

WORLD·WATCH

# Los contaminantes orgánicos persistentes

*Los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP), POPs en inglés, son sustancias químicas extraordinariamente tóxicas y duraderas. Las emisiones actuales causarán cáncer y alteraciones hormonales en los próximos 1.000 años. Es necesario y posible dejar de producir este tipo de sustancias.*

---

por Anne Platt McGinn

---

Entre 1962 y 1970, los soldados de EE UU y sus aliados vietnamitas rociaron 45 millones de litros de herbicidas sobre grandes extensiones de bosque del Sureste asiático y más de la mitad de las tierras cultivables de Vietnam del Sur. El programa fue diseñado para eliminar cualquier vegetación que pudiera ocultar a las unidades del ejército de Vietnam del Norte o las guerrillas del Vietcong. Las tripulaciones de los aviones tenían un eslogan: "Sólo tú puedes destruir los bosques".

El herbicida venía en envases de color naranja, por lo que se le llamó agente naranja. Era una mezcla de dos productos químicos: 2,4,5-T (n-butyl del ácido 2,4,5 triclofenoxiacético) y 2,4-D (n-butyl éter de ácido 2,4 diclorofenoxiacético), dos de los herbicidas de mayor uso en el momento. Como sucede en general con los productos químicos sintéticos complejos, estos herbicidas contienen trazas de varias sustancias no deseadas que son subproductos de la producción. Entre los subproductos estaban las dioxinas. Un informe de 1985 de la Agencia de Protección Ambiental de EE UU definió a las dioxinas como los "carcinógenos más potentes jamás probados en animales de laboratorio". Estudios más recientes han relacionado a las dioxinas con daños a los fetos, abortos espontáneos y perjuicios al sistema inmunológico. Cuando esos dos herbicidas se vendían en Estados Unidos, tenían concentraciones de dioxinas de aproximadamente 0,05 partes por millón. Pero el agente naranja tenía concentraciones de dioxinas 1.000 veces superiores.

En el momento, el rociado del agente naranja parecía una parte relativamente menor del conflicto. Los dioxinas, sin embargo, seguirán contaminando las tierras de Vietnam mucho después de que la guerra

haya desaparecido de la memoria viviente. De hecho nadie está muy seguro de cuánto daño han hecho. Los médicos en Vietnam carecen de recursos para llevar a cabo estudios epidemiológicos, pero algunos informes médicos señalan la mayor frecuencia de ciertos defectos de nacimiento en las áreas rociadas: anencefalia (ausencia de todo o parte del cerebro), espina bífida (una malformación de la columna vertebral), e hidrocefalia (sobreproducción de fluido cerebroespinal, causando una hinchazón del cráneo). Las enfermedades causadas por las deficiencias del sistema inmunológico y las dificultades de aprendizaje también son mayores en las áreas rociadas. Y si los daños a los seres humanos son inciertos, el impacto ecológico es un completo misterio.

En parte porque es tan vago, el legado del agente naranja ilustra algunos de los peores aspectos de tratar con productos químicos sintéticos tan peligrosos como las dioxinas. Para los propósitos de análisis ambiental, las dioxinas se incluyen dentro de las sustancias tóxicas conocidas como COP, siglas de los *contaminantes orgánicos persistentes*. La definición plena de un COP, sin embargo, es algo más compleja de lo que la sigla implica. Además de ser persistente (es decir, no se descompone rápidamente), orgánico (con una estructura molecular basada en el carbono) y contaminante (en el sentido de ser muy tóxico), los COP tienen otras dos propiedades. Son solubles en grasas y por consiguiente se acumulan en los tejidos vivos; y pueden viajar grandes distancias.

Estas cinco propiedades juntas los hacen muy peligrosos. Sabemos que los COP son muy peligrosos, pero nunca podemos estar seguros de a quién dañarán. En los años setenta, por ejemplo, un grupo

de niños desarrolló leucemia (enfermedad grave de la sangre que involucra la producción desenfrenada de leucocitos hemáticos) en Woburn, un pequeño pueblo en Massachusetts. La leucemia había sido causada al parecer por disolventes en el agua del grifo. ¿Pero por qué la enfermedad afectó a sólo ciertos niños y no a muchos otros que también probablemente habían ingerido los disolventes? A menudo se requieren sofisticados análisis estadísticos para encontrar alguna conexión entre la contaminación y la lesión, y esta es una de las razones por la que es tan difícil evaluar los riesgos para la salud pública de los COP. Pero por supuesto la estadística no puede mostrar la experiencia de la contaminación: semejante amenaza puede parecer como una lotería diabólica.

La aleatoriedad aparente de la amenaza se agrava por el hecho de que la lesión a menudo tarda en aparecer o es indirecta. Los productos químicos sumamente tóxicos pueden esperar su tiempo, envenenando a sus víctimas de maneras tales que son muy difíciles de ver. El benceno, por ejemplo, es un disolvente común. Es un ingrediente en algunas pinturas, en productos de desengrasado, gasolinas, y en varios otros compuestos industriales y comerciales. Es cancerígeno, y afecta a los descendientes de las personas contaminadas, incluso a los hombres, pues la exposición fetal no es la única manera en la que el benceno puede envenenar a los niños; también puede afectar a los cromosomas y dañar los genes que su hijo heredará. El benceno puede dañar sin tocar directamente al niño.

Los COP son también potentes venenos ecológicos. Y al igual que en el cuerpo humano, sus efectos ecológicos a menudo siguen caminos tortuosos. En Estados Unidos en los años sesenta, por ejemplo, los biólogos empezaron a encontrar evidencias de que el plaguicida DDT (diclorodifeniltricloroetano) y otros productos químicos similares eran peligrosos. Pero la evidencia no provino de los organismos que habían absorbido el plaguicida directamente. Vino de las águilas y halcones que estaban sufriendo fracasos reproductivos generalizados. Pocos huevos y cáscaras de huevo muy débiles que se rompen poco después de la puesta: éstos eran los resultados de un tipo de envenenamiento conocido como bioacumulación. La solubilidad en las grasas de los plaguicidas les permiten concentrarse en los tejidos de los organismos a medida que se asciende en la cadena alimentaria, desde los insectos y roedores a los depredadores. Incluso hoy, los Grandes Lagos norteamericanos muestran los efectos de ciertos COP, como el DDT, que no se usa en la región desde hace décadas. Las poblaciones de águilas aún no se han recuperado; los tumores continúan apareciendo en peces, pájaros, y mamíferos.

