

A veces se emplea hidróxido de potasio en lugar de hidróxido de sodio pues los jabones de potasio son más suaves y producen una espuma más fina. Se usan como jabones líquidos y cremas para afeitado. La mayoría de los jabones contienen cierto número de aditivos como perfumes, colorantes y germicidas. Los jabones para lavar contienen abrasivos adicionales que (casi literalmente) cortan la mugre. Los jabones ligeros contienen en su interior aire introducido por batido antes de que el jabón se solidifique. Este proceso baja la densidad de la barra de jabón hasta hacerla menor que la del agua.

La suciedad y la mugre se adhieren habitualmente a la piel, la ropa y otras superficies porque se combina con grasas y aceites corporales, grasas para cocinar, grasas lubricantes o gran variedad de sustancias similares- que actúan en cierto modo como pegamento, y como los aceites no se mezclan con el agua, no es muy bueno lavar solamente con agua. Las moléculas de jabón tienen "doble personalidad". Un extremo es iónico y se disuelve en agua. El otro es parecido a un hidrocarburo y se disuelve en aceites (fig.15.3). Si representamos el extremo iónico de la molécula como un círculo y el extremo hidrocarburo como una línea en zig-zag, podemos ilustrar esquemáticamente la acción limpiadora del jabón.

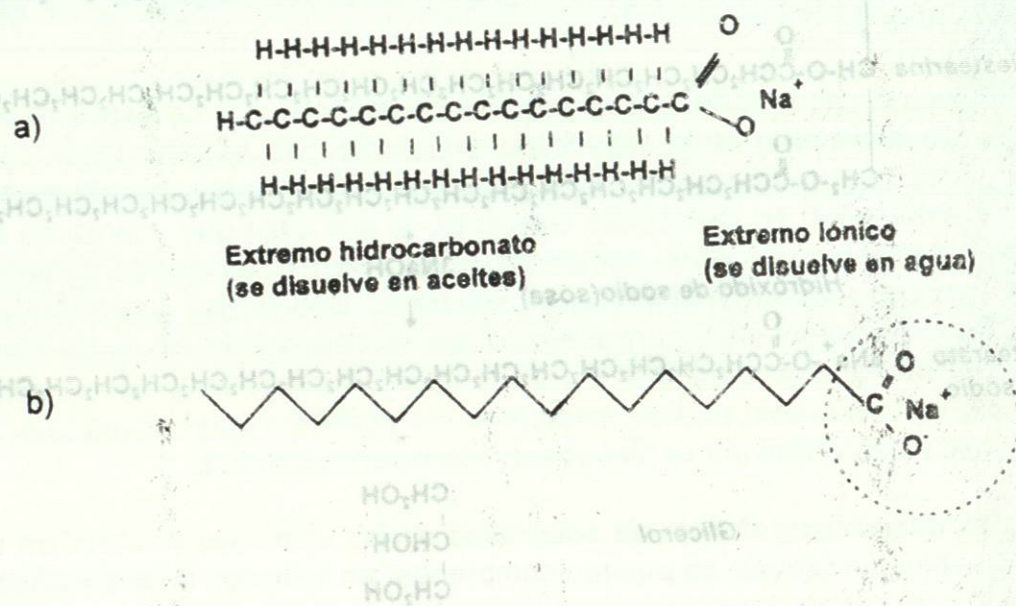


Figura 15.3 Palmítato de sodio, un jabón, (a) Fórmula estructural. (b) Representación esquemática.

En la figura 15.4, se observa que las "colas" de hidrocarburo se clavan en el aceite, mientras que las "cabezas" iónicas permanecen en la parte acuosa. De esta manera, el aceite se rompe en gotitas y se dispersa por toda la solución. Las gotitas no se unen debido a la repulsión de los grupos cargados (los aniones carboxilo) de sus superficies. Así el aceite y el agua forman una emulsión donde el jabón actúa como agente emulsionante; como el aceite ya no está "pegado" a la superficie se puede quitar fácilmente la suciedad.

