

NANOPARTÍCULAS DISEÑADAS COMO TRAZADORES ESPECÍFICOS PARA LA ACTIVIDAD HIDROCARBURÍFERA

Sánchez Victoria Guadalupe^{1,2}, Ousset María Julia¹, Della Valentina Adrián² y Parolo María Eugenia^{1,2}

¹Centro de Investigaciones en Toxicología Ambiental y Agrobiotecnología del Comahue, CITAAC (CONICET-UNCo). ²Universidad Nacional del Comahue, Facultad de Ingeniería, Buenos Aires 1400, CP 8300 Neuquén, Argentina. vickyzsanchez@gmail.com

Introducción

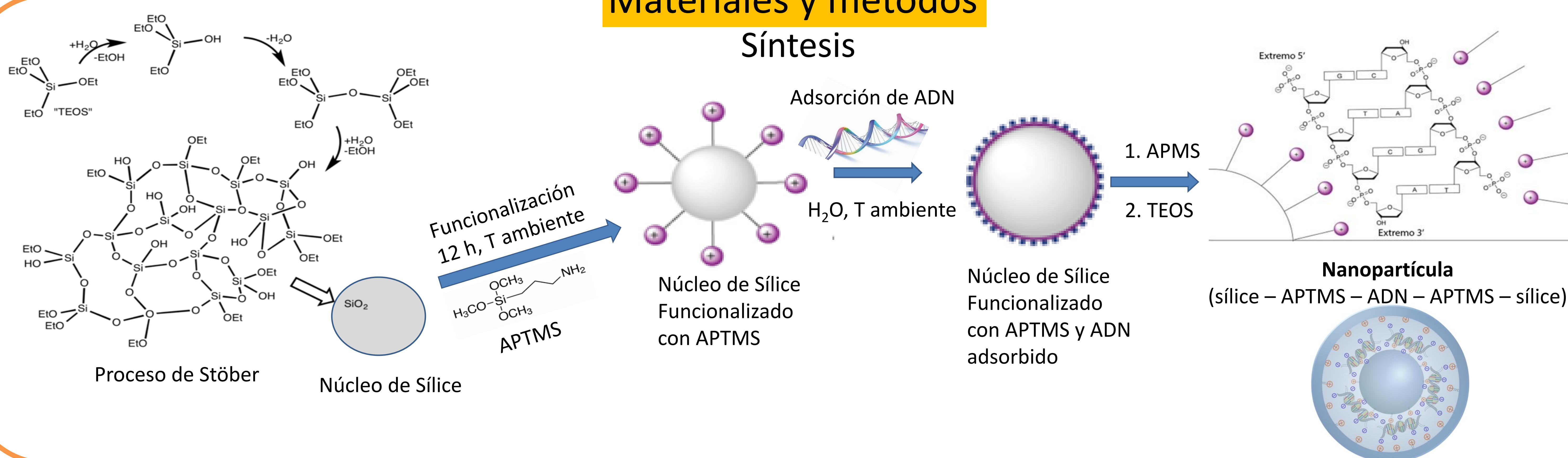
Los trazadores representan una importante herramienta en la exploración y evaluación de yacimientos de petróleo y gas. Específicamente, en reservorios convencionales permiten evaluar la eficiencia del programa de recuperación secundaria o terciaria mientras que en yacimientos no convencionales, son usados para determinar la efectividad de la estimulación hidráulica y la conectividad de las fracturas creadas. En las últimas décadas se han estudiado las ventajas sobre la aplicación de nanopartículas (NPs) en la explotación hidrocarbúfera. Los trazadores de ADN representan una excelente alternativa debido a que se pueden diseñar secuencias únicas pudiendo disponer de gran variedad dada la versatilidad intrínseca de esta molécula. Debido a que la estabilidad química del ADN es inferior a la de otros trazadores, es necesaria una protección artificial de la molécula para afrontar las condiciones desfavorables a las que podría estar expuesto en el ambiente.

Objetivo

En el presente trabajo se presenta la síntesis y caracterización de nanopartículas (NPs) de sílice como carriers de ADN para ser utilizados como trazadores en la actividad hidrocarbúfera.

