

B) Desarrollo de plantas resistentes.

Se ha tenido éxito en el desarrollo de variedades de plantas resistentes a insectos.

C) Control genético.

Este mecanismo consiste en la liberación de insectos machos sexualmente estériles o bien, por la producción de mutilaciones deliberadas mediante el uso de radiaciones y de la ingeniería genética. Estos insectos machos se sueltan en las zonas infestadas de manera periódica de tal forma que cada vez se van produciendo menos apareamientos. Eventualmente la población de insectos se reduce a cero.

D) Empleo de atrayentes y repelentes.

Muchas sustancias químicas tienen acción repelente a insectos, la aplicación de ellas da de una a seis horas de protección, algunas veces se aplican en la ropa, este método es muy utilizado en operaciones militares.

Como atrayentes se pueden utilizar sustancias que influyen en el comportamiento de insectos a buscar alimento o como atrayentes sexuales. La luz y el sonido también se sabe que atraen a algunos tipos de insectos, se usan para inducir los insectos hacia trampas donde pueden ser eliminados, como es el caso de el uso de las feromonas que son secretadas por glándulas de secreción de insectos hembra, las cuales son largas cadenas de alcoholes, aldehídos o ésteres insaturados y son perceptibles por el macho aun en cantidades tan bajas como 1×10^{-7} g.

E) Control Bioambiental

Se han utilizado algunos procedimientos comunes de manera que afecten negativamente a las plagas de insectos, como son: cortar los tallos de las plantas que normalmente se dejan en los campos después de la cosecha. Los insectos que sobreviven al invierno en tales tallos, atacando las cosechas del año siguiente, se ven muy reducidos con esta práctica. Algunos insectos pueden controlarse en los cultivos, demorando la siembra hasta que haya superado su fase de desarrollo más destructiva.

F) Uso de hormonas.

Mediante esta práctica puede interrumpirse el ciclo biológico de los insectos y limitar el número de supervivientes, por ejemplo la presencia de hormonas juveniles en un insecto permite su crecimiento, pero no su madurez. Si recibieron los insectos hormonas juveniles cuando normalmente debieron madurar, no tendría lugar el desarrollo hasta la etapa adulta.

4. Polímeros

Las macromoléculas son moléculas de gran tamaño que se producen por la unión a través de enlaces de cientos o miles de moléculas pequeñas llamadas **monómeros** y forman enormes cadenas de muy diversas formas. El resultado de la unión entre varios monómeros iguales se conoce como **polímero**. El resultado de la unión entre dos o más monómeros distintos se conoce como **copolímero**.

Las macromoléculas ocupan un lugar muy importante entre los productos químicos que los seres vivos utilizan en la vida cotidiana. De éstos, algunos son naturales y otros han sido sintetizados por el hombre.

Las macromoléculas naturales son consideradas como sostén de la vida y se encuentran formando nuestra piel, el pelo, la tela de araña, las plumas del pavo real, los cuernos de los toros, la seda, las garras de los animales, la lana, el algodón, los ácidos nucleicos, los carbohidratos, las proteínas, la madera, la celulosa, el caucho, etc.

El descubrimiento de polímeros sintéticos tales como el hule y los plásticos transformó muchos aspectos de la vida moderna y en la actualidad es difícil imaginar un mundo sin estas macromoléculas. Los plásticos han sustituido con ventaja al vidrio, cuero, algodón, cerámica, madera y hasta metales; por lo que los plásticos, se consideran como parte de los satisfactores de necesidades en casi cualquier sociedad.

Los principales tipos de reacciones empleados para obtener polímeros permiten clasificarlos como:

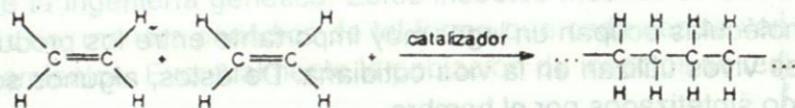
- * Polímeros de adición.
- * Polímeros de condensación.