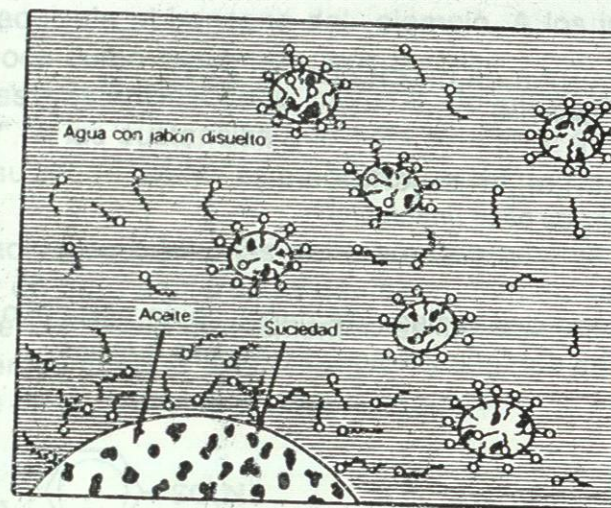
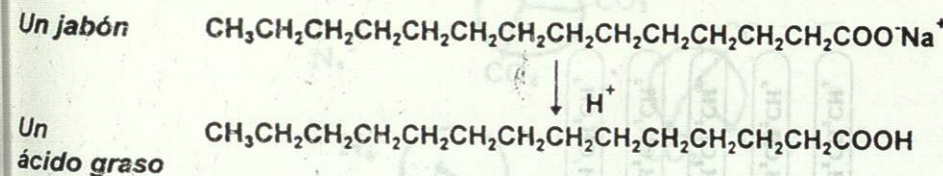


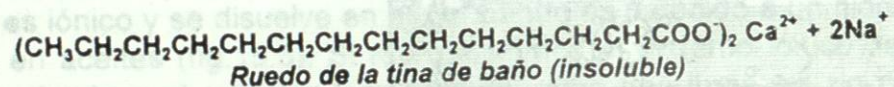
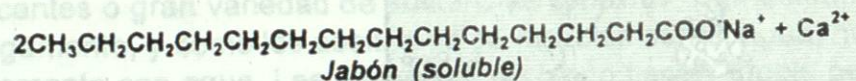
Figura 15.4 Acción del jabón al quitar la suciedad.

Para lavar ropa y para otros muchos fines, el jabón ha sido ampliamente sustituido por detergentes sintéticos porque los jabones tienen dos inconvenientes. Uno de ellos es que, en soluciones ácidas, los jabones se convierten en ácidos grasos libres.



Los ácidos grasos, a diferencia del jabón, no tienen ningún extremo iónico, y como les falta la "doble personalidad" necesaria no pueden emulsionar el aceite y la su-

ciudad; es decir, no tienen ninguna acción detergente. Es más, dichos ácidos grasos son insolubles en agua y por lo tanto se precipitan como jabonadura grasosa. Para contrarrestar esta falta de acción detergente en solución ácida, se añaden sustancias alcalinas a las fórmulas del jabón para lavar ropa con el fin de mantener elevado el pH. Estos compuestos básicos incluyen carbonatos, fosfatos y silicatos. La segunda desventaja sería del jabón es que no funciona muy bien en agua dura. El agua dura es la que contiene algunos iones metálicos, particularmente iones magnesio, calcio y hierro. Los aniones del jabón reaccionan con estos iones metálicos formando grumos de grasa insolubles.



Estos depósitos forman el conocido ruedo de las tinas de baño, dejan pegajoso el cabello recién lavado y son responsables del "gris delator" del lavado familiar.

Detergentes

La acción limpiadora (detergente) de los jabones ordinarios, por ejemplo, estearato de sodio, se debe a que disminuyen la tensión superficial del agua. Este tipo de sustancias tienden a concentrarse en la superficie de la solución y las moléculas se orientan según su naturaleza polar. (Fig. 15.5). La parte de sal carboxilica (fuertemente polar) queda orientada sobre la superficie del agua y la parte de hidrocarburo, insoluble en agua, tiende a orientarse lo más alejado posible del agua, proyectándose como filamentos hacia el exterior de la superficie del agua. O sea que una solución acuosa contiene una superficie de hidrocarburo expuesta al aire. La tensión superficial del agua disminuye de 72 dinas/cm² a 25 dinas/cm².

