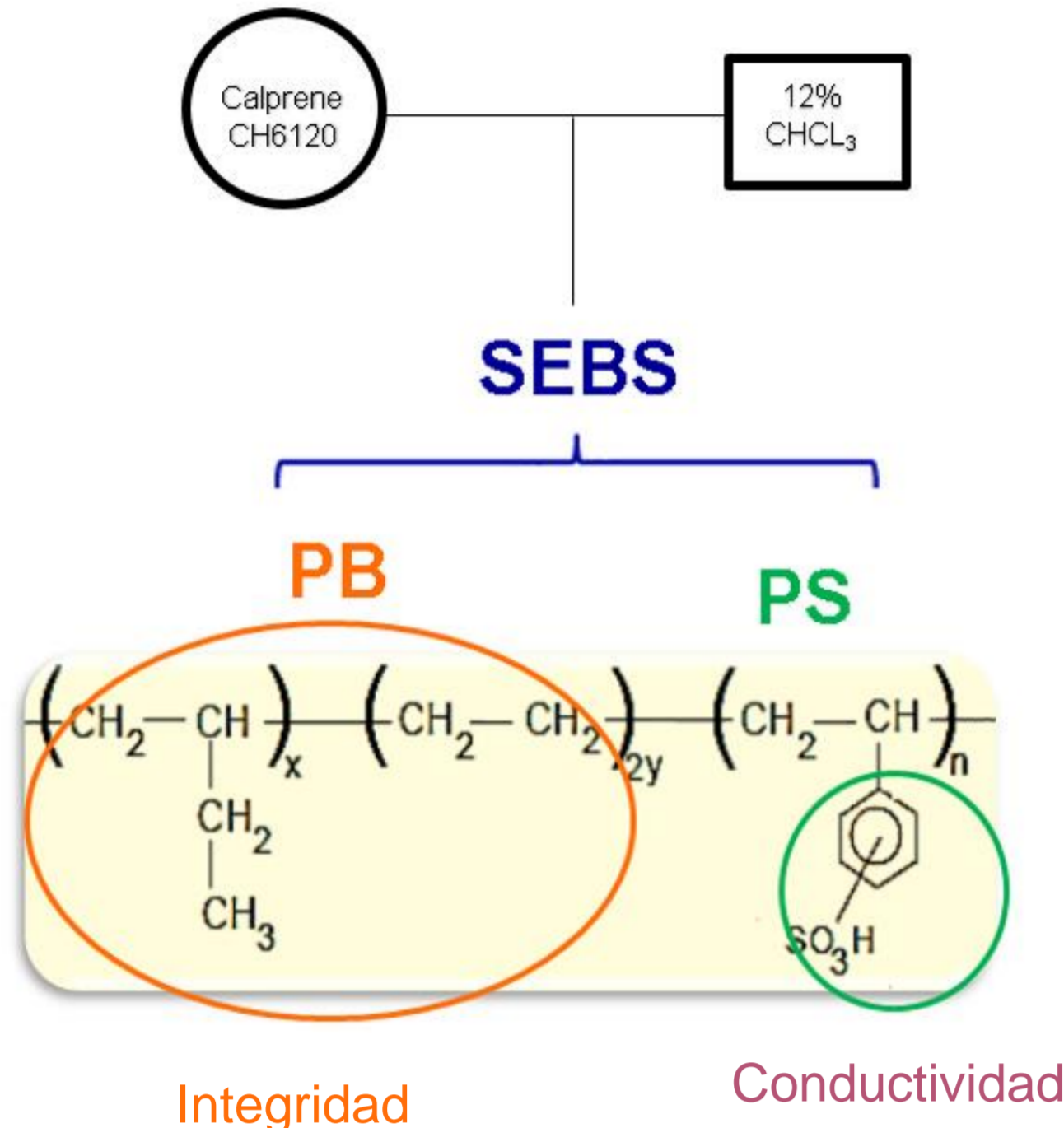


Introducción

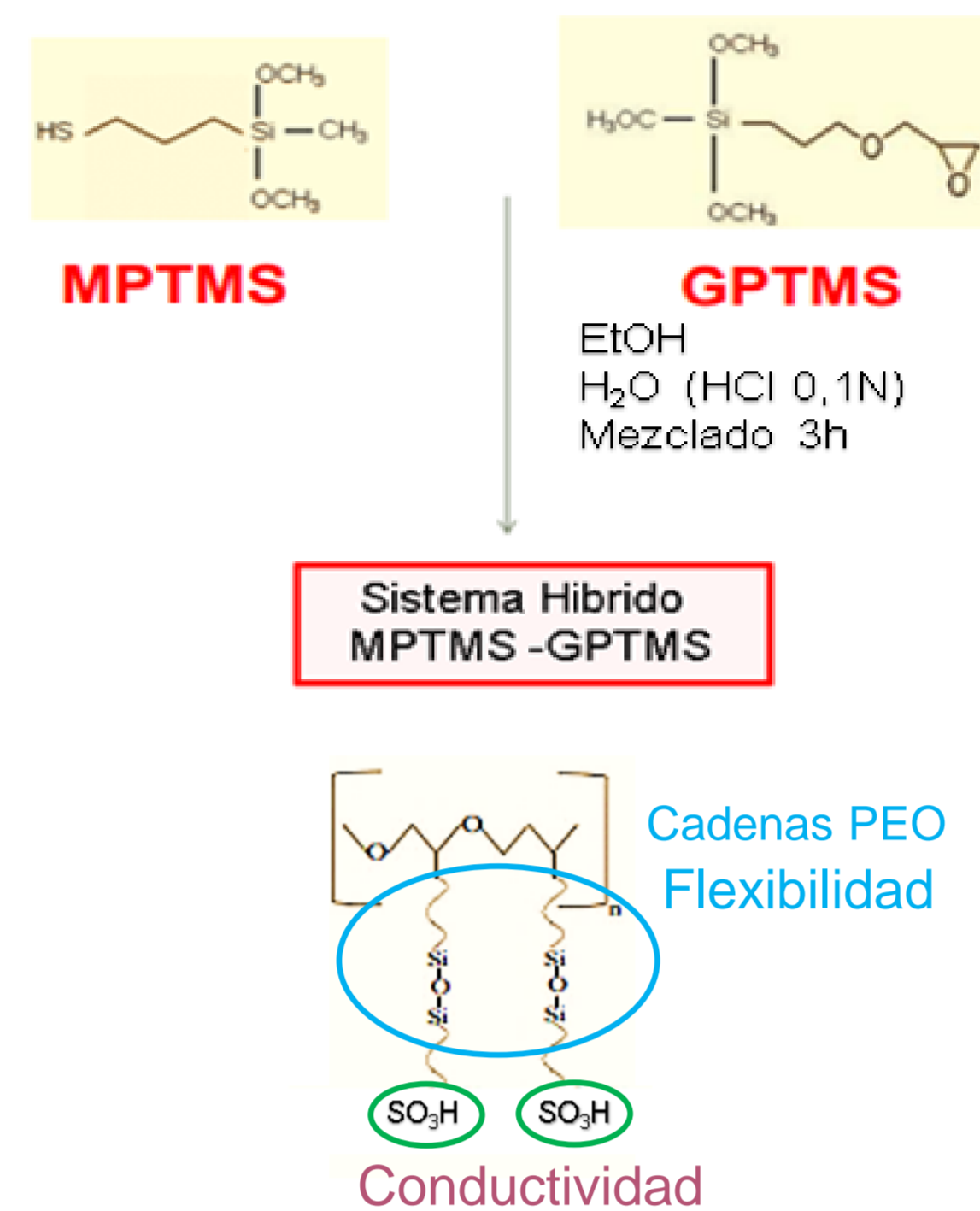
El principal obstáculo para la utilización global del hidrógeno como combustible en pilas de combustible de intercambio protónico, es la baja conductividad protónica que se pueden alcanzar en la MEA utilizando Nafión a alta temperatura y/o bajas humedades relativas. Una posible solución a estos inconvenientes puede ser el desarrollo de membranas híbridas orgánico-inorgánicas. Esta línea de investigación pretende conseguir membranas novedosas y de bajo coste que mejoren el rendimiento de las membranas comerciales tanto en conductividad como en eficiencia en la monocelda. Los materiales híbridos orgánico-inorgánicos reúnen todos los requisitos para ser aplicados como electrolitos en una pila de combustible PEMFC: presentan flexibilidad y la estabilidad dimensional frente al hinchamiento, estabilidad térmica y química, y conductividad iónica en la que participan ambos componentes. En este trabajo se describe la síntesis del sistema del copolímero de bloque estireno-etileno-butileno-estireno sulfonado (sSEBS) y los alquilalcóxidos 3-glicidoxipropil-trimethoxysilano (GPTMS) y 3-mercaptopropil-trimethoxysilano (MPTMS) usando de forma sinérgica la ciencia de polímeros y el método sol-gel.