Pero hay una manera en la que los contaminantes se desvían de la norma del agente naranja. La mayoría de los COP no deben su presencia en el ambiente a las terribles consecuencias de la guerra, sino a procesos

industriales ordinarios, como la producción de plásticos y plaguicidas, transformadores resquebrajados, o la incineración de residuos. Los COP son un subproducto inevitable de las actividades actuales. Por planificación y por accidente, estamos introduciendo continuamente nuevos productos químicos en el ambiente sin una noción clara de sus efectos futuros. Y entre las decenas de miles de productos químicos en circulación durante décadas, sólo se han estudiado los efectos ambientales y en la salud de unos pocos. Por consiguiente, nadie sabe exactamente cuántos COP hay, pero es probable que haya varios miles.

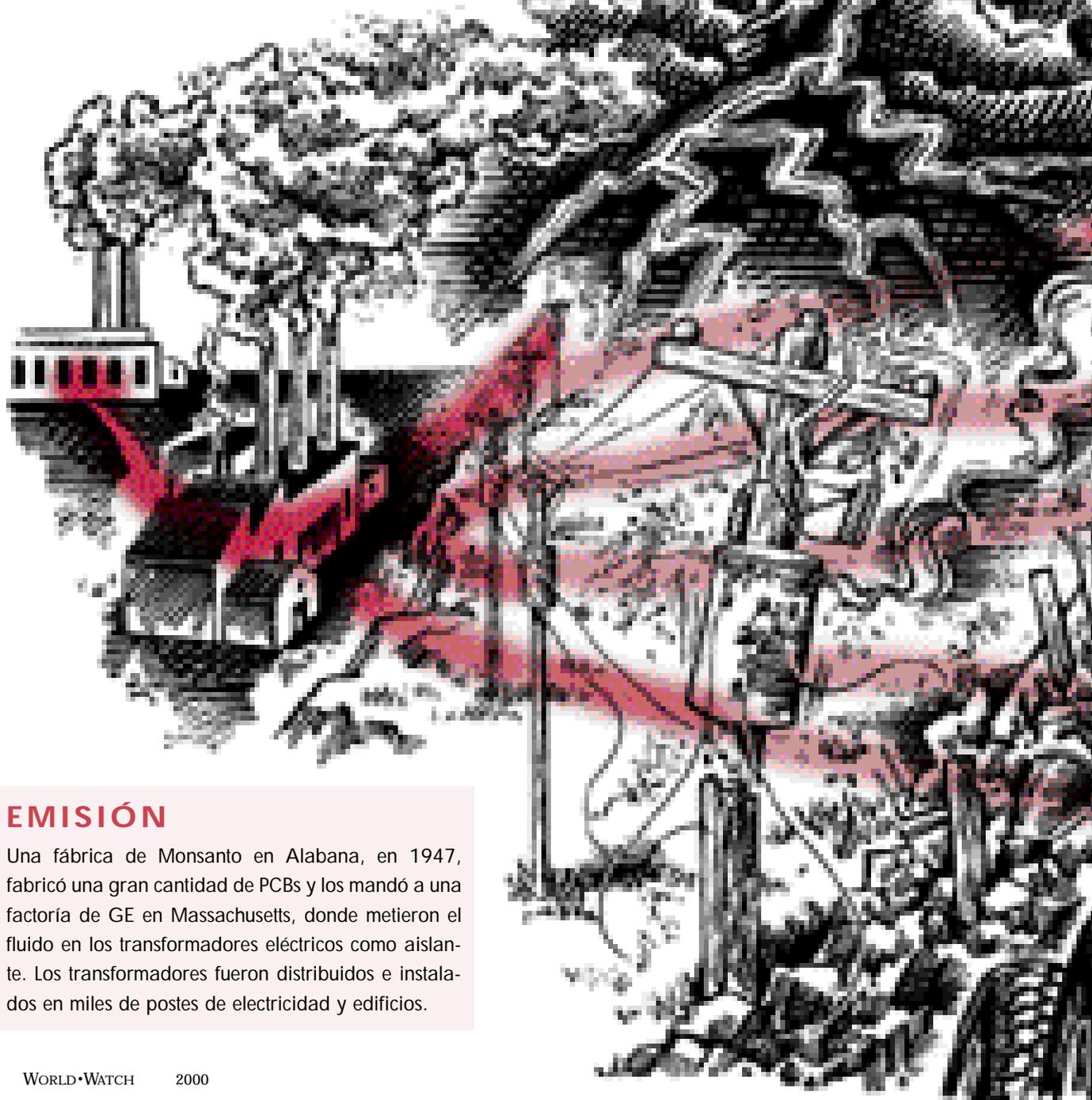
Y más allá de su número están sus efectos: mientras los COP son tóxicos por definición, sus efectos en la salud y los impactos ambientales a largo plazo en gran parte se desconocen. Más complejo aún que el análisis de un COP individual, es la necesidad de entender qué tipos de interacciones sinérgicas se producen por la exposición a varios COP o a COP junto con otros productos químicos. La contaminación múltiple es la regla, en lugar de la excepción, pero realmente no se conocen sus efectos.



Lo que sabemos es que la mayoría de los organismos vivos están expuestos a una difusa mezcla de COP. Y eso nos afecta a todos nosotros. Independientemente de donde vivamos, probablemente estaremos contaminados por ciertas cantidades de COP. Están en los alimentos y en el agua; probablemente también en el aire que respiramos; probablemente de vez en cuando entre en contacto con nuestra piel si, por ejemplo, manipulamos pinturas, disolventes o combustibles.