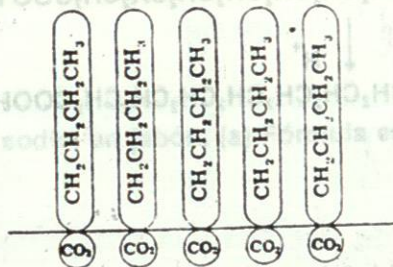


Figura 15.5 Distribución de una capa monomolecular de un jabón entre agua y aire.

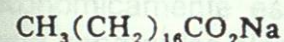
Si se añade una capa orgánica, por ejemplo, benceno, el grupo carboxilo permanece dentro del agua, y el resto del hidrocarburo se adhiere al benceno, actuando así de unión entre el agua y el benceno. Cuando la mezcla se agita, se forma una emulsión, consistente en gotas de benceno dispersadas en agua, la cual está estabilizada por la capa de jabón que hay entre ambos líquidos.

Ordinariamente la suciedad o "mugre" de la ropa consiste de partículas sólidas cubiertas con una delgada capa de aceite. Para la eliminación de la "mugre" este aceite equivale al benceno del ejemplo. A los jabones o detergentes también se les conoce como *sustancias tensoactivas* o con actividad superficial. Una solución de estas sustancias debe mojar o penetrar en la tela para poder remover la "mugre". A las sustancias que sólo ayudan a que se moje la tela, pero no remueven la suciedad, se les llama *humectantes*; se usan mucho en el teñido de telas.

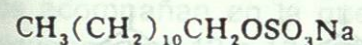
En la actualidad, además del jabón, se emplean otros detergentes que tienen la ventaja de que, a diferencia del jabón, forman sales solubles con los iones de calcio y de magnesio, provenientes de las sales presentes en las aguas duras. Los detergentes pueden ser *aniónicos*, *no iónicos* o *catiónicos*, según la naturaleza de la parte de la molécula soluble en agua.



P—dodecilbencensulfonato de sodio



estearato de sodio, detergente aniónico



sulfato de laurilo sodio

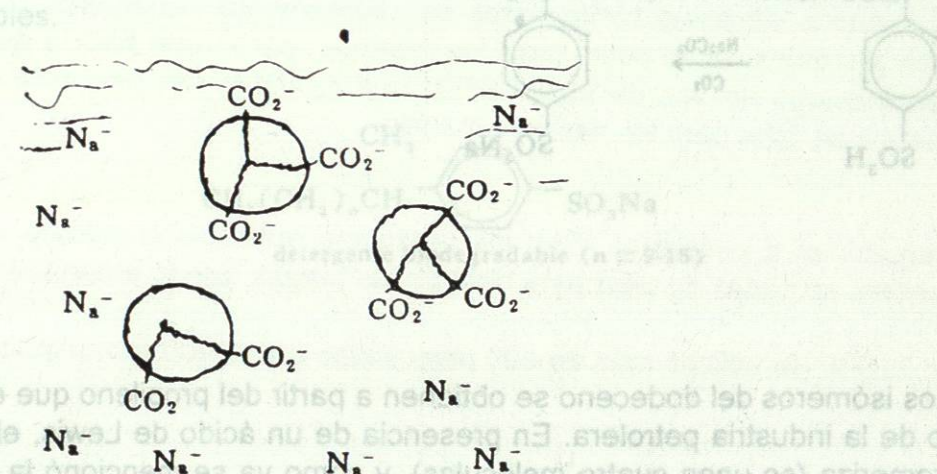
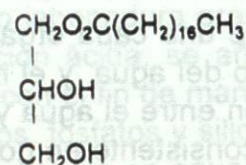


Figura 15.6 Emulsificación de aceite en agua por la acción del jabón

Ejemplos: **cloruro de trimetilcetilamonio** $[\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_3)_3]^+\text{Cl}^-$
(detergente catiónico)

monoestearato de glicerina
(no iónico)

