

Paraquat

Riesgos inaceptables para la salud de los usuarios

Reporte escrito por Richard Isenring (MSc, Switzerland)
Editado por John Madeley

Agradecimientos

Muchas gracias a Fernando Bejarano, Hein Bijlmakers, Barbara Dinham, Francois Meienberg, Jennifer Mourin, Lars Neumeister, Sofia Parente y Meriel Watts por su ayuda en la realización de este informe.

Especial agradecimiento a «Stiftung für kulturelle, soziale und humanitäre Initiativen» y a la Swedish Society for Nature Conservation por su valioso aporte.

Impresión

Traducido por Hernando Cárdenas Becerra

Versión en español revisada por Fernando Ramírez Muñoz Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET), Universidad Nacional de Costa Rica.

Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina (RAP-AL)
www. Rap-al.org Octubre 2006

Direcciones

Declaración de Berna (DB)
Quellenstrasse 25, P.O.Box
CH-8031 Zürich, Switzerland
Tel. +41 44 277 70 00
food@evb.ch
www.evb.ch

PAN UK
(Pesticide Action Network UK)
Development House
56–64 Leonard Street
London EC2A 4JX, UK
Tel. +44 (0)20 7065 0905
admin@pan-uk.org
www.pan-uk.org

PAN Asia and the Pacific
P.O.Box 1170
10850 Penang, Malaysia
Tel. (60-4)656 0381/657 0271
panap@panap.net
www.panap.net

Paraquat

Riesgos inaceptables
para la salud de los usuarios

Reporte escrito por Richard Isenring (MSc, Switzerland)
Editado por John Madeley

Indice

Resumen ejecutivo	4
Conclusiones y principales recomendaciones	5
1 Introducción	6
1.1 El ingrediente activo paraquat	6
1.2 Rápido incremento en el uso de herbicidas	6
1.3 Intoxicaciones no intencionales con paraquat	7
1.4 Separando la salud agrícola y los estándares de seguridad	8
1.5 Resumen	9
2 Peligros de exposición por condiciones inadecuadas de trabajo	10
2.1 Estándares de seguridad agrícolas insuficientes para el uso de paraquat	10
2.2 Aspectos generales de la exposición a plaguicidas (paraquat)	14
2.3 Medida de la exposición a paraquat	16
2.4 Resumen	20
3 Efectos en la salud por la exposición ocupacional al paraquat	22
3.1 Estimaciones de la magnitud de las intoxicaciones ocupacionales	22
3.2 Efectos agudos del paraquat en la salud	23
3.2.1 Intoxicaciones sistémicas agudas.	23
3.2.2 Reportes sobre intoxicaciones sistémicas y daños en piel y ojos	25
3.2.3 Piel y ojos	28
3.2.4 El sistema nervioso	29
3.2.5 Efectos respiratorios agudos (pulmón)	29
3.3 Intoxicaciones fatales no intencionales con paraquat	30
3.4 Resumen	31
4 Efectos crónicos del paraquat	32
4.1 Efectos respiratorios crónicos	32
4.2 Estudios sobre efectos pulmonares crónicos	32
4.3 Potencial carcinogénico	33
4.4 Efectos neurológicos (cerebro)	34
4.5 Resumen	34

5	Los controles de regulación y orientación para los usuarios	35
5.1	Estándares internacionales relativos a plaguicidas de toxicidad aguda (paraquat)	35
5.1.1	Programa internacional sobre seguridad química	35
5.1.2	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; Organización Mundial de la Salud	36
5.1.3	Foro intergubernamental en Seguridad Química	37
5.1.4	Organización Internacional del Trabajo	38
5.1.5	El Convenio de Rotterdam Sobre el Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo Aplicado a Ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Objeto de Comercio Internacional (PIC)	38
5.2	Reevaluación de la clasificación de peligros de la OMS y medidas para la mitigación riesgos	39
5.3	Recomendaciones para la reducción de riesgo	39
5.4	Autorizaciones nacionales para legislación sobre seguridad y salud con paraquat	40
5.5	La educación y las instrucciones en las etiquetas en las prácticas menos peligrosas	44
5.6	Resumen	46
6	Otros problemas asociados con el uso de paraquat	47
6.1	Suicidios por ingestión de paraquat y otros plaguicidas	47
6.2	Las compensaciones laborales por enfermedades y daños ocupacionales	49
6.3	Residuos de paraquat en los alimentos	50
6.4	Resumen	50
7	Implicaciones para la vida silvestre y el medio ambiente	51
7.1	Degradación del paraquat en el suelo y el agua	51
7.2	Riesgos para la vegetación, vida silvestre y microorganismos del suelo	53
7.3	Resumen	54
8	Alternativas para el paraquat y certificación voluntaria	56
8.1	Alternativas para el uso de paraquat	56
8.2	Estándares voluntarios en la prohibición del uso de paraquat	59
8.3	Resumen	60
9	Conclusiones y Recomendaciones	61
9.1	Conclusiones	61
9.2	Recomendaciones	63
	Bibliografía	64

Resumen ejecutivo

El paraquat es un herbicida químico usado por una gran cantidad de productores y trabajadores agrícolas, es un plaguicida muy tóxico, causante de graves intoxicaciones, cuyo uso no es seguro bajo las condiciones comunes de aplicación, además de que no tiene antídoto. La prohibición del paraquat debe de hacerse inmediatamente.

Este herbicida puede ser absorbido por la piel, especialmente si ha sido expuesta anteriormente al químico. Puede producir un envenenamiento agudo, aunque a menudo los síntomas se retrasan en aparecer. Por ejemplo, el daño a los pulmones no es evidente hasta varios días después de la exposición. No existe antídoto para una intoxicación con paraquat. El resultado puede ser fatal y en esos casos la muerte sucede por falla respiratoria.

La dermatitis, daños en la piel o en ojos y el sangrado nasal, son síntomas muy comunes dentro de los aplicadores de paraquat, requiriendo de tratamiento médico, el cual no siempre está disponible. La exposición a largo plazo con bajas dosis de paraquat está relacionada con daños en los pulmones y aparentemente con bronquitis crónica y deficiencia respiratoria.

La exposición a largo plazo al paraquat también ha sido asociada con el incremento del riesgo de padecer de Mal de Parkinson.

El nivel de exposición al paraquat que experimentan algunos trabajadores agrícolas es suficiente como para absorber cantidades tales que resultan en intoxicaciones agudas; los altos niveles de paraquat encontrados en su orina indican el alto riesgo que tienen estos de sufrir una intoxicación, por lo tanto, el potencial que tiene el paraquat de dañar la piel y su absorción por ésta, es sumamente serio.

Las intoxicaciones fatales en los lugares de trabajo por paraquat (sin incluir la ingesta accidental o intencional), ocurren principalmente, cuando la absorción del herbicida a través de la piel aumenta después de contactos prolongados, con soluciones diluidas o concentradas de paraquat. Se ha determinado en investigaciones que la contaminación de la piel ocurre, tanto por derrames de la formulación concentrada, como por goteos del equipo de aplicación, no pudiendo evitarse ni con el traje de protección. Las gotas del rocío de la aplicación, depositadas en la nariz, pueden ser tragadas y el spray en el aire puede ser tragado cuando los trabajadores respiran por la boca. En muchos países una alta proporción de las intoxicaciones con paraquat no son reportadas.

Las aves y los mamíferos también han sido afectados por el paraquat; se ha reportado aumento de muertes de liebres y reducción de la cantidad de huevos empollados por aves cuando se usa paraquat tal y como se recomienda.

En muchos países, la legislación en salud ocupacional es débil, y la educación de los trabajadores agrícolas en prácticas que reduzcan el riesgo al usar paraquat, o plaguicidas en general, se ha dado solamente en una pequeña proporción de los usuarios y usualmente no se le ha dado seguimiento.

Los estudios de campo han encontrado que el nivel aceptable de exposición a paraquat se excede, indicando un margen insuficiente de seguridad para aquellos que lo aplican con bomba de espalda. Normalmente el equipo de protección no es el adecuado ni está disponible, o es inconveniente o no práctico para ser usado en climas calientes y húmedos.

Frecuentemente las condiciones generales de trabajo son incompatibles con las recomendaciones sobre uso seguro de plaguicidas, especialmente en países en vías de desarrollo. Durante el manejo y la aplicación de plaguicidas continuamente existe un alto potencial de exposición, todos estos factores conllevan a un alto riesgo para los trabajadores.

La aplicación de paraquat y de otros plaguicidas calificados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como tipo Ia, Ib, o II por trabajadores que usan bombas manuales y sin protección, los coloca en un riesgo inaceptable para su salud.

El problema de los suicidios por el mal uso de plaguicidas es diferente del envenenamiento no intencional en el lugar de trabajo. La prohibición de los plaguicidas más tóxicos, como el paraquat, puede ser también una medida efectiva, entre otras, para reducir daños.

Los gobiernos necesitan evaluar los riesgos de los plaguicidas más peligrosos bajo las condiciones normales de uso. Ellos deben identificar medidas para reducir el riesgo y considerar el retiro del registro de productos donde el riesgo del usuario es muy alto y donde los estándares de protección no son suficientes para reducir los riesgos. En la mayoría de países, especialmente los del sur, este continúa siendo el caso para el paraquat.

Conclusiones y principales recomendaciones

Esta amplia revisión de trabajos bastante elaborados sobre los impactos del paraquat, concluye que este plaguicida causa daños diariamente a un enorme número de campesinos y trabajadores agrícolas. Los problemas resultantes de la exposición a paraquat son encontrados alrededor del mundo: Desde Estados Unidos a Japón y desde Costa Rica a Malasia. Los daños causados son muy severos y muchas veces fatales. Actualmente se han empezado a identificar problemas crónicos de salud asociados a su uso, particularmente en países en desarrollo donde el paraquat es utilizado bajo condiciones de alto riesgo. Los problemas de pobreza se multiplican por la exposición a químicos peligrosos, y los usuarios carecen de medios para protegerse. No disponen de equipo de protección personal, debido a su alto costo y a la imposibilidad de usarlos en climas cálidos. Las pérdidas de jornales o ingresos, debido a enfermedades ocupacionales causadas por exposición a plaguicidas, rara vez son económicamente compensadas. Mientras que se necesita urgentemente educación, capacitación e información para evitar intoxicaciones, el problema básico es el uso de químicos con alto riesgo como el paraquat, bajo condiciones inapropiadas y de pobreza. El reporte concluye que existen alternativas disponibles y su implementación debe ser una prioridad, junto con la eliminación del uso de paraquat.

Las principales recomendaciones (verlas completas en página 62) son:

- El paraquat debe ser prohibido inmediatamente en los países en desarrollo, esto es vital en vista del número de intoxicaciones fatales que han ocurrido, tanto con paraquat sin diluir o diluido, y por la ausencia de adecuados estándares de seguridad en el trabajo, debido a la falta de recursos y al clima tropical presente.
- Las intoxicaciones con paraquat en el lugar de trabajo también ocurren en los países del norte: sin duda el paraquat es un serio peligro para los humanos y para el ambiente, independientemente donde se use. Debe ser eliminado de todos los países para prevenir daños inaceptables.
- Si se continúa con su comercio, éste debe ser regulado a un nivel internacional dentro del procedimiento PIC. Muchos países han decidido prohibir el paraquat o restringirlo severamente y muchas compañías han prohibido su uso en los cultivos que ellos producen o comercian, mostrando que hay alternativas al paraquat menos peligrosas.
- La Organización Mundial de la Salud debe de redefinir la clasificación de peligro para el paraquat.

1 Introducción

El uso de paraquat ha sido sujeto de controversia al menos durante dos décadas, especialmente cuando se considera la seguridad de los campesinos y de los trabajadores agrícolas de los países en desarrollo (Madeley 2002; Wesseling et al 2001a; Syngenta 2002). Las intoxicaciones con paraquat, tanto intencionales como no intencionales, principalmente entre trabajadores agrícolas, campesinos y habitantes de zonas rurales, han hecho que las autoridades nacionales de salud, organizaciones no gubernamentales y de trabajadores, tengan serias preocupaciones al respecto.

Muchos factores han causado que las muertes (ocupacionales) sean subestimadas y los suicidios sobreestimados. La industria química argumenta que los plaguicidas contribuyen significativamente a reducir las pérdidas en los cultivos, pero ha sido muy evidente que su uso puede ser contraproductivo cuando no son formulados, almacenados y usados de acuerdo a los estándares nacionales e internacionales de seguridad (Kähkönen 1999).

Los plaguicidas de alta toxicidad aguda son usados en muchos países bajo condiciones inadecuadas y contribuyen considerablemente con daños a la salud y con muertes innecesarias, tanto en trabajadores agrícolas como en público en general.

Este artículo expone lo encontrado por expertos, organizaciones nacionales e internacionales, sobre los efectos en la salud de las personas expuestas al paraquat, y hace recomendaciones en medidas tendientes a reducir esos impactos negativos. Las publicaciones hechas sobre intoxicaciones no intencionales no se reseñan del todo, así que los casos discutidos en esta publicación sirven solamente como indicación del riesgo actual. El término «países en desarrollo» incluye a los países con economías en transición.

1.1 El ingrediente activo paraquat

Inicialmente, el paraquat fue utilizado en las plantaciones de hule de Malasia en 1961 y desde ese momento su uso se ha extendido (Calderbank y Farrington 1995), utilizándose en la actualidad a escala mundial. El paraquat es un herbicida de amplio espectro (o no selectivo) que mata tanto plantas de hoja ancha como de hoja angosta. Es usado en cultivos perennes como banano, cacao, café y palma africana; en cultivos anuales como maíz; en siembra directa o mínima labranza, en forestales y como defoliante o desecante de cultivos como algodón, piña, soya, caña de azúcar, entre otros (Tomlin 2003).

El paraquat se aplica antes de la siembra o de plantar el cultivo, en aplicación preemergente al cultivo y como defoliante antes de la cosecha (Hall 1995a). Por ser formulado como un líquido concentrado, usualmente es diluido en el campo por los trabajadores agrícolas antes de la aplicación. Para eliminar malezas, el paraquat es aplicado en dosis de 0,28 a 1,12 kg/ha (1/4 a 1 libra por acre); como desecante puede ser usado dos veces (Hall 1995a).

El paraquat es un herbicida del tipo bupiridilo y es clasificado por la OMS, de acuerdo a su toxicidad aguda, como clase II o «Moderadamente peligroso» (WHO 2005); en este sentido difiere de la mayoría de herbicidas, los cuales son menos tóxicos (Marquis 1986).

Basado en sus propiedades toxicológicas (toxicidad aguda, efectos crónicos y ausencia de un antídoto) el paraquat debería de categorizarse en la clasificación de la OMS como tipo Ia o Ib.

Este herbicida es vendido bajo varios nombres comerciales de los cuales se ha registrado una extensa lista (UN/DESA 2004, p 618). La principal marca comercial es «Gramoxone», comercializado por Syngenta. Otro herbicida bupiridilo es el dibromuro de diquat, igualmente clasificado por la OMS como tipo II (WHO 2005); también se cuenta con otros productos de la misma familia como mezclas de paraquat, diquat y otros herbicidas. Las formulaciones granuladas (sólidas) son usadas con menos frecuencia (Hall 1995a).

Los productos basados en paraquat normalmente se formulan con la sal o dicloruro del catión, un compuesto de amonio cuaternario, siendo este catión el que tiene el efecto herbicida y el efecto tóxico (Summers 1980).

La concentración líquida del paraquat contiene del 25% al 44% de ingrediente activo, además de solvente (agua) y coadyuvantes (CDMS 2001 y 2004).

1.2 Rápido incremento en el uso de herbicidas

El uso de plaguicidas a nivel mundial se incrementó de 500.000 toneladas en el año 1960 a cerca de 3 millones de toneladas de producto formulado en 1985 (WHO y UNEP 1990). Cerca de dos terceras partes de las ventas mundiales son hechas en América del Norte, Europa y Japón; sin embargo, desde 1990, las ventas de plaguicidas en los países de occidente se han estancado, mientras que en América Latina y Asia las ventas han crecido rápi-

damente (Halweil 2002). Para el año 2003, los herbicidas no selectivos, como el paraquat y diquat, junto con el glifosato, significaron una cuarta parte de las ventas de herbicidas y el 11% de las ventas de plaguicidas del principal productor, Syngenta.

Las ventas de paraquat en el 2001 en los principales 46 mercados fueron de US\$ 396,2 millones (o en el último año de cifras disponibles en cada país), y de US\$ 314,9 millones en los primeros 12 mercados, de los cuales un gran porcentaje son de países en vías de desarrollo. Syngenta es por mucho el principal productor de paraquat, acumulando al menos el 50% del mercado, pudiendo ser este porcentaje mucho más alto, a pesar de que su patente del paraquat ya no está protegida (Dinham 2003).

Otra fuente, el Deutsche Bank, estima que las ventas de paraquat por Syngenta en el año 2002 fueron aproximadamente de US\$ 430 millones (DB 2005).

Los plaguicidas están siendo usados por un número creciente de productores en los países en desarrollo; en la década pasada, el uso de herbicidas se ha incrementado de forma dramática, proporcionalmente al aumento en los precios de la mano de obra (Pingali y Gerpacio 1998). La intensidad en el uso de plaguicidas (cantidad usada por área) y las proporciones entre herbicidas, funguicidas e insecticidas usados en agricultura, varían de país a país. El mayor uso de herbicidas ocurre predominantemente en países donde la mano de obra es más cara, o la relación área agrícola y mano de obra es alta, y donde la producción está orientada hacia la comercialización (Pingali y Gerpacio 1998).

En el Caribe, ha habido un aumento en la cantidad usada de plaguicidas, en su mayoría de herbicidas, y es una tendencia que parece continuar, debido probablemente al aumento en la superficie cultivada, al mantenimiento de cultivos muy intensivos y al alto régimen de lluvias (Dasgupta y Perue 2003). El paraquat es el principal herbicida usado en Santa Lucía, en su mayoría para la producción bananera (Hammerton y Reid 1985); por cantidad, estuvo dentro de los cinco herbicidas más usados en el Caribe entre 1998 y el 2000, aumentando sus importaciones en ese mismo periodo un 157% (Dasgupta y Perue 2003).

A nivel global, durante el 2004, los herbicidas representaron el 45,4% de las ventas de plaguicidas, seguidos por los insecticidas (27,5%) y funguicidas (21,7%) (Agrow 2005); la industria es un

fuerte impulsor de esta tendencia al promover prácticas como la cero labranza y los cultivos resistentes a herbicidas, tratando de ligarlas a un consumo masivo de herbicidas (Dinham 2005)

Sin embargo, existen sistemas exitosos de cero labranza sin uso de herbicidas (Petersen 1999, Gallagher 2005). El peso económico de los herbicidas hacen aumentar los costos a los productores, siendo muchas veces mayores que los gastos en insecticidas y funguicidas (Foerster et al 2001).

El alto riesgo para la salud de productores y trabajadores agrícolas, bajo las condiciones de trabajo prevaescentes en los países en desarrollo, hacen que el uso del paraquat sea incompatible con una agricultura sustentable.

En suelos donde el paraquat es aplicado continuamente, residuos de éste se acumulan gradualmente a una tasa alta. La capacidad del suelo de adsorber paraquat se ve limitado si el contenido de arcilla es bajo y si los procesos de degradación son muy lentos, haciendo que futuras aplicaciones del herbicida causen efectos tóxicos en el cultivo.

1.3 Intoxicaciones no intencionales con paraquat

De acuerdo con el IV Foro Intergubernamental de Seguridad Química (IFCS, Forum IV), las intoxicaciones con plaguicidas pueden ser un problema de salud pública en países en desarrollo y en países con economías en transición. El Foro identificó las intoxicaciones con plaguicidas como una prioridad (IFCS 2003a), además se resltó a los organofosforados y carbamatos, clasificados por la OMS como de tipo Ia y Ib, y al endosulfan y paraquat (ambos en clase II de la OMS), como causantes de severas intoxicaciones fatales (IFCS 2003b).

Una diferencia importante entre el paraquat y los organofosforados es que para una intoxicación con paraquat no existe disponible un antídoto (Ellenhorn et al 1997), pero en el caso de intoxicaciones con organofosforados, un paciente puede ser tratado, en el corto o mediano plazo, con atropina (Buckley et al 2005). Otra diferencia es el posible retraso, hasta en varios días, en la expresión de los severos signos que causa una intoxicación por paraquat (Ellenhorn et al 1997).

Las intoxicaciones sistémicas pueden ocurrir cuando hay un contacto del paraquat con la piel, especialmente si la piel está dañada o hay heridas; el contacto por mucho tiempo puede dañar y ne-

crossar la piel, llevando a un incremento en la absorción (Hall y Becker 1995). La inhalación del rocío de aspersiones de paraquat raramente resulta en una absorción sistémica, a menos de que las gotas entren en los alveolos (que son la primera unidad de intercambio gaseoso en los pulmones), mientras que es más común que ocurra el efecto de irritación local en las vías respiratorias superiores (Hall y Becker 1995). La deriva puede ser absorbida directamente por la boca. Muchos estudios han demostrado alteraciones en la función pulmonar, o cambios moderados en el tejido del pulmón, de trabajadores que han tenido exposición laboral al paraquat por largos periodos de tiempo (Schenker et al 2004; Dalvie et al 1989, Castro-Gutiérrez et al 1997; Hirose y Hikosaka 1986; Lings 1982; Levin et al 1979).

Estudios en América Central sobre la relación entre plaguicidas y enfermedades han encontrado que:

- La exposición a sustancias químicas, plaguicidas en particular, fue identificada como uno de los tres principales problemas de salud en la región, junto con la contaminación del agua y del aire (PAHO 2002 a).
- El paraquat fue el primero de una lista de los 12 plaguicidas más frecuentemente reportados por los servicios de vigilancia epidemiológico, como el causante de las mayores intoxicaciones agudas en Centroamérica (OPS/OMS 2001a).
- Los problemas de salud relacionados con plaguicidas fueron identificados como un problema de salud ocupacional de alta prioridad en Nicaragua (OPS Nicaragua 2001).
- El combate de las intoxicaciones por plaguicidas en Nicaragua y Guatemala figuran dentro de las prioridades de salud pública (MSN 1998).
- En Paraguay, uno de los principales riesgos en la salud de los trabajadores es la exposición a plaguicidas (PAHO 2004).

El Código Internacional de Conducta para el uso y la Distribución de Plaguicidas de la FAO, provee las bases para juzgar si las acciones con respecto al comercio o uso de plaguicidas constituyen prácticas aceptables (FAO 2002, Art 1.2). La Versión Revisada del Código de Conducta enfoca sus conclusiones hacia la reducción del riesgo y la protección de la salud humana y ambiental, y llama a adherirse a los convenios y a los estándares internacionales.

1.4 Separando la salud agrícola y los estándares de seguridad

Las condiciones inseguras en el trabajo incrementan el riesgo de padecimientos; se ha estimado que en los países en vías de desarrollo esas condiciones son de 10 a 20 veces peores que en los países con una economía de mercado estable. La alta incidencia de enfermedades infecciosas es un problema adicional en ciertas regiones (Eijkemans 2005). La intoxicación por plaguicidas se identificó como una prioridad de acción por el Tercer Foro Intergubernamental en Seguridad Química (IFCS, Forum III), estableciendo que las intoxicaciones en los usuarios de plaguicidas deben de ser prevenidas, especialmente entre los trabajadores agrícolas y pequeños propietarios de los países en vías de desarrollo y países con economías en transición (IFCS 2000a). A los trabajadores de plantaciones no se les brinda, virtualmente, ningún poder de escogencia sobre el uso o no de plaguicidas tóxicos.

Muchos de los países del sur no tienen los medios para analizar ni registrar un plaguicida, lo que conlleva a que las autoridades nacionales permitan que, plaguicidas que están autorizados en países del norte, se importen y usen (Akhabya 2002), pero la existencia de un registro de venta de paraquat en la Unión Europea (EC 2003a) ofrece una señal engañosa a otros países. Las restricciones de uso en Europa, por ejemplo, que solamente personas entrenadas o certificadas pueden usar bombas de espalda (EC 2003b), no se siguen en los países en vías de desarrollo.

La industria agroquímica ha llevado a cabo programas para reducir riesgos, promoviendo prácticas menos peligrosas en el uso de plaguicidas, pero la cantidad de productores que se involucra en estos programas es muy reducida, comparada con la gran cantidad de agricultores que utilizan plaguicidas altamente tóxicos. Los programas de capacitación que buscan formas menos peligrosas de usar plaguicidas llevan a los agricultores a mejorar sus prácticas, pero se ha encontrado que esas campañas de educación tienen que llevarse a cabo de una forma continua, o tarde o temprano, los productores vuelven a utilizar sus antiguos métodos. (Atkin y Leisinger 2000).

El Foro Intergubernamental en Seguridad Química, identificó la amplia brecha que existe entre países, cuando se trata de seguir políticas de seguridad química; este mismo recomienda que debe de fortalecerse la legislación tendiente a proteger

la salud de los trabajadores y el público de las sustancias químicas, incluyendo a los trabajadores agrícolas (IFCS 2003a). Otras recomendaciones hechas por el Foro fueron la necesidad de la implementación de los Convenios y Normas de la Oficina Internacional del Trabajo, que se refieren a la salud de los trabajadores y a la seguridad química, y acciones como el desarrollo de políticas nacionales para la mitigación del riesgo, que restrinjan la disponibilidad de los plaguicidas tóxicos o que establezcan limitaciones en su uso. (IFCS 2003a).

Pero las regulaciones en salud ocupacional o en seguridad química mantienen un alcance limitado y no siempre son implementadas. El Código Internacional de Conducta para la Distribución y Uso de Plaguicidas, recomienda que los plaguicidas que se encuentran en el mercado deben de ser reevaluados periódicamente y que la industria debería cooperar, aún cuando tenga en operación un plan de control. (FAO 2002).

1.5 Resumen

El gran número de incidentes no fatales y de muertes causadas por intoxicaciones no intencionales con plaguicidas, no pueden ser aceptadas y tienen que ser prevenidas. Se ha comprobado que los plaguicidas causan daños fatales o de por vida a la salud.

El paraquat, junto con los organofosforados y el endosulfan, ha causado numerosos casos de intoxicaciones agudas y de muertes laborales y aún se sigue vendiendo en los países en desarrollo, donde presenta serios riesgos de uso. El clima cálido y húmedo, el bajo ingreso, la falta de control y conocimientos sobre el lugar de trabajo, colocan a una alta proporción de productores y trabajadores en riesgo; aún cuando se utilicen trajes protectores, quedan riesgos inaceptables hacia la salud de los trabajadores al usar paraquat.

Existe una urgente necesidad de valorar los riesgos hacia los trabajadores por todos los plaguicidas clasificados por la OMS como 1a, 1b y II, y de implementar medidas para reducir esos riesgos.

2 Peligros de exposición por condiciones inadecuadas de trabajo

En muchos países, tanto desarrollados como en desarrollo, las condiciones laborales inadecuadas, incluyendo la insuficiente protección a los trabajadores, se presentan a gran escala. Para muchos trabajadores no es posible usar el equipo de protección personal debido a que no está disponible, a que es muy caro o que no es adecuado para climas cálidos y húmedos. Aún cuando se usa, éste no siempre provee suficiente protección, por consiguiente, el grueso de la responsabilidad no puede ser puesto en los trabajadores, ya que existe evidencia convincente del alto riesgo a la salud de los trabajadores por el uso diario de paraquat.

La evidencia documentada está ampliamente disponible para el público e instituciones reguladoras. Los pequeños propietarios necesitan utilizar esta evidencia para formular las medidas necesarias que prevengan efectos dañinos en la salud.

2.1. Estándares de seguridad agrícolas insuficientes para el uso de paraquat

Las circunstancias donde el riesgo de intoxicaciones agudas son altas están determinadas por diferentes factores:

- Sustancias específicas que causan efectos biológicos adversos.
- Situaciones específicas con potencial de aumentar la exposición o producir un accidente.
- Involucramiento de grupos que son más susceptibles a las intoxicaciones como personas mayores, niños y mujeres embarazadas, personas con una salud deteriorada o con bajos estándares de vida (WHO 1987).

La combinación de cualquiera de estos factores incrementa significativamente el riesgo de una intoxicación aguda.

En los países en desarrollo las intoxicaciones en niños y adolescentes son comunes, tanto de forma accidental o mientras trabajan (UNEP 2004). Las mujeres sufren intoxicaciones por plaguicidas tanto si son trabajadoras de campo o esposas de agricultores (Rother 2000). Las circunstancias de alto riesgo son situaciones donde los factores combinados incrementan significativamente el riesgo de una intoxicación aguda.

Los programas de prevención buscan evitar los riesgos que surgen debido a las frecuentes o severas intoxicaciones; estos requieren que las circunstancias bajo las cuales ocurren las intoxicaciones agudas sean identificadas y puedan ser prevenidas y también que las opciones en la prevención de in-

toxicaciones sean identificadas y evaluadas. En muchos casos hay una necesidad de respuesta rápida hacia los riesgos (WHO 1987).

En 1991, la OMS concluyó que en muchos países, el problema de intoxicación por plaguicidas (de todo tipo) era tan serio que se requería de una acción urgente, y que esos países deberían de ser apoyados en la evaluación de la efectividad de las medidas de intervención. El paraquat fue juzgado demandando mayores evaluaciones debido a los potenciales efectos crónicos en la salud (WHO 1991).

Dentro de las tres industrias más peligrosas se encuentra la agricultura, junto con la minería y la construcción; además de las lesiones por accidentes, una gran cantidad de trabajadores agrícolas se intoxican con plaguicidas, especialmente trabajadores migrantes y estacionales, los cuales incrementalmente han reemplazado a los trabajadores permanentes en las plantaciones (ILO 2004a).

La Convención sobre Seguridad y Salud en Agricultura dice que «se deben de tomar medidas para asegurar que los trabajadores temporales y estacionales de la agricultura reciban la misma seguridad y protección a la salud como se hace con los trabajadores permanentes» (ILO 2001). Pero los trabajadores migrantes a menudo no disponen de beneficios de seguridad social y frecuentemente no acuden a la consulta médica, ya que las distancias al centro de atención son muy grandes y no pueden permitirse el lujo de faltar al trabajo (ILO 2004a). Muchos de los trabajadores inmigrantes no poseen documentos y por lo tanto no tienen derechos.

En términos de salud y seguridad ocupacional (SSO) «el impacto de las más recientes actualizaciones en los estándares dados por la SSO, no aparentan nivelarse con la importancia que da esta normativa desde la perspectiva humana, nacional y global» (ILO 2003). Las iniciativas voluntarias de la industria química se consideran útiles y bien diseñadas, pero es necesario evaluar qué tan efectivas son dentro del contexto de las normas nacionales, estableciendo un adecuado balance entre éstas y el sistema regulatorio (ILO 2003).

Prescindiendo de los estándares normales de seguridad y salud ocupacional, los trabajadores que aplican plaguicidas a menudo no tienen o no usan equipo de protección o no han sido capacitados para su uso. La exposición de los trabajadores es mayor donde no hay disponibilidad de agua para lavarse la piel que ha sido contaminada por

plaguicidas (NRDC 2004). En un estudio sobre seguridad y salud ocupacional en la Unión Europea, ocho países miembros encontraron que existe una necesidad de tomar acciones preventivas adicionales sobre el manejo de sustancias químicas. Los factores de riesgo químico, en particular las nuevas sustancias, están dentro de los factores asociados con los riesgos emergentes (EASHW 2000).

La exposición a plaguicidas es el principal peligro químico en los países en desarrollo, debido a la dificultad de aplicar medidas protectoras (Wesseling et al 1997). Los trabajadores agrícolas a menudo usan parcialmente su ropa de protección y el cumplimiento de las normas de seguridad en los lugares de trabajo varía considerablemente. En la mayoría de los países en desarrollo existe una desigualdad entre la legislación y la situación real.

África

En Tanzania, las regulaciones sobre seguridad química son rutinariamente ignoradas por los dueños de las plantaciones (Mandago 1999). En una conferencia sobre salud ocupacional efectuada en Kenia, Tanzania y Uganda se identificó que esos riesgos en agricultura están siendo de «altísima prioridad» y se evidenció la necesidad de evaluar los riesgos de los herbicidas para los trabajadores agrícolas, particularmente del paraquat (FIOH 1999b).

En Camerún, un estudio sobre equipos de aplicación, donde el paraquat y el glifosato eran los herbicidas más comúnmente usados, encontró que los atomizadores de mochila operados por palanca dominaron en dos áreas, mientras que en las áreas más secas los aspersores ACG (Aplicación con Control de Goteo) fueron los que más se usaron (Matthews et al 2003). Los aspersores ACG permiten el uso de un volumen de aspersión menor, pero la concentración de la solución normalmente es más alta, resultando en un riesgo muy alto por el goteo o la deriva del equipo (Hurst et al 1991).

Los usuarios de bombas de espalda de palanca han reportado que estos equipos de aspersión sufren de goteos en diferentes partes, con daños que ocurren principalmente en la boquilla (por una obstrucción) y en la válvula del gatillo; estos goteos se incrementan conforme la edad del equipo (Matthews et al 2003). Los usuarios consideran que cerca del 25% de los aspersores están en buenas condiciones y que otro 25% está con un buen

mantenimiento; menos de un cuarto de todos los agricultores tienen partes de repuesto para sus equipos, encontrándose generalmente los equipos más nuevos, en las plantaciones y fincas más grandes. Los equipos de aplicación de la mayoría de los pequeños agricultores están en malas condiciones y más del 85% de esos productores no usan equipo de protección (Matthews et al 2003).

En Kenia, las intoxicaciones por plaguicidas ocurren a pesar del uso de equipo de protección personal, el cual parece que no es usado adecuadamente o es empapado con plaguicidas durante la aplicación, dándose como resultado las exposiciones dérmicas (Ohayo-Mitoko et al 1999). Mucha de la ropa es de algodón, la cual se empapa con plaguicidas, además, usar botas solamente mejora el nivel de protección cuando se combina con un overol hecho de una tela más compacta (Ohayo-Mitoko et al 1999).

En Zimbague, el costo por incapacidades de los pequeños productores de algodón, se vio incrementado significativamente debido a los daños causados en la salud por los plaguicidas (Maumbe y Swinton 2003).

A pesar de que los costos en salud causados por el uso de plaguicidas son altos, los agricultores continúan usándolos, quedando atrapados en prácticas agrícolas insostenibles (Wilson y Tisdell 2001).

En Zimbague, el 56% de los pequeños productores de algodón reportan problemas de salud relacionados con plaguicidas; el equipo de protección no es la panacea para los riesgos de salud por plaguicidas y se encontró que las prácticas en protección (por ejemplo vestir un overol) explican solamente una pequeña porción de toda la variabilidad de los efectos en la salud (Angehrn 1996). El uso de equipo de protección fue bajo, en parte porque los beneficios de usarlo no parecen disminuir el problema, además de ser relacionado con disconformidad, costos y mantenimiento (Angehrn 1996).

Asia

En una encuesta llevada a cabo en Camboya, el 96% de los productores respondieron haber tenido síntomas o signos de una intoxicación aguda con plaguicidas; un 89% reportó haber vestido camisa de manga larga y pantalones largos durante las aplicaciones, 11% vistieron pantalones cortos, 61% no usaron mascarilla (las mascarillas de algodón que usan pueden tener una eficiencia limitada) y el

79,2% no vistieron botas al aplicar (CEDAC 2004). Estas cifras indican que una protección parcial al aplicar, no evita las intoxicaciones agudas.

Otro estudio en Camboya, entrevistando a 10 productores, reportó que ninguno de ellos utilizaba equipo de protección y que sus brazos, espalda y pies quedaban empapados con plaguicida después de la aplicación (Yan et al 2001). Una encuesta en Tailandia, con 123 agricultores, encontró que, prácticamente todos vestían pantalones y camisas de manga larga, un 48% usaron mascarillas de tela, 17% mascarillas de esponja y un 35% no utilizaba mascarilla; 105 de esos productores usaron paraquat (IPM Danida 2004). Los síntomas y signos de intoxicación que reportaron los agricultores fueron de tipo moderado en un 63,4% (náuseas, visión borrosa, temblores y calambres musculares, dolor de pecho o vómito); el 34,1% reportó síntomas leves (sequedad de garganta, mareos, fatiga, dolor de cabeza, taquicardia, picazón de piel y salpullidos, debilidad muscular o dolor de garganta); un 1,6% reportó síntomas severos (conclusiones o pérdida de conocimiento); mientras que solamente el 0,8% de los entrevistados no tuvieron síntomas (IPM Danida 2004).

La distribución del riesgo entre productores y trabajadores agrícolas puede diferir entre los países. En el sur de India, estudios sobre el peligro de uso de plaguicidas, encontraron que menos del 20% de los agricultores y aplicadores consideró el número total de días laborales perdidos. En la India, el 24% de los agricultores reportaron ciertos problemas de salud debidos a los plaguicidas. El riesgo en la salud aumenta con el tiempo de trabajo, ciclo del cultivo, derrames o goteos del equipo y poca higiene (Angehrn 1996).

Una encuesta con 72 trabajadoras de plantaciones en Malasia, encontró que a dos tercios de ellas les suministraron algún equipo de protección: 61,1% recibieron mascarillas, 44,4% guantes, 23,6% botas, 15,3% cubre ojos y cara, 11% overoles, 1,4% delantal, mientras que la otra tercera parte no recibió ningún equipo de protección. Pocas trabajadoras usaban mascarilla por no ser confortable en condiciones cálidas (Tenaganita y PANAP 2002).

En Indonesia, se encontró que los agricultores utilizaban pantalones largos (o a la altura de la rodilla) y camisa de manga larga en menos de la mitad de las veces que aplicaban (42% y 32% respectivamente); las razones fueron incomodidad en los climas cálidos y alto costo de la ropa de protección adecuada; pero durante las aplicaciones, el equipo

tenía goteos y la piel y la ropa se contaminaron considerablemente con la solución del plaguicida en más de la mitad de los casos (Kishi et al 1995).

Estudios en Tailandia, sobre ropa protectora para los trabajadores agrícolas, encontraron que es necesario la combinación entre el uso de equipo de protección efectivo, precauciones para un manejo menos peligroso y una buena higiene personal (Chesty et al 1990). Pero las condiciones del campo no siempre permiten esto.

En China, alrededor del año 2000, las intoxicaciones con plaguicidas causaron cerca de 4.000 muertes por año, estimándose que de 300 a 500 de esas muertes se debieron al «uso inapropiado» de plaguicidas (sobredosis, carencia de protección) (Huang et al 2000).

Se ha estimado que entre los productores de arroz en Zheijianh, China, los costos por enfermedades causadas por plaguicidas son al menos el 15% de los gastos por compra de plaguicidas, pero serían más altos que la totalidad si se tomara en cuenta el costo en la salud provocado por la enfermedades crónicas; cerca de la mitad de los casos de intoxicación se relacionan con el uso de plaguicidas en la agricultura (Huang et al 2000).

Otro estudio en China encontró que la mayoría de bombas de espalda en uso eran de mala calidad y que frecuentemente ocurrían goteos (Matthews 1996).

América Latina y el Caribe

En América Latina y el Caribe, el riesgo de muerte o lesiones ocupacionales es particularmente alto para trabajadores de minas o de la construcción, para el sector informal y de agricultura, donde los accidentes y enfermedades tienen un alto grado de subregistro (Giuffrida et al 2001).

En Nicaragua, se ha estimado que el 48% de los trabajadores experimenta una intoxicación durante sus vidas y el 25% sufre una intoxicación por plaguicidas cada año (Keifer et al 1996). Una encuesta en Yucatán, México, encontró que durante un año, el 40% de los trabajadores agrícolas requirió de atención médica debido a afecciones producidas por la exposición a plaguicidas (Drucker et al 1999). Muchos trabajadores en las plantaciones bananeras aplican plaguicidas de toxicidad aguda, incluyendo al paraquat, sin haber recibido instrucciones de uso apropiadas (Foro Emaús 1998).

En Brasil, un estudio sobre equipos de aplicación, encontró que todos los equipos en uso por más de dos años presentaban los siguientes daños:

la boquilla estaba en malas condiciones en el 80,5% de los equipos, un 56,6% presentaba fugas y el 47% tenía la manguera dañada (Atuniassi y Gandolfi 2005). Las mejoras técnicas en los equipos de aplicación no se han transferido hasta ahora satisfactoriamente a las prácticas de campo (Friedrich 2000).

En el estado de Sao Paulo, Brasil, se ha estimado que el 16% de los trabajadores agrícolas necesitaron atención médica durante su vida laboral a causa de la exposición a plaguicidas (García-García 1999).

En Costa Rica, un estudio investigó el uso de equipo de protección personal (EPP) y evaluó su efecto protector entre 119 trabajadores que aplicaron paraquat, midiendo los niveles en la orina y entrevistando a los trabajadores acerca de los síntomas que sufrieron. En algunas fincas, el uso de EPP fue implementado estrictamente (Lee et al 2004); pero su uso no se correlacionó de ninguna forma significativa con los síntomas a su salud reportados por ellos mismos. En términos de la medición de niveles de paraquat, se encontró que el efecto de protección al usar overol fue insignificante, también al usar otros tipos de EPP (Lee et al 2004).

En Costa Rica, el uso de guantes y overoles por trabajadores de plantaciones no ofreció una protección significativa en sus brazos y piernas. Cuando se usó delantal, la exposición en la espalda fue relativamente baja pero no significativamente reducida y cuando vistieron pantalones resultó en una exposición para las piernas significativamente menor. Este estudio indica que el uso de guantes, overoles, delantales y pantalones no resulta necesariamente en una adecuada protección, menos si la solución asperjada puede entrar bajo la ropa o empaparla (van Wendel de Joode et al 1996).

En las plantaciones de ese mismo país se encontró, de acuerdo a la seguridad laboral, que el 58% de los sistemas de aplicación de plaguicidas son deficientes, resultando en incrementos en las tasas de intoxicación (Amador 1998). Las cantidades de paraquat usadas por hectárea cada año fueron similares, tanto en fincas pequeñas como en grandes (Di Benedetto et al 2000).

Estados Unidos

En California, el 13% de los trabajadores agrícolas no tienen acceso a agua, así, los síntomas reportados durante el trabajo son: irritación de ojos (23% de los casos), dolor de cabeza (15%), visión borrosa (12%), irritación de piel (12%), mareos (5%),

entumecimiento o comezón (6%), náuseas o vómitos (2,5%), diarrea (2%), y deshidratación (1,5%) (CE 2000). Los trabajadores que ingresan a los campos ya aplicados pueden tener exposiciones muy altas y a menudo hasta los contratistas no conocen cual plaguicida fue aplicado (Bade 1999).

Estas condiciones laborales inadecuadas prevalecen, a pesar de la responsabilidad de los empleadores de ser informados acerca de las normas de seguridad (tanto en regulaciones como en productos comerciales) y de informar a los trabajadores sobre peligros y medidas de protección existentes (CDPR 2001). En California, entre los casos de envenenamiento por paraquat, se tiene que la mayoría (39,1%) ocurrió durante el manejo del plaguicida o del equipo de aplicación (al limpiarlo, por un mal funcionamiento, por goteos o salpicaduras durante la descarga); un tercio de las exposiciones se deben a varios factores como causas ambientales (12,4%) incluyendo cambios en el viento, (deriva), un 11% a accidentes y un 7,1% a contacto accidental con paraquat durante el manejo o la aspersión (Weinbaum et al 1995).

Los casos de enfermedades relacionadas con la aplicación de paraquat con bombas manuales, son 18 veces mayores que en las aplicaciones mecánicas con aguillones en tractores. Otros factores que poseen alto riesgo de daño son el tipo de cultivo (por ejemplo árboles frutales) y la época: las altas tasas de exposición en verano pueden deberse a que se usa menos ropa de protección y a que hay una respuesta fisiológica diferente por las altas temperaturas, incrementándose la absorción de paraquat (Weinbaum et al 1995).

Riesgos inaceptables por el uso de paraquat

El uso de plaguicidas se está incrementando, tanto en fincas grandes como en fincas a pequeña escala y la exposición continua, aún a pequeñas dosis, puede producir efectos crónicos (ATS 1998).

En los países en desarrollo es preocupante el grado de envenenamientos por plaguicidas, y no parece haber una solución viable en esos climas cálidos para controlar los riesgos ocupacionales usando equipo de protección (Mancini et al 2005).

En muchos países, el problema generalmente es el exceso en el uso de plaguicidas (Rerkasem 2004). En los países menos desarrollados, al contrario de los industrializados, los problemas de salud ocu-

pacional se agravan por las enfermedades, la pobre nutrición y sanidad, el analfabetismo y la pobreza en general (Hogstedt y Pieris 2000)

Los fabricantes de plaguicidas tienen la responsabilidad de informar a los usuarios sobre las instrumentarias apropiadas para plaguicidas específicos (Easter y Nigg 1992); con todo, en los climas tropicales generalmente no existe un sistema viable de protección adecuada a los trabajadores ante una intoxicación aguda con plaguicidas. Los guantes y los overoles pueden ofrecer un cierto grado de protección pero normalmente su escogencia y uso es mal hecho, además que se necesita de cuidado al quitárselos después de su uso (Semple 2004).

Los encargados de hacer las leyes, cuando buscan estrategias para reducir los riesgos relacionados con plaguicidas, necesitan hacerse algunas preguntas:

- Cuáles son los principales factores que contribuyen a tener riesgos?
- Cuáles son las propiedades tóxicas inherentes de los plaguicidas involucrados?
- Cuáles son los patrones de exposición bajo las condiciones de uso?
- Cuál es el nivel aceptable de riesgo?
- Quién debe ser responsable de señalar los riesgos? (Karlsson 2004)

Queda muy claro que en la mayoría de países en desarrollo, el uso de paraquat, bajo condiciones normales de trabajo, resulta en un riesgo inaceptable para la salud.

2.2 Aspectos generales de la exposición a plaguicidas (paraquat)

Vías de exposición:

La principal vía de exposición de los trabajadores agrícolas al paraquat es a través de la piel. Un estudio sobre los factores que influyen en la exposición vía piel de trabajadores, basado en observación por vídeo y rastros por tinta fluorescente, encontró que los factores asociados con aumentos en la exposición fueron:

- Temperatura;
- Uso de bombas manuales de aspersión;
- Volumen de aspersión de la solución diluida;
- Aplicar con la boquilla directamente al frente;
- Salpique de pies y alta contaminación de las manos (Blanco et al 2005).

Los factores relacionados con las prácticas laborales, basados en el rastreo de tinta, explicaron el 52% de la variabilidad del total de las exposiciones, y en un modelo estadístico, los relacionados con el ambiente laboral y el equipo explicaron el 33% y el 25% respectivamente (Blanco et al 2005). En Ecuador, un estudio encontró que las prácticas que aumentaban la exposición a plaguicidas fueron: el mezclar los plaguicidas con la mano o con una vara (36 de 40 fincas), los equipos con goteos (28 de 40), la ausencia de otro equipo de protección que no fueran botas de hule (38 de 40), el almacenaje de plaguicidas en la casa (19 de 40) y la disposición insegura de los envases (35 de 40) (Cole 1998).