Síntesis de membranas electrolíticas híbridas

Síntesis del SEBS



Síntesis híbrido



Descripción composición

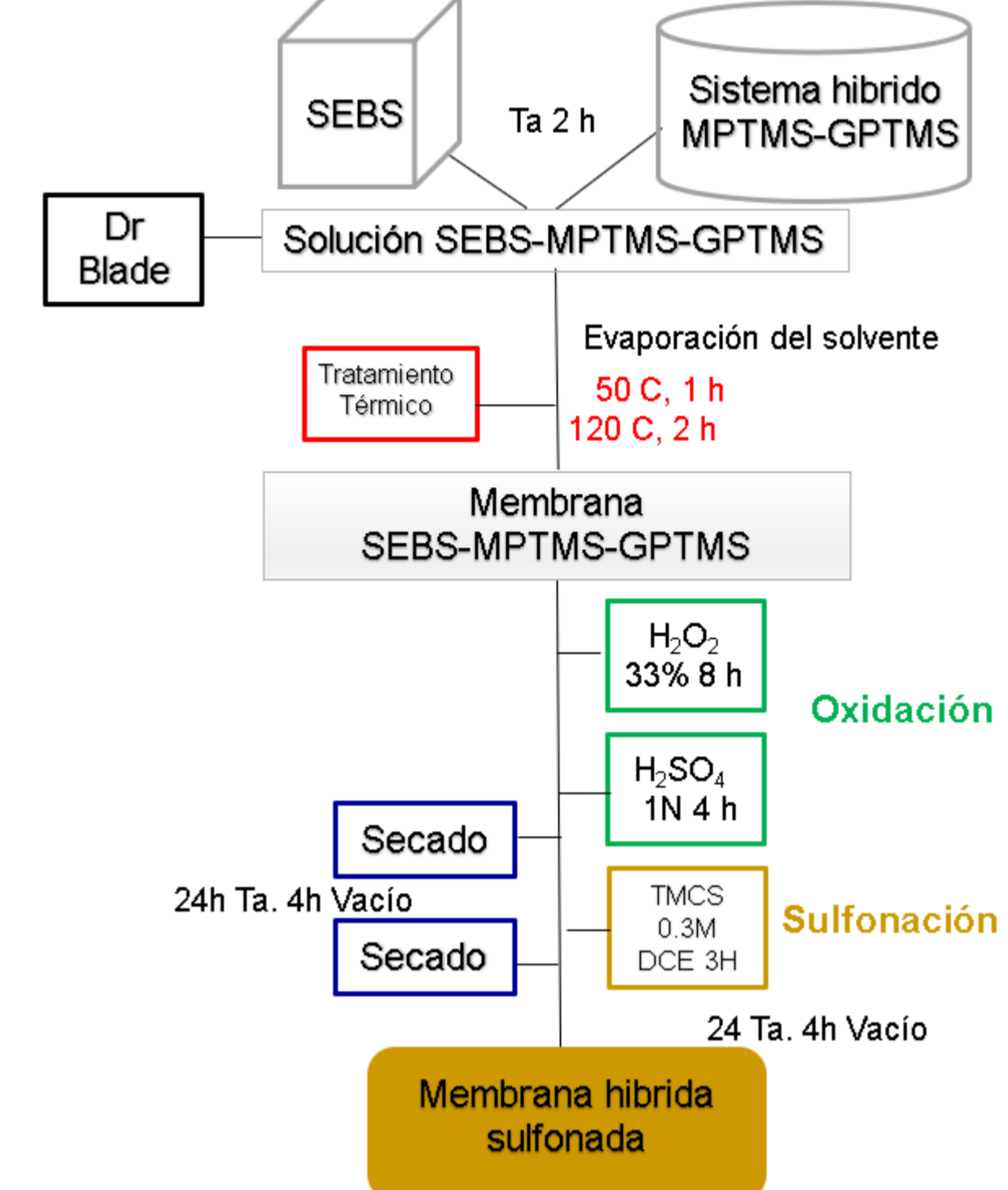
Ejemplo: s(S90-MG10)

90%(SEBS) 10%(70MPTMS-30GPTMS)

Composiciones

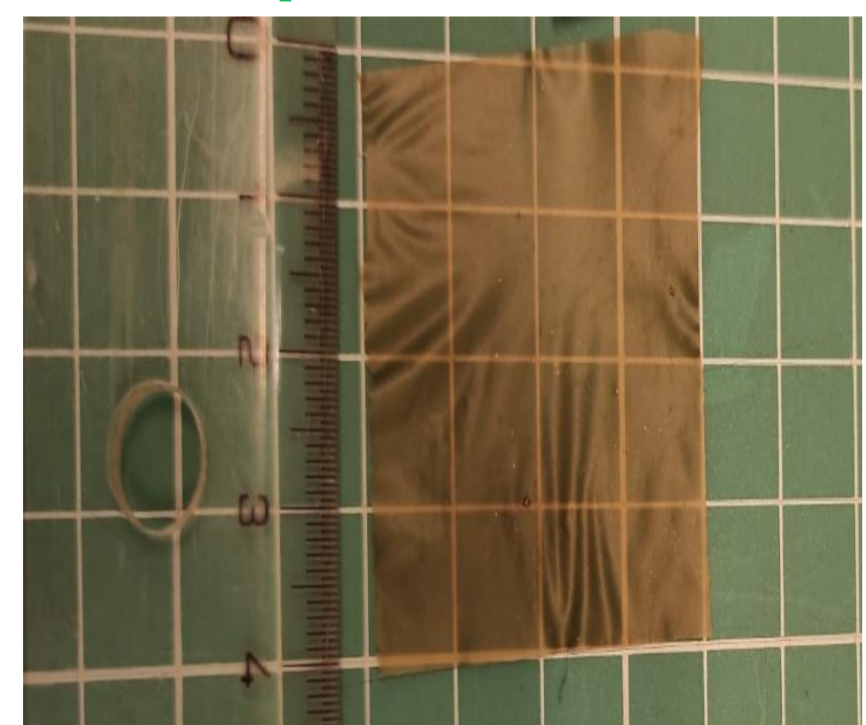
sSEBS
s(S90-MG10)
s(S80-MG20)
s(S70-MG30)
s(S60-MG40)

