de factores que podrían modificar drásticamente la toxicidad de los plaguicidas, así como su comportamiento en el ambiente, constituyendo un marco muy particular que debe ser estudiado.

En este contexto, el trabajador agrícola está sometido a condiciones laborales y prácticas agrícolas que deben ser consideradas en la determinación del riesgo que corre de sufrir una intoxicación al emplear estos productos, así como en la viabilidad de los programas preventivos.

Han sido identificados los grupos químicos de plaguicidas que causan la mayoría de las intoxicaciones agudas, tanto en los seres humanos como en la vida silvestre, y

---

<sup>1</sup> Profesora e Investigadora Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional. Costa Rica.

se trata de implementar programas de vigilancia preventiva que necesariamente deben ser adecuados a los riesgos que ofrecen los distintos cultivos tropicales. También existe alguna evidencia de cuáles son los plaguicidas que causan más muertes. Estos son dos índices (de morbilidad y de mortalidad, respectivamente) importantes para la orientación de las medidas preventivas a seguir.

Sin embargo, la despersonalización de la relación empleador-empleado que se ve hoy favorecida en cultivos relevantes como el del banano, podría comprometer seriamente el éxito de los programas preventivos que se realizan.

En los cultivos tropicales de exportación, el uso masivo de plaguicidas y las condiciones socioeconómicas del trabajador y de su comunidad, requieren de una investigación científica que trascienda el enfoque puramente toxicológico e integre la investigación social. De esta manera se podrá valorar la viabilidad de las medidas a seguir que se deriven de los estudios propios de las ciencias naturales, a la vez que se señala la orientación de nuevas investigaciones con arraigo a la realidad que viven los trabajadores y las comunidades agrícolas en los trópicos.

## **INFLUENCIA DE LOS FACTORES AMBIENTALES**

### **Patrones de Biodegradación en el ambiente tropical**

Poco sabemos de cómo pueden afectar las condiciones ambientales propias de los trópicos, tales como elevadas temperaturas y humedad, la biodegradación de los plaguicidas. Desconocemos si modifican la toxicidad o la persistencia de algunos plaguicidas en el ambiente, con consecuencias significativas para el medio.

### **Influencia de la luz y otros factores ambientales**

En opinión de algunos científicos, bajo la influencia de las ondas luminosas de los trópicos, podría verse acelerada la degradación de algunos plaguicidas.

Un ejemplo de cómo puede influenciar el ambiente la toxicidad de un plaguicida lo constituye un estudio realizado por un grupo de investigadores en California, ante un brote inusitado de intoxicaciones laborales en un naranjal tratado con un insecticida organofosforado en el verano. Se comprobó que el insecticida fue abundantemente transformado en el ambiente, a paraoxon, un metabolito más tóxico que el producto originalmente aplicado. Concluyeron que probablemente una combinación de condiciones ambientales, activó al plaguicida aumentando su peligrosidad, y encontraron evidencia inicial de que la luz fue un elemento relevante en la causación del fenómeno (Spear et al, 1977).

También se ha reportado la capacidad que tiene la salinidad de aumentar la toxicidad del insecticida organofosforado Paration, en cangrejos estuarinos (Montserrat et al, 1991). La existencia de manglares en el Pacífico Seco de Costa Rica, como ejemplo, cercanos a los arrozales y a otros cultivos en donde se utilizan grandes cantidades de insecticidas organofosforados, abre la posibilidad de que un

fenómeno como el mencionado, pueda estar ocurriendo en ellos, sin que necesariamente estén exentos los manglares de parques nacionales y otras áreas protegidas del país.

## **EFFECTOS INDESEABLES EN LA VIDA SILVESTRE**

Algunos de los mecanismos de acción tóxica mediante los cuales los plaguicidas eliminan las plagas, lamentablemente también sirven para eliminar animales y plantas que conforman la vida silvestre y que deseamos preservar. Se generan así efectos "colaterales" negativos del uso agrícola de los plaguicidas.