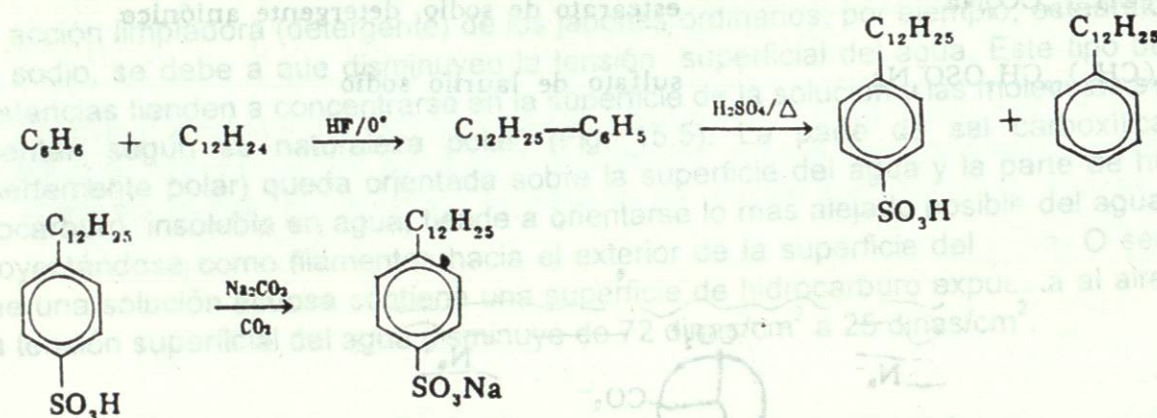


Los detergentes tipo catiónico son bactericidas potentes y siendo inocuos para el hombre frecuentemente se les utiliza para el aseo de instrumentos y material quirúrgico, así como en las máquinas lavadoras de botellas y platos.

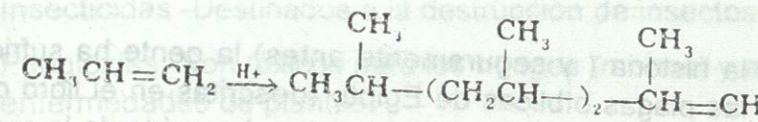
Los detergentes no iónicos se utilizan principalmente como humectantes o se mezclan con otros detergentes para reforzarlos.

Los detergentes de alquilarilsulfonato de sodio se obtienen tratando el benceno con una mezcla de isómeros del dodeceno en presencia de ácido fluorhídrico, que se comporta como un ácido de Lewis. La reacción es una típica alquilación de Friedel y Crafts (Pág. 216). El dodecilbenceno se calienta con ácido sulfúrico, formándose una mezcla de isómeros de ácidos *orto* y *para* dodecilbencensulfónicos, predominando el isómero *para*. La mezcla se neutraliza con carbonato de sodio.

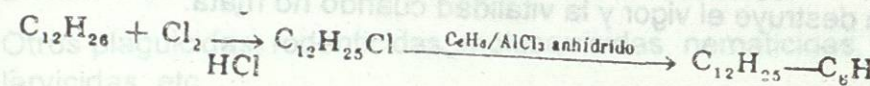
Estos detergentes han sido llamados "syndet".



Los isómeros del dodeceno se obtienen a partir del propileno que es un subproducto de la industria petrolera. En presencia de un ácido de Lewis, el propileno se tetrameriza (se unen cuatro moléculas), y como ya se mencionó la mezcla obtenida se usa directamente.

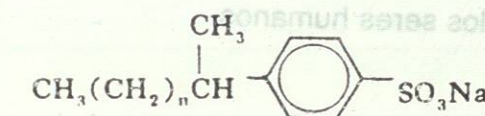


"tetramero"
"polipropileno"



Para obtener la porción de alquilo también se puede clorar selectivamente la mezcla de hidrocarburos presentes en la fracción querosina ($\text{C}_{12} - \text{C}_{18}$), de la destilación del petróleo. La mezcla de cloroalcanos se usa para una típica alquilación Friedel-Crafts.

