

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

Los polímeros son estructuras basadas en largas cadenas de carbono combinado con otros elementos como hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y azufre, los cuales están formados por unidades que se repiten indefinidamente llamadas monómeros. Los polímeros han estado presentes desde el comienzo de la vida puesto que los animales, las plantas y todas las clases de organismos vivos están compuestos por polímeros, sin embargo, no fue hasta mediados del siglo XX que se conoció la naturaleza de estas estructuras. Se considera que la industria del plástico, los cuales son los polímeros sintéticos más abundantes, tuvo sus inicios en los comienzos de 1868 con la síntesis del nitrato de celulosa, derivado de un polímero natural, la celulosa. Sin embargo, es obvio que el mayor desarrollo y éxito comercial de los plásticos aconteció en el período del 1925 hasta 1950, con la introducción de materiales importantes como el cloruro de polivinilo, el polietileno, el poliestireno, la silicona, los poliésteres, etc.

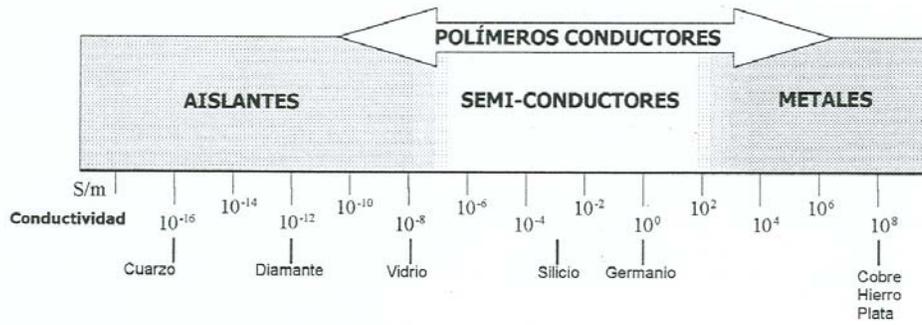
Hasta 1977 los polímeros orgánicos, se consideraron materiales de gran utilidad gracias a su baja conductividad eléctrica, que permitía utilizarlos como aislantes eléctricos. Sin embargo el descubrimiento llevado a cabo ese mismo año por los profesores Alan J. Heeger, Alan G. MacDiarmid y Hideki Shirakawa y por lo que se les otorgó el premio Nobel de química del año 2000, impuso un cambio en el campo de la aplicación de los polímeros como materiales conductores. En su investigación trabajaron con la síntesis de poliacetileno mediante la oxidación de su monómero con vapores de yodo y encontraron que su valor de conductividad aumentaba  $10^7$  veces con respecto al valor original [1].

Los polímeros conductores contienen una cadena con electrones  $\pi$  deslocalizados los cuales son los responsables de sus inusuales propiedades electrónicas tales como su conductividad eléctrica, transiciones ópticas de baja energía, bajo potencial de ionización y alta electroafinidad [2].

Es posible crear polímeros conductores con un amplio rango de propiedades. Por ejemplo, sus propiedades químicas pueden ser manipuladas para producir materiales capaces de captar aniones simples o convertirlos en estructuras bioactivas. Las propiedades eléctricas pueden ser también manejadas para obtener materiales con diferentes valores de conductividad a través del proceso redox.

Entre los polímeros conductores más estudiados se encuentran el polipirrol, el politiofeno y la polianilina. Inicialmente, una vez sintetizados estos polímeros conductores intrínsecos no eran estables al aire ni procesables, lo último debido fundamentalmente a sus pobres propiedades mecánicas. Sin embargo, los polímeros conductores sintetizados recientemente se han podido procesar en polvo, películas y fibras, utilizando una variedad de solventes y también se ha superado su estabilidad ambiental [3]. Por otro lado, se han alcanzado buenos resultados mezclando estos polímeros conductores intrínsecos con polímeros tradicionales, para formar composites eléctricamente conductores, con mejoradas propiedades mecánicas [4, 5, 6].

Los valores de conductividad eléctrica encontrados en los sistemas de polímeros conductores, varían desde los típicos materiales aislantes ( $<10^{-10}$  S/cm), pasando por los semiconductores como el silicio ( $\sim 10^{-5}$  S/cm), hasta ser comparables con materiales conductores como los metales ( $>10^4$  S/cm). La figura 1.1 muestra las propiedades eléctricas de los polímeros con respecto a los materiales mencionados.



**Figura 1.1** Conductividad eléctrica de polímeros conductores, comparada con materiales aislantes, semi-conductores y metales.

Las aplicaciones relacionadas con los polímeros conductores se han diversificado a medida que se profundiza en el estudio de sus propiedades. Se ha reportado el uso de los polímeros conductores en diodos emisores de luz, aprovechando sus propiedades de electroluminiscencia; como absorbedores de radiación electromagnética; para la protección anticorrosiva de metales; como membranas de separación gas-líquido; como dispositivos electromecánicos y músculos artificiales; de sensores químicos y biológicos, entre otras [7].

En el Departamento de Investigación en Polímeros y Materiales de la Universidad de Sonora, se ha trabajado en la síntesis y caracterización de polímeros conductores. Se ha investigado fundamentalmente sobre el polipirrol, el politiofeno y la polianilina. Entre los estudios realizados, en 1989 Inoue y colaboradores reportaron la síntesis del polipirrol usando como agente oxidante el perclorato de cobre (II) y acetonitrilo como solvente [8].

Posteriormente, con el objetivo de desarrollar las aplicaciones de los polímeros sintetizados, se estudió el comportamiento de las mezclas de polipirrol y polianilina con diferentes termoplásticos. Se obtuvieron buenos resultados al utilizar el policloruro de vinilo carboxilado y el poli(n-butilmetacrilato) para las mezclas con polipirrol y polianilina respectivamente. Los materiales compuestos fueron preparados mediante el método de casting o evaporación de solventes y la posibilidad de su uso como sensores de peróxido de hidrógeno y amoníaco fue evaluada [4,9].

Continuando con los estudios de preparación de mezclas o materiales compuestos conductores, en el presente trabajo se utiliza una técnica de mezclado mecánico, la extrusión. A pesar de que la técnica de evaporación de solventes causa contaminación del medio ambiente, la elaboración de materiales compuestos conductores por extrusión ha sido reportada

recientemente. La razón fundamental ha sido la pobre procesabilidad de los polímeros conductores anteriormente sintetizados, además del deterioro que sufren sus propiedades eléctricas durante el proceso.

Teniendo en cuenta los antecedentes del método, en el presente estudio se analizaron las propiedades térmicas de los termoplásticos utilizados en preparación de películas y de los polímeros conductores sintetizados químicamente. Posteriormente se elaboraron materiales compuestos utilizando dos métodos diferentes, basados en el proceso de extrusión. Se analizó el comportamiento de las propiedades eléctricas de los materiales compuestos preparados y su morfología mediante microscopía electrónica de barrido. Con el objetivo de evaluar la posible aplicación de las películas como biosensores de urea y ácido úrico, se estudió su sensibilidad en soluciones acuosas de hidróxido de amonio y peróxido de hidrógeno. Finalmente se analizó la posibilidad del reuso de las películas luego de ser expuestas a las soluciones de hidróxido de amonio.