Los insecticidas organofosforados y carbamatos, ampliamente utilizados en el agro de los trópicos, ilustran muy bien el tema. Estos plaguicidas controlan eficientemente las plagas, al interferir con la actividad de las colinesterasas, enzimas esenciales para el funcionamiento normal del sistema nervioso del insecto. Las sinapsis colinérgicas en las que participan las colinesterasas son comunes en animales invertebrados y vertebrados; es por eso que estos plaguicidas pueden comprometer también la sobrevivencia de muchos otros miembros del reino animal, incluido el ser humano.

La literatura científica señala la susceptibilidad de varias especies de aves de Costa Rica, a los plaguicidas inhibidores de las colinesterasas. Aunque los estudios en cuestión han sido realizados en zonas agrícolas de países templados, se trata de plaguicidas y dosis subletales que están siendo también utilizados en la agricultura nacional (Vega, 1991).

## **EFFECTOS TOXICOS EN LOS SERES HUMANOS**

### **Morbilidad y mortalidad de las intoxicaciones humanas**

Mientras que la morbilidad para nuestros propósitos, se refiere al número proporcional de personas que se intoxican con plaguicidas en una población y tiempo determinados, la mortalidad está referida a la proporción de muertes que producen las intoxicaciones con plaguicidas.

Aquí estaremos refiriendo uno y otro índice, a las intoxicaciones agudas, es decir, aquellas cuyos síntomas de intoxicación ocurren poco después de ocurrida la exposición al plaguicida y no así a las intoxicaciones crónicas, cuyos síntomas pueden mostrarse incluso décadas después de ocurridas las exposiciones.

### **Morbilidad y los plaguicidas inhibidores de colinesterasas**

La gran mayoría de las intoxicaciones agudas con plaguicidas en Costa Rica ocurren con plaguicidas inhibidores de las colinesterasas, enzimas esenciales para el funcionamiento normal del sistema nervioso humano. Se trata principalmente de intoxicaciones laborales, que afectan mayoritariamente a los varones en edad productiva (Vega et al 1983a; Castro et al, 1988; Wesseling et al, 1993).

El alto índice de morbilidad asociado a estos plaguicidas parece ser un fenómeno de carácter mundial, que afecta a países en vías de desarrollo y también a países desarrollados (Tafari y Roberts, 1987).

Los plaguicidas inhibidores de las colinesterasas pertenecen a dos grupos químicos: organofosforados y carbamatos; de acción insecticida, nematocida y acaricida.

Los síntomas de intoxicación que producen son diversos y reflejan un mal funcionamiento del sistema nervioso, originado en sus sinapsis colinérgicas. En estas sinapsis, normalmente las colinesterasas ejercen su actividad enzimática metabolizando al mediador químico de la transmisión nerviosa, una vez que el impulso nervioso ha sido transmitido (Vega et al, 1984a).

Las características físico-químicas de los insecticidas organofosforados, les confieren una asombrosa afinidad química con las colinesterasas, a las que se unen covalentemente y de manera irreversible, interfiriendo con una acción enzimática que es nada menos que un producto sofisticado de la evolución biológica. Este es el meollo de su toxicidad y probablemente una importante razón del alto índice de morbilidad que imponen al agro de hoy.

#### **Mortalidad y los herbicidas btiplridilos**

Pese a la alta incidencia de las intoxicaciones con plaguicidas inhibidores de las colinesterasas en Costa Rica, el mayor índice de mortalidad no parece recaer en ellos; existe evidencia de que el Paraquat, un herbicida derivado de la piridina muy utilizado en el agro costarricense, ocasiona la mayoría de las muertes con plaguicidas en el país (Wesseling et al, 1993).

Aunque no del todo dilucidado aún, el mecanismo de acción tóxica del Paraquat evidentemente no tiene relación con la inhibición de las colinesterasas. Como veremos más adelante, el principio en que se basa su toxicidad podría explicar en buena medida, su letalidad. A esto hay que agregar el hecho de que, a diferencia de las intoxicaciones con inhibidores de las colinesterasas que son tratadas con un antídoto específico, para las intoxicaciones con Paraquat no existe tal recurso (EPA, 1982).

