

Introducción

En México la mayoría de los reservorios de petróleo están constituidos de roca carbonatada en el cual utilizan ácido clorhídrico como común denominador en las estimulaciones causando una baja eficiencia en la obtención del crudo. Es por ello que se desea la producción de un material polimérico capaz de ser utilizado como un posible dosificador en el proceso de estimulación ácida para la extracción del petróleo.

Objetivo General

Estudiar la influencia de la localización de los grupos funcionales en nanopartículas poliméricas en la sensibilidad al pH y a la temperatura mediante propiedades termodinámicas específicas, para aplicaciones en la industria petrolera.

Objetivos específicos

- ✓ Sintetizar mediante polimerización en emulsión vía radicales libres; dos series de partículas poliméricas altamente funcionalizadas con diferente morfología, variando la composición de ácido acrílico (AA) y acrilamida (AAamida) en las nanopartículas poliméricas.
- ✓ Caracterizar mediante: espectroscopía de infrarrojo (IR), dispersión dinámica de luz (DLS), microscopía electrónica de barrido (SEM), potencimetría, Reología (módulo elástico G' , módulo viscoso G'' y viscosidad μ) y por calorimetría isotérmica de titulación.
- ✓ Determinar la influencia de la localización de los grupos carboxilo y amino a diferentes pH y temperatura con hidróxido calcio y cloruro de calcio mediante propiedades termodinámicas específicas (volumen y compresibilidad adiabática específica parcial a dilución infinita).
- ✓ Determinar la influencia de la localización en las cadenas poliméricas, de los grupos funcionales: carboxilo (-COOH) y amida (-NH₂) a diferentes pH y temperatura usando calcita como roca modelo.

Metodología

- ✓ Se sintetizarán dos series de nanopartículas con diferente morfología y alto contenido de grupos funcionales mediante técnicas de polimerización en emulsión y en proceso semicontinuo. Se variará la concentración de grupos carboxilo y amino dentro de las partículas en: 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50, 40:60, 30:70; 20:80; 10:90, 0:100%p de ácido acrílico y acril amida; (AA-AAamida); respectivamente.

Parámetro / Látex	40% de grupos funcionales (Núcleo-Coraza)	40% de grupos funcionales (Gradiente de concentración)
Temperatura (°C)	75	75
Atmósfera	Nitrógeno	Nitrógeno
Agitación mecánica (rpm)	250	250
Velocidad de flujo (T ₁), (g/min)	0.7	0.7
Velocidad de flujo (T ₂), (g/min)	0.7	0.7

Tabla 1. Parámetros experimentales utilizados en las síntesis de los látex con morfología: Núcleo – coraza y con gradiente de concentración; 40%p de grupos funcionales.

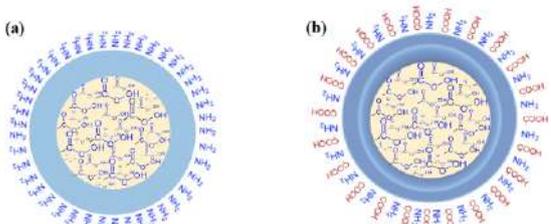


Fig. 1. Morfología de nanopartículas poliméricas altamente funcionalizadas a) Núcleo-coraza b) con gradiente de concentración.

Resultados

Dispersión dinámica de luz (DLS) y Densidad - velocidad del sonido

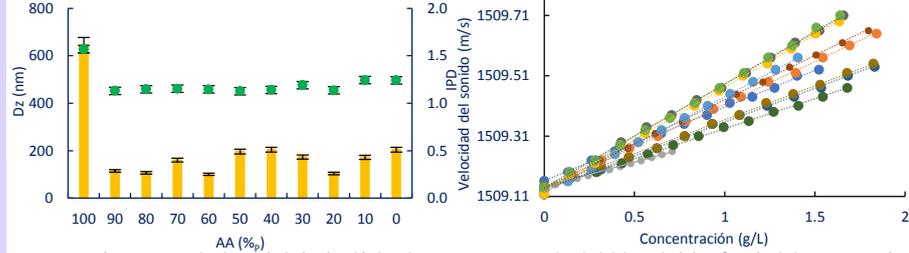


Fig. 3. Diámetro promedio de partícula (nm) y el índice de polidispersidad en función de la cantidad de ácido acrílico (%) de las partículas poliméricas.

Fig.4. Velocidad del sonido (U) en función de la concentración (g/L) del látex con morfología núcleo – coraza a dilución infinita

Microscopía electrónica de barrido (MEB)

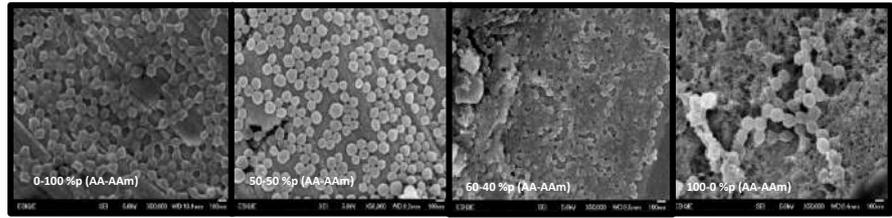


Fig. 5. Microscopía electrónica de barrido para los látex con 0-100, 50-50, 60-40 y 100-00 %, (AA-AAm) con morfología núcleo coraza.

