



*UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN*  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMAS DE POSTGRADO  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA



***“Desarrollo de una membrana semipermeable  
empleando Acuaporinas para incrementar selectividad y  
permeabilidad al agua”***

Tesis presentada a la

DIRECCIÓN DE POSTGRADO DE LA UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

para optar al ***Grado de Doctorado en Ciencias de la Ingeniería  
c/m en Ingeniería Química***

Dr. Romel Jiménez Concepción, Director del Programa de Graduados en Ciencias de la Ingeniería, con mención en Ingeniería Química, saluda atentamente y tiene el agrado de invitarle a la Presentación de Tesis del Sr. **Angelo Beratto Ramos**, que se efectuará en el Auditorio Prof. Hugo Segura Gómez, 2do piso, Edificio Gustavo Pizarro Castro, el día miércoles 31 de julio de 2019 a las 15:30 hrs.

**Profesora Guía:**

Rodrigo Bórquez Yáñez., Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción.

**Profesor Comisión Interna**

Katherina Fernández ., Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción.

Concepción, julio de 2019.

## RESUMEN

Uno de los principales efectos del cambio climático es el incremento en la escasez hídrica. Debido a ello surge la necesidad de encontrar nuevas fuentes de captación que reemplacen el déficit de agua dulce disponible. En las últimas décadas, la desalinización ha adquirido un fuerte rol en las zonas costeras áridas. La principal tecnología utilizada a nivel mundial es la ósmosis inversa, la cual se basa en el flujo de agua impulsada por presión a través de una membrana. Si bien esta tecnología ha demostrado una alta retención de sales, implica un consumo energético excesivo. Para reducirlo, se han desarrollado nuevas alternativas de membranas y procesos como las membranas de nanofiltración o la ósmosis directa.

Una vía promisoriosa para aumentar la permeabilidad de las membranas sin reducir la capacidad de retención de sales, son las modificaciones a la superficie activa de las membranas. Entre las modificaciones que han destacado en los últimos años se encuentra la incorporación de acuaporinas. Éstas son proteínas que se encuentran en la membrana celular de todos los seres vivos. Su función es la de transportar el agua tanto al interior como al exterior de la célula, manteniendo los balances electroquímicos que aseguran el funcionamiento de las células. La gran permeabilidad, junto con la capacidad altamente selectiva en el transporte de agua hace que la incorporación de acuaporinas sobre membranas de filtración, tenga una potencial aplicación para la desalinización.

La incorporación de las acuaporinas consta básicamente de dos pasos, el primero es la reconstitución de las proteínas en una vesícula o proteoliposoma que asegure la estabilidad de su estructura y función. El segundo paso consta en la inmovilización de los proteoliposomas sobre el soporte poroso. Esta inmovilización puede ser producida por afinidad electrostática, formación de enlaces covalentes, recubrimientos poliméricos, entre otros.

Si bien las acuaporinas han demostrado una gran permeabilidad y selectividad, los intentos de generar membranas basadas en acuaporinas han tenido resultados que distan por órdenes de magnitud de los esperados. Esto puede estar dado principalmente por problemas en la reconstitución, es decir, que no se logren encapsular correctamente las proteínas; y en la inmovilización, en donde pueden generarse defectos en la membrana por los que permean las sales. Hasta ahora la mayoría de los estudios han reconstituido las acuaporinas mediante la formación de liposomas por el método de *Film Rehydration* y una posterior reconstitución mediante detergentes.

Este método genera liposomas de tamaños heterogéneos y no asegura una completa reconstitución de las proteínas. Actualmente existen métodos de nanoencapsulación que han mostrado generar liposomas de tamaño más controlado y homogéneo, y con una mayor eficiencia de encapsulación. Entre estos métodos se encuentran los basados en el principio de inyección de solvente, secado spray y Electrospinning; que pueden ser adaptados a la reconstitución de acuaporinas para aprovechar los beneficios de estas técnicas.

El uso de nuevas técnicas de reconstitución abre la pregunta de cómo afecta el tamaño de los proteoliposomas a la inmovilización sobre soportes porosos. Esta pregunta se incorpora al estudio de la carga de superficie de los proteoliposomas, la cual ha demostrado tener alta influencia en la eficiencia de reconstitución e inmovilización.

El presente trabajo propone estudiar la reconstitución de proteoliposomas mediante las técnicas antes mencionadas, se analizará la distribución de tamaño y eficiencia de reconstitución de cada técnica. Una vez generados los proteoliposomas se realizarán estudios del efecto de la carga de la superficie de los liposomas sobre la eficiencia de reconstitución.

Posteriormente se realizarán estudios sobre el efecto del tamaño y la carga de los liposomas sobre la inmovilización sobre soportes porosos de polisulfona. Finalmente las membranas generadas serán recubiertas mediante polimerización interfacial y se analizarán mediante una serie de técnicas de caracterización de membranas y ensayos de permeabilidad al agua y retención de sales. Para dichos ensayos se utilizarán soluciones salinas y se evaluará el desempeño de las membranas tanto de filtración impulsada por presión, como de ósmosis directa.

Los resultados de este trabajo contribuirán a la generación de membranas con menores defectos y un mejor desempeño, acercando este promisorio sistema a una aplicación real en la desalinización.