

# Síntesis de nanotubos de carbono a partir de propionaldehído

P. Alderete-Sáenz\*, M. Román-Aguirre\*\*  
\*ITESM Campus Chihuahua, \*\*CIMAV.

## Introducción

La síntesis de nanotubos de carbono (NTC) se ha realizado por distintos métodos y con la utilización de diferentes precursores, incluyendo el uso de precursores oxigenados como los alcoholes. Sin embargo, hasta el momento no se ha reportado la síntesis de NTC a partir de aldehídos, por lo que en el presente trabajo se desea sintetizar NTC mediante el uso de propionaldehído como precursor.

## Objetivo

Sintetizar y caracterizar nanotubos de **carbono** mediante el uso de **propionaldehído** como precursor y **ferroceno** como catalizador.

## Estrategia metodológica

La síntesis de NTC se realizó por el método de CVD pirólisis tal y como se muestra en la figura 1.

Se realizaron 6 experimentos utilizando un tubo de cuarzo como sustrato, argón como gas de arrastre, propionaldehído como precursor y ferroceno como catalizador.

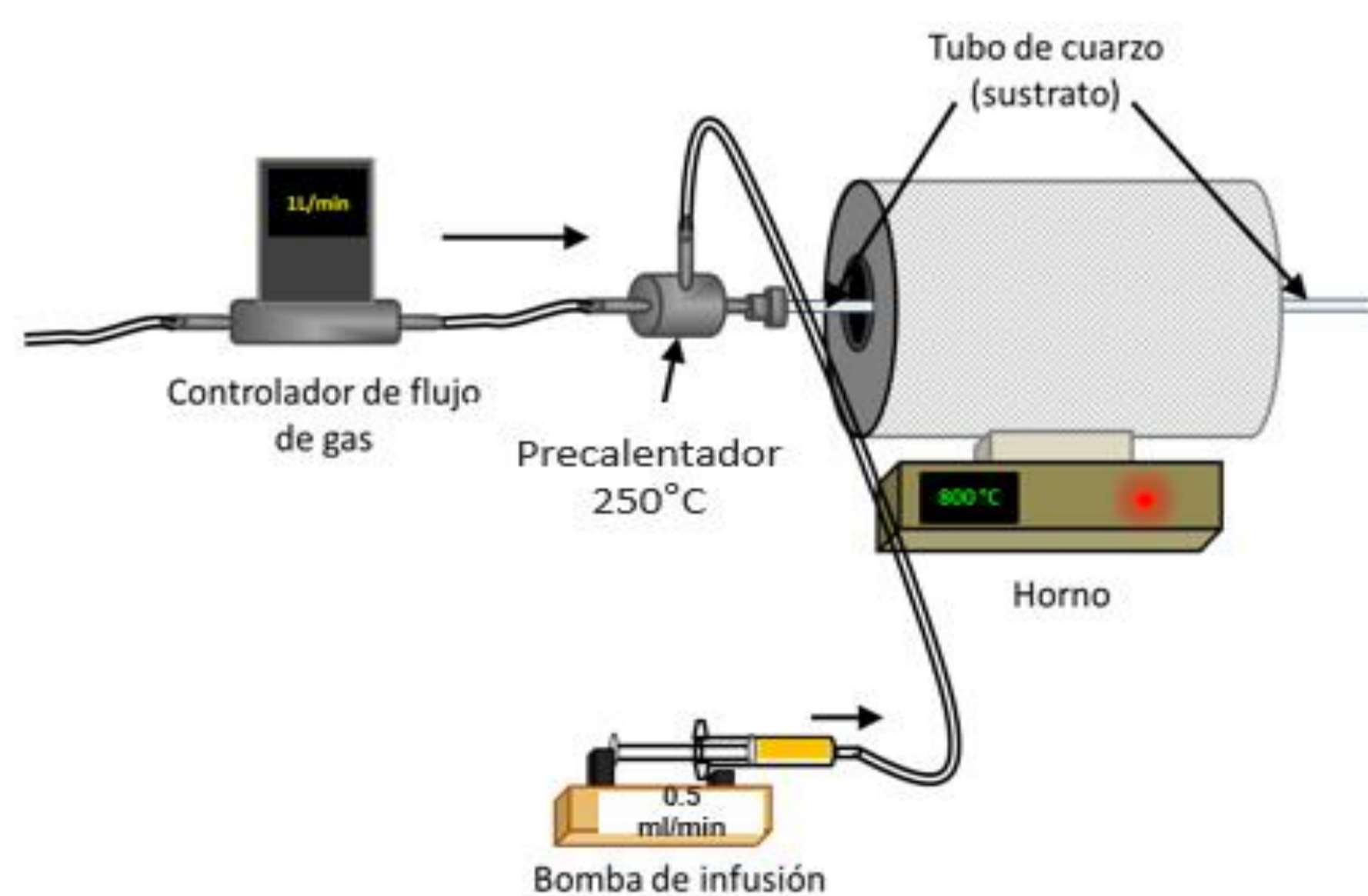


Figura 1. Diagrama del sistema utilizado para la síntesis de nanotubos de carbono. (Cimav, 2017).

En cada experimento realizado hubo una variación en la temperatura y/o en la velocidad de flujo de la solución inyectada, las condiciones de cada experimento pueden verse en la Tabla 1.

## Agradecimientos

Los autores agradecen la importante colaboración del Ing. Wilber Atunéz y el M.C. Carlos Ornelas en la caracterización microscópica de los NTC, así como al laboratorio nacional de nanotecnología NANOTECH.

## Referencias

- Cunha, T. et al. (2018). High-yield synthesis of bundles of double- and triple-walled carbon nanotubes on aluminum flakes. Recuperado de: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/8651C9F46482BF24F784C78900907CEFBF146B2D06AF2B1DA03168023C0411A67A8DA76FB948C6FFEC8AEF416C669BB7>
- Fu, Xu et al. (2014). Investigation of low and mild temperature for synthesis of high quality carbon nanotubes by chemical vapor deposition. Elsevier. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0008622314009634>