Los detergentes tipo alquilbencensulfonato de sodio no son destruidos por los microorganismos presentes en ríos o arroyos, ni los cultivados en las plantas para el tratamiento de aguas negras, por lo que se van acumulando. Esto ha provocado numerosos trastornos, por lo que en algunos países europeos y en Estados Unidos se ha prohibido su venta. Los químicos encontraron que si la cadena era lineal o con una sola arborescencia se obtenía un detergente biodegradable [que podían degradar las enzimas (catalizadores) de los microorganismos]. Para poder producir económicamente este nuevo detergente, los químicos desarrollaron un proceso para separar los alcanos lineales que necesitaban clorar, de los arborescentes que los acompañan en la querosina. También encontraron condiciones para obtener alquenos con 12 a 18 carbonos a partir del etileno. Como durante la alquilación de Friedel y Crafts se forma un ion carbonio que fácilmente se convierte en un compuesto muy arborescente, estudiaron las condiciones adecuadas para evitar esta reacción indeseable. Como resultado de estas investigaciones ya se tienen detergentes biodegradables.



detergente biodegradable ($n = 9-15$)

3. Plaguicidas

Desde los primeros días de la historia (y seguramente antes) la gente ha sufrido plagas de insectos. Tres de las plagas bíblicas de Egipto (descritas en el libro del Exodo) fueron plagas de insectos, piojos, moscas y langostas. La caída de la civilización romana se ha atribuido en parte al paludismo, una enfermedad transmitida por un mosquito que destruye el vigor y la vitalidad cuando no mata.

La peste bubónica, transmitida por las ratas (y por las pulgas de las ratas a los humanos), barrió el mundo occidental repetidas veces durante la Edad Media; se estima que una de estas plagas (que ocurrió en los años de 1660) mató a 25 millones de personas, una cuarta parte de la población de Europa. Y, todavía más recientemente, tenemos que el primer intento de construir el Canal de Panamá por los franceses, en el año de 1800 fue frustrado por el paludismo.

El uso cuidadoso de plaguicidas químicos puede proteger contra algunas plagas transmitidas por insectos; evitando que los insectos consuman una porción grande de nuestros alimentos.

El hombre ha tratado siempre de controlar las plagas de insectos drenando pantanos, vertiendo aceite sobre los lagos (para matar las larvas de mosquitos) y usando gran variedad de productos químicos, la mayoría de los cuales eran compuestos de arsénico (As). Unos pocos, como el piretro y el sulfato de nicotina se extraen de las plantas. El arseniato de plomo $[Pb_3(AsO_4)_2]$ es un veneno particularmente efectivo, ya que tanto el plomo como el arsénico son tóxicos.

La mayoría de estos compuestos son sumamente venenosos para el hombre y otros animales, tanto como para los insectos, por lo que habría que llamarles más bien biocidas en vez de insecticidas; una cantidad tan pequeña como 40 mg de nicotina es fatal para los seres humanos.

Plaguicidas o pesticidas -Son los productos químicos o medios artificiales que el hombre es capaz de usar para destruir las plagas que lo amenazan.

En E.U.A. se utilizan más de 400 plaguicidas en 10,000 formulaciones diferentes.

Los isómeros del dodeceno se obtienen a partir del propileno que es un subproducto de la industria petrolera. En presencia de un ácido de Lewis, el propileno se trimeriza (se unen cuatro moléculas), y como ya se mencionó la mezcla obtenida se usa directamente.

Los plaguicidas de acuerdo a su uso se clasifican en:

- 1.- Insecticidas -Destinados a la destrucción de insectos.
- 2.- Fungicidas -Son tóxicos para los hongos (mohos) y ayudan a prevenir enfermedades de plantas.
- 3.- Herbicidas (reguladores del crecimiento vegetal y agentes desfoliantes) - Eliminan las malas hierbas u otras plantas indeseables.
- 4.- Otros plaguicidas: rodenticidas, molusquicidas, nematocidas, ácaricidas, larvicidas, etc.

De los pesticidas, los más utilizados son los insecticidas y es a los que nos vamos a referir en mayor grado:

Por lo general los insecticidas no son selectivos, muchos otros insectos resultan afectados también por compuestos que se emplean contra un tipo determinado de insecto.