Síntesis y procesamiento membranas híbridas



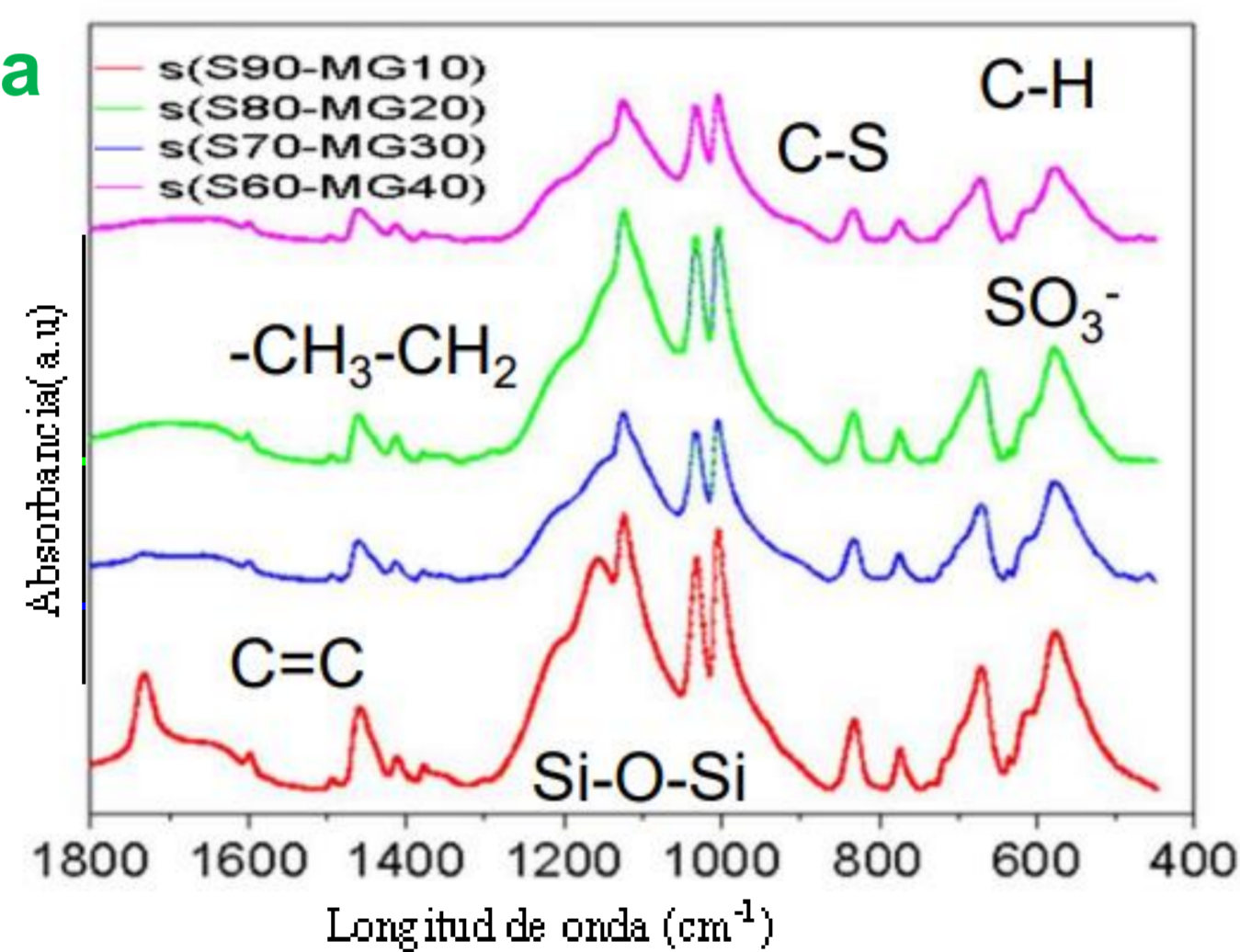
Resultados y Discusión

Descripción Membrana



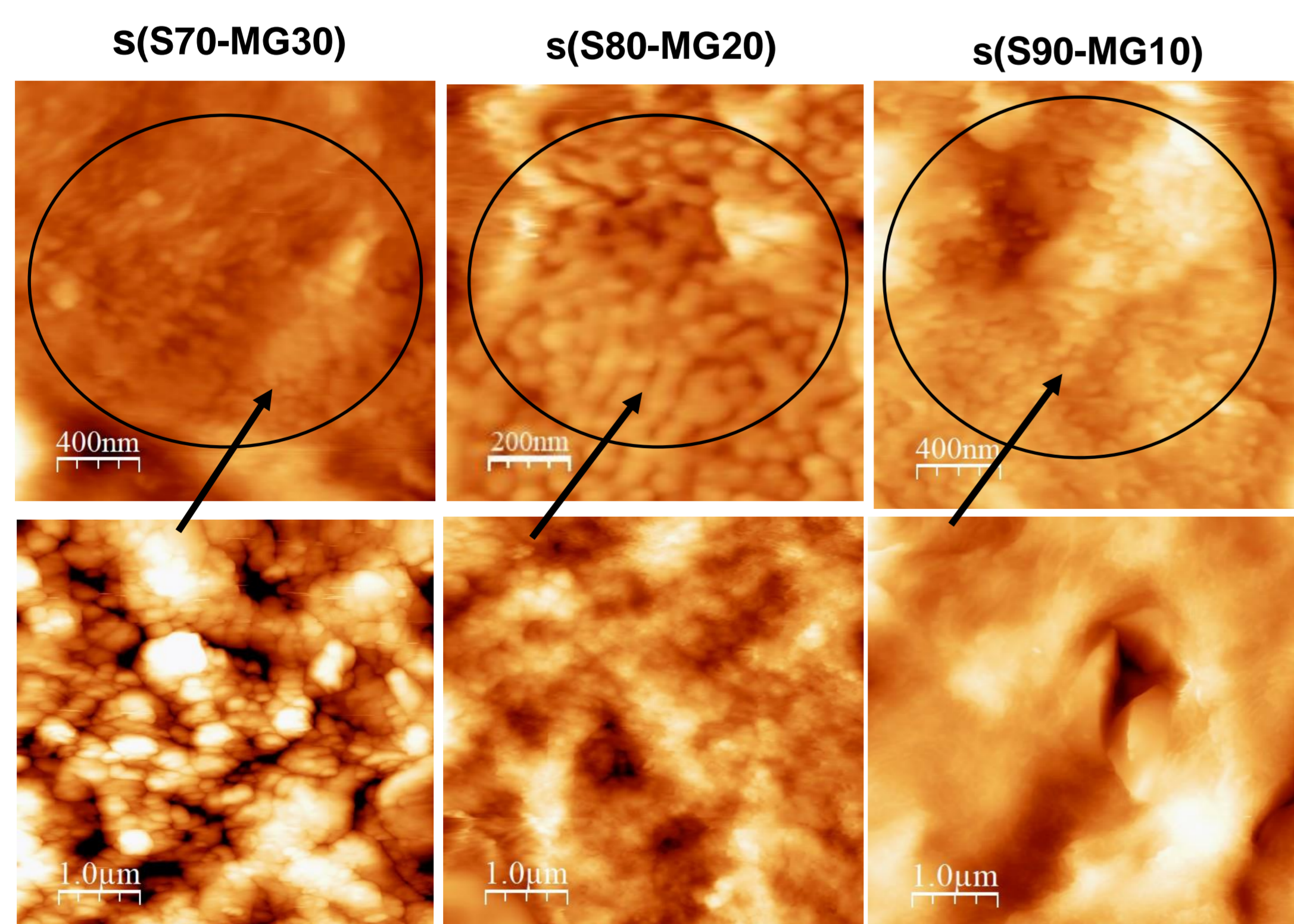
Las membranas obtenidas son homogéneas y transparentes, con un espesor de ~ 50 µm.

Estabilidad química (FTIR)