Actualmente, 140 países están negociando un tratado para eliminar 12 COP específicos (ver tabla, página 46). Esta "docena sucia" comprende nueve plaguicidas, un grupo de compuestos industriales conocidos como bifenilos policlorados (PCBs), y dos tipos de subproductos industriales, las dioxinas y furanos. El tratado se llama el

"Instrumento Legalmente Vinculante para Llevar a cabo la Acción Internacional en Ciertos Contaminantes Orgánicos Persistentes" y como su nombre sugiere, es un esfuerzo laudable pero tímido. Sus partidarios esperan que servirá en el futuro como un mecanismo para eliminar a docenas de otros COP. Pero al menos en su



## EMISIÓN

Una fábrica de Monsanto en Alabama, en 1947, fabricó una gran cantidad de PCBs y los mandó a una factoría de GE en Massachusetts, donde metieron el fluido en los transformadores eléctricos como aislante. Los transformadores fueron distribuidos e instalados en miles de postes de electricidad y edificios.



forma actual, no afronta el problema fundamental. Si queremos reducir los riesgos del inmenso y creciente número de productos químicos sintéticos que están soltándose en el ambiente, tendremos que repensar algunas de las nociones básicas del desarrollo industrial.

### **Cada 27 segundos**

Hay ya más de 20 millones de productos químicos sintéticos, y ese número aumenta cada año en otro millón. Como promedio, un nuevo producto químico se sintetiza cada 27 segundos. Muy pocas de estas sustan-

cias alguna vez entran en la producción comercial, y cerca del 99,5 por ciento no pasan de la curiosidad académica, o de los intentos de crear un nuevo plaguicida, disolvente, o cualquier otra cosa. Pero todos los años otros 1.000 nuevos compuestos entran en la economía química, ya sea como ingredientes de productos finales, o como productos químicos intermedios en la fabricación de otros. El número total de sustancias sintéticas comercializadas está entre 50.000 y 100.000. Pero el número total de sustancias sintéticas en el ambiente es probablemente mucho mayor, debido a los subproductos (como las dioxinas) involuntariamente generados durante la producción, y a la descomposición de los productos procedentes de las sustancias comerciales.

La introducción de sustancias químicas en esta escala crea un enorme riesgo biológico, a pesar de

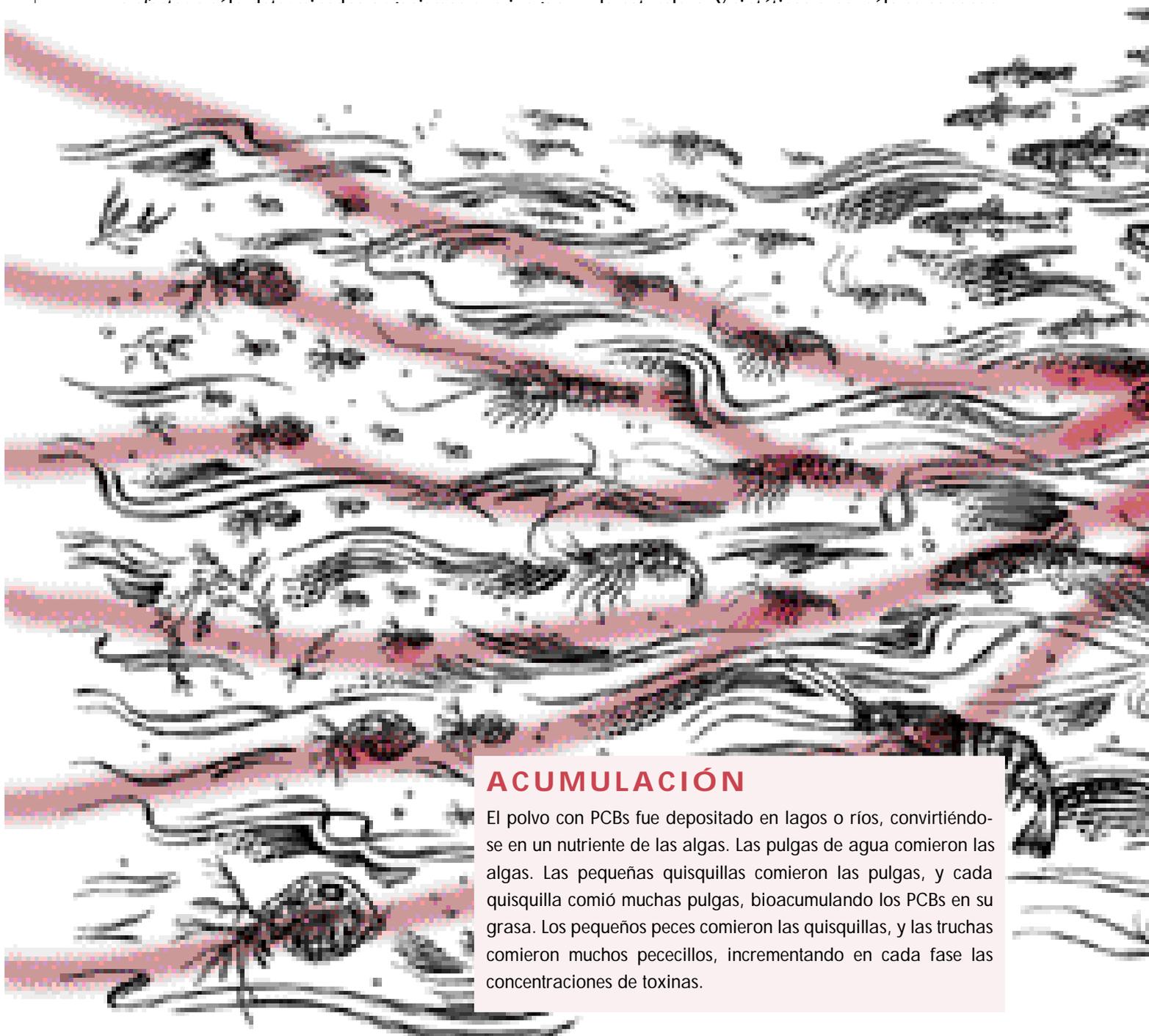
### **DISPERSIÓN**

A lo largo de las décadas, los transformadores se deterioraron o fueron destruidos, unos por rayos, otros por demolición. Los PCBs pasaron al suelo y fueron dispersados a los arroyos o lentamente pasaron a los acuíferos. Algunos quedaron en el suelo expuestos al sol, convertidos en polvo y dispersados por todo el mundo. Ningún lugar quedó a salvo.

que muchos productos químicos sintéticos probablemente no sean perjudiciales, y muchos productos químicos naturales sean sumamente peligrosos. Para entender el riesgo, es útil tener una visión general de lo que pasa normalmente con las toxinas naturales. Realmente la mayoría de las toxinas naturales potentes se degradan más rápidamente que los COP. Las toxinas naturales también quedan aisladas geográficamente, y no suelen dispersarse en el ambiente. Y aunque se producen algunos episodios naturales de “envenenamiento masivo”, tales eventos son generalmente episódicos—recuérdese las “mareas rojas” por las floraciones de algas a lo largo de los litorales. Finalmente, aparte del tal envenenamiento masivo, las sustancias tóxicas naturales es probable que queden “aisladas en la cadena trófica”, es decir, tendrán

un sapo tóxico, por ejemplo, hay que ser un depredador de esta especie. Quien no se mete con el sapo no tendrá problemas. El paradigma del sapo venenoso, sin embargo, no sirve para la economía química actual que está causando una exposición crónica y a gran escala a potentes sustancias tóxicas virtualmente en todos los niveles ecológicos.

