

### Sorción y solubilidad del cemento ionómero de vidrio y el cemento ionómero de vidrio modificado con resina

*Sorption and Solubility of Glass Ionomer cement and a resin-modified Glass Ionomer cement*

Raisa Severino Lazo<sup>1</sup>, Gerardo Ayala de la Vega<sup>2</sup>, Fanny Lazo Manrique<sup>3</sup>, Ruperto Severino López<sup>4</sup>  
*Universidad Nacional Mayor de San Marcos*

#### RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar las diferencias en la sorción y solubilidad de un cemento ionómero de vidrio convencional y un cemento ionómero de vidrio modificado con resina a los 7, 15 y 30 días; utilizando el protocolo establecido por la ISO 4049 y posteriormente se evaluó su morfología al microscopio electrónico de barrido. Los resultados mediante el test de Krustal Wallis, T-Student y U. de Mann-Whitney ( $p < 0,05$ ), mostraron diferencias estadísticamente significativas en ambos grupos tanto para sorción como solubilidad. El cemento ionómero de vidrio modificado con resina presentó los valores más altos de sorción ( $142,3195 \pm 13,9402$ ), mientras que el ionómero convencional obtuvo los valores más altos de solubilidad ( $36,4286 \pm 14,5941$ ).

**PALABRAS CLAVE:** Sorción, solubilidad, cemento ionómero de vidrio, cemento ionómero de vidrio modificado con resina.

#### ABSTRACT

The aim of this study was to determine differences in sorption and solubility of a conventional glass ionomer cement and a resin-modified glass ionomer cement at 7, 15 and 30 days; using the protocol established by the ISO 4049, subsequently their morphology was evaluated in a scanning electron microscope. The results by the Krustal Wallis test, T-Student and U. de Mann-Whitney ( $p < 0,05$ ) showed statistically significant differences in both groups for both sorption and solubility. The resin-modified glass ionomer cement showed the highest sorption values ( $142,3195 \pm 13,9402$ ), while the conventional ionomer obtained the highest solubility values ( $36,4286 \pm 14,5941$ ).

**KEYWORDS:** Sorption, solubility, glass ionomer cement, resin-modified glass ionomer cement.

*Recibido: 19/10/2015*

*Aprobado: 27/11/2015*

1 Cirujano Dentista. Facultad de Odontología UNMSM, <raisyl\_sl@gmail.com>

2 Doctor en Estomatología. Director de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Odontología, <postodont@unmsm.edu.pe>

3 Facultad de Ciencias Biológicas. Laboratorio de Biología Molecular, <flazom@unmsm.edu.pe>

4 Facultad de Ciencias Biológicas. Laboratorio de Zoología de Invertebrados Acelomados y Pseudocelomados, <rseverinol@unmsm.edu.pe>

## Introducción

**D**esde el desarrollo de los ionómeros de vidrio en 1969 por Wilson y Kent, este material ha sufrido cambios en su composición y por ende en su estructura, modificando sus propiedades físicas y químicas. Considerado por los odontólogos como el cemento de uso cotidiano, por su adhesividad, alta estética y liberación de flúor.

Con el desarrollo de nuevos materiales, y el avance de la Odontología y nuevas tecnologías, el ionómero de vidrio no podía dejar de ser parte de este cambio, y es así que en su evolución se le fue incorporando elementos de las resinas compuestas, para mejorar sus características, tener mayores ventajas y propiedades, lo que hizo que este nuevo cemento también modificara su estructura, siendo el resultante el Cemento Ionómero de Vidrio Modificado con Resina, que al tener una estructura diferente, presenta cambios significativos en el éxito de los tratamientos.

La selección adecuada de un agente cementante es una decisión importante en una serie de pasos que determinan el éxito a largo plazo de nuestros tratamientos en nuestra práctica clínica. Las propiedades de sorción y solubilidad de los materiales afectan directamente este criterio de selección.