Durante la mezcla y aplicación de plaguicidas, del 87 al 95% del total de la exposición fue vía piel, mientras que del 5 al 13% vía inhalación, teniendo claramente a las aspersoras manuales como la causa de las mayores exposiciones, con una tasa promedio de 1,040 mg/h, valores estimados para exposición dermal aplicada a trabajadores que vestían pantalones largos, camisas de manga larga, zapatos y medias (Rutz y Krieger 1992).

El promedio de exposición durante el mezclado y/o la carga de envases ya abiertos para verter formulaciones líquidas fue de 1,892 mg/hora, reduciéndose este a 0,398 mg/h cuando los líquidos estaban en envases con diseño de sistema cerrado. Con paquetes solubles en agua la exposición se redujo a 0,045 mg/h y aumentó a 4,144 mg/h en la apertura manual de formulaciones granuladas (Rutz y Krieger 1992).

Estudios hechos en plantaciones bananeras encontraron que las malas condiciones de trabajo significaron que los trabajadores están continuamente en riesgo de altos niveles de exposición, que los pueden llevar a sufrir serias intoxicaciones agudas (van Wendel de Joode et al 1996). Durante el manipuleo de paraquat concentrado, diferentes partes del cuerpo pueden contaminarse, teniendo un riesgo de exposición dermal evidente (OPS/OMS 2001b).

Las formulaciones granuladas de paraquat contienen 5% de paraquat (o mezclas de paraquat y diquat) (Hall y Becker 1995). El porcentaje de paraquat absorbido por la piel humana sana (brazos, piernas o manos) se estima que es de 0,23 a 0,29% (Wester et al 1984), pero la piel dañada es mucho más vulnerable al contacto con paraquat (Garnier 1995). En ciertas áreas del cuerpo la piel es altamente permeable, por ejemplo, en el área de los genitales la exposición puede resultar en una ab-

sorción 50 veces mayor (Semple 2004); se descubrió que el sudor en la piel proveniente de la transpiración lleva a un incremento de la absorción vía piel (Williams et al 2004). La absorción por la piel es también alta en trabajadores con dermatosis (Garnier 1995).

El envenenamiento por plaguicidas (de todo tipo) puede ocurrir vía inhalación; por ejemplo, desde 1989 a 1992 en el Reino Unido, 129 casos de intoxicaciones no fatales con plaguicidas fueron calificadas como «confirmadas» o «probables»; de los casos confirmados el 41% fueron personas que vivían cerca de un campo aplicado, un 35% eran personas que trabajaban con plaguicidas o muy cerca de un usuario, y el 23% que pasaron por campos que habían sido recientemente aplicados con plaguicidas (Thompson et al 1995b).

Aplicación de Tecnología

Cuando se utilizan bombas de espalda, la exposición a plaguicidas es mayor que cuando se utilizan aspersores montados en tractores (IPCS 1984).

Estudios más recientes confirman que la exposición aumenta al usar aspersoras de mochila con presión manual; el uso de este tipo de equipo fue el primer determinante de la exposición dermal, y en forma parcial lo fueron las prácticas del trabajo (atomización en frente del aplicador a corta distancia o al destaquear la boquilla cuando entra tierra en ella) (Blanco et al 2005). La exposición dermal proviene del contacto directo con las soluciones o superficies contaminadas o de la caída de gotas de aplicación en la piel (Boleij et al 1995).

Cuando se aplica paraquat sin el equipo adecuado de protección, los goteos y el manejo sin cuidado de los equipos de aplicación, pueden tener consecuencias fatales. Estos equipos tienen que ser a prueba de goteo, la ropa contaminada debe removerse inmediatamente y la piel contaminada debe ser lavada. Aún cuando parecen medidas de sentido común, estas pueden pasarse por alto, debido al deficiente mantenimiento del equipo, a la escasez de medios sanitarios en el campo, a la ignorancia sobre los riesgos en la salud o por pesadas jornadas de trabajo.

Prácticas inadecuadas como el trasvase de plaguicidas pueden dirigirse en parte desde el nivel de ingeniería (empaqué o formulación); también hay necesidad de capacitación a los usuarios sobre procedimientos de manipuleo (Bailey 1992). Las medidas higiénicas son prioritarias para reducir el riesgo en los lugares de trabajo; los fabricantes, re-

guladores y usuarios deberían de trabajar en conjunto para desarrollar nuevos sistemas de manejo de plaguicidas que sean menos riesgosos (Rutz y Krieger 1992).

Los equipos de aplicación montados en tractores o aguilonos (usados en el Reino Unido) producen una aspersión de gotas relativamente pequeñas. El tamaño promedio de estas gotas varía dependiendo del tipo de equipo usado. Los equipos hidráulicos producen gotas con diámetros de 50 a 500µm (Hurst et al 1991). Esto es por debajo de 10–15µm y por consiguiente, las gotas se depositan en la nariz, faringe o garganta (DFG 2004; Rando 1999). La exposición al paraquat por inhalación normalmente se considera despreciable ya que la fracción de partículas respirables es muy baja (Garnier 1995).

La deriva puede absorberse directamente a través de la boca, sin embargo, en pruebas de campo durante una aplicación en Irlanda, se encontró que las concentraciones de paraquat en el aire respirado por los aplicadores fueron del orden de 0,01 mg/m³ y no excedió los 0,05 mg/m³ en condiciones normales de uso. En la neblina del rocío (no producida por bombas manuales) se midieron concentraciones en el orden de 10 mg/m³, con cerca del 50% de las gotas con tamaños respirables (Hogarty 1976). En un estudio hecho en Rusia, las concentraciones de paraquat medidas en aire estuvieron entre 0,13 y 0,55 mg/m³ dependiendo del modo de aplicación (Makovskii 1972), siendo estos valores cinco veces más altos que los 0,10 mg/m³ límite del umbral para paraquat en aire en la mayoría de países (DFG 2004).

La gran mayoría de gotas de paraquat de los equipos manuales de aplicación se retienen en la nariz, donde irritan los tejidos de la mucosa, a menudo causando sangrado nasal; los depósitos de paraquat en la nariz pueden ser tragados contribuyendo con la exposición interna (Wesseling et al 1997). La inhalación del spray ocurre a menudo en climas ventosos o cuando no se usa mascarilla, usualmente produciendo irritación en la garganta y sangrado nasal (Proudfoot 1993). Cuando es absorbida una cantidad suficiente de spray, por ejemplo a través de la boca, puede presentarse una intoxicación sistemática. En Canadá no se recomienda aplicar paraquat cuando este puede desplazarse a áreas habitadas, durante periodos de calma ni cuando puedan surgir vientos (PMRA 2004).

Cualquier tipo de nebulizador, ya sea montado sobre tractores o llevados por trabajadores, produ-

cen gotas de tamaños relativamente pequeños (50–100µm). En una deriva típica (con un diámetro promedio de gota de 57 µm) cerca del 0,1% de las gotas tienen un tamaño de 15 µm (WHO 1990); éstas pueden entrar hasta los bronquios, pero no a los alveolos si son más grandes de 15µm (DFG 2004; Rando 1999). Como resultado de la evaporación, que aumenta con la presión atmosférica (Atkins 1986), la exposición por inhalación puede ser potencialmente más alta durante climas cálidos, pero esto tiene que ser más investigado. La exposición directa a las gotas de paraquat llevadas por el viento (deriva) presenta un riesgo considerable si estas son absorbidas al respirar por la boca (Frumkin 2000). Los métodos de aplicación que producen pequeñas gotas no deberían de usarse para aplicar paraquat (Pasi 1978).

Niveles aceptables de exposición

El «Consumo Diario Aceptable» (ADI por sus siglas en inglés) se refiere a «la dosis diaria estimada de exposición a la cual no hay efecto perjudicial aún si ocurre una exposición continua por el resto de la vida». La «Dosis Tóxica de Referencia» (RfD) es otro término para esto (WHO 2004a). Para el paraquat el ADI es de 0 a 0,006 mg por kilogramo de peso corporal (p.c.) por día, de la sal dicloruro, o de 0 a 0,005 mg/kg de p.c. por día del catión (FAO 2004a). La dosis de referencia establecida en EE. UU. es de 0,0045 mg de catión/kg p.c. por día (US EPA 1991).

La dosis aguda de referencia (ARfD) indica exposición a corto plazo y para paraquat es de 0,006 mg catión/kg p.c. (FAO 2004a). La «ARfD» es un «estimado de una sustancia en el alimento o el agua, expresado sobre una base de peso corporal, la cual puede ser ingerida en un periodo corto de tiempo, usualmente durante una comida o durante un día, sin un riesgo apreciable a la salud del consumidor, sobre la base de hechos conocidos al momento de la evaluación» (WHO/FAO 1999).

Un ADI o RfD representa una dosis o un nivel de consumo de «muy bajo riesgo», pero no es posible definir qué significa «muy bajo». Para individuos susceptibles los efectos dañinos pueden aparecer a dosis más bajas que la ADI. La ADI puede ser inapropiada cuando ocurren efectos sinérgicos, que han sido observados para el paraquat y el maneb (Cory-Slechta et al 2005). Los estudios toxicológicos se han centrado principalmente en la ingesta oral como ruta de ingreso (Van Hemmen et al 2001). Sin embargo, la exposición de los trabaja-

dores a plaguicidas (aplicadores y personas que reingresan) y los riesgos producidos, necesitan ser evaluados basados en las rutas primarias de exposición. Estas incluyen exposición a través de la piel, a soluciones diluidas o concentradas, y el tragar las gotas del spray del aire o las depositadas en la nariz (Wesseling et al 1997; Frumkin 2000).

Generalmente las exposiciones a plaguicidas se pueden distinguir por la vía en que ocurren, por la dosis absorbida y por los efectos que probablemente resulten (cuadro 1).

Ropa protectora

La exposición de los trabajadores durante las labores de aplicación, presenta considerables riesgos agudos y crónicos para la salud, los cuales se podrían reducir a cierta magnitud, por medio de buenas prácticas y por el uso de ropa protectora adecuada. Esto a menudo no se da el lujo de hacerse, no hay disponibilidad o su uso es totalmente incómodo en climas cálidos y húmedos.

La penetración en la ropa de varios plaguicidas, incluyendo al paraquat, fue evaluada para diferentes tipos de tejidos. Se encontró que la tela para camisas o los tejidos ligeros proporcionaron la menor protección, mientras que los tejidos más pesados (*denim* y *twil*) ofrecieron significativamente una mejor protección. (Rodricks 1992). La ropa normal de trabajo no dio suficiente protección contra derrames o aplicaciones fuertes (Branson y Sweeney 1991).

Se encontró que las camisas (de algodón/poliéster) se mojaban y pegaban a la piel, lo cual se traducía en una exposición significativamente mayor que con overoles de algodón de doble capa. Exposiciones considerables ocurren a través de las aperturas del cuello y las mangas (Fenske 1988).

2.3 Medida de la exposición a paraquat

Las evaluaciones de la exposición a la piel o de la exposición total, juegan un importante papel en el amplio enfoque multidisciplinario que busca lograr intervenciones eficientes en países en desarrollo. Pero las evaluaciones de exposición deben basarse en las prácticas locales prevalecientes y no en las «mejores prácticas» que son comunes en los países industrializados (Wesseling et al 2005).

La exposición a paraquat puede ser crónica. Se ha estimado que los trabajadores de las grandes compañías aplican herbicidas como el paraquat durante más de 1.400 horas por año (Whitaker

Cuadro 1 **Exposición a plaguicidas (de todo tipo) (adaptado de Krieger et al. 1992)**

<i>Exposición (aumentando la intensidad)</i>	<i>Dosis total absorbida</i>	<i>Posible efecto resultante de la exposición</i>
Trazas en el aire, agua o alimentos (ambiente)	Menor a µg	No se espera efecto tóxico.
Contacto con productos formulados a superficies tratadas (hojas)	Sobre µg y menor a mg	Plaguicida absorbido, metabolizado, excretado; usualmente no hay efectos; la exposición diaria aumenta el riesgo.
Accidentes con productos formulados o aplicaciones (intervalo de reingreso no adecuado)	De µg a mg	Exposición excesiva; casos de intoxicación entre aplicadores y cosechadores.
Absorción de dosis tóxica letal: intencional o accidental	De mg a g	Exposición extrema (a menudo por ingestión o exposición dermal); enfermedad o muerte.

Unidades: 1 microgramo (µg) = 0,001 miligramo (mg) = 0,000001 gramo (g)

1989); esto significa que los trabajadores aplican por más de 175 días laborales por año. Las mujeres en las plantaciones de Malasia aplican un promedio de 262 días por año.

En Brasil, se encontró que la exposición dermal potencial de los trabajadores que usan bombas de mochila es muy alta (Machado-Neto et al 1998, estudio a) más abajo). En estudios de campo, la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. encontró que, los márgenes de exposición al paraquat de trabajadores que usaban aplicadores de baja presión o bombas de mochila, fue «inaceptable» y que la «virtualidad» de requerir equipo de protección personal adicional para reducir los riesgos en la salud era una cuestión de preocupación (US EPA 1997) (estudio b) más abajo).

La probabilidad de muerte es alta cuando la concentración de paraquat en la orina esta por encima de 1,0 mg/l (Scherrmann et al 1987), niveles muy altos en la orina dentro de las dos horas después de la ingestión pueden ser compatibles con la sobrevivencia. Cuando los niveles están por debajo de 0,5 mg/l durante las primeras 24 horas después de la ingestión, la muerte es improbable (Scherrmann et al 1987), pero la sobrevivencia no lo es cuando los niveles están por encima de 80,0 mg/l después de 8 horas y por encima de 1,0 mg/l después de 24 horas. Para una exposición en el valor límite del umbral (0,1 m mg/m³) la concentración de paraquat esperada en la orina se calculó en 0,7 mg/l (Baselt 1988).

El paraquat se excreta rápidamente, en tanto que los riñones no hayan sido dañados por dosis relativamente altas (Houze et al 1995). Para algunos trabajadores expuestos, los niveles de para-

quat medidos en muestras de orina fueron relativamente altos (estudios g) y h) abajo), indicando un considerable riesgo de intoxicación. En un estudio con trabajadores que aplicaban paraquat con bombas de espalda, las dosis absorbidas basadas en la exposición dermal fueron de 0,0004 a 0,009 mg/kg p.c. por día, lo que es más de 18 veces que los niveles de exposición del operador aceptados a corto plazo (AOEL) de 0,0005 mg/kg p.c. por día. La estimación de las dosis absorbidas provenientes de análisis de sangre y orina, estuvieron de 2 a 8 veces por encima de la AOEL (EC 2002 y referencia incluida: Chester et al 1993, estudio e) abajo). En otro estudio la dosis media absorbida fue de 0,00015 mg/kg p.c. por día equivalente al 30% de la AOEL (Findley et al 1998).

Dentro de la revisión del paraquat en la Unión Europea, el Comité Científico de Plantas (CCP) comentó sobre el riesgo a los trabajadores hablando particularmente del riesgo potencial por inhalación e ingreso por la piel. Las estimaciones basadas en modelos de exposición, sugieren que la exposición al paraquat, en aplicadores de bombas de espalda, pueden exceder el AOEL en 60 veces cuando usan equipo de protección y 100 veces al no usarlo (EC 2002a).

El monitoreo de la exposición de trabajadores en el campo indica que la exposición estimada en los modelos fue más alta que la exposición real; también que los trabajadores absorbieron altas dosis cuando no usaron la protección recomendada (guantes y otras prendas protectoras) (EC 2002a). Esta fue la opinión de la CCP, de que el riesgo para los trabajadores no puede ser evaluado solamente con base en exposición modelada, y que cuando se usa como los prescriben las buenas prácticas de

trabajo, el paraquat no modela un riesgo significativo en la salud para los trabajadores (EC 2002a).

No puede exagerarse cuando se dice que «las buenas prácticas del trabajo» son impracticables en los climas tropicales y en los países en desarrollo.

Estudios sobre exposición de paraquat a trabajadores agrícolas (estudios de la k a n pueden ser no representativos de los países en desarrollo).

a) Machado-Neto et al 1998

Se estudió la eficacia (eficiencia) de las medidas de seguridad en aspersoras de mochila al aplicar paraquat en maíz, encontrándose que la aspersión directa al frente de los trabajadores no era nada segura. La exposición dérmica potencial al spray fue muy alta, 1.979,8 y 1.290,4 ml por día para lanzas de 0,5 metros de largo y 1,0 metros de largo respectivamente. Basados en márgenes de seguridad¹, fue estimado que el potencial de exposición dermal necesitaba ser reducido entre el 50 y 80% para lanzas de 50 cm y entre el 37 y 69% para lanzas de 1 metro. La exposición dérmica potencial se redujo significativamente cuando la lanza con su boquilla fue colocada detrás del aplicador (sujeta a la mochila) pues la mayoría de la exposición potencial provino de las plantas rociadas, contaminando la piel de las piernas y pies. El solo utilizar una lanza más larga no fue una condición segura suficiente para reducir la exposición potencial de la piel. Los trabajadores que hacían las mezclas y las cargaban en los tanques recibieron la principal exposición por las manos. Aunque la mezcla y carga fueron consideradas seguras, se recomendó, como medida futura de seguridad, el empleo de guantes impermeables.

¹ Margen de seguridad: tasa del nivel estimado de exposición más alto (o actual) a un plaguicida y el nivel de umbral tóxico (usualmente el nivel de efecto no observado) (Holland 1996).

b) van Wendel de Joode et al 1996

Un estudio en plantaciones bananeras de Costa Rica midió la exposición a paraquat diluido (0,1 a 0,2%) de 11 aplicadores con aspersoras. El total de las exposiciones vía piel (suma de ciertas áreas del cuerpo) fue 0,2 a 5,7 mg de paraquat por hora (equivalente a una dosis de 3,5 a 113,0 mg/kg). Los niveles en la orina (detectados en 2 de 28 muestras) estuvieron entre <0,03 mg/l y 0,24 mg/l. La

exposición respiratoria fue de 0 a 0,043 mg/l, correspondiente al 0,3% del total de la exposición dermal.

Se determinó que el riesgo de una exposición alta y por consiguiente peligrosa se presentó de forma continua debido a las pobres condiciones de trabajo. Los problemas de salud señalados fueron:

- ampollas y quema en las manos, muslos, espalda, testículos y piernas (debido al equipo defectuoso o al contacto con las hojas ya asperjadas);
- dos con salpicaduras en los ojos causando enrojecimiento y sensación de quemadura;
- tres trabajadores tuvieron sangrado nasal (en un caso frecuentemente).

c) Spruit y van Puijvelde 1998

Un estudio realizado en Nicaragua encontró niveles más bajos de paraquat que en el estudio b (arriba), pero los residuos encontrados en la piel todavía resultaron ser considerables, especialmente en las manos. Los trabajadores no usaron protección adecuada.

d) US EPA 1997a, p. 56

En un estudio hecho en EE.UU sobre exposición en trabajadores que mezclaban, cargaban y aplicaban paraquat, concluyó que los márgenes de exposición dérmica (el nivel de efecto no observado dividido por la dosis total diaria) fueron inaceptables para aplicadores de mochila y trabajadores que usaron equipos de baja presión, aún cuando ellos vistieron pantalones largos, camisa de manga larga, guantes resistentes a los químicos y zapatos con medias, como equipo de protección personal (EPP).

Este tipo de EPP es necesario para aplicadores y otros manipuladores. PPE adicional, como delantal resistente a los químicos y mascarilla, se requieren como un estándar mínimo por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) para mezcladores y cargadores que manipulen productos con paraquat. EPA declaró que estaban «preocupados sobre la viabilidad de agregar otra capa de EPP (material de tejido) debido principalmente a las condiciones de estrés calórico». Aún cuando los trabajadores usaron guantes, la protección contra la exposición no fue satisfactoria.

e) Chester et al 1993

Un estudio en Sri Lanka con 12 trabajadores que aplicaron paraquat con bomba de espalda en con-

centraciones de 0,03 a 0,04% (peso/volumen del catión) midió la exposición dérmica y niveles en la orina. El promedio del potencial de exposición dérmica para trabajadores que mezclaron y cargaron soluciones para aplicar fue de 66 mg por día. Para los aplicadores fue de 74 mg; los trabajadores no usaron ropa de protección.

Se estimó que la proporción del total de la exposición potencial, depositada sobre la piel, estuvo cerca del 95% para mezcladores y cargadores (86% en las manos) y cerca del 90% para aplicadores (en las manos, piernas y pies). El paraquat en la orina fue generalmente menor a 0,1 ug/ml, con un máximo de 0,37 ug/ml. La magnitud de la absorción fue baja debido a que la solución para aplicar era muy diluida y habían estándares altos de higiene personal.

f) Seiber et al 1983

En este estudio se encontró en plantas de algodón, cuatro semanas después de la aplicación, que residuos de paraquat habían llevado a que concentraciones en el aire, medidas cerca de la cosechadora fueran de 0,47 a 1,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Esto resultó en un máximo de exposición por inhalación, estimada en 16, 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ por día (basada en una tasa de respiración promedio para trabajos livianos y una jornada laboral de 8 días). El valor más alto de paraquat en aire puede resultar en una exposición correspondiente al 43,5% del Nivel Aceptado de Exposición Laboral (ver página 17) para un trabajador que pese 75 kg. El 70% del paraquat llevado por el polvo era de tamaño respirable. La exposición dermal no fue medida.

Un contacto importante de la piel con el polvo puede tener impactos considerables en la exposición total. Los residuos de paraquat en el aire circundante del tractor cosechador fueron suficientemente altos como para argumentar que se requiere el uso de cabinas cerradas en estas cosechadoras.

g) Howard 1982; Howard et al 1981

En Tailandia, un estudio con 14 trabajadores que usaron bombas de espalda o aplicadores de disco giratorio de bajo volumen (con concentraciones en el spray de 0,15% y 0,2%), midió paraquat en la orina, resultando, 14 días después de la aplicación, concentraciones de 0,73 a 10,21 mg/L de orina; estos niveles fueron significativamente más altos en trabajadores sin protección y aumentaban conforme progresaba la prueba. La irritación de la

piel sin protección (quemaduras cáusticas en los pies) fue severa en trabajadores que usaron equipos de aplicación de bajo volumen (con soluciones de mayor concentración).

En un estudio en Malasia con 27 trabajadores que habían aplicado paraquat (a concentraciones de 0,1% del catión) por al menos 1000 horas, 11 reportaron uno o más incidentes de salpullidos o irritación de piel, que fueron asociados con la aplicación, principalmente en las manos, piernas o en las ingles, y hubo un caso de daño a los ojos.

El factor de transferencia (difusión en el pulmón) fue de 4,9 a 7,3%, más bajo entre aplicadores que entre trabajadores no expuestos u obreros de fábricas (a pesar de no encontrarse diferencias significativas).

h) Chester y Woollen 1982

Otro estudio en Malasia detectó niveles de paraquat en la orina en 9 de 19 trabajadores que aplicaban paraquat (0,1 a 0,2% de catión en solución) y en 1 de 7 mezcladores (que hacían la solución). Los niveles en la orina estuvieron iguales o por encima de 0,05 mg/l en 12 de los 19 aplicadores, pero fluctuaron entre 0,69 y 0,76 mg/l. La más alta contaminación corporal fue en las manos.

El paraquat fue detectado en una proporción pequeña de trabajadores que no lo manipularon, pero que entraron en las áreas aplicadas. El promedio de exposición para la piel descubierta fue estimado en 2,2 mg por hora (fluctuando entre cero y 12,6 mg/h). Para la piel sin protección y con diversa ropa fue de 66,0 mg/h (fluctuando entre 12,1 y 169,8 mg/h); la proporción de paraquat proveniente de la ropa que cubría la piel fue estimada en 5%. El promedio de exposición dérmica fue 1,1 mg/kg p.c. por hora, y la exposición total individual más alta fue de 2,8 mg/kg p.c. por hora. En el aire, la tasa de concentración de paraquat fue de 0,24 a 0,97 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (equivalente al 1% o menos del Umbral de Valor Límite de 0,1 mg/m³).

i) Kawai y Yoshida 1981

Trabajadores que fueron expuestos a concentraciones de paraquat en el aire de 0,011 a 0,033 mg/m³, y que habían usado mascarillas de tela o gasa, tenían de 1,4 a 2,7 $\mu\text{g}/\text{l}$ de paraquat en la orina 24 horas después de la exposición, pero nada fue detectado en trabajadores que habían usado mascarillas de alto desempeño. La concentración de paraquat en la solución asperjada fue de 0,08% (solución de

24% diluida 300 veces) y la exposición total de la piel fue cerca de 0,22 mg. Se evidenció la necesidad de equipo de protección para reducir la exposición vía inhalación y vía piel.

j) Swam 1969

En dos estudios con 30 trabajadores en Malasia, a los que se les examinó su orina, el paraquat fue detectado en el 24,8% de las muestras. Los trabajadores aplicaron una solución de paraquat del 0,05% en un periodo mayor a 12 horas. Los niveles medios más altos en ambos estudios fueron de 0,32 (0,04) mg/l y 0,15 (0,006) mg/l, respectivamente.

k) Hayes y Laws 1991

Se midió la exposición dérmica a paraquat durante una aplicación adecuada, tanto a bombas de espalda como a aguilones de tractores (aguilones bajos), resultando en valores mayores a 3,4 mg/h. Prácticamente toda la contaminación de la piel fue encontrada en las manos. La exposición por inhalación estuvo por encima de 0,002 mg/h.

l) Baselt 1988, and Baselt y Cravey 1989

Estudios hechos en Estados Unidos con trabajadores que aplicaron paraquat (al 0,25%) por un periodo mayor a 12 semanas, encontraron niveles de paraquat en la orina entre 0 a 0,15 y 0,32 mg/l (el promedio estuvo por debajo de 0,04 mg/h).

m) Staiff et al 1975

En EE.UU. la exposición de trabajadores que usaron aguilones montados en tractores resultó en 0,40 mg/h (con un rango entre 0,01 a 3,40 mg/h), y de 0,29 mg/h (0,01 a 0,57) para el uso de aplicadores manuales a presión. Las soluciones aplicadas contenían 1,2% y 0,2% de paraquat respectivamente. En la orina no se encontraron niveles detectables de paraquat (el límite de detección fue 0,02 mg/l). Con ambas formas de aplicación prácticamente toda la contaminación de la piel fue encontrada en las manos. El promedio de exposición por inhalación estuvo por debajo de 1 µg/h (con rangos de 0–2 µg/h y 0–<1 µg/h).

n) Wojek et al 1983

En un estudio de trabajadores en campos de tomate que usaban atomizadores levadizos en un tractor (con un boom de goteo), la exposición promedio combinada de la piel descubierta y de la ropa fue de 168,59 mg/h (usaron una solución de paraquat al 0,05%); la exposición promedio por inha-

lación fue de 0,07 mg/h. La exposición fue menor en tractores cerrados o de espacios amplios. En cítricos, el promedio de exposición a la piel y a la ropa fue de 12,16 mg/h (aplicando al 0,05%) y de 28,5 mg/h (aplicando al 0,11%); los trabajadores usaron camisa, pantalones largos, medias y zapatos o botas. En las muestras de orina se encontraron valores de paraquat de 0,033 mg/l.

2.4 Resumen

Los plaguicidas con toxicidad aguda no pueden ser aplicados de forma segura por trabajadores sin protección que usan aspersoras manuales (Maddy et al 1990); estas condiciones son las normales en los países en desarrollo. En muchos de estos países la protección personal adecuada no puede ser provista y resulta muy incómodo usarla en climas calientes. No existen equipos disponibles apropiados para cubrir las necesidades en climas húmedos y calientes.

La salud de los trabajadores agrícolas puede ser dañada por el uso continuo de plaguicidas incluyendo el paraquat. Enfermedades de la piel son frecuentes e incrementan el riesgo de absorción de paraquat a través de la piel contaminada. Situaciones laborales con un potencial de alta exposición se presentan continuamente. Juntos, esos factores ofrecen un alto riesgo a los trabajadores. En muchos países la legislación en seguridad y salud ocupacional a menudo no implementa ni direcciona el riesgo por plaguicidas, y en la parte agrícola, los estándares tampoco se detallan ni implementan. La capacitación en mejores prácticas para el uso de plaguicidas solamente se provee para una fracción pequeña de usuarios. Los esfuerzos hechos por la industria para promover prácticas de uso de plaguicidas menos peligrosas han tenido un impacto limitado.

Los niveles que se han detectado en muestras de orina durante el monitoreo de trabajadores expuestos al paraquat, demostraron que la absorción sistémica ocurre. En muchos casos los niveles en la orina debido a la exposición ocupacional fueron relativamente altos, indicando un riesgo de envenenamiento considerable.

Las exposiciones de los trabajadores, tanto en pruebas de campo como en estimaciones basadas en modelos, excedieron los niveles aceptables.

Medidas de naturaleza técnica, como proveer equipo de protección y/o cambiar la posición de la lanza de aspersión, no pudieron reducir el riesgo que tenían los pulverizadores que a menudo goteaban. La contaminación de la piel es una conse-

cuencia frecuente de bombas de espalda con fugas. Los derramamientos accidentales y salpicaduras de soluciones concentradas o diluidas, sucedidos en muchos incidentes, resultan en daños localizados en la piel u ojos.

Las autoridades deben de evaluar, bajo las condiciones reales de campo, el riesgo del uso de paraquat y la condición general de salud entre los trabajadores.

Los gobiernos necesitan identificar medidas eficientes para reducir el riesgo y ponerlas en operación.

Un gran número de intoxicaciones fatales y no fatales en el lugar de trabajo han ocurrido con el paraquat concentrado, también han ocurrido con el paraquat diluido o en solución.

Estas intoxicaciones han ocurrido principalmente en países en desarrollo. Los gobiernos deben retirar la autorización para vender y usar paraquat.

Los países en desarrollo no tienen los recursos para evaluar adecuadamente riesgos por plaguicidas, por consiguiente, es necesario proporcionar los medios para llevar a cabo valoraciones independientes de riesgo.

3 Efectos en la salud por la exposición ocupacional al paraquat

3.1 Estimaciones de la magnitud de las intoxicaciones ocupacionales

La exposición dermal a las soluciones diluidas de paraquat, cuando el equipo aspersor gotea y/o los trabajadores sufren dermatitis o heridas aparentemente insignificantes en su piel (arañazos o pequeñas úlceras), ha causado envenenamientos, incluyendo muertes. Una revisión de literatura estableció que las intoxicaciones con paraquat debido a la exposición ocupacional era de rara ocurrencia (Hall y Becker 1995). En intoxicaciones fatales se señaló, sin embargo, que incluso una revisión de casos fatales publicada en la literatura, no puede ser usada para evaluar la tasa real de mortalidad de intoxicaciones con paraquat (Pasi 1978).

En todas las intoxicaciones con paraquat, parece haber un subregistro considerable. Una de las razones para esto es que en países que no tienen centros de control de intoxicaciones y servicios de atención ocupacional, las intoxicaciones con paraquat tienden a ser subdiagnosticadas. Usualmente las facilidades requeridas para contar con un diagnóstico médico, son escasas en las áreas rurales de países en desarrollo, las intoxicaciones son frecuentes, pero a menudo no reportadas (Pronczuk de Garbino 1995).

La magnitud de las lesiones y enfermedades causadas por los plaguicidas es difícil de determinar debido al subregistro (Ballard y Calvert 2001). La cuantificación de las intoxicaciones por plaguicidas es impedida por la vigilancia inefectiva a nivel de campo (IFCS 2003b). En muchos países los datos publicados sobre intoxicaciones con plaguicidas no representan la magnitud real de este problema, por ejemplo en los países mediterráneos (IFCS 2003b, anexo 5).

En Belice, cuando se compararon los resultados de encuestas hechas en dos distritos en el año 2001 con los casos registrados por los médicos, se evidenció que el 99% de las intoxicaciones (fatales y no fatales) no habían sido reportadas (Fernández et al 2002).

En la vigilancia epidemiológica, los suicidios generalmente son exaltados y los envenenamientos ocupacionales subregistrados (Murray et al 2002; London y Bailie 2001). En algunos países una gran proporción de las hospitalizaciones por intoxicación con plaguicidas no son notificadas y las causas de las muertes son mal diagnosticadas (London y Myers 1995).

Se estima que a nivel mundial cada año un 3% de los trabajadores agrícolas sufre un incidente de intoxicación con plaguicidas (en general); y que ocurren como mínimo 3 millones de intoxicaciones severas y 20.000 muertes no intencionales por año, la mayoría en países en desarrollo (WHO y UNEP 1990). Otras estimaciones sobre el número total de intoxicaciones por plaguicidas (en todos los niveles de severidad) sugieren que el número puede ser mucho más grande que 3 millones de casos severos (WHO y UNEP 1990); sobre todo observando las figuras reportadas en la sección 2.1, donde el 96% de los agricultores entrevistados en Camboya habían experimentado intoxicaciones por plaguicidas. En 1994 la Oficina Internacional del Trabajo estimó que hubieron de 2 a 5 millones de casos de intoxicación laboral por plaguicidas y 40.000 muertes. (ILO 1994).

Los plaguicidas clasificados por la OMS como Ia y Ib (organofosforados y carbamatos), junto con el endosulfan y paraquat (ambos en clase II de la OMS) han causado varias intoxicaciones fatales (IFCS 2003b). Además de los carbamatos y piretroides, una gran proporción de los insecticidas son organofosforados y la mayoría de estos están en la clase Ia o Ib. La mayor parte de los plaguicidas en las clases Ia y Ib de la OMS están prohibidos o severamente restringidos en los países del norte, pero están disponibles en los países en desarrollo donde generalmente las condiciones no permiten un uso adecuado (Eddleston et al 2002). Ha habido un incremento en el uso de plaguicidas de toxicidad aguda a pesar de la deficiencia o total carencia de adecuada protección, medidas regulatorias o capacitación en seguridad para los trabajadores agrícolas (FAO 1994).

Un estudio entre agricultores en Corea encontró que el paraquat fue considerado como el plaguicida más peligroso, aunque estos también usaron organofosforados y carbamatos (Lee 2004).

América Central

En el año 2000 fueron reportadas en Centroamérica 6.934 intoxicaciones agudas con plaguicidas, con una tasa de 19,5 por 100.000 habitantes; el 36% de intoxicaciones en la región fueron ocupacionales, seguidas por intoxicaciones accidentales e intencionales (PAHO 2002b). Las causas de las intoxicaciones fueron diferentes entre países. La exposición ocupacional representó el 60% de los casos en Guatemala, 50% en Belice, 41% en Pana-

má, 37% en Costa Rica, 33% en Nicaragua y 27% en El Salvador. (PAHO 2002b). La tasa de mortalidad debido a intoxicaciones con plaguicidas en el año 2000 para toda la región fue de 2, 1 por 100.000 habitantes (PAHO 2002b). Dentro de los 12 plaguicidas que causaron la mayor cantidad de intoxicaciones agudas (fatales y no fatales) destaca el paraquat (OPS/OMS 2001a).

En Nicaragua la incidencia de las intoxicaciones agudas con plaguicidas durante los primeros meses de los años 2003 y 2004 fue de 13 y 10 por 100.000 habitantes, mientras que la mortalidad fue 2,0 y 1,5 por 100.000 habitantes, respectivamente (MSN 2004).

En Costa Rica, las intoxicaciones agudas con plaguicidas (639 casos) ocurrieron en el mismo grado que la tuberculosis (689 casos) y la malaria (651 casos) (MSCR 2003). Dentro de los daños relacionados por plaguicidas en el trabajo, que fueron reportados por trabajadores de plantaciones, las quemaduras de piel representaron un 28% y las intoxicaciones sistémicas un 21%. También se reportaron daños a los ojos y dermatitis química o infecciones en la piel (Vergara y Fuortes 1998). Además en Costa Rica, desde 1996 al 2001, de 2.579 intoxicaciones con su agente identificado, el paraquat fue causante de 898 casos (35%), seguido por los carbamatos (31,5%), organofosforados (21%) y otros plaguicidas (12,5%). De un total de 4.465 intoxicaciones con plaguicidas en el 42% de los casos no se identificó el plaguicida responsable; 40% de los casos fueron debido a exposición ocupacional, en el 33% las causas no fueron identificadas, 14% fueron registradas como suicidio y 13% como accidente no ocupacional. La mayoría de intoxicaciones (43%) ocurrieron en plantaciones bananeras (OPS/OMS 2002b).

Asia y Pacífico

En Asia y el Pacífico, el uso de plaguicidas de toxicidad aguda representa un serio problema. En la India, los trabajadores de la agricultura y manufactura fueron catalogados como los de más alto riesgo a la exposición de plaguicidas (ICMR 2001). En Malasia, los aplicadores de plaguicidas y los trabajadores de las plantaciones fueron clasificados como la segunda y tercera prioridad (después de los trabajadores de la construcción) por problemas de salud ocupacional entre diferentes grupos; la principal área de preocupación fue la intoxicación química con metales, plaguicidas y solventes (Sadhra et al 2001).

En China, alrededor del año 2000, más de 123.000 personas fueron afectadas por intoxica-

ciones con plaguicidas cada año, la mayoría de plaguicidas fueron usados en arroz. En la provincia de Zhejiang el 20% de los agricultores de arroz reportaron síntomas de intoxicación (dolor de cabeza, náuseas, irritación de piel), tuvieron daños en el funcionamiento del hígado o residuos químicos en los riñones (Huang et al 2000). En Corea se reportó que el porcentaje de trabajadores agrícolas que habían sufrido intoxicaciones por plaguicidas fue de un 12,3% y 28,3% respectivamente por Hong (1998) y por Lim y Zong (1992). En Sur África muchas intoxicaciones por plaguicidas han sido fatales (Yousefi 1999).

Es difícil obtener una estimación exacta de la magnitud de las intoxicaciones por paraquat, en parte porque a menudo no es fácil identificar el paraquat como el agente causal. Las intoxicaciones con organofosforados se acompañan de síntomas característicos, mientras que en una intoxicación con paraquat los síntomas agudos pueden desaparecer y los efectos clínicos pueden retrasarse (Ballantyne et al 1995).

Por consiguiente, es posible que en una gran proporción de intoxicaciones causadas por paraquat, el agente causal no sea identificado, como sí lo es en intoxicaciones causadas por organofosforados. Si no se conoce con certeza qué sustancia causó la intoxicación, el diagnóstico médico puede ser basado en medición de residuos (por ejemplo paraquat) en muestras de orina o sangre (O'Malley 1997), pero esto no siempre se hace.

El diagnóstico clínico de intoxicaciones con organofosforados, se confirma cuando una dosis prueba de atropina no produce los síntomas característicos (Fenske y Simcox 2000). Las pruebas de presencia de paraquat con ditionita (por ejemplo, en orina el límite de detección es de 1 µg/l), son sujetas a las interferencias de otros compuestos.

Por consiguiente la cuantificación en sangre u orina requiere de métodos analíticos más sofisticados (Scherrmann 1995).

Para evaluar más fiablemente la magnitud de intoxicaciones con paraquat, los casos de envenenamiento deberían ser registrados con base en un método estandarizado (Volans et al 1987).

3.2 Efectos agudos del paraquat en la salud

3.2.1 Intoxicaciones sistémicas agudas

La exposición de productores y trabajadores agrícolas al paraquat durante la mezcla y la aplicación, tiene, en la salud, efectos tóxicos agudos

(inmediatos) y efectos crónicos (a largo plazo). Frecuentemente los efectos agudos en la salud se presentan entre usuarios de paraquat. Estos incluyen daños en los ojos, sangrado de nariz, irritación y quemaduras de piel u otras partes del cuerpo. En el caso de las intoxicaciones agudas con paraquat, la dificultad respiratoria puede desarrollarse con un retraso de 2 a 3 días; la muerte puede ocurrir varias semanas después de la absorción.

«Las intoxicaciones sistémicas» denotan un incidente de exposición a sustancias tóxicas que es seguido por síntomas, debido a la absorción por el organismo y resultando en daños a los órganos. El término «intoxicación» incluye incidentes de exposición que conllevan a daños en los ojos o la piel, irritan las vías respiratorias y causan sangrado de nariz, y a exposiciones que resultan en absorciones sistémicas del agente tóxico, referidas más específicamente como «intoxicaciones agudas» o sistémicas.

Las diferentes causas relacionadas con las intoxicaciones son:

- Intoxicaciones accidentales: inhalación no intencional, ingestión o absorción dérmica de la sustancia (de la solución rociada durante la aplicación o por derrames del concentrado durante la mezcla).
- Intoxicaciones ocupacionales: intoxicaciones no intencionales en el lugar de trabajo.
- Intoxicaciones intencionales: consumo deliberado de la sustancia (suicidio) u homicidio.

Los efectos tóxicos en el organismo dependen del modo específico de acción de la sustancia absorbida (distribución, almacenamiento, metabolismo, efectos reversibles o irreversibles, excreción), del estado físico, de la cantidad absorbida (dependiendo del volumen, concentración y duración de la exposición) y de la susceptibilidad individual (peso corporal, salud y otros factores) (Frumkin 2000). La ruta de absorción tiene un impacto indirecto, afectando la cantidad absorbida, además de causar irritación y efectos dañinos.

Cuando el paraquat es absorbido a través de la piel, puede producirse una intoxicación sistémica, con los mismos síntomas producidos por una ingestión. El contacto prolongado con paraquat (por un equipo que gotea o ropa empapada) daña la piel y aumenta más la absorción (Garnier 1995).

La Comisión Europea ha calificado los peligrosos agudos del paraquat así:

- Muy tóxico por inhalación.
- Tóxico en contacto con la piel o si se traga.
- Peligroso con daños severos a la salud si se traga en exposiciones prolongadas.
- Irritante a los ojos, al sistema respiratorio y a la piel (EC 2004).

La Agencia de Protección Ambiental de los EE. UU. (EPA) clasificó al dicloruro de paraquat (concentrado técnico al 45,6% p/p), dependiendo de la ruta de absorción, en diferentes categorías: por inhalación en la categoría I de la EPA (la etiqueta contiene la leyenda «Peligro/ Veneno»), por toxicidad aguda oral e irritación ocular en la categoría II («Advertencia»), y por la toxicidad aguda dérmica en la categoría II («Cuidado») (US EPA 1997a). La toxicidad por inhalación no se consideró preocupante ya que las partículas de rocío eran «más allá del rango respirable» y el paraquat es no volátil (US EPA 1997a). Los productos formulados de paraquat en los EE.UU., están en la categoría I de la EPA, como puede verse en las hojas de seguridad de la sustancia (SCRC 2005).

Con respecto a los peligros agudos del paraquat, la OMS anotó: «El paraquat tiene serios efectos posteriores si es absorbido. Este es de relativo bajo peligro en su uso normal, pero el concentrado puede ser fatal si el producto es absorbido por la boca o asperjado en la piel» (WHO 2005). Pero esta posición no refleja suficientemente la absorción del paraquat a través de la piel. Mientras que la absorción es baja en piel sana, aumenta mucho cuando la piel ha sido dañada o es cubierta por tiempo prolongado con ropa contaminada con paraquat (Garnier 1995). En muchos países del sur, las condiciones agrícolas de trabajo no permiten usar protección adecuada. Varias muertes han ocurrido después de la exposición a soluciones de aspersión diluidas, la mayoría bajo pobres condiciones de trabajo (ver capítulo 3.2.4).

De acuerdo a su peligrosidad aguda, la OMS clasifica al dicloruro de paraquat como clase II, basada en la DL50 oral para ratas de 150 mg por kilogramo de peso corporal (p.c.) (WHO 2005). La «dosis letal mínima» para el dicloruro de paraquat se estima en aproximadamente 46 mg/kg de p.c. (equivalente a 33 mg de catión/kg de p. c.) (Pasi 1978). Los individuos varían en cuanto a sensibilidad y toleran diferentes dosis. Las dosis mínimas fatales por ingestión del concentrado (12 a 20%)

son de 30 a 50 mg de p.c. para el dicloruro de paraquat, correspondiente a un simple trago (Bismuth et al 1995).

La ingesta de 17 mg de catión por kg de p.c. (equivalente a 23,5 mg/kg de p.c. de dicloruro de paraquat) ha sido mortal (Stevens y Sumner 1991). Después de ingerir más de 15 ml (1 cucharada) del concentrado al 20%, el resultado probablemente sea fatal (Pronczuk de Garbino 1995). Mientras el cuerpo puede eliminar pequeñas dosis, una dosis grande (20 mg/kg p.c.) daña los riñones, reduciendo la posibilidad de excretarla (Houze et al 1995).

No se ha probado, clínicamente con éxito, un antídoto contra envenenamientos con paraquat (Ellenhorn et al 1997). En muchas formulaciones se ha añadido un emético (inductor del vómito) pero no es claro si éste ha mejorado el pronóstico en casos de ingestión (Bismuth et al 1995). El emético, ni los agentes colorantes o de mal olor, no reducen la absorción dermal.

El engaño, si es que no es falso, es decir que de todas maneras «hay un tratamiento efectivo» (Syngenta 2002, p 27), refiriéndose a la inmediata descontaminación del estómago después de una ingesta de paraquat. La efectividad del uso de tierra Fuller como adsorbente no ha sido clínicamente demostrada (Pond 1995). El carbón activado para adsorber químicos aparenta ser la mejor forma de descontaminación del estómago, pero ningún tratamiento ha demostrado que produzca un beneficio clínico significativo (Meredith y Vale 1995). La efectividad clínica de la diálisis, filtración de sangre o fusión y los agentes antioxidantes o antiinflamatorios, no ha sido comprobada en la prevención de resultados fatales de intoxicaciones serias con diquat o paraquat (Vale 2005).

Los síntomas de intoxicación con diquat o paraquat son (Ellenhorn et al 1997):

- a. Inmediatamente después de la ingestión: lesiones y dolor en la boca y estómago, náuseas, vómitos, diarrea, sangre en las heces.
- b. De 48 a 72 horas después de la exposición (por ingestión, inhalación o dérmica): reducción en el volumen de la orina, ictericia, tos, dificultad para respirar (alta frecuencia), edema pulmonar (hinchazón), convulsiones y coma.

En casos donde la piel ha sido contaminada por la solución concentrada o en contactos extensivos y/o prolongados con paraquat diluido, particularmente donde hay presentes signos de irritación

dérmica, el paciente tiene que ser evaluado en un hospital por envenenamiento sistémico (IPCS 1984).

Una intoxicación con paraquat debe ser tratada lo más pronto posible en un hospital (IPCS 1991), donde los pacientes sean tratados como una emergencia, aún si no presentan signos de envenenamiento (Ellenhorn et al 1997).

La severidad de las intoxicaciones pueden ser distinguidas como hiperagudas, después de la ingestión de cantidades masivas (usualmente los pacientes mueren después de menos de 4 días); agudas, después de la ingestión de 30 a 50 mg/kg p.c. y subagudas, con convalecencia usual después de la ingestión de dosis más bajas (Bismuth et al 1995). Un rasgo engañoso de intoxicaciones con paraquat, cuando la dosis absorbida no fue masiva, es que en muchos casos, los síntomas agudos desaparecen después de cerca de 1 día (Ballantyne et al 1995). Daños en el riñón y daños severos en el pulmón (fibrosis pulmonar), se desarrollan después de varios días, llevando a una deficiencia de oxígeno. Frecuentemente la muerte ocurre dentro de 1 ó 2 semanas (o más de 6) y la mortalidad es muy alta en casos de envenenamiento con la solución concentrada (20%) (Ellenhorn 1997).