No todos los productos químicos fabricados son orgánicos (es decir, que contienen carbono); los productos químicos inorgánicos juegan un papel industrial clave. El ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), por ejemplo, es un componente importante de buena parte de la producción química, sobre todo los fertilizantes. Pero los más importantes productos inorgánicos fabricados, como el ácido sulfúrico, no son completamente sintéticos en el sentido de ser artificiales, pues existen en



## ACUMULACIÓN

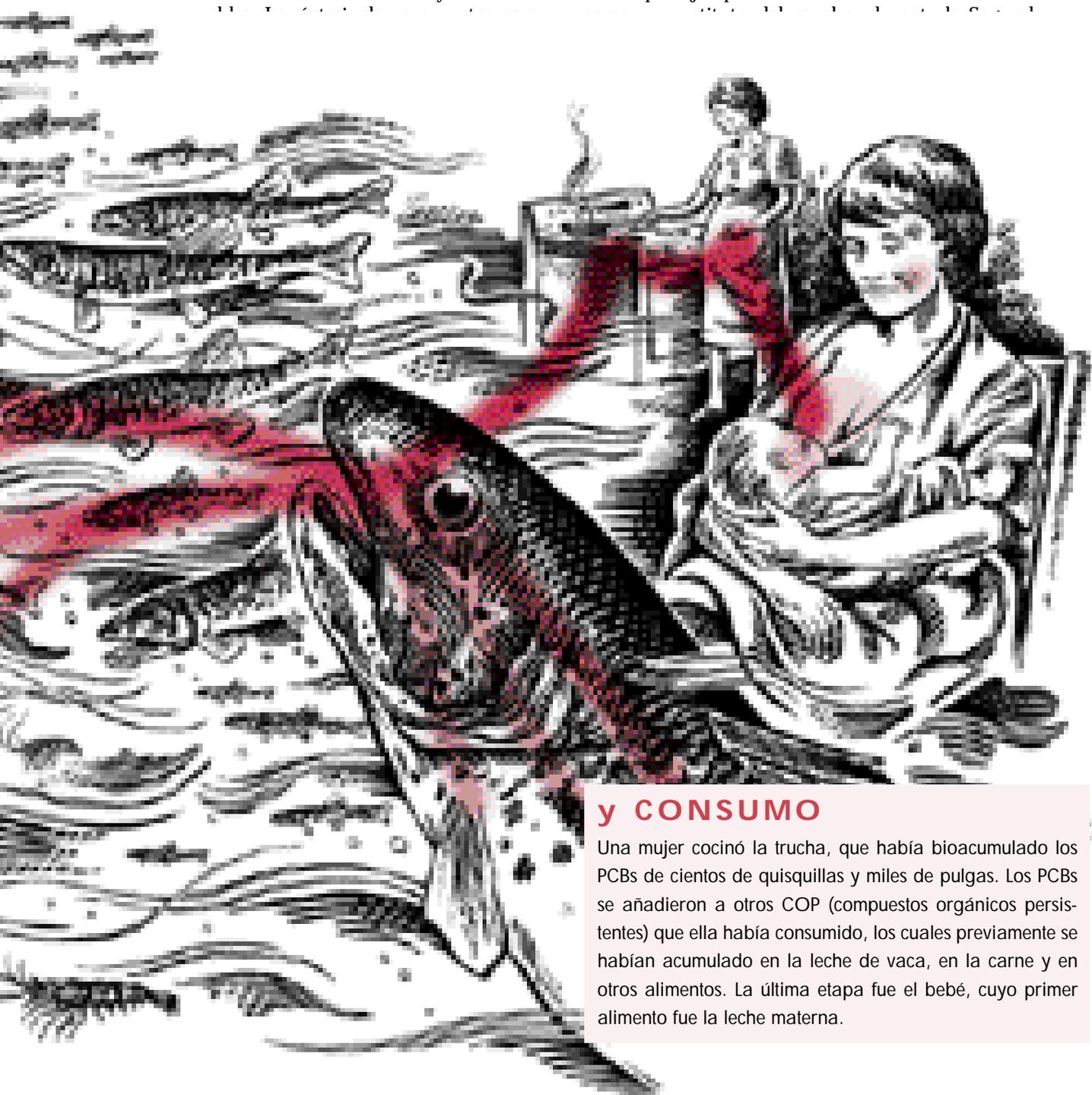
El polvo con PCBs fue depositado en lagos o ríos, convirtiéndose en un nutriente de las algas. Las pulgas de agua comieron las algas. Las pequeñas quisquillas comieron las pulgas, y cada quisquilla comió muchas pulgas, bioacumulando los PCBs en su grasa. Los pequeños peces comieron las quisquillas, y las truchas comieron muchos pececillos, incrementando en cada fase las concentraciones de toxinas.

inorgánicos. Esto contrasta con los muchos millones de compuestos orgánicos conocidos, la mayoría de ellos totalmente artificiales, lo que permite hacerse una idea de la increíble variedad de estructuras moleculares que permite el carbono.