La solubilidad del agente cementante influye tanto en la tasa de degradación como en la biocompatibilidad del material a la estructura dentaria. La sorción produce cambios dimensionales, tinción y rupturas en la integridad de los márgenes. Tanto la solubilidad como la sorción, contribuyen a la pérdida de la integridad marginal, propiedades de superficie y la estética, dando como resultado el fracaso del tratamiento. Estudios previos han demostrado que la gran cantidad de sorción de agua es causa de preocupación, ya que afecta el comportamiento de propiedades como la resistencia, flexión mecánica, dureza y estabilidad mecánica.

Es por ello, que el objetivo del presente estudio fue investigar las diferencias en la sorción y solubilidad del cemento ionómero de vidrio convencional y el cemento ionómero de vidrio modificado con resina, sometidos a un medio líquido durante diferentes períodos de tiempo.

## Materiales y método

El presente estudio fue de tipo experimental *in vitro*, prospectivo y longitudinal, evaluado en 3 tiempos diferentes (7, 15 y 30 días). Para lo cual se contó con 24 discos de cemento ionómero de vidrio convencional (IVC) y 24 discos de cemento ionómero de vidrio modificado con resina (IVMR), ambos grupos divididos en 3 subgrupos (7, 15 y 30 días) con 8 discos cada uno, seleccionados de manera aleatoria.

### *Fabricación de los discos*

Se siguieron las indicaciones de la ISO 4049, utilizando un molde metálico de  $15,0 \pm 0,1$  mm de diámetro y  $1,0 \pm 0,1$  mm de profundidad, el cual fue revestido con teflón y colocado sobre una platina de vidrio. Se preparó cada cemento siguiendo las indicaciones del fabricante y de la ISO, y una vez obtenidas las mezclas fueron inyectadas en el molde mediante el Sistema Centrix. Luego se colocó una platina encima y se esperó el tiempo de fraguado indicado por el fabricante. Una vez que se obtuvieron los discos, fueron pulidos con disco de carburo y motor de baja velocidad, para retirar cualquier excedente que no haya fraguado, posteriormente fueron medidos con un vernier para verificar las dimensiones de los discos.

### *Procedimiento*

Se llevó a cabo en el Laboratorio de Biología Molecular de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNMSM.

Conforme a lo establecido en la ISO 4049, los discos fueron transferidos a una estufa (Incucell MMM Group) a 37°C, hasta que se obtuvo una masa constante, la cual llamamos  $m_1$ ; para las medidas de peso se utilizó una balanza analítica  $\pm$ ADAM.

Luego se colocaron los discos en pequeños frascos rotulados que contenían 10 mL de agua destilada y fueron colocados en una estufa a 37°C, en la que permanecieron los días establecidos.

Después de haber estado sumergidos los discos por los días establecidos para cada subgrupo, fueron retirados, lavados con agua destilada, secada su superficie hasta que quedaran libres de humedad visible, expuestos al aire por 15 segundos, y pesados 1 minuto después de la remoción del agua; a este peso lo llamamos  $m_2$ .

Luego los discos eran colocados en la estufa a 37°C hasta obtener una masa constante nuevamente, la que denominamos  $m_3$ .

Para obtener los datos de volumen, sorción y solubilidad, se utilizaron fórmulas matemáticas dadas por la ISO 4049, teniendo así:

$$\text{Volumen: } V = \pi (r^2) (h) \text{ mm}^3$$

$$\text{Test de Sorción: } W_{sp} = (m_2 - m_3) / V \quad \mu\text{g/mm}^3$$

$$\text{Test de Solubilidad: } W_{sl} = (m_1 - m_3) / V \quad \mu\text{g/mm}^3$$

#### *Microscopía Electrónica de Barrido*

Se utilizó un disco de cada cemento que no fueron sometidos a ningún procedimiento, que cumplieran con los criterios de inclusión, llamados discos iniciales; también se utilizó un disco de cada cemento que habían sido sometidos a los procesos mencionados por 30 días.