3.2.2 Reportes sobre intoxicaciones sistémicas y daños en piel y ojos

Asia

Durante el periodo 1998 a 2002 en los hospitales de Japón, se registraron cerca de 65 intoxicaciones ocupacionales con plaguicidas, un 53% fueron intoxicaciones agudas o subagudas (24% seguidas de una dermatitis aguda, 15% de quemaduras químicas y 6% de daños en los ojos). En el 11% de los casos los pacientes no se recobraron (Nagami et al 2005). Los organofosforados representaron el 20% de los casos y los herbicidas bipyridilos (paraquat y diquat) el 8%, seguidos por cal de azufre, fumigantes de suelo y otros plaguicidas. Los factores asociados con los casos de intoxicaciones ocupacionales fueron: insuficientes medidas de protección (31%), descuido (16%) e información inadecuada (11%) (Nagami et al 2005).

En Malasia, se examinaron seis trabajadoras de las plantaciones que tenían baja actividad de la colinesterasa, por medio de muestras de sangre. Tres

trabajadoras presentaban picazón de piel o eczema (diagnosticadas con dermatitis de contacto posiblemente debido a plaguicidas); tres reportaron tener ocasionalmente dolor en el pecho, contracción del pecho y o dificultad para respirar. Tres presentaron sangrados nasales (recientes u ocasionalmente). Otros síntomas esporádicos fueron desvanecimiento, entumecimiento de manos, dolor de cabeza, calambres abdominales, encegamiento, náuseas y vómitos (Tenaganita y PANAP 2002). Mientras que varios de esos síntomas son no específicos, los problemas de pecho y sangrado nasal, pueden ser debidos al paraquat. Cinco de las trabajadoras aplicaron paraquat, además de otros plaguicidas. No se identificó ningún organofosforado en los reportes de los nombres de productos usados, aunque dos de las obreras no pudieron nombrar productos recientemente usados (Tenaganita y PANAP 2002). Aparentemente, la baja actividad de la colinesterasa puede haber sido causada por exposición a paraquat (ver capítulo 3.2.4).

También en Malasia, durante 1997 a 1998, el paraquat causó una mayor proporción (19%) de intoxicaciones laborales que los organofosforados (16%) (Sirajuddin et al 2001). En 1987 (1988) entre 225 (249) plaguicidas identificados en intoxicaciones, el paraquat fue el agente causal en 62% (71%) del total, mientras que los organofosforados se identificaron en 17% (14%) de los casos (Tenaganita y PANAP 1992). En un estudio del año 2002 se compararon los valores de colinesterasa de trabajadores con los promedios de una población no expuesta. Una segunda medición fue llevada a cabo con los seis trabajadores con los valores más bajos, después que se habían abstenido de aplicar por un mes; los segundos valores fueron de 38 a 500% más altos que los primeros (Tenaganita y PANAP 2002). Sin los valores base, los niveles de colinesterasa en el plasma sanguíneo fueron del 30% o más debajo del rango normal para ser clínicamente significativos (Fenske y Simcox 2000). Esta fue la situación de todos esos seis trabajadores. La determinación de colinesterasa que se empleó es un método sensitivo y fiable para esa medición (Zenz 1994).

Once de cada 27 trabajadores en Malasia que aplicaban paraquat (soluciones al 0,5% y al 0,25%) tuvieron uno o más incidentes de irritación ocular o salpullido, principalmente en las manos, piernas y en la ingle o nalgas (debido a un equipo que goteaba), un obrero tuvo daño en un ojo (Howard et al 1981).

Otro estudio en Malasia, con 30 trabajadores que habían aplicado paraquat continuamente por más de 12 semanas (solución al 0,05%), encontró que, cerca de la mitad de los trabajadores tuvieron irritación en los ojos (por salpicaduras) y algunas veces en la piel; dos trabajadores sufrieron de sangrado nasal y hubieron dos casos de dermatitis escrotal (seguida a la contaminación del calzoncillo y contacto prolongado) (Swan 1969). Durante el 2002 en dos plantaciones, 1,2% y 0,9% de las mujeres aplicadoras se quejaron de una sensación de ardor al orinar y de una intensa descarga blanca; 1,7% y 2,7%, respectivamente, tuvieron dolor vaginal (Tenaganita y PANAP 2002).

En Sri Lanka, de 85 aplicadores, una gran proporción (23,6%) tuvieron más daños en la piel que trabajadores no expuestos de fábrica (11,8%) o de trabajadores en general (15,2%). La incidencia de daños a los ojos fue similar entre los aplicadores y los trabajadores en general, pero no fue reportada por los trabajadores de las fábricas. El sangrado de nariz ocurrió en tres aplicadores y en un trabajador de fábrica, pero no entre trabajadores en general (Senanayake et al 1993). En un estudio posterior, la concentración de paraquat fue muy baja (0,04 a 0,07%) y los trabajadores practicaron excelentes medidas de higiene personal (lavados frecuentes a través del día), esto explicó la menor incidencia de daño a la piel y uñas, que la reportada en otros estudios (Senanayake et al 1993).

Estos estudios en Sri Lanka y Malasia pudieron no encontrar síntomas de intoxicaciones sistémicas agudas, pero muestran que ocurren severos efectos irritantes, llevando a daños en la piel, que comúnmente incrementan significativamente el riesgo de absorción de paraquat. Todos los efectos localizados irritantes de la piel y mucosas, sangrado nasal, tos, dolor de cabeza y daños en las uñas, resultantes del paraquat, indican sobreexposición. Sería suficiente con sacar un trabajador del área para prevenir futuras sobreexposiciones (Zenz 1994).

América Latina

El uso de plaguicidas es alto en Costa Rica debido a las plantaciones bananeras. Se encontró que cerca de 175.000 trabajadores fueron expuestos al paraquat y diquat (Partanen et al 2003). En el año 2001, de 544 casos registrados de intoxicaciones por plaguicidas, 127 fueron causados por paraquat, identificado como el mayor agente causal. Las intoxicaciones por paraquat ocurrieron bajo

las siguientes circunstancias: 57 por suicidios, 29 accidentes durante el trabajo, 24 en circunstancias desconocidas y 17 debido a exposiciones laborales (OPS/OMS 2002a). En Costa Rica, entre 1996 y el 2001, paraquat fue el causante del 35% de todas las intoxicaciones notificadas (OPS/OMS 2002b). Pero los reportes del Sistema de Vigilancia Epidemiológica fueron incompletos: un estudio en 4 distritos de Costa Rica estimó que entre el 82,2 y el 97,8% de las intoxicaciones con plaguicidas no eran registradas. Cuando estos casos se incluyeron, la proporción de intoxicaciones laborales se colocó en 76,8% (OPS/OMS 2002c). En las zonas de cultivo de banano, la mayoría de casos ocurre entre aplicadores de herbicidas (Wesseling et al 2001b).

También en Costa Rica (en 1996), de 1.274 intoxicaciones por plaguicidas registradas en el centro nacional de control de intoxicaciones, un 38,5% fueron por exposición laboral, seguidas por exposición accidental (33,8%) e ingestión suicida (22,5%). De los casos de intoxicación, los organofosforados, carbamatos y el paraquat representaron el 46% de los casos, siendo el paraquat, el agente individual responsable del más alto porcentaje de los casos (11,6%) (Leveridge 1998).

La tasa promedio anual de hospitalización en Costa Rica, debido a intoxicaciones por plaguicidas, se determinó entre 115 y 130 por 100.000 trabajadores, incluidos los trabajadores agrícolas. El paraquat fue identificado como el plaguicida causante de la mayoría de intoxicaciones severas, hospitalizaciones y muertes (Wesseling et al 1993).

En la zona rural de Honduras, un estudio con 96 familias en 1998, encontró que más del 80% usaron plaguicidas y el paraquat fue el de uso más común. Raramente usaron medidas de seguridad. Todos los trabajadores que usaron paraquat tuvieron al menos un síntoma potencialmente relacionado con la exposición al paraquat, y la presencia de problemas de salud entre niños fue anormalmente alta, comparada con el promedio nacional (Cantor y Young-Holt 2002). Las intoxicaciones con paraquat también son el principal problema en Ecuador (Sevilla 1990).

Estados Unidos

En California, entre los años 1971 y 1985, se reportaron 231 casos de intoxicaciones debidas a paraquat; la mayoría de los casos (38,5%) fueron sistémicos (con síntomas de intoxicación aguda y problemas respiratorios). Se presentaron daños a

los ojos en un 32%, en la piel en un 26%, problemas respiratorios locales en el 3,5% de los casos; de los 231 casos, 55 se asociaron con pérdida de días de trabajo y 11 casos fueron hospitalizados (Weinbaum et al 1995).

También en California, del año 1998 al 2000, se reportaron 15 agricultores intoxicados con paraquat, 10 de esos casos fueron definidos o probables (1 con problemas sistémicos y respiratorios, 4 con síntomas en los ojos y 5 con efectos en la piel) y 5 fueron catalogados como posibles. En el 2001 habían 4 intoxicaciones reportadas por paraquat, 2 casos con efectos sistémicos y/o respiratorios (ambos definidos o probables) y 2 casos con efectos localizados (tópicos, involucrando solamente ojos y/o piel, un caso definido o probable y otro caso probable). En el 2002 se reportaron tres intoxicaciones por paraquat con efectos tópicos (dos casos definidos o probables y un caso posible); en el 2003 se reportaron 4 intoxicaciones, 3 con efectos sistémicos respiratorios (dos definidos o probables y uno posible) y un caso definido o probable con efectos tópicos (CDPR 1998–2003).

Europa

Después de la absorción dérmica del paraquat, otro trabajador sufrió intoxicación y daño prolongado a la bilis (Bataller et al 2000). En Italia, en los años 2000–2001, el paraquat estuvo entre los más frecuentes seis plaguicidas relacionados con intoxicaciones no fatales referidas al centro de intoxicaciones principal; de 872 intoxicaciones 46 fueron debidas a paraquat (Davanzo et al 2004).

Durante los años 1991 al 2001 en Creta (Grecia), las intoxicaciones con plaguicidas, fatales y no fatales, se incrementaron a 1.700 casos por año, siendo preocupantes los organofosforados y el paraquat; 45% de los casos fueron accidentales, 40% ocupacionales y 12% suicidios (Bertsias et al 2004). Un trabajador tuvo una intoxicación aguda por paraquat al absorberlo a través de la piel, durante una aplicación (Bertsias et al 2004); otro desarrolló fibrosis pulmonar por intoxicación con paraquat al absorberlo vía piel; él sobrevivió con fibrosis pulmonar residual (Papiris et al 1995).

Entre 274 productores de fruta en Escandinavia, donde el paraquat es el segundo plaguicida más usado, 41% desarrolló tos con expectoración, 37% dolor de cabeza, 30% descarga nasal, 25% languidez (fatiga), 25% malestar general, y 21% dificultad para respirar. También varios síntomas como vértigo, palpitaciones, náuseas, dolor y pica-

zón de piel u ojos. Un 39% de los productores habían usado como protección máscaras (Lings 1982). Dentro de un grupo de 181 productores de frutas que fueron examinados por médicos, aquellos que usaron paraquat (62,4%) padecían más frecuentemente de síntomas en los pulmones (sin diferencia estadística significativa): tosían y tenían dificultades respiratorias. Se concluyó que el uso profesional de biocidas podía dar lugar a enfermedades pulmonares como neumonía y fibrosis pulmonar crónica progresiva (Lings 1982). Después de aplicar paraquat, otro obrero desarrolló cansancio, dolor respiratorio apacible, tobillos hinchados y anemia, disminuyó la capacidad de difusión de sus pulmones y padeció nefritis o deterioro inflamatorio del riñón (Stratta et al 1988).

En el Reino Unido, entre 1981 y 1986, paraquat causó 26 admisiones al centro de tratamiento de envenenamientos en Edinburgo; dos de estos casos ocurrieron como consecuencia de la exposición ocupacional (por goteo del tanque de la espalda y la inhalación durante la aplicación) y un caso fue debido a la ingestión accidental (quitar la tapa del envase con los dientes) (Proudfoot y Dougall 1988).

En invernaderos, también se han documentado intoxicaciones agudas por inhalación de paraquat. Un estudio encontró que «soluciones más fuertes de lo normal» llevaron a un daño transitorio de los riñones (Malone et al 1971). La aplicación aérea de paraquat ha causado síntomas respiratorios. Dependiendo del tipo de equipo de aplicación, el tamaño de las gotas pudo haber sido relativamente pequeño y pudo haber disminuido a lo largo de la aplicación (Ames et al 1993).

Los síntomas citados en esta sección son una indicación de que las prácticas de trabajo deben ser revisadas (IPCS 1984). Estos explican la necesidad de una higiene personal estricta y un apego riguroso a los procedimientos requeridos de manipuleo (IPCS 1991). Sin embargo, en muchos países esto puede representar una pauta ideal que sólo una minoría de trabajadores puede seguir, y no es factible debido a las condiciones inadecuadas en el campo o por el clima caliente.

3.2.3 Piel y ojos

El paraquat actúa como un irritante fuerte, especialmente en formulaciones concentradas; el contacto con la piel causa enrojecimiento, ampollas o úlceras que pueden llevar a una dermatitis. El paraquat diluido puede causar irritación después de

una exposición prolongada a través de la ropa empapada (Bismuth et al 1995).

Cuando la piel está sana, la absorción de paraquat generalmente es baja, pero aumenta mucho cuando está dañada. Un contacto prolongado con soluciones de paraquat puede dañar la piel y permitir el incremento de la absorción, llevando potencialmente a una severa intoxicación (Garnier 1995). Se ha reportado que una simple exposición de la piel sana a soluciones de paraquat, causa lesiones en la piel, pero no efectos sistémicos en el organismo.

De 15 casos de exposición accidental a soluciones de paraquat, en seis hubo quemaduras de piel (grado I a III), en 4 casos vesículas y dermatitis de contacto en un caso. En dos casos donde la cara fue expuesta, el trabajador sufrió de conjuntivitis (Hoffer y Taitelman 1989). Cuando la piel está cubierta y hay contacto con soluciones de paraquat, o cuando es aplicado repetidamente, causa irritación, pudiendo aumentar la permeabilidad de la piel (Garnier et al 1995).

Exposiciones prolongadas a soluciones que contienen más de 5% de paraquat pueden producir intoxicaciones mortales y exposiciones a soluciones menos concentradas, pueden ser fatales si hay lesiones preexistentes en la piel y si ésta no se lava inmediatamente después de la exposición, o si la ropa contaminada no se cambia inmediatamente (Winchester 1995; Smith 1988). Los síntomas de intoxicación que siguen a una absorción dermal de paraquat son similares a los síntomas después de una ingestión, excepto por los efectos locales en la piel (Garnier 1995). El paraquat puede causar dermatitis por contacto (Villaplana et al 1993; Botella et al 1985), mientras que las soluciones pueden causar severas quemaduras de piel (Ronnen et al 1995). Las quemaduras deben ser tratadas o el riesgo de absorción dermal puede aumentar más.

El paraquat tiene una connotación dermal (IPCS 2001a; NIOSH 1996), significando que la absorción vía piel sana, puede contribuir sustancialmente a la carga total del cuerpo y puede causar serios problemas sistémicos de salud (Semple 2004).

El contacto de soluciones de paraquat con los ojos, puede llevar a una inflamación de la córnea. Con tratamiento, generalmente resulta en recuperación después de una cura prolongada, pero no siempre es completo y la visión puede dañarse si los pacientes esperan demasiado tiempo (Bismuth et al 1995). Otra consecuencia del contacto con los ojos puede ser la conjuntivitis, una inflamación

irritativa del conjuntivo y un largo o permanente estado opaco de la córnea (Mc Keag et al 2002; Ellenhorn et al 1997).

La piel y los ojos que hayan sido contaminados con soluciones de paraquat, necesitan ser enjuagados urgentemente, preferiblemente bajo el chorro de agua por al menos 10 minutos. Los daños en los ojos deben siempre ser atendidos por un médico (IPCS 1984).

3.2.4 El sistema nervioso

Se encontró que el paraquat inhibe la actividad de ciertas enzimas del suero sanguíneo (El-Demerdash et al 2001). En pruebas con peces, el paraquat inhibió la colinesterasa (la enzima necesaria para el funcionamiento normal del sistema nervioso) (Láng et al 1997). En otros estudios también con peces, la inhibición de la colinesterasa a concentraciones subletales no fue observada (Di Marzio et al 1998). En estudios más recientes, se ha visto que el paraquat tiene un efecto inhibitorio de la colinesterasa (Tkachenko et al 1988; Seto y Shinohara 1987).

Los plaguicidas que inhiben la enzima colinesterasa actúan como venenos nerviosos; sus síntomas incluyen temblores, náuseas, y a altas dosis pueden producir parálisis y muerte. La inhibición y los efectos neurotóxicos que producen los organofosforados son más fuertes que los causados por los carbamatos (Stine et al 1996). El paraquat presenta un riesgo crónico a la salud de los trabajadores debido a sus propiedades neurotóxicas (Vega Bolaños et al 1997).

La pregunta que surge es si la inhibición de la colinesterasa es producida por el paraquat o por compuestos relacionados presentes, como impurezas (Lin-Shiau y Hsu 1994). Las impurezas, sin embargo, no son separadas completamente de las formulaciones gruesas (Ambrus et al 2003). Existen diversas formas de colinesterasa y parece que éstas son inhibidas selectivamente por diferentes sustancias (Marquis 1986). Cuando los niveles de colinesterasa en la sangre se encuentran por debajo de los niveles normales para personas que no se han expuesto a plaguicidas, esto es un indicador de exposición potencial a una sustancia inhibidora de la colinesterasa. No es posible identificar, por la medición de un nivel bajo de colinesterasa, qué grupo o cual sustancia individual es el posible agente causal. La evidencia de la inhibición de la colinesterasa por el paraquat aparenta ser no concluyente y son necesarias más investigaciones para clarificar este efecto.

3.2.5 Efectos respiratorios agudos (pulmón)

Después de la absorción por cualquier ruta, de una cantidad grande de dicloruro de paraquat (unos 30 mg/kg p.c.), se desarrolla fibrosis pulmonar. Este engrosamiento patológico del tejido conjuntivo en los pulmones, conlleva a una disminución de la capacidad de difusión del monóxido de carbono en los alveolos, que puede ser detectado desde el primer día. Esto produce una fibrosis intersticial o engrosamiento del tejido entre los alveolos y una inflamación de éstos, causando una deficiencia de oxígeno, resultando frecuentemente en muerte, algunos días o semanas después (Bismuth et al 1995).

Las anomalías en los pulmones en estados iniciales no son detectadas por rayos X, pero en estados posteriores las imágenes aparecen manchadas. La prueba funcional pulmonar, puede ser usada para un diagnóstico antes de que se alcance la fase de decrecimiento en los niveles de oxígeno (Bismuth et al 1995). Si se absorbe una dosis menor a 30 mg/kg de p.c., la fibrosis pulmonar raramente se convierte en un problema clínico severo y usualmente se recupera la función pulmonar, pero en algunos casos el trastorno pulmonar persiste, pudiendo recobrase del deterioro hasta varios años después (Bismuth y Hall 1995).

Pero en estudios de seguimiento a sobrevivientes de intoxicaciones con paraquat, la capacidad pulmonar total decreció significativamente (Yamashita et al 2000). Los efectos destructivos en los tejidos pulmonares son una consecuencia de la acumulación de paraquat en el epitelio o tejido celular de los alveolos.

El paraquat y el diquat difieren en los mecanismos de toxicidad; el diquat no se acumula en los pulmones y no produce fibrosis pulmonar (Rose y Smith 1977). El paraquat daña las membranas celulares lipídicas por peroxidación; los niveles de enzimas importantes decrecen, seguidas de una respuesta inflamatoria (Lewis y Nemery 1995). La peroxidación de los lípidos ha sido asociada con la enfermedad obstructiva pulmonar crónica (EOPC) (Santus et al 2004).

En Colombia, la exposición al paraquat se asoció con un alto riesgo de padecer bronquitis crónica (Forget 1990). En muestras de sangre de aplicadores de plaguicidas, los niveles de antioxidantes se incrementaron, indicando un estrés oxidativo (Prakasam et al 2001). En agricultores, el riesgo sufrir enfermedades respiratorias y muerte por estas razones es significativamente alto. La inflamación

de los tejidos de la nariz, o rinitis, también es causada por paraquat (ATS 1998).

3.3 Intoxicaciones fatales no intencionales con paraquat

Se ha afirmado que la aplicación de paraquat no sería un peligro con prácticas de trabajo razonables, incluyendo las precauciones de seguridad, medidas de higiene y vigilancia apropiada, y también que las prácticas de trabajo no apropiadas durante el manipuleo del concentrado sin diluir, pueden provocar contaminación dérmica y absorción a través de la piel (IPCS 1991). Las intoxicaciones fatales no intencionales, han sido relacionadas con ingesta accidental y prácticas inapropiadas, a saber, paraquat insuficientemente diluido, combinado con un equipo de aplicación que gotea, que produce un contacto prolongado con la piel, lesiones dermales severas y absorción de paraquat vía piel (IPCS 1991). Se han descrito varias intoxicaciones con soluciones diluidas que contenían paraquat. La presencia de rasguños o pequeñas úlceras en la piel, son suficientes para absorber una dosis fatal de paraquat al aplicar una solución diluida.

Sin embargo, las intoxicaciones fatales no intencionales han resultado de la contaminación accidental del cuerpo con paraquat al 20% (Waight 1979), de tomar un trago de paraquat concentrado al confundir botellas, y de pequeñas cantidades ingeridas (Wesseling et al 1997). Los trabajadores que murieron accidentalmente habían ingerido un trago o sorbo de paraquat; en uno de estos casos la intoxicación sucedió durante la decantación del concentrado (Cassidy y Tracy 2005; Ochoa Gomez y Gil Paraiso 1993).

Tres intoxicaciones fatales fueron causadas por ingestión accidental de soluciones diluidas de paraquat, cuando los trabajadores chuparon una boquilla atascada (Fitzgerald 1978). También fue fatal el tomar en una botella vacía de Gramoxone llena con agua (Fernando et al 1990). A un trabajador que le cayó en la cara y boca una mezcla de paraquat diluido y 2,4-D (clase II de la OMS) y aparentemente esto le provocó que ingeriera una pequeña cantidad de paraquat, murió de daño pulmonar agudo, típico de las intoxicaciones con paraquat (Wesseling et al 1997).

De la revisión de 12 intoxicaciones fatales no intencionales, resultado de la exposición dérmica, reportadas entre 1974 y 1988, se concluyó que el contacto prolongado de la piel con soluciones de

paraquat, en concentraciones tan bajas como al 5% (peso del catión por volumen), pueden provocar envenenamiento sistémico fatal. Se recomendó que las etiquetas de los envases de paraquat, deberían contener una advertencia contra el uso de este herbicida en bombas de espalda (Smith 1988). Han ocurrido intoxicaciones fatales con paraquat después de una exposición a soluciones diluidas asperjadas con mucha menor concentración (ver abajo).

Entre varias fatalidades relacionadas con el trabajo, después de una exposición dermal a paraquat diluido, tres muertes se debieron a un equipo que goteaba, además uno de los trabajadores también tuvo dermatitis (Athanaselis et al 1983; Wohlfahrt 1982; Fitzgerald et al 1978). Otras dos muertes ocurrieron cuando la cabeza y la boca de un trabajador y la espalda de otro, fueron contaminadas accidentalmente durante una aplicación (Wohlfahrt 1982).

Asia

En Japón durante los años 1998 al 2002, de 346 intoxicaciones registradas por plaguicidas en varios hospitales, 25% de los casos fueron fatales. De esos 346 casos, 36% fueron por organofosforados y 20% por paraquat y diquat (Nagami et al 2005); 65 casos (18,8% del total) ocurrieron durante la aplicación, preparación, dispensación, o por ingreso durante una aplicación (Nagami et al 2005).

En Filipinas dos trabajadores fueron hospitalizados después de aplicar paraquat y uno de ellos murió (Quijano 2002). Ocurrieron dos muertes como consecuencia de la exposición dérmica a soluciones de paraquat insuficientemente diluidas (5% y 2,8%) y de equipo aplicación que goteaba (Levin et al 1979; Jaros 1978).

Un trabajador en Tailandia, que había aplicado paraquat durante tres meses, desarrolló quemaduras en la piel y murió después de tres meses más de estar aplicando (IPM Danida 2003).

Una mujer que aplicó paraquat, debidamente diluido, se contaminó los rasguños provocados por ramas, que tenía en sus piernas y brazos (no había usado protección y no se duchó después de aplicar). Luego la mujer sufrió de dolores de cabeza, dificultad para respirar, lesiones en la piel y murió varias semanas después de un fallo respiratorio (Newhouse et al 1978). En Papua Nueva Guinea ocurrieron tres intoxicaciones fatales después de ocurrir absorción por la piel. Se han declarado muchos otros casos de intoxicaciones con para-

quat que no han sido registrados, por lo inadecuado de los sistemas de reporte (Wohlfahrt 1981).

Europa

En Creta, de 11 envenenamientos por paraquat atendidos por un centro de intoxicaciones, 5 fueron mortales; seis de los once casos fueron suicidios, cuatro accidentales y uno ocupacional (Bertsias et al 2004). En España, un estudio de los datos de 184 muertes por intoxicaciones con plaguicidas entre 1991 y 1996, encontró que los organofosforados y carbamatos fueron los responsables de la mayoría de casos, seguidos por endosulfan y paraquat (identificado como el agente causal en 11,5% de las intoxicaciones fatales) (García-Repetto et al 1998).

Costa Rica

Entre los años 1996 y 2001 se registraron en Costa Rica 133 muertes por intoxicación con plaguicidas. De esas muertes, 112 fueron clasificadas como suicidios, 9 como accidentes no ocupacionales, 3 por exposición ocupacional; en 9 muertes la causa no fue establecida. El paraquat causó 68% de todas las muertes y el 72% de los 86 suicidios cuando se identificó el plaguicida causante (OPS/OMS 2002b). Un estudio sobre las muertes ocupacionales en Costa Rica, reveló que tres muertes ocurrieron a consecuencia de la exposición a soluciones diluidas de paraquat. La muerte de un niño trabajador que entró a una plantación recientemente aplicada, pudo provenir de la absorción de paraquat diluido a través de la piel y la boca (pequeñas úlceras preexistentes en sus piernas pudieron haber facilitado su absorción y posiblemente él masticó hojas rociadas). Dos muertes ocurrieron después de que una solución diluida de paraquat fuera absorbida solamente por la piel; en uno de los casos la intoxicación sistémica se retrasó y en el otro caso la bomba de espalda que contenía la solución goteaba (Wesseling et al 1997).

En dos casos fatales la ruta de absorción no se pudo identificar, lo que se sugirió fue que las gotas del spray pudieron haber sido inhaladas (Wesseling et al 1997).

Una ruta posible de absorción puede ser la ingestión del rocío de la solución aplicada, cuando el trabajador cambia de respirar por la nariz a respirar por la boca, lo que normalmente ocurre durante el ejercicio físico (Frumkin 2000). El aplicar paraquat en un invernadero resultó en una intoxicación fatal, con síntomas como insuficiencia re-

nal y daño a los pulmones (Kishimoto et al 1998). Este caso indica que en ciertas situaciones la exposición por inhalación es suficientemente alta para causar una intoxicación.

Un trabajador que sufrió severas quemaduras después de un accidente de avión, durante una aplicación aérea de paraquat, y cuya piel había sido expuesta por largos periodos, murió de intoxicación por paraquat (Gear 2001).

3.4 Resumen

La sustancia activa paraquat tiene toxicidad aguda para humanos. El contacto de la piel con diluciones de paraquat puede causar lesiones y dermatitis. La piel intacta, cuando está sana, puede absorberlo en una magnitud muy baja, pero la absorción es mucho mayor cuando la piel ha sido dañada por heridas menores o por el contacto con la solución de paraquat.

La absorción de una dosis suficientemente alta de paraquat, resulta en una intoxicación aguda (sistémica) independientemente de la ruta de absorción (ingestión, inhalación o absorción dérmica). La aparición de los síntomas de una intoxicación aguda a menudo se retrasan, si no se ingiere una gran cantidad. No hay antídoto disponible.

El efecto inhibitor del paraquat en el sistema nervioso (actividad de la colinesterasa) ha sido documentado en peces. Como consecuencia de la exposición laboral al paraquat, han ocurrido numerosos casos de intoxicaciones agudas no fatales y muertes. En la mayoría de los casos donde las fatalidades ocupacionales se han documentado, el paraquat se absorbió a través de la piel, pero muchas muertes fueron causadas al combinar la absorción dérmica y la ingestión de pequeñas cantidades, o por tragarse el rocío de una aplicación al ser depositadas en la nariz o absorbidas directamente por la boca.

Los factores que contribuyen a aumentar la absorción fueron: el contacto prolongado de la piel con soluciones sin diluir de paraquat, las cuales pueden causar daños en la piel y dermatitis y heridas menores en la piel como rasguños y úlceras, junto con una inadecuada protección personal. El daño en los ojos, aún si es tratado, no siempre se cura. Las lesiones en la piel incrementan significativamente el riesgo de intoxicaciones agudas.

Intoxicaciones fatales con paraquat han sido mal clasificadas como suicidios.

4 Efectos crónicos del paraquat

La exposición a dosis relativamente bajas de paraquat, pero por largos periodos, puede afectar los pulmones, el sistema nervioso, el cerebro y la piel. Más del 30% de los productores de frutas en Taiwán tienen dermatitis en las manos, la mayoría en su mano derecha (Guo et al 1996); la mitad de esos productores usan paraquat.

La dermatitis de contacto es un problema de salud significativo para los trabajadores bananeros de Panamá, que están expuestos al paraquat (Penagos 2002). Esta condición aumenta el riesgo de absorción dérmica. La exposición a largo plazo de dosis bajas de paraquat, se ha relacionado, a partir de estudios epidemiológicos, con pequeños cambios en el intercambio gaseoso de los pulmones y fue asociado con un incremento a desarrollar Mal de Parkinson.

La exposición crónica puede afectar la reproducción y producir defectos de nacimiento. La exposición de hombres trabajadores al paraquat y diquat fue asociada con el riesgo relativo de 2,77 (con 95% de intervalo de confianza 1,19 a 6,44) de que sus hijos tuvieran malformaciones congénitas y defectos de nacimiento (García et al 1998). Se encontró, en pruebas con animales, que el paraquat tiene efectos adversos en el desarrollo embrionario (Hausburg et al 2005).

4.1 Efectos respiratorios crónicos

En pruebas con animales, la exposición repetida a pequeñas cantidades de paraquat vía ingestión o piel, puede causar fibrosis pulmonar, y la exposición a partículas de un tamaño respirable causa daño directo a los pulmones (Bismuto et al 1995). Las gotas de un tamaño respirable tienen una alta toxicidad hacia los pulmones, pero la mayoría de aspersores producen gotas que son muy grandes para entrar a los alveolos; aún así, los efectos irritantes en las vías respiratorias superiores son comunes (Hall y Becker 1995).

La exposición crónica de los trabajadores al paraquat y los impactos potenciales en los pulmones, han sido el objeto de muchos estudios. En dos de éstos, no se encontró asociación entre la exposición al paraquat y los efectos respiratorios, mientras que en otros tres se observó una relación positiva con pequeñas alteraciones en el intercambio gaseoso (ver capítulo 4.2).

Los daños en los pulmones, con pruebas de rayos X al pecho o pruebas respiratorias, no siempre se reconocen bien tan temprano, como en un estado medio (Bismuth et al 1995; Vale et al 1987). La

evaluación total de la capacidad pulmonar (de una simple respiración) y la medición de la capacidad de difusión (de monóxido de carbono) son métodos más sensitivos, que las pruebas espirométricas, para evaluar condiciones potencialmente restrictivas del pulmón (ATS y ERS 2000). La medida de la captación de oxígeno durante el alto ejercicio o esfuerzo, favorece los incrementos en la sensibilidad (Schenker et al 2004). En pruebas hechas con ratas, sobre exposición al paraquat vía piel, dosis repetidas de solución de paraquat (0,8 a 2,85%), produjeron un incremento en las hemorragias y en el adelgazamiento de las arterias del pulmón (Levin et al 1979).

4.2 Estudios sobre efectos pulmonares crónicos

El paraquat es uno de los plaguicidas candidatos para ser recalificado por la OMS, debido a su amplio uso y a las numerosas intoxicaciones (severas y fatales) que ocasiona (WHO y UNEP 1990). Una intoxicación aguda con paraquat, cuando es accidental, se caracteriza por fibrosis pulmonar retrasada, y cuando hay exposición crónica a dosis bajas (no letales) los efectos de la intoxicación pueden tener influencia en una disminución de la función pulmonar (WHO y UNEP 1990, capítulo 4).

Hay dos estudios que concluyen que la utilización prolongada de paraquat, no está asociada con daños al pulmón o efectos adversos en los trabajadores expuestos, cuando la aplicación del herbicida es por períodos prolongados (Senanayake et al 1993). Tampoco se han visto diferencias a nivel de la función pulmonar entre trabajadores que aplicaban, de otros que no lo hacían (Howard et al 1981).

Por otro lado, con los métodos usados en los exámenes médicos (Rayos X de pecho, pruebas espirométricas de función pulmonar) no se pudo diagnosticar las intoxicaciones por paraquat, tan solo se pudo medir la capacidad de difusión del monóxido de carbono.

Otros dos estudios, con trabajadores que aplicaron paraquat por un período prolongado, concluyen que el trabajar con paraquat bajo condiciones de campo se asocia con la desaturación del oxígeno arterial durante la fase de ejercicio máximo, de manera dependiente de la dosis (Dalvie et al 1999), además el creciente predominio de síntomas respiratorios en trabajadores expuestos a paraquat, sugiere un efecto a largo plazo en la salud respiratoria (Castro-Gutiérrez et al 1997).

La exposición sub aguda al paraquat (dosis bajas en periodos prolongados) puede conducir a disminuir la capacidad difusora de los pulmones y no producir fibrosis pulmonar, excepto en casos de exposición sustancial aguda (Levin et al 1979 citado por Castro-Gutiérrez et al 1997). En trabajadores mucho más expuestos, el riesgo relativo de contraer bronquitis crónica fue a lo sumo el doble (no estadísticamente significativa), mientras que episodios de ahogos, acompañados por silbidos de pecho, tuvieron un riesgo de 2,9 (Intervalo de Confianza (IC) 95% 1.4–6.3) (Castro-Gutiérrez et al 1997).

En Costa Rica, se hizo un estudio con 338 trabajadores agrícolas y se encontró que la exposición al paraquat produjo pequeños, pero significativos cambios en el intercambio gaseoso pulmonar. (Schenker et al 2004).

A nivel individual, se midió lo siguiente: la capacidad de difusión del monóxido de carbono; la desaturación del oxígeno arterial (diferencia entre la saturación del oxígeno sanguíneo en descanso y durante el máximo ejercicio); la ventilación equivalente de CO₂ (volumen de aire respirado para el consumo de determinada cantidad de oxígeno); la función pulmonar; y la exposición acumulada a paraquat (Schenker et al 2004). Los resultados (haciendo pruebas espirométricas) no mostraron diferencias en la capacidad difusora y la función pulmonar, entre quienes manipularon paraquat y quienes no lo hicieron; tampoco se observaron incrementos clínicos significativos en las enfermedades pulmonares o en el endurecimiento intersticial (Schenker et al 2004).

La exposición acumulada al paraquat se asocia con un incremento relativo de 1,8 (IC 95% 1.0–3.1) en el riesgo de tos crónica y de 2.3 para ahogo acompañado de jadeos (IC 95% 1.2–5.1) (Schenker et al 2004). La exposición acumulada al paraquat estuvo asociada con un incremento significativo en el equivalente ventilatorio de CO₂ y con la desaturación de oxígeno (5% o más), con un riesgo relativo de 1.7 (IC 95% 0.9–3.0) (Schenker et al 2004). Los últimos hallazgos sugieren que la exposición a paraquat puede estar asociada con anomalías sub clínicas en el intercambio gaseoso pulmonar (Schenker et al 2004; Dalvie et al 2005).

En los Estados Unidos, se determinó que el riesgo de presentar silbido de pecho fue el triple cuando los trabajadores utilizaron paraquat, y mayor aún (27%) cuando los productores fueron asmáticos. (Hoppin et al 2002). En Sudáfrica, se evaluó el

efecto del paraquat en nueve trabajadores que lo aplicaron en viñedos y que lo absorbieron a través de sus ropas (pantalones), los resultados han mostrado que, además del enrojecimiento y ardor en las piernas, hubo una reducción en la difusión de monóxido de carbono en los pulmones (en seis trabajadores), tos crónica con expectoraciones (en dos trabajadores), y dificultad para respirar (en un trabajador) (Levin et al 1979).

En Antioquia, Colombia, un estudio con 5.483 usuarios de paraquat, mostró que el 11% (15,2% de la población rural y 4,4% de la urbana) usaron paraquat, principalmente con bombas de espalda. De ellos, el 17% reportó haber experimentado durante las dos semanas anteriores al estudio enfermedades relacionadas con problemas del sistema respiratorio (principalmente tos, congestión nasal, expectoraciones, disnea o ahogos), el 62.5% de los participantes tuvieron problemas por menos de 15 días, 22,7% entre 2 y 12 semanas y el 10,1% al menos 1 año. En una submuestra de 896 personas el 12,8% fue diagnosticada con bronquitis, el 2,7% con asma y el 0,2% con tuberculosis (Arroyave 1990). El riesgo relativo a enfermedades pulmonares obstructivas y bronquitis crónica fue tres veces mayor en quienes usaron paraquat, y mayormente con fumadores (Arroyave 1990). En un estudio siguiente y en la misma área en 1,157 hijos (menores) de usuarios de paraquat se vio que aquellos niños que tuvieron altos niveles de exposición a paraquat triplicaron el riesgo a contraer resfrios o el doble para los que estuvieron expuestos a niveles bajos o moderados (IDRC 2003).

4.3 Potencial carcinogénico

De tres estudios realizados con ratas a largo plazo, uno mostró ocurrencia de tumores, pero sin evidencias de carcinogenicidad por parte del paraquat. Otra conclusión obtenida fue que el paraquat tampoco tiene un riesgo genotóxico para el ser humano (FAO 2004). Pruebas positivas para mutagenicidad fueron encontradas en linfocitos humanos y células pulmonares de hamsters (FAO 2003).

La evidencia disponible indica que el paraquat produce especies de oxígeno reactivo, cuales son las responsables de su genotoxicidad. Se asume que los efectos genotóxicos no son evidentes por debajo de cierto umbral de concentración, dado que los mecanismos de defensa antioxidantes del organismo que no hayan sido mermados (FAO 2004). Sin embargo, en estudios con animales, los efectos genotóxicos del paraquat han sido observa-

dos aún después de la absorción cutánea (D'Souza et al 2005).

En linfocitos humanos (células blancas), el paraquat induce un leve pero significativo incremento en la frecuencia de los intercambios de cromátidas hermanas (Ribas et al 1997–98); esto indica un daño a los cromosomas que conduce a un incremento en la susceptibilidad a tumores malignos (Segen 1992).

4.4 Efectos neurológicos (cerebro)

Hay evidencias crecientes de que el paraquat tiene efectos crónicos en el cerebro. En Taiwan, el riesgo de contraer el mal de Parkinson en agricultores fue mayor entre aquellos que aplicaron paraquat y otros plaguicidas que en aquellos que usaron varios plaguicidas, pero no paraquat (Liou et al 1997). Otro estudio encontró que la exposición al paraquat estuvo asociada con el mal de Parkinson (Hertzmann et al 1990).

En estudios epidemiológicos, se encontró que la exposición a plaguicidas de todo tipo, está asociada al Mal de Parkinson; el riesgo relativo fue entre 1,74 y 2,16 para todos los plaguicidas (sin significancia estadística cuando se analizaron plaguicidas individuales) (Engel et al 2001; Kirkey et al 2001; Priyadarshi et al 2001).

Un estudio con factores que influyen en el mal de Parkinson, reporta riesgos relativos de 1,41 y 1,67 contra la exposición herbicidas y paraquat, respectivamente (no significantes estadísticamente) (Firestone et al 2005). En esos estudios, los tra-

bajadores estuvieron expuestos a diferentes plaguicidas, lo cual hace difícil establecer una asociación significativa para plaguicidas individuales.

El Mal de Parkinson ha estado ligado a niveles insuficientes de dopamina en el cerebro, y en estudios con animales se ha encontrado que el paraquat es tóxico para las células nerviosas productoras de dopamina (Bonneh-Barkay et al 2005; Li et al 2005; McCormack et al 2005; Ossowska et al 2005; Richardson et al 2005; Wu et al 2005). Se ha visto que el paraquat produce efectos sinérgicos cuando se utiliza conjuntamente con el fungicida maneb (Cory-Slechta et al 2005). De manera posterior al uso de diquat, ha ocurrido Mal de Parkinson agudo y persistente (Sechi et al 1992).

4.5 Resumen

En estudios epidemiológicos de largo plazo, la exposición a dosis bajas de paraquat estuvo ligada a pequeños, pero significativos, cambios en el intercambio gaseoso de los pulmones y también se asocia con un incremento en el riesgo a desarrollar el Mal de Parkinson.

En estudios con animales se ha encontrado que el paraquat daña las células cerebrales productoras de dopamina, ya que la insuficiencia de dopamina es conocida como el principal factor para desarrollar el Mal de Parkinson. Hay evidencia de que el paraquat es genotóxico y hay estudios que indican un posible potencial de carcinogenicidad.

5 Los controles de regulación y orientación para los usuarios

5.1 Estándares internacionales relativos a plaguicidas de toxicidad aguda (paraquat)

A nivel internacional la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la Organización Mundial de la Salud (OMS), y la Organización Internacional del Trabajo (OIT), han hecho recomendaciones sobre la distribución y el uso de los plaguicidas, así como estándares para la protección de los trabajadores, de manera que se pueda guiar a los países en el establecimiento de estándares nacionales de salud y seguridad. A nivel internacional, existe la política de la adhesión voluntaria de los gobiernos, los distribuidores, los productores y la industria a convenios y acuerdos; tales como el Código de Conducta Internacional de la FAO (para el uso y mercadeo de los plaguicidas) o las convenciones de la OIT ratificadas por los estados miembros de la ONU que a su vez representan acuerdos internacionales (ver más abajo).

En la agenda internacional sobre desarrollo sostenible, el tema de la salud tiene un lugar central y se reconfirma en el Plan para la Implementación del la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible (Septiembre, 2002). Este plan enfatiza la importancia del principio de la prevención, y contiene acciones para cambiar patrones insostenibles de producción y de consumo, tales como:

- Manejo inocuo de químicos. El objetivo es que para el 2020 los químicos sean producidos y usados de manera que minimicen significativamente los efectos adversos sobre la salud humana y el medio ambiente, usando procedimientos científicos transparentes para el manejo y asesoría de riesgos, y tomando en cuenta los enfoques de prevención. Esto mediante el apoyo a los países en desarrollo para fortalecer su capacidad para el manejo inocuo de químicos, incluyendo acciones a todos los niveles para desarrollar un enfoque estratégico para el manejo internacional de químicos basado en la Declaración de Bahía y las prioridades de acción para más allá del 2000.
- Reforzar y promocionar programas de la OIT y la OMS que tienden a reducir lesiones, enfermedades y muertes ocupacionales, ligado con una promoción sobre salud pública y ocupacional.
- Promover y mejorar tomas de decisión con base científica y reafirmar enfoques en prevención

de acuerdo con lo dispuesto en la Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo (UN/DESA 2002, ítems 23, 23b, 54m y 109f).

La Comisión de la ONU sobre Derechos Humanos ha discutido aspectos sobre el tráfico general e ilegal de sustancias tóxicas en América Latina y África, y ha encontrado que la mayoría de las preocupaciones surgidas están relacionadas con el excesivo e incontrolado uso de productos tóxicos, tales como paraquat y dibromocloropropano (UNESCO 1999).

Tanto a nivel nacional como internacional, hay una continua necesidad de regulación para el comercio y uso de químicos.

5.1.1 Programa internacional sobre seguridad química

El Programa Internacional Sobre Seguridad Química, ha señalado que los accidentes producto del uso no adecuado de paraquat (como cuando se utilizan aplicadores goteantes) pueden llevar a severas lesiones y asbosrción en la piel. Los daños irritantes a nivel de piel, ojos o sangrado nasal indican la necesidad de una estricta higiene personal y una observación rigurosa de los procedimientos de manipulación seguros (IPCS 1991). Este Programa recomienda lo siguiente:

- Las guías de seguridad para el paraquat deben estar disponibles para todos los usuarios y los trabajadores de salud relacionados con el tema.
- La guía de seguridad debe estar visible en el equipo o cerca de las entradas de las áreas donde hay una potencial exposición al paraquat, y debe traducirse a 37 idiomas (IPCS 1991, punto 6).

Con respecto a la distribución y uso de paraquat se recomienda que donde sea práctico y razonable, la disponibilidad y uso de productos líquidos al 20% se debe limitar a productores y profesionales debidamente capacitados, y que trabajen con equipos que cumplan con un adecuado mantenimiento y bajo una supervisión adecuada (IPCS 1991, sección 3.2).

Las recomendaciones para la protección del personal durante el uso de paraquat son:

- Evitar todo contacto con la piel, ojos, nariz y boca cuando se manipule paraquat concentrado.

- Utilizar guantes de caucho, neopreno, o PVC, pantalones de neopreno, botas de caucho y mascarilla.
- Utilizar mascarilla cuando se manipule y apliquen formulaciones diluidas.
- El paraquat no debe ser aplicado con diluciones inapropiadas, por ejemplo aplicaciones manuales a ultra bajo volumen.
- El paraquat no debe ser utilizado por personas que padezcan dermatitis o que tengan heridas en las manos sin curar o cicatrizar (IPCS 1991, sección 4.1).

También se ha especificado que la ropa protectora debe ser impermeable (IPCS 1991, sección 6). Sin embargo, no es factible responsabilizar a los trabajadores por el uso de prendas impermeables en climas cálidos y húmedos.

5.1.2 Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; Organización Mundial de la Salud

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) han recomendado restricciones sobre la disponibilidad de plaguicidas tóxicos. El paraquat está colocado dentro de la categoría 4, lo cual significa que debería estar disponible solo para usuarios comerciales (agricultores, etc.) y no para el público en general (WHO y UNEP 1990, annex 2).

Las categorías de uso no incluyen la prohibición del uso de compuestos muy peligrosos, la OMS y la FAO han indicado que esta decisión se debe tomar a nivel de cada país. (Ekström y Åkerblom 1992).

Se ha recomendado que la concentración de paraquat en soluciones de aerosol no debería exceder 5 g por litro, lo cual equivale a un 0,5% (de peso por volumen de solución), en procura de evitar daños cutáneos y absorción a través de la piel (IPCS 1991). Además se ha señalado que los concentrados no diluidos deben ser manipulados con mucho cuidado y no debe permitirse el manejo por parte de personas con lesiones en la piel, al menos hasta que éstas hayan sanado (IPCS 1991).

