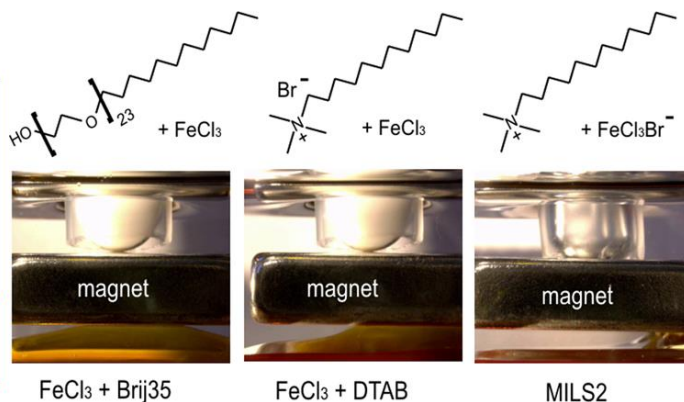
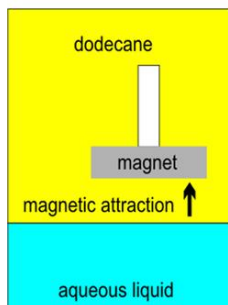


# Rol de los surfactantes en el control magnético sobre interfaces líquidas

Autores: Patrick Degen, Elena Zwar, Michael Paulus, Metin Tolan, and Heinz Rehage.  
 Dortmund. Alemania . 2014

**Control magnético sobre las propiedades de las superficies líquidas de surfactantes sensibles a estímulos.**

Paul Brown, Craig P Butts, Isabelle Grillo, Annette M Schmidt 2012

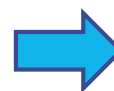
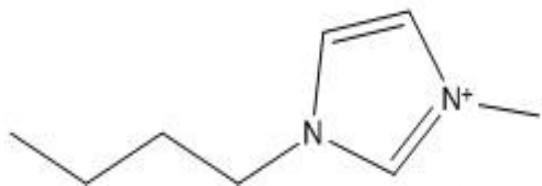




Presentado por: Lic. Ruth Desirée Monroy Serrano  
Estudiante del Doctorado en Química Tecnológica  
Email: [desireemonroy@yahoo.com](mailto:desireemonroy@yahoo.com)

# Introducción

## líquidos iónicos (ILs)

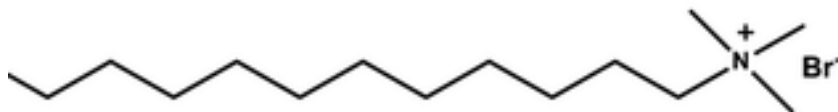


Líquidos iónicos magnético  
(mag-ILs)

1-metil-3-butylimidazolio cloruro férrico  
([bmim]FeCl<sub>3</sub>).



## *Surfactantes líquidos iónicos magnéticos (MILS)*



bromuro de dodecil trimetil amonio  
(DTAB)



Haluro metálico  
magneto activo

Al combinar resultó en la formación de una estructura ordenada de los elementos magneto activos en la interface.

## *Parte Experimental*

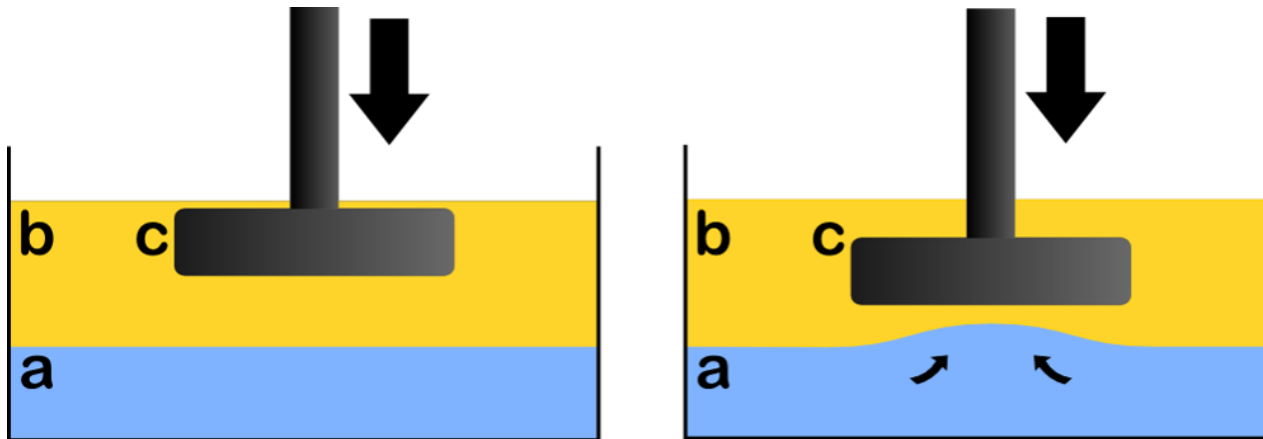
### *Se realizaron los siguientes experimentos:*