Los discos seleccionados fueron llevados al Laboratorio de Equipamiento Especializado de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNMSM, donde se utilizó microscopía electrónica de barrido.

Para poder ser observados en el microscopio electrónico de barrido, los discos tuvieron

que pasar por un proceso de galvanización con oro de 24K, a través del equipo SPI MODULE™ Sputter/Carbon Coater, los discos fueron rotulados antes de entrar en este procedimiento, que tuvo una duración aproximada de 5 minutos; los discos fueron recubiertos por una película metálica proporcionando un espesor de recubrimiento, esto se realizó para poder obtener una superficie conductora de electrones y así lograr una mejor calidad de imagen de la superficie de los discos.

Luego de este proceso, los discos fueron colocados en el microscopio electrónico de barrido FEI Inspect™ S50, en una cámara donde se les realizó el vacío después de cerrada la puerta de este comportamiento, para evitar la dispersión de electrones, las imágenes eran tomadas por el software del equipo y visualizadas a través de un monitor.

#### **Resultados y discusión**

Los datos recolectados se procesaron mediante el paquete estadístico SPSS 21.0 para Windows.

Se realizó el test de Krustal Wallis, donde se obtuvo un  $p = 0,000$  ( $p < 0,05$ ), lo que nos indicó que si existían diferencias significativas para sorción y solubilidad entre estos dos cementos.

La prueba T-Student fue usada para comparar las medias en casos en que las muestras cumplieran con la normalidad y homogeneidad de varianzas, y en los otros casos la prueba U. de Mann-Whitney. Tabla 1

Estos materiales, una vez expuestos al medio oral, van a sufrir un proceso de sorción y solubilidad en mayor o menor cantidad, que conlleva a una degradación de los mismos, que afecta a la calidad y longevidad de nuestros tratamientos.

Los resultados de esta investigación, muestran que para el proceso de sorción es el cemento ionómero de vidrio modificado con

resina el que obtuvo los valores más altos, y aún más en los primeros 7 días ( $\bar{x} = 177,7579 \pm 24,6466$ ), concordando con las investigaciones de Cattani et al. (1998, 1999) y Vaca et al. (2003), quienes observan que son en las primeras 24 horas donde este cemento absorbe la mayor cantidad de agua, debido a una fácil difusión del agua a través de su matriz resinosa. Knobloch et al. 2000, también encontró una cantidad de sorción alta en los primeros 7 días para este cemento, observando también una expansión higroscópica de este material. Contrario a esto, Pincelli et al. 2012, encontró que el cemento ionómero de vidrio convencional es quien obtiene la mayor cantidad de agua luego de 7 días.

Cattani et al. 1999, evaluaron que los ionómeros de vidrio convencionales son materiales complejos constituidos por Ca y Al en una matriz poliacrílica con partículas de vidrio embebidas en la matriz, mientras que el ionómero de vidrio modificado con resina está constituido por aluminio-fluoruro-silicato de vidrio y una matriz de ácido poliacrílico, que además tiene partículas de HEMA, lo que aumenta sus propiedades; gracias a esta composición es que el cemento ionómero de vidrio modificado con resina contiene grupos OH hidrofílicos los cuales absorben una mayor cantidad de agua. Por esto es que en esta investigación este cemento continuó presentando valores más altos que el cemento ionómero de vidrio convencional para los 15 y 30 días. Sin embargo, si bien el cemento ionómero de vidrio convencional no obtuvo los valores más altos de sorción, este cemento obtuvo su valor más alto a los 7 días ( $\bar{x} = 131,8506 \pm 10,2396$ ).

Existe una íntima relación entre la sorción y la solubilidad, pues el agua absorbida al reaccionar con las partículas del material, produce una separación, contribuyendo a su liberación. La solubilidad es uno de los factores más importantes para evaluar la calidad de los materiales; además los agentes cementantes requieren un mayor periodo de tiempo

para completar su reacción y poder establecerse, por lo que son más susceptibles en las primeras horas.