Desde hace 20 años la FAO solicita a los agricultores de los trópicos abstenerse de utilizar plaguicidas que pudieran requerir equipos protectores poco prácticos y caros (FAO 1986; FAO 1990a). En el Código Internacional para la conducta sobre Distribución y Uso de Plaguicidas y en la Guía

Provisional en Procedimientos Tendientes a la Obtención de Plaguicidas, la FAO renovó estas recomendaciones de la siguiente manera:

- Todos aquellos plaguicidas que requieran una manipulación y aplicación con equipos protectores no confortables, caros o no accesibles deben evitarse, especialmente en el caso de pequeños productores en climas tropicales. Se debería dar preferencia a los plaguicidas que requieran equipos protectores baratos así como equipos y procedimientos apropiados a las condiciones en las cuales ellos son manipulados (FAO 2002, Art 3.5; cita: FAO 1990b).
- Aunque los plaguicidas en la clase II de la OMS son menos riesgosos que los de la clase I, se requiere desarrollar métodos de prevención probados y efectivos bajo condiciones de campo en países en desarrollo. Por lo tanto, la clase II de la OMS solo debería incluir los plaguicidas que puedan haber demostrado tener las medidas preventorias necesarias para los usuarios (FAO 1994, Art 3.2; reference 9: FAO 1992).

Con respecto a la distribución y uso de plaguicidas extremadamente tóxicos en los países en desarrollo, las posiciones de la FAO, OMS y de la Organización para el Desarrollo y Cooperación Económica se corresponden ampliamente: «Los plaguicidas pertenecientes a las Clases de Toxicidad Aguda de la OMS Ia o Ib no deberían ser usados en países en desarrollo, y de ser posible los plaguicidas de la Clase II deberían ser evitados» (Plestina 1984).

«Los plaguicidas extremadamente y altamente peligrosos de las clases Ia y Ib, así como los compuestos altamente persistentes en el medio ambiente no deberían ser suministrados. Solo se deberían considerar excepciones si se reúnen los siguientes tres criterios: a) razones urgentes para usar los plaguicidas; b) no existencia de alternativas más seguras; y c) el poder garantizar su aplicación segura y controlada. Los plaguicidas de la Clase Ia, Ib y los rangos más tóxicos de la clase II son generalmente considerados no aptos para el uso de pequeños agricultores» (OECD 1995; cita: WHO 1992).

La FAO ha recomendado además, que el Manejo Integrado de Plagas (MIP) debería ser promovido por los gobiernos y grupos de interés, y que aun donde operen esquemas de control, la industria de plaguicidas debería cooperar con una reevaluación periódica de los productos que comerciali-

zan. También, ha recomendado que la industria detenga las ventas y retire del mercado los productos cuando éstos ofrezcan riesgos inaceptables de uso o manipulación, de acuerdo con cualquier tipo de restricciones o indicaciones. (FAO 2002, Art 5.2).

La industria agroquímica ciertamente hizo, aunque de manera limitada, esfuerzos para el entrenamiento de trabajadores en prácticas para un uso menos peligroso (ver cap. 5.4). Los países industrializados han ofrecido esquemas detallados para la identificación obligatoria de los riesgos químicos en los lugares de trabajo, seguidos de la valoración del riesgo y las medidas de control tendientes a reducirlo a niveles aceptables (Herber et al 2001). Sin embargo, muchos países no tienen la facilidad de poder evaluar los riesgos para un creciente número de químicos a los cuales están expuestos los trabajadores. La legislación en salud ocupacional frecuentemente no es minuciosa o no se implementa. Muchos trabajadores usan plaguicidas en dosis de toxicidad aguda sin las suficientes medidas para mitigar el riesgo al que se exponen.

El paraquat y otros plaguicidas altamente tóxicos son utilizados extensamente en países donde no se han llevado a cabo las debidas evaluaciones de riesgos.

Los plaguicidas más peligrosos (ciertos organofosforados, carbamatos, endosulfán y paraquat) no están restringidos o prohibidos, y las intoxicaciones continúan ocurriendo en muchos países, como por ejemplo de Sur América (Wesseling et al 2005).

5.1.3 Foro intergubernamental en Seguridad Química

El cuarto Foro intergubernamental en Seguridad Química (Foro IV) ha señalado que ciertos aspectos del problema de la intoxicación con plaguicidas deben ser remitidos al convenio de Rotterdam sobre el procedimiento de consentimiento fundamentado previo aplicado a ciertos plaguicidas y productos químicos objeto de comercio internacional (PIC).

El Foro IV ha solicitado que el Comité Permanente del Foro brinde información sobre los plaguicidas de toxicidad aguda más extendidos, y brinde una guía para el manejo y reducción segura del riesgo, incluyendo las opciones para la reducción gradual donde sea adecuado (IFCS 2003a).

Pero, en general, a nivel internacional solo los requisitos mas amplios están referidos a las leyes. Los requerimientos surgen de una base voluntaria de usuarios responsables, productores y transportistas (IPCS 2004).

El Foro IV ha recomendado que las Convenciones y Guías de la OIT relacionadas con la salud ocupacional y seguridad química sean implementadas de (como el Convenio 169 sobre condiciones de poblaciones indígenas) para prevenir el uso de plaguicidas muy peligrosos (IFCS 2003a). Este Foro ha realizado las siguientes recomendaciones a los gobiernos para alcanzar acciones regulatorias tendientes a reducir los riesgos de plaguicidas altamente tóxicos:

- Prohibir o restringir la disponibilidad y uso de plaguicidas altamente tóxicos, incluyendo como deseable el uso de controles de importación y/o exportación (39 formulaciones clasificadas por la OMS).
- Sustituir plaguicidas altamente tóxicos por otros de poco riesgo y que no requieran control de químicos.
- Animar a la industria para que amplíe la administración de los productos y retire de manera voluntaria los plaguicidas altamente tóxicos cuando ocurran eventos de intoxicación. (IFCS 2003a, p. 11; WHO 2001b).

Como el paraquat ha estado asociado con «severos y frecuentes eventos de envenenamientos», se necesitan acciones urgentes para implementar medidas necesarias para eliminar o minimizar el acontecimiento de envenenamientos. Y así lograr una prevención de daños.

En el tercer Foro Intergubernamental sobre Seguridad Química (Foro III) se reafirmó el compromiso a la Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo, incluyendo el enfoque en prevención. Las recomendaciones del Foro III en la Declaración de Bahía y Prioridades de Acción más allá del 2000 fueron las siguientes:

- Las iniciativas para el control de químicos y contaminación deben estar integradas, y se debe considerar el enfoque de prevención, según se señaló en el principio 15 de la Declaración de Río (1992). Se debe considerar un amplio rango de opciones para reducción de riesgo, incluyendo la promoción del reemplazo de los químicos más peligrosos por otros

que no lo sean tanto o por procesos alternativos.

- Proteger la salud de los trabajadores, especialmente la salud y seguridad ocupacional relacionada con químicos (...) (IFCS 2000b).

5.1.4 Organización Internacional del Trabajo

El tema de la seguridad en los lugares de trabajo agrícolas conlleva varias recomendaciones, convenciones y códigos de práctica establecidos por la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 1958–2002).

El Convenio de Químicos de la OIT de 1990, manifiesta que los empleadores deben valorar la aparición de riesgos por el uso de químicos en el trabajo y deben proteger a los trabajadores contra esos riesgos mediante medidas adecuadas, tales como la escogencia de químicos y prácticas que eliminen o minimicen el riesgo, controles de ingeniería e higiene ocupacional.

El Convenio de Químicos ha sido ratificado por 12 países (al 2005) y estipula que, cuando un país miembro exportador prohíbe el uso de todos o algunos químicos peligrosos por razones de seguridad y salud ocupacional, debe comunicar ese hecho y sus razones de hacerlo, a los países importadores (OIT 1990).

Estos instrumentos están vinculados a las políticas y legislaciones en salud y seguridad ocupacional (SSE) de los países que las han firmado o ratificado. La Comisión Internacional para Salud Ocupacional (CISO) no siempre ha sido científicamente objetiva en la política de recomendaciones, particularmente relacionada con plaguicidas. Debería ser reconocida por la OMS y la OIT como un ente industrial (Ashford et al 2002).

Se necesita establecer un nuevo instrumento que asegure que las agendas nacionales den prioridad a la SSE y fomentar compromisos políticos en un contexto tripartito para mejorar la salud y seguridad ocupacional, con el propósito de promover un enfoque preventivo hacia la seguridad y salud en el trabajo, así como para fortalecer la formulación e implementación de programas nacionales en SSE, basados en los principios de compromiso y manejo de los riesgos y peligros (ILO 2004b, Art 13).

Mientras que en los países industrializados han habido mejoras, en los países en desarrollo, evidencias similares de condiciones de peligro en los

lugares de trabajo, muy frecuentemente no se traducen en estrategias para eliminar o subsanar la exposición a los peligros (Verma et al 2002). En éstos las deficiencias en salud y seguridad ocupacional usualmente no se reflejan.

El Convenio en Salud y Seguridad Ocupacional (ILO 1981) –posiblemente el más importante de la OIT en temas de SEE- ha sido adoptado solo por 48 de los 148 estados miembros. Las condiciones de trabajo más seguras pueden hacer una importante contribución para reducir la pobreza. En Africa se ha dado un esfuerzo combinado de la OMS, OIT y otras contrapartes en salud y seguridad ocupacional para mejorar la salud de los trabajadores (Eijkemans 2003).

5.1.5 El Convenio de Rotterdam Sobre el Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo Aplicado a Ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Objeto de Comercio Internacional (PIC)

El Convenio de Rotterdam sobre EL Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo Aplicado a Ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Objeto de Comercio Internacional regula la importación y exportación de plaguicidas. Las sustancias que entran bajo la regulación del Convenio de Rotterdam son aquellas que «son usadas en la formulación de plaguicidas y que producen efectos severos en la salud o en el medio ambiente, observados después de simples o múltiples exposiciones, bajo condiciones de uso» (PIC Convention 1998, Article 2 (d)).

El paraquat no cumple el criterio para químicos bajo el procedimiento PIC y ha sido prohibido por más del mínimo requerido en dos países ubicados en dos regiones distintas del mundo.

Así como Malasia ha notificado al paraquat para ser incluido en la Convención de Rotterdam cualquier otro país podría hacerlo en un futuro cercano. Tan pronto como el Comité para Revisión de Químicos haya revisado la notificación para el paraquat, éste podrá ser incluido en el anexo III del Convenio de Rotterdam durante la Conferencia de la Partes. Los gobiernos tienen que declarar si prohíben o consienten las importaciones de sustancias bajo PIC. Por lo tanto, el Convenio de Rotterdam apoya de manera indirecta la regulación de plaguicidas a niveles nacionales.

5.2 Reevaluación de la clasificación de peligros de la OMS y medidas para la mitigación riesgos

La dosis letal actual para el dicloruro de paraquat es de 150 mg por kg de peso corporal (DL50 en ratas) (WHO 2005). Las sustancias activas sólidas en la clase II de la OMS tienen valores de 50 a 500 mg/kg peso corporal (WHO 2005), por lo tanto el paraquat se encuentra dentro del rango de plaguicidas más tóxicos en la clase II de la OMS.

Como esta clasificación se basa en pruebas con los ingredientes activos y no con los productos formulados a por lo menos dos compañías se le han clasificado productos con paraquat (conteniendo 27.6% y 13%) dentro la clase Ib (Helm/Anasac 2005; Crop Protection 2004), la cual indica la más alta toxicidad dentro de la clasificación actual de la OMS. En un estudio de 1966 se determinó que la DL50 oral en ratas para paraquat era de 57 mg/kg peso corporal (Bailey y White 1966), y según los fabricantes de paraquat, en sus productos formulados los valores de DL50 están cerca del límite inferior de la clase Ib de la OMS (50 mg/kg peso corporal) (GIL 1993; CSI 1990).

La OMS (2005), siguiendo los valores de DL50, ha clasificado unos 211 herbicidas con toxicidad aguda, el paraquat está dentro de los ocho más tóxicos (le sigue a acrolein, allyl alcohol, dinoterb, DNOC, PCP, endothal sodium e ioxynil). Cuatro de los cinco más tóxicos herbicidas (clase Ib de la OMS) no están registrados en la Unión Europea (Neumeister 2005) y Dinoterb, DNOC y PCP han sido prohibidos en varios países (PANNA 2002).

En Japón, la mortalidad por envenenamiento con paraquat es extremadamente alta, por lo que los médicos de las unidades de cuidados intensivos abrigan la esperanza de su prohibición. En ese país, se ha sugerido asignar al paraquat la clase Ia o Ib de la OMS (Nagami et al 2005). La demora en la aparición de síntomas y la ausencia de antídotos, son los factores que podrían ser tomados en cuenta para una evaluación del peligro de los plaguicidas (Ticknell 1985).

La clasificación de peligro para el paraquat debería ser revalorada por la OMS, con base en el conocimiento actual, considerando la demora en los efectos y la ausencia de antídoto.

5.3 Recomendaciones para la reducción de riesgo

Las medidas efectivas a nivel de ingeniería para minimizar la exposición deberían ser implemen-

tada de manera amplia. Cambiar la posición del aplicador hacia la espalda del trabajador podría contribuir a reducir la exposición (Machado- Neto et al 1998). No obstante, parece poco probable que esta medida pudiera ser adoptada por un número suficiente de trabajadores para poder reducir sustancialmente el riesgo total. Tampoco es factible pensar en reducir la exposición a la deriva del producto o el goteo desde el equipo pues las fugas ocurren frecuentemente con aplicadores de espalda presurizados. La estandarización de los equipos de aplicación, por ej. basados en estándares de calidad de EE.UU., permite reducir el riesgo para los trabajadores (Herbst y Ganzelmeier 2002). Sin embargo, mientras no se implementen los estándares, total o parcialmente, sólo se podrá reducir el riesgo de manera limitada. En Bélgica el mandato de adherirse a los estándares junto con la inspección de los aspersores mejorados se ha vinculado con resultados financieros (Langenakens y Braekman 2001).

Los síntomas de envenenamiento con bupiridilos (diquat y paraquat) pueden demorarse de 3 a 14 días (Hallenbeck y Cunningham-Burns 1985). Debido a esto, y al hecho de no haber antídoto, el paraquat presenta un peligro ocupacional que puede ser de alto riesgo donde las medidas protectoras no son suficientes para minimizar las exposiciones. Se ha recomendado que los herbicidas bupiridilos y la mayoría de los organofosforados peligrosos se limiten y sean sustituidos con alternativas menos tóxicas (Kotwica et al 1997; Bertias et al 2004; Nesime et al 2004).

Con el fin de crear incentivos para la sustitución se ha sugerido un impuesto para los plaguicidas de acuerdo con su toxicidad (Muñoz Piña y Forcada 2004). En Suecia la retirada del mercado de la mayoría de plaguicidas tóxicos (incluido el paraquat), junto con la obligación para la capacitación de los trabajadores, ha producido una disminución de las intoxicaciones en los lugares de trabajo (Ekström et al 1996).

Para reducir las intoxicaciones agudas y fatales en los países en desarrollo, se recomienda que los plaguicidas en las clases Ia, Ib y II de la OMS deban ser empezados a eliminar de manera gradual por medio de políticas y esfuerzos nacionales.

Esta medida inmediata podría necesitar el apoyo de objetivos a mediano y largo plazo para la sustitución de plaguicidas con alternativas menos peli-

grosas, inocuas y además rentables (Konradsen et al 2003). La Agencia de Cooperación Técnica Alemana establece que, el uso del paraquat no es recomendado debido a su alta toxicidad para el ser humano y los animales, esta recomendación se refuerza con el hecho de la alta persistencia del paraquat en el suelo (GTZ sin año). Como una medida para garantizar la seguridad del trabajador, se han recomendado los plaguicidas menos tóxicos (según sea su DL50) (Knapp 1982), además de alternativas no químicas.

5.4 Autorizaciones nacionales para legislación sobre seguridad y salud con paraquat

Varios países han establecido leyes que exigen el registro y la autorización de nuevos plaguicidas. En los Estados Unidos y en Europa los plaguicidas más antiguos son sujetos de revisión, esto con el fin de dar seguridad de que puedan cumplir con las regulaciones y estándares científicos actuales. En los Estados Unidos la EPA considera los efectos de los plaguicidas en la salud humana y en la ecología para tomar las acciones para reducir los riesgos. Es así que, el paraquat ha sido registrado en los Estados Unidos y autorizado en la Unión Europea, bajo la condición de que las medidas para mitigación del riesgo sean aplicadas (restricción de disponibilidad, requisitos para los usuarios, limitaciones para tipos de aplicaciones y concentraciones, medidas para reducir la exposición de la vida silvestre). Vale destacar que esta decisión en los Estados Unidos ha sido cuestionada por el gobierno de Suecia, sindicatos y ONGs.

Sin embargo, en la mayoría de los países donde se utiliza paraquat no se toman tales medidas, solamente algunos han establecido medidas regulatorias para reducir el riesgo del paraquat (cuadros 2 a 4). La Organización Panamericana de la Salud (a través de un proyecto relacionado con plaguicidas y problemas de salud ambiental y ocupacional) junto con los Ministerios de Salud centroamericanos han propuesto una lista armonizada de plaguicidas prohibidos o restringidos. La lista incluye ocho insecticidas en las clases Ia o Ib de la OMS, un fumigante no clasificado, dos insectici-

das (cloropirifós, endosulfán) y un herbicida (paraquat) de la clase II de la OMS (OPS/OMS 2001a). El propósito de los Ministerios de Salud de América Central es hacer extensiva la prohibición en la región de aquellos productos que se han prohibido en países individuales. Por otro lado la industria quiere un estándar de seguridad más bajo para los plaguicidas registrados en toda la región (Murray y Taylor 2001).

En la mayoría de los países, el umbral para el valor de paraquat en aire es de 0,1 mg/m³; este límite está bajo estudio en Alemania y puede ser modificado (DFG 2004). En el Reino Unido el límite para la exposición ocupacional es de 0,08 mg/m³ (HSE 2003). En los Estados Unidos la concentración «inmediatamente peligrosa para la vida humana» (valor IDLH por sus siglas en inglés) se establece en 1,0 mg/m³; se recomienda que los trabajadores expuestos a concentraciones superiores al IDLH utilicen mejores protectores respiratorios (NIOSH 1994) tales como los que tienen cartucho químico en combinación con filtros para polvo y vapores (NIOSH 2004a). Esta recomendación hecha en Estados Unidos es para prevenir el contacto con la piel durante la manipulación de paraquat (NIOSH 2004b).

El equipo protector personal apropiado debe consistir de ropa impermeable, guantes y mascarilla principalmente, en los casos en que exista el riesgo de contacto con los ojos los empleados deben utilizar anteojos protectores. Es importante tener un lugar adecuado que permita lavar el cuerpo que resulte afectado, y es recomendable remover totalmente las ropas no impermeables contaminadas y no volver a utilizarlas hasta que el paraquat se haya removido totalmente de las mismas (NIOSH 1978).

En los Estados Unidos el paraquat es un plaguicida de uso restringido (CFR 2003) y está dentro del Inventario Público de Tóxicos, ubicado en la lista de químicos tóxicos por sus efectos respiratorios (neumonitis crónica) (US NTP 1995). En Alemania a los trabajadores que aplican paraquat se le pide usar delantales, mascarillas con filtro, anteojos ajustados, guantes y zapatos fuertes (BVL 2005).

Cuadro 2 Restricciones para el uso y distribución del paraquat

<i>Descripción de las acciones tomadas. Niveles de decisión.</i>	
Bélgica	Producto de Clase A: Solo para uso de profesionales (Phytoweb, sin año)
Belize	«Sin antídoto disponible». Restringido para aplicación en campo para control de malezas; otros usos deben ser aprobados por la Junta de Control de Plaguicidas (PCB 20002003)
Caribe	Restricción local (PCC 1999)
Chile (2001*)	Uso restringido, no autorizado para aplicación aérea (SAG 2005)
Unión Europea (2003*)	Disponibilidad limitada para uso profesional; concentración máxima de los aspersores del 0,2%; recomendación para la aplicación con bomba de espalda llevada a cabo por personas capacitadas; no se permite aplicación aérea; valoración y mitigación de riesgo para la vida silvestre (EC 2003)
Alemania (11 agosto 1993*)	<p>Está severamente restringido para uso como protector de plantas. La utilización permitida es para:</p> <ul style="list-style-type: none"> • malezas y coberturas en maíz en preemergencia y para tratamiento contra coberturas y malezas en remolacha azucarera en presiembra y en la misma área pero cada cuatro años; • malezas en bandejas de almácigos cada cuatro años como máximo; • malezas en viticultura en el año de siembra y hasta el tercer año de establecida <p>Como el paraquat tiene una persistencia extremadamente alta en el suelo (vida media estimada de 17 años) se hace necesario limitar su aplicación para prevenir la acumulación en el suelo, sobre todo cuando hay alternativas disponibles para la protección de cultivos; las acciones están basadas en datos científicos nacionales.</p>
Hungría (30 de Septiembre 1981*)	Severamente restringido para ser usado como plaguicida. El único registro, como formulación líquida, fue cancelado. Se encuentra en evaluación el registro de otras formulaciones. No se permita el uso de lo que queda. Intoxicación accidental. La tasa de mortalidad fue inaceptablemente alta.
Indonesia (1 de Febrero 1990*)	Su uso está severamente restringido y bajo supervisión profesional. El dicloruro de paraquat es la única forma de paraquat registrada por el Ministerio de Agricultura permitida para ser usada. Hasta el momento ninguna otra forma ha sido registradas. No se acepta más el registro de nuevos productos conteniendo paraquat. El dicloruro de paraquat solo puede ser usado en ciertos cultivos y por profesionales con permiso especial del Ministerio de Agricultura a través del Comité de Plaguicidas. La excepción de los permisos está basada en recomendaciones dadas por la Oficina Representativa Provincial del Poder Humano y la Oficina Representativa Provincial en Salud quien ha evaluado a los usuarios que son elegibles para al aplicación de este químico. Se pueden inducir síntomas tardíos que afectan al ser humano que es muy tardío para curar.
Korea (9 de Agosto 1991*)	Debido a la alta toxicidad aguda del dicloruro de paraquat en mamíferos, se requiere un etiquetado especial y debe contener agentes eméticos y colorantes.
Nueva Zelanda (1983*)	De acuerdo con el Acta de Sustancias Tóxicas, las preparaciones líquidas y sólidas conteniendo al menos el 5% de producto se restringen comercialmente y las etiquetas deben indicar «veneno peligroso». Las otras preparaciones sólidas deben llevar en la etiqueta «veneno». Bajo las previsiones de las Regulaciones de Plaguicidas (1983) se debe agregar un agente emético al producto (UN/DESA 2004).
Filipinas	Plaguicida restringido, clase C: sólo para uso Institucional. (FPA 1989)
Eslovaquia	Solo para usuarios profesionales (MASR)
Estados Unidos (1997*)	Plaguicida de uso restringido. Sólo para aplicadores certificados (CFR 2003; US EPA 1997)

* fecha en que comienza a regir

Cuadro 3 Prohibición en la distribución y uso del paraquat

*Descripción de las acciones tomadas. Ámbitos de decisión.***

Austria (1 de enero 1993*)

Prohibido todo uso. Las acciones de control se aplican a todas las formas de paraquat (p.ej el cation básico y/o cualquier formulación posible). La prohibición se debe a su toxicidad altamente aguda, los efectos irreversibles y numerosos accidentes fatales.

Camboya (15 de diciembre del 2003*)

Prohibido su uso (MAFF 2003*)

Dinamarca (1 de julio de 1995*)

Las autorizaciones para productos que contienen atrazina como ingrediente activo, fueron retiradas del mercado en 1995 y su uso posterior ha sido prohibido desde el 1 de julio del 1995, no permitiéndose su utilización. Para otros usos no agrícolas se requiere obtener una autorización escrita. Actualmente no se han dado más autorizaciones para otros propósitos. El paraquat es persistente en el suelo, en varios estudios se determinó que la vida media era entre 6 y 20 años. También el paraquat es muy tóxico para organismos no objetivo, y se han documentado muertes en liebres y conejos que han caminado o comido hierbas aplicadas con paraquat.. Los cálculos de riesgo demuestran que aun usándose de manera normal el paraquat sigue siendo un plaguicida muy peligroso.

Finlandia (30 de agosto de 1986*)

La Junta de Plaguicidas decidió el 24/4/85 que la importación de plaguicidas conteniendo paraquat fuera prohibida inmediatamente. Se permitió la comercialización de los plaguicidas previamente importados hasta el 30/8/06. Actualmente el paraquat tiene prohibición de ser importado, manufacturado y utilizado. Ningún otro producto conteniendo paraquat como ingrediente activo está registrado en Finlandia y por tanto sus importaciones no están permitidas. El paraquat es muy toxico a bajas dosis y puede causar la muerte, debido a que no hay métodos de tratamiento efectivos para el envenenamiento. Algunos síntomas pueden aparecer hasta semanas después de la exposición. En la decisión tomada se estableció que los plaguicidas almacenados a esa fecha podrían ser usados, debido a no haber casos de envenenamiento ocupacional (FINPB, 1986)

Kuwait (de enero de 1985*)

Está prohibido su uso. La acción fue tomada por razones de salud y medioambientales.

Eslovenia (13 de junio de 1997*)

Prohibido para uso agrícola. La razones para esto son sus propiedades toxicas en la salud humana y el medio ambiente, de acuerdo con la opinión de la Comisión en Venenos. En Eslovenia hay poca necesidad de usar paraquat. Desafortunadamente este país tiene la tasa de suicidios per capita mas alta de Europa. La Comisión en Venenos tiene la preocupación sobre posibles mal usos de paraquat para cometer suicidio. Considerando esto y debido al hecho de que el paraquat es sumamente toxico en pequeñas cantidades, y que no haya antídoto, que la Comisión lo ha prohibido.

Syria Prohibido (MSEA 2005*)**Suecia** (31 de diciembre de 1983*)

Prohibido su uso como plaguicida. Esto debido que tiene una alta toxicidad aguda, efectos tóxicos irreversibles y riesgos inminentes de accidentes (PKB 1983*)

* fecha en que comienza a regir

** Referencia (si no se indica otra): UNEP/FAO 1999

No se incluye: Prohibición de aplicaciones aéreas en Colombia (MADR 1989); restricciones de aplicaciones aéreas en Costa Rica (DSV sin año); indicaciones para usuarios en Canadá de no aplicar paraquat en el aire (PMRA 2004); prohibición en la República Dominicana (Gobierno Federal, Decreto No. 217-91 del 4 de junio de 1992 (no implementado) (31 de diciembre de 1983))

Cuadro 4 **No autorización o retiro del mercado del paraquat**

<i>Descripción de las acciones tomadas. Ámbitos de decisión.</i>	
Malasia (27 de agosto de 2002*)	Se finalizó el registro de todos los plaguicidas que contuvieran paraquat o cianuro de calcio; se detuvo el registro de plaguicidas conteniendo paraquat. La decisión se tomó considerando que otras alternativas menos costosas y dañinas para los usuarios (PCD 2002)
Noruega (1981*)	«El producto ha sido retirado voluntariamente del mercado» (UN/DESA 2004)
Suiza	No está registrado debido a la toxicidad aguda y el mal uso (SFC 2002)
URSS (Agosto 1998*)	«No se aprueba el dicloruro de paraquat debido a su persistencia, causante de fibrosis pulmonar y envenenamiento agudo y letal en seres humanos» (UMH 1986)

* fecha en que comienza a regir

En la Unión Europea, los plaguicidas que vayan a ser autorizados deben ser evaluados de acuerdo con principios y criterios del «Council Directive 91/414/EEC» para la evaluación de riesgos. De acuerdo con esta evaluación, las sustancias deben ser aceptables para el medio ambiente y la salud humana y animal (EC 2005). La Comisión Europea asume la posición de que Comunidad tiene el derecho de establecer el nivel de protección más apropiado, y que el principio de prevención pueda ser apelado donde la información científica sea insuficiente, inconclusa o incierta, y donde se tengan indicios de posibles efectos sobre el medio ambiente, el ser humano, o la vida vegetal o animal, potencialmente peligrosos e inconsistentes con los niveles de protección escogidos (EC 2000, p. 3 y pp. 8–9). En este marco la Comisión ha autorizado al paraquat en la Unión Europea, y ha identificado varios temas con el requerimiento de atención de todos los Estados Miembros, «en el marco de cualquier autorización para ser admitido, variado o retirado» (EC 2003b, p. 6).

Los estados miembros de la UE deben poner particular atención a la protección de los operadores, en particular con las aplicaciones manuales y con bombas de espalda. Las medidas para el uso de restricciones y la mitigación de riesgos deben ser usadas apropiadamente, implementando las siguientes medidas específicas:

- La disponibilidad de productos específicos se debe limitar a agricultores y profesionales responsables.
- La máxima concentración aplicada no debe exceder 2 g de bupiridilo/litro en aplicaciones manuales (máxima concentración de 0,2%).

Adicionalmente a lo anterior, los estados miembros de la UE también deben considerar limitar el uso de bombas de espalda y capacitar y certificar al personal «donde hayan adecuados esquemas de entrenamiento y esquemas de certificación en los estados miembro» (EC 2003b, p. 6).

El Comité Científico para Vegetales, haciendo una valoración del paraquat en Europa, ha hecho varios cuestionamientos a la Comisión Europea (EC 2002a). Ha identificado que las medidas para reducir parcialmente los riesgos para los animales silvestres (p.ej. liebres) deben ser: no realizar aplicaciones áreas, evitar patrones de aplicaciones que pudieran atrapar animales dentro del área de aspersión, evitar las aplicaciones de campos enteros el mismo día si no hay forrajes alternativos en campos cercanos (EC 2003b). En caso de haber huevos potencialmente expuestos en nidos terrestres se requiere que la valoración del riesgo demuestre que no hay impacto no aceptable, y que las medidas para mitigar el riesgo están condicionadas de ser aprobadas para su uso. La protección de organismos acuáticos debe recibir una especial atención (EC 2003b).

La Directiva 76/769 de la UE proporciona un marco general de prohibición o restricción del mercadeo y uso de sustancia peligrosas. La Directiva 91/414 incluye criterios de impactos en la salud humana, como el no autorizar plaguicidas cuando los trabajadores estén expuestos sobre el Nivel Aceptable de Exposición del Operador (EU 1999). La decisión de la Comisión Europea para autorizar paraquat en Europa está siendo cuestionada por el gobierno de Suecia y por una alianza de sindicatos de trabajadores y organizaciones no gubernamentales en dos casos legales

independientes presentados en la Corte de Justicia Europea.

Suecia demanda que, la inclusión de paraquat como una sustancia activa en el anexo 1 del Consejo Directivo 91/414/EEC deberá ser anulada, debido a que la Comisión Europea no aplica el principio de prevención en la evaluación de riesgos por manejo de paraquat, tanto a nivel de la salud humana como animal (SMFA 2004). Los sindicatos y las ONG demandan una anulación de la autorización, alegando que no se ha llevado a cabo la investigación adecuada y que la información pública sobre los efectos del paraquat sobre el medio ambiente y la salud no han sido estudiados de manera satisfactoria (EEB el al 2004).

Una estrategia propuesta por la Unión Europea para el uso sostenible de los plaguicidas estipula que se deben establecer planes nacionales para reducir los peligros, riesgos y la dependencia de control químico, se debe mejorar el conocimiento de los riesgos (mediante el monitoreo de la salud de los trabajadores, recopilación de datos sobre los impactos en la salud del uso de plaguicidas), y establecer un control mejorado sobre el uso y distribución de agroquímicos (incluyendo capacitación y certificación de los usuarios). También menciona que las sustancias perjudiciales se sustituyan por alternativas más seguras, y estimular la agricultura de bajos insumos o libre de ellos (EC 2002b).

En la Unión Europea, la reducción de riesgos se ha alcanzado por medio de la eliminación, sustitución, separación y protección. Eso quiere decir que solo cuando todas las medidas organizacionales y técnicas han sido implementadas, los aspectos de los equipos personales protectores pueden ser considerados. Un reporte ha encontrado que una proporción de trabajadores (agrícolas y de construcción) mayor que el promedio extraviaron o no utilizaron el equipo protector personal (EAS-HW 2000).

5.5 La educación y las instrucciones en las etiquetas en las prácticas menos peligrosas

En los Estados Unidos la tasa máxima de aplicación del paraquat se ha limitado a 1,12 kg de ingrediente activo por hectárea; las aplicaciones de banda ancha con bombas de espalda no deben exceder los 0,7 kg/Ha; esto es una concentración máxima de 0,37% (peso por volumen), mientras que para tratamientos localizados (áreas menores

a 400 m² (IANR 2002) la máxima concentración es de 0,23% (US EPA 1997a). En las etiquetas la concentración máxima recomendada para la aplicación de paraquat (con bomba de espalda) es de 0,2% (CDMS 2001 y 2004). Los fabricantes han indicado que el paraquat no debería ser usado con rociadores de niebla o a bajo volumen y que para las bombas de espalda la concentración no debería ser mayor que 0,5% (o 0,5 litros de concentrado 20% en 20 litros de agua) (Syngenta 2002) (Las recomendaciones del producto pueden diferir).

En Estados Unidos, durante un caso de aplicación y manipulación del producto «Cyclone Max» (43,8% de paraquat peso/vol) los trabajadores requirieron utilizar camisas de manga larga, pantalones largos, zapatos con calcetines, protectores de ojos, guantes resistentes a químicos, y mascarillas con filtros para polvo y vapores. Los mezcladores y cargadores también debieron usar protectores faciales y pantalones resistentes (CDMS 2004). En ese mismo país, trabajadores que usaron «Gramoxone» (20% de paraquat) debieron usar «ropa protectora según la necesidad» guantes impermeables, cobertores para pantalones y brazos (impermeables bajo condiciones normales de uso) y mascarillas aprobadas (CDMS 2003).

En Malasia la etiqueta para un producto con paraquat da las siguientes indicaciones «Cuando use el producto uses ropas protectoras, incluyendo guantes y máscara» y recomienda una concentración de aplicación de 0,12%, en ésta no se mencionan protectores para ojos ni mascarillas con filtro (Crop Protection 2004).

En Tailandia una de las etiquetas de paraquat indica usar botas, máscara y guantes mientras se aplica, máscara y guantes durante la mezcla de producto y botas, anteojos y guantes cuando se manipule o transporte el producto. Las concentraciones máximas recomendadas fueron de 0,17% y se estableció que la mezcla se hiciera con una barra agitadora (SCP 2005; ASU 2001; ACI (sin año); CG (sin año)).

En México la etiqueta de un producto con paraquat requiere el uso de anteojos industriales y mascarilla para polvo o vapor, guantes resistentes a químicos, overol, y botas de caucho. La aplicación recomendada de paraquat es de 25% de peso/vol a razón de 2,0 a 3,0 l/ha «diluido en suficiente cantidad de agua» (SA 2004). Sería inexcusable si no se recomendara una máxima concentración en la etiqueta del producto pues muchos de los agricultores no conocen acerca de diluciones adecua-

das. Otros dos productos vendidos en México prescriben equipos protectores similares pero no dieron detalles con respecto a cual tipo de mascarilla o guantes son los requeridos. Las instrucciones de uso incluyen la concentración máxima (0.13%) y establecen que el mezclado solo se debe llevar a cabo con un agitador (ANJ 2004; IDP 2004).

En Malasia, Tailandia y México, las concentraciones máximas recomendadas fueron menores o iguales a las máximas recomendadas en las aplicaciones con bombas de espalda para los Estados Unidos. Sin embargo, en todos los productos la información fue menos entendible y los equipos protectores personales requeridos fueron en general menos exigentes que en los Estados Unidos o Alemania.

La industria agroquímica ha realizado esfuerzos para promover el uso plaguicidas mejorados en los países en desarrollo. Sin embargo, se ha concluido que es una inmensa tarea el asegurar una mayor responsabilidad en el uso de plaguicidas, y que progresos significativos se pueden hacer solo si la academia, donantes, gobiernos, industria, organismos internacionales y ONG juntan sus recursos e institucionalizan el proceso (Vlahodimos 1999).

En 1991 la industria del los plaguicidas llevo a cabo "Proyectos de uso seguro" en Guatemala, Kenya y Tailandia para educar y capacitar a agricultores, vendedores y médicos, proteger a las personas y al medio ambiente, prevenir la contaminación, y reciclar o desechar contenedores vacíos (Croplife International 1998). Los objetivos de los proyectos fueron alcanzar mejorías significativas y medibles con respecto a los últimos estándares internacionales de seguridad, así como que otras organizaciones se estimularan para desarrollar iniciativas similares en otros países (Croplife International 1998).

Según la industria 956.000 agricultores, 3.875 vendedores, 5.000 extensionistas y 3.350 médicos han sido capacitados. Esta es una tarea es muy grande para ser abordada solamente por la industria; en países donde la necesidad para la mejoría es mayor, las posibilidades para brindar una tecnología mas moderna son limitadas. La industria necesita la cooperación total de los gobiernos (a nivel nacional y local), agencias internacionales, distribuidores, comunidades locales, agricultores y trabajadores (Vlahodimos 1999). Últimamente el éxito de estos programas o similares han dependido principalmente de la capacidad de la industria

para integrar a los trabajadores y científicos de salud pública en el diseño, implementación y evaluación de los proyectos (Fenske y Simcox 2000).

Programas similares fueron llevados a cabo en China, la India, México, Filipinas y Malasia (Syngenta 2003). Pero pareciera que la proporción de agricultores alcanzados por estos programas fue muy bajo.

Un proyecto a gran escala en la India, México y Zimbabwe, estudió cómo formas menos peligrosas de usar plaguicidas podrían alcanzarse en los países en desarrollo. Se evaluó el conocimiento, actitudes, y prácticas de los agricultores con respecto a la seguridad personal durante la aplicación, almacenamiento de plaguicidas, deshecho de envases vacíos, e identificación de plagas y productos, así como el impacto de las campañas de comunicación. Algunas mejoras fueron alcanzadas (Atkin y Leisinger 2000), sin embargo, un gran número de agricultores no mejoraron las practicas, hasta se resistieron aun cuando fueron concientes de los riesgos para la salud. Las razones para esto incluyen la necesidad de más tiempo, aversión a adquirir compromisos financieros con el cambio de prácticas (debido a la pobreza) y factores externos (clima, situación económica) (Atkin y Leisinger 2000).

Se encontró que las campañas de comunicación necesitaron ser llevadas a cabo de manera continua para que persistieran los cambios en las prácticas, y que tanto la familia de los agricultores como sus comunidades necesitaban ser incluidas en programas para tener impactos. Muchos sino la mayoría de los agricultores dan una baja prioridad a la seguridad y no adoptan las medidas de precaución necesarias para reducir los riesgos a la salud, lo cual indica que hubo limites al grado de los cuales los cambios fueron adoptados dentro de una generación (Atkin y Leisinger 2000).

Dado el hecho de que no todos pueden adoptar cambios relativamente simples en su conducta – mientras se reconoce la necesidad para educar a los agricultores en prácticas que reduzcan los riesgos – se ha concluido que además de subsidiar ropa protectora adecuada, los fabricantes que no puedan garantizar un uso seguro de los plaguicidas Ia y Ib de la OMS deben retirar sus productos del mercado (Atkin y Leisinger 2000).

La capacitación relacionada con los plaguicidas, necesita colocarse en un contexto más amplio de

agricultura sostenible y MIP, para que no se genere una falsa sensación de que los químicos tóxicos son «seguros». El mensaje debería permanecer enfocado en el peligro de los plaguicidas, que ellos son el problema, no los agricultores (Dinham 1995). Se ha argumentado que el conocimiento fue inadecuadamente ligado con la puesta en marcha de las campañas de la industria para el «Uso Seguro». Los enfoques de higiene industrial podrían ser aplicados para reducir los peligros de los plaguicidas (Murray y Taylor 2000).

Mientras que en algunas regiones los programas educativos han planteado estándares de trabajo, ellos deben alcanzar otros grupos de usuarios con alta exposición y necesitan ser evaluados por agentes independientes para que los resultados sean sostenibles (Hurst 1999). En Indonesia un módulo de salud de MIP usado en campos escolares, pretendió alcanzar la prevención de intoxicaciones con plaguicidas y fue definido como la exposición a través de un bajo uso (o ninguno) de los plaguicidas menos peligrosos (clase III ó U de la OMS), esto se basó en el hecho de que la capacitación a los agricultores no garantiza una reducción a la exposición en condiciones locales (Murphy et al 1999). Claramente, las mejores medidas de protección para plaguicidas peligrosos son el no usarlos o utilizar plaguicidas no tóxicos (Watterson 1988).

La Industria ha declarado repetidamente que el paraquat es seguro para los usuarios bajo «condiciones normales» (Syngenta 2005; Kurniawan 1996). Sin embargo en los países en desarrollo, bajo las condiciones de trabajo prevalecientes, los envenenamientos con paraquat suponen un severo problema de salud en muchos países y hay necesidad de evaluaciones de riesgo independientes (Wesseling et al 2001; Hurst 1999).

Los productos responsables de intoxicaciones que se encuentran disponibles necesitan ser restringidos (IFCS 2003). Existe un número de compañías adheridas programas de protección respon-

sable para la industria química que se han comprometido a limitar el mercadeo de productos o detener la producción, a pesar de sus intereses económicos, si los resultados de la evaluación del riesgo así lo demandan, como una medida para proteger la salud humana y el medio ambiente. Los programas mundiales de «Cuidado Responsable» han afirmado que las compañías evalúan sus productos de manera rigurosa para proteger la salud pública y el medio ambiente (ACS 2005). Obviamente esto no se ha realizado con el paraquat.

5.6 Resumen

La FAO ha hecho recomendaciones específicas para el uso mercadeo de plaguicidas en el Código Internacional de Conducta. Éste ha influido la mayoría de las regulaciones nacionales, sin embargo muchos países en desarrollo no tienen los recursos para implementar todas las recomendaciones. Las convenciones de la OIT ratificadas por los Estados miembros de la ONU representan acuerdos internacionales, pero en muchos países no han sido ratificadas ni implementadas.

La aplicación de los estándares para los equipos de aspersión deberían ser obligatorias. Esto es difícil de implementar, especialmente donde una gran número de aspersores son defectuosos y donde no hay refacciones disponibles. En vista de las propiedades del paraquat, tales como la toxicidad aguda, los efectos dañinos en la piel, la potencial absorción cutánea, los efectos retardados y la ausencia de antídoto, la clasificación de peligros del OMS debería ser revalorada.

La educación de los agricultores en practicas menos peligrosas es un factor importante para la reducción del riesgo de uso de plaguicidas, pero no ofrece una alternativa viable para la mayoría de los plaguicidas peligrosos. El paraquat está dentro de los plaguicidas con la mayor prioridad de prohibición de uso y sustitución por alternativas menos peligrosas.

6 Otros problemas asociados con el uso de paraquat

6.1 Suicidios por ingestión de paraquat y otros plaguicidas

Por un lado, la ingestión suicida y por otro la absorción no intencional de paraquat, varían en proporciones en diferentes países. La incidencia y severidad de los casos es difícil de comparar ya que los métodos de registro son distintos (Onyon y Volans 1987). Los envenenamientos epidémicos con paraquat han sido muy pronunciados en ciertos países, tales como Japón, y la proporción de intoxicaciones fatales está muy relacionada con intentos de suicidios. Por ejemplo en Fiji la mortalidad con paraquat, de 1980 a 1984, fue del 58% (entre todos los casos el 66% fueron intentos de suicidios), mientras en los Estados Unidos la mortalidad fue del 0,6% (88% de los casos accidentales) (Onyon y Volans 1987).

La ingestión de cantidades letales de paraquat conduce a una muerte extremadamente dolorosa y prolongada.

Asia

En Papua Nueva Guinea, se ha pedido la restricción de la disponibilidad de paraquat y otros plaguicidas tóxicos, debido a la relativamente alta proporción de suicidios (Mowbray 1986). En Samoa Occidental, al reducir la disponibilidad de paraquat se dio una reducción efectiva en las muertes por suicidios (Bowles 1995; WHO 2002).

En Japón, varios hospitales registraron 346 intoxicaciones con plaguicidas durante el período 1998–2002 (20% de ellos debidos a paraquat y diquat); el 70% de los casos fueron suicidios, 65 (18%) fueron accidentes ocupacionales y el 8% de debieron a ingestión accidental. El 25% de los casos fueron fatales y el paraquat fue el principal responsable de las muertes (Nagami et al 2005). Una revisión de 97 informes sobre envenenamiento con paraquat a través del mundo, indica que 60 fueron accidentales y 37 casos fueron intencionales. Los pequeños agricultores pueden estar en mayor riesgo de consumo accidental, como consecuencia de llenar envases vacíos con paraquat (Pasi 1978). Los estimados de las magnitudes de intoxicaciones con paraquat son poco fiables, ya que hay envenenamientos no reportados que se dan en zonas rurales, en donde se carece de servicios médicos.

El paraquat ha sido utilizado por tres décadas en Corea, esto ha causado un estimado de 2000 intoxicaciones anuales, con una mortalidad del 40–

50%. Ciento setenta y cinco pacientes intoxicados con plaguicidas fueron ingresados en el Instituto de Intoxicaciones por Plaguicidas en Korea (IPP) de enero a diciembre del 1999. De esos 175 pacientes, 154 (88%) fueron intoxicados por paraquat, 73,4% fueron intencionales; estos casos representan una mortalidad significativamente más alta (53.2%) que las accidentales (19.1%) (Hwang et al 2002).

Cuando las cantidades ingeridas fueron incluidas en los análisis estadísticos la asociación entre la tasa de suicidio y mortalidad no fue significativa, por otro lado, el tiempo desde la absorción hasta el tratamiento médico, tampoco tuvo una correlación significativa con los decesos. El riesgo de resultados fatales se incrementa significativamente con las cantidades de paraquat ingeridas y absorbidas, presumiblemente debido a la potente letalidad del paraquat (Hwang et al 2002).

Un número de intoxicaciones tratadas en 1999 en un hospital coreano, se dio como consecuencia de accidentes o falta de medidas de seguridad. Entre 54 agricultores que fueron tratados por intoxicación con paraquat, 32 fueron eventos intencionales, 17 accidentales y 5 ocupacionales (Hwang et al 2002). Hubo un incremento de 50 intoxicaciones intencionales en Corea entre 1991 y 2001. Plaguicidas y herbicidas contabilizaron la mayor proporción de los casos fatales (Shin et al 2004).

Los plaguicidas constituyen una de las formas más usadas para cometer suicidios en las zonas rurales. En muchos países, sin embargo, el mayor peligro de intoxicación de los trabajadores mediante la exposición crónica o aguda se debe al uso incorrecto de los plaguicidas (Ray 2000). Las intoxicaciones con plaguicidas (fatales y no fatales) fueron registradas en varios hospitales durante 1999–2000 en el sur este de Asia, en Indonesia el 44,4% de los casos fueron suicidas, en Tailandia 65,5% y en India 85,2% (WHO 2001a).

Los suicidios por ingestión de plaguicidas representan un problema mayor de salud pública en Sri Lanka (Konradsen et al 2005). Hacia el 2001, el paraquat y los organofosforados, en la clase II de la OMS, ocasionaron la mayor cantidad de intoxicaciones (Roberts et al 2003). La mortalidad fue mayor con endosulfan y paraquat, en donde los factores de riesgo para las intoxicaciones intencionales fueron el desempleo, baja escolaridad, problemas familiares e historial de haber sufrido envenenamientos con plaguicidas (van der Hoek et al 2005).