- Pruebas para demostrar una posible aplicación de inversión de fase de MILS como es reportado en la referencia
- Mediciones de tensión superficial (usando el método de la gota colgante)
- Mediciones de susceptibilidad magnética (usando el método de Quincke)
- Mediciones de reflectividad de rayos x (XRR)



## Sección Experimental

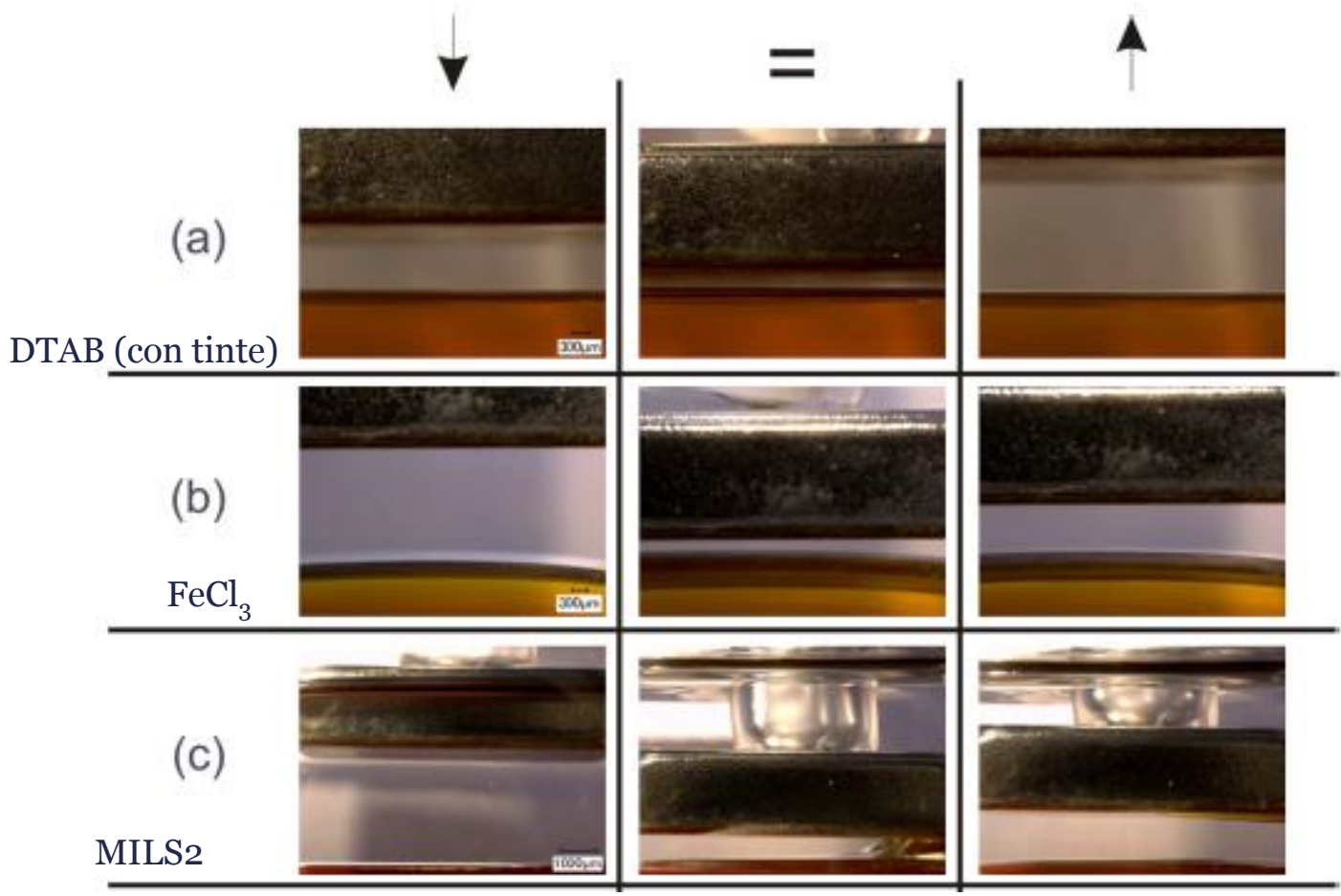
- Pruebas para demostrar una posible aplicación de inversión de fase de MILS