En los polímeros de adición se unen monómeros que contienen una doble ligadura $C = C$, en una reacción catalizada. En los polímeros de condensación se forman largas cadenas como resultado de la combinación de dos moléculas diferentes, mediante la pérdida de alguna molécula pequeña, generalmente agua.

Polímeros de Adición.

El compuesto más simple que puede presentar una reacción de polimerización por adición es el etileno. $CH_2 = CH_2$. El polímero resultante, el polietileno, es el más barato el que se produce en mayor cantidad a nivel mundial. Las llamadas "bolsa de plástico" están hechas de polietileno.

La materia prima, el etileno, se obtiene por la eliminación de dos átomos de hidrógeno del etano, el segundo componente más importante del gas natural. La doble ligadura es la razón de la reactividad de este compuesto. En la presencia del catalizador adecuado, tiene lugar la polimerización. Generalmente, de esta forma se obtienen polímeros con peso molecular grande.



Aquí la reacción de polimerización es de propagación y sólo se lleva a cabo en los extremos de la cadena, que va creciendo rápidamente. Se puede obtener una tremenda variedad de moléculas al sustituir los átomos de hidrógeno del etileno por otros átomos o grupos de átomos y con ello también una gran diversidad de polímeros de adición, como se muestra en la Tabla 15.4

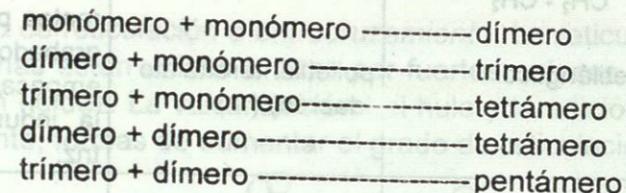
Tabla 15.4 Algunos polímeros de adición

Monómero	Polímero	Usos principales
$ \begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{H} \end{array} $ Etileno	$ \begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & \\ \text{---C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} \dots \\ & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array} $ Polietileno	bolsas, botellas, juguetes
$ \begin{array}{c} \text{H} & & \text{CH}_3 \\ & \backslash & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{H} \end{array} $ Propileno	$ \begin{array}{c} \text{H} & \text{CH}_3 & \text{H} & \text{CH}_3 \\ & & & \\ \text{---C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} \dots \\ & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array} $ Polipropileno	botellas, detergente, artículos moldeados
$ \begin{array}{c} \text{H} & & \text{C}_6\text{H}_5 \\ & \backslash & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{H} \end{array} $ Estireno	$ \begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5 & \text{C}_6\text{H}_5 & \text{C}_6\text{H}_5 & \text{C}_6\text{H}_5 \\ & & & \\ \text{---C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} \dots \\ & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array} $ Poliestireno	artículos moldeados, espuma aislante
$ \begin{array}{c} \text{H} & & \text{Cl} \\ & \backslash & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{H} \end{array} $ Cloruro de vinilo	$ \begin{array}{c} \text{H} & \text{Cl} & \text{H} & \text{Cl} \\ & & & \\ \text{---C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} \dots \\ & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array} $ Policloruro de vinilo (PVC)	discos fonográficos, películas, artículos de piel artificial, mangueras
$ \begin{array}{c} \text{H} & & \text{CN} \\ & \backslash & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{H} \end{array} $ Acetonitrilo	$ \begin{array}{c} \text{H} & \text{CN} & \text{H} & \text{CN} \\ & & & \\ \text{---C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} \dots \\ & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array} $ Poliacetonitrilo	fibras (orlón, millón)
$ \begin{array}{c} \text{F} & & \text{F} \\ & \backslash & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{F} & & \text{F} \end{array} $ Tetrafluoroetileno	$ \begin{array}{c} \text{F} & \text{F} & \text{F} & \text{F} \\ & & & \\ \text{---C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} \dots \\ & & & \\ \text{F} & \text{F} & \text{F} & \text{F} \end{array} $ Politetrafluoroetileno	teflón, películas resistentes al calor