- Hamid, A. et al. (2017). Challenges on synthesis of carbon nanotubes from environmentally friendly green oil using pyrolysis technique. Recuperado de: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/0D16A0525BDED91F039469C995DB81E3CBC30C79109BC8FC8DBBACABBA05DBE34A5DF14499C1F27CD8CE14303880DD6F>
- Muhammed, G. et al. (2015). Synthesis of Carbon Nanotubes Using Aliphatic Alcohols as a Carbon Source. Chemical Sciences Journal. Recuperado de: <https://www.omicsonline.org/open-access/synthesis-of-carbon-nanotubes-using-aliphatic-alcohols-as-a-carbon-source-2150-3494-1000e110.pdf>
- Yang, W. et al. (2015). Bamboo-like Carbon Nanotube/Fe<sub>3</sub>C Nanoparticle Hybrids and Their Highly Efficient Catalysis for Oxygen Reduction. Journal of the American Chemical Society. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25607754>

Tabla 1. Tabla de las condiciones de cada experimento.

Experimento	Temperatura de recalentado	Flujo de argón	Temperatura del horno	Flujo de la solución inyectada	Concentración de ferroceno g/ml de propionaldehído
S1	250°C	1 L/min	600°C	0.5 ml/min	0.005 g/ml
S2	250°C	1 L/min	700°C	0.5 ml/min	0.005 g/ml
S3	250°C	1 L/min	800°C	0.5 ml/min	0.005 g/ml
S4	250°C	1 L/min	700°C	1 ml/min	0.005 g/ml
S5	250°C	1 L/min	800°C	1 ml/min	0.005 g/ml
S6	250°C	1 L/min	700°C	1 ml/min	0.005 g/ml

## Resultados

El análisis de los NTC en el SEM mostró que al aumentar la velocidad del flujo de la solución inyectada no se mejora la síntesis de los NTC, esto es observable al comparar las figuras 2 y 3. Así mismo, en la figura 2 se puede observar que a 600°C se obtiene muy poca cantidad de NTC a comparación con la síntesis realizadas a 700 y 800°C, además de que los NTC más limpios fueron sintetizados a 700°C y un flujo de inyección de 0.5 ml/min, mismos que fueron analizados en el TEM y se observó que son de múltiples capas (de 30 a 60) y tienen forma de bambú, como puede observarse en la figura 4.