**Figura 1.** Experimento de inversión de fase de un líquido acuoso (a) a través de la fase orgánica dodecano (b) por un imán externo (c).

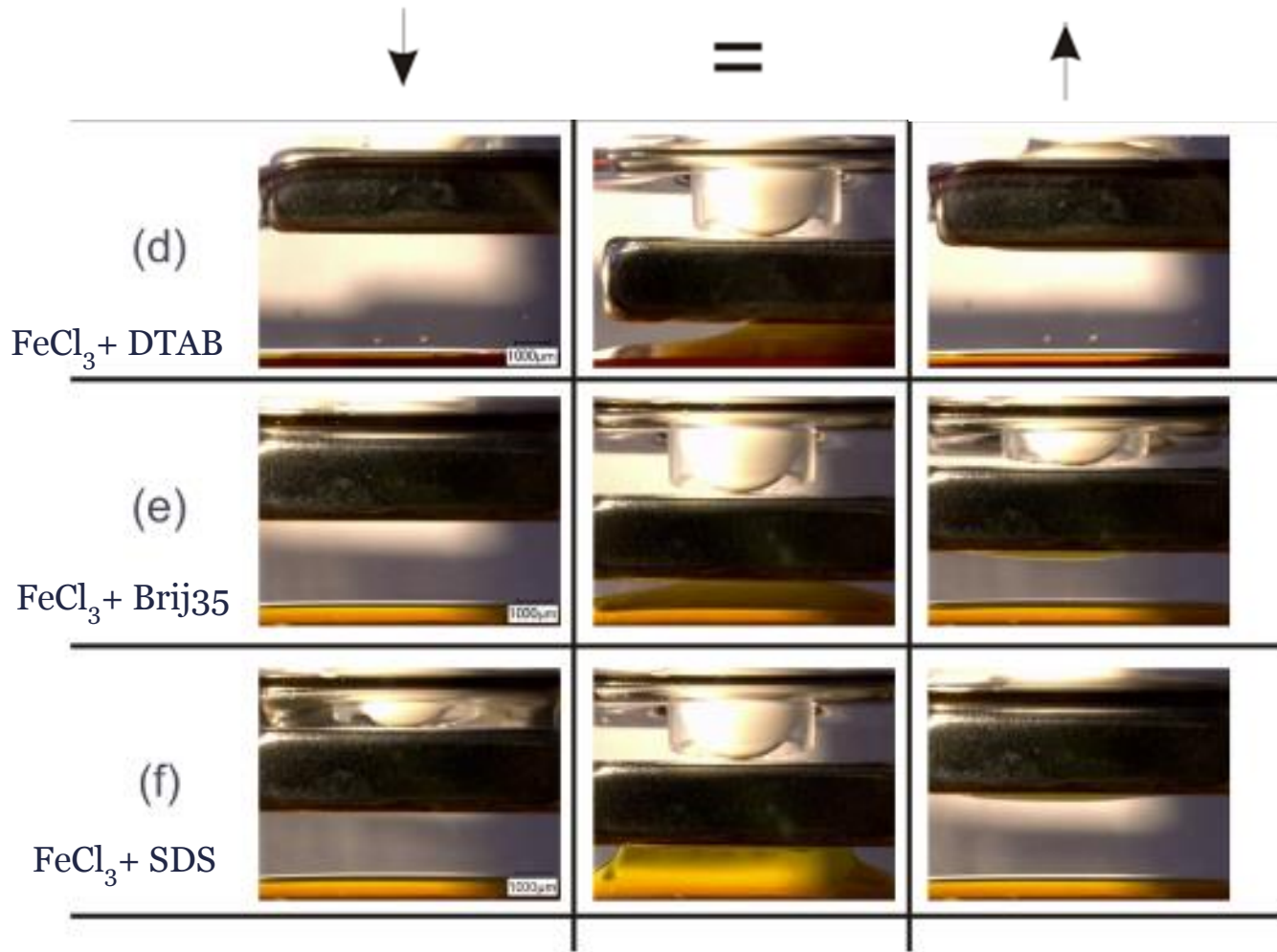
Imagen de la izquierda: no hay atracción magnética. Imagen derecha : atracción magnética.