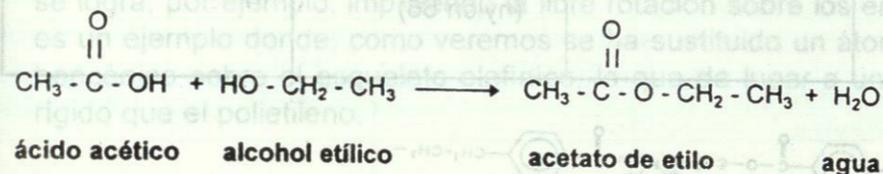
Polímeros de Condensación

En la polimerización por condensación participan dos moléculas con diferentes grupos funcionales. Al reaccionar, se desprende una molécula pequeña que por lo general es agua.

Este tipo de reacción, el polímero se va formando poco a poco, de la siguiente manera:



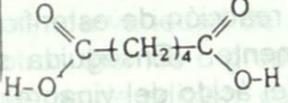
Un ejemplo sencillo de una reacción de condensación es la reacción de esterificación entre un ácido y un alcohol, la cual vimos anteriormente. Enseguida se muestra la reacción de esterificación entre el ácido acético (el ácido del vinagre) y el etanol produciendo el acetato de etilo que es un éster.

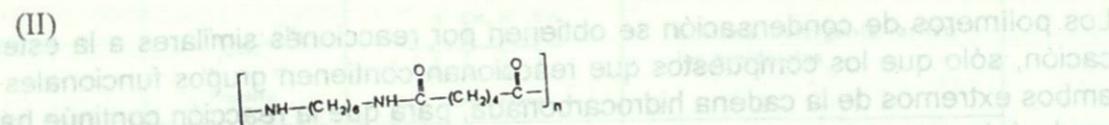
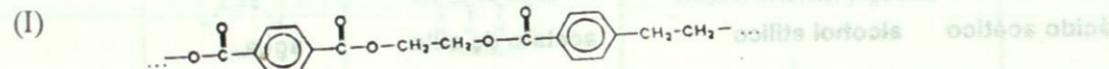


Los polímeros de condensación se obtienen por reacciones similares a la esterificación, sólo que los compuestos que reaccionan contienen grupos funcionales en ambos extremos de la cadena hidrocarbonada, para que la reacción continúe hasta producir largas cadenas de polímero.

La tabla 15.5 muestra algunos polímeros de condensación, los monómeros que los forman y sus usos principales.

TABLA 15.5 Algunos polímeros de condensación

Mónomero	Monómero	Polímero	Usos Principales
 ácido tereftálico	$\begin{matrix} - & \text{OH} & \text{OH} \\ & & \\ & \text{CH}_2 & - \text{CH}_2 \end{matrix}$ etilenglicol	polietilentereftalato (dacrón) (I)	Fabricación de: fibras textiles para ropa, películas transparentes para cintas de grabadoras y para empaques de alimentos, la industria automotriz.
 ácido adípico	$\begin{matrix} \text{H} & & \text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{N} & - (\text{CH}_2)_6 - \text{N} \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{H} \end{matrix}$ hexametildiamina	(II) (nylon 66)	Fabricación de: fibras textiles, cuerdas, paracaídas, medias, artículos moldeados.



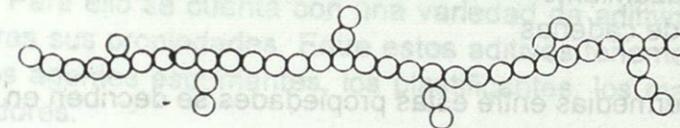
Propiedades de los polímeros

Las características o propiedades de los diversos polímeros que definen los usos que éstos tienen son:

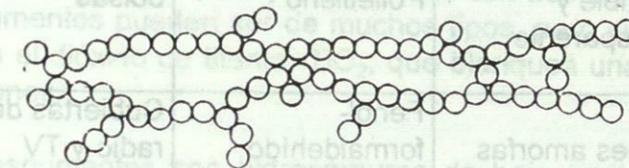
A) *El grado de polimerización.* Un polímero con una cadena de 10 átomos de carbono es, obviamente, diferente de uno en el que las cadenas son de 10,000 átomos. Los de cadenas largas son más fuertes, pues son más fibrosos que los de cadenas cortas.