Propiedades termodinámicas volumétricas: Volumen y compresibilidad específica

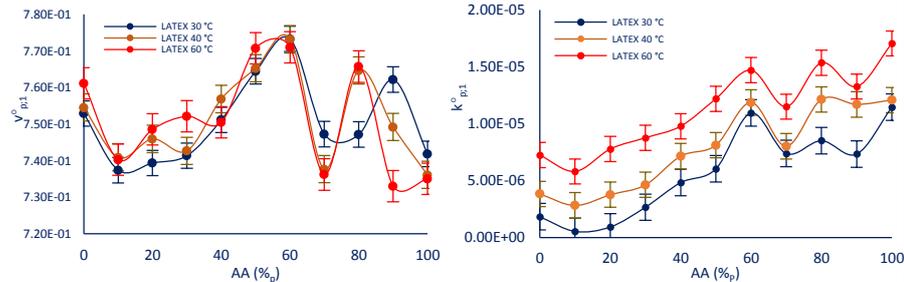


Fig.6. a) Volumen específico parcial ($v_{p,1}^0$) b) Compresibilidad adiabática específico parcial ($k_{p,1}^0$) en función de la concentración de ácido acrílico (AA, %) del látex con morfología núcleo – coraza a dilución infinita a 30 (●), 40 (◐) y 60 (◑) °C.

Propiedades reológicas

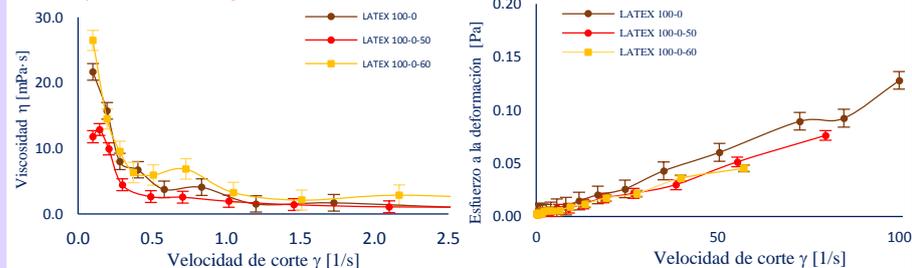


Fig. 7. a) Viscosidad (μ) y b) Esfuerzo a la deformación [Pa] en función de la velocidad de corte $\dot{\gamma}$ [1/s] de las nanopartículas poliméricas con morfología núcleo – coraza 100 – 0 (AA-AAm, %) a 30 (●), 50 (◐) y 60 (◑) °C.

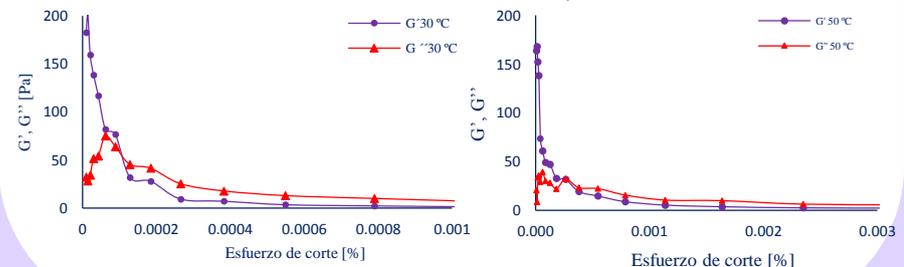


Fig. 8. Módulo elástico G' (●), y módulo viscoso G'' (▲) en función del esfuerzo de corte [%] de las nanopartículas poliméricas con morfología núcleo – coraza 50-50 (AA-AAm, %) a 50 °C.

Conclusiones

- ✓ El volumen ($v_{p,1}^0$), y compresibilidad adiabática específica ($k_{p,1}^0$), aumenta a medida que aumenta la concentración de ácido acrílico y en el aumento en la temperatura genera repulsiones electrostáticas entre los grupos funcionales presentes, lo cual provoca valores altos de $k_{p,1}^0$.
- ✓ La viscosidad (μ) del material disminuye conforme aumenta la velocidad de deformación ($\dot{\gamma}$) debido a la pérdida de interacciones no covalentes entre las cadenas poliméricas.
- ✓ El esfuerzo a la deformación [Pa], presenta una disminución conforme aumenta la temperatura, esto se debe a que las cadenas poliméricas tienen mayor movilidad al incrementar la temperatura por lo tanto tienen mayor facilidad de fluir.