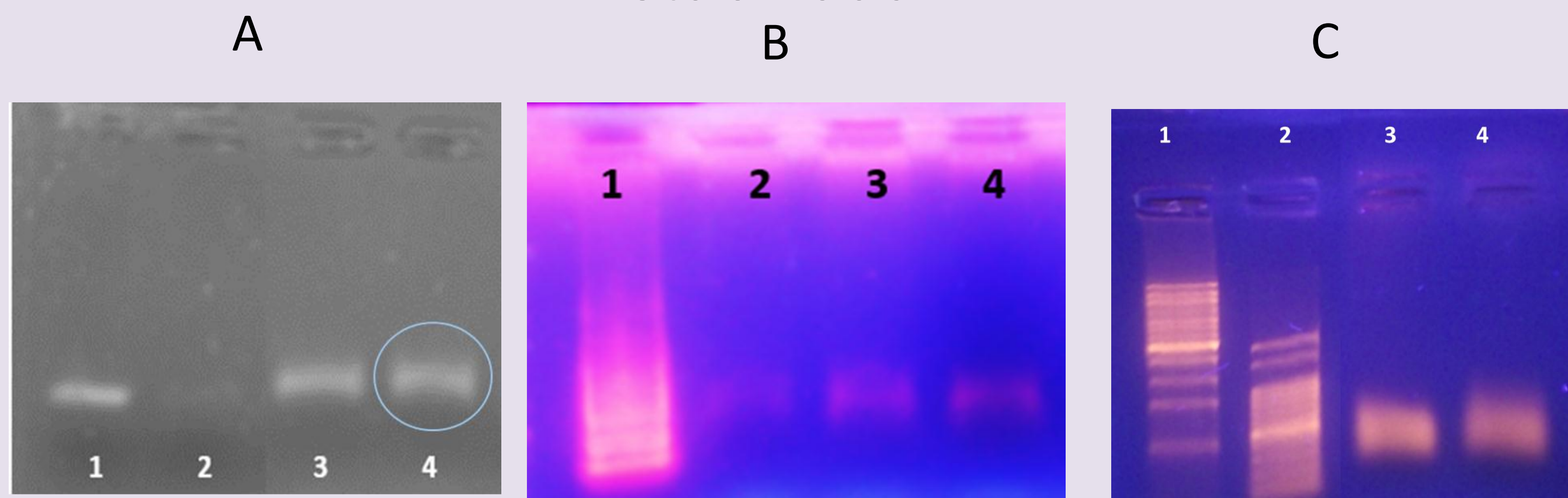
Materiales y métodos

Síntesis



Resultados y Conclusiones

Estabilidad



A. Tratamiento NPs con especies reactivas del oxígeno (ROS). Este ensayo se realizó para determinar la protección de la cubierta de sílice de las NPs frente a ROS. Las NPs fueron tratadas con una solución de ácido ascórbico/sulfato cúprico y agua oxigenada por 15 minutos. Calle 1: ADN desnudo sin tratamiento (ADN control), calle 2: ADN desnudo tratado con ROS, calle 3: ADN liberado de NPs sin tratamiento (NPs control), calle 4: ADN liberado de NPs tratadas con ROS. La calle 4 muestra que el ADN liberado de las NPs permanece intacto en comparación con el ADN desnudo tratado con ROS.