Es por ello que el cemento ionómero de vidrio convencional si bien mostró menores valores de sorción, muy por el contrario mostró los valores más altos de solubilidad, llegando a su pico más alto a los 30 días ( $\bar{x} = 36,4286 \pm 14,5941$ ). Lo que también fue indicado por Bashir et al. 2005, quien concluyó que al ponerse en contacto el ionómero de vidrio con el agua, se liberan iones de Ca y Al de la matriz, y a su vez iones de Na y aniones los cuales pasan a formar agua salada soluble, lo que produce una mayor liberación de material. Es decir, mayor solubilidad; sin embargo, también analizan que el pH juega un rol muy importante, ya que un pH ácido genera mayor solubilidad, lo mismo fue encontrado por Hajmiragha et al. 2008.

En contraposición, si bien el cemento ionómero de vidrio modificado con resina mostró los valores más altos de sorción; en cuanto a solubilidad muestra valores muy bajos a los 7 y 15 días, siendo su pico más alto a los 15 días ( $\bar{x} = 9,5492 \pm 3,5717$ ), sin embargo; luego de 30 días este material no mostró signo de solubilidad sino más bien ganancia de masa ( $\bar{x} = -4,5270 \pm 2,3816$ ). Gráfico 1.

Ribeiro et al. 2006, explica que esto se debe gracias a las partículas de HEMA agregadas en la composición de cemento, ya que sus moléculas hidrofílicas se comportan como un hidrogel sintético, capaces de absorber grandes cantidades de agua y retenerlas en su estructura, eso concuerda con lo hallado en esta investigación, ya que es a los 30 días que el cemento ionómero de vidrio modificado con resina tiene el menor valor de sorción. Esto quiere decir que las partículas llegan a saturarse y comienza el proceso de retención de líquido. Esto concuerda con lo encontrado por Beriat et al. 2007, quienes observaron que la cantidad de resina afecta la cantidad de solubilidad, ya que cuando compararon diversos

cementos a base de resina, los que tenían mayor cantidad de resina obtuvieron los valores más bajos de solubilidad, concordando con lo estudiado por Knobloch et al. 2000 y Vaca et al. 2007.

En cuanto a los resultados por microscopía electrónica de barrido, las micrografías evidencian una clara diferencia entre ambos cementos, por un lado, el cemento ionómero de vidrio convencional inicialmente presentaba una superficie parcialmente lisa, con pequeños micro gaps y fisuras leves; sin embargo, luego de 30 días y haber pasado el proceso de solubilidad, la superficie es otra, presentando mayores rugosidades, gaps más grandes y profundos, así como fisuras extensas con múltiples ramificaciones (Figuras 1 y 3), coincidiendo con lo hallado por Keyf et al. 2007. Mientras que el cemento ionómero de vidrio modificado con resina inicial, nos muestra una superficie mucho más lisa, casi no presenta micro gaps y las fisuras son muy leves y no profundas; y luego de 30 días inmersos en agua y haber pasado la prueba de solubilidad, las microfotografías muestran una superficie rugosa, con pequeños montículos del material, las fisuras solo llegaron a profundizarse, y dentro de los micro gaps se encontró residuos del mismo material, teniendo así una clara evidencia que luego de 30 días este cemento presentó una expansión higroscópica. Figuras 2 y 4.

## Conclusiones

Siguiendo el protocolo de la ISO 4049, es el cemento ionómero de vidrio modificado con resina el cual obtuvo los valores más altos de sorción en los 3 tiempos determinados (7,15 y 30 días).

Bajo los mismos parámetros el cemento ionómero de vidrio convencional, obtuvo los valores más altos de solubilidad en los 3 tiempos determinados (7,15 y 30 días).