*Discusión de Resultados*



**Figura 2.** Aplicación de inversión de fase de líquidos: Izquierda: disminución del imán Medio: inversión de fase o la distancia mas baja entre el imán y la interface. Derecha: levantamiento del imán.

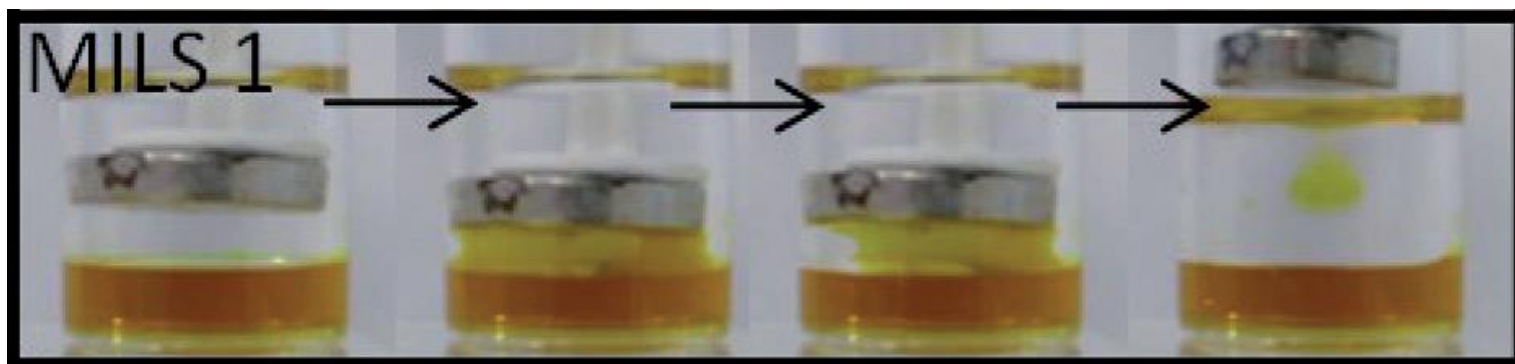
*Discusión de Resultados*



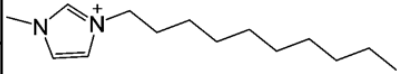
**Figura 3.** Aplicación de inversión de fase de líquidos: Izquierda: disminución del imán Medio: inversión de fase o la distancia mas baja entre el imán y la interface. Derecha: levantamiento del imán.



## Discusión de Resultados



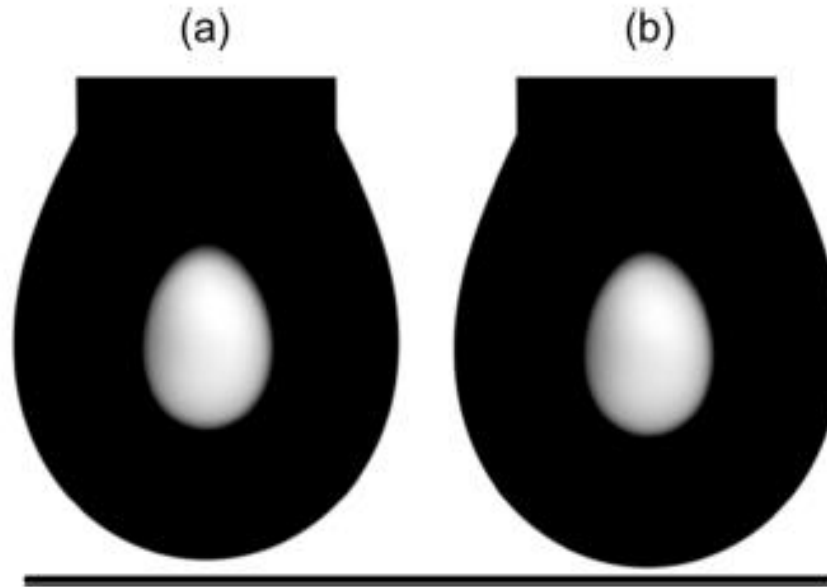
**Figura 4.** Aplicación de inversión de fase de líquidos para el sistema MILS1 / dodecano.