La producción industrial a gran escala de productos químicos orgánicos se remonta a mediados del siglo XIX. Las refinерías en Europa y Estados Unidos usaban el carbón para producir queroseno, o aceite de carbón, como se le llamaba entonces. En 1859, en Pensilvania se realizó la primera perforación comercial de petróleo. Al igual que otros pozos en Estados Unidos, Europa y Asia oriental, las refinерías de carbones se transformaron al petróleo, y la industria adquirió un inmenso y sumamente versátil suministro de lubricantes y combusti-

laboratorios europeos aproximadamente al mismo tiempo. El DDT, por ejemplo, data de 1874, cuando fue sintetizado por un estudiante alemán de química, aunque sus propiedades como plaguicida no se apreciaron hasta los años treinta. Los primeros plásticos se sintetizaron de la celulosa (el componente básico de la madera) hacia 1890. A finales del siglo XIX, la química orgánica había revolucionado la importante industria de tintes.

La clave para este desarrollo fue descubrir que podían sintetizarse directamente y en abundancia a partir del petróleo, en lugar de los productos vegetales. Con una fuente barata de materias primas, la síntesis ofrecía una respuesta a los racionamientos de la guerra de productos naturales mucho más caros. El vinilo, por ejemplo, se desarrolló en los años veinte



## y CONSUMO

Una mujer cocinó la trucha, que había bioacumulado los PCBs de cientos de quisquillas y miles de pulgas. Los PCBs se añadieron a otros COP (compuestos orgánicos persistentes) que ella había consumido, los cuales previamente se habían acumulado en la leche de vaca, en la carne y en otros alimentos. La última etapa fue el bebé, cuyo primer alimento fue la leche materna.

## Producción y uso de la “docena sucia” de COP

Producto	Fecha de introducción	Producción mundial acumulada (toneladas)
<b>Aldrín</b> (insecticida)	1949	240.000
<b>Clordano</b> (insecticida)	1945	70.000
<b>DDT</b> (insecticida)	1942	2,8–3 millones
<b>Dieldrín</b> (insecticida)	1948	240.000
<b>Endrín</b> (insecticida y raticida)	1951	(3.119 toneladas en 1977)
<b>Heptacloro</b> (insecticida)	1948	(900 toneladas usadas en 1974 en EE.UU.)
<b>Hexaclorobenceno</b> (fungicida y subproducto de la producción de plaguicidas)	1945	1–2 million
<b>Mirex™</b> (insecticida y retardador del fuego)	1959	sin datos
<b>Toxafeno™</b> (insecticida)	1948	1,33 millones
<b>PCBs</b> (aislante líquido en transformadores; fluido hidráulico; ingrediente de algunas pinturas, adhesivos y resinas. Ya no se produce en los países industrializados.)	1929	1–2 millones
<b>Dioxinas</b> (subproducto de la producción de organoclorados, de la incineración y del blanqueo de las pastas papeleras)	1920s	(10,5 toneladas equivalentes de dioxinas y furanos en 1995)
<b>Furanos</b> (lo mismo que las dioxinas)	1920s	

FUENTE: Anne Platt McGinn, “Eliminación de los Contaminantes Orgánicos Persistentes”, en Lester R. Brown et al., *La Situación del Mundo 2000* (Barcelona: Icaria/FUHEM, 2000).

cho; aunque los neumáticos todavía eran de caucho, el vinilo servía como aislante de los cables.

En los años de posguerra, los productos sintéticos inundaron un proceso industrial tras otro, al ser a menudo más baratos que los materiales tradicionales como el caucho, madera, metal, vidrio y fibras vegetales. En algunos casos los productos sintéticos sustituyeron a los materiales tradicionales, pero en otros muchos se combinó lo viejo y lo nuevo. Las sustancias sintéticas han transformado nuestro ambiente, y no simplemente reemplazando bienes hechos antes de algún otro material, sino permitiendo la creación de productos que probablemente no habrían existido, al menos en una escala masiva. Los plásticos, por ejemplo, son básicos en la industria electrónica, como en la fabricación de microprocesadores. Hoy, los productos químicos orgánicos sintéticos están presentes en casi todas las ramas de la economía química (ver tabla, página 49).

No es sorprendente que el volumen de producción de los productos químicos orgánicos sintéticos haya crecido enormemente desde los años treinta. La producción global pasó de cerca de cero en 1930 a unos 300 millones de toneladas a finales de los ochenta. Sólo en Estados Unidos, la producción pasó de 150.000 toneladas en 1935 a casi 150 millones de toneladas en 1995, casi mil veces más. Los cinéfilos quizás recuerden la palabra de advertencia dada al personaje juvenil representado por Dustin Hoffman en la película de 1968, *El Graduado*: “Plásticos”. La tendencia era tan clara entonces como ahora: la producción de plásticos en EE UU se ha multiplicado por 6 desde 1960.

La estructura química de la síntesis orgánica varía enormemente, por supuesto, pero cuando hay que evaluar el potencial de cualquier producto químico en particular para causar problemas, ya sea en el cuerpo humano o en el medio ambiente, la pregunta clave

es: ¿contiene cloro? El cloro es muy reactivo, es decir, que reacciona muy rápidamente con otros elementos y tiende a unirse muy herméticamente a ellos. (La gran excepción a esta regla son ciertos enlaces, como el cloruro de sodio, o sal de mesa). El carbono es uno de los elementos a los que el cloro se une, aunque en la naturaleza tales productos, conocidos como organoclorados, son muy escasos. (Hay unas pocas excepciones, como las emisiones de los pantanos de cloruro de metilo.) Pero los químicos han encontrado que al agregar cloro a los compuestos de carbono, es posible obtener una gran variedad molecular. Las características del cloro lo hacen, en palabras de W. Joseph Stearns, Director del Departamento de Cloro en la Dow Chemical, "el ingrediente más importante en la moderna [industria] química".

En Estados Unidos, el cloro se usa para hacer miles de productos químicos, desde plaguicidas a disolventes, productos farmacéuticos, blanqueadores, y así sucesivamente. Se producen alrededor de 11.000 organoclorados. La categoría identificable más grande de éstos son los plásticos. De las más de 10 millones de toneladas de cloro que la industria de EE UU consume cada año, aproximadamente un tercio sirve para producir 14 tipos diferentes de plásticos. El más común es el cloruro de polivinilo (PVC) que es ligero, fuerte y fácil de moldear. El PVC se destina a envases de plástico, suelas de zapatos, componentes automovilísticos, tuberías y productos médicos, entre otras cosas. En menos de una década, de 1988 a 1996, la producción de PVC aumentó más de un 70 por ciento, de 12,8 millones de toneladas a 22 millones. En el uso de productos como el PVC, se puede ver hasta qué punto estamos rodeados de organoclorados.