#### **Las vías dérmica y respiratoria, en las intoxicaciones humanas**

Las características físico-químicas de los plaguicidas inhibidores de las colinesterasas facilitan su penetración al organismo por la piel y por las vías respiratorias, lo que probablemente también explica en alguna medida el alto índice de morbilidad que provocan.

Desde la perspectiva de la salud ocupacional, los plaguicidas que pueden penetrar por la piel y por las vías respiratorias del individuo, merecen particular atención.

Para intentar detener la penetración de estos plaguicidas al organismo, habría que aislar completamente la piel del trabajador y filtrar el aire que respira mientras labora. Ninguna de las dos cosas es totalmente factible, particularmente bajo condiciones climáticas tropicales, que dificultan el uso de equipo de protección personal.

No cabe duda de que la potencial vía de penetración de un plaguicida al organismo, debe ser considerada en la estimación del riesgo de una intoxicación laboral.

## **LAS COLINESTERASAS SOLO REFLEJAN LA EXPOSICION A SUS INHIBIDORES**

### **Obligatoriedad legal de los análisis**

La utilidad de los monitoreos de colinesterasas en la prevención de intoxicaciones con insecticidas organofosforados y carbamatos, es ampliamente reconocida y son practicados en muchos países (Vega et al, 1984a).

Si la actividad de las colinesterasas del trabajador decrece significativamente, debe ser apartado de las labores que lo exponen al plaguicida. Por otra parte, hay que buscar las "fugas" en el sistema de protección del trabajador (que siempre debe existir en el lugar de trabajo), a fin de corregirlas y evitar nuevas exposiciones riesgosas; podría tratarse de empaques malos en el equipo de aplicación, o un equipo de protección personal incompleto o en mal estado, para sólo mencionar algunas posibles causas.

En Costa Rica, los análisis periódicos de la actividad de las colinesterasas sanguíneas son obligatorios por ley para todo trabajador que se expone durante sus labores a los plaguicidas que las inhiben. Sin embargo, estos análisis generalmente no se programan en forma adecuada a las necesidades de los distintos cultivos y con frecuencia no se da a sus resultados el seguimiento necesario. Sirven el propósito de cumplir con un requisito legal, sin que se utilicen a cabalidad en la tarea de prevenir las intoxicaciones laborales.

### **Falsas creencias**

Es común encontrar en la comunidad agrícola costarricense, la falsa creencia de que los análisis de colinesterasas sirven para prevenir las intoxicaciones con plaguicidas, independientemente de cual grupo químico de plaguicidas se trate.

Sin embargo, la contaminación de un trabajador con un plaguicida que ejerce su toxicidad mediante un mecanismo distinto al de la inhibición de las colinesterasas, no puede ser percibida mediante el análisis de estas enzimas.

Los insecticidas organoclorados y los piretroides (del tipo I), por ejemplo, también afectan el sistema nervioso humano pero no así la actividad de las

colinesterasas. Estos insecticidas ejercen su toxicidad, al interferir con el funcionamiento de los canales de sodio-potasio, en la membrana axonal de las células del sistema nervioso (Buerger y Wolfe, 1991).

### **El antídoto y las colinesterasas**

En caso de intoxicación con un insecticida organofosforado o carbamato, se administra al paciente un antídoto específico basado en el uso de atropina, sola o en combinación con pralidoxima. Durante el tratamiento, los análisis de colinesterasas brindan información acerca de la evolución del paciente, con base en el que puede adecuarse la medicación en beneficio de la persona intoxicada.

La existencia de un antídoto y exámenes específicos para el tratamiento de estas intoxicaciones, sin duda juega un papel importante en la relativa baja incidencia de mortalidad, asociada a los plaguicidas inhibidores de las colinesterasas.

## **LAS INTOXICACIONES CON PARAQUAT**

### **Efectos tópicos y "sistémicos"**

Como el Paraquat usualmente no es absorbido por la piel intacta ni por las vías respiratorias del ser humano, las intoxicaciones laborales "sistémicas", que afectan el funcionamiento del organismo, son poco frecuentes. En contraste, los efectos tópicos del Paraquat, en las uñas, la piel y los ojos del trabajador, se observan comúnmente, sobre todo con el uso del producto comercial (líquido generalmente al 27.6% i.a.).