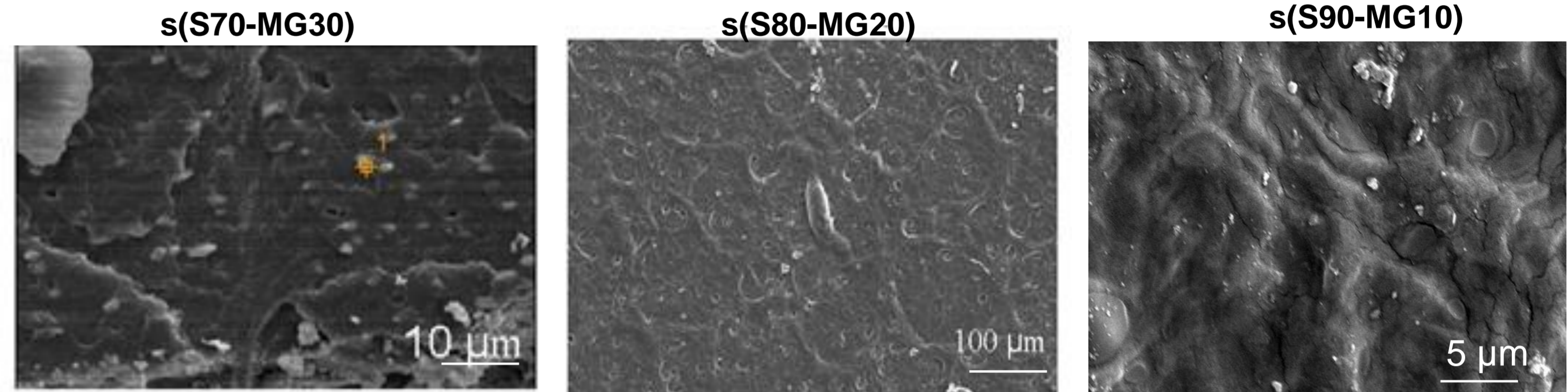
Polimerización sol-gel: formación de bandas de Si-O-Si.
Polimerización orgánica: apertura anillo epoxi ausencia de la banda a 1260 cm⁻¹.
Sulfonación del SEBS y oxidación del mercapto se realizan con éxito: presencia de bandas sulfónicas.

