RESUMEN

El presente trabajo está estructurado en tres partes. La primera parte (capítulos 2 y 3) consiste en un marco teórico el cual es la base para justificar los objetivos e hipótesis planteados en esta investigación. En esta parte del trabajo se presenta el estado del arte referente a la caracterización de superficies de fractura mediante topometría estadística. El concepto de autosimilitud se expone a partir de la curva de von Koch; mientras que, mediante el movimiento fraccional Browniano se discute el concepto de autoafinidad. En la segunda parte (capítulo 4) se describe el procedimiento experimental desarrollado en esta investigación. La tercera parte de este trabajo consiste en el análisis y discusión de los resultados así como de las conclusiones de los mismos (capítulos 5 y 6).

El propósito principal de este trabajo fue elucidar el efecto del reforzamiento mecánico del vidrio mediante intercambio iónico sobre los parámetros autoafines que cuantifican el carácter fractal de las superficies de fractura de este material. Lo anterior parte de la hipótesis que predice que el comportamiento colectivo de los defectos puntuales introducidos tiene una interacción con el o los frentes de propagación de grieta, lo cual resulta en alteraciones en el carácter autoafín de la superficie de fractura y, que se ve reflejado en el parámetro llamado longitud de correlación (ξ). Para alcanzar este cometido se siguieron las siguientes etapas:

- Realizar tratamiento de intercambio iónico sobre la superficie libre del vidrio.
- Evaluar el efecto del tratamiento de intercambio iónico sobre la resistencia a la propagación de grietas mediante ensayos de microdureza Vickers.
- Generar superficies de fractura mediante un ensayo de flexión en tres puntos.
- Realizar un análisis fractográfico tradicional empleando microscopía electrónica de barrido (MEB).
- Mediante microscopía de fuerza atómica (MFA) realizar un análisis topográfico de las diferentes zonas de la superficie de fractura.
- Llevar a cabo un análisis de autoafinidad sobre la superficie de fractura del vidrio con y sin tratamiento de intercambio iónico y comparar los parámetros autoafines de estas superficies.

El material empleado es vidrio sódico-cálcico en forma de laminillas. El tratamiento de intercambio iónico consistió en intercambiar ión K^+ (r.i.=0.133 nm) por ión Na^+ (r.i.=0.095 nm), esto se llevó a cabo introduciendo los especímenes en una sal fundida de

potasio (KNO_3) a una temperatura de 400°C por un periodo de 24 hr. Los ensayos de microdureza se realizaron empleando un indentador piramidal de diamante y aplicando para ambos vidrios (con y sin tratamiento) una carga de 0.5 Kg. Empleando microscopía óptica apoyada en análisis de imágenes se analizaron las huellas características producidas por los ensayos de microdureza, concluyendo que el intercambio iónico mejora la resistencia a la propagación de grietas del vidrio al mismo tiempo que ocurre un incremento del 26% en la dureza superficial. Mediante microscopía de fuerza atómica (MFA) en la modalidad de contacto se obtuvieron imágenes de la topografía de la superficie de fractura, los datos topométricos de la superficie de fractura se extrajeron de estas imágenes. El análisis de autoafinidad realizado en ambos vidrios muestra que el exponente de rugosidad no es afectado por el intercambio iónico (ζ~0.8) para ambos vidrios; la longitud de correlación presenta un valor de ξ>100 nm para el vidrio sin tratamiento y ξ<100 nm para el vidrio con intercambio iónico, este análisis se realizó en la zona especular de la superficie de fractura en ambos vidrios. Para explicar el efecto del intercambio iónico sobre la resistencia a la propagación de grietas se introduce en este trabajo un nuevo modelo alternativo, éste se basa en la interacción entre el campo de esfuerzos presente en la punta de las microgrietas superficiales y aquel que resulta del efecto colectivo de los defectos puntuales introducidos mediante el tratamiento de intercambio iónico.

Los resultados obtenidos en esta investigación representan una alternativa de análisis cuantitativo de superficies de fractura en materiales vítreos y permite evaluar los efectos de otros tratamientos como el templado físico. Por lo anterior, es atractivo continuar con esta investigación evaluando superficies de fractura generadas a una velocidad de propagación de grieta controlada.