En Colombo (capital de Sri Lanka), 97 pacientes fueron ingresados en un hospital en 1989 por auto intoxicación; de ellos cerca del 60% manifestaron que deseaban morir y menos de la mitad (46%) sabían que el agente era potencialmente letal. En el 59% de los casos el agente fue un agroquímico, el 29% de ellos fue paraquat (Hettiarachchi y Kodithuwakku 1989). Por otro lado, las enfermedades debidas a exposición ocupacional a químicos, en particular plaguicidas, no está reportada en Sri Lanka (Kulendran 1997).

En Andhra Pradesh, India, los suicidios entre agricultores fueron mayores, debido a la pobreza y deudas, conectados con un incremento en la producción de cultivos comerciales donde el uso de plaguicidas es alto (Chowdhury y Banerjee 2001).

En Turquía, un instituto forense registró 843 muertes por envenenamiento con plaguicidas (de todo tipo) entre 1997 y 2001. En 205 casos donde se determinó la circunstancia de muerte, el suicidio contabilizó el 75% (Nesime et al 2004).

América Central

En Costa Rica el paraquat fue la principal causa de 283 muertes registradas por el Departamento de Medicatura Forense (DMF) entre 1980 y 1987. En 198 muertes con causa definida, 62% fueron suicidios, 26% fueron fatalidades debidas a accidentes no ocupacionales (confusión de paraquat con bebidas o medicinas, niños manipulando los envases, consumo de alimentos rociados); y 11% fueron muertes ocupacionales (Wesseling et al 1993). Sin embargo, es difícil distinguir entre suicidios y accidentes (Brook 1974). En Costa Rica las muertes fueron obviamente no clasificadas en varios casos (Wesseling et al 1993).

En Brasil, se ha estimado que las intoxicaciones con plaguicidas fueron intencionales en el 31,3% de los casos (1997–2001) o 37,3% de los casos (1992–2002, Mato Grosso do Sul) (Recena et al 2005). La incidencia de suicidios por ingesta de plaguicidas es relativamente alta en Trinidad y Tobago (Hutchinson et al 1999).

Europa

Entre 1945 y 1989 en Inglaterra y Gales, de 1.012 muertes por plaguicidas, 570 se debieron a paraquat y el 73% o más de ellas fueron suicidios (Casey y Vale 1994). En 1990 y 1991 el paraquat contabilizó 33 de 44 muertes y más del 66% fueron suicidios (Thompson et al 1995a). En los Estados

Unidos, los centros de intoxicaciones registraron 18 muertes debidas a paraquat y 2 debidas a diquat entre 1983 y 1992; 15 de estas 20 muertes fueron clasificadas como intencionales y 5 como accidentales, por otro lado la mayoría de las exposiciones registradas (incluidos casos no fatales) fueron accidentales (Hall 1995b).

En Alemania, entre 1978 y 1983, los centros de control de intoxicaciones (hospitales no incluidos) registraron 92 envenenamientos con paraquat (31 de ellos fatales): 44 intentos de suicidio (24 fatales), 21 accidentes (4 fatales), 15 casos ocupacionales (1 fatal), y 12 casos (2 fatales) donde las circunstancias no fueron identificadas (Heyll 1988). En Italia entre 2000 y 2001 se registraron 872 intoxicaciones no fatales, 86% fueron no intencionales, el paraquat contabilizó 46 casos del total (5%). (Davanzo et al 2004).

En Polonia, se ha encontrado que las intoxicaciones con organofosforados y herbicidas bupiridilos (diquat y paraquat) estuvieron relacionales más con intentos de suicidio que con accidentes (p. ej. almacenamiento en envases no etiquetados) (Kotwica et al 1997). En otra encuesta (1997), de 140 intoxicaciones con plaguicidas de todo tipo, se encontró que el 36,4% de los casos fueron accidentales, 34,3% intencionales y 28,6 resultaron de exposición ocupacional. El patrón fue similar para 107 casos en el 2000: 43,0% de los casos fueron accidentales, 28% suicidios, 15,9% relacionados con trabajo agrícola y 3,7% por consumo de alimentos contaminados (Przybylska 1999 y 2000).

En Portugal, en el periodo 2000–2002, el paraquat estuvo identificado como el agente causal en 31 análisis de plaguicidas en el Instituto Forense (autopsias); de 639 análisis, 528 no contuvieron plaguicidas (Texeira et al 2004).

El prohibir ciertos plaguicidas puede ser una medida eficaz para reducir suicidios (Bowles 1995, WHO 2002). Sin embargo, a largo plazo se requieren medidas adicionales para evitar que nuevos tóxicos reemplacen los viejos. Se necesitan medidas para reducir las conductas dañinas a través del cuidado del nivel de la salud mental comunitaria, o mejor manejo médico, un mejor almacenamiento de plaguicidas o medicinas, el requerir de prescripciones para la compra de productos, y la reducción del uso de agroquímicos (Eddleston 2000). El reporte indica que las intoxicaciones severas y fatales están fuertemente relacionadas con suicidios y que se presenta mas pronunciadamente en algunos países, en otros hay una alta propor-

ción de intoxicaciones fatales debidas a plaguicidas donde el agente causal no está identificado.

Las actuales proporciones de suicidios y muertes ocupacionales pueden ser diferentes de los datos registrados. Se da una clasificación errónea entre intoxicaciones intencionales y no intencionales.

El criterio que usan los patólogos para clasificar los suicidios son las lesiones que se presentan en el estómago, basados en la premisa de que las cantidades absorbidas de manera no intencionada en general son muy pequeñas (Wesseling et al 1997). Los obstáculos para identificar el paraquat como causa de intoxicaciones ocupacionales, y para tomar en cuenta los riesgos asociados con su uso, son la no vigilancia de los trabajadores por parte de ellos mismos, diagnósticos insuficientes por el personal médico en áreas donde se carece de instalaciones, y la renuencia de los investigadores por publicar sus hallazgos, en vista de los pocos casos documentados (Wesseling et al 1997).

Es difícil decir cual es el significado que le da la prensa y la conciencia del público a los peligros del paraquat y a su tendencia de usarlo para cometer suicidios (Onyon y Volans 1987). Sin embargo, es esencial advertir a los usuarios sobre el elevado riesgo del paraquat y enfatizar que un prerrequisito para cualquier plaguicida es tomar las medidas de seguridad apropiadas.

6.2 Las compensaciones laborales por enfermedades y daños ocupacionales

En las plantaciones de Sur América, el uso de paraquat bajo las condiciones de trabajo prevalentes, causa daños cutáneos u oculares y puede resultar en intoxicaciones agudas. Las compañías que obtienen beneficios con esta situación, deberían ser responsables de estas consecuencias (Umaña 1998).

Las grandes compañías emplean trabajadores temporales y dependen mas a menudo de la rotación de los empleados, en lugar de mejorar las condiciones de trabajo y de reducir el uso de plaguicidas (Cham- 52 bron 1999). Las campañas para vender plaguicidas se han tornado más agresivas en las ultimas dos décadas (Osorio y Travaglini 1999). Los fabricantes que distribuyen plaguicidas en países donde las condiciones de trabajo descartan las aplicaciones seguras en una alta proporción de usuarios, comparten la responsabilidad de los efectos en la salud que resultan del uso de es-

tos productos bajo las condiciones prevalentes. Numerosos estudios llevados a cabo por investigadores independientes, autoridades nacionales de salud y organismos internacionales evidencian las condiciones inadecuadas en los lugares de trabajo en muchos países, especialmente del sur.

La clasificación internacional de enfermedades no clasifica las intoxicaciones por paraquat de manera separada. Sin embargo, se ha establecido una clase de «efectos tóxicos por herbicidas o fungicidas» (y una clase para enfermedad o secuelas de efectos tóxicos) (WHO 2003). Para las causas externas de las lesiones hay una clase distinta «herbicida» (WHO 2004b). Las enfermedades obstructivas pulmonares crónicas, de piel u otras causados por agentes químicos (donde hay una relación directa entre la exposición del trabajador al químico y la enfermedad) están listadas como «enfermedades ocupacionales» (ILO 2002b).

En la mayoría de los países, el registro de las enfermedades ocupacionales están listadas como enfermedades prescritas, aunque algunos países también requieren que un amplio rango de enfermedades o muertes sean registradas y notificadas. La responsabilidad de notificar las enfermedades ocupacionales puede recaer en el empleador, un médico o ambos (ILO 2002c). Por lo general, los trabajadores hacen valer el derecho de recibir compensaciones por las enfermedades ocupacionales. En países donde la pérdida de ingreso se reemplaza solo cuando se relaciona al trabajo, la evidencia difiere para dar la cobertura. Va desde la necesidad de probar que hay un vínculo causal directo (100% de probabilidad) p. ej. en Alemania, a un predominio de evidencia (mayor al 50%) en los Estados Unidos (Boden 2000). En los últimos casos es necesario que un trabajador que reclaman compensación por enfermedad ocupacional, pueda probar una mayor probabilidad de estar expuesto a ciertas sustancias que causen enfermedades particulares. Como esto es difícil, la proporción de trabajadores que reciben compensaciones es bajo (Caldart 1985).

Como alternativa, los trabajadores pueden demandar que los patrones o los fabricantes de productos tóxicos sean responsables de la negligencia por exponerles intencionadamente a sustancias tóxicas. Pero los trabajadores podrían perder sus salarios en este proceso, y la compensación podría ser inadecuada. Esto subraya la necesidad de medidas preventivas (Caldart 1985). Una ley pasada por el parlamento de Nicaragua establece que la insuficiencia renal crónica de 1500 trabajadores

fue consecuencia del uso de plaguicidas, incluyendo paraquat, sin embargo el presidente la vetó (Cabrera 2003). Esto ejemplifica como los trabajadores no siempre son sujeto de demandar compensaciones para enfermedades ocupacionales.

El Cuarto Foro Intergubernamental en Seguridad Química recomendó que el alcance en la cobertura de seguros y los sistemas de compensaciones a los trabajadores se debe expandir (IFCS 2003). Esta necesidad en la agricultura es clara y se ha sugerido que un estándar mínimo de seguro compensatorio, para todos los trabajadores, podría integrarse dentro del marco de la Organización Internacional del Trabajo (LaDou 2005). Representantes del sector privado y de organizaciones no gubernamentales han manifestado que la responsabilidad en la industria de los plaguicidas en particular, debe ser mejorada.

Las iniciativas con los riesgos financieros, relacionados con el uso continuo de plaguicidas, pueden ser desarrolladas para promover una agricultura sostenible. Ellas demandan mayor responsabilidad corporativa y reformas institucionales (Riggs y Waples 2003).

6.3 Residuos de paraquat en los alimentos

En varios casos, se encontraron residuos de paraquat en frijol de soya, superiores a los límites máximos recomendados (MRL) de 0,1 mg/kg. (FAO y WHO 1981). El MRL es menor para ciertos tipos de productos (p. ej. 0,05 mg/kg en vegetales) y mayor para otros (10 mg/kg en arroz) (FAO 2004b).

Se han encontrado pequeños residuos de paraquat en papa cuando se usa como desecante (Desgupta y Perue 2003). El consumo aceptable diario (ADI) para el dicloruro de paraquat es de 0–0,006 mg por kg de peso corporal por día (FAO 2004b). A pesar del consumo prolongado de paraquat, proveniente de residuos de en los alimentos, se ha estimado que este varía desde el 20% al 140% del ADI, sin embargo, los datos disponibles no permiten ninguna conclusión relacionada con el consumo diario y el valor del ADI (FAO 2004a, pp. 18 y 213).

En un área agrícola en Sudáfrica, el consumo de paraquat en los alimentos fue tres veces superior al consumo diario aceptable (Rashke y Burger 1997). Hay mayor preocupación en los cultivos menores, pues en muchos de ellos no se ha establecido el MRL (Racke 2004). En marihuana se encontraron altos residuos de paraquat pero que se inactivaron con el fumado (Hall 1995a). Una práctica generalizada que coloca tanto a los trabajadores como al público en general en riesgo de salud, es la aplicación de plaguicidas justo en la época de cosecha, tal como sucede en algodón y vegetales (CEDAC 2004; Gill 2004).

6.4 Resumen

El suicidio con paraquat está extendido y lleva a una prolongada y dolorosa muerte. La muerte por el mal uso de plaguicidas representa un problema totalmente distinto a las intoxicaciones no intencionales en los lugares de trabajo, y requiere de varias medidas como el mejorar los servicios de salud a nivel comunal, además de restringir la disponibilidad o la prohibición de plaguicidas altamente tóxicos.

En encuestas epidemiológicas, los suicidios tienden a ser sobreestimados mientras que las intoxicaciones laborales con paraquat se subestiman. Esto debido a una carencia para tratar y registrar envenenamientos, así como a la carencia de instalaciones para el tratamiento y registro de intoxicaciones, así como que las intoxicaciones no intencionales se diagnostican erróneamente como intencionales.

Los trabajadores raramente reciben compensaciones por enfermedades ocupacionales y en los lugares en que las han logrado, las sumas pagadas son desproporcionadamente bajas.

Se necesita evaluar profundamente el riesgo de la población, de consumir residuos de paraquat en los alimentos, también se requiere monitorear los residuos en los alimentos, especialmente cuando se usan en cultivos ya establecidos, como por ejemplo paraquat para desecar frijol de soya.

7 Implicaciones para la vida silvestre y el medio ambiente

7.1 Degradación del paraquat en el suelo y el agua

En ciertos suelos el paraquat es biológicamente inactivo y no está disponible para las plantas o microorganismos. Cuando está fuertemente fijado, no tiene efectos fitotóxicos y puede persistir indefinidamente (Mordaunt et al 2005; Hall 1995a). El paraquat es adsorbido en una gran cantidad de suelos con una alta capacidad de intercambio catiónico (CIC); esto se incrementa con el contenido de arcillas. La fuerte capacidad de adsorción (SAC), o la máxima cantidad de paraquat que puede ser inactivado por el suelo, fue estimada en varios cientos de veces la cantidad de paraquat que se aplica normalmente durante un año (Smith y Oehme 1991).

La SAC, o capacidad del suelo para inactivar el paraquat, es menor que la CIC (Damanakis 1970). En varios suelos la SAC fue solo 10–30% del total de la CIC (Summers 1980) La desadsorción del paraquat en el suelo depende de la CIC y de los cationes desadsorbidos, siendo ligeramente móvil en suelos arcillo arenosos y potencialmente móvil en suelos arenosos con muy poca contenido de materia orgánica (US EPA 1988).

En presencia de otros cationes, la desadsorción puede incrementarse potencialmente; por ejemplo como consecuencia de una salinización en suelos irrigados o fertilizados. Cuando la concentración de calcio o sodio en los suelos porosos se incrementa por diez, la SAC del paraquat se disminuye de un 17% a un 40% (Kookana y Aylmora 1993). Las fracciones de arcillas finas y la materia orgánica pueden contribuir significativamente al SAC (Hseu et al 2003; Spark y Swift 2002).

Ciertos minerales arcillosos adsorben el paraquat menos fuertemente que otros. Se ha visto con la arcillas caulinitas, que el paraquat se vuelve lentamente disponible a las raíces de la plantas y llega a eliminar plantas; mientras que el paraquat adsorbido en suelos con 1% de mortmorillonita no es disponible a las plantas, siempre que la cantidad estuviera por debajo del SAC. La adsorción del paraquat en los minerales arcillosos, afecta su capacidad para albergar agua o nutrientes de manera benéfica o perjudicial (Weber y Scott 1966).

En ensayos de laboratorio, el paraquat fue móvil y tuvo una movilidad limitada en suelos que contenían principalmente caulinita y vermiculita, cuando se superó el nivel de SAC (en tasas de aplicación elevadas) (Helling et al 1971). En un ensayo de campo en donde paraquat se aplicó en altas

concentraciones por diez años, se encontró que los residuos de paraquat en el suelo alcanzaron un nivel máximo y declinaron después de algún tiempo, debido a la degradación en suelos porosos. Se ha concluido que, bajo un uso normal (buenas prácticas agrícolas), no se dan efectos tóxicos en los cultivos, el suelo o los organismos (Robert et al 2002). La FAO no considera que los residuos de paraquat en los suelos tengan problemas de fitotoxicidad potencial (FAO 2000) En Alemania, está prohibida la aplicación de paraquat en varios cultivos en años sucesivos (BLV 2005).

En un estudio, se aplicó paraquat en suelos arcillo arenosos por seis años, a razón de 4,48 kg/Ha por año. Después de siete años, un análisis de suelos reveló que prácticamente toda la cantidad de paraquat se encontraba aún presente. Una cantidad significativa había penetrado 25–36 cm en la capa del suelo (probablemente debido a un bajo contenido de arcilla), mientras la mayoría del paraquat remanente permanecía en los primeros 5 cm (Fryer et al 1975). No se dio una degradación significativa (por la luz o por microorganismos).

Aunque los residuos de paraquat no causan efectos fitotóxicos, los cálculos de la aptitud de los suelos a largo plazo para inactivar el paraquat, no deberían considerar la posible degradación, a menos que exista información específica en el sitio (Fryer et al 1975). Se ha estimado que es poco probable que la acumulación de paraquat, en suelos medios y pesados con contenidos de arcilla relativamente altos, pueda dañar el cultivo, pero en suelos levemente arenosos el paraquat estuvo disponible para las plantas (Riley et al 1976) y condujo a efectos fitotóxicos (Tucker et al 1967). En siete suelos diferentes, las SAC estimadas en los primeros 2,5 cm de suelo oscilaron entre 63 y 3.228 kg/ha con valores medianos y medios de 280 kg/ha y 889 kg/ha, respectivamente (Knight y Tomlinson 1967).

En 20 plantaciones de café, los suelos tuvieron en promedio una capacidad inactivatoria de 0,1–0,5 g de paraquat por kg de suelo. Donde se ha aplicado paraquat, a razón de 2,6 kg/ha por más de 20 años, los residuos totales presentes en el suelo constituyen hasta el 10% de la capacidad de inactivación del suelo (Constenla et al 1990). Los primeros 2,5 cm de esos suelos tienen una capacidad de inactivación de paraquat de 25 a 125 kg/ha. Con una aplicación anual de paraquat de 2,6 kg/ha, la capacidad de inactivación en esas capas superficiales se satura después de 9,6 a 18 años sin degradación. La aplicación de paraquat es muy alta en

algunos lugares, tales como en plantaciones de banano, donde se asperja mensualmente (OPS/OMS 2001b).

Se ha encontrado paraquat acumulado en sedimentos de lagunas con acequias de drenaje, que han sido tratadas con 1,6 kg/ha de paraquat por año. Partículas suspendidas en el suelo con residuos adsorbidos, fueron transportadas a los lagos y depositadas sobre el fondo de las acequias de drenaje y en los sedimentos de los lagos. No hubo degradación significativa (Betz 1975) Con base en la extracción química de residuos, la SAC de paraquat en los primeros 15 cm de sedimento (con 10% de arcilla) fue de 182 kg/ha (o 1,07 g por kg de suelo seco) en promedio, constituyendo solo 1,4 a 2,8% de la CIC del sedimento (Wegmann 1977).

En ensayos biológicos, la cantidad de paraquat en los sedimentos, requerido para inhibir el crecimiento de las raíces de la plantas en un 50%, fue determinada en 0,73 g/kg, equivalente a 124 kg/ha (en los primeros 15 cm) Esto fue tomado como un estimado más real de la capacidad de inactivación, la cual podría estar saturada por la aplicación continua de paraquat por más de 100 años, a la tasa actual, pero mucho antes si las tasas se incrementan. Se ha recomendado descontinuar la aplicación en zanjas de drenaje por períodos prolongados, para evitar poner a los ecosistemas, tarde o temprano, en riesgo (Wegmann 1977).

En el agua, el paraquat se adsorbe en los sedimentos, las plantas o partículas suspendidas (Summers 1980). Sin embargo, en la superficie del agua el paraquat puede ser transportado en las partículas del suelo, esto como una consecuencia de la erosión (US EPA 1997a). Parece que la capacidad de saturación de los suelos puede alcanzarse dentro de un futuro inmediato donde las aplicaciones anuales de paraquat están por encima de los valores usuales, o en suelos con un bajo contenido de arcilla o bien donde las concentraciones de cationes son altas.

Los fertilizantes pueden incrementar la movilidad del paraquat (Smity y Mayfield 1978). En suelos arcillosos y con caulinita, la cantidad de paraquat adsorbido disminuye con el incremento de amonio (Wagenet et al 1985).

Se ha determinado que la vida media del paraquat en los suelos es de 6,6 años (Hance et al 1980). Dependiendo de las condiciones del lugar, la degradación puede darse más rápida o lentamente. En los campos la vida media llega a ser hasta de 13 años (USDA 1995). Siempre que la entrada neta

exceda la tasa de degradación neta, la cual parece factible por la alta persistencia del paraquat fuertemente adsorbido, la capacidad de cualquier suelo para inactivar el paraquat estará saturada tarde o temprano a través de una aplicación continua.

Como no es probable de que el paraquat se distribuya uniformemente en los suelos, su concentración puede ser mayor localmente, p. ej. en lugares donde las plantas asperjadas se han descompuesto. Los cultivos podrían ser dañados por contacto directo con los remanentes de la vegetación o del cultivo donde se aplicó paraquat, como en donde se hace siembra directa (campos no arados) y en suelos arenosos con baja SAC (Damanakis et al 1970).

En suelos de turba (con alto contenido de materia orgánica) el paraquat permaneció en las capas delgadas superiores en altas concentraciones y se ha concluido que, su aplicación fue aceptable, solamente cuando fue incorporado mecánicamente al suelo a profundidades de 6–10 cm (Damanakis et al 1970). Los autores indican que: «La lluvia no mueve el paraquat en el suelo. Después de repetidas aplicaciones de paraquat en un suelo no disturbado, se espera una fina capa de paraquat en alta concentración» (Damanakis et al 1970). Esto significa que el uso de paraquat en sistemas en que no se ara, se asocia con un incremento en los riesgos de efectos tóxicos en los cultivos, después de períodos prolongados de aplicación.

Una revisión sobre el destino del paraquat en el suelo muestra que la adición de pequeñas cantidades de materia orgánica, caulinita, vermiculita y mortmorillonita al suelo, reduce la disponibilidad para las plantas en una tasa alta. La biodisponibilidad de paraquat se incrementó adicionando limo (Weber et al 1993). Los suelos tropicales son más variados en los tipos de minerales arcillosos. Mientras que la degradación microbial de los plaguicidas generalmente se da a tasas altas (por temperaturas más elevadas que en las zonas templadas), las tasas de degradación en ambas zonas puede ser comparada con la estación seca (Racke et al 1997).

La caulinita en los suelos del trópico húmedo tiene una capacidad menor para inactivar el paraquat, cuando se compara con suelos con alta cantidad de mortmorillonita (Wagenet et al 1985). En los suelos orgánicos, el inactivador primario para el diquat y el paraquat es la materia orgánica (Weber et al 1993). La materia orgánica disuelta (ácidos húmicos) en el suelo, interactúa con sustan-

cias adsorbidas, incluyendo paraquat, y puede promover la desadsorción luego de fuertes aguaceiros (Andersohn 2002).

En España, se analizaron herbicidas bupiridilos en aguas superficiales. En un pantano, el paraquat se detectó en el 2,4% de las muestras (2 de 84), en la laguna en el 6,3% de las muestras (18 de 288), mientras que en las aguas de ciénagas se detectó en el 9,0% de las muestras (13 de 144). El diquat se detectó más frecuentemente y las máximas concentraciones de paraquat fueron medidas cerca de campos de arroz (Fernández et al 1998). La concentración promedio de las muestras donde se detectó paraquat fue de 0,78 ug/l, la cual está 7,8 veces por sobre el límite del agua potable en los Estados Unidos (0,1 ug/l), mientras la máxima concentración estuvo 39,5 veces por sobre el límite.

Se ha concluido que el diquat y el paraquat están difundidos en el medioambiente mediterráneo y que su uso en arroz y otros cultivos debería ser controlado (Fernández et al 1998). El paraquat también está presente en las aguas superficiales y de los campos en Andalucía, España (Vidal et al 2004).

En Santa Lucía, en el Caribe, los residuos de paraquat medidos en el agua de consumo estuvieron por encima de 0,1 µg/l en varias muestras, oscilando hasta 5,3 µg/l, más de cincuenta veces por sobre el límite en los Estados Unidos (Boodram 2002).

7.2 Riesgos para la vegetación, vida silvestre y microorganismos del suelo

Los peligros del paraquat para el medio ambiente están estipulados en los Estados Unidos de la siguiente manera:

- peligroso para el medio ambiente;
- muy tóxico para organismos acuáticos;
- puede causar efectos adversos a largo plazo en los medio ambientes acuáticos (EC 2004).

De los 40 herbicidas comúnmente usados en los campos de cultivo en Australia, el paraquat tiene la mayor toxicidad aguda (basada en DL50 oral en ratas) (DPI 2004). La evaluación del riesgo de los plaguicidas, basada en el «cociente de impacto ambiental» (EIQ), colocó al paraquat como el séptimo plaguicida más peligroso (después de seis organofosforados) de entre 85 plaguicidas y como segundo más peligroso (de 38) debido a sus impactos ecológicos y efectos en los campos de cultivo. Mas recientemente, de 219 herbicidas, el paraquat

estuvo entre los 15 más peligrosos (Kovach et al 1992 y 2004). Varios de los herbicidas más tóxicos han sido prohibidos en algunos países o están siendo utilizados (como dinoseb y dalapon).

Debido a que el paraquat no es un sólido volátil, la deriva causada por las aspersiones puede ser un problema potencial para los animales debido a su toxicidad (US EPA 1997). En la vida silvestre, los efectos subletales debidos a exposiciones a dosis bajas de plaguicidas, pueden ser importantes y la alteración del comportamiento, como consecuencia de una exposición a bajo volumen, puede ser casi tan fatal en la naturaleza como la exposición a dosis agudas letales (Kjohlholt 1990).

Con base en los valores de DL50, el paraquat es moderadamente peligroso para especies de aves (Tomlin 2003) y se encuentra en la clasificación de peligros agudos de la OMS (WHO 2005). Una dosis DL50 de paraquat equivalente a 35 mg/kg de peso corporal en aves puede ser altamente peligroso para algunas especies (EC 3003).

Con respecto a la embriotoxicidad en huevos, se ha observado que la exposición de huevos de gallinas y de codornices japonesas a soluciones al 0,4% causa mortalidad y defectos pulmonares en las aves jóvenes. La inmersión de huevos en una solución al 0,05% conduce a incubaciones poco exitosas. El paraquat es el herbicida más embriotóxico y teratogénico. La concentración letal (LC50) para la inmersión de huevos es de 0,18% (Hoffman 1990).

Para la EPA, es motivo de preocupación el sobrepasar las dosis recomendadas por hectárea (1,12 kg/ha). Sin embargo, afirma que el riesgo para las aves solo existe brevemente después de la aplicación, y dura hasta que el producto se seca; concluyendo que los usos registrados en Estados Unidos no constituyen un riesgo significativo para las especies de aves (US EPA 1997). Con respecto al riesgo crónico en las aves, preocupa que se superen las dosis recomendadas. La EPA manifiesta que el uso directo de paraquat puede afectar la reproducción de las aves, sin embargo ha estimado que las concentraciones que llegan a los huevos, no son suficientes para causar mortalidades significativas o reducir la proporción de huevos que se logran incubar (US EPA 1997a).

En los mamíferos, el paraquat tiene un peligro de moderado a alto, de acuerdo con la clasificación de la OMS los valores DL50 oscilan entre 22 y 157 mg/kg de peso corporal (Smith y Oheme 1991). Algunos cocientes para riesgos agudos y crónicos

para mamíferos (de la EPA) fueron sobrepasados, sin embargo de los datos sobre el destino de paraquat en el medio ambiente, muestran que una vez que éste se seca no queda disponible para los mamíferos (US EPA 1997a).

En la Unión Europea se han reportado muertes de liebres y pequeños mamíferos afectados, mas no la cantidad total (EC 2002a). Los residuos de paraquat en las hojas son parcialmente degradados por la luz solar, cerca de la mitad del paraquat aplicado pudo recuperarse de las plantas que habían estado expuestas directamente a la luz solar después de la aplicación (Slade 1966). La absorción en las plantas aplicadas, puede representar un serio riesgo para la vida silvestre.

De acuerdo con los valores LC50 (según Karmirín 1997) el paraquat es ligeramente tóxico para especies de peces, en algunos estadíos juveniles, el paraquat ha sido moderadamente peligroso (da Silva y Ranasinghe 1989). En el control de malezas acuáticas, la concentraciones recomendadas de paraquat (0,1–2,0 mg/l) no sobrepasaron los valores de LC50. Sin embargo, la toxicidad en peces se incrementó, con síntomas de nado errático, arritmia cardiaca, lesiones de agallas, y sangrados en aletas y cola (Tortorelli et al 1990). En carpas, el paraquat se acumuló en todos los órganos y se incrementó con la temperatura del agua. El paraquat inhibe la colinesterasa (enzima que detiene las señales en el sistema nervioso). Se incrementa la susceptibilidad a enfermedades infecciosas con exposición a largo plazo (Lang et al 1997; Nemcsok et al 1987).

En el agua, las concentraciones de paraquat superiores a 0,2 mg/l causan malformaciones en renacuajos, y con concentraciones superiores a 0,1 mg/l el crecimiento se reduce. En conclusión el paraquat puede ser clasificado como teratogénico (Osorio et al 2002). Con renacuajos, los valores de LC50 en 96 horas fueron de 22 mg/l y no se observan cambios en los tejidos de aletas. Los resultados indican que las poblaciones de las especies de ranas pueden ser afectadas por concentraciones de paraquat menores a los valores de LC50 por lo que preocupa el uso de plaguicidas cerca de la superficie del agua (Lajmanovich et al 1998).

Para dos especies de *Daphnia*, el paraquat fue moderadamente toxico en concentraciones medianas efectivas (EC50) de 2,57 y 4,55 mg/l, respectivamente. La exposición crónica puede ser peligrosa para las poblaciones naturales (Alberdi et al 1996). Paraquat aplicado en agua a razón de 1 mg/

l fue consumido por caracoles, los cuales contenían 0,43 mg/kg (NLM 1994). Se ha encontrado que la dosis recomendada de paraquat para el control de malezas acuáticas puede afectar el crecimiento de las especies de fitoplancton en los ríos, y luego afectar a otras especies (Sáenz et al 2001). Una recomendación fue elaborada para limitar el uso de paraquat en los cauces de agua desde donde fácilmente podría llegar a aguas naturales (Lang 1997).

Se ha afirmado que el paraquat no se bioacumula (Tomlin 2003). Un factor de bioconcentración (BCF) de 0,3 fue calculado para el paraquat según su solubilidad en agua, y un BCF de 1600 para el coeficiente de adsorción en el suelo (NLM 1994). Para el paraquat, se calculó en 2,2 el coeficiente de partición de octanol-agua (logKOW) (Verschueren 2001). En la Unión Europea, la bioacumulación comienza con un valor de logKOW sobre 3; o de BCF sobre 1000; los valores que hacen clasificar a una sustancia como persistente o como bioacumulativa pueden variar entre diferentes países (OECD 2005). Se ha reportado paraquat acumulado en plantas acuáticas, fitoplancton y peces (PANNA 2002 y referencias incluidas).

Los datos no son conclusivos, pero hay evidencia de que el paraquat tiene potencial para bioacumularse en plantas acuáticas y peces. El flujo de carbono desde las raíces de las plantas hacia el suelo circundante, fue incrementado por el paraquat, indicando que se induce un estrés metabólico en la plantas (Porteous et al 2000). El paraquat lleva a incrementar los hongos y bacterias del suelo, y reduce la degradación de celulosa y la actividad nitrogenada. Tratamientos con diquat y paraquat alteraron la composición de especies de microorganismos en el suelo, causando así daños a la salud de los cultivos (Sims 1990).

7.3 Resumen

Cuando el paraquat se adsorbe fuertemente en los minerales arcillosos del suelo no tiene actividad biológica. La capacidad de inactivación es menor en suelos con poco contenido de arcillas o con ciertos tipos de ellas. La desadsorción del paraquat fijado en el suelo, puede incrementarse cuando hay caulinita o en presencia de otros cationes como el amonio (proveniente de fertilizantes) o iones de calcio.

Una vez que el paraquat entra en contacto con el suelo, la principal ruta del transporte en el ambiente, es a través de la erosión y el movimiento el

paraquat adsorbido en las partículas del suelo. El paraquat adsorbido tienen una alta persistencia en el suelo y la degradación se da muy lentamente, requiriendo de varios años (hasta 13 ó mas) para reducirlo en un 50%, según las condiciones del lugar. La aplicación continua de paraquat a dosis relativamente altas, en ciertos tipos de suelo, especialmente cuando se han utilizado grandes cantidades de fertilizante, o se ha incrementado la salinidad, pueden llevar a saturar la capacidad de inactivación de los suelos en el largo plazo.

En suelos en donde las capas superficiales no se mezclan con las más profundas, como en los casos de mínima labranza, las aplicaciones de paraquat llevan a efectos tóxicos en los cultivos en el corto plazo.

Se han encontrado niveles significativos de paraquat en ríos y en aguas costeras. Debido a su toxicidad aguda en mamíferos, aves, peces, invertebrados acuáticos y plantas (plancton), el uso de paraquat en los campos puede tener impactos negativos en los individuos expuestos de diferentes especies.

Se ha visto bioacumulación de paraquat en plantas acuáticas y en peces, sin embargo los datos no son concluyentes. La vegetación rociada con paraquat ofrece un riesgo significativo para el envenenamiento fatal de pequeños mamíferos y liebres (varias muertes de éstas últimas han sido documentadas). La exposición a las aspersiones también ofrece un riesgo para los polluelos en sus nidos.

8 Alternativas para el paraquat y certificación voluntaria

8.1 Alternativas para el uso de paraquat

El artículo «El manejo de las malezas en países en desarrollo» (FAO 1994) y los anexos realizados por Barberi (2003) da una buena visión sobre las prácticas actuales para el manejo de las malezas y las alternativas al uso de los herbicidas.

Paolo Barberi, en su artículo sobre métodos preventivos y culturales para el manejo de malezas, establece que en muchos sistemas agrícolas del mundo, la competencia con las malezas es uno de los principales factores que reduce los rendimientos en los cultivos y los ingresos de los agricultores. A nivel mundial, el éxito limitado en el control de malezas es probablemente el resultado de una simplificación del problema. Se ha dado mucho énfasis al desarrollo del control de malezas, especialmente mediante el uso de herbicidas sintéticos como la solución máxima al problema, mientras que la importancia de integrar diferentes tácticas (métodos preventivos, culturales, mecánicos y químicos) en la estrategia dentro del sistema de cultivo para el manejo de malezas ha sido por largo tiempo abandonada (Barberi 2003). Las prácticas agrícolas han demostrado que la filosofía del manejo integrado usada en el control de insectos debe ser adoptada de manera similar para el control de malezas (Labrada 2003).

El manejo integrado de malezas se basa en el conocimiento de las características biológicas y ecológicas de las plantas. Este conocimiento puede incrementar el entendimiento de como se pueden regular las malezas por medio de prácticas agrícolas. Una estrategia efectiva a largo plazo para el manejo de malezas se basa en la aplicación práctica del siguiente concepto usado en ecología: «Máxima diversificación de la Disturbancia», el cual significa una diversificación de cultivos y prácticas culturales en un agroecosistema tanto como sea posible (Barberi 2003).

La máxima diversificación de los sistemas de cultivo (rotación y prácticas culturales asociadas) basados en principios agroecológicos es la clave para un manejo de malezas efectivo a largo plazo. A este respecto siempre se debe perseguir la inclusión sistemática de métodos preventivos y culturales para el manejo de malezas (Barberi 2003). En el cuadro 5 se presentan varios métodos para el control de malezas.

En los climas húmedos las malezas son más problemáticas que en las zonas templadas, por ejemplo plantas parásitas (*Striga*, *Orobranche* o *Cuscuta*) que son dañinas en los cultivos. Por lo

general, las malezas pueden ser controladas efectivamente por medio de una apropiada rotación de cultivos, plantas trampa y un buen manejo del suelo (Neubert y Knirch 1996). En el maíz y otros cultivos se ha encontrado cierta tolerancia y aún resistencia a especies de *Striga*, por lo que el producir cultivos tolerantes y resistentes es una opción viable para el control de esta maleza sin hacer uso de plaguicidas (Pingali y Gerpacio 1998).

En los sistemas de mínima labranza el paraquat se utiliza para eliminar la vegetación antes de la siembra directa (Bromilow 2003), sin embargo hay muchas áreas que son cultivadas con mínima labranza sin hacer uso de paraquat (BRW 2001). En los Estados Unidos la remoción mecánica de los cultivos de cobertura ha mostrado ser más económica que el uso de paraquat (Ashford y Reeves 2001). Por otro lado hay 23 malezas que han mostrado tener resistencia al paraquat (WSC 2005).

En la agricultura orgánica son comunes las alternativas a los herbicidas. En el mundo hay más de 8.000.000 de hectáreas producidas orgánicamente y sin el uso de herbicidas sintéticos (Labrada 2003). Las alternativas forman también parte del manejo integrado de plagas (MIP), el cual reduce tanto como sea posible el uso de plaguicidas. En Tailandia el proyecto MIP-Danida ha sido muy claro en su punto de vista con respecto al uso de paraquat: «la mayoría de químicos peligrosos, incluidos todos los plaguicidas de las clases Ia y Ib así como el paraquat deben ser prohibidos inmediatamente. No tienen cabida en el MIP pues hay disponibles alternativas menos riesgosas» (MIP Danida 2004b).

En Indonesia de 1993 a 1998 el MIP disminuyó en un 2% los costos en salud asociados con la intoxicación con plaguicidas. En las granjas arroceras los costos totales en salud relacionados con intoxicaciones rondaron el 5% y la eficiencia en la producción de arroz se mejoró en el mismo periodo (Resudarmo 2000).

Más pruebas sobre alternativas viables al paraquat están dadas con la producción de madera procedente de millones de hectáreas que han sido certificadas por Forest Stewardship Council y de cultivos certificados por Rainforest Alliance (banano, café, cítricos, cacao) y por las organizaciones de Comercio Justo (café, te, cacao, azúcar, miel, bananos, frutas, vegetales, arroz, vino, nueces, semillas oleaginosas, flores y algodón).

Se ha dado un choque entre expertos sobre el tema, en el boletín de negocios Crop Protection Monthly se ha argumentado que «a 40 años de su

Cuadro 5 **Clasificación de prácticas culturales potencialmente aplicables en un sistema de manejo integrado de malezas, y sus efectos.**

<i>Práctica cultural</i>	<i>Categoría</i>	<i>Efecto prevaleciente</i>	<i>Ejemplo</i>
Rotación de cultivo	Método preventivo	Reducción en la emergencia de malezas	Alternancia entre cultivos de invierno y primavera-verano
Cultivos de cobertura (vivas o muertas)	Método preventivo	Reducción en la emergencia de malezas	Coberturas intercaladas en los cultivos comerciales
Control mecánico inicial	Método preventivo	Reducción en la emergencia de malezas	Arado profundo alternando con labranza reducida
Preparación para la siembra	Método preventivo	Reducción en la emergencia de malezas	Rastreado para eliminar primera nascencia
Solarización de suelos	Método preventivo	Reducción en la emergencia de malezas	Uso de plásticos negros o transparentes en invernaderos sobre el suelo
Sistemas de riego y drenaje	Método preventivo	Reducción en la emergencia de malezas	Uso de riego con micro aspersores. Limpieza de la vegetación en los canales de riego.
Manejo de residuos de cultivos	Método preventivo	Reducción en la emergencia de malezas	Incorporación de rastrojos al suelo
Época de siembra y arreglo espacial de los cultivos	Método cultural	Mejoramiento de la capacidad competitiva del cultivo	Uso de almácigos, semillas con alta germinación, menor distancia entre plantas, anticipación o demoramiento de la época de transplante
Escogencia del genotipo de los cultivos	Método cultural	Mejoramiento de la capacidad competitiva del cultivo	Uso de variedades caracterizadas por rápida emergencia, rápido crecimiento y capacidad de cobertura del suelo en etapas tempranas
Coberturas vivas	Método cultural	Mejoramiento de la capacidad competitiva del cultivo	Uso de coberturas leguminosas intercaladas en los cultivos
Cultivos intercalados	Método cultural	Reducción en la emergencia de las malezas. Mejoramiento de la capacidad competitiva del cultivo.	Cultivos comerciales intercalados
Fertilización	Método cultural	Reducción en la emergencia de las malezas. Mejoramiento de la capacidad competitiva del cultivo.	Uso de enmiendas y fertilizantes orgánicos de lenta liberación
Cultivo	Método curativo	Eliminación de la vegetación existente. Reducción de la emergencia de malezas	Siembra en alomillado y aporca
Aplicación de herbicidas	Método curativo	Eliminación de la vegetación existente. Reducción de la emergencia de malezas	Aplicación pre o post emergente
Control térmico	Método curativo	Eliminación de la vegetación existente. Reducción de la emergencia de malezas	Quema localizada de malezas pre o post emergente
Control Biológico	Método curativo	Eliminación de la vegetación existente.	Utilización de patógenos específicos de las malezas. Reducción de emergencia.

lanzamiento no hay el horizonte un reemplazo para el paraquat que sea seguro, ni una nueva generación de glifosato» (CPM 2002). Al menos reconocen que hay «necesidad para esto, o bien nuevos enfoques radicales para el control de malezas, y sin duda, alguna recompensa para la compañía que lo alcance» (CPM 2002).

Una mirada cercana a las alternativas a los herbicidas en general, y particularmente al paraquat requieren que se analice la situación separadamente para cada cultivo. Una revisión de los cultivos del café y banano puede servir como ejemplo para la discusión del tema. Otro cultivo con potencial para reducir los plaguicidas mediante otras prácticas es el algodón (UNEP 2004).

Café

En América Latina, una encuesta con 34 fincas mostró que el 59% de ellas controlaban las malezas únicamente con métodos mecánicos (machete, motoguadaña), el 41% combinaban control mecánico con herbicidas, y el 12% usaban paraquat. El restante 12% dijo haber usado paraquat pero ya no más (Menet 2002).

Las recomendaciones para los agroquímicos que hace el Código Común de la Comunidad Cafetera (4C) dice que en plantaciones bien establecidas, cuando se trabaja con coberturas (mulch) no hay necesidad de usar herbicidas (Jansen 2005). La situación es diferente durante el establecimiento de los cultivos, especialmente con el café cultivado a pleno sol o cuando la sombra no está bien establecida. En esta etapa el cultivo es muy sensible a la competencia de las malezas y no puede suprimirlas. Dice el Código que el crecimiento de las malezas normalmente debería ser controlado con cultivos de cobertura tanto como sea posible. El control manual debe procurarse en la medida en que se pueda realizar y cuando los costos sean razonables. Esta estrategia puede ser complementada con algún herbicida de con una toxicidad aguda relativamente baja (clases III o U de la OMS) y con un bajo potencial de infiltración para evitar la contaminación de las aguas subterráneas.

En Tanzania, para reducir el uso de plaguicidas, se desarrollaron algunas recomendaciones específicas en el marco del MIP para manejar los problemas más importantes en café (Jansen 2005). Ellas incluyen manejo de sombra, intercalado con banano, composteo de desechos orgánicos, técnicas de irrigación y control de malezas cuando la cobertura vegetal supera el 50%, p. ej. 4 a 5 veces por año. Nishimoto (1994) ha indicado que en cafetales de bajo insumo o sostenibles las prácticas más promi-

sorias para el control de malezas son el uso de árboles de sombra, coberturas leguminosas, y materia orgánica en descomposición (mulch).

En centro y sur América las coberturas más usuales son las leguminosas, las cuales dan un beneficio adicional mediante la fijación de nitrógeno al suelo, el cual resulta benéfico para el café (PAN UK 1998).

Uno de los mayores comercializadores de café en el mundo –Volcafe– ha detenido el uso de paraquat en sus plantaciones. Una compañía representativa dijo en la Declaración de Berna «Somos de la opinión de que paraquat no es un producto adecuado para el control de malezas. Particularmente por su toxicidad tiene un alto riesgo para los usuarios, también hay razones económicas en contra del producto. Hoy en día hay alternativas más baratas y seguras» (Volcafé 2003).

Banano

En las plantaciones de banano las malezas son un problema porque compiten por agua, nutrientes y luz. La FAO describe las siguientes prácticas más utilizadas en el manejo de malezas:

- Control mecánico: Cortando las malezas 3–4 veces por año y dejándolas en la superficie del suelo se evita la erosión, se demora el rebrote de malezas y se permite el acceso. La siega debe hacerse con cuidado para no dañar los tallos de las plantas de banano ni los racimos.
- Control cultural. Los cultivos de cobertura pueden utilizarse para suprimir el crecimiento de las malezas y han sido ampliamente recomendados. Los pequeños productores desean coberturas que puedan ser aprovechadas. Ha habido buenos resultados con sandías en África Occidental, arvejas en la India o camotes. Kotoky y Bhattacharyya (citado por Terry (1994) mostraron que tanto el peso del racimo como los rendimientos pueden incrementarse significativamente cuando se aplica mulch al suelo (36 toneladas de grana de arroz por hectárea).
- Control químico: Los costos de usar herbicidas varían alrededor del mundo. La mayoría de las veces son inapropiados, especialmente en las naciones más pobres. El glifosato es una opción, pero no es la panacea para los problemas de malezas en banano. Los herbicidas no solo resuelven sino que crean problemas (Terry 1994).

Chiquita ha logrado ciertos alcances sustanciales en la reducción de herbicidas en los últimos años. Bajo el Proyecto Mejores Bananos de Raiforest Alliance, el uso de paraquat se eliminó gradualmente en sus plantaciones. Chiquita de manera ofi-

cial manifiesta que su producción no ha sufrido y que el programa a logrado disminuir costos al haber muchas fincas involucradas en prácticas comunes, incluyendo la reducción en herbicidas hasta de un 80% (WSJ 2000). Esta reducción ha sido posible a través de prácticas de Manejo Integrado de Cultivos, tales como crecimiento bajo sombra, uso mulch, y cultivos de cobertura como *Geophila repens*. Chiquita ha encontrado que el control manual de malezas es eficiente, pero con un incremento en los costos. Donde ha habido dificultades para el establecimiento de coberturas, las malezas han sido agresivas (con favorecimiento de lluvias fuertes). El herbicida usado más a menudo fue glifosato (Jaksch 2002). Sin embargo no por esto se ha dejado de usar paraquat. (PAN 2004). El control químico debería reducirse al mínimo, y de preferencia ser reemplazado enteramente por métodos culturales.

En las plantaciones de banano certificadas por las Organizaciones Internacionales de Comercio Justo (FLO) el uso de herbicidas está prohibido. En una de estas plantaciones, en Colombia, el manejo de las malezas se lleva a cabo con machetes cada 40 días aproximadamente (Mercado 2002). En las Filipinas, un productor de banano orgánico controla las malezas cada 3–4 semanas, especialmente cuando las plantas están recién sembradas. Los residuos de las plantas se descomponen alrededor del tallo, sin entrar en contacto con el resto de la planta. Adicionalmente las malezas son suprimidas por el mulch y por las hierbas y hojas controladas manualmente (Astorga 1998).