Sample	Anion	Cation
SURF 1	Cl <sup>-</sup>	
MILS 1	FeCl <sub>4</sub> <sup>-</sup>	

*1-decil -3-metilimidazolio tetracloroferrato*

## Discusión de Resultados

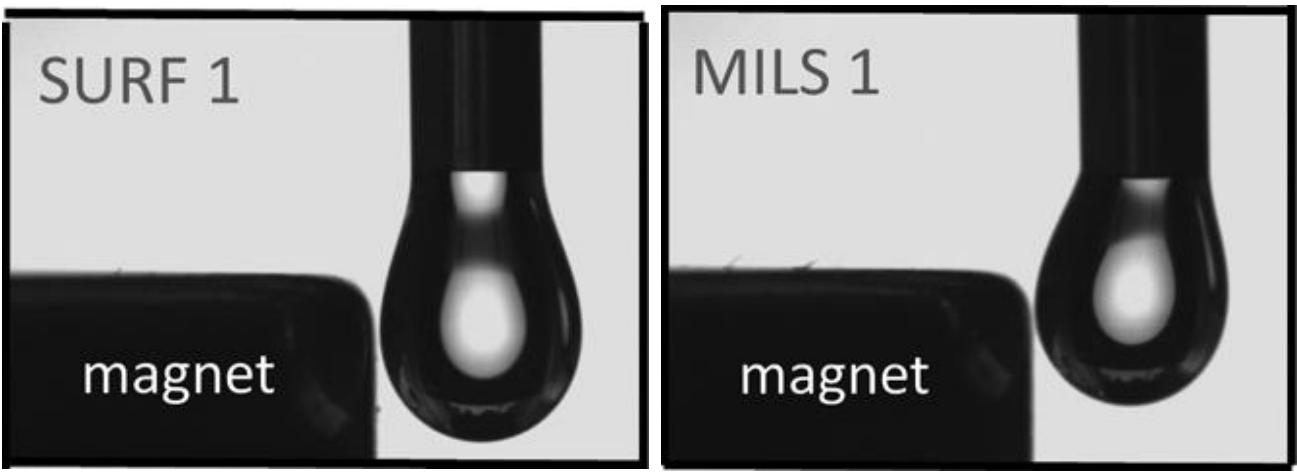
- Mediciones de tensión superficial (usando el método de la gota colgante)



**Figura 5.** Diferencia en la forma de la gota causada por la aproximación de un imán. Como ejemplo, se muestra la mezcla de DTAB y  $\text{FeCl}_3$  (0.2 M)  
(a) gota de forma normal (b) influencia del imán.

*Discusión de Resultados*

➤ Mediciones de tensión superficial (usando el método de la gota colgante)



**Figura 6.** Diferencia en la forma de la gota causada por la aproximación de un imán. Como ejemplo, se muestra MILS 1 (a) gota de forma normal (b) influencia del imán.

Sample	Anion	Cation
SURF 1	Cl <sup>-</sup>	
MILS 1	FeCl <sub>4</sub> <sup>-</sup>	

## Discusión de Resultados

- Mediciones de tensión superficial (usando el método de la gota colgante)

	$\gamma$ [mN m <sup>-1</sup> ]	$\gamma_{mag}$ [mN m <sup>-1</sup> ]	$\Delta\gamma$ [mN m <sup>-1</sup> ]
H <sub>2</sub> O	72.3 ± 0.1	72.6 ± 0.1	0.3
Brij35	42.9 ± 0.1	43.1 ± 0.1	0.2
DTAB	37.9 ± 0.1	38.2 ± 0.1	0.3
FeCl <sub>3</sub>	69.8 ± 0.2	68.9 ± 0.2	-0.9
FeCl <sub>3</sub> + Brij35	42.5 ± 0.1	41.9 ± 0.1	-0.6
FeCl <sub>3</sub> + SDS	39.2 ± 0.1	38.7 ± 0.1	-0.5
FeCl <sub>3</sub> + DTAB	35.9 ± 0.1	35.5 ± 0.1	-0.4
MILS2	36.0 ± 0.1	35.6 ± 0.1	-0.4