B) *El grado de cristalinidad.* Como ya vimos, en la figura anterior, una cadena polimérica puede visualizarse como una tira de espagueti que se puede doblar de muchas y variadas maneras; es amorfa. Sin embargo, es posible ordenar estas cadenas, al menos parcialmente, para obtener zonas cristalinas.



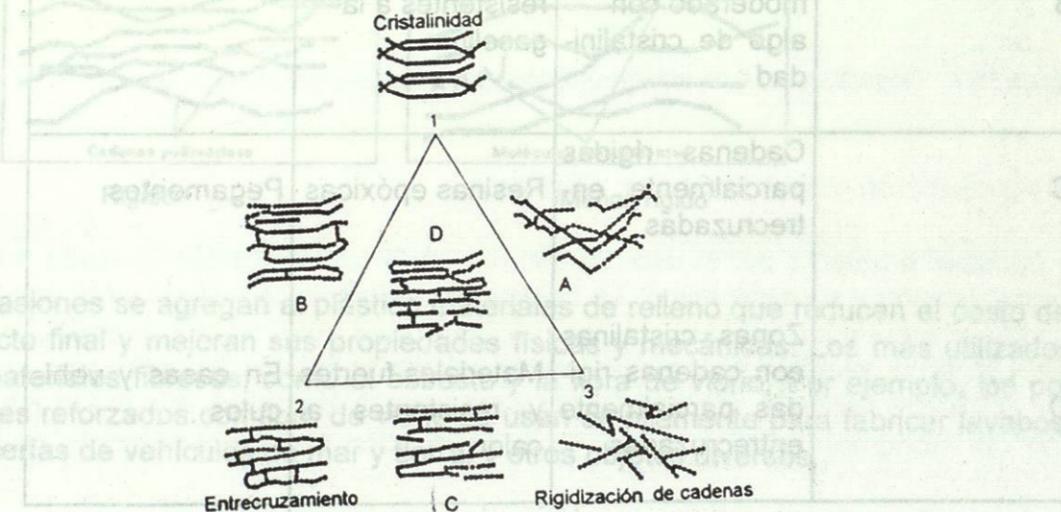
C) *El grado de reticulación o entrecruzamiento.* La reticulación se presenta cuando unas cadenas están unidas a otras por fuertes enlaces. Con esto el polímero adquiere gran rigidez. La vulcanización del hule y la adición de bórax al Resistol son, precisamente, formas de aumentar el grado de reticulación.



D) *El grado de rigidez que posee intrínsecamente las cadenas poliméricas.* Esto se logra, por ejemplo, impidiendo la libre rotación sobre los enlaces. El poliestireno es un ejemplo donde, como veremos se ha sustituido un átomo de H por un anillo bencénico sobre el esqueleto olefínico, lo que da lugar a un material mucho más rígido que el polietileno.



Actualmente se puede hacer plásticos prácticamente a la medida de cualquier necesidad. Esto se puede explicar considerando las propiedades de los polímeros en el siguiente diagrama.



Cada uno de los vértices del triángulo representa una forma de dar a un polímero rigidez y resistencia a la temperatura.