Aunque se desconoce si muchos de los organoclorados son peligrosos, un número sustancial de ellos presentan grandes riesgos. En gran parte, esos riesgos son el resultado de tres características comunes. Los organoclorados son muy estables, y de ahí el atractivo de su fabricación, pero es por esto por lo que también no nos libramos de ellos fácilmente. Tienden a ser solubles en las grasas, lo que significa que se bioacumulan. Y muchos tienen una toxicidad crónica, lo que significa que aunque la exposición a corto plazo frecuentemente no sea peligrosa, a largo plazo sí lo es. (Las razones para la toxicidad varían. Algunos organoclorados pueden "imitar" a sustancias químicas naturales como las hormonas y pueden perturbar los procesos químicos de los organismos vivos; unos debilitan el sistema inmunológico; otros afectan al desarrollo de los órganos, y muchos promueven el cáncer, y así sucesivamente.) Estabilidad, solubilidad en grasas y toxicidad crónica: lo mismo que los COP. Ciertamente no es necesario que un producto tenga cloro para que sea un COP. Entre los COP sin cloro hay varios organometales (usados, por ejemplo, en pinturas de barcos) y organobromuros (usados como

plaguicidas y como aislantes líquidos en equipos eléctricos). Pero la mayoría de los COP conocidos, incluidos la "docena sucia", son organoclorados.

Los plaguicidas organoclorados son los COP más notorios (ver la tabla de la página 46). No es sorprendente que los plaguicidas sean de los productos químicos más peligrosos, pues han sido diseñados para ser tóxicos y se producen en cantidades enormes. Desde 1945, la producción global de plaguicidas se ha multiplicado por 26, de 0,1 millones de toneladas a 2,7 millones, aunque el crecimiento se ha ralentizado en los últimos 15 años, ya que los efectos en la salud y las preocupaciones ambientales han inspirado un número creciente de prohibiciones, principalmente en los países industrializados. Estas restricciones han reducido la cantidad total de plaguicidas usadas en los países industrializados, pero la toxicidad de éstos sigue creciendo. Las formulaciones actuales de los plaguicidas son de 10 a 100 veces más tóxicas que en 1975.

Hoy los fabricantes de plaguicidas quieren que sus productos tengan una toxicidad aguda alta y una toxicidad crónica baja. Buscan compuestos que maten rápidamente pero que no permanezcan en el campo indefinidamente, como los organoclorados, que con sus toxicidades crónicas sustanciales, ya no tienen el atractivo universal de antes. Los más nuevos plaguicidas es probable que no contengan cloro. Eso es evidentemente bueno, pero no lo bastante, por dos razones: los plaguicidas que no son organoclorados a veces también resultan ser COP, y casi todos los productos viejos todavía están con nosotros. Persisten en el ambiente y la mayoría todavía se usan en los países en desarrollo.

Una serie más oscura de COP son una familia de organoclorados que se han usado como aislantes líquidos en los equipos eléctricos, como fluidos hidráulicos, y como aditivos en plásticos, pinturas e incluso en papel de calco sin carbón. Éstos son los bifenilos policlorados, o PCBs. Durante décadas, la estabilidad extrema, la baja inflamabilidad y la baja conductividad de los PCBs les hizo el aislante líquido normal en los transformadores, y dado que éstos son un componente esencial de las redes de distribución de electricidad, la contaminación de PCBs es omnipresente. En los países industrializados, se fabricaron PCBs entre los años veinte y finales de los setenta; todavía se fabrican en Rusia y aún se usan en muchos países en desarrollo. Los científicos estiman que el 70 por ciento de todos los PCBs fabricados todavía están en uso o en el medio ambiente, a menudo en los vertederos donde gradualmente van contaminando los acuíferos. El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) recientemente publicó una guía para ayudar a los funcionarios de los países en desarrollo a identificar los PCBs. Pero dados sus usos múltiples y los más de 90 nombres comerciales, sólo encontrarlos es una tarea ingente, y no digamos eliminarlos.

Pero la mayoría de los COP no se producen intencionadamente, sino que son subproductos, como las dioxinas y furanos, dos clases de COP que son resultado principalmente de la producción de organoclorados, el blanqueo de las pastas papeleras y la incineración de residuos sólidos urbanos. Un inventario de emisiones de 1995 realizado por el PNUMA en 15 países contabilizó unos 7.000 kilogramos de dioxinas y furanos emitidos por las incineradoras, que representaban el 69 por ciento de las emisiones totales de esas sustancias en estos países. (Siete mil kilogramos puede parecer poco, pero tén-gase en cuenta que estas sustancias sumamente tóxicas se producen en cantidades ínfimas.) Se conocen 210 dioxinas y furanos. Y entre los subproductos de la producción y uso de organoclorados, es probable que queden miles de COP por descubrir.

### ¿Realmente los necesitamos?

Durante las últimas tres décadas han aumentado los esfuerzos para regular la industria química en el mundo industrializado. En Estados Unidos, por ejemplo, el esfuerzo involucra a cuatro agencias federales, y por lo menos siete grandes leyes federales, de control de plaguicidas, contaminación y promoción de industrias más limpias. Cualquier nueva sustancia sintética producida en Europa o Estados Unidos está sujeta a algunos análisis de toxicidad antes de que pueda comercializarse.

Pero a pesar de este gigantesco esfuerzo burocrático, el enfoque actual no está a la altura de la amenaza. En el primer lugar, porque la mayoría de las pruebas de toxicidad son realizadas por las propias compañías, una práctica que invita a obvios conflictos de interés. Los esfuerzos actuales son insuficientes para analizar los miles de productos químicos existentes en el mercado, y a los que no se exigió ningún análisis en su momento. Menos del 20 por ciento de los productos químicos comercializados se han evaluado adecuadamente para ver su toxicidad, según un informe de 1984 de la Academia Nacional de Ciencias. (Como prueba de la magnitud del problema hay que señalar que este informe con 16 años de existencia sigue siendo la principal referencia.)