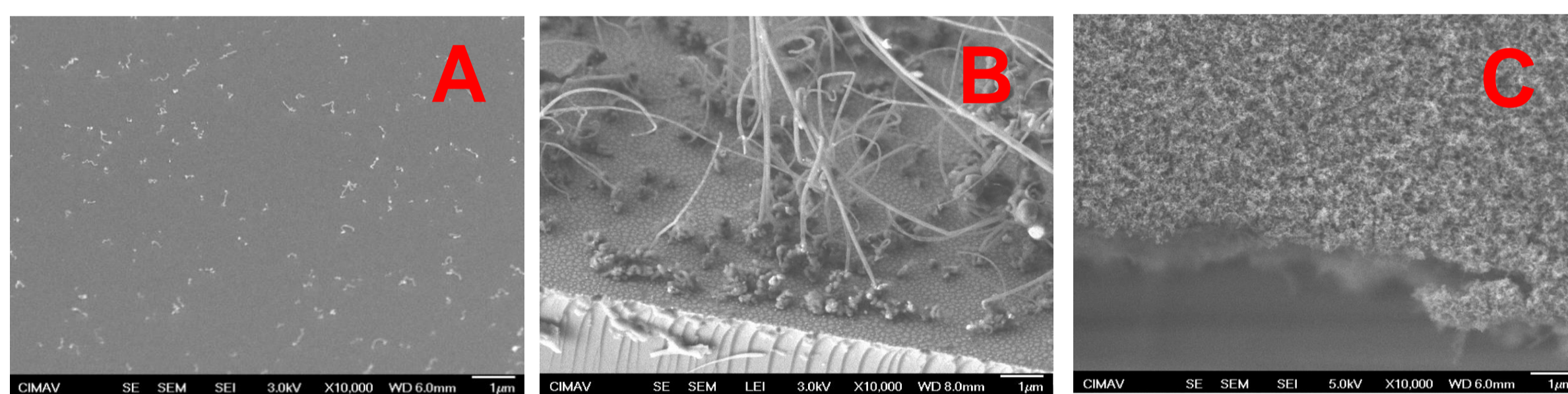


Figura 2. Comparación de NTC vistas en el SEM sintetizadas con un flujo de inyección de 0.5 ml/min A) 600°C, B) 700°C y C) 800°C (Cimav, 2018).