Como ya se mencionó, en la actualidad se dispone de unas 400 clases de plaguicidas químicos para usos agrícolas. En la tabla 15.3 se presentan los nombres y las estructuras de algunos de los insecticidas, fungicidas y herbicidas más comunes. Se ha encontrado que algunas plantas constituyen fuentes de insecticidas. Por ejemplo, el insecticida denominado *Piretrum* se extrae de la planta del crisantemo. Es de gran eficacia pero demasiado costoso para poder utilizarlo a gran escala. Entre los plaguicidas sintéticos más comunes están los hidrocarburos clorados, incluyendo el DDT, el dieldrín, el aldrín, el heptacloro, el clordano, el endrín y el lindano. Entre otras clases de plaguicidas comunes se encuentran los carbamatos (por ejemplo Sevin y Baygón) y los tipos de organofosforosos (como el Parathión y Malathión).

A partir del descubrimiento de las propiedades insecticidas del DDT, en 1939, sólo en Estados Unidos se han producido alrededor de 1.4 millones de toneladas. El DDT fue el primero de los plaguicidas sintéticos de uso muy difundido. Al principio se empleó en forma poco regulada para el control agrícola, la salud pública y las

Tabla 15.3 Tipo de plaguicida

Insecticida	Fórmula y nombre
hidrocarburo clorado	<p>DDT</p>
hidrocarburo clorado	<p>Aldrín</p>
hidrocarburo clorado	<p>Clordano</p>
carbamato	<p>Sevin</p>

Plaguicidas o pesticidas son los productos químicos o medios artificiales que se utilizan para destruir las plagas que representan un peligro para la salud humana o animal, o para destruir las plagas que representan un peligro para la agricultura, la ganadería, la silvicultura, la industria o el comercio.

En E.U.A. se utilizan más de 400 plaguicidas en 10,000 formulaciones diferentes.

carbamato	<p>Baygón</p>
organofosforoso	<p>Parathión</p>
herbicida	<p>2,4-D</p>
fungicida	<p>Cloruro de etilmercurio</p> <p>$CH_3CH_2 - Hg - Cl$</p>
	<p>Captán</p>

A partir del descubrimiento de las propiedades insecticidas del DDT, en 1939, sólo en Estados Unidos se han producido alrededor de 1.4 millones de toneladas. El DDT fue el primero de los plaguicidas sintéticos de uso muy difundido. Al principio se empleó en forma poco regulada para el control agrícola, la salud pública y las

mataba insectos de un modo indiscriminado y era tóxico para peces, aves, animales domésticos y personas, cuando se acumulaba en cantidades lo bastante altas.

Además, se descubrió que muchas plagas podían desarrollar una resistencia al DDT, haciendo que resultara más difícil el control de tales insectos. En 1972, en Estados Unidos se prohibió el uso a gran escala del DDT. Esta prohibición se basó en el hecho de que el DDT ya no se necesitaba en este país, debido a que se disponía de otros plaguicidas. Los críticos de la prohibición afirmaban que algunos de los otros plaguicidas posibles eran potencialmente más peligrosos que el DDT.

EL DDT dio origen a la gran industria de plaguicidas que existe en la actualidad, que fabrica cientos de diferentes clases de plaguicidas sintéticos. En Estados Unidos se fabricaron alrededor de 8 millones de toneladas de plaguicidas de hidrocarburos clorados, diferentes al DDT, durante las pocas décadas que comprende la era de los plaguicidas. Puesto que muchos insectos desarrollan inmunidad o resistencia a los insecticidas en los laboratorios de investigación de este país se están buscando continuamente nuevos insecticidas.