- 1 cristalinidad
- 2 entrecruzamiento
- 3 rigidez de cadenas

Las posibilidades intermedias entre estas propiedades se describen en la tabla 15.6

TABLA 15.6 Características de los polímeros

Identificación	Características	Ejemplos	Usos
1	Flexible y transparente	Poliétileno	bolsas
2	Redes amorfas de cadenas entrecruzadas	Fenol-formaldehído	Cubiertas de radio y TV
3	Cadenas rígidas	Poli-fenileno	Aislantes térmicos
A	Zonas cristalinas dentro de redes amorfas	Acetato de celulosa	Películas
B	Entrecruzamiento moderado con algo de cristalinidad	Neopreno resistentes a la gasolina	Mangueras
C	Cadenas rígidas parcialmente entrecruzadas	Resinas epóxicas	Pegamentos
D	Zonas cristalinas con cadenas rígidas parcialmente entrecruzadas	Materiales fuertes y resistentes al calor	En casas y vehículos

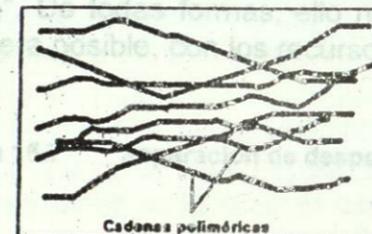
Aditivos de los polímeros

Muy pocos polímeros producidos en la actualidad llegan a su uso final sin una modificación. Para ello se cuenta con una variedad de aditivos, que alteran de diversas maneras sus propiedades. Entre estos aditivos tenemos los colorantes, los pigmentos, los agentes espumantes, los plastificantes, los materiales de relleno y los estabilizadores.

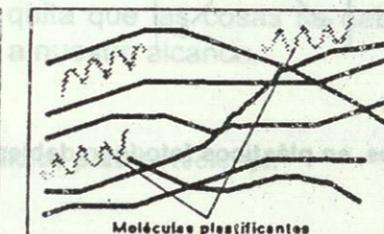
Los objetos se recubren con finas películas de polímeros por diferentes razones; estéticas, para impedir la corrosión, o para incrementar su resistencia al agua y otros agentes. Las pinturas están compuestas principalmente por un polímero y un pigmento. El poliacetato de vinilo y los acrílicos son dos de los polímeros más utilizados. Los pigmentos pueden ser de muchos tipos, pero sin duda uno de los más importantes es el dióxido de titanio, TiO_2 , que blanquea una buena parte de nuestras construcciones.

Los agentes espumantes son hidrocarburos de bajo punto de ebullición que se agregan al plástico. Con el calentamiento, o al reducir la presión, el hidrocarburo se evapora y produce burbujas en el plástico. El llamado "hule espuma" de las almohadas de poliuretano y la espuma de poliestireno de los vasos térmicos se preparan de esta manera. Los plásticos "espumados" tienen menor densidad y son magníficos aislantes térmicos.

Los plastificantes son sustancias que le imparten flexibilidad a los polímeros. Actúan como lubricantes internos que separan las cadenas poliméricas. El PVC es quebradizo y se rompe fácilmente, pero con la adición de plastificantes se vuelve suave y flexible. Con PVC modificados se fabrican productos como muñecas, paraguas, accesorios de jardín, tubos protectores de instalaciones eléctricas y asientos de automóviles.



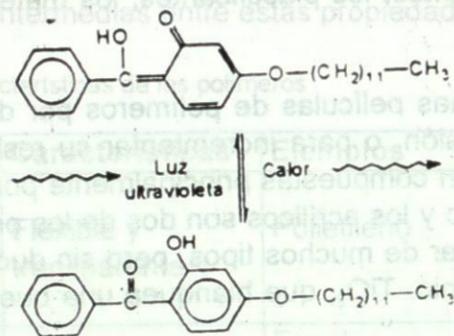
Rígido



Menos rígido

En ocasiones se agregan al plástico materiales de relleno que reducen el costo del producto final y mejoran sus propiedades físicas y mecánicas. Los más utilizados son materiales fibrosos, como el asbesto y la fibra de vidrio. Por ejemplo, los poliésteres reforzados con fibra de vidrio se usan ampliamente para fabricar lavabos, carrocerías de vehículos de mar y tierra, y otros objetos diversos.