Se evidenció que es a los 7 días, en que ambos cementos obtuvieron sus valores máximos de sorción.

Luego de 30 días, el cemento ionómero de vidrio modificado con resina, empezó a retener líquido en su estructura, obteniendo ganancia de masa.

Se pudo observar que luego de 30 días inmersos en agua, estos cementos presentan cambios significativos en sus superficies.

Se pudo identificar que el cemento ionómero de vidrio modificado con resina presentó mayores beneficios a largo plazo.

## Agradecimientos

A la Mg. Cecilia Rodríguez Vargas, por su colaboración y sabios consejos durante la ejecución de la presente investigación.

A los integrantes del Laboratorio de Biología Molecular de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNMSM, por la ayuda brindada para culminar con éxito la presente investigación.

## Referencias bibliográficas

- BASHIR M. SAAD, TOROS ALCAN. 2005. In vivo disintegration of luting cements. *OHDMBSC*. Vol. 4(3):34-44p.
- BERIAT, NILUFER, TULLUNOGLU IBRAHIM. 2007. Evaluation of the Solubility of resin-modified glass ionomer cements. *Rev. Fac. Odontología Univ. Hacettepe*. Vol. 30(3):3-7p.
- CATTANI-LORENTE, V. DUPUIS, F. MOYA, J. PAYAN, J-M. MEYER. 1998. Comparative study of the physical properties of a polyacid-modified composite resin and a resin-modified glass ionomer cement. *Academy of Dental Materials*. Vol. 15:21-32p.
- CATTANI-LORENTE, V. DUPUIS, F. MOYA, J. PAYAN, J-M. MEYER. 1999. Effect of water on the physical properties of resin-modified glass ionomer cements. *Academy of Dental Materials*. Vol. 15:71-78p.

- HAJMIRAGHA, S. NOKAR, M. ALIKHASI, S. NIKZAD, H. DORRIZ. 2008. Solubility of three luting cements in dynamic artificial saliva. *Journal of Dentistry of Tehran University of Medical Sciences*. Vol. 5(3):95-98p.
- INTERNATIONAL STANDARD ISO 4049: Dentistry-Polymer-based restorative materials. Fourth Edition; 2009 (E).
- KEYF, S. Hakan Tuna, MURAT SEN, Agnes Safrany. 2007. Water sorption and solubility of different luting and restorative dental cements. *Turk J. Med Sci*. Vol. 37(1):47-55p.
- KNOBLOCH, R. E. KERBY, K. McMILLEN, N. CLELLAND. 2000. Solubility and sorption of resin based luting cements. *Academy of Operative Dentistry*. Vol. 25(5):434-440p.
- QUACKENBUSH, Kevin J. Donly, Theodore P. CROLL. 1998. Solubility of resin modified glass ionomer cement. *Journal of Dentistry for Children*, Vol. 65(5):310-312p.
- PINCELLI CHAVES, Fabiana MEZZAROBÀ ORTENZI Graciano, Odair Bim Júnior, Ana Paula RIBEIRO DO VALE PEDREIRA, Adriana PIGOZZO MANSO, Linda WANG. 2012. Water interaction with dental luting cements by means of sorption and solubility. *Braz. Dent. Sci*. Vol. 15(4):29-35p.
- RIBEIRO; FONTANA; RIBEIRO M.; CANDIDO DOS REIS; CANDIDO DIAS; RABELO RIBEIRO. 2006. Evaluación de la solubilidad y desintegración de cementos de ionómero de vidrio modificados con resina y compómeros en función de protección superficial. *Revista de Odontología da UNESP*. Vol. 35(4):247-252p.
- VACA M. J., CEBALLOS L., FUENTES M. Y., OSORIO R., TOLEDANO M., GARCÍA-GODOY F. 2003. Sorción y solubilidad de materiales formulados con resina. *Avances en Odontoestomatología*. Vol. 19(6):283-289p.