Análisis Estructural (AFM)



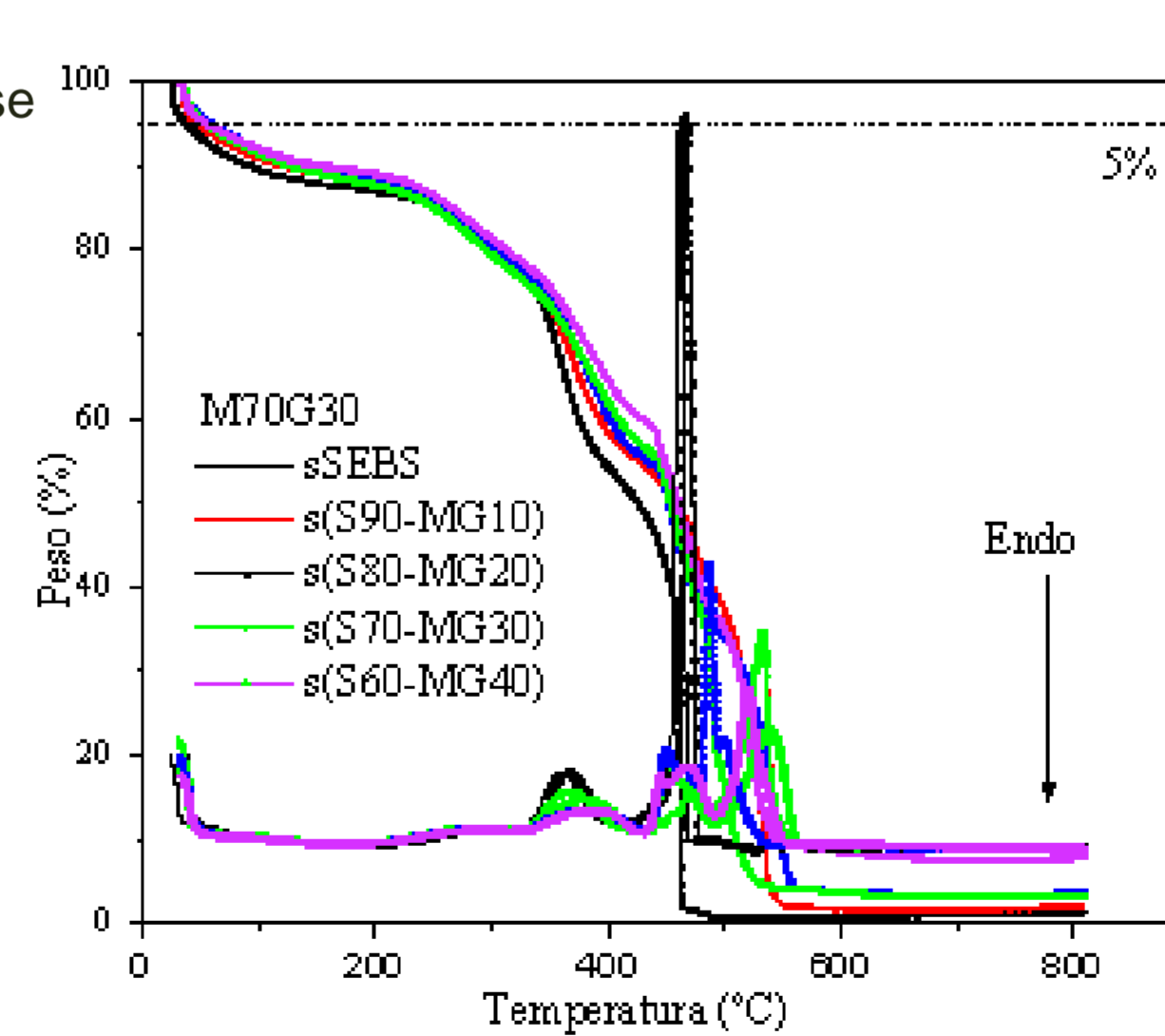
Las micrografías AFM de las membranas híbridas sSEBS-MPTMS-GPTMS muestran la persistencia de la estructura laminar típica de SEBS. Además se observa como el componente sol-gel se incorpora preferiblemente en las áreas hidrofílicas del copolímero de bloques (áreas claras) como partículas híbridas. Las partículas híbridas tienen un tamaño medio de 17 nm.