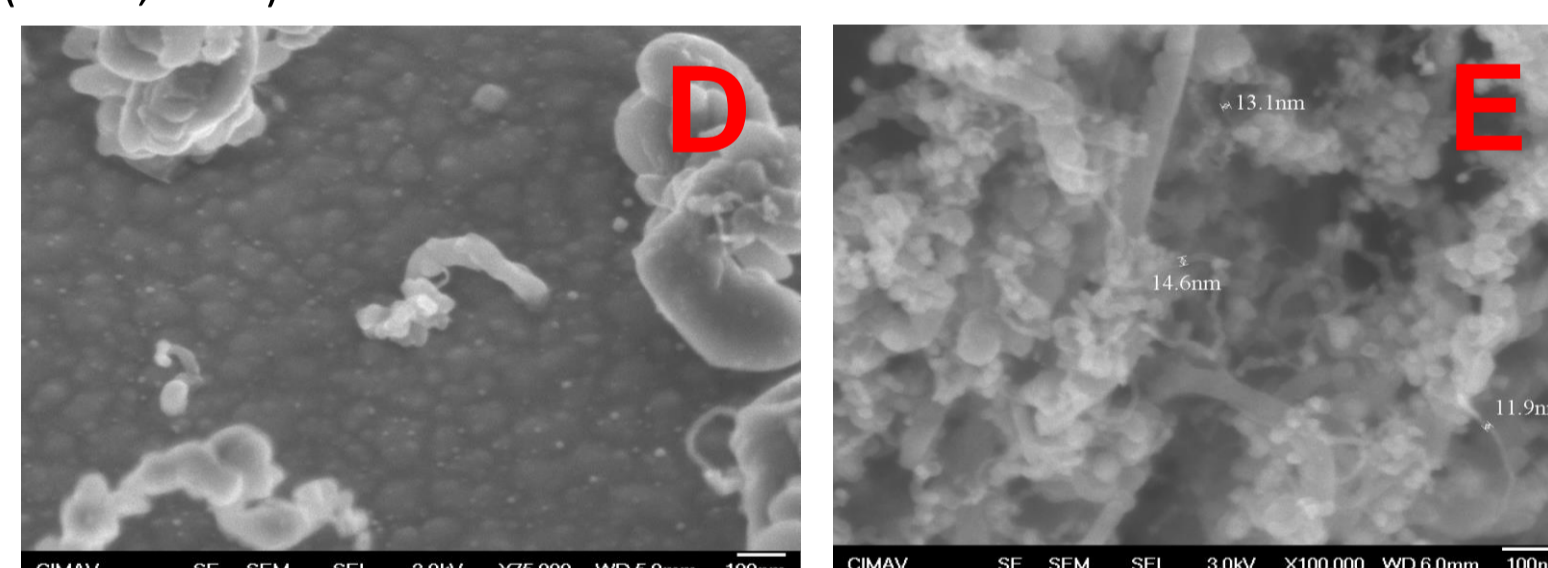


Figura 3. Comparación de NTC vistas en el SEM sintetizadas con un flujo de inyección de 1 ml/min D) 700°C y E) 800°C (Cimav, 2018).

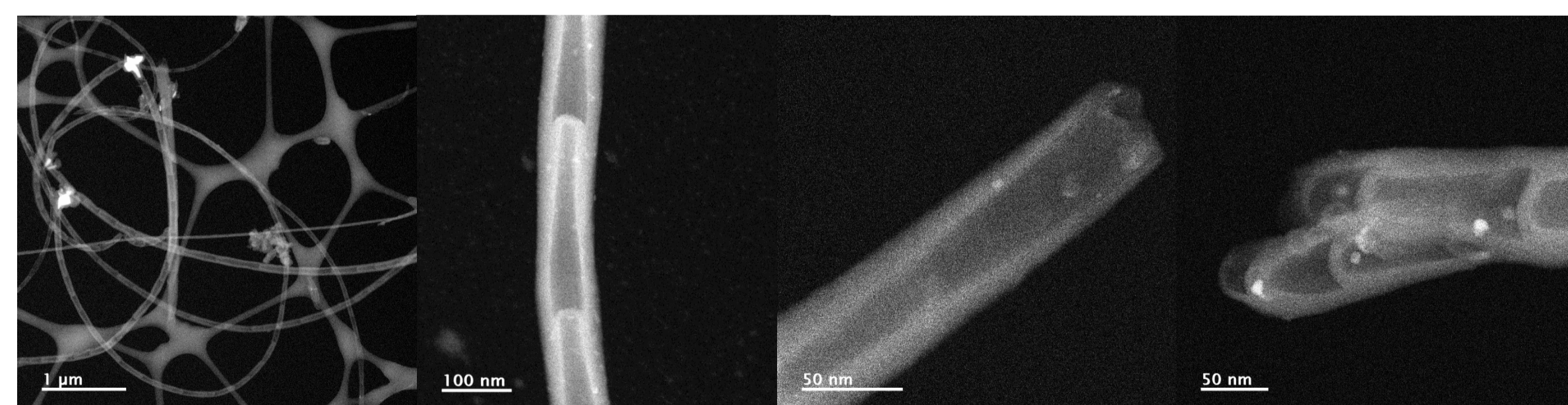


Figura 4. Análisis en el microscopio electrónico de transmisión (TEM) de los nanotubos de carbono sintetizados a 700°C y con un flujo de inyección de 0.5 ml/min (Cimav, 2018).

## Conclusión

Conforme a los resultados obtenidos se puede concluir que es posible sintetizar NTC a partir de propionaldehído, y que las mejores condiciones para su síntesis fue a una temperatura de 700°C y un flujo de 0.5 ml/min.