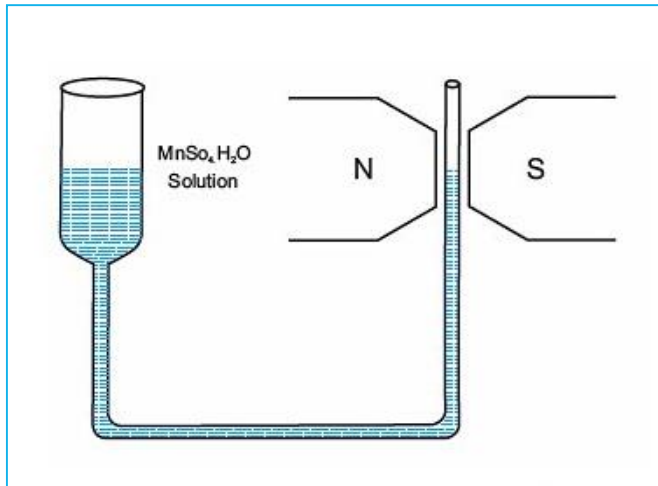
**Tabla 1.** Tensión superficial calculada de las muestras investigadas (C = 0.2 M;  $\gamma$  = tensión superficial sin campo magnético;  $\gamma_{mag}$  = tensión superficial aparente con campo magnético)

## Discusión de Resultados

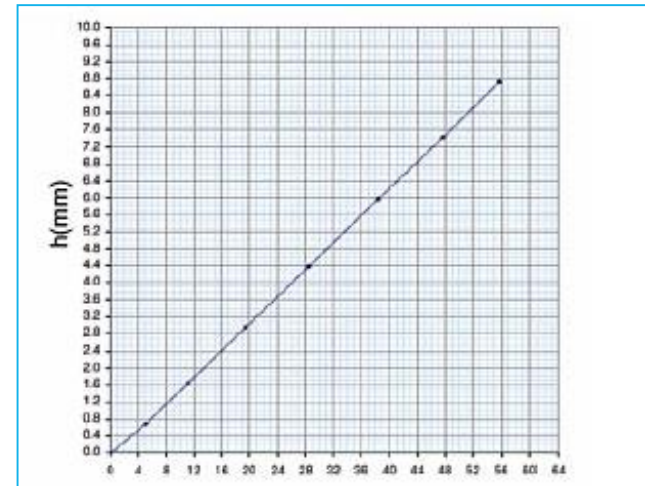
### ➤ Mediciones de susceptibilidad magnética (usando el Método de Quincke)

**La Susceptibilidad Magnética** es una constante de proporcionalidad adimensional que indica el grado de magnetización de un material influenciado por un campo magnético

- ✿ susceptibilidad magnética molar ( $\chi_{\text{mol}}$ )  $\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$
- ✿ susceptibilidad magnética de masa, ( $\chi_{\text{g}}$ )  $\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$



**Figura 7.** Diagrama del Método de Quincke



**Figura 8.** Aumento del nivel de la solución (h) como una función del campo magnético (H).

## Discusión de Resultados

- Mediciones de susceptibilidad magnética (usando el método de Quincke)

	$\chi_m$ [ $\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ ]	$\chi_g$ [ $\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$ ]
FeCl <sub>3</sub>	$1.73 \times 10^{-7}$	$1.07 \times 10^{-6}$
FeCl <sub>3</sub> + DTAB	$1.10 \times 10^{-7}$	$2.34 \times 10^{-7}$
MILS 2	$1.11 \times 10^{-7}$	$2.37 \times 10^{-7}$

**Tabla 2.** La susceptibilidad magnética promedio de las muestra seleccionadas ( $c = 0,2$  M; Susceptibilidad molar  $\chi_m$  y la susceptibilidad másica  $\chi_g$ )

## *Discusión de Resultados*

- ***Mediciones de reflectividad de rayos x (XRR)***, para investigar la estructura de la interface solución-gas con resolución subnanométrica.