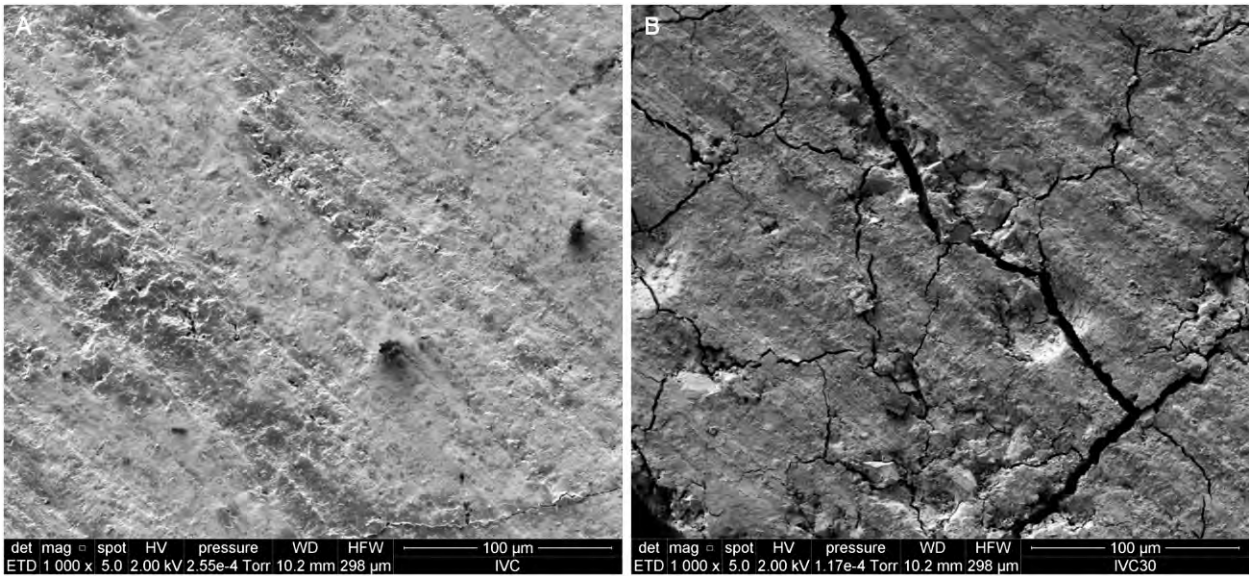


Figura 1. Superficie del Cemento ionómero de Vidrio Convencional. (A) Muestra Inicial; (B) Solubilidad a los 30 días.