El problema de la inmunidad se puede ilustrar en el caso de un mosquito común de California. Después de 25 años de aplicaciones y control continuo, este mosquito desarrolló inmunidad a todos los insecticidas comunes contra los mosquitos. El problema se agravó debido al hecho de que esta especie es un portador potencial del virus de la enfermedad venezolana del sueño, que se puede transmitir a los seres humanos. Si tal virus entrara en California, se podría producir una epidemia de enfermedad del sueño. Este ejemplo ilustra que una vez que se emplean los plaguicidas para controlar ciertos insectos, es obligatorio usar o desarrollar nuevos insecticidas para contrarrestar la tendencia de los insectos a desarrollar resistencia, mediante el efecto selectivo de los plaguicidas. En otras palabras, algunos de los insectos que sobreviven al rociado han adquirido la inmunidad a través de una desviación o mutación genética. Dichos insectos transmiten esta resistencia a la generación siguiente y así sucesivamente.

Lo ideal sería que todos los insecticidas fueran biodegradables y pudieran degradarse en productos inofensivos. Sin embargo los hidrocarburos clorados son resistentes a la degradación y se hidrolizan con suma lentitud. En consecuencia, se les ha denominado plaguicidas persistentes o "duros". Los plaguicidas de carbamato y organofosforosos, se degradan con mayor rapidez en el medio ambiente. Se conocen como plaguicidas suaves o ligeros; pero son más tóxicos para los humanos y, por tanto, encierran un mayor peligro para quien los aplica. Se calcula que en 1970 en Estados Unidos murieron unas 200 personas debido a los insecticidas y que miles sufrieron de envenamiento con ellos. También se ha calculado que millones de peces y animales han perecido debido a la contaminación de los insecticidas, producida sobre todo por el uso excesivo o por derrames accidentales.

Los insecticidas clorados se degradan con lentitud a lo largo de períodos de meses o años. Además, se están introduciendo con gran rapidez cantidades adicionales de plaguicidas en el medio ambiente, que luego se dispersan mediante procesos naturales. Como resultado de esto, toda la Tierra está contaminada. Por supuesto, las mayores cantidades de plaguicidas se localizan en las regiones agrícolas; sin embargo, también se han descubierto en los tejidos adiposos de los seres humanos, animales y peces, así como mezclados en el aire, el agua y la tierra. Se han descubierto residuos de DDT en muchas partes de la Tierra y se han localizado cantidades importantes de este mismo compuesto en ciertos peces, la leche de las vacas, e incluso, en la leche humana. Se ha detectado DDT en animales que habitan en el Antártico, lo que ilustra la amplitud con que se dispersan los plaguicidas. Tal parece que el DDT interfiere con el metabolismo del calcio de las aves y se ha asociado con la casi total extinción de ciertas especies, como el halcón, el pelícano y el águila, al producir huevos con cáscara delgada y débil.

Cuando los plaguicidas se emplean en cultivos, se pueden dispersar en el aire y ser arrastrados por los vientos a zonas muy alejadas de la región en que se aplican. Los residuos de plaguicidas se pueden desplazar también hacia los abastecimientos de agua, a través de las aguas de riego. Una vez que penetran en ríos y lagos, los plaguicidas se dispersan de un modo ilimitado. Parte de los plaguicidas del agua la absorben las algas o el plancton, y en esta forma penetran en la cadena alimenticia para concentrarse, en última instancia, en los peces. Cuando las personas, los animales o las aves consumen estos peces, parte de los residuos de plaguicidas se pueden absorber en los tejidos adiposos, en donde permanecen durante largos períodos.

Los principales problemas debidos a los plaguicidas químicos que se usan hoy provienen de que no son selectivos y que son tóxicos para el hombre y los animales, que se degradan con suma lentitud, que por lo general son sintéticos y, por tanto, pueden contaminar el ambiente. En la actualidad, se están desarrollando métodos alternativos más naturales para el control de los insectos. Se están dedicando grandes esfuerzos de investigación y prueba para el control biológico. A continuación se verán algunos de dichos métodos.

A) Control biológico.

Los insectos son atacados por una gran variedad de agentes patógenos, tales como: virus, bacterias, hongos, protozoarios y rickettsias. Estos agentes microbianos son altamente específicos contra insectos y poco dañinos a otros animales. Actualmente se utiliza el *B. thuriangiensis* que libera una toxina que cristaliza en el aparato digestivo de los insectos y lo destruye.