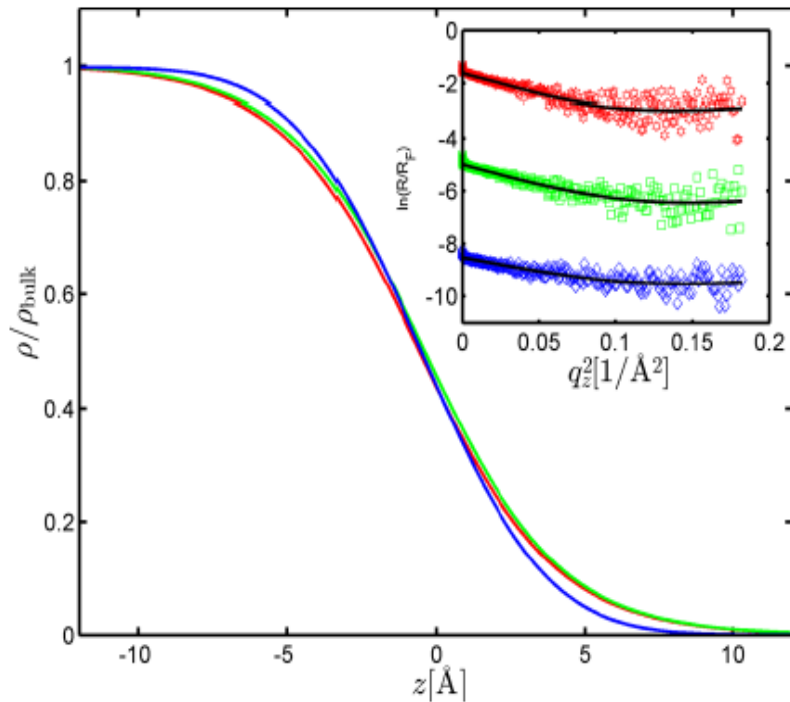
***La reflectividad de rayos X (XRR)*** es un método analítico no-destructivo para la caracterización de materiales de lámina delgada. Mide la densidad, grosor, y aspereza de la lamina al mismo tiempo.

### *Datos Técnicos empleados para obtener los resultados:*

- ✿ Los datos XRR son normalizados por reflectividad Fresnel de una superficie plana ideal de agua .
- ✿ Graficado como el cuadrado del vector de onda de transferencia  $qz$  perpendicular a la superficie de la muestra.
- ✿ Los datos fueron analizados usando el algoritmo Parratt 7,8.

## Discusión de Resultados

### ➤ Mediciones de reflectividad de rayos x (XRR)



**Los perfiles de densidad de electrones obtenidos a partir de los datos de XRR, muestra:**

- La formación de una capa no pronunciada de interface liquido – gas.
- Una rugosidad superficial de:

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{FeCl}_3 - \text{DTAB}} &= (3,7 \pm 0,2) \text{ \AA}, \\ \sigma_{\text{MILS}} &= (3,8 \pm 0,2) \text{ \AA} \\ \sigma_{\text{FeCl}_3} &= (3,3 \pm 0,2).\end{aligned}$$

- La rugosidad superficial se incrementa debido a la adsorción de surfactantes en la interface.

**Figura 9.** Perfil de densidad electrónica de interfaces liquido-gas. La inserción muestra los datos XRR y refinamientos de los datos (líneas continuas). Rojo:  $\text{FeCl}_3 + \text{DTAB}$ ; Verde:  $\text{MLIS}_2$ ; Azul:  $\text{FeCl}_3$ .



# Conclusiones

## *Ventajas de los MILS*

- Presenta el Potencial para la orientación controlada de dispersiones coloidales , resultando en efectos magnetoforético.
- Tienen el potencial de combinar la partición y el enriquecimiento de catalizadores inducida por el efecto de un campo magnético interno (debido a la transferencia de protones más rápido) en reacciones fotoquímica.
- Permitir el reciclaje o la recuperación limpia de productos costosos en un disolvente.

## *Desventajas de los MILS*

- Las desventajas de estos métodos de control es que son cambios irreversibles en la composición del sistema. ***En el caso de inversión de fases***

## *Conclusiones*

- Se concluye que las propiedades de los surfactantes magnéticos, pueden ser explicadas por el contenido de los iones Fe paramagnéticos y por la actividad superficial del surfactante.