8.2 Estándares voluntarios en la prohibición del uso de paraquat

Para apoyar la agricultura sostenible con una base social y ecológica, numerosas organizaciones han desarrollado sellos y certificados en los últimos 15 años. Y ya son muchos los productores que cumplen los requerimientos específicos para optar a tales sellos. Las principales iniciativas han integrado sus criterios en cuanto a los requisitos para los plaguicidas, y todas han prohibido el uso paraquat.

Consejo de Administración Forestal

El Consejo de Administración Forestal (FSC) es una red internacional que promueve el manejo sostenible de plantaciones forestales y bosques. En los últimos 10 años 50 millones de hectáreas en más de 60 países han sido certificadas de acuerdo con los estándares de FSC. Así, varios miles de productos elaborados bajo las normas FSC llevan su sello.

Los criterios de FSC para la Certificación Forestal prohíben lo siguiente:

- plaguicidas de las clases Ia y Ib de la OMS (como aldicarb, parathion o warfarina);
- hidrocarburos clorinados (como aldrin, DDT, dieldrin o lindano);
- Plaguicidas persistentes, bioacumulativos de toxicidad aguda o crónica, identificados por sus características y umbrales definidos (incluyendo metales pesados).

El paraquat está listado en el Anexo 1 (Plaguicidas prohibidos bajo la norma FSC de certificación forestal voluntaria) debido a los siguientes criterios:

- Persistencia: DT50 > 1000 días (El umbral de FSC es una vida media de 100 días);
- Toxicidad: Dosis de referencia (RfD) 0,0045 mg/kg/día (el umbral de FSC es 0,01 mg/kg/día);
- Biomagnificación: El coeficiente de partición Octanol Agua (logKOW) es de 4,47 (El umbral de FSC para logKOW es de 3).

Los criterios de FSC se encuentran disponibles en: www.fsc.org/keepout/en/content_areas/77/28/files/FSC_POL_30_601_FSC_Chemical_Pesticides_Policy_July_2002_07.pdf

Rainforest Alliance

Para Rainforest Alliance la agricultura sostenible es un objetivo central para la conservación de los ecosistemas, esto mediante la conservación de los suelos agrícolas, los ríos y la vida silvestre, promocionando condiciones de vida dignas para los trabajadores agrícolas y las comunidades rurales. Su programa de agricultura sostenible pretende integrar la producción agrícola, la conservación de la biodiversidad y el desarrollo humano. Los agricultores, las compañías, cooperativas y los propietarios de tierras que participan en los programas deben observar rigurosos estándares sociales y ambientales (esto ha sido cuestionado por ONGs, y la forma en que Rainforest Alliance da a conocer su trabajo al público está siendo objetada por una ONG sueca).

En América Latina el área certificada por Rainforest Alliance comprende 129.097 hectáreas; la mayoría son plantaciones de banano (incluyendo todas las de Chiquita) las cuales representan el 46% del área total, seguidas por la de café (42%), cacao (7%) y cítricos (5%).

El estándar y los indicadores de Agricultura Sostenible de Rainforest Alliance definen un criterio para prohibir ciertos plaguicidas, tales como:

- los productos químicos listados por los acuerdos internacionales incluyendo la «Docena Sucia» de Pesticide Action Network (PANNA 1995);
- los productos prohibidos por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos

(US EPA), de la Unión Europea, o cualquier otro producto cuya licencia para algún cultivo no tenga validez.

Este estándar se aplica en café, banano, cacao, flores y cítricos. El paraquat, por estar dentro de la docena sucia, está prohibido en todas las plantaciones y fincas certificadas por Rainforest Alliance.

Los estándares de Agricultura Sostenible y sus indicadores están disponibles en:

www.rainforest-alliance.org/programs/agriculture/certified-crops/documents/standards_indicators_2005.pdf

Organizaciones para sellos de Comercio Justo (FLO)

FLO es la organización que reúne los estándares mundiales para el comercio justo de productos. La certificación se realiza calificando los productos con la marca Fairtrade. Los estándares de comercio justo de FLO existen para café, te, cacao, azúcar, miel, bananos, vegetales y frutas secas, jugos de frutas, arroz, nueces, semillas oleaginosas, flores, plantas ornamentales y algodón. FLO trabaja con 384 organizaciones de productores certificados, que representan casi 500 estructuras de producción y cerca de 800.000 familias de agricultores y trabajadores agrícolas, distribuidos en 48 países de Africa, Asia y América Latina (a mayo del 2004).

Los estándares genéricos de las organizaciones de comercio justo para pequeños productores prohíben el uso de plaguicidas que se encuentren en las clases Ia y Ib, la docena sucia, o los plaguicidas bajo los procedimientos de Consentimiento Previo Informado de las Naciones Unidas (tomando en cuenta las actualizaciones). Criterios similares aplican dentro de los estándares de contratos de producción. Específicamente, los estándares de Comercio Justo para banano no permiten el uso de herbicidas. El paraquat está prohibido en la producción de todos los bienes etiquetados como Comercio Justo. Por otro lado este plaguicida está clasificado como un «Mal Actor» (PANNA 2002).

Los estándares de Comercio Justo para la agricultura están disponibles en:

www.fairtrade.net/sites/standards/sp.html

El Código Común de la Comunidad Cafetera (CCCC)

El Código Común de la Comunidad Cafetera es una iniciativa que reúne a productores de café, comercializadores e industrias (incluyendo Nestlé, Kraft Foods, Sara Lee, y otros), sindicatos y ONGs sociales

y ambientales. Tiene como objetivo el establecer un código de conducta global tendiente a la sostenibilidad social, ambiental y económica a nivel productivo, procesamiento y comercialización del café verde. La CCCC fue lanzada en septiembre del 2004.

Con base en el concepto de Mejoramiento Continuo, el código aplica una clasificación con un sistema de colores. En los sistemas de producción cafetalera las prácticas no deseadas llevan un criterio rojo, las intermedias uno amarillo y las deseables un criterio verde. Con el criterio rojo las prácticas cuestionadas necesitan ser descontinuadas dentro de un periodo de 3 a 5 años; el amarillo indica que la práctica ha de ser mejorada en los próximos 10 años; la evaluación verde se le da a aquellas prácticas consideradas como adaptadas a la producción de café sostenible.

Los agroquímicos utilizados en la producción de café en los distintos países se clasifican como rojos, amarillos y verdes según sus características toxicológicas. Las recomendaciones de las CCCC con respecto a los agroquímicos señalan que la mayoría de los productores son pequeños propietarios que no están familiarizados con el uso de agroquímicos y a menudo no saben como usarlos correctamente ni como protegerse. Es por esta razón que la categorización de los diferentes agroquímicos se basa principalmente en su toxicidad aguda. Los herbicidas paraquat, 2,4-D, acetocloro, alaclor y diuron están clasificados en rojo. Estos herbicidas tienen que ser sustituidos en un período de 3 a 5 años. Las recomendaciones establecen explícitamente que el paraquat se debe prohibir tan pronto como sea posible.

Las recomendaciones de las CCCC para la protección de plantaciones están disponibles en:

www.evb.ch/p25008925.html

8.3 Resumen

El manejo integrado de malezas, basado en la diversificación de prácticas culturales y cultivos representan un método de control viable. Incluye cultivos de cobertura, uso de mulch, control mecánico, selección de cultivos tolerantes o resistentes y otras prácticas culturales. El uso de paraquat ha sido prohibido por la mayoría de las organizaciones certificadoras (FLO, FFC, Rainforest Alliance), compañías (Chiquita) e iniciativas internacionales (CCCC). Hay un gran número de productores certificados por estas entidades y los estándares voluntarios han demostrado que existen alternativas al paraquat efectivas y económicas.

9 Conclusiones y Recomendaciones

9.1 Conclusiones

1. El paraquat tiene toxicidad aguda y puede llegar a dañar los pulmones varios días después de ser absorbido. Los trabajadores que entran en contacto con paraquat después de periodos prolongados frecuentemente adquieren lesiones en la piel o dermatosis, incrementando el riesgo de absorber paraquat por vía cutánea. No hay antídoto para la intoxicación con paraquat.

Pueden ocurrir efectos agudos de manera frecuente en los usuarios del paraquat, incluyendo daños oculares, sangrados nasales, irritación y quemaduras en la piel u otras partes del cuerpo.

La exposición crónica a paraquat incrementa la probabilidad del riesgo a desarrollar el mal de Parkinson y puede conducir a pequeñas pero significativas alteraciones en el intercambio gaseoso pulmonar. Hay evidencias de que la salud reproductiva se afecta, así como la ocurrencia de genotoxicidad, linfoma o precancerosis de piel.

2. En los países en desarrollo el paraquat se utiliza en condiciones de alto riesgo. Los equipos de protección personal no están disponibles para una gran cantidad de trabajadores o son imposibles de utilizar en los climas calientes y húmedos. Los equipos de aspersión carecen de mantenimiento y no existen suficientes instalaciones para el cuidado de la higiene personal. En estos países las medidas de seguridad inadecuadas y las condiciones de trabajo peligrosas son la norma y no la excepción. Hay una diferencia abismal entre la prácticas recomendadas o requeridas y las prácticas que se dan en el campo.

En los Estados Unidos se estudió la exposición de los trabajadores al paraquat cuando utilizan bombas de espalda. El resultado encontrado hizo ver que los márgenes de exposición fueron inaceptables, así como los equipos protectores.

3. Una gran proporción de trabajadores que utilizan paraquat carecen de conocimientos acerca de los riesgos para la salud y los efectos de la exposición crónica a los plaguicidas, incluido el paraquat. Entre los trabajadores agrícolas prevalecen las enfermedades cutáneas que conducen a un incremento en la absorción de paraquat, aún cuando se utiliza ropa protecto-

ra. A menudo hay contaminación de la piel y la ropa con el goteo de los aplicadores, por derrames accidentales, o por residuos que quedan en las botas. Las instalaciones médicas en la mayoría de las zonas rurales están subequipadas o del todo no disponen de tratamientos para las intoxicaciones agudas, o lesiones causadas por plaguicidas. Para una intoxicación con paraquat no hay tratamiento efectivo.

4. Como consecuencia de los tres factores antes mencionados, las lesiones en la piel y las intoxicaciones agudas por la exposición ocupacional, ocurren una y otra vez. En varios países, el paraquat es el ingrediente activo que lleva al mayor número de envenenamientos. Las intoxicaciones no letales son numerosas y las muertes son recurrentes. En América Central se ha estimado que entre 82,2–97,8% de las intoxicaciones no fatales no se reportan. Este es un problema común y ampliamente conocido en muchos países en desarrollo.

En vista de las propiedades peligrosas y de toxicidad aguda del paraquat (daños en la piel, absorción, efectos que tardan en mostrarse, ausencia de antídoto), en muchos países su utilización, sin poner en riesgo la salud, no es posible.

5. Los estándares de seguridad en los países del norte difieren de los del sur. Las legislaciones nacionales sobre salud y seguridad a menudo son insuficientes. La exposición a plaguicidas de toxicidad aguda (incluido el paraquat) tiene un riesgo significativo, tanto para los trabajadores agrícolas como para los propietarios.

Muchos países no han ratificado los convenios de la Organización Internacional del Trabajo en las áreas de salud y seguridad ocupacional. A menudo no se han implementado estándares aceptables. La mayoría de las veces, los trabajadores no reciben compensaciones por los salarios perdidos o por los costos en que han incurrido por enfermedades causadas por los plaguicidas. Los trabajadores que han demandado a sus patrones por enfermedades ocupacionales, rara vez logran obtener pagos compensatorios y cuando los reciben, los montos son por lo general desproporcionados.

Los suicidios con Paraquat son comunes y provocan una muerte extremadamente dolorosa y lenta. El problema de los suicidios con

- pesticidas es completamente diferente al envenenamiento involuntario en el lugar de trabajo. Es por esto que la utilización de pesticidas requiere ciertas medidas de seguridad, como la mejora de los servicios de asistencia psicológica a nivel de la comunidad, así como la restricción de acceso o la prohibición de la utilización de pesticidas altamente tóxicos, utilizados con frecuencia para cometer un suicidio.
6. Los programas educativos sobre prácticas menos peligrosas, dirigidos a trabajadores que utilizan plaguicidas, son muy importantes. Debe hacerse un enfoque hacia programas MIP para reducir el uso de plaguicidas. Los programas llevados a cabo por la industria, no han alcanzado a una cantidad significativa de agricultores. La educación sola, en los países en desarrollo, tampoco puede llevar a una reducción del riesgo a niveles aceptables, especialmente cuando se trata de los plaguicidas de la clase Ia, Ib, y II. Los estándares para los equipos de aplicación o los cambios en su diseño para reducir la exposición, tienen un alcance limitado y son difíciles de implementar, especialmente en los países del sur.
 7. El paraquat ofrece un peligro agudo para pequeños mamíferos, aves, insectos benéficos y peces (cuando se aplica dentro o cerca de las superficies de las aguas). Han muerto liebres que han comido plantas asperjadas con paraquat. Aves en nidos terrestres han visto afectada su reproducción.

Se han determinado en aguas superficiales y para consumo, residuos de paraquat sobre los límites.
 8. La lenta degradación del paraquat en los suelos hace que éste se acumule. El suelo tiene una limitada capacidad para absorber fuertemente e inactivar el paraquat, especialmente cuando hay ciertos tipos de arcillas o están en bajas concentraciones. La capacidad de inactivación se puede reducir aun más, si hay otros cationes, como los provenientes de los fertilizantes. La no labranza facilita la acumulación del paraquat en las capas más superficiales del suelo. En donde el paraquat no se logra degradar lentamente y donde la capacidad de adsorción es reducida, llega un momento en que los suelos no pueden inactivar el paraquat. Entonces éste se vuelve disponible y tóxico para las plantas.

9.2 Recomendaciones

1. El Foro Intergubernamental sobre Seguridad Química, recomienda la prohibición (o la restricción en la disponibilidad y uso) de los plaguicidas con toxicidad aguda y/o aquellos asociados con frecuentes y severos incidentes de envenenamiento (IFCS 2003). Las intoxicaciones frecuentes y las muertes recurrentes por la exposición ocupacional al paraquat continúan ocurriendo, sobre todo en los países en desarrollo. Es necesario tomar acciones para prohibir la distribución y uso de paraquat de manera inmediata en los países en desarrollo. Esto, por los riesgos ecológicos y a la salud, que resultan del uso del paraquat y su exposición por tiempos prolongados; también por el mal uso, los países industrializados deberían disminuir paulatinamente el paraquat para prevenir daños innecesarios.
2. Por las propiedades peligrosas del paraquat (toxicidad aguda, potencial de daño en la piel y posterior absorción, efectos demorados, ausencia de antídoto), la clasificación de peligro debe ser revalorada por la Organización Mundial de la Salud.
3. Los gobiernos tienen la responsabilidad de valorar los riesgos de los plaguicidas utilizados en las condiciones existentes, tomando nota de la condición general de salud de los trabajadores y de los estándares en salud ocupacional, implementando las medidas para reducir el riesgo.
Hay que asignar una alta prioridad a la reducción de riesgos en los trabajadores agrícolas por la exposición a los plaguicidas, en particular al paraquat, especialmente en los países en desarrollo. Se deben monitorear los residuos en alimentos, aguas y medio ambiente. Los gobiernos deben cancelar la autorización de los plaguicidas como paraquat, cuando el riesgo para los trabajadores o para el público en general, llegue a niveles inaceptables. Las decisiones con respecto al manejo del riesgo, se deben basar tanto en evidencias disponibles (publicadas por expertos científicos, sindicatos u ONGs, autoridades nacionales o internacionales), como en un enfoque de prevención, donde los peligros sean potenciales.
4. De acuerdo con el Código de Conducta de la FAO, los fabricantes tienen la responsabilidad de reevaluar periódicamente los riesgos de sus productos, incluido el paraquat, bajo condiciones normales de uso, para basar sus directrices en las conclusiones surgidas con la revaloración. En vista de los hechos presentados en este reporte, una evaluación solo podrá llevar a retirar el paraquat que existe en el mercado alrededor del mundo.
5. Los trabajadores tienen la responsabilidad de seguir estrictamente las indicaciones del fabricante y de utilizar apropiadamente el equipo protector. Sin embargo, esto no puede ser posible bajo las condiciones prevalecientes. Por lo tanto, los trabajadores deben tener una protección adicional, dada por una legislación nacional, que restrinja la disponibilidad de plaguicidas, particularmente peligrosos, como el paraquat.
6. Las organizaciones internacionales tienen un rol destacado en la mitigación de los riesgos relacionados con el uso de plaguicidas y para establecer estándares de salud y seguridad ocupacional. A nivel internacional, los programas para promover la salud pública y la salud, la seguridad química para los trabajadores, en particular el Código de Conducta para la Distribución y Uso de Plaguicidas de la FAO, son invaluable, especialmente para países que no tienen la capacidad de hacerlo. El Convenio De Rotterdam Sobre El Procedimiento De Consentimiento Fundamentado Previo para ciertos plaguicidas peligrosos en el comercio internacional, es uno de los instrumentos para regular el flujo global de químicos que son peligrosos para el medio ambiente y la salud. Mientras se continúe dando la distribución y uso de paraquat, la regulación debe establecerse a nivel internacional y nacional.
7. La Declaración de Berna, Pesticide Action Network International (PAN) y la Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina (RAP-AL), en conjunto con varias organizaciones no gubernamentales y sindicatos, incluyendo la «International Union of Food, Agricultural, Hotel, Restaurant, Catering, Tobacco and Allied Workers' Associations» (UITA), demandan una prohibición global del paraquat.

Bibliografía

- (Los abstracts Pub Med están disponibles en el sitio web de la US National Library of Medicine:
→ <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?db=PubMed&itool=toolbar;search=author>)
- (ACI:) Agro-Chemi Industry Co., Ltd., Noxzone (product label), Thailand (no year; sold in 2005)
- (ACS:) American Chemistry Council, Responsible Care: managing product safety, Arlington, VA 2005 3
→ <http://responsiblecare-us.syscomservices.com/product.asp>
- Agrow, First growth in global agrochemical market for a decade, Agrow 466, London: PJB Publications, 18 February 2005. Available from publisher at
→ <http://www.pjbpubs.com/agrow>
- Ak'habuhaya J, African regulators starved of resources, Pesticides News 58, p. 15, 2002
→ <http://www.pan-uk.org/pestnews/pn58/pn58p15.htm>
- Akhabuya I, Castello L, Dinham B, Ekström G, Huan NH, Hurst P, Petterson S, and Wesseling C, Multi-stakeholder collaboration for reduced exposure to pesticide in developing countries – Recommendations to Sida with warticular reference to Costa Rica, Tanzania and Vietnam, 2000
→ http://www.pan-uk.org/briefing/SIDA_FIL/index.htm
(Proceedings 2001:
→ <http://www.pan-uk.org/Internat/globinit/prdcproc.htm>)
- Alberdi JL, Sáenz ME, Di Marzio WD, and Tortorelli MC, Comparative acute toxicity of two herbicides, paraquat and glyphosate, to *Daphnia magna* and *D. spinulata*, Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 57, 229–235, 1996
- Amador M (1998), Sad record for Limon: bananas that poison, In: Foro Emaus, The secret accounts of a banana enclave, 1998
→ http://members.tripod.com/foro_emaus/3ing.html
- Ambrus A, Hamilton DJ, Kuiper HA, and Racke KD, Significance of impurities in the safety evaluation of crop protection products, Pure and Applied Chemistry 75(7), 937–973, 2003
→ <http://www.iupac.org/publications/pac/2003/7507/7507x0937.html>
- Ames R, Howd R, and Doherty L, Community exposure to paraquat drift, Archives of Environmental Health 48(1), 47–52, 1993
- Anderson KD, and Scerri GV, A case of multiple skin cancers after occupational exposure to pesticides, British Journal of Dermatology 149(5), 1088–1089, 2003
- Andersohn C, phytotoxische Wirkungen von gelöster organischer Substanz (DOM) mit Paraquat, 2,4-D und Naphthalin (PhD thesis), Berlin: Technische Universität 2002
→ http://edocs.tu-berlin.de/diss/2002/andersohn_cornelia.pdf
- Angehrn B, Plant protection agents in developing country agriculture: Empirical evidence and methodological aspects of productivity and user safety (PhD thesis), Zurich: ETH 1996
- (ANJ:) Agricultura Nacional de Jalisco, S.A. de C.V., Anaquat (product label), Tlaquepaque Jalisco, México, In: Thomson PL, Diccionario de especialidades agroquímicas, México 2004
- An Luong N, and Quoc Nam D, Safety and the sound use of pesticides in agricultural production: an important approach to the protection of human health and sustainable development in Vietnam, Asian-Pacific Newsletter on Occupational Health and Safety 3, 64–65, 1999
→ <http://www.ttl.fi/Internet/English/Information/Electronic+journals/Asian-Pacific+Newsletter/1999-03/04.htm>
- Arroyave ME, Pulmonary obstructive disease in a population using paraquat in Colombia, In: Forget G, Goodman T, and de Villiers A (eds), Impact of pesticide use on health in developing countries, Proceedings of a symposium held in Ottawa, Canada, 17–20 September 1990, 85–93, Ottawa, Canada: International Development Research Centre 1990
- Ashford NA, Castleman B, Frank AL, Giannasi F, Goldman LR, Greenberg M, Huff T, Joshi KT, LaDou J, Lemen RA, Mattoni C, O'Neil R, Richter E, Silbergeld EK, Teitelbaum DT, Thebaud-mony A, Tomatis L, and Watterson A, The International Commission on Occupational Health (ICOH) and its influence on international organizations, International Journal of Occupational and Environmental Health 8(2), 156–162, 2002

- Ashford D, and Reeves W, Rolling and crimping: scientists study alternative cover crop kill method, Highlights Online 48(3), 2001
 → <http://www.spcru.ars.usda.gov/Pubs/Rolling%20and%20crimping.htm>
- Astorga Y, The environmental impact of the banana industry: a case study of Costa Rica, 1998
 → http://www.bananalink.org.uk/documents/Current_Environmental_Impact_by_Y_Astorga.doc
- (ASU:) Agriculture Siam Universal Co., Ltd., Paraquat, Thailand 2001 Athanaselis S, Quammaz S, Alevisopoulos G, and Koutselinis A, Percutaneous paraquat intoxication, Journal of Toxicology: Cutaneous and Ocular Toxicology 2, 3–5, 1983 (quoted by Garnier (1995))
- Atkin J, and Leisinger K (eds), Safe and effective use of crop protection products in developing countries, Oxford: CABI Publishing 2000 Atkins PW, Physical chemistry (third edition), Oxford: OUP 1986
- ATS and ERS, (American Thoracic Society and European Respiratory Society), Idiopathic pulmonary fibrosis: diagnosis and treatment – International consensus statement, American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine 161(2), 646–664, 2000
 → <http://ajrccm.atsjournals.org/cgi/content/full/161/2/646>
- ATS (American Thoracic Society), Respiratory hazards in agriculture (chapter 4), American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine 158 (5 Pt 2), S1–S76, 1998
 → <http://www.thoracic.org/adobe/statements/agriculture1-79.pdf>
- Atuniassi UR, and Gandolfo MA, Periodic inspection of crop sprayers: results according to age of sprayer, Journal of Environmental Science and Health Part B 40(1), 195–200, 2005
 → <http://taylorandfrancis.metapress.com/link.asp?id=v4b1j483h4pb0d3m> (abstract)
- Bachurin SO, Tkachenko SE, and Lermontova NN, Pyridine derivatives: structure-activity relationships causing parkinsonism-like symptoms, Reviews of Environmental Contamination and Toxicology 122, 1–36, 1991
- Bade BL, Is there a doctor in the field? Underlying conditions affecting access to health care for California farmworkers and their families, CPRC report, California: University of California 1999
 → <http://www.ucop.edu/cprc/badedoctorrpt.pdf>
- Bailey GW, and White JL, Herbicides: a compilation of their physical, chemical, and biological properties, Residue Reviews 10, 97–122, 1966
- Bailey JD, Safer pesticide packaging and formulations for agricultural and residential applications, Reviews of Environmental and Contamination Toxicology 129, 17ff, 1992
- Ballantyne B, Marrs TC, and Turner P (eds), General & applied toxicology (abridged edition), 474–476, Basingstoke, England: Macmillan 1995
- Ballard TJ, and Calvert GM, Surveillance of acute occupational pesticide-related illness and injury: the US experience, Annali dell' Istituto Superiore di Sanita 37(2), 175–179, 2001
 → <http://www.iss.it/publ/anna/2001/2/372175.pdf>
- Bàrberi P, Preventive and cultural methods for weed management, In: Labrada R (ed), Weed management for developing countries, addendum 1, Rome: FAO 2003
 → http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/006/Y5031E/y5031e00.htm
- Baselt RC, Paraquat, In: Biological monitoring methods for industrial chemicals, 2nd ed., 240–243, Littleton, Ma.: PSG Publishing 1988 (quoted by Garnier (1995))
- Baselt RC, and Cravey RH, Paraquat, In: Disposition of toxic drugs and chemicals in man, 3rd ed., 637–640, Chicago: Year Book Medical Publishers 1989 (quoted by Garnier (1995))
- Bataller R, Bragulat E, Nogue S, Gorbis MN, Bruguera M, and Rodes J, Prolonged cholestasis after acute paraquat poisoning through skin absorption, American Journal of Gastroenterology 95(5), 1340–1343, 2000
 → <http://dx.doi.org/10.1111/j.1572-0241.2000.02021.x> (abstract)
- Berne Declaration (BD), Reply of the Swiss Federal Council to the motion by J. Zisyadis to ban paraquat in Switzerland (translation into English), 2002 (and reference therein: SFC 2002)
 → http://www.evb.ch/index.cfm?page_id=1832&archive=none

- Bertsias GK, Katonis P, Tzanakakis G, and Tsatsakis AM, Review of clinical and toxicological features of acute pesticide poisonings in Crete (Greece) during the period 1991–2001, *Medical Science Monitor* 10(11), CR 622–627, 2004
→ http://www.medscimonit.com/pub/vol_10/no_11/3678.pdf
- Betz H-G, Das Verhalten von Paraquat in einem ausgedehnten Entwässerungssystem: Ein Beitrag zum Problem der chemischen Grabenentkrautung (PhD thesis), Kiel: Christian-Albrechts-Universität 1975
- Bismuth C, and Hall A, Pulmonary sequelae in poisoning survivors, In: Bismuth C, and Hall AH (eds), *Paraquat poisoning: mechanisms, prevention, treatment*, 349–355, New York 1995
- Bismuth C, Hall A, and Wong A, Paraquat ingestion exposure: symptomatology and risk, In: Bismuth C, and Hall AH (eds), *Paraquat poisoning: mechanisms, prevention, treatment*, 195–210, New York: Marcel Dekker 1995 73
- Blanco LE, Aragón A, Lundberg I, Lidén C, Wesseling C, and Nise G, Determinants of dermal exposure among Nicaraguan subsistence farmers during pesticide applications with backpack sprayers, *Annals of Occupational Hygiene* 49(1), 17–24, 2005
→ <http://annhyg.oxfordjournals.org/cgi/content/full/49/1/17>
- (BLW:) Bundesamt für Landwirtschaft, Direktsaat im Praxisversuch, *Agrarforschung* 8(1), 4–28, 2001
- Boden L, Workers' compensation, In: Levy BS, and Wegman DH (eds), *Occupational health: recognizing and preventing work-related diseases and injuries*, 237–256, Philadelphia, PA 2000
- Boleij JS, Buringh E, Heerderik D, and Kromhout H, *Occupational hygiene of chemical and biological agents*, Amsterdam: Elsevier 1995
- Bonneh-Barkay D, Langston WJ, and Di Monte DA, Toxicity of redox cycling pesticides in primary mesencephalic cultures, *Antioxidants and Redox Signaling* 7(5–6), 649–653, 2005
→ <http://www.liebertonline.com/doi/abs/10.1089/ars.2005.7.649>
- Boodram N, The fate of agro-chemicals in the land-water interface, with reference to St Lucia and the wider Caribbean, Impact and amelioration of sediment and agrochemical pollution in Caribbean coastal waters, project reports (R7668), report 4, St. Lucia, West Indies 2002
→ http://p15166578.pureserver.info/MRAG/Projects_R7668.htm
- Botella R, Sastre A, and Castells A, Contact dermatitis to paraquat, *Contact Dermatitis* 13(2), 123–124, 1985
Branson DH, and Sweeney M, Pesticide personal protective clothing, *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* 122, 81–109, 1991
- Brook EM (ed), *Suicide and attempted suicide*, Public Health Papers 58, Geneva: WHO 1974 (quoted by Wesseling et al (1993))
- Brown GD, Protecting workers' health and safety in the globalising economy through international trade treaties, *International Journal of Environmental and Occupational Health* 11(2), 207–209, 2005
→ http://www.ijoe.com/pfds/IJOEH_1102_Brown.pdf
- Bryant R, Agranova, Personal communication to Brian Halweil on 17 July 2001, with data adjusted for inflation using US Commerce Department, Bureau of Economic Analysis, US implicit GNP price deflator,
→ <http://www.bea.doc.gov/bea/dn/st-tabs.htm> (quoted by Halweil (2002))
- Bowles JR, Suicide in western Samoa: an example of a suicide prevention program in a developing country, In: Diekstra RFW, Gulbinat W, Kienhorst I, and de Leo D (eds), *Preventive strategies on suicide*, 173–206, Leiden: EJ Brill 1995 (quoted by WHO (2002))
- Buckley NA, Eddleston M, and Szynicz L, Oximes for acute organophosphate pesticide poisoning, *Cochrane Database of Systematic Reviews* 1, CD005085, 2005
→ <http://www.mrw.interscience.wiley.com/cochrane/clsysrev/articles/CD005085/frame.html>
- BVL (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit), Datenblatt: Gramoxone Extra (Anwendungsliste (alle Anwendungen): use restrictions), Braunschweig, Germany 2005
→ http://psm.zadi.de/8080/psm/jsp/DatenBlatt.jsp?kennr=023612-00_74
- Cabrera M, Con los damnificados por el Paraquat: por la defensa de la ley y la vida, Montevideo, Uruguay: UITA 2003
→ <http://www.rel-uita.org/agricultura/agrotoxicos/paraquat.htm>

- Caldart CC, Are workers adequately compensated for injury resulting from exposure to toxic substances? An overview of worker compensation and suits in tort, In: Homburger F, and Marquis JK, Chemical safety regulation and compliance, 92–98, Basel: Karger 1985
- Calderbank A, and Farrington JA, The chemistry of paraquat and its radical, In: Bismuth C, and Hall AH (eds), Paraquat poisoning: mechanisms, prevention, treatment, 89–106, New York 1995
- Cantor A, and Young-Holt B, Pesticide-related symptoms among farm workers in rural Honduras, *International Journal of Occupational and Environmental Health* 8(1), 41–45, 2002
- Cappelletti G, Maggioni MG, and Maci R, Apoptosis in human lung epithelial cells: triggering by paraquat and modulation by antioxidants, *Cell Biology International* 22(9–10), 671–678, 1998
→ <http://dx.doi.org/10.1006/cbir.1998.0305> (abstract)
- Casey P, and Vale JA, Deaths from pesticide poisoning in England and Wales: 1945–1989, *Human and Experimental Toxicology* 13(2), 95–101, 1994
- Cassidy N, and Tracy JA, Morbidity and mortality following inadvertent poisoning with decanted chemicals, *Irish Medical Journal* 98(6), 175–178, 2005
→ http://imj.ie/Issue_detail.aspx?pid=537&type=Papers
- Castro-Gutiérrez N, McConnell R, Andersson K, Pacheco-Anton F, and Hogstedt C, Respiratory symptoms, spirometry and chronic occupational paraquat exposure, *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health* 23(6), 421–427, 1997
→ http://www.sjweh.fi/show_abstract.php?abstract_id=264 (abstract)
- (CDMS:) Crop Data Management Systems, Inc., Product (brand name): «Gramoxone Max»; «Cyclone Max» (specimen labels), Greensboro, NC: Syngenta Crop Protection, Inc. 2001 & 2004
→ <http://www.cdms.net/manuf/manuf.asp>
- (CDMS:) Crop Data Management Systems, Inc., Material data sheet («Gramoxone»), Greensboro, NC: Syngenta Crop Protection, Inc. 2003
→ <http://www.cdms.net/ldat/mp0G0002.pdf>
- (CDPR:) California Department of Pesticide Regulation, Pesticide Illness Survey, reports 1998–2003
→ <http://www.cdpr.ca.gov/docs/whs/pisp.htm>
- (CDPR:) California Department of Pesticide Regulation, California Code of Regulations, Division 6: Pesticides and pest control operations (last updated in July 2001)
→ http://www.cdpr.ca.gov/docs/inhouse/calcode/chapter_.htm
- (CE:) The California Endowment, *Suffering in silence: a report on the health of California's agricultural workers*, Woodland Hills, CA 2000
→ http://www.calendow.org/program_areas/agricultural_worker_health.stm
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC), Case definitions for chemical poisoning: Paraquat, *Morbidity and mortality weekly report* 54(RR01), 1–24, 2005
→ <http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/rr5401a1.htm>
- Centre d'Etude et de Développement Agricole Cambodgien (CEDAC), *Pesticide use consequence in Cambodia*, Phnom Penh, Cambodia 2004
- (CFR:) Code of Federal Regulations, Pesticide registration and classification procedures, Title 40, volume 21, section 152.175, Washington, DC 2003
→ http://www.access.gpo.gov/nara/cfr/waisidx_03/40cfr152_03.html
- (CG:) Contact Group Co, Ltd., Corizone (product label), Thailand (no year, sold in 2005)
Chambron AC, *Bananas: the «green gold» of the TNCs*, 1999
→ http://www.bananalink.org.uk/documents/Bananas._The_Green_Gold_of_the_TNCs.doc
- Chester G, Gurunathan G, Jones N, and Woollen BH Occupational exposure of Sri Lankan tea plantation workers to paraquat, *Bulletin of the World Health Organization* 71(5), 625–632, 1993
→ [http://whqlibdoc.who.int/bulletin/1993/Vol71-No5/bulletin_1993_71\(5\)_625-632.pdf](http://whqlibdoc.who.int/bulletin/1993/Vol71-No5/bulletin_1993_71(5)_625-632.pdf)
- Chester G, Adam AV, Inkmann Koch A, Tuinman CP, Field evaluation of protective equipment for pesticide operators in tropical climate, *La Medicina del Lavoro* 81(6), 480–488, 1990

- Chester G, and Woollen BH, Studies of the occupational exposure of Malaysian plantation workers to paraquat, *British Journal of Industrial Medicine* 39(1), 23–33, 1982
- Chowdhury AN, and Banerjee S, Pesticides and suicide epidemic among Indian farmers: a grave health challenge, *Indian Journal of Social Psychiatry* 17(1–4), 62–69, 2001
- Cole DC, Human health and agroecosystems: making the links, In: Blair R, Rajamahendran R, Stephens LS, and Yang MY, *New Directions in Animal Production Systems, Proceedings of the Annual Meeting of the Canadian Society of Animal Science, Vancouver, BC, July 5–8, 1998*
 → http://web.idrc.ca/en/ev-3416-201-1-DO_TOPIC.html
- Constenla MA, Riley D, Kennedy SH, Rojas CE, Mora LE, and Stevens JE, Paraquat behaviour in Costa Rican soils and residues in coffee, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 38, 1985, 1990
 → http://pubs.acs.org/cgi-bin/abstract.cgi/jafcau/1990/38/i10/f-pdf/f_jf00100a022.pdf (abstract)
- Cory-Slechta DA, Thiruchelvam M, Richfield EK, Barlow BK, and Brooks AI, Developmental pesticide exposures and the Parkinson's disease phenotype, *Birth Defects Research part A: Clinical and Molecular Teratology* 73(3), 136–139, 2005
 → <http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/109934130/HTMLSTART>
- (CPM:) Hicks BR (ed), *Crop protection innovation on display in Basel, Crop Protection Monthly* 153, p. 3, 2002
 → <http://www.crop-protection-monthly.co.uk/Archives/CPMAug2002Indexed.doc>
- Croplife International, *Safe use pilot projects, Brussels 1998*. Available at
 → <http://www.croplife.org/librarypublications.aspx>
- Crop Protection (M) Sdn Bhd, *CSH-Paraquat (product label)*, Selangor, Malaysia 2004
 (CSI:) Chem Service Inc., *PS-366 Paraquat, material safety data sheet*, West Chester, PA 1990
 → <http://msds.ehs.cornell.edu/msds/msdsdod/a241/m120305.htm>
- (CSC:) Ciba Specialty Chemicals, *Responsible Care guiding principles*, Basel, Switzerland 2005
 → <http://www.cibasc.com/index/cmp-index/cmp-worldwide/cmp-countries/cmp-ww-germany/cmp-ww-de-ehs/cmp-ww-de-ehs-responsiblecare.htm>
- Cunningham-Parmeter K, *A poisoned field: farmworkers, pesticide exposure, and tort recovery in an era of regulatory failure, Review of Law and Social Change* 28(3/4), 431–505, 2004
- Dalvie MA, White N, Raine R, Myers JE, London L, Thompson M, and Christiani DC, Long term respiratory health effects of the herbicide, paraquat, among workers in the Western Cape, *Occupational and Environmental Medicine* 56(6), 391–396, 1999
 → <http://oem.bmjournals.com/cgi/reprint/56/6/391>
- Dalvie MA, London L, and Myers JE, Respiratory health effects due to long-term low-level paraquat exposure (correspondence), *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 172(5), 646–647, 2005
 → <http://ajrcm.atsjournals.org/cgi/content/full/172/5/646>
- Damanakis M, Drennan DS, Fryer JD, and Holly K, The adsorption and mobility of paraquat on different soils and soil constituents, *Weed Research* 10, pp. 264–77, (278ff; 305ff), 1970
- Dasgupta TP, and Perue C, *Toxicity review for agrochemicals in St. Lucia and Jamaica, MRAG Land Water Interface Projects, Impact and amelioration of sediment and agrochemical pollution in Caribbean coastal waters, project reports (R7668), report 3, Kingston, Jamaica 2003*
 → http://p15166578.pureserver.info/MRAG/Projects_R7668.htm
- Davanzo F, Settini L, Faraoni L, Maiozzi P, Travaglia A, and Marcello I, [Agricultural pesticide-related poisonings in Italy: cases reported to the Poison Control Centre of Milan in 2000–2001] [Article in Italian], *Epidemiologia e Prevenzione* 28(6), 330–337, 2004 (Back issues available at
 → <http://www.zadig.it/eprev/>)
- (DB:) Deutsche Bank, *Information provided at R&D event for stock analysts, August 2005*
 de Silva CD, and Ranasinghe J, Toxicity of four commonly used agrochemicals on *Oreochromis niloticus* (L.), *Asian Fish Science* 2, pp. 135ff, 1989 (quoted by Hall (1995))
- Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), *MAK- und BAT-Werte-Liste 2004: Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen und Biologische Arbeitsstofftoleranzwerte*, Weinheim: Wiley 2004

- Di Benedetto C, Lux C, Riley K, Willman A, Yaeger K, Yappa S, Institutional, economic and social factors that affect herbicide use in coffee production in Costa Rica, School for Field Studies 2000
 → <http://www.swarthmore.edu/es/WillmanSFSpaper/WillmanSFScoffee.html>
- Di Marzio WD, Alberdi JL, Sáenz ME, Tortorelli MC, Effects of paraquat (Osaquat® formulation) on survival in male and female adults of *Cnesterodon dcmaculatus* (Pisces, Poeciliidae), *Environmental Toxicology and Water Quality* 13(1), 55–59, 1998
 → <http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/abstract/10008633/ABSTRACT>
- Dinham B, Agrochemical markets soar – pest pressures or corporate design? *Pesticides News* 68, 9–11, 2005
 → <http://www.pan-uk.org/pestnews/pn68/pn68p9.htm>
- Dinham B, Why paraquat should be banned, *Outlooks on pest management* 15(6), 267–270, December 2004 77
- Dinham B, Safe use or sustainable agriculture – the battle for hearts and minds, *Pesticides News* 28, p. 8, 1995
 → <http://www.pan-uk.org/pestnews/pn28/pn28p8.htm>
- Dinham B, 2003, The Perils of Paraquat: Sales targeted at developing countries, *Pesticides News*, June 2003.
 → <http://www.pan-uk.org/pestnews/pn60/pn60p4.htm>
- (DPI:) Department of Primary Industries and Fisheries, Queensland Government, Broadacre field crops: how toxic are your herbicides on your property? Brisbane, Queensland 2004
 → <http://www.dpi.qld.gov.au/fieldcrops/3938.html>
- Dirección de Sanidad Vegetal (DSV) Ministerio de Agricultura y Ganadería, Autorización de plaguicidas, San José, Costa Rica (no year)
- Drucker A, Cowder B, Alvarado J, Gonzalez R, and Rubio O, Economic evaluation of the occupational health impact of agrochemical use in Yucatan, Mexico, Paper presented at the conference, 25th World Congress on Occupational Safety and Health, 12–14 April, São Paulo, Brazil 1999 (quoted by Giuffrida et al 2001)
- D'Souza UJ, Zain A, Raju S, Genotoxic and cytotoxic effects in the bone marrow of rats exposed to a low dose of paraquat via the dermal route, *Mutation Research* 581(1–2), 187–190, 2005
 → <http://dx.doi.org/10.1016/j.mrgentox.2004.10.019>
- (EASHW:) European Agency for Safety and Health at Work, The State of Occupational Safety and Health in the European Union – Pilot Study, Luxembourg 2000
 → http://osha.eu.int/publications/reports/402/index_36.htm
- (EC:) see European Commission (below)
- Easter EP, and Nigg HN, Pesticide protective clothing, *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* 129, 1–16, 1992
- Eddleston M, Karalliedde L, Buckley N, Fernando R, Hutchinson G, Isbister G, Konradsen F, Murray D, Piola JC, Senanayake N, Sheriff R, Singh S, Siwach SB, Smit L, Pesticide poisoning in the developing world – a minimum pesticides list, *The Lancet*, 360(9340), 1163–1167, 2002
 → [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(02\)11204-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(02)11204-9)
- Eddleston M, Patterns and problems of deliberate self-poisoning in the developing world, *Quarterly Journal of Medicine* 93(11), 715–731, 2000
 → <http://qjmed.oxfordjournals.org/cgi/content/full/93/11/715>
- (EEB et al:) see European Environmental Bureau et al (below)
- Eijkemans G, WHO/ILO Joint Effort on Occupational Safety and Health in Africa (keynote address), 6th Conference of the International Occupational Hygiene Association, 19–23 September, Pilanesberg, South Africa 2005
 → <http://www.saioh.org/ioha2005/Proceedings/Abstracts/Keynotes/AbstractKeynote11.pdf>
- Eijkemans G, The occupational health programme of WHO headquarters, *GOHNET Newsletter* 5, 2003
 → http://www.who.int/entity/occupational_health/publications/newsletter/en/gohnet5e.pdf
- Ekström G, Hemming H, and Palmborg M, Swedish pesticide risk reduction 1981–1995: food residues, health hazard, and reported poisonings, *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* 147, 119–147, 1996

- Ekström G, and Åkerblom M, Pesticide management in food and water safety: international contributions and national approaches, *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* 114, 23–55, 1990
- El-Demerdash FM, Yousef MI, and Elagamy EI, Influence of paraquat, glyphosate, and cadmium on the activity of some serum enzymes and protein electrophoretic behavior (in vitro), *Journal of Environmental Science and Health Part B*, 36(1), 29–42, 2001
- Ellenhorn MJ, Schonwald S, Ordog G, Wasserberger J (eds), Paraquat, In: *Ellenhorn's medical toxicology: diagnosis and treatment of human poisoning*, 1631–1637, Baltimore, MD 1997
- Engel LS, Checkoway H, Keifer MC, Seixas NS, Longstreth WT Jr, Scott KC, Hudnell K, Anger WK, and Camicioli R, Parkinsonism and occupational exposure to pesticides, *Occupational and Environmental Medicine* 58(9), 582–589, 2001
- <http://oem.bmjournals.com/cgi/content/full/58/9/582>
- European Commission, Overview of the state of main works in DG Health and Consumer Protection D.3 with regard to the implementation of Directive 91/414/EEC (doc. SANCO/629/00 rev. 70), 23 March 2004, updated: 6 April 2005,
- http://www.eu.int/comm/food/plant/protection/evaluation/index_en.htm
- European Commission (EC), Consolidated version of the Directive on Dangerous Substances (67/548/EEC, 29th adaptation to technical progress: Directive 2004/73/EC), Brussels 2004 Available at European Chemicals Bureau website
- <http://ecb.jrc.it/classification-labelling/>
- European Commission (EC), Commission Directive 2003/112/EC of 1 December 2003 amending Council Directive 91/414/EEC to include paraquat as an active substance (Text with EEA relevance), *Official Journal L* 321, 32–35, 2003a
- <http://europa.eu.int/eur-lex/lex/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32003L0112:EN:HTML>
- European Commission (EC), Review report for the active substance paraquat, Brussels 2003b
- http://www.eu.int/comm/food/plant/protection/evaluation/exist_subs_rep_en.htm
- European Commission (EC), Opinion of the Scientific Committee on Plants on specific questions from the Commission regarding the evaluation of paraquat in the context of Council Directive 91/414/EEC, SCP/PARAQ/00-Final, Brussels 2002a. Available at
- <http://www.euractiv.com/> search for <paraquat> (see also references therein)
- European Community (EC), Towards a thematic strategy on the sustainable use of pesticides, Brussels 2002b
- http://europa.eu.int/eur-lex/en/com/pdf/2002/com2002_0349en01.pdf
- European Commission (EC), Communication from the Commission on the precautionary principle, COM (2000) 1, Brussels 2000
- http://europa.eu.int/comm/dgs/health_consumer/library/pub/pub07_en.pdf
- European Environmental Bureau (EEB), Pesticide Action Network (PAN) Europe, International Union of Food, Agricultural, Hotel, Restaurant, Catering, Tobacco and Allied Workers' Associations (IUF), European Federation of Trade Unions in the Food, Agricultural and Tourism Sectors and Allied Branches (EFFAT), Stichting Natuur en Milieu, (SNM) and Swedish Society for Nature Conservation (SNF), Application for Annulment to the President and the Members of the Court of First Instance of the European Communities, 27 February 2004
- <http://www.evb.ch/p25008970.html>
- (EU:) European Parliament, Sustainable use of pesticides, STOA study, Brussels 1999
- http://www.europarl.eu.int/stoa/publi/98-11-01/default_en.htm
- Extension Toxicology Network, Pesticide information profiles: paraquat, 1996
- <http://extoxnet.orst.edu/pips/paraquat.htm>
- FAO: publications listed under Food and Agriculture Organization Fenske RA, and Simcox NJ, Agricultural workers, In: Levy BS, and Wegman DH (eds), *Occupational health: recognizing and preventing work-related diseases and injuries*, 309–333, Philadelphia, PA 2000
- Fenske RA, Use of fluorescent tracers and video imaging to evaluate chemical protective during pesticide applications, In: Mansdorf SZ, Sager R, and Nielson AP (eds), *Performance of Protective Clothing: Second Symposium*, STP 989, 630–639, American Society for the Testing of Materials, Philadelphia, PA 1988 (quoted by Branson & Sweeney 1988)