Análisis Microestructural (SEM)



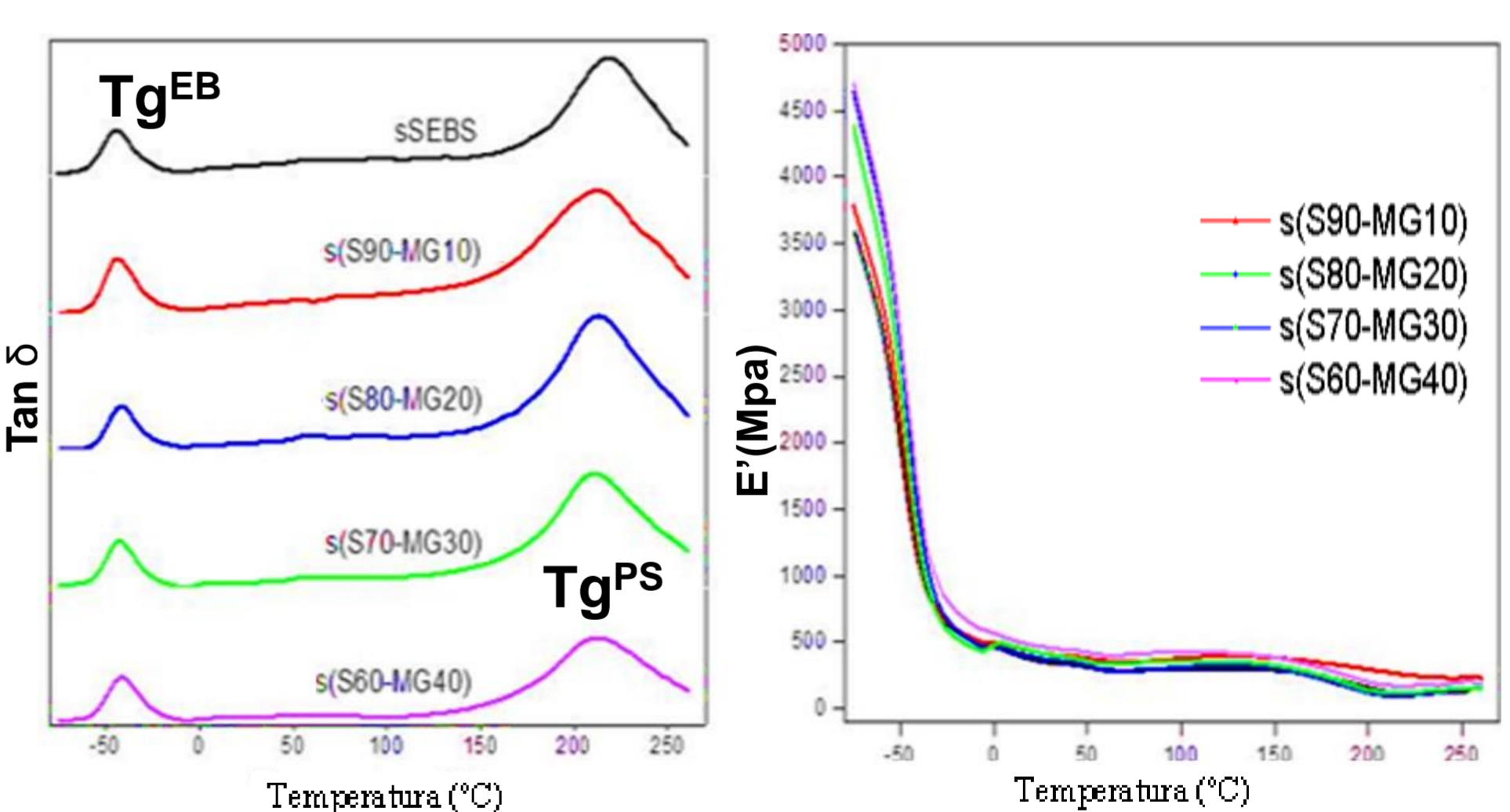
Las micrografías SEM muestran un material homogéneo formado por nanoaglomerados de 20-45 nm, con porosidad de bajo tamaño (5-10 nm). El análisis EDX confirma que el componente híbrido sol-gel se distribuye por toda la superficie de las membranas sSEBS.

TGA-DTA



La incorporación del híbrido MPTMS-GPTMS aumenta la estabilidad térmica en comparación con SEBS puro, independientemente de la proporción de precursores utilizados.

Análisis Térmico



Se observan dos transiciones vítreas bien diferenciadas:
1: Baja temperatura: relajación del bloque de etileno-butileno (Tg^{EB})
2: Alta temperatura: relajación bloque de poliestireno sulfonado (Tg^{PS})