Las salpicaduras del concentrado, que pueden ocurrir durante el proceso de dilución del herbicida para su posterior aplicación en el campo, pueden dañar severamente los ojos del trabajador. En Costa Rica, aparentemente son frecuentes los daños en los ojos, debido al uso del Paraquat sin la adecuada protección.

La literatura científica señala que la mayoría de las intoxicaciones "sistémicas" con Paraquat se deben a la ingestión del producto, una vía poco usual en el ambiente laboral y propia de los intentos de suicidio. La ingestión de Paraquat puede provocar una severa reacción pulmonar, frecuentemente mortal (EPA, 1982).

Sin embargo, las lesiones en la piel producto del uso inadecuado del Paraquat facilitan su penetración al organismo; esto podría posibilitar una mayor incidencia de intoxicaciones "sistémicas" con Paraquat, en ambientes laborales en donde no se observen suficientes medidas de protección al trabajador.

En el agro costarricense, la aplicación de este herbicida con bomba de espalda manual es común y ocasionalmente han ocurrido intoxicaciones "sistémicas" a través de daños en la piel, debidos al derramamiento del herbicida en la espalda del trabajador (en un caso hasta alcanzar el escroto, área de gran capacidad de absorción).

Existe alguna evidencia epidemiológica de que la incidencia de intoxicaciones laborales "sistémicas" con Paraquat en Costa Rica, podría ser inusualmente alta (Wesseling et al, 1993).

### **La necesidad de protección e higiene**

Es evidente la necesidad de usar guantes y anteojos protectores durante la manipulación de Paraquat. Se recomienda además no tomar, comer o fumar durante su manipulación a fin de evitar la penetración por vía oral, de este herbicida que es clasificado como altamente tóxico. También es requerido bañarse y cambiarse de ropa, inmediatamente después de aplicar el producto.

De todos estos peligros y recomendaciones da cuenta la etiqueta que obligatoriamente acompaña al producto comercial.

Sin embargo, es probable que las grandes compañías agroindustriales cuenten con la infraestructura básica requerida para las prácticas preventivas recomendadas, y no así las parcelas del pequeño y mediano productor (Saunders, 1978).

Sin duda alguna, para todos los usos que puedan darse a los distintos plaguicidas, el equipo de protección personal, el mantenimiento de los equipos de aplicación y las facilidades para la higiene del trabajador, juegan un importante papel y van a modificar el riesgo de una intoxicación laboral con estos productos.

### **El por qué de su letalidad**

Una posible explicación al alto índice de mortalidad asociado al Paraquat, podría basarse en la capacidad que tiene este herbicida de generar radicales libres en una reacción en cadena, que puede destruir las membranas celulares y los tejidos epiteliales. Pese a que el mecanismo mediante el cual ejercen su toxicidad los herbicidas bipiridilos ha sido extensamente estudiado en el sistema mamífero, todavía no ha sido completamente dilucidado (Kehrer, 1993). Sin embargo, existe abundante evidencia que involucra la participación de los radicales libres (Situnayake et al, 1987).

Un mecanismo de acción tóxica de esta naturaleza, unido a la inexistencia de un antídoto específico para el tratamiento de estas intoxicaciones, podría explicar en buena medida, la letalidad del Paraquat una vez que penetra al organismo.

### **OTROS FACTORES EN LA ESTIMACION DEL RIESGO**

Además de las características físico-químicas propias de un plaguicida "puro", o ingrediente activo, existen factores adicionales que interactúan y pueden modificar el comportamiento y la toxicidad de un plaguicida.



## **La concentración de ingrediente activo**

La concentración de ingrediente activo (% i.a.) de un plaguicida puede variar en sus distintas formulaciones comerciales, siendo potencialmente más tóxica la formulación comercial con el mayor contenido de ingrediente activo.

Adicionalmente, como los productos concentrados son generalmente diluídos para su posterior aplicación en el campo, el riesgo que corre el trabajador que los diluye y el que los aplica, debe ser valorado tomando en consideración la concentración de ingrediente activo que se manipula en cada labor.