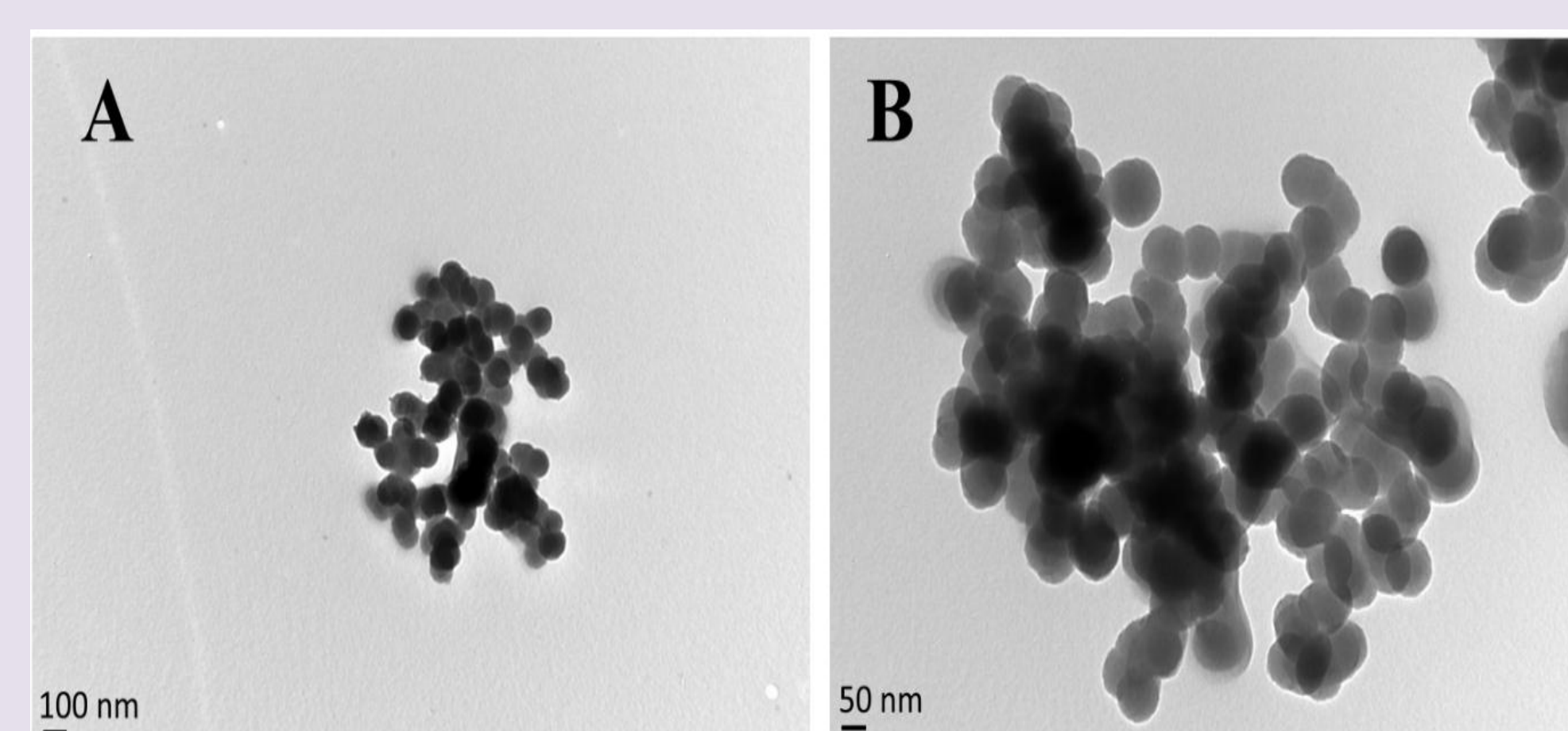
B. Incubación en fluidos de pozos. Las NPs fueron incubadas una semana en fluidos de fracturas para determinar la estabilidad en condiciones del pozo. Calle 1: Marcador de peso molecular 100 pb, calle 2: Nps incubadas en la fase oleosa del fluido de recuperación secundaria, calle 3: NPs incubadas en la fase acuosa del fluido de recuperación secundaria y calle 4: NPs incubadas en el fluido de fractura. En los tres casos se observa recuperación del material encapsulado indicando estabilidad en los fluidos.

C. Ensayo a temperatura. Las NPs fueron sometidas a un ciclo doble de 20 min a 121 °C y 1 atm de presión en autoclave. Las calles 1 y 2 muestran los marcadores de peso molecular de 400pb y 100 pb respectivamente. Calle 3: NPs control (no sometidas al tratamiento en autoclave) y calle 4: Nps sometidas a autoclave. Las bandas visualizadas en las calles 3 y 4 indican que el ADN se encuentra intacto.

*En todos los casos el ADN encapsulado fue liberado con una solución de NH₄FHF/NH₄F y visualizado por electroforesis en gel de agarosa al 2%.