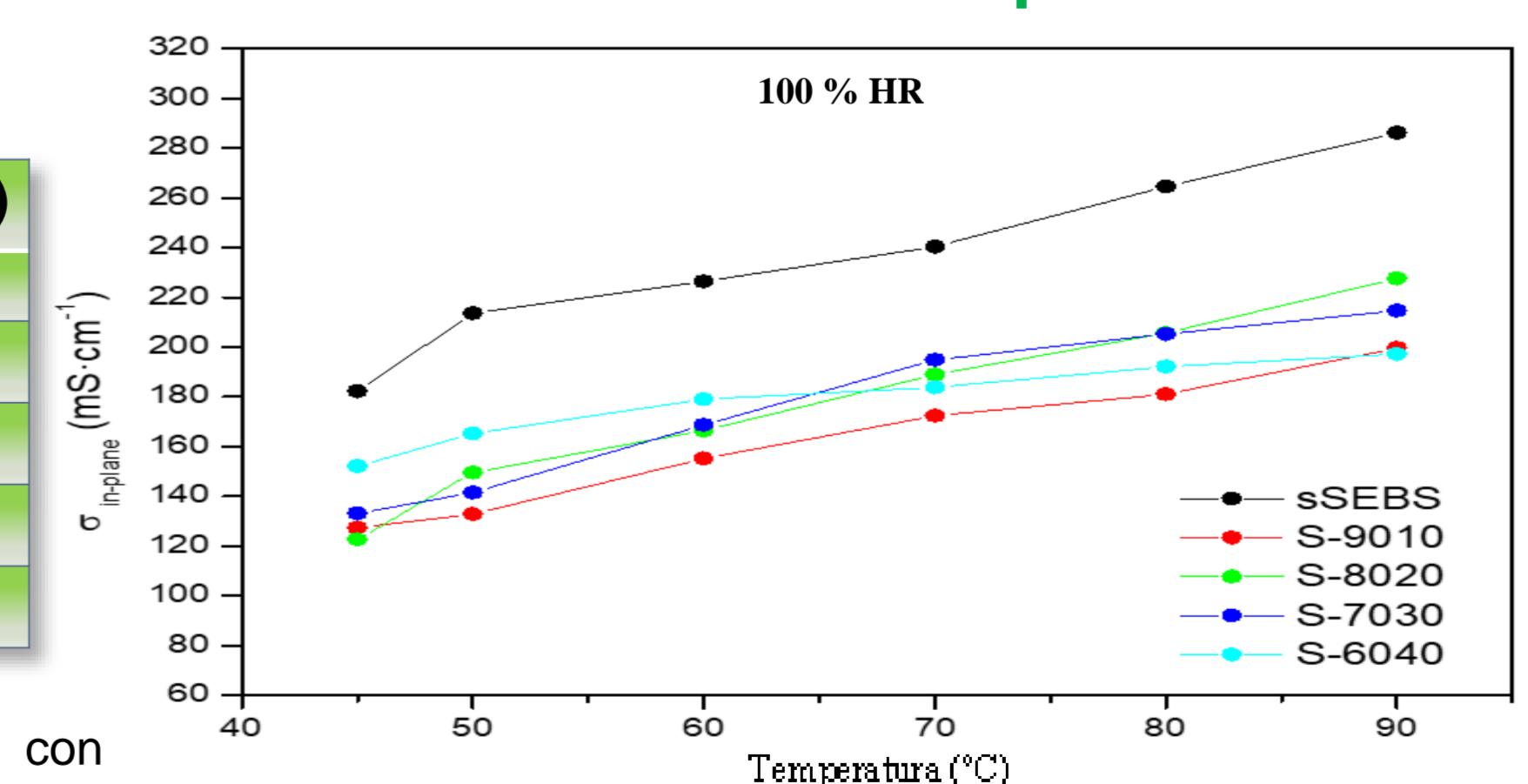
Absorción de agua, IEC, % Incremento de Área

Composición	WuT (%)	AI (%)	IEC (mequiv g ⁻¹)
sSEBS	197,0	89,0	1,78
s(S90-MG10)	192,2	75,5	1,66
s(S80-MG20)	185,4	82,3	1,63
s(S70-MG30)	177,4	68,8	1,59
s(S60-MG40)	172,3	62,5	1,43

El Incremento de Área (%) y la absorción de agua (WuT) se reduce con la incorporación del componente híbrido.

Todas las membranas híbridas presentan valores de IEC menores al SEBS sulfonado; indicando que su estabilidad dimensional en la pila se ha mejorado respecto al sSEBS puro.

Análisis Electroquímico



La membrana SEBS sulfonada presenta valores de conductividad longitudinal más altos que las membranas híbridas.

La composición s(S80-MG20) presenta la mejor conductividad 200 mS cm⁻¹ a 90°C Y 100 % HR

Conclusiones

Las membranas híbridas basadas en sSEBS y el híbrido MPTMS-GPTMS se han preparado con éxito por la vía sol-gel y polimerización orgánica. Se mejoran la estabilidad térmica, mecánica y se reduce su variación dimensional, manteniendo adecuados valores de IEC respecto al sSEBS puro. La conductividad protónica disminuye en comparación con sSEBS puro, aunque presenta mejores valores que el Nafión comercial 112. Se están evaluando estrategias con el fin de mejorar la conductividad protónica.

Agradecimientos

Este trabajo se ha desarrollado en el marco del Proyecto RTI2018-095373-J-I00 financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. F. Díaz Garces agradece al Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación de Colombia (Min Ciencias) por la financiación de la beca predoctoral No. 860 -2019.