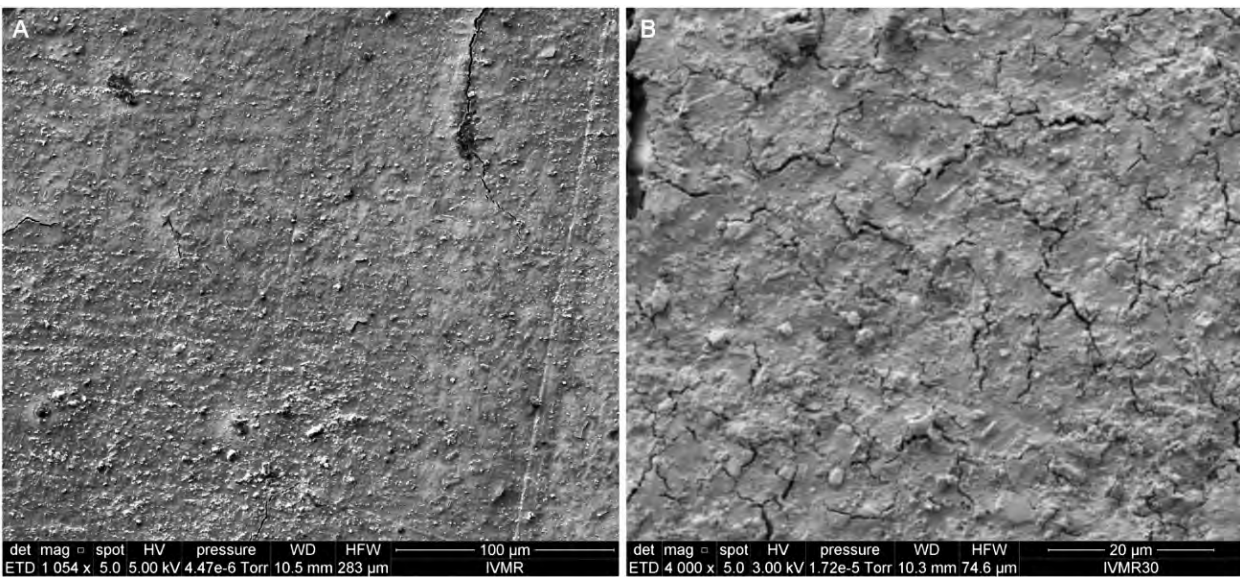


Figura 2. Superficie del Cemento ionómero de Vidrio Modificado con Resina. (A) Muestra Inicial; (B) Solubilidad a los 30 días.

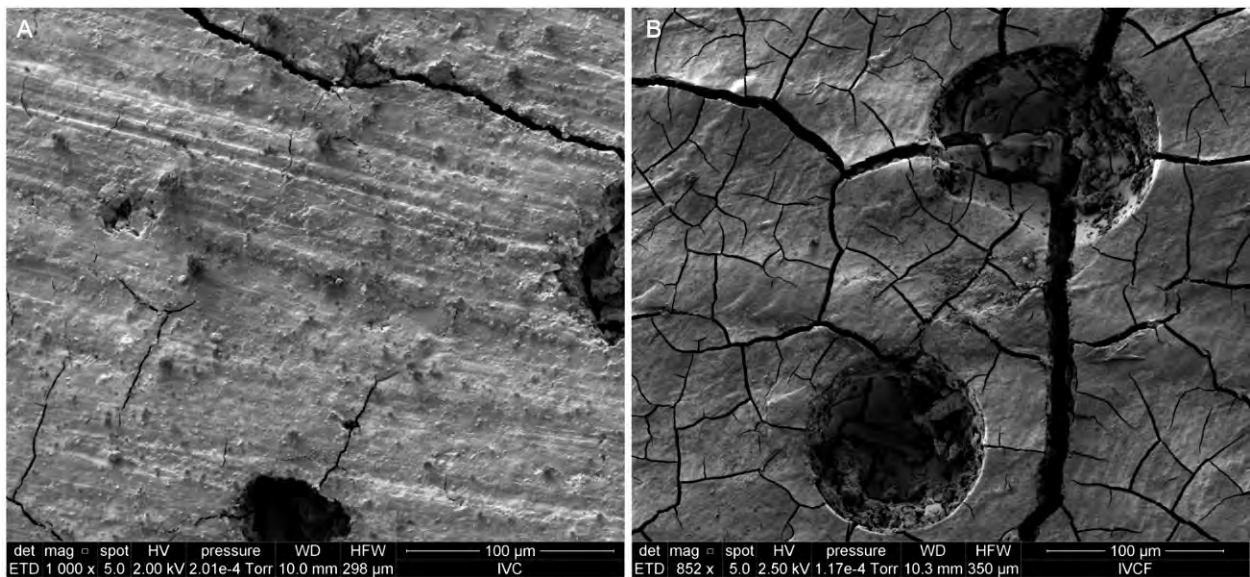


Figura 3. Micro gap del Cemento ionómero de Vidrio Convencional. (A) Muestra Inicial; (B) Solubilidad a los 30 días.