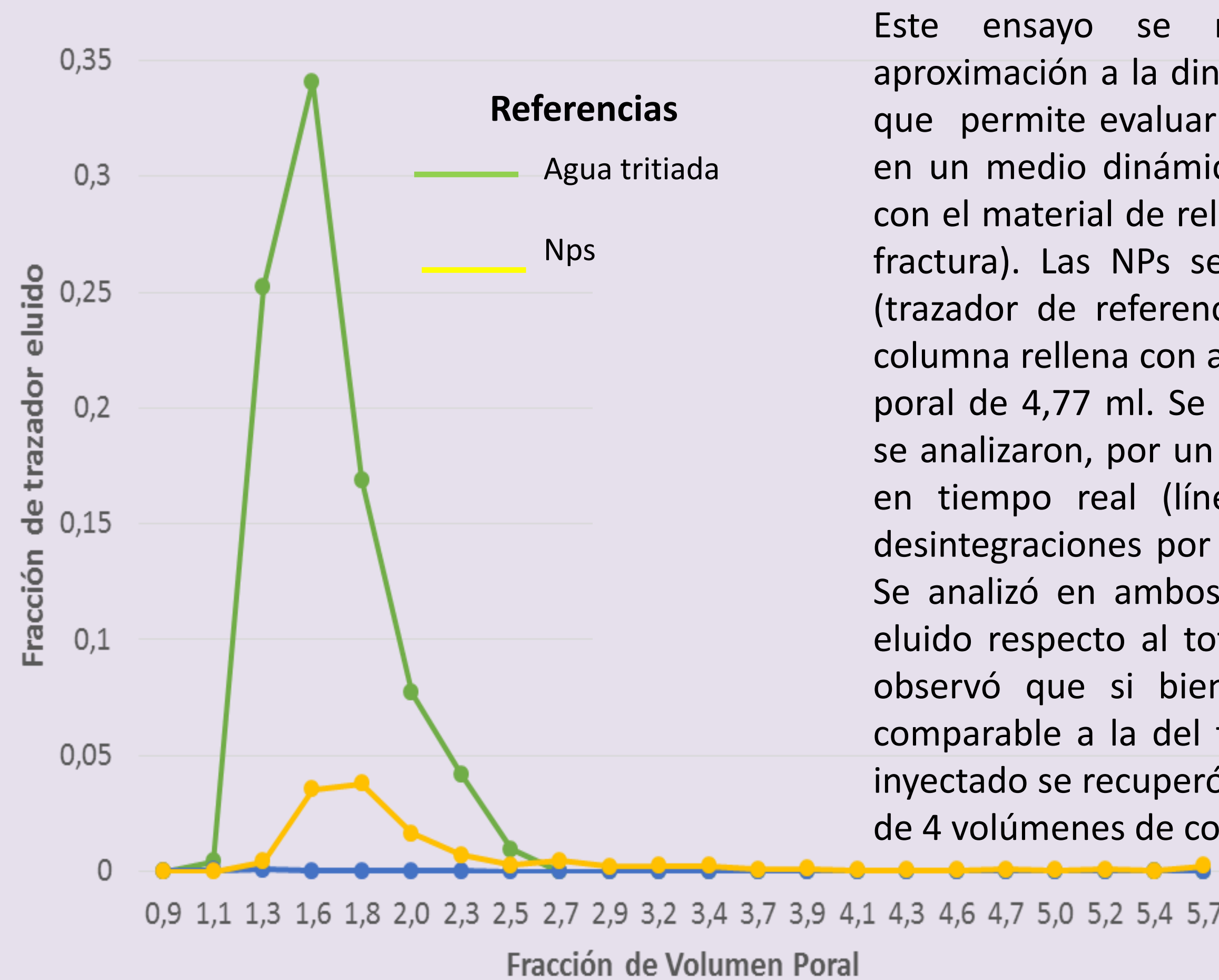
Caracterización

Microscopía Electrónica de Transmisión (TEM)



En la figura se observan NPs esféricas de aproximadamente 100 nm que forman aglomerados que superan los 400 nm. Prácticamente no se encontraron NPs individuales.

Ensayo en columna rellena con arena de fractura



Este ensayo se realizó como una primera aproximación a la dinámica de fluidos en el pozo, ya que permite evaluar el comportamiento de las NPs en un medio dinámico y sus posibles interacciones con el material de relleno de las columnas (arena de fractura). Las NPs se dispersaron en agua trititada (trazador de referencia) y se inyectó la mezcla en columna rellena con arena malla 10-40 y un volumen poral de 4,77 ml. Se tomaron muestras cada 1 ml y se analizaron, por un lado cantidad de ADN por PCR en tiempo real (línea amarilla) y por otro lado desintegraciones por minuto del tritio (línea verde). Se analizó en ambos casos la fracción de trazador eluido respecto al total del trazador inyectado y se observó que si bien la dinámica de las NPs es comparable a la del tritio, menos del 13% del ADN inyectado se recuperó a la salida de la columna luego de 4 volúmenes de columna.

Se lograron obtener NPs de sílice de un tamaño medio de 100 nm, con ADN eficientemente encapsulado y protegido. La estructura tipo Core-Shell propuesta permitió que el ADN sea estable a altas temperaturas, frente a especies reactivas de oxígeno y en los fluidos de fractura. Las NPs sintetizadas se ensayaron en columnas rellenas con arena de fractura y presentaron un comportamiento similar al trazador de referencia (H³). Sin embargo, según fue observado por microscopía electrónica TEM, las NPs se encuentran aglomeradas en grupos de tamaños superiores a los 1000 nm por lo que no lograrían atravesar los medios porosos del relleno de las columnas lo que explicaría el bajo porcentaje de elución obtenido (13%). Por su tamaño y comportamiento en medio acuoso, las nanopartículas sintetizadas podrían ser usadas como trazadores para evaluar las interconexiones entre pozos inyectores y productores de hidrocarburos. Estudios posteriores son necesarios para controlar el tamaño de las NPs y sus aglomeraciones a fin de optimizar los resultados.

Referencia Bibliográfica

1) Paunescu D., Puddu M., Soellner J., Stoessel P., Grass R., Nat Protoc, 2013, 8, 2440-2448.