## **El tipo de formulación**

Los plaguicidas en su forma comercial, generalmente vienen mezclados (formulados) con vehículos inertes bajo distintas formas y concentraciones, conocidas como formulaciones comerciales. Entre las más comunes pueden citarse las formulaciones líquidas, en polvo, granuladas, y los fumigantes.

En algunos casos, el tipo de formulación puede representar un factor de protección para el trabajador, tal es el caso de algunos nematocidas organofosforados comercializados en forma granulada; el gránulo, en comparación con las formulaciones líquidas, desfavorece la penetración del ingrediente activo al organismo a través de la piel, una vía usual de penetración de estos nematocidas.

La formulación comercial del plaguicida, debe ser considerada en la estimación del riesgo que representa su manipulación, para el trabajador.

## **El vehículo "inerte"**

El término "vehículo inerte", estampado en la etiqueta que acompaña al producto comercial, promueve en el usuario la idea de que se trata de un producto estéril e inactivo. Sin embargo, algunas veces el vehículo en el que viene formulado el ingrediente activo, tiene su propio potencial tóxico y puede facilitar la penetración del plaguicida al organismo. Tal es el caso de los productos que vienen formulados en solventes orgánicos.

En Costa Rica, la identidad química del vehículo inerte generalmente no aparece en la etiqueta del producto y las compañías distribuidoras no siempre brindan esa información.

La identidad química del ingrediente activo, es útil tanto en la prevención de las intoxicaciones como en su tratamiento y debería incluirse obligatoriamente, en la etiqueta del producto comercial.

## **Los sistemas de aplicación**

La bomba de espalda manual es el sistema de aplicación de plaguicidas más comúnmente utilizado en Costa Rica. También es frecuente la utilización de bombas de motor, sobre todo para cubrir plantas de follaje alto.

Cada sistema de aplicación ofrece sus propios riesgos; es común por ejemplo, encontrar en uso bombas de espalda con empaques malos que gotean y facilitan la contaminación del trabajador.

La aplicación aérea de plaguicidas por su parte, ofrece grandes particularidades entre las que se incluye la labor del piloto, para quien un síntoma usualmente de poco riesgo, como el mareo, podría ser causa de un accidente mortal.

Un punto específico de interés es el tamaño de las boquillas que se emplean en las bombas de aplicación; entre más pequeño sea el diámetro de las gotas de plaguicida producidas, más se puede ver favorecida su penetración por las vías respiratorias, hacia los pulmones.

## **La duración y frecuencia de las aplicaciones**

La frecuencia con que se aplican los plaguicidas durante el año y el número de horas de aplicación que realiza el trabajador, constituyen dos factores relevantes en la estimación del riesgo de una intoxicación laboral. Obviamente, el riesgo de intoxicación aumenta conforme lo hace la jornada de aplicación.

Por otra parte, el trabajador que aplica plaguicidas continuamente durante el año, tiene una menor oportunidad de librar su organismo de los efectos nocivos que puedan derivarse del mal uso de estos productos. Esta situación es común en el agro costarricense y probablemente se repite en los países tropicales.

## **El calendario de las aplicaciones, en los distintos cultivos**

La aplicación de nematocidas en el cultivo del banano no es continua. Los nematocidas (inhibidores de las colinesterasas) son aplicados aproximadamente cada tres meses, creándose la posibilidad de que el trabajador recupere, al menos en parte, la actividad normal de sus colinesterasas si estas fueron afectadas.

Este espacio temporal entre aplicaciones, podría facilitar también el establecimiento de los valores de pre-exposición de las colinesterasas del trabajador, con suficiente antelación a una próxima aplicación, como es deseable para el monitoreo exitoso de las colinesterasas con fines preventivos.

En este contexto, la política de pagar las labores agrícolas por horas, que empieza a observarse en los bananales costarricenses, podría fácilmente entorpecer la necesaria labor de prevención de las intoxicaciones con plaguicidas, al despersonalizarse la relación empleador-empleado.

Los espacios temporales entre aplicaciones de plaguicidas aparentemente no se dan en el Pacífico Seco del país, en donde se alternan los cultivos durante el año y se aplica insecticidas inhibidores de las colinesterasas, prácticamente de continuo (Vega et al, 1984b).