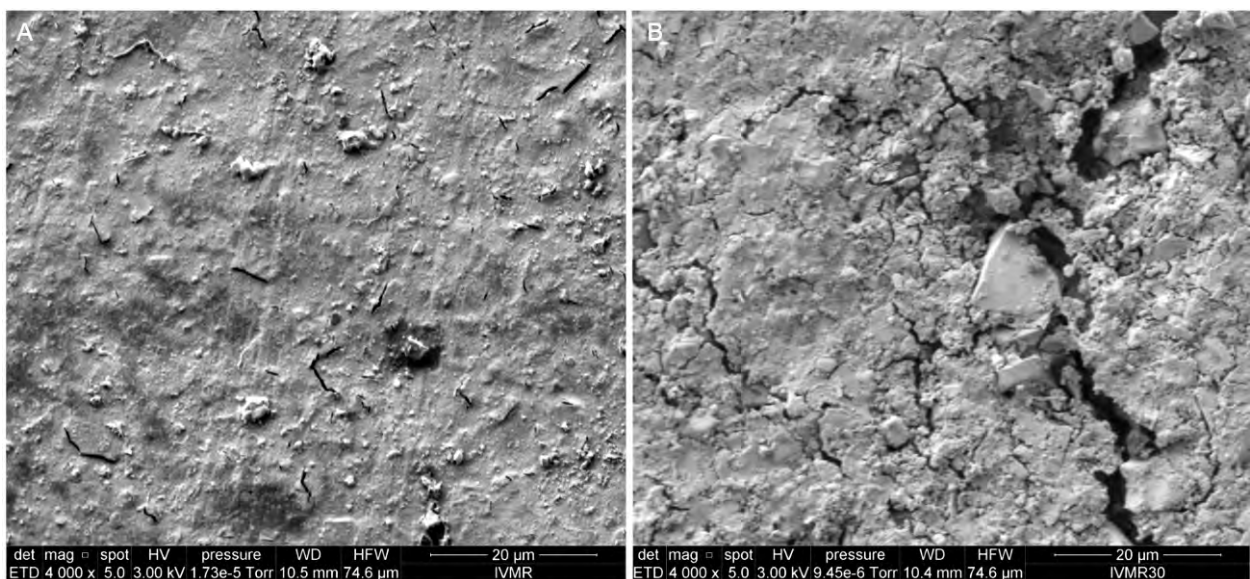


Figura 4. Micro gap del Cemento ionómero de Vidrio Modificado con Resina. (A) Muestra Inicial; (B) Solubilidad a los 30 días.



TABLA 1  
Resultados de Sorción y Solubilidad a los 7, 15 y 30 días

	Tipo de ionómero	Mínimo	Máximo	$\bar{X}$	D.S.	p
Sorción	<b>IVC 7</b>	119,9671	151,0907	131,8506	10,2396	0,000*
	<b>IVMR 7</b>	151,0907	230,3143	177,7579	24,6466	
	<b>IVC 15</b>	99,5953	114,3083	106,4566	5,3465	0,000*
	<b>IVMR 15</b>	121,6648	202,0202	163,0449	22,8153	
	<b>IVC 30</b>	102,9906	119,9671	113,3887	5,2122	0,001**
	<b>IVMR 30</b>	123,3624	160,1448	142,3195	13,9402	
Solubilidad	<b>IVC 7</b>	19,8059	34,5188	23,3426	4,8372	0,001**
	<b>IVMR 7</b>	-9,6200	5,0929	0,2121	5,2297	
	<b>IVC 15</b>	16,9764	22,0694	19,3107	1,7750	0,000*
	<b>IVMR 15</b>	5,0929	15,2788	9,5492	3,5717	
	<b>IVC 30</b>	23,7670	67,3400	36,4286	14,5941	0,000*
	<b>IVMR 30</b>	-9,0541	-2,2635	-4,5270	2,3816	

\* p: Prueba T-Student para Muestras Independientes;  $p < 0,05$ .

\*\* p: Prueba U. de Mann-Whitney;  $p < 0,05$ .

GRÁFICO 1  
Solubilidad a los 30 días