Muchos de los plásticos empleados en artículos que están expuestos a la luz solar terminan por perder su resistencia original, se vuelven quebradizos. La razón de ello es que la luz ultravioleta (de 290 a 400 nanómetros) de la radiación solar es capaz de romper algunos de los enlaces químicos de los polímeros. Para evitarlo, se agregan moléculas estabilizadoras, que absorben radiación y liberan la energía recibida como calor.



La proliferación de basura plástica puede combatirse usando aditivos que realicen la función inversa a la de los estabilizadores, es decir, que tiendan a destruir el material. Se ha demostrado que cierto tipo de aditivos, sensibles a la luz, inducen a la ruptura de las cadenas poliméricas después de cierto tiempo de exposición, lo cual facilita su posterior degradación bacteriana. Los compuestos llamados tiocarbamatos empiezan a usarse con este propósito. No obstante el éxito inicial de este tipo de aditivos, en nuestro país no han sido incorporados sistemáticamente en las formulaciones de los plásticos.

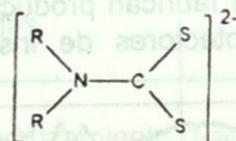


Figura 15.7 Tiocarbamatos, en plásticos fotodegradables.

Contaminación ocasionada por polímeros.

El principal problema por el uso del plástico es la contaminación causada durante su elaboración y su eliminación. La fabricación de plásticos y fibras sintéticas comprende procesos industriales por los que se puede producir la contaminación del aire y el agua. Muchos de los monómeros que se usan para los polímeros son gases o líquidos volátiles que se pueden perder en la atmósfera durante la preparación del monómero o el polímero. En la fabricación y el procesamiento de fibras

sintéticas se utilizan grandes cantidades de agua para arrastrar desechos, de los cuales los más molestos son las fibras de pelusa. Las fibras sintéticas tienen bajos niveles de biodegradación y no se pueden eliminar del agua de desecho mediante la acción bacteriana. Como resultado de ello, estas fibras se pueden acumular en las plantas de tratamiento y ser arrastradas hacia las aguas ambientales.

La eliminación de los plásticos por combustión puede desprender gases tóxicos principalmente ácido cianhídrico (muy tóxico) y ácido clorhídrico, por lo que quemar los plásticos no es una solución para deshacernos de ellos.

Los efectos tóxicos de los plastificantes usados como aditivos en los plásticos, tales como los bifenilos policlorados son de consideración ya que se ha encontrado que producen mutaciones en animales de laboratorio y esto ha hecho que algunos de estos plastificantes se hayan eliminado del mercado.

La forma como se ha empezado a corregir el problema de la eliminación de los desechos de plástico es el proceso de reciclado, el cual, implica por lo menos tres pasos: recolección, separación y reutilización. En el aspecto técnico de reutilización se han desarrollado muchas opciones, y nosotros como ciudadanos debemos responsabilizarnos por la recolección y parte de la separación de los desechos, siguiendo algunos de los procedimientos recomendados en la tabla 15.7.

Al igual que en las demás áreas donde la contaminación es crítica en el terreno de los plásticos habrá de tener un papel primordial la creación de una conciencia colectiva. Sin duda los materiales plásticos han revolucionado el mundo, pero su producción deberá acompañarse en el futuro de soluciones globales que incluyan su inocuidad a largo plazo, de tal forma que sean más los problemas que resuelvan que los que crean. En este rubro también existe una limitante para la producción de plásticos con mínimo riesgo ecológico que es el problema de siempre: "el económico". De todas formas, ello no quita que las cosas se deban hacer de la mejor manera posible, con los recursos a nuestro alcance.

Tabla 15.7 Separación de desperdicios para su reciclaje.

Desperdicio	Procedimiento
Plásticos	
(enjuagarlos cuando estén sucios)	El plástico se obtiene del petróleo y las
-Bolsas de plástico	reservas de petróleo no durarán más de -
-Botes de plástico	50 años. Cuando el plástico se tira a