### **Los efectos a largo plazo (Toxicidad crónica)**

Comúnmente se piensa que los "banderilleros" son los únicos trabajadores directamente afectados durante las aplicaciones aéreas de plaguicidas, en cultivos como el algodón o el banano, ya que deben permanecer en las plantaciones para orientar el paso del avión y así garantizar una aplicación uniforme.

Sin embargo, actualmente en las plantaciones de banano de Costa Rica es común que la aplicación aérea de fungicidas (frecuentemente pertenecientes al grupo químico de los ditiocarbamatos), se realice sin previo aviso a los trabajadores dedicados a distintas labores en el campo, como la corta de fruta, el deshijado de las plantas de banano, o la aplicación terrestre de plaguicidas, entre otras.

Como resultado, sólo los "banderilleros" cuentan con el equipo de protección personal durante las fumigaciones aéreas y el resto del personal es cotidianamente sorprendido por la presencia del avión fumigador, sin ningún equipo para su protección personal.

La consecuencia inmediata de estas fumigaciones aéreas es la queja frecuente de los trabajadores, que sufren de irritaciones en la piel y en los ojos. Sin embargo, el mayor problema de salud podría observarse dentro de algunos años, incluso décadas, ya que existe alguna evidencia de que en el grupo de fungicidas ditiocarbamatos empleados hay productos potencialmente cancerígenos. El cuerpo de evidencia existente, no ha movido aún a la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) a cancelar su uso, pero el resultado de nuevas investigaciones podría eventualmente conducir a ello (Vega et al, 1983b).

El potencial efecto crónico de los fungicidas ditiocarbamatos, utilizados en distintos cultivos tropicales dentro y fuera del país, es sólo un ejemplo; muchos otros plaguicidas comerciales en uso, ofrecen también distintos riesgos de toxicidad crónica y están actualmente bajo investigación.

### **El trabajador**

El nivel educativo del trabajador, su estado general de salud, las condiciones de vivienda y nutrición que experimenta, su situación familiar y el acceso a cuidados médicos, son sólo algunos de los múltiples e importantes aspectos que conforman la contraparte personal del trabajador.

Estos elementos, participan activamente en la definición del efecto final que el uso de plaguicidas en el agro de los trópicos, va a tener en el trabajador y en su comunidad. Sin embargo, poco conocemos de este entorno que exige estudios

interdisciplinarios, en donde converjan esfuerzos profesionales de las ciencias naturales y de las ciencias sociales, para integrar medidas que garanticen el uso seguro de los plaguicidas en los trópicos.

## CONCLUSION

Pese a la enorme tarea todavía a realizar para garantizar el uso adecuado de los plaguicidas en Costa Rica, mucho se ha avanzado a partir de la década de los ochenta, en que el país se esforzó por prohibir y restringir legalmente el uso de plaguicidas, que como el DDT, ya habían sido prohibidos en Estados Unidos y en muchos países europeos. Actualmente, en Costa Rica no se importa ningún producto cuyo uso ha sido prohibido por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.

La política nacional de promocionar las exportaciones agrícolas no tradicionales, ha extendido a una gran variedad de productos agrícolas la preocupación de producir cosechas con un mínimo de residuos de plaguicidas, para que no sean rechazadas en los puertos de los países desarrollados que son nuestros principales compradores. Esta política necesariamente limitará el uso excesivo de plaguicidas, en beneficio del ambiente natural y de las comunidades agrícolas, así como del consumidor nacional.

Por otra parte, la obligatoriedad legal de realizar los análisis de colinesterasas, abre la posibilidad de que se desarrollen programas preventivos de las intoxicaciones que tienen una mayor incidencia en el país, adecuados a las necesidades de las distintas regiones y cultivos; experiencia legal y técnica que podría ser valiosa también para otros países tropicales.

Sin embargo, se trata de políticas todavía fragmentarias que no obedecen a un conocimiento global del problema, que es de por sí muy complejo, ni ofrecen soluciones eficientes a las consecuencias negativas que ya sufrimos en Costa Rica, debidas al uso inadecuado de los plaguicidas.