Igualmente hay una gran incertidumbre sobre qué debemos analizar. La toxicología de las sustancias sintéticas está en un estado constante de evolución, y la dificultad de establecer un eslabón causal entre la exposición y la lesión abre la ciencia a toda clase de reinterpretaciones tendenciosas. Cualquiera que conozca los debates sobre la relación entre fumar y salud reconocerá este problema. Véase las dioxinas, por ejemplo. El cloracné, la erupción acneiforme producida por las dioxinas, fue identificada hace un siglo, en 1899. En 1998, la Organización Mundial de la Salud (OMS) redujo la dosis diaria admisible de dioxinas de 10 pico-

gramos (billonésima de gramo) por kilogramo de peso corporal a 1-4 picogramos. Una persona que pese 68 kilogramos no debe exponerse a más de 4 billonésimas de gramo por día. Para los niños, los niveles seguros son aún más estrictos. Pero hace sólo un par de años, un consultor de la Asociación de la Industria Química anunció que las "dioxinas no suponen ningún peligro para la salud pública."

Incluso cuando la ofuscación no es un problema, los adelantos en toxicología tienden a crear un segundo retraso en la comprobación, dado que los miles de productos químicos previamente analizados deben volver a ser reanalizados. En 1996, por ejemplo, Estados Unidos lanzó un programa de reevaluación de los plaguicidas, a la luz de nuevas investigaciones de cómo estos productos químicos pueden afectar a los niños, cuyo alto metabolismo y el rápido desarrollo físico los hacen más vulnerables a ciertos tipos de sustancias tóxicas. Hasta ahora sólo se han comprobado menos de la cuarta parte de los plaguicidas "registrados" en EE UU. (Estados Unidos regula los plaguicidas designando los usos específicos permitidos para cada producto químico; a cada uso se le llama registro.)

El horizonte cambiante de la toxicología incluso puede poner en cuestión productos sintéticos ampliamente aceptados. Los plastificantes conocidos como ftalatos están entre los compuestos industriales más comunes en el medio ambiente. Sin embargo las más recientes investigaciones de laboratorio en animales han relacionado a los ftalatos con daños al hígado, riñón y testículos, así como provocadores de aborto, defectos de nacimiento y reducción de la fertilidad. La incineración de los ftalatos produce dioxinas. Los ftalatos están en todo, desde los materiales de construcción a los mordedores infantiles. Y entre los 1.000 nuevos productos químicos que se comercializan cada año, ¿quién sabe cuántos descubrimientos se harán en el futuro?

En su estado actual, el sector químico claramente incumple nuestra obligación colectiva de mantener la salud humana y ambiental. Lo que se necesita es una reforma fundamental que va más allá de la regulación convencional. Esa reforma podría empezar con una idea muy simple pero revolucionaria: hay que evitar riesgos innecesarios. Ésta es la esencia de uno de los conceptos clave del movimiento ambiental: el principio de precaución. Este principio señala que cuando alguien quiere emprender cualquier acción que pudiera afectar el medio ambiente, primero debe demostrar que los riesgos son despreciables, o los beneficios los compensan sobradamente.

El principio invierte la carga usual de la prueba. En la mayoría de las controversias medioambientales de hoy, la carga de la prueba recae sobre aquellos que se oponen a una acción: normalmente deben persuadir a la opinión pública o a los políticos que los beneficios son muy inferiores a los riesgos. Pero por

supuesto, raramente entendemos los riesgos hasta después del hecho y quizás ni incluso entonces. Éste es el problema que el principio trata de resolver; en un seguro contra nuestra propia ignorancia.

Una aplicación razonable del principio de precaución nos exigiría que asumiéramos que en ciertas sustancias químicas, como los organoclorados, cualquier nuevo compuesto es peligroso. El paso siguiente sería preguntar: ¿realmente lo necesitamos? El énfasis tendería a propiciar una nueva mentalidad a la hora de inventar nuevos productos químicos, tanto en la sociedad como en la industria química, que pasaría de la invención de cualquier tipo de sustancia, a inventar nuevos usos para productos químicos que se creen que son relativamente seguros, y en inventar nuevos procesos que no dependan de las sustancias químicas. Se comercializarían menos productos químicos, y se dejarían de vender un número creciente de sustancias.

Hay ya un importante precedente, la prohibición inminente y total de los clorofluorocarbonos (CFCs), usados hasta hace poco casi universalmente como refrigerantes y propelentes. Se demostró que los CFCs destruían la capa de ozono estratosférico que protege a la superficie de la Tierra de la dañina radiación ultravioleta. En el marco del Protocolo de Montreal de 1987, los CFCs están siendo sustituidos por otros compuestos menos perjudiciales para la capa de ozono. En gran parte de la industria química, se pueden ver el potencial de desarrollos similares. Véanse tres ejemplos.

**Plaguicidas:** la retirada ya puede haber empezado

Los plaguicidas son el soporte principal de los monocultivos. Son el mecanismo que permite sembrar inmensas extensiones con sólo maíz, algodón o soja, una situación muy antinatural y muy vulnerable a las plagas. Pero los plaguicidas también son caros y peligrosos, y estas son algunas de las razones que explican el auge creciente de la agricultura ecológica, biológica u orgánica. En los países industrializados, la producción ecológica (qué no usa ningún plaguicida sintético) es el mercado que más crece dentro del sector agrícola. En Estados Unidos, el mercado ecológico ha estado creciendo a tasas anuales del 20 por ciento desde 1989. El 35 por ciento de los consumidores de EE UU buscan la etiqueta ecológica por lo menos para parte de los productos que compran. Se espera que un tercio de la superficie agrícola de Europa sea ecológica a finales de esta década. La agricultura biológica y otras prácticas de bajo uso de plaguicidas normalmente involucran una gestión más cuidadosa de la tierra y cultivos más diverso e intercalados, que tienden a tener menos problemas de plagas que los monocultivos convencionales. Aunque una cosecha en particular puede ser más baja que en la agricultura con-

## ¿Qué produce la Industria Química?

### Algunas de las más importantes clases de productos

**Alquitranes y productos petrolíferos refinados** (empleados para hacer asfalto, combustibles, lubricantes, y muchos de los productos más abajo citados)

**Plásticos** (usados en incontables aplicaciones)

**Resinas** (usadas en adhesivos, cubiertas protectoras y pinturas)

**Intermedios** (productos químicos empleados para producir otros)

**Disolventes** (líquidos usados para mantener otros materiales en solución, como en pinturas y productos de limpieza)

**Surfactantes** ("agentes de superficie activa" usados en productos como detergentes para promover la interacción entre el producto y el material al cual se aplica)

**Elastómeros** (polímeros sintéticos con las propiedades del caucho como el neopreno)

**Sustancias para procesar el caucho**

**Plastificantes** (empleados para conferir flexibilidad a los plásticos)

**Plaguicidas** (también llamados pesticidas)

**Productos farmacéuticos**

**Saborizantes y perfumes** (los fabricantes emplean sustancias sintéticas para hacer que sus productos tengan el sabor u olor deseado)

**Tintes y pigmentos** (presentes en todo, desde la pintura de los automóviles al color de los zapatos o los alimentos)

vencional, en términos de productividad total (es decir, en términos de todas las cosechas por una unidad de tierra) y en términos de beneficios la agricultura ecológica obtiene mejores resultados, y por no hablar de los beneficios medioambientales.