- Fernandez M, Polanco J, and Maza R, Occupational and environmental aspects of pesticide exposure in the Central American Isthmus: phase II evaluation report: Belize, report prepared for the Pan American Health Organisation, 2002
 → <http://www.blz.paho.org/pdf/PLAGSALUD%20REPORT.pdf>
- Fernández M, Ibáñez M, Picó Y, and Mañes J, Spatial and Temporal trends of paraquat, diquat, and difenzoquat contamination in water from marshes of the Valencian community (Spain), Archives of Environmental Contamination and Toxicology 35(3), 377–384, 1998
 → <http://www.springerlink.com/link.asp?id=hy08h947yckcm16f>
- Fernando R, Harendra de Silva DG, and Amarasena TSD, An unusual case of fatal accidental paraquat poisoning, Forensic Science International 44(1), 23–26, 1990
 → [http://dx.doi.org/10.1016/0379-0738\(90\)90162-R](http://dx.doi.org/10.1016/0379-0738(90)90162-R) (abstract)
- Findley M et al, 1998, Addendum to the monograph, May 2000 (quoted by EC (2002a))
- Finnish Institute of Occupational Health (FIOH), Priorities of three East African countries in occupational health and safety, Regional Symposium on Occupational Health and Safety, 13–15 December 1998, Moshi, Marangu, Tanzania, African Newsletter on Occupational Safety and Health 1, annex 1, 108–111, 1999a
 → <http://www.ttl.fi/Internet/English/Information/Electronic+journals/African+Newsletter/1999-01+Supplement/32.htm>
- Finnish Institute of Occupational Health (FIOH), The most important risk surveys during the next three years, Regional Symposium on Occupational Health and Safety, 13–15 December 1998, Moshi, Marangu, Tanzania, African Newsletter on Occupational Safety and Health 1, annex 2, 112–114, 1999b
 → <http://www.ttl.fi/Internet/English/Information/Electronic+journals/African+Newsletter/1999-01+Supplement/33.htm>
- Finnish Pesticide Board (FINPB), Decision of the Pesticide Board, 24 April 1985 (quoted by UN/DESA (2004))
 Firestone JA, Smith-Weller T, Franklin G, Swanson P, Longstreth Jr. WT, and Checkoway H, Pesticides and risk of Parkinson disease: a population-based case-control study, Archives of Neurology 62(1), 91–95, 2005
 → <http://archneur.ama-assn.org/cgi/content/abstract/62/1/91>
- Fitzgerald GR, Carmody M, Barniville G, O'Dwyer WF, Black J, and Silke B, Paraquat poisoning in agricultural workers, Journal of the Irish Medical Association 71(10), 336–342, 1978 (quoted by Garnier (1995) and by Wesseling et al (1997) 80)
- Foerster P, Varela A, and Roth, Best practices for the introduction of non-synthetic pesticides in selected cropping systems: Experiences gained from selected crops in developing countries, p. 87, Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) 2001
 → <http://www2.gtz.de/dokumente/bib/02-0007.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Pesticide residues in food: report of the 2003 Joint FAO/WHO Meeting of Experts, Rome 2004a
 → <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPP/Pesticid/JMPR/Download/2003.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Maximum residue limits, Rome 2004b
 → http://faostat.fao.org/faostat/pestdes/jsp/pest_q.jsp?language=EN&version=ext&hasbulk=0
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Paraquat dichloride, Rome 2003a
 → <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPP/Pesticid/Specs/docs/Pdf/new/paraquat.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides (Revised version), Rome 2002
 → http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPP/Pesticid/Code/PM_Code.htm
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Paraquat (fact sheet), In: FAO, Assessing soil contamination: a reference manual, appendix 3, Rome 2000
 → <http://www.fao.org/DOCREP/003/X2570E/X2570E07.htm#ch9.30>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Provisional Guidelines on Tender Procedures for the Procurement of Pesticides, Rome 1994a
 → <http://www.fao.org/ag/agp/agpp/pesticide/code/download/tender.doc>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Weed management for developing countries, addendum 1, Rome (1994b; updated in 2003)
 → <http://www.fao.org/DOCREP/006/Y5031E/Y5031E00.HTM>

- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Pesticides selection and use in field projects, Field Programme Circular no. 8/92, Rome 1992
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), The International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides, Amended Version, Rome 1990a
- Food and Agriculture Organization (FAO), Guidelines for Personal Protection when Working with Pesticides in Tropical Climates, Rome 1990b
- <http://www.fao.org/ag/agp/agpp/pesticid/code/download/protect.doc>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), and World Health Organization (WHO), Joint Meeting of pesticide residues evaluations: paraquat, 381–384, Rome 1981
- <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPP/Pesticid/JMPR/Download/81/Paraquat.PDF>
- Foro Emaus, and UITA Secretaría Regional Latinoamericano, Por la prohibición del Paraquat en Costa Rica, 2000
- <http://www.rel-uita.org/old/agrotoxicos/Paraquat%201.htm>
- Foro Emaus, Bananas for the World and the negative consequences for Costa Rica, 1998
- http://members.tripod.com/foro_emaus/2ing.html
- (FPA:) Fertilizer and Pesticide Authority of the Republic of the Philippines, Banned and Restricted Pesticides (as amended by Pesticide Circular no.4, 1989)
- <http://www.fadinap.org/philippines/>
- Friedrich T, Agricultural pesticide application: concepts for improvements, Rome (Food and Agriculture Organisation of the United Nations), 2000
- <http://www.fao.org/ag/ags/agse/pae.htm>
- Frumkin H, Toxins, In: Levy BS, and Wegman DH (eds), Occupational health: recognizing and preventing work-related diseases and injuries, 309–333, Philadelphia, PA 2000
- Fryer JD, Hance RJ, and Ludwig JW, Long-term persistence of paraquat in a sandy loam soil, 189–194, Weed Research 15, 1975
- Gallagher K, Ooi P, Mew T, Borromeo E, Kenmore P and Ketelaar J-W, Ecological basis for low-toxicity integrated pest management (IPM) in rice and vegetables, in: Pretty J (ed), The Pesticide Detox -Towards a More Sustainable Agriculture, London: Earthscan 2005
- Garcia AM, Benavides FG, Fletcher T, Orts E, Paternal exposure to pesticides and congenital malformations, Scandinavian Journal of Work Environment and Health 24(6), 473–480, 1998
- http://www.sjweh.fi/show_abstract.php?abstract_id=371 (abstract)
- Garcia-Garcia E, Safety and health programme for rural workers (pesticides), Paper presented at the conference, 25th World Congress on Occupational Safety and Health, 12–14 April, São Paulo, Brazil 1999 (quoted by Giuffrida et al (2001))
- Garcia-Repetto R, Soria ML, Gimenez MP, Menendez M, and Repetto M, Deaths from pesticide poisoning in Spain from 1991 to 1996, Veterinary and Human Toxicology 40(3), 166–168, 1998
- Garnier R, Paraquat poisoning by inhalation or skin absorption, In: Bismuth C, and Hall AH (eds), Paraquat poisoning: mechanisms, prevention, treatment, 211–234, New York: Marcel Dekker 1995
- Gear AJ, Ahrenholz DH, and Solem LD, Paraquat poisoning in a burn patient, Journal of Burn Care and Rehabilitation 22(5), 347–351, 2001 (discussion p. 346)
- <http://www.burncarerehab.com/pt/re/jburncr/abstract.00004630-200109000-00011.htm> (abstract)
- Gill B, Evaluating the success of farmer field schools in Senegal, Pesticides News 64, 16–17, 2004 (and reference therein: PAN Africa 2002)
- Giuffrida A, Iunes RF, and Savedoff WD, Economic and health effects of occupational hazards in Latin America and the Caribbean, Washington, D.C.: Inter-American Development Bank 2001
- <http://econwpa.wustl.edu:8089/eps/test/papers/9912/9912041.pdf>
- Gourmet Inque Ltd. (GIL), Gramoxone Extra, material safety data sheet, Wheeling, Ill. 1993
- <http://msds.ehs.cornell.edu/msds/msdsdod/a47/m23271.htm>

- (GTZ:) Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Environmental handbook, volume III, 5.44 Information sheets: paraquat, (no year)
 → <http://144.16.93.203/energy/HC270799/HDL/ENV/enven/vol355.htm>
- Guo YL, Wang BJ, Lee CC, and Wang JD, Prevalence of dermatoses and skin sensitisation associated with use of pesticides in fruit farmers of southern Taiwan, *Occupational and Environmental Medicine* 53, 427–431, 1996
 → <http://oem.bmjournals.com/cgi/content/abstract/53/6/427> (abstract)
- Gworgwor NA, The need for an integrated approach to the control of *Striga* spp. in Africa, International DLGSymposium on IPM in Tropical and Subtropical Cropping Systems, Bad-Durkheim, Germany 1989 (quoted by Neubert and Knirsch (1996))
- Hall AH, Paraquat usage: environmental fate and effects, In: Bismuth C, and Hall AH (eds), *Paraquat poisoning: mechanisms, prevention, treatment*, 17–36, New York: Marcel Dekker 1995a
- Hall AH, Paraquat and diquat exposures reported to U.S. poison centers, 1983–1992, In: Bismuth C, and Hall AH (eds), *Paraquat poisoning: mechanisms, prevention, treatment*, 53–63, New York 1995b
- Hall AH, and Becker CE, Occupational health and safety considerations in paraquat handling, In: Bismuth C, and Hall AH (eds), *Paraquat poisoning: mechanisms, prevention, treatment*, 249–266, New York 1995
- Hallenbeck WH, and Cunningham-Burns KM, *Pesticides and human health*, NY: Springer 1985
- Halweil B, Pesticide sales remain strong, In: Worldwatch Institute, *Vital Signs 2002*, 126–127, New York 2002 (and reference 13 therein: Bryant 2001)
 → <http://www.worldwatch.org/pubs/vs/2002/>
- Hammerton JL, and Reid ED, Agrochemicals in St. Lucia – an overview, *Proceedings of a workshop on risk assessment of agrochemicals in the Eastern Caribbean*, Caribbean Agricultural Research and Development Institute, 1985
- Hance RJ, Byast TH, and Smith PD, Apparent decomposition of paraquat in soil, *Soil Biology and Biochemistry* 12(4), 447–448, 1980
- Hausburg MA, Dekrey GK, Salmen JJ, Palic MR, and Gardiner CS, Effects of paraquat on development of preimplantation embryos in vivo and in vitro, *Reproductive Toxicology* 20(2), 239–244, 2005
 → <http://dx.doi.org/10.1016/j.reprotox.2005.03.006>
- Hayes WJ, and Laws ER, Quaternary nitrogen compounds, In: Hayes WJ, and Laws ER (eds), *Handbook of pesticide toxicology*, vol. 3: Classes of pesticides, San Diego, CA: Academic 1991 (quoted by Hall (1995a))
- Helm AG/Anasac, Paramak 276, In: Servicio Agrícola y Ganadero de Chile, *Plaguicidas y fertilizantes: Plaguicidas autorizados [Pesticides and fertilisers: Authorised pesticides]*, 2005
 → <http://www.sag.gob.cl/framearea.asp?cod=3>
- Helling CS, Kaufman DD, and Dieter CT, *Weed Science* 19, pp. 685ff, 1971 (quoted by Summers (1980))
 Herber RM, Duffus JH, Christensen JM, Olsen E, and Park MV, Risk assessment for occupational exposure to chemicals: a review of current methodology, *Pure and Applied Chemistry* 73(6), 993–1031, 2001
 → <http://www.iupac.org/publications/pac/2001/7306/7306x0993.html>
- Herbst A, and Ganzelmeier H, International standards and their impact on pesticide application, *Aspects of Applied Biology* 66, 1–8, 2002
 → <http://www.bba.de/inst/ap/publ/d2.pdf>
- Hertzmann C, Wiens M, Bowering D, Snow B, Calne D, Parkinson's disease: a case-control study of occupational and environmental risk factors, *American Journal of Industrial Medicine* 17(3), 349–355, 1990
- Hettiarachchi J, and Kodithuwakku GC, Self-poisoning in Sri Lanka: factors determining the choice of the poisoning agents, *Human Toxicology* 8(6), 507–510, 1989
- Heyll K, Vergiftung durch das Herbizid Paraquat: Untersuchungen zum klinischen Verlauf und zur Therapie (PhD thesis), Düsseldorf: Medizinische Fakultät der Universität 1988
- Hicks BR (ed), Crop protection sales at Syngenta, *Crop Protection Monthly* 17, p. 4, 2004
 → <http://www.cropprotection-monthly.co.uk/Archives/CPMFeb2004Indexed.doc>

- Hirose T, and Hikosaka N, Mass health hazard of paraquat sprayers, *Journal of the Japanese Association of Rural Medicine* 35, pp. 803ff, 1986 (quoted by Hall & Becker (1995))
- Hoffer E, and Taitelman U, Exposure to paraquat through skin absorption: clinical and laboratory observations of accidental splashing on healthy skin of agricultural workers, *Human Toxicology* 8(6), 483–485, 1989
- Hoffman DJ, Embryotoxicity and teratogenicity of environmental contaminants to bird eggs, *Reviews of Environmental and Contamination Toxicology* 115, 40–89, 1990
- Hogarty C, Exposure of spray operators to paraquat, Dublin Institute for Industrial Research and Standards, Dublin (1975; revised 1976) (quoted by Garnier (1995))
- Hogstedt C, and Pieris B, Occupational safety and health in developing countries: review of strategies, case studies, and a bibliography, Stockholm (National Institute for Working Life) 2000
 → http://ebib.arbetslivsinstitutet.se/arb/2000/arb2000_17.pdf
- Holland PT, Glossary of terms relating to pesticides (search: <margin of safety>), IUPAC Recommendations, 1996
 → <http://www.iupac.org/reports/1996/6805holland/index.html>
- Hong SY, Guidebook of pesticide toxicology, Seoul, Korea: Korea Medical Co. 1998 (quoted by Hwang et al (2002))
- Hoppin JA, Umbach DM, London SJ, Alavanja MC, and Sandler DP, Chemical predictors of wheeze among farmer pesticide applicators in the Agricultural Health Study, *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 165(5), 683–689, 2002
 → <http://ajrccm.atsjournals.org/cgi/content/full/165/5/683>
- Howard JK, Paraquat spraying: comparative risks from high and low volume application methods, *Proceedings of the 10th Asian Conference on Occupational Health*, pp. 1–7, Singapore 1982 (quoted by Garnier (1995) and Hall & Becker (1995))
- Howard JK, Sabapathy NN, and Whitehead PA, A study on the health of Malaysian plantation workers with particular reference to paraquat sprayers, *British Journal of Industrial Medicine* 38(2), 110–116, 1981
- Howard JK, A clinical survey of paraquat formulation workers, *Journal of Industrial Medicine* 36(3), 220–223, 1979 84
- Houze P, Baud FJ, and Scherrmann JM, Toxicokinetics of paraquat, In: Bismuth C, and Hall AH (eds), *Paraquat poisoning: mechanisms, prevention, treatment*, 161–193, New York 1995
- (HSE:) Health and Safety Executive, EH40/2002 occupational exposure limits supplement 2003, Norwich 2003 (Available at
 → <http://www.hse.gov.uk/index.htm>, search website for <occupational exposure limits>)
- Hseu ZY, Jien SH, and Cheng SF, Sorption of paraquat on clay components in Taiwan's oxisol, *Journal of Environmental Science and Health part B* 38(4), 441–449, 2003
 → <http://journalonline.tandf.co.uk/link.asp?id=25frbdmvhh0cr95>
- Huang J, Quiao F, Zhang L, and Rozelle S, Farm pesticide, rice production and human health, Economy and Environment Program for Southeast Asia (EEPSEA), Ottawa, Canada: IDRC 2000
 → http://www.idrc.ca/en/ev-8405-201-1-DO_TOPIC.html
- Hurst P, Safe use in Guatemala – are industry projects effective? *Pesticides News* 43, 8–9, 1999
 → <http://www.pan-uk.org/pestnews/pn43/pn43p8.htm>
- Hurst P, Hay A, and Dudley N, *The pesticide handbook*, London 1991
- Hurtig AK, San Sebastian M, Soto A, Shingre A, Zambrano D, and Guerrero W, Pesticide use among farmers in the Amazon basin of Ecuador, *Archives of Environmental Health* 58(4), 223–228, 2003
 → http://www.findarticles.com/p/articles/mi_m0907/is_4_58/ai_111732610
- Hutchinson G, Daisley H, Simeon D, Simmonds V, Shetty M, and Lynn D, High rates of paraquat-induced suicide in southern Trinidad, *Suicide and Life-Threatening Behavior* 29(2), 186–191, 1999

- Hwang K-Y, Lee E-Y, and Hong S-Y, Paraquat intoxication in Korea, Archives of Environmental Health 57(2), 162–166, 2002
 → http://www.findarticles.com/p/articles/mi_m0907/is_2_57/ai_90792033
- (IdP:) Insecticidas del Pacífico, S.A. de C.V., Diaquat, Cd. Obregón Sonora, México, In: Thomson PL, Diccionario de especialidades agroquímicas, México 2004
- Indian Council of Medical Research (ICMR), Pesticide pollution: trends and perspective, ICMR Bulletin 31(9), 2001
 → <http://icmr.nic.in/busept01.pdf>
- Institute of Agriculture and Natural Resources (IANR) Cooperative Extension, Pesticide laws and regulations, Nebraska 2002
 → <http://ianrpubs.unl.edu/pesticides/g479.htm>
- International Council of Chemical Associations (ICCA), Industry as a partner for sustainable development: Chemicals, Frankfurt 2002
 → <http://www.uneptie.org/outreach/wssd/docs/sectors/final/chemicals.pdf>
- International Development Research Center (IDRC), Paraquat intoxication (Colombia), Ottawa, Canada 2003
 → http://web.idrc.ca/en/ev-26155-201_840279-1-IDRC_ADM_INFO.html
- International Forum on Chemical Safety (IFCS), Fourth Session of the Intergovernmental Forum on Chemical Safety (Forum IV), Bangkok, Thailand, 1–7 November 2003, Final Report, Geneva 2003a
 → <http://www.who.int/ifcs/Forums/ForumIV/FIVreport.htm>
- International Forum on Chemical Safety (IFCS), Acutely toxic pesticides: initial input on extent of problem and guidance for risk management, Discussion document, Fourth Session of the Intergovernmental Forum on Chemical Safety (Forum IV), Bangkok, Thailand, 1–7 Nov 2003, Agenda item no. 8, Geneva 2003b
 → http://www.who.int/ifcs/Forums/ForumIV/Meet_docs.htm
- International Forum on Chemical Safety (IFCS), Priorities for Action Beyond 2000, Adopted at Forum III, 15–20 October 2000, Salvador Bahia, Brazil, Geneva 2000a
 → <http://www.who.int/ifcs/documents/Forum/ForumIII/index.htm>
- International Forum on Chemical Safety (IFCS), Third Session of the Intergovernmental Forum on Chemical Safety (Forum III), Salvador Bahia, Brazil, 15–20 October 2000, Final Report, Geneva 2000b
 → <http://www.who.int/ifcs/documents/Forum/ForumIII/index.htm#report>
- International Labour Office (ILO), LABORSTA Internet, EAPEP data: world (total): economically active population/ sector: agriculture (figure for 1990, last updated in 2005)
 → <http://laborsta.ilo.org/>
- International Labour Office (ILO), Towards a fair deal for migrant workers in the global economy, International Labour Conference, 92nd session, report VI, Geneva 2004a
 → <http://www.ilo.org/public/english/standards/relm/ilc/ilc92/pdf/rep-vi.pdf>
- International Labour Office (ILO), Promotional framework for occupational safety and health, International Labour Conference, 93rd session, report VI (1&2), Geneva 2005 & 2004b
 → <http://www.ilo.org/public/english/standards/relm/ilc/ilc93/pdf/rep-iv-1.pdf> (2004b)
 → <http://www.ilo.org/public/english/standards/relm/ilc/ilc93/pdf/rep-iv-2.pdf> (2005)
- International Labour Office (ILO), ILO standards-related activities in the area of occupational safety and health, International Labour Conference, 91st session, report VI, Geneva 2003
 → <http://www.ilo.org/public/english/standards/relm/ilc/ilc91/pdf/rep-vi.pdf>
- International Labour Office, Protocol to the Occupational Safety and Health Convention, 1981, Protocol 2002, Geneva 2002a
 → <http://www.ilo.org/public/english/standards/relm/ilc/ilc90/pdf/protocol.pdf>
- International Labour Office, Recommendation Concerning the List of Occupational Diseases and the Recording and Notification of Occupational Accidents and Diseases, Geneva 2002b
 → <http://www.ilo.org/public/english/standards/relm/ilc/ilc90/pdf/rec-194.pdf>

- ILO, Recording and notification of occupational accidents and diseases and ILO list of occupational diseases, International Labour Conference 90th Session, report V(1), Geneva 2002c
→ <http://www.ilo.org/public/english/standards/relm/ilc/ilc90/pdf/rep-v-2b.pdf>
- International Labour Office, Convention Concerning Safety and Health in Agriculture, C 184, Geneva 2001
→ <http://www.ilo.org/public/english/standards/relm/ilc/ilc89/pdf/c184.pdf>
- International Labour Office, Recommendation Concerning Safety and Health in Agriculture, R192, Geneva 2001
→ <http://www.ilo.org/public/english/standards/relm/ilc/ilc89/pdf/r192.pdf>
- International Labour Office, Safety and health in agriculture, International Labour Conference, 88th session, report VI(1), Geneva 2000
→ <http://www.ilo.org/public/english/standards/relm/ilc/ilc88/rep-vi-1.htm>
- International Labour Office (ILO), Chemicals in the Working Environment, In: ILO, World Labour Report, 1994, Geneva 1994
- International Labour Office, Chemicals Convention, C 170, Geneva 1990
→ <http://www.ilo.org/ilolex/cgi-lex/convde.pl?C170>
- International Labour Office, Chemicals Recommendation, R 177, Geneva 1990
→ <http://www.ilo.org/ilolex/cgi-lex/convde.pl?R177>
- International Labour Office, Occupational Health Services Convention, C 161, Geneva 1985
→ <http://www.ilo.org/ilolex/cgi-lex/convde.pl?C161>
- International Labour Office, Occupational Health Services Recommendation, R 161, Geneva 1985
→ <http://www.ilo.org/ilolex/cgi-lex/convde.pl?C171>
- International Labour Office, Occupational Safety and Health Convention, C155, Geneva 1981
→ <http://www.ilo.org/ilolex/cgi-lex/convde.pl?C155>
- International Labour Office, Occupational Safety and Health Recommendation, R 164, Geneva 1981
→ <http://www.ilo.org/ilolex/cgi-lex/convde.pl?R164>
- International Labour Office, Labour Inspection (Agriculture) Convention, C 129, Geneva 1969
→ <http://www.ilo.org/ilolex/cgi-lex/convde.pl?C169>
- International Labour Office, Plantations Convention, C 110, Geneva 1958
→ <http://www.ilo.org/ilolex/cgi-lex/convde.pl?C110>
- International Programme on Chemical Safety (IPCS), Definition of categories for Pesticide Data Sheets, Geneva (no year; last viewed in August 2005)
→ http://www.inchem.org/documents/pds/pds/pds_intro_doc.htm
- International Programme on Chemical Safety (IPCS), Guidelines on the prevention of toxic exposures: education and public awareness activities, Geneva 2004
→ http://www.who.int/ipcs/poisons/prevention_guidelines/en/
- International Programme on Chemical Safety (IPCS), Paraquat dichloride (ICSC), Geneva 2001a
→ <http://www.inchem.org/documents/icsc/icsc/eics0005.htm>
- International Programme on Chemical Safety (IPCS), Diquat dibromide (ICSC), Geneva 2001b
→ <http://www.inchem.org/documents/icsc/icsc/eics1363.htm>
- International Programme on Chemical Safety (IPCS), Paraquat, Poisons Information Monograph 399, Geneva 2000
→ <http://www.inchem.org/documents/pims/chemical/pim399.htm>
- International Programme on Chemical Safety (IPCS), Diquat, Poisons Information Monograph 580F [In French], Geneva 1998
→ <http://www.inchem.org/documents/pims/chemical/pim580fr.htm>
- International Programme on Chemical Safety (IPCS), Paraquat, Health and Safety Guide no. 51, Geneva 1991
→ <http://www.inchem.org/documents/hsg/hsg/hsg051.htm>

- International Programme on Chemical Safety (IPCS), Diquat, Health and Safety Guide no. 52, Geneva 1991
 → <http://www.inchem.org/documents/hsg/hsg/hsg052.htm>
- International Programme on Chemical Safety (IPCS), Paraquat and diquat, Environmental Health Criteria 39, Geneva 1984
 → <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc39.htm>
- (IPM DANIDA:) Danish International Development Assistance, Pesticides – health survey: data of 123 farmers in Chainat, Thailand, August-September 2004a
 → [http://www.ipmthailand.org/documents/Health_data_123_Chainat_\(English\).pdf](http://www.ipmthailand.org/documents/Health_data_123_Chainat_(English).pdf)
- (IPM DANIDA:) «Watch list» or «waiting list?» IPM Newsletter 8, p.3, 2004b
 → [http://www.ipmthailand.org/documents/Newsletter_IPM_8_\(English\).pdf](http://www.ipmthailand.org/documents/Newsletter_IPM_8_(English).pdf)
- (IPM DANIDA:) Danish International Development Assistance, Did you take your poison today? Bangkok 2003
 → [http://www.ipmthailand.org/documents/Your_poison_today_\(English\).pdf](http://www.ipmthailand.org/documents/Your_poison_today_(English).pdf)
- Jaksch G (Chiquita International), Personal communication by George Jaksch to Berne Declaration, July 2002
 Jansen A-E, Plant protection in coffee: Recommendations for the Common Code for the Coffee Community – Initiative, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), Bonn 2005
 → <http://www.sustainable-coffee.com/download/4c-pesticide-annex.pdf>
- Jaros F, Acute percutaneous paraquat poisoning, *Lancet* 1(8058), p. 275, 1978 (quoted by Garnier (1995) and Hall & Becker (1995))
- Joyce S, Growing pains in South America, *Environmental Health Perspectives* 105(8), 794–799, 1997
 → <http://ehp.niehs.nih.gov/docs/1997/105-8/focus.html>
- Kähkönen E, Risk surveys in occupational health and safety, *African Newsletter on Occupational Safety and Health* 1, 101–103, 1999
 → <http://www.ttl.fi/Internet/English/Information/Electronic+journals/African+Newsletter/1999-01+Supplement/30.htm>
- Kamrin MA, Pesticide profiles: Toxicity, environmental impact, and fate, Boca Raton, FL 1997
- Karlsson SI, Agricultural pesticides in developing countries, *Environment* 46(4), 22–41, 2004
 → http://www.ksg.harvard.edu/sustsci/keydocs/fulltext/env_karlsson.pdf
- Kawai M, and Yoshida M, [Exposure of spray operators to paraquat] [Article in Japanese], *Nippon Doshu Eisei Zasshi*, 28, 353–359, 1981 (quoted by IPCS (1984))
- Kirkey KL, Johnson CC, Rybicki BA, Peterson EL, Kortsha GX, and Gorell JM, Occupational categories at risk for Parkinson's disease, *American Journal of Industrial Medicine* 39(6), 564–571, 2001
 → <http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/abstract/82002839/ABSTRACT>
- Kishi M, Hirschohorn N, Qjajadisastra M, Satterlee LN, Strowman S, and Dilts, Relationship of pesticide spraying to signs and symptoms in Indonesian farmers, *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health* 21, 124–133, 1995
 → http://www.sjweh.fi/show_abstract.php?abstract_id=19 (abstract)
- Kishimoto T, Fujioka H, Yamadori I, Ohke M, Ozaki S, and Kawabata Y, [Lethal paraquat poisoning caused by spraying in a vinyl greenhouse of causing pulmonary fibrosis with a hepatorenal dysfunction][Article in Japanese], *Nihon Kokyuki Gakkai Zasshi* 36(4), 347–352, 1998
- Kjølholt J, Distribution of pesticides and potential exposure of non-target organisms following application, In: Somerville L, and Walker CH (eds), *Pesticide effects on terrestrial wildlife*, 33–63, London 1990
- Knapp LW, Safety of pesticide applicators, In: World Health Organization Regional Office for Europe, *Toxicology of pesticides*, 253–264, Copenhagen 1982
- Knight BA, and Tomlinson TE, The interaction of paraquat (1:1'-dimethyl 4:4'-dipyridylum dichloride) with mineral soils, *Journal of Soil Science* 18, 223–243, 1967 (quoted by Summers (1980))
- Kurniawan AN, Product stewardship of paraquat in Indonesia, *International Archives of Occupational and Environmental Health* 68, 516–518, 1996

- Konradsen F, van der Hoek W, Gunnell D, and Eddleston M, Missing deaths from pesticide self-poisoning at the IFCS Forum IV, Bulletin of the World Health Organization 83(2), 157–158, 2005
 → <http://www.scielosp.org/pdf/bwho/v83n2/v83n2a17.pdf>
- Konradsen F, van der Hoek W, Cole DC, Hutchinson G, Daisley H, Singh S, and Eddleston M, Reducing acute poisoning in developing countries – options for restricting the availability of pesticides, Toxicology 192 (2–3), 249–261, 2003
 → [http://dx.doi.org/10.1016/S0300-483X\(03\)00339-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0300-483X(03)00339-1)
- Kookana RS, and Aylmore LA, Retention and release of diquat and paraquat herbicides in soils, Australian Journal of Soil Research 31(1), 97–109, 1993
 → <http://www.publish.csiro.au/nid/84/paper/SR9930097.htm>
- Kotwica M, Czerczak S, and Rogaczewska A, The pattern of acute poisonings with pesticides in Poland during the periods 1989–1990 and 1994–1995, Przegląd Lekarski 54(10), 689–692, 1997
- Kovach J, Petzoldt, Degnil J, and Tette J, A method to measure the environmental impact of pesticides, New York State Integrated Pest Management Program (last updated 2004)
 → <http://www.nysipm.cornell.edu/publications/EIQ.html>
- Kovach J, Petzoldt, Degnil J, and Tette J, A method to measure the environmental impact of pesticides, New York's Life Sciences Bulletin 139, 1992
 → <http://www.nysaes.cornell.edu/pubs/fls/OCRPDF/139.pdf>
- Krieger RI, Ross JH, and Thongsinthusak T, Assessing human exposures to pesticides, Reviews of Environmental Contamination and Exposure 129, 1–15, 1992
- Ksentini F-Z, Adverse effects of the illicit movement and dumping of toxic and dangerous products and wastes on the enjoyment of human rights, report on the mission to Latin America of the Special Rapporteur, addendum E/CN.4/1999/46/Add.1, New York: UNESCO 1999
- Kulendran, Chemical safety in Sri Lanka, Asian Pacific Newsletter on Occupational Health 1, 1997
 → <http://www.ttl.fi/Internet/English/Information/Electronic+journals/Asian-Pacific+Newsletter/1997-01/10.htm>
- Labrada R, Present trends in weed management, In: Weed Management for developing countries, addendum 1, Rome: FAO 2003
 → <http://www.fao.org/DOCREP/006/Y5031E/Y5031E00.HTM>
- LaDou J, World Trade Organization, ILO conventions, and workers' compensation, International Journal of Environmental and Occupational Health 11(2), 210–211, 2005
 → http://www.ijoe.com/pfds/IJOEH_1102_LaDou.pdf
- LaDou J, The role of multinational corporations in providing occupational health and safety in developing countries, International Archives of Occupational and Environmental Health 68(6), 363–366, 1996
- Lajmanovich RC, Izaguirre MF, and Casco VH, Paraquat tolerance and alteration of internal gill structure of Scinax nasica tadpoles (Anura: Hylidae), Archives of Environmental Contamination and Toxicology 34, 364–369, 1998
 → <http://www.springerlink.com/link.asp?id=kcx9447mvkh2lwpr>
- Láng G, Kufcsák O, Szegletes T, and Nemcsók J, Quantitative distributions of different cholinesterases and inhibition of acetylcholinesterase by metidathion and paraquat in alimentary canal of common carp, General Pharmacology 29(1), 55–59, 1997
 → [http://dx.doi.org/10.1016/S0306-3623\(96\)00525-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0306-3623(96)00525-3)
- Langenakens J, and Braekman P, The mandatory inspection of sprayers in Belgium: history, organisation, criteria and results, International Symposium of Application Technologies for Pesticides, Jundiaí, Brazil, 17–20 July 2001
 → <http://www.iac.sp.gov.br/centros/centro%20de%20engenharia%20e%20automação/sintag/ALangenakens.PDF>
- Lee K-M, Pesticide use and pesticide exposure among the farmers in Kyoung-Ju area, Korea, Paper presented at the 132nd Annual Meeting of the American Public Health Association, November 6–10, 2004
 → http://apha.confex.com/apha/132am/techprogram/paper_84153.htm (abstract)

- Lee K, Stoecklin M, Hennessy T, Park E, Beckett L, and Schenker M, Use of personal protective equipment and exposure to herbicide among handlers in Costa Rica, Proceedings of the American Industrial Health Conference, 2004
 → <http://www.ahia.org/abs04/po134.htm> (abstract)
- Leveridge YR, Pesticide poisoning in Costa Rica during 1996, *Veterinary and Human Toxicology* 40(1), 42–44, 1998
- Levin PJ, Klaff LJ, Rose AG, and Ferguson AD, Pulmonary effects of contact exposure to paraquat: A clinical and experimental study, *Thorax* 34, 150–160, 1979 (quoted by Castro-Gutiérrez (1997), Garnier (1995) and Hall & Becker (1995))
- Levine RS, and Doull J, Global estimates of acute pesticide morbidity and mortality, *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* 129, 29–50, 1992
- Lewis CP, and Nemery B, Pathophysiology and biochemical mechanisms of the pulmonary toxicity of paraquat, In: Bismuth C, and Hall AH (eds), *Paraquat poisoning: mechanisms, prevention, treatment*, 107–140, New York: Marcel Dekker 1995
- Li S, Crooks PA, Wei X, and de Leon J, Toxicity of dipyriddy compounds and related compounds, *Critical Reviews in Toxicology* 34(5), 447–460, 2004
 → <http://journalonline.tandf.co.uk/link.asp?id=6ewdfvpxgg3h2tu> (abstract)
- Li X, Yin J, Cheng CM, Sun JL, Li Z, and Wu YL, Paraquat induces selective dopaminergic nigrostriatal degeneration in aging C57BL/6 mice, *Chinese Medical Journal* 118(16), 1357–1361, 2005
 → <http://www.cmj.org/information/full.asp?pmid=2005161357>
- Lim HS, and Zong MS, A survey on the damage done to the farmers by agrochemicals in rural area of Korea, *Korean Journal of Preventive Medicine* 15(1), 205–209, 1992 (quoted by Hwang et al (2002))
- Lings S, Pesticide lung: A pilot investigation of fruit growers and farmers during the spraying season, *British Journal of Industrial Medicine* 39(4), 370–376, 1982
- Lin-Shiau SY, and Hsu KS, Studies on the neuromuscular blocking action of commercial paraquat in mouse phrenic nerve-diaphragm, *Neurotoxicology* 15(2), 379–388, 1994
- Liou HH, Tsai MC, Chen CJ, Jeng JS, Chang YC, Chen SY, and Chen RC, Environmental risk factors and Parkinson's disease: a case-control study in Taiwan, *Neurology* 48(6), 1583–1588, 1997
 → <http://www.neurology.org/cgi/content/abstract/48/6/1583> (abstract)
- London L, Flisher AJ, Wesseling C, Mergler D, and Kromhout H, Suicide and exposure to organophosphate insecticides: cause or effect? *American Journal of Industrial Medicine* 47(4), 308–321, 2005
 → <http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/110431125/PDFSTART>
- London L, and Bailie R, Challenges for improving surveillance for pesticide poisoning: policy implications for developing countries, *International Journal of Epidemiology* 30, 564–570, 2001
 → <http://ije.oupjournals.org/cgi/content/full/30/3/564>
- London L, and Myers JE, Critical issues for agricultural safety in South Africa, *American Journal of Industrial Medicine* 27(1), 1–14, 1995
- Machado-Neto JG, Matuo T, and Matuo YK, Efficiency of safety measures applied to a manual knapsack sprayer for paraquat application to maize (*Zea mays* L.), *Archives of Environmental and Contamination Toxicology* 35, 698–701, 1998
 → <http://www.springerlink.com/link.asp?id=gcyj4f66jp80519qk>
- Machado-Neto JG, Matuo T, and Matuo YK, Semiquantitative Evaluation of dermal exposure to granulated insecticides in coffee (*Coffea arabica* L.) crop and efficiency of individual protective equipment, *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 57 (6), 946–951, 1996
- Madeley J, Paraquat – Syngenta's controversial herbicide, A report written for Berne Declaration, Swedish Society for Nature Conservation, Pesticide Action Network UK, Pesticide Action Network Asia Pacific, Foro Emaús, 2002
 → <http://www.panap.net/analysis1.cfm?id=3>
- Madeley J, Unsuitable for use – Profile of paraquat, *Pesticides News* 56, 3–5, 2002
 → <http://www.pan-uk.org/pestnews/pn56/pn56p3.htm>

- Maddy KT, Edmiston S, and Richmond D, Illness, injuries and deaths from pesticide exposures 1949–1988, *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* 114, 58–123, 1990
- (MADR:) Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Resolución 3028 de 1989 del ICA, Bogotá, República de Colombia 1989
- (MAFF:) Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries of Cambodia, Phnom Penh 2003
- Makovskii VN, Toxicological and hygiene studies of bipyridylum herbicides diquat and paraquat (PhD thesis) [in Russian], Vinnize, USSR 1972 (quoted by Pronczuk de Garbino (1995))
- Malone JDG, Carmody M, Kheogh B, and O'Dwyer WF, Paraquat poisoning: A review of 19 cases, *Journal of the Irish Medical Association* 64(405), 59–68, 1971 (quoted by Garnier (1995))
- Mancini F, Ariena H, van Bruggen C, Jiggins JL, Ambatipudi A, and Murphy H, Acute pesticide poisoning among female and male cotton growers in India, *International Journal of Occupational and Environmental Health* 11(3), 221–232, 2005
 → http://www.ijoh.com/pfds/IJOEH_1103_Mancini.pdf
- Mandago M, OSH services to agricultural and farm workers, *African Newsletter on Occupational Health* 1 (supplement), 84–88, 1999
 → <http://www.ttl.fi/Internet/English/Information/Electronic+journals/African+Newsletter/1999-01+Supplement/25.htm>
- Maroni M, Colosio C, Fait A, and Visentin S, Occupational exposure to pesticides in the developing world: health effects and strategies for prevention, *Asian-Pacific Newsletter on Occupational Health* 3, 68–71, 1999
 → <http://www.ttl.fi/Internet/English/Information/Electronic+journals/Asian-Pacific+Newsletter/1999-03/06.htm>
- Marquis JK, *Contemporary issues in pesticide toxicology and pharmacology*, Basel: Karger 1986
- (MASR:) Ministry of Agriculture of the Slovak Republic, Department of Plant Commodities, 2005
 → http://www.uksup.sk/main.php?dir=struk&file=sor_oso
- Matthews G, Wiles T, and Baleguel, A survey of pesticide application in Cameroon, *Crop Protection* 22, 707–714, 2003
 → [http://dx.doi.org/10.1016/S0261-2194\(03\)00008-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0261-2194(03)00008-5)
- Matthews G, Pesticide use in China – a health and safety concern, *Pesticide News* 34, p.18, 1996
 → <http://217.154.68.186/pestnews/pn34/pn34p18.htm>
- Maumbe BM, and Swinton SM, Hidden health costs of pesticide use in Zimbabwe's smallholder cotton growers, *Social Science and Medicine* 57(9), 1559–1571, 2003
 → [http://dx.doi.org/10.1016/S0277-9536\(03\)00016-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0277-9536(03)00016-9) (abstract)
- McCarthy S, Somayajulu M, Sikorska M, Borowy-Borowski H, and Pandey S, Paraquat induces oxidative stress and neuronal cell death; neuroprotection by water-soluble Coenzyme Q10, *Toxicology and Applied Pharmacology* 201(1), 21–31, 2004
 → <http://dx.doi.org/10.1016/j.taap.2004.04.019> (abstract)
- McCormack AL, Atienza JG, Johnston LC, Andersen JK, Vu S, and Di Monte DA, Role of oxidative stress in paraquat-induced dopaminergic cell degeneration, *Journal of Neurochemistry* 93(4), 1030–1037, 2005
 → <http://www.blackwell-synergy.com/doi/abs/10.1111/j.1471-4159.2005.03088.x>
- McKeag D, Maini R, and Taylor HR, The ocular surface toxicity of paraquat, *British Journal of Ophthalmology* 86(3), 350–351, 2002
 → <http://bjo.bmjournals.com/cgi/content/full/86/3/350>
- Menendez J, and Bastida F, Use of adjuvant-enhanced formulations to increase bipyridylum-herbicide effectiveness, *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences* 69(3), 61–65, 2004
- Menet S, Alternatives to paraquat (unpublished project paper), Zurich 2002
- Mercado C, Personal communication by Camelia Mercado (Cooperativa de Parceleros y pequeños Productores de Banano – ASOPROBAN) to Berne Declaration, August 2002
- Meredith T, and Vale JA, Treatment of paraquat poisoning: gastrointestinal decontamination, In: Bismuth C, and Hall AH (eds), *Paraquat poisoning: mechanisms, prevention, treatment*, 297–313, New York: Marcel Dekker 1995

- Miller PC, Directions and research into pesticide application technology – the view of a research scientist, International Symposium of Application Technologies for Pesticides, Jundiá, Brazil, 17–20 July 2001
 → <http://www.iac.sp.gov.br/centros/centro%20de%20engenharia%20e%20automação/sintag/AMiller.PDF>
- Ministerio de Salud de Costa Rica (MSCR), Eventos prioritarios de salud de notificación obligatoria en Costa Rica, 2002–2003, Boletín Epidemiológico 3(48), 2003
 → <http://www.ministeriodesalud.go.cr/dirvigil/boleepide4803.DOC>
- Ministerio de Salud de la República de Nicaragua (MSN), Situación de las intoxicaciones agudas con plaguicidas en Nicaragua, Boletín Epidemiológico 25, 2004
 → <http://www.minsa.gob.ni/vigepi/html/boletin/2004/editorial25.htm>
- Ministerio de Salud de la República de Nicaragua (MSN), Plan Nacional de Salud 1998–2000, Análisis de situación de salud: priorización programática de problemas de salud, Managua: Dirección General de Planificación y Sistemas de Información 1998 (quoted by Murray et al (2002))
- Mordaunt CJ, Gevaio B, Jones KC, and Semple KT, Formation of non-extractable pesticide residues: observations on compound differences, measurement and regulatory issues, Environmental Pollution 133(1), 25–34, 2005
 → <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2004.04.018>
- Mowbray DL, Pesticide poisoning in Papua New Guinea and the South Pacific, Papua New Guinea Medical Journal 29(2), 131–141, 1986
 → <http://www.cdc.gov/nasd/docs/d000301-d000400/d000361/d000361.html>
- (MSEA:) Ministry of State for Environmental Affairs off the Syrian Arab Republic, Personal communication by Ms. Afraa Nouh to F. Meienberg in September 2005
- Muñoz Piña C, and Forcada SA, Effects of an environmental tax on pesticides in Mexico, UNEP Industry and Environment 27(2–3), 33–36, Paris 2004
 → http://www.unepitc.org/division/media/review/vol27no2-3/530904_UNEP_BD.pdf
- Murphy H, Sanusi A, Dilts A, Djajadisatra M, Hirschhorn N, and Yuliantiningsih S, Health effects of pesticides use among Indonesian women farmers: part I: Exposure and acute health effects, Journal of Agromedicine 6(3), 61–85, 1999 (Available at
 → <http://www.communityipm.org/toxictrail/resources.htm>)
- Murray D, Wesseling C, Keifer M, Corriols M, and Henao S, Surveillance of pesticide-related illness in the developing world: putting the data to work, International Journal of Occupational and Environmental Health 8(3), 243–8, 2002
 → <http://www.colostate.edu/Depts/Sociology/documents/spridw-doug.pdf>
- Murray DL, and Taylor PL, Beyond safe use: challenging the international pesticide industry's hazard reduction strategy, Gatekeeper series no. 103, London 2001
 → <http://www.iied.org/docs/gatekeep/GK103.pdf>
- Murray DL, and Taylor PL, Claim no easy victories: Assessing the pesticide industry's global Safe Use campaign, World Development 28(1), 1735–1749, 2000 (Available at
 → <http://www.communityipm.org/toxictrail/resources.htm>)
- Nagami H, Nishigaki Y, Matsushima S, Matsushita T, Asanuma S, Yajima N, Usuda M, and Hirose M, Hospital-based survey of pesticide poisoning in Japan, 1998–2002, International Journal of Occupational and Environmental Health 11(2), 180–184, 2005
 → http://www.ijoh.com/pfds/IJOEH_1102_Nagami.pdf
- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), NIOSH pocket guide to chemical hazards: Paraquat (paraquat dichloride), February 2004, Atlanta, GA 2004a
 → <http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0478.html>
- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), NIOSH pocket guide to chemical hazards: Paraquat (paraquat dichloride), February 2004, Atlanta, GA 2004b
 → <http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0478.html>
- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Occupational health guideline for paraquat, Atlanta, GA 1978 (index last updated on August 13, 1998)
 → <http://www.cdc.gov/niosh/chem-inx.html>

- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), NIOSH chemical listing and documentation of revised IDLH values (as of 3/1/95): Paraquat, Atlanta, GA 1996
 → <http://www.cdc.gov/niosh/idlh/idlhabb1.html>
- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Documentation for immediately dangerous to life or health concentrations (IDLH), Atlanta, GA 1994
 → <http://www.cdc.gov/niosh/idlh/idlhintr.html>
- Nemcsok et al, Accumulation of pesticides on the organs of carp (*Cyprinus carpio* L.) at 4°C and 20°C, Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 39(3), 370–378, 1987 (quoted by Hall (1995))
- Nesime Y, Lokman B, Akif IM, Gurol C, Basar C, and Mustafa K, Acute pesticide poisoning related deaths in Turkey, Veterinary and Human Toxicology 46(6), 342–344, 2004
- Neubert S, and Knirsch J, Herbicide resistant crops – Appropriate Technology for the Third World? In: Dinham B, Growing food security: challenging the link between pesticides and access to food, 22–24, London: The Pesticides Trust/PAN, 1996 (and reference therein: Gworgwor 1989)
- Neumeister L, Personal communication by Lars Neumeister (pesticide expert, Germany) to Richard Isenring on 14 September 2005
- Newhouse M, McEvoy D, and Rosenthal D, Percutaneous paraquat absorption, Archives of Dermatology 114(10), 1516–1519, 1978 (quoted by Garnier (1995) and Hall & Becker (1995))
- New Jersey Department of Health and Senior Services (NJDH), Hazardous substance fact sheet: paraquat, Trenton, NJ 1999
- Ngowi AV, Health impact of exposure to pesticides in agriculture in Tanzania (PhD thesis), Tampere, Finland: Faculty of Medicine 2004
 → <http://acta.uta.fi/pdf/951-44-5456-1.pdf>
- (NIH:) National Institutes of Health, Occupational exposure to hazardous agents: paraquat dichloride, Bethesda, MD 2004
 → http://hazmap.nlm.nih.gov/cgi-bin/hazmap_generic?tbl=TblAgents&id=82
- (NIOSH:) see National Institute for Occupational Safety and Health (above)
- Nishimoto RK, Weed management in coffee plantations, In: UN Food and Agriculture Organization, Weed management in developing countries, Rome: FAO 1994
- (NLM:) National Library of Medicine, paraquat, Hazardous Substances Data Bank, Bethesda, MD, 1994
- (NRDC:) Natural Resources Defense Council, Hidden danger: environmental health threats in the Latino community, New York, NY 2004
 → <http://www.nrdc.org/health/effects/latino/english/contents.asp>
- Occupational Safety and Health Administration (OSHA) of the US Department of Labor, Chemical sampling information: Paraquat, respirable dust (last updated in February 2005)
 → http://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_259500.html
- Ochoa Gomez FJ, and Gil Paraiso A, [Fatal poisoning with paraquat: report of a new case] [Article in Spanish], Anales de Medicina Interna 10(7), 349–350, 1993
- Ohayo-Mitoko GJ, Kromhout H, Karumba PN, and Boleij JS, Identification of pesticide exposure among Kenyan agricultural workers using empirical modelling, Annals of Occupational Hygiene 43(8), 519–525, 1999
 → <http://annhyg.oxfordjournals.org/cgi/content/full/43/8/519>
- O'Malley M, Clinical evaluation of pesticide exposure and poisonings, The Lancet 349, 1161–1166, 1997
 Onyon LJ, and Volans GN, The epidemiology and prevention of paraquat poisoning, Human Toxicology 6(1), 19–29, 1987
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), The assessment of persistency and bio-accumulation in the Pesticide Registration Frameworks within the OECD region, Paris 2005
 → <http://www.oecd.org/dataoecd/58/14/34375258.pdf>

- Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) Development Assistance Committee, Guidelines for Aid Agencies on Pest and Pesticide Management, DAC Guidelines on Aid and Environment no. 6, Paris 1995
 → http://www.oecd.org/document/26/0,2340,en_2649_201185_1887578_1_1_1_1,00.html
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), A global approach to the regulation of agricultural pesticides: A vision for the future, Paris: OECD (no year)
 → <http://www.oecd.org/dataoecd/30/60/33854658.pdf>
- Organización Panamericana de la Salud (OPS), Intoxicaciones por plaguicidas en Costa Rica: Informe epidemiológico 2001, San José, Costa Rica: OPS/Organización Mundial de la Salud: Proyecto PLAGSALUD, 2002a
 → <http://www.cor.ops-oms.org/TextoCompleto/documentos/Informe%20Epidemiol%F3gico%202001.pdf>
- Organización Panamericana de la Salud (OPS), Proyecto PLAGSALUD Costa Rica: Memoria fase II, San José, Costa Rica: OPS/Organización Mundial de la Salud: Proyecto PLAGSALUD, 2002b
 → <http://www.cor.ops-oms.org/TextoCompleto/documentos/MemoriaFaseII%20PLAGSALUD.pdf>
- Organización Panamericana de la Salud (OPS), Subregistro de las intoxicaciones por plaguicidas, San José, Costa Rica: OPS/Organización Mundial de la Salud: Proyecto PLAGSALUD, 2002c
 → <http://www.cor.ops-oms.org/TextoCompleto/documentos/Subregistro%20folleto.pdf>
- Organización Panamericana de la Salud (OPS)-Nicaragua, Salud de los trabajadores en Nicaragua: una aproximación, Managua: Colección Centenario 2001 (quoted by Murray et al (2002))
- Organización Panamericana de la Salud (OPS), Fichas técnicas de plaguicidas a prohibir o restringir incluidos en el Acuerdo no. 9 de la XVI Reunión del sector Salud de Centroamérica y República Dominicana (RESSCAD), San José, Costa Rica: OPS/Organización Mundial de la Salud: Proyecto PLAGSALUD 2001a
 → <http://www.cor.ops-oms.org/TextoCompleto/documentos/Fichas%20Tecnicas.pdf>
- Organización Panamericana de la Salud (OPS), Exposición dérmica a plaguicidas en un bananera, San José, Costa Rica: OPS/Organización Mundial de la Salud: Proyecto PLAGSALUD, 2001b
 → http://www.cor.ops-oms.org/TextoCompleto/documentos/exposici%F3n_dermica.pdf
- Osano O, Oladimeji AA, Kraak MH, and Admiraal W, Teratogenic effects of amitraz, 2,4-dimethylaniline, and paraquat on developing frog (*Xenopus*) embryos, Archives of Environmental Contamination and Toxicology 43, 42–49, 2002
 → <http://www.springerlink.com/link.asp?id=b59nuw1am9da3nt2>
- Orosio LG, and Travaglini AL, Pesticides in Peru's Highlands, ILEIA Newsletter for low external input and sustainable agriculture, 58–59, September 1999 (Available at
 → <http://www.oneworld.org/ileia/>)
- Ossowska K, Wardas J, Kuter K, Kowak P, Dabrowska J, Bortel A, Labus L, Kwiecinski A, Krygoswka-Wajs A, and Wohlfahrt S, Influence of paraquat on dopaminergic transporter in the rat brain, Pharmacological Reports 57(3), 330–335, 2005
 → http://www.if-pan.krakow.pl/pjp/pdf/2005/3_330.pdf
- Palmeira CM, Moreno AJ, and Madeira VM, Thiols metabolism is altered by the herbicides paraquat, dinoseb and 2,4-D: a study in isolated hepatocytes, Toxicology Letters 81(2–3), 115–123, 1995
 → [http://dx.doi.org/10.1016/0378-4274\(95\)03414-5](http://dx.doi.org/10.1016/0378-4274(95)03414-5) (abstract)
- Pan American Health Organization (PAHO), Country profiles: Paraguay, 2004
 → http://www.paho.org/english/dd/ais/be_v25n2-perfil-paraguay.htm
- Pan American Health Organization (PAHO), and World Health Organization (WHO), 130th Session of the Executive Committee, Washington, D.C. 2002a
 → <http://www.paho.org/english/gov/ce/ce130-20-e.pdf>
- Pan American Health Organisation (PAHO), Epidemiological Situation of Acute Pesticide Poisoning in the Central American Isthmus, 1992–2000, Epidemiological Bulletin 23(3), 2002b
 → http://www.paho.org/English/SHA/be_v23n3-plaguicidas.htm
- Pan American Health Organization (PAHO), Health Indicators: building blocks for health situation analysis, Epidemiological Bulletin 22(4), p. 8, 2001
 → http://www.paho.org/english/dd/ais/eb_v22n4.pdf

- Papiris SA, Maniati MA, Kyriakidis V, and Costantopoulos SH, Pulmonary damage due to paraquat poisoning through skin absorption, *Respiration* 62(2), 101–103, 1995
- Partanen T, Chaves J, Wesseling C, Chaverri F, Monge P, Ruepert C, Aragon A, Kogevinas M, Hogstedt C, and Kauppinen T, Workplace Carcinogen and pesticide exposures in Costa Rica, *International Journal of Environmental and Occupational Health* 9(2), 104–111, 2003
 → http://www.ijoe.com/pfds/0902_Part_a_Chavez.pdf
- Partridge MS, Coffman C, Smith WG, and Rutz DA, Pest and pesticide use assessment and personal protective equipment use for field corn production systems in New York State for 1994, NY: Cornell University 1994
 → <http://pmep.cce.cornell.edu/piap/pdf/fieldcorn94.pdf>
- Pasi A, *The toxicology of paraquat, diquat and morfamquat*, Berne: Hans Huber Publishers 1978
- Penagos HG, Contact dermatitis caused by pesticides among banana plantation workers in Panama, *International Journal of Occupational and Environmental Health* 8 (1), 14–18, 2002
- Pesticide Action Network (PAN) Africa, Organic cotton country report: Sénégal [in French], London: PAN UK, 2002
- Pesticide Action Network (PAN) Germany, Literaturliste [List of literature on paraquat] (last updated in 2005)
 → <http://www.pan-germany.org/info/wirkstoffe.htm>
- Pesticide Action Network (PAN) International, Position paper of Pesticide Action Network (PAN) International on paraquat, November 2003
 → <http://www.panap.net/docs/campaign/PANParaquatPPaperNov28.doc>
- Pesticide Action Network of North America (PANNA), Pesticides Database: chemical search (search for <paraquat>), San Francisco 2002
 → <http://www.pesticideinfo.org/Index.html>
- Pesticide Action Network of North America (PANNA), Demise of the Dirty Dozen 1995 chart, San Francisco 1995
 → <http://www.panna.org/resources/documents/dirtyDozenChart.dv.html>
- Pesticide Action Network (PAN) UK, Glyphosate (fact sheet), *Pesticides News* 64, 20–21, 2004
 → <http://www.pan-uk.org/pestnews/Actives/glyphosate2.htm>
- Pesticide Action Network (PAN) UK, Pest management notes no. 9, Growing coffee with IPM, London: PAN UK 1998
- Pesticides Control Authority of the Caribbean (PCC), *The Pesticides Regulations*, 1999
 → http://www.caribpesticides.net/country.dti?country_code=jm&link=contact
- Pesticides Control Board Government of Belize (PCB), *Pesticides Control Act*, 2003 (2002)
 → <http://www.pcbbelize.com/laws.html>
- Pesticide Control Division (PCD) Department of Agriculture Wisma Tani, Pesticide Act 1974 Revision of registration for products containing paraquat and calcium cyanide, Ref. B.81/05.20 Jld IV (81), Kuala Lumpur, Malaysia, 27 August 2002 (Departement of Agriculture website)
 → http://agrolink.moa.my/doa/index_introENG.html
- Petersen P, Tardin JM, and Marochi F, Participatory development of non-tillage systems without herbicides for family farming: the experience of centre-south region of Paraná, *Environment, Development and Sustainability* 1(3–4), 235–252, 1999,
 → <http://www.springerlink.com/link.asp?id=n661056566u165wg>
- Physical and Theoretical Chemistry Laboratory (PTCL) Oxford University, Safety (MSDS) data for paraquat, Oxford 2003
 → <http://ptcl.chem.ox.ac.uk/MSDS/PA/paraquat.html>
- Phytoweb (Belgium), *Consulter agrégations: Chercher sur la substance active: paraquat* (no year)
 → <http://www.phytoweb.fgov.be/indexFr.asp>
- (PIC Convention:) Rotterdam Convention on the Prior Informed Consent Procedure for Certain Hazardous Chemicals and Pesticides in International Trade, 1998
 → <http://www.pic.int>

- Pingali PL, and Gerpacio RV, Toward reduced pesticide use for cereal crops in Asia, In: Lutz E (ed), Agriculture and the environment: perspectives on sustainable development, Washington, D.C.: The World Bank 1998
 → http://www-wds.worldbank.org/servlet/WDS_IBank_Servlet?pcont=details&id=000094946_99030406232959
- (PKB:) Statens Naturvaardsverk Produktkontrollnaemndens Beslut från Den, Stockholm, Sweden 31 December 1983 (quoted by UN/DESA (2004))
- Plestina R, Prevention, diagnosis and treatment of insecticide poisoning (unpublished World Health Organization document WHO/VBC/84.889), Geneva: WHO 1984 (Obtainable from the International Programme on Chemical Safety, Geneva, Switzerland;
 → <http://www.who.int/ipcs/en/>)
- (PMRA:) Pest Management Regulatory Agency, Re-evaluation of paraquat dichloride, Ottawa, Canada 2004
 → <http://www.pmra-arla.gc.ca/english/pdf/pacr/pacr2004-41-e.pdf>
- Pond SM, Treatment of paraquat poisoning, In: Bismuth C, and Hall AH (eds), Paraquat poisoning: mechanisms, prevention, treatment, 325–334, New York: Marcel Dekker 1995
- Porteous F, Killham K, and Meharg A, Use of a lux-marked rhizobacterium as a biosensor to assess changes in rhizosphere C flow due to pollutant stress, Chemosphere 41(10), 1549–1554, 2000
 → [http://dx.doi.org/10.1016/S0045-6535\(00\)00072-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0045-6535(00)00072-2)
- Prakasam A, Sethupathy S, and Lalitha S, Plasma and RBCs antioxidant status in occupational male pesticide sprayers, Clinica Chimica Acta 310(2), 107–112, 2001
 → [http://dx.doi.org/10.1016/S0009-8981\(01\)00487-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0009-8981(01)00487-9)
- Priyadarshi A, Khuder SA, Schaub EA, and Priyadarshi SS, Environmental risk factors and Parkinson's disease: a metaanalysis, Environmental Research 86(2), 122–127, 2001
 → <http://dx.doi.org/10.1006/enrs.2001.4264>
- Pronczuk de Garbino J, Epidemiology of paraquat poisoning, In: Bismuth C, and Hall AH (eds), Paraquat poisoning: mechanisms, prevention, treatment, 37–51, New York: Marcel Dekker 1995
- Proudfoot AT, Acute poisoning: diagnosis and management, London: Butterworth 1993
- Proudfoot AT, and Dougall H, Poisoning treatment centre admissions following acute incidents involving pesticides, Human Toxicology 7(3), 255–258, 1988
- Przybylska A, [Intoxications caused by chemicals for plant protection in Poland in 2000] [Article in Polish], Przegląd Epidemiologiczny 56(2), 311–317, 2002
- Przybylska A, [Intoxications caused by plant protection chemicals in 1997] [Article in Polish] Przegląd Epidemiologiczny 53(1–2), 121–128, 1999
- Quick MP, Dyson DA, and Hoffman A, Acute and sub-acute paraquat poisoning in a pack of foxhounds, Journal of the Forensic Science Society 30(6), 371–376, 1990
- Quijano II, Peasant movement on the Philippines, Kamukhaan: report on a poisoned village, 2002
 → <http://www.panap.net/docs/campaign/Kemukhaan.pdf>
- Racke K, Pesticide Science – harmonization of data requirements and evaluation, Chemistry International 26(1), 2004
 → http://www.iupac.org/publications/ci/2004/2601/pp3_pestscience.html
- Racke KD, Skidmore MW, Hamilton DJ, Unsworth JB, Miyamoto J, and Cohen SZ, Pesticide fate in tropical soils, Pure and Applied Chemistry 69(6), 1349–1371, 1997
 → <http://iupac.org/publications/pac/1997/6906>
- Ramwell CT, Johnson PD, Boxall AB, and Rimmer DA, Pesticide residues on the external surfaces of field crop sprayers: occupational exposure, Annals of Occupational Hygiene 49(4), 345–350, 2005
 → <http://annhyg.oxfordjournals.org/cgi/content/short/49/4/345>
- Rando RJ, Occupational exposure to respiratory toxicants, In: Mapp CE (ed), Occupational lung disorders, The European Respiratory Monograph 4(11), 1–21, 1999

- Raschke AM, and Burger AE, Risk assessment as a management tool used to assess the effect of pesticide use in an irrigation system, situated in a semi-desert region, *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 32(1), 42–49, 1997
- Ray DE, Pesticide neurotoxicity in Europe: real risks and perceived risks, *Neurotoxicology* 21(1–2), 219–221, 2000
- Recena MC, Pires DX, and Caldas ED, Acute poisoning with pesticides in the state of Mato Grosso do Sul, Brazil, *Science of the Total Environment*, 31 May, 2005 [Epub]
 → <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2005.04.029>
- Reigart JR, and Roberts JR, Recognition and management of pesticide poisonings, 5th ed., Washington, D.C.: US Environmental Protection Agency 1999
 → <http://www.epa.gov/oppead1/safety/healthcare/handbook/handbook.pdf>
- Rerkasem B, Transforming subsistence cropping in Asia, Proceedings of the 4th International Crop Science Congress, Brisbane, Australia, 26 September-1 October 2004, Brisbane 2004
 → http://www.cropscience.org.au/icsc2004/symposia/2/4/177_rerkasemb.htm
- Resudarmo B, Integrated Pest Management in Indonesia: the cost of chemicals, Ottawa, Canada: International Development Research Center 2000
 → http://web.idrc.ca/es/ev-5356-201-1-DO_TOPIC.html
- Ribas G, Surralles J, Carbonell E, Xamena N, Creus A, and Marcos R, Genotoxic evaluation of the herbicide paraquat in cultured human lymphocytes, Teratogenesis, Carcinogenesis, and Mutagenesis 17(6), 339–347, 1997–98
 → <http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/abstract/5000344/ABSTRACT> (abstract)
- Richardson JR, Quan Y, Sherer TB, Greenamyre JT, and Miller GW, Paraquat neurotoxicity is distinct from that of MPTP and rotenone, *Toxicological Sciences* September 1, 2005 [Epub ahead of print]
 → <http://toxsci.oxfordjournals.org/cgi/content/abstract/kf304v1>
- Riggs P, and Waples M, Accountability in the pesticide industry, *International Journal of Occupational and Environmental Health* 9(1), 2003
 → http://www.ijoe.com/pfds/0901_riggs_accountability.pdf
- Roberts DM, Karunarathna A, Buckley NA, Manuweera G, Sheriff MH, and Eddleston M, Influence of pesticide regulation on acute poisoning deaths in Sri Lanka, *Bulletin of the World Health Organization* 81 (11), 789–798, 2003
 → <http://www.who.int/bulletin/volumes/81/11/en/>
- Roberts TR, Dyson JS, and Lane MC, Deactivation of the biological activity of paraquat in the soil environment: a review of the long-term environmental fate, *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 50(13), 3623–3631, 2002
 → <http://pubs.acs.org/cgi-bin/abstract.cgi/jafcau/2002/50/i13/abs/jf011323x.html>
- Rodricks JV, Calculated risks: understanding the toxicity and human health risks of chemicals in our environment, Cambridge: CUP 1992
- Ronnen M, Klin B, Suster S, Mixed diquat/paraquat-induced burns, *International Journal of Dermatology* 34(1), 23–25, 1995
- Rose MS, and Smith LS, The relevance of paraquat accumulation by tissues, In: Autor AP (ed), *Biochemical mechanisms of paraquat toxicity*, 71–91, New York: Academic Press 1977
- Rother HA, Influences of pesticide risk perception on the health of rural South African women and children, *African Newsletter on Occupational Safety and Health* 2, 42–46, 2000
 → <http://www.ttl.fi/Internet/English/Information/Electronic+journals/African+Newsletter/2000-02/05.htm>
- Rutz R, and Krieger RI, Exposure to pesticide mixer/loaders and applicators in California, *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* 129, 121–139, 1992
- (SA:) Syngenta Agro, S.A. de C.V., Gramoxone (product label), Del Valle, México Distrito Federal, In: Thomson PL, *Diccionario de especialidades agroquímicas*, México 2004
- Sadhra S, Beach JR, Aw T-C, and Sheikh-Ahmed K, Occupational health research priorities in Malaysia: a Delphi study, *Occupational and Environmental Medicine* 58(7), 426–431, 2001

- Sáenz ME, Di Marzio WD, Alberdi JL, and Tortorelli MC, Algal growth recovery studies after paraquat exposure, *Bulletin of Contamination and Toxicology* 66, 263–268 2001
- (SAG:) Servicio Agrícola y Ganadero, Ministerio de Agricultura de Chile, Plaguicidas y fertilizantes: plaguicidas autorizados; plaguicidas restringidos, Santiago de Chile, 2005
 → <http://www.sag.gob.cl/framearea.asp?cod=3>
- Sanborn M, Cole D, Kerr K, Vakil C, Sanin LH and Bassil K, Pesticides literature review: Systematic review of pesticide human health effects, The Ontario College of Family Physicians, Toronto 2004
 → <http://www.ocfp.on.ca/English/OCFP/Communications/Publications/default.asp?s=1>
- Santus P, Sola A, Carlucci P, Fumagalli F, Di Gennaro A, Mondoni M, Carnini C, Centanni S, and Sala A, lipid peroxidation and 5-lipoxygenase activity in chronic obstructive pulmonary disease, *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 171, 838–843, 2004
 → <http://dx.doi.org/10.1164/rccm.200404-558OC>
- Schenker MB, Stoecklin M, Lee K, Lupercio R, Zeballos RJ, Enright P, Hennessy T, and Beckett LA, Pulmonary function and exercise-associated changes with chronic low-level paraquat exposure, *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 170(7), 773–779, 2004
 → <http://ajrccm.atsjournals.org/cgi/content/abstract/170/7/773> (abstract)
- Scherrmann JM, Analytical procedures and predictive value of late plasma and urine paraquat concentrations, In: Bismuth C, and Hall AH (eds), *Paraquat poisoning: mechanisms, prevention, treatment*, 53–63, New York: Marcel Dekker 1995
- Scherrmann JM, Houze P, Bismuth C, and Bourdon R, Prognostic value of plasma and urine paraquat concentration, *Human Toxicology* 6(1), 91–93, 1987 (quoted by Bismuth et al (1995))
- (SCRC:) Seton Compliance Resource Center, The MSDS/Hazardous Communication Library [search database for «paraquat»] (page last updated in 2004), 2004
 → <http://www.setonresourcecenter.com/MSDS/>
- (SCP:) Syngenta Crop Protection Co., Ltd., Gramoxone (product label), Thailand 2005 Sechi GP, Agnetti V, Piredda M, Canu M, deserta F, Omar HA, and Rosati, Acute and persistent parkinsonism after use of diquat, *Neurology* 42(1), 261–263, 1992
- Segen JC (ed), *The dictionary of modern medicine*, Basel: Roche 1992
- Seiber JN, Woodrow JE, Hermann BW, and Sanders P, Determination of airborne residues from four harvest aid chemicals (DEF, folex, cacodylates, and paraquat) at treated San Joaquin Valley cotton field sites, as a measure of potential human exposure, document HS-1326 (California EPA, Department for Pesticide Regulation), Davis, California: University of California 1983
- Semple S, Dermal exposure to chemicals in the workplace: just how important is skin absorption? *Occupational and Environmental Medicine* 61(4), 376–382, 2004
 → <http://oem.bmjournals.com/cgi/content/full/61/4/376>
- Senanayake N, Gurunathan G, Hart TB, Amerasinghe P, Babapulle M, Ellapola SB, Udupihille M, and Basanayake V, An epidemiological study of the health of Sri Lankan tea plantation workers associated with long term exposure to paraquat, *British Journal of Industrial Medicine* 50(3), 257–263, 1993
- Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), Autorización de plaguicidas, Lima, Peru (2000)
 → http://www.senasa.gob.pe/importador_exportador/servicios/plaguicidas/Plaguicidas.htm
- Seto Y, and Shinohara T, Inhibitory effect of paraquat and its related compounds on the acetylcholinesterase activities of human erythrocytes and electric eel (*Electrophorus electricus*), *Agricultural and Biological Chemistry* 51, 2131–2138, 1987 (quoted by Bachurin et al (1991))
- Sevilla P, Problem pesticides in Ecuador, *PAN North America Outlook*, January 1990
 → <http://www.panna.org/resources/pestis/PESTIS.burst.169.html>
- Sims GK, Biological degradation of soil, *Advances in Soil Science* 11, 289–330, 1990
 → <http://www.sarep.ucdavis.edu/NEWSLTR/v2n4/sa-4.htm> (summary)

- Sirajuddin H, Roslinah A, Rampal KG, Kuppusamy I, Rohna R, Aziz M, Aw TC, and Beach JR, Notification of occupational and work-related diseases and poisonings in Malaysia, 1997–1998, *Medical Journal of Malaysia* 56(1), 25–31, 2001
 → http://www.mma.org.my/info/1_original_01.htm (abstract)
- Shin SD, Suh GJ, Rhee JE, Sung J, and Kim J, Epidemiologic characteristics of death by poisoning in 1991–2001 in Korea, *Journal of Korean Medical Science* 19(2), 186–194, 2004
 → <http://jkms.kams.or.kr/2004/pdf/04186.pdf>
- Slade P, The fate of paraquat applied to plants, *Weed Research* 6, pp. 158ff, 1966 (quoted by Hall (1995) and Summers (1980))
- (SMFA:) Swedish Ministry for Foreign Affairs, Kingdom of Sweden, Application for Action under Article 230 EC to the Registrar at the Court of Justice of the European Communities, Stockholm, 26 February 2004
 → <http://www.snf.se/pdf/dok-inter-parakvat-engoverklaga.pdf>
- Smith C, The precautionary principle in pesticide management, *Pesticides News* 51, 12–13, 2001
 → <http://217.154.68.186/pestnews/pn51/pn51p12.htm>
- Smith JG, Paraquat poisoning by skin absorption: a review, *Human Toxicology* 7(1), 15–19, 1988
- Smith EA, and Mayfield CI, Paraquat: determination, degradation and mobility in soil, *Water, Air and Soil Pollution* 9, 439–452, 1978
- Smith EA, and Oehme FW, A review of selected herbicides and their toxicities, *Veterinary and Human Toxicology* 33(6), 596–608, 1991
- Spark KM, and Swift RS, Effect of soil composition and dissolved organic matter on pesticide sorption, *Science of the Total Environment* 298(1–3), 147–161, 2002
 → [http://dx.doi.org/10.1016/S0048-9697\(02\)00213-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0048-9697(02)00213-9)
- Spruit O, and van Puijvelde, Evaluation of the protective equipment used during herbicide application on banana plantations, Internal report 1998–304, Wageningen Agricultural University 1998 (quoted by Wesseling et al (2005))
- Staiff DC, Comer SW, Armstrong JF, and Wolfe HR, Exposure to the herbicide, paraquat, *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 14, 334–340, 1975 (quoted by Garnier (1995))
- Stevens JT, and Sumner DD, Herbicides, In: Hayes WJ, and Laws ER (eds), *Handbook of pesticide toxicology*, 1356–1376, San Diego, CA 1991 (quoted by Wesseling et al (1993))
- Stine KE, and Brown TM, *Principles of toxicology*, Boca Raton, Florida 1996
- Stratta P, Mazzucco P, Griva S, Tetta C, and Monga G, Immune-mediated glomerulonephritis after exposure to paraquat, *Nephron* 48(2), 138–141, 1988 (quoted by Hall & Becker (1995) and Garnier (1995))
- Summers LA, *The bipyridinium herbicides*, London: Academic Press 1980
- Swan AAB, Exposure of spray operators to paraquat, *British Journal of Industrial Medicine* 26, 322–329, 1969
- Swiss Federal Council (SFC), Reply to the motion by J. Zisyadis to ban paraquat in Switzerland, 20 Nov. 2002
 → http://www.parlament.ch/afs/data/d/gesch/2002/d_gesch_20023477.htm
 (Translation into English: BD 2002)
- Syngenta International AG, Product stewardship: Gramoxone, 2005
 → http://www.syngenta.com/en/social_responsibility/gramoxone.aspx
- Syngenta International AG, The responsible stewardship of our crop protection products, Basel 2003
 → http://www.syngenta.com/en/social_responsibility/future_challenges.aspx
- Syngenta International AG, Gramoxone: technical information bulletin, Basel 2002
- Syngenta International AG, Summary rebuttal to the report entitled «Paraquat – Syngenta’s controversial herbicide», Basel (no year)
 → http://www.syngenta.com/en/products_services/fact_sheets/gramoxone7.html

- Tenaganita, and Pesticide Action Network Asia and the Pacific (PANAP), *Poisoned and silenced: a study of pesticide poisoning in the plantations, Kuala Lumpur, Malaysia 2002*. Available at
 → <http://www.panap.net/highlightsA1.cfm?id=16&hilitid=HILITE04>
- Tenaganita, and Pesticide Action Network Asia and the Pacific (PANAP), *Victims without voice: a study of women pesticide workers in Malaysia, Kuala Lumpur, Malaysia 1992*
- Terry PJ, *Weed management in bananas and plantains*, In: UN Food and Agriculture Organization, *Weed management in developing countries*, Rome: FAO 1994
- Teixeira H, Proença P, Alvarenga M, Oliveira M, Marques E, and Vieira D, *Pesticide intoxications in the Centre of Portugal*, *Forensic Science International* 143(2–3), 199–204, 2004
 → <http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2004.02.037>
- Thompson JP, Casey PB, and Vale JA, *Pesticide incidents reported to the Health and Safety Executive 1989/90–1991/92*, *Human and Experimental Toxicology* 14(8), 630–633, 1995a
- Thompson JP, Casey PB, and Vale JA, *Deaths from pesticide poisoning in England and Wales 1990–1991*, *Human and Experimental Toxicology* 14(5) 437–445, 1995b
- Ticknell RC, *Pesticide regulations*, In: Turnbull GJ (ed), *Occupational hazards of pesticide use*, 79–97, London: Taylor & Francis 1985
- Tinoco R, Parsonnet J, and Halperin D, *Paraquat poisoning in southern Mexico: a report of 25 cases*, *Archives of Environmental Health* 48, 78–80, 1993
- Tkachenko S, Kalashnikov V, Mashkova I, and Bachurin S, *Regioselective synthesis of 2- and 4-aryl (hetaryl) pyridines*, *Abstracts Conference on chemistry and technology of pyridine containing pesticides (USSR)*, p. 126, Chernogolovka, Russia, 1988 (quoted by Bachurin et al (1991))
- Tomita M, Okuyama T, Hidaka K, Ishikawa T, Adachi J, and Nohno T, *Early differential gene expression of rat lung after exposure to paraquat*, *Free Radical Research* 38(8), 821–829, 2004
 → <http://journalonline.tandf.co.uk/link.asp?id=5cdkbfpyewwn76vb> (abstract)
- Tortorelli MC, Hernández DA, Rey Vazquez G, and Salibián A, *Effects of paraquat on mortality and cardiorespiratory function of catfish *Plecotomus commersoni**, *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 19, 253–259, 1989 Tucker BV, Pack DE, and Ospenson JN, *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 15(6), 1005–1008, 1967
 → http://pubs.acs.org/cgi-bin/abstract.cgi/jafcau/1967/15/i06/f-pdf/f_jf60154a017.pdf (abstract)
- Tsukamoto M, Tampo Y, Sawada M, and Yonaha M, *Paraquat-induced membrane dysfunction in pulmonary microvascular endothelial cells*, *Toxicology and Applied Pharmacology* 86(3), 102–109, 2000
 → <http://dx.doi.org/10.1006/taap.2001.9325> (abstract)
- Umaña GB, *Working conditions in Latin American banana plantations*, 1998
 → http://www.bananalink.org.uk/documents/Working_Conditions_by_G_Bermudez.doc
- (UMH:) USSR Ministry of Health (Russian Federation), Order 123–12, 1309.23, Moscow 23 October 1986 (quoted by UN/DESA (2004))
- United Nations Economic and Social Council (UNESCO), *Summary Record of the 21st Meeting held at the Palais des Nations, Geneva, on Thursday, 8 April 1999*, Commission on Human Rights, 55th session, document E/CN.4/1999/SR.21, item 65, New York 1999
 → <http://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/G99/120/20/pdf/G9912020.pdf> (full report: Ksentini 1999)
- United Nations Environment Programme (UNEP), *Childhood pesticide poisoning*, Geneva 2004
 → <http://www.who.int/ceh/publications/en/pestpoisoning.pdf>
- United Nations Environment Programme (UNEP), *Making agriculture more sustainable: trends and challenges*, UNEP Industry and Environment 27(4), Paris 2004
 → <http://www.unep.org/division/media/review/vol27no4/unep%20N27%20vol4.pdf>
- United Nations Department of Economic and Social Affairs (UN/DESA), *Plan of Implementation of the World Summit on Sustainable Development*, New York 2004
 → http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD_POI_PD/English/WSSD_PlanImpl.pdf

- United Nations Department of Economic and Social Affairs (UN/DESA), Consolidated list of products whose consumption and/or sale have been banned, withdrawn, severely restricted or not approved by governments, Ninth issue: chemicals, New York 2004
 → <http://www.un.org/esa/coordination/ecosoc/CL9-forWeb.pdf>
- United Nations Department of Economic and Social Affairs (UN/DESA), Key commitments, targets and timetables from the Johannesburg Plan of Implementation, New York 2002
 → http://www.johannesburgsummit.org/html/documents/summit_docs/2009_keyoutcomes_commitments.doc
- United Nations Environment Program (UNEP), and UN Food and Agriculture Organization (FAO), Synopsis of notifications of control actions, PIC Circular X, appendix V, December 1999
 → <http://www.pic.int/en/ViewPage.asp?id=263>
- US Environmental Protection Agency (EPA), Reregistration Eligibility Decision (RED): Paraquat Dichloride, Washington, D.C. 1997a
 → <http://www.epa.gov/opsrrd1/REDS/0262red.pdf>
- US Environmental Protection Agency (EPA), R.E.D. Facts: Paraquat Dichloride (fact sheet), Washington, D.C. 1997b
 → <http://www.epa.gov/opsrrd1/REDS/factsheets/0262fact.pdf>
- US Environmental Protection Agency (EPA), Integrated Risk Information System, Paraquat: Carcinogenicity assessment, Washington, D.C. (1987, revised 1993)
 → <http://www.epa.gov/iris/subst/0183.htm>
- US Environmental Protection Agency (EPA), Integrated Risk Information System, Paraquat: Oral RfD assessment, Washington, D.C. (1987, revised 1991)
 → <http://www.epa.gov/iris/subst/0183.htm>
- US Environmental Protection Agency (EPA), Paraquat, In: US EPA, Pesticide fact handbook, 596–605, Park Ridge, NJ: Noyes Data Corp. 1988 (quoted by Hall (1995))
- US Department of Agriculture (USDA) Agricultural Research Service, ARS pesticide properties list, 1995
 → http://www.arsusda.gov/acsl/services/ppdb/textfiles/PARAQUAT_DICHLORIDE
- National Institutes of Health (NIH), Occupational exposure to hazardous agents: paraquat dichloride, Bethesda, MD 2004
 → http://hazmap.nlm.nih.gov/cgi-bin/hazmap_generic?tbl=TblAgents&id=82
- US National Toxicology Program (NTP), Testing status: methyl viologen, North Carolina 2005
 → <http://ntp.niehs.nih.gov/index.cfm?objectid=6DE2080A-F1F6-975E-79759655DD7DEFDC>
- US National Toxicology Program (NTP), Hazard information on toxic chemicals added to EPCRA section 313 under chemical expansion, table 3: chronic (non-cancer) toxicity, Washington, D.C. 1995
 → http://www.epa.gov/tri/chemical/hazard_chronic_non-cancer95.pdf
- Petersen P, Tardin JM, and Marochi F, Participatory development of non-tillage systems without herbicides for family farming: the experience of centre-south region of Paraná, Environment, Development and Sustainability 1(3–4), 235–252, 1999,
 → <http://www.springerlink.com/link.asp?id=n661056566u165wg>
- Vale JA, Meredith TJ, and Buckley BM, Paraquat poisoning: clinical features and immediate general management, Human Toxicology 6(1), 41–47, 1987
- van der Hoek W, and Konradsen F, Risk factors for acute pesticide poisoning in Sri Lanka, Tropical Medicine and International Health 10(6), 589–596, 2005
 → <http://www.blackwell-synergy.com/doi/abs/10.1111/j.1365-3156.2005.01416.x>
- Van Hemmen JJ, Groeneveld CN, Van Drooge H, Van Haelst AG, Schipper AH, and van der Jagt KE, Risk assessment of worker and residential exposure to pesticides: conclusions and recommendations, Annals of Occupational Hygiene 45(1001), S171–S174, 2001
 → http://annhyg.oxfordjournals.org/cgi/reprint/45/suppl_1/S171
- van Wendel de Joode BN, de Graaf IA, Wesseling C, and Kromhout H, Paraquat exposure of knapsack applicators on banana plantations in Costa Rica. International Journal of Occupational and Environmental Health 2, 294–304, 1996

- Vega Bolaños LO, Arias Verdés JA, Conill Díaz T, and González Valiente ML, Uso de plaguicidas en Cuba, su repercusión en el ambiente y la salud, *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición* 11(2), 111–116, 1997
→ http://www.bvs.sld.cu/revistas/ali/vol11_2_97/ali07297.htm
- Vergara AE, and Fuortes L, Surveillance and epidemiology of occupational pesticide poisonings on banana plantations in Costa Rica, *International Journal of Occupational and Environmental Health* 4(3), 199–201, 1998
- Verma DK, Purdham JT, and Roels HA, Translating evidence about occupational conditions into strategies for prevention, *Occupational and Environmental Medicine* 59, 205–214, 2002
- Vidal JL, Vega AB, Lopez FJ, and Frenich AG, Application of internal quality control to the analysis of quaternary ammonium compounds in surface and groundwater from Andalusia (Spain) by liquid chromatography with mass spectrometry, *Journal of Chromatography part A* 1050(2), 179–184, 2004
→ <http://dx.doi.org/10.1016/j.chroma.2004.08.023>
- Villaplana J, Azon A, Romaguera C, Lecha M, Phototoxic contact dermatitis with toxic hepatitis due to the percutaneous absorption of paraquat, *Contact Dermatitis* 29(3), 163–164, 1993
- Vlahodimos KP, The global crop protection industry strives to bring «safe use» to the developing world, *Pesticide Outlook* 5, 194–197, 1999
→ <http://www.rsc.org/pdf/pest/po990194.pdf>
- Volans GN, Wickstrom E, and Leahy N, Proposal for standardization of data collection in cases of paraquat poisoning, *Veterinary and Human Toxicology* 29, pp. 100ff, 1987
- Volcafe, Personal communication to F. Meienberg, April 2003
- Wagenet LP, Lemley AT, and Wagenet RT, A review of physico-chemical parameters related to the soil groundwater fate of selected pesticides used in New York State: paraquat, NY: Cornell University 1985
→ <http://pmep.cce.cornell.edu/facts-slides-self/facts/pchemparams/gen-pubre-paraquat.html>
- Waight JJ, Fatal percutaneous paraquat poisoning [correspondence], *Journal of the American Medical Association* 242, p. 472, 1979 (quoted by Garnier 1995 and Hall & Becker (1995))
- Watterson A, *Pesticide users' health and safety handbook, an international guide*, Aldershot, England 1988
- Weber JB, Best JA, and Gonesse JU, Bioavailability and bioactivity of sorbed organic chemicals: quaternary ammonium compounds, In: Linn DT et al (ed), *Sorption and degradation of pesticides and organic chemicals in soil*, 158–164, SSSA Special Publication no. 32, Madison, WI: Soil Science Society of America 1993
- Wegler R, *Chemie der Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel*, Bd. 5, Berlin 1977
- Wegmann E, *Untersuchungen über die Paraquatakkumulation in limnischen Sedimenten am Beispiel des Schwentineeinzugsgebietes: Ein Beitrag zum Problem der chemischen Grabenentkrautung* (PhD thesis), Kiel: Christian-Albrechts-Universität 1977
- Weinbaum Z, Samuels SJ, and Schenker MB, Risk factors for occupational illnesses associated with the use of paraquat (1,1'-dimethyl-4,4'-bipyridylium dichloride) in California, *Archives of Environmental Health* 50(5), 341–348, 1995
→ http://www.findarticles.com/p/articles/mi_m0907/is_n5_v50/ai_17528142
- Wesseling C, Aragón A, Blanco L, Penagos H, and van Wendel de Joode, Pesticide use and dermal exposures and effects in developing countries: data from Central America, *Occupational and Environmental Exposure of Skin to Chemicals – 2005*, abstract 52, 2005
→ <http://www.cdc.gov/niosh/topics/skin/OEESC2/AbPlen52Wesseling.html> (conference abstract)
- Wesseling C, Corriols M, and Bravo V, Acute pesticide poisoning and pesticide registration in Central America, *Toxicology and Applied Pharmacology* 207(2 Suppl 1), 697–705, 2005
→ <http://dx.doi.org/10.1016/j.taap.2005.03.033>
- Wesseling C, van Wendel de Joode B, Ruepert C, Leon C, Monge P, Hermosillo H, and Partanen TJ, Paraquat in developing countries, *International Journal of Occupational and Environmental Health* 7(4), 275–86, 2001a
- Wesseling C, van Wendel de Joode B, and Monge P, Pesticide-related illness among banana workers in Costa Rica: A comparison between 1993 and 1996, *International Journal of Occupational and Environmental Health* 7, 90–97, 2001b

- Wesseling C, Antich D, Hogstedt C, Rodriguez AC, and Ahlbom A, Geographical differences of cancer incidence in Costa Rica in relation to environmental and occupational pesticide exposure, *International Journal of Epidemiology* 28(3), 365–374, 1999
- Wesseling C, Hogstedt C, Picado A, and Johansson L, Unintentional fatal paraquat poisonings among agricultural workers in Costa Rica: a report of fifteen cases, *American Journal of Industrial Medicine* 32 (5), 433–441, 1997
 → <http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/abstract/49461/ABSTRACT>
- Wesseling C, Ahlbom A, Antich D, Rodriguez AC, and Castro R, Cancer in banana plantation workers in Costa Rica, *International Journal of Epidemiology* 25(6), 1125–1131, 1996
- Wesseling C, Castillo L, and Elinder C-G, Pesticide poisonings in Costa Rica, *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health* 19, 227–235, 1993
- Wester RC, Maibach HI, Bucks DA, and Aufrere MB, In vivo percutaneous absorption of paraquat from hand, leg, and forearm of humans, *Journal of Toxicology and Environmental Health* 14(5–6), 759–762, 1984
- Whitaker MJ, The handling and use of paraquat by Malaysian rubber and oil palm smallholders, *Journal of Plant Protection in the Tropics* 6, 231–249, 1989 (quoted by Matthews et al (2003))
- WHO: see World Health Organization (below)
- Williams RL, Aston RS, and Krieger RI, Perspiration increased human pesticide absorption following surface contact during an indoor scripted activity program, *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology* 14(2), 129–136, 2004
 → <http://www.nature.com/jea/journal/v14/n2/abs/7500301a.html> (abstract)
- Williamson S, Nicaragua pesticide exposure and poisoning survey, *Pesticides News* 51, 5–7, 2001
 → <http://www.pan-uk.org/pestnews/pn51/pn51p5.htm>
- Wilson C, and Tisdell C, Why farmers continue to use pesticides despite environmental, health and sustainability costs, *Ecological Economics* 39(3), 449–462, 2001
 → [http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8009\(01\)00238-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8009(01)00238-5) (abstract)
- Winchester JF, History of paraquat intoxication, In: Bismuth C, and Hall AH (eds), *Paraquat poisoning: mechanisms, prevention, treatment*, 1–16, New York: Marcel Dekker 1995
- Wingspread Statement on the Precautionary Principle, Racine, Wisconsin 1998
 → <http://www.gdrc.org/u-gov/precaution-3.html>
- Wohlfahrt DJ, Fatal paraquat poisonings after skin absorption, *Medical Journal of Australia* 1(12), 512–513, 1982 (quoted by Garnier (1995) and Hall & Becker (1995))
- Wohlfahrt DJ, Paraquat poisoning in Papua New Guinea, *Papua New Guinea Medical Journal* 24(3), 164–168, 1981
- Wojeck GA, Price JF, Nigg HN, and Stamper JH, Worker exposure to paraquat and diquat, *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 12, pp. 65ff, 1983
- World Health Organization, *The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guidelines to Classification 2004*, Geneva 2005
 → http://www.who.int/ipcs/publications/pesticides_hazard/en/
- World Health Organization (WHO), Descriptions of selected key generic terms used in chemical hazard/risk assessment, IPCS Joint Project with OECD on the Harmonisation of Hazard/Risk Assessment Terminology, part 2: alphabetical list, Geneva 2004a
 → http://www.who.int/ipcs/publications/methods/harmonization/definitions_terms/en/
- World Health Organization (WHO), International Classification of External Causes of Injury (ICECI), ICECI version 1.2, Object/substance producing injury: Weedkiller, herbicide, C3.21.04.30, p. 105, Geneva 2004b
 → <http://www.iceci.org/csi/iceci.nsf/pages/A1>
- WHO, *International Statistical Classification of Diseases & Related Health Problems*, 10th revision, Toxic effects of pesticides, T60; Sequelae of toxic effects of substances chiefly nonmedical as source, T97, Geneva 2003
 → <http://www3.who.int/icd/vol1htm2003/fr-icd.htm>

- World Health Organization (WHO), World Report on Violence and Health, chapter 7, 2002
 → <http://whqlibdoc.who.int/hq/2002/9241545615.pdf>
- World Health Organization Regional Office for South-East Asia (WHO-SEA), Pesticide poisoning databases in SEAR countries, New Delhi 2001a
 → http://whqlibdoc.who.int/searo/2001/SEA_EH_534.pdf
- World Health Organization, The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guidelines to Classification 2000–2002, WHO/PCS/01.5, Geneva 2001b
 → http://www.who.int/pcs/docs/Classif_Pestic_2000-02.pdf
- World Health Organization (WHO), and Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Pesticides residues in food: Report of the 1999 Joint FAO/WHO Meeting of Experts, Geneva 1999
 → http://www.fao.org/ag/agp/agpp/pesticid/jmpr/Download/99_rep/REPORT1999.pdf
- World Health Organization (WHO), Safe use of pesticides, WHO technical report series 813, Geneva 1991
- World Health Organization (WHO), and United Nations Environment Program (UNEP), Public health impact of pesticides used in agriculture, Geneva 1990 (see IPCS 2005 for use categories)
- World Health Organization (WHO), Equipment for vector control, third edition, Geneva 1990
- World Health Organization (WHO) Regional Office for Europe, Prevention of acute chemical poisonings: high-risk circumstances, Report on a Joint WHO/IPCS/CEC Meeting, Münster, 8–12 December 1986, Copenhagen 1987
- (WSC:) Weed Science, International survey of herbicide resistant weeds (website): select <herbicide mode of action> D (Bipyridyliums), (last updated in 2005)
 → <http://www.weedscience.org/in.asp>
- (WSJ:) Wall Street Journal, 16 November, New York 2000
- Wu XF, Block ML, Zhang W, Qin L, Wilson B, Zhang WQ, Veronesi B, and Hong JS, The role of microglia in paraquat-induced dopaminergic neurotoxicity, Antioxidants and Redox Signaling 7(5–6), 654–661, 2005
 → <http://www.liebertonline.com/doi/abs/10.1089/ars.2005.7.654>
- Yan AS, Keuk K, and San S, A survey of the health effects of Pesticides Survey as part of a farmer field school exercise in Cambodia, In: Murphy HH, Summary of farmer health studies., Conference on Health Effects of Pesticides, Penang, Malaysia, 18–20 March, FAO Programme for Community IPM (CIPM) in Asia, 2002
 → http://www.thefieldalliance.org/Documents/Summary%20of%20Pesticides_Studies.doc
- Yamashita M, Yamashita M, and Ando Y, A long-term follow-up of lung function in survivors of paraquat poisoning, Human and Experimental Toxicology 19(2), 99–103, 2000
 → <http://dx.doi.org/10.1191/096032700678815729>
- Yousefi VO, Agrochemicals in South Africa, African Newsletter on Occupational Safety and Health 1, 1999
 → <http://www.occuphealth.fi/Internet/English/Information/Electronic+journals/African+Newsletter/1999-01/03.htm>
- Zenz C, Occupational medicine, third edition, St. Louis, MO 1994