Las relaciones empleador-empleado, que en un cultivo relevante como el banano tienden actualmente a despersonalizarse, podrían cerrar muchos de los espacios que a la fecha, con dificultad y un importante gasto económico han sido abiertos en Costa Rica.

Sin duda alguna, la tarea de estudiar y aplicar la toxicología de los plaguicidas en ambientes tropicales, apenas se ha iniciado; a la velocidad con que se introducen nuevos productos en el mercado de los plaguicidas, esta tarea resulta, desde el más positivo de los ángulos y con mucho de elitismo académico: un riquísimo campo de estudio.

## BIBLIOGRAFIA

- Burger, T., Wolfe, M. 1991. *Wildlife Toxicology*. Institute of Wildlife Toxicology. Western Washington University. Bellingham.
- Castro, R., Barboza, J., Rodríguez, O., Acosta, J.M. 1988. Diagnóstico del Impacto del Manejo de Plaguicidas en el Cantón de Pococf. Centro de Ecología Humana y Salud OPS/OMS. Ministerio de Salud Pública. San José, Costa Rica.
- EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América). 1982. *Diagnóstico y Tratamiento de los Envenenamientos con Plaguicidas*. Tercera Edición.
- Kehrer, J. 1993. Free Radicals as Mediators of Tissue Injury and Disease. *Critical Reviews in Toxicology*. 23 (1): 21-48.
- Montserrat, J., Rodríguez, E., Lombardo, R. 1991. Effects of Salinity on the Toxicity of Parathion to the Stuarine Crab *Chasmagnatus granulata*. *Bull. d'Environ. Contam. Toxicol.* 46:569-575.
- Saunders, J.L. 1978. El Uso de Plaguicidas por Agricultores de Recursos Limitados en América Central. Seminario Regional Sobre Uso y Manejo de Plaguicidas en Centro América. Guatemala.
- Situnayake, R.D., Crump, B.J., Thurnham, D.I., Davies, J.A., Davis, M. 1987. Evidence of Lipid Peroxidation in Man Following Paraquat Ingestion. *Human Toxicol.* 6. 94-98.
- Slater, T.F. Cheeseman, K.H., Davies, M.J., Proudfoot, K., Xin, W. 1987. Free Radical Mechanisms in Relation to Tissue Injury. *Proc. Nutr. Soc.* 46:1-12.
- Spear, R., Pependorf, W., Spencer, W., Milby, T. 1977. Worker Poisoning Due to Paraoxon Residues. *Journal of Occupational Medicine*. Vol 19. No 6. pp. 411-414.
- Tafari, J. and Roberts, J. 1987. Organophosphate Poisoning. *Ann Emerg Med.* 16:193-202.
- Vega, S., Rodríguez, A., Ramírez, F. 1983a. Intoxicaciones con Plaguicidas en la Zona del Pacífico Seco, Costa Rica. *Rev. Cost. Cienc. Med.* 4 (2): 7-16.
- , Zúñiga, C., García, R., Rodríguez, A., Solano, G., Maroto, I. 1983b. Importación y exportación de plaguicidas en Costa Rica (Mercado, Ecología y Salud). 77 pp. Departamento de Publicaciones. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.
- , Maroto, I., Zúñiga, C., Ramírez, F. 1984a. Actividad de las Colinesterasas Sanguíneas en una Población de Referencia Costarricense. *Rev. Cost. Cienc. Med.* 5 (2): 158-169.
- , Zúñiga, C., Maroto, I., Ramírez, F. 1984b. Valoración de Colinesterasas en Trabajadores Expuestos a Insecticidas Organofosforados en el Cultivo del Algodón. VI Congreso Agronómico Nacional. Colegio de Ingenieros Agrónomos. San José, Costa Rica. 9-3 Julio 1984.
- , 1991. El Impacto de los Insecticidas Organofosforados en las Aves. *Ciencias Ambientales*. 8: 98-105.
- Wesseling, C., Castillo, L., Elinder, C. 1993. Pesticide Poisonings in Costa Rica. *Scand J Work Environ Health*. 19: 227-35.