Los plaguicidas perjudican gravemente la salud, pero a veces el problema se complica. En DDT puede ser eliminado y sustituido por otros plaguicidas en la agricultura, pero todavía se emplea para combatir la malaria en muchas zonas tropicales. La malaria mata cada año a 2,7 millones de personas, más que el SIDA. En buena parte del África subsahariana y el

Asia tropical, la lucha contra los mosquitos es una cuestión de vida o muerte, y eso frecuentemente supone el uso masivo del DDT. Pero incluso aquí, otras prácticas más cuidadosas permitirían enormes reducciones del uso de plaguicidas e incluso podrían mejorar la lucha contra la malaria. Los investigadores en África han demostrado que las telas contra los mosquitos son una alternativa menos tóxica que los insecticidas y pueden reducir transmisión de la malaria entre un 30 y un 60 por ciento y la mortalidad infantil en un 30 por ciento. Y los precios netos de las redes de cama son relativamente baratos. En 1993 la OMS dejó de recomendar el rociado de DDT para combatir la malaria, en favor de únicamente rociar las viviendas con insecticida.

#### **PVC:** eliminar los COP de los productos

La incineración de los residuos sólidos urbanos es la causa principal de la emisión de dioxinas y furanos. Aunque la mejora de la incineración puede reducir este tipo de contaminación, la forma más eficaz de reducir la emisión de dioxinas es eliminar al cloro de los residuos. El PVC es la fuente del 80 por ciento del cloro que va a las incineradoras municipales de residuos y de casi todo el cloro en las incineradoras de residuos médicos (éstas son la segunda causa de emisión de dioxinas, después de las incineradoras municipales). Una prioridad de la nueva economía química debe ser por consiguiente la eliminación del PVC, que es cloro en un 45 por ciento del peso, y su sustitución por materiales libres de cloro. Inicialmente, los sustitutos pueden ser algo más caros que el PVC, pero incluso una demanda incipiente podría generar rápidamente una economía de escala. Las perspectivas del mercado ya han llevado a Exxon Corporation, uno de los mayores productores de PVC del mundo, a empezar a planificar la sustitución del PVC por plásticos libres de cloro.

#### **Blanqueo y benceno:** eliminar los COP de los procesos industriales

Los COP frecuentemente están más presentes en los procesos industriales que en los productos finales, ocasionando una mayor contaminación. Así, por ejemplo, el uso de papel no es normalmente una fuente de contaminación de organoclorados. Pero la producción de papel ciertamente sí lo es, y la eliminación del papel también lo puede ser, porque el volumen grande de papel que converge en una incineradora puede permitir la concentración de las pequeñas cantidades de contaminantes. Ambas formas de contaminación se deben al uso del cloro para blanquear las pastas papeleras. El blanqueo puede generar hasta 35 toneladas diarias de organoclorados

por instalación. Sin embargo este tipo de contaminación es casi totalmente innecesaria y el papel que usted está leyendo ahora mismo lo demuestra. (WORLD WATCH está impreso en papel blanqueado sin cloro.) Hoy sólo el 6 por ciento de producción mundial de pastas papeleras están blanqueadas sin cloro, pero esta cifra incluye a más de la cuarta parte de la producción escandinava, y por tanto la viabilidad económica del proceso no está en cuestión. El 54 por ciento de la producción mundial de pastas papeleras está "libre de cloro elemental", lo que significa que se usó cloro, pero por lo menos no era cloro puro y su consumo y emisiones por tonelada de papel fue muy inferior. Es cierto que reconvertir una fábrica de pastas papeleras a instalaciones sin uso de cloro es caro, pero la situación es muy diferente cuando se empieza desde el principio. Hoy es realmente más barato construir una fábrica que no utilice cloro que otra convencional.

Otro de los productos intermedios más peligrosos dentro de la industria también es fácilmente sustituible. El benceno es, por ejemplo, un producto químico intermedio en la producción de una amplia gama de materiales, como tintes, películas, disolventes y nilón. Para algunas aplicaciones, sin embargo, es posible reemplazar el benceno con el azúcar más simple, la glucosa. Eso puede parecer una sustitución rara, pero la estructura de anillo de ambas moléculas son intercambiables. La glucosa es más barata de fabricar que el benceno (12 contra 26 centavos por kilo) y para todos los propósitos prácticos, no es dañina. Pero como producto intermedio, los procesos que utilizan glucosa son más caros que los procesos mejor establecidos del benceno, pero estos costes no toman en consideración los ocasionados por las emisiones del benceno. En cualquier caso, los costes probablemente se reducirán si el uso de glucosa como producto intermedio se generaliza. Tales ajustes profundos dentro de la maquinaria industrial pueden parecer poco importantes, pero podrían ser una gran noticia: la posibilidad de sustituir una sustancia sumamente peligrosa por otra inocua sugiere que puede haber muchas oportunidades ocultas para rediseñar el sector químico.

Si la tal reingeniería tiene éxito, será porque habremos entendido las consecuencias de fabricar y consumir productos químicos sintéticos. Se quiera o no, la producción química se parece más a un proceso ecológico que a uno industrial o económico. Cualquier ejecutivo de la industria sabe que una planta química tiene que tener alguna clase de sentido económico. El legado de los COP nos dice que también deben tener un sentido ambiental.

---

**Ana Platt McGinn** es investigadora del Worldwatch Institute.