

# NEBULIZADOR DE ALTA EFICIENCIA PARA LA INTRODUCCIÓN DE MUESTRAS

**P** PATENTED TECHNOLOGY

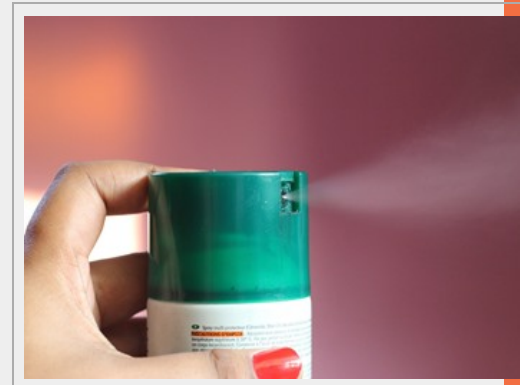
**LEX** EXCLUSIVE LICENSED

## CONTACT DETAILS:

Relaciones con la Empresa  
Oficina de Transferencia de Resultados de la Investigación-OTRI  
Universidad de Alicante  
Tel.: +34 96 590 99 59  
Email: [areaempresas@ua.es](mailto:areaempresas@ua.es)  
<http://innoua.ua.es>

## ABSTRACT

Un nuevo nebulizador de alta eficiencia ha sido desarrollado en colaboración entre dos universidades españolas y una empresa de base tecnológica. El dispositivo se denomina Flow Blurring Nebulizer (FBN), y es un nebulizador para Plasma Acoplado por Inducción (ICP) que incorpora las últimas tecnologías y materiales. Debido a las microgotas que genera, el FBN ha demostrado ser el mejor nebulizador que existe para la introducción de muestras en las aplicaciones de ICP. Los investigadores están interesados en vender el nuevo nebulizador a compañías o potenciales clientes.



## TECHNICAL DESCRIPTION

Caracterización fundamental:

- Tecnología de atomización de alta eficiencia: el Flow Blurring Nebulizer incorpora la tecnología de atomización neumática más eficiente, lo que permite generar aerosoles extremadamente finos con la mayoría de gotas por debajo de las 10 micras (Figura 1). Esto permite alcanzar elevadas eficiencias de transporte (alrededor del 30%), introduciendo seis veces más muestra en el plasma que los nebulizadores comunes. Además, el aerosol terciario generado contiene prácticamente todas las gotas inferiores a 10 micras (Figura 1), lo que mejora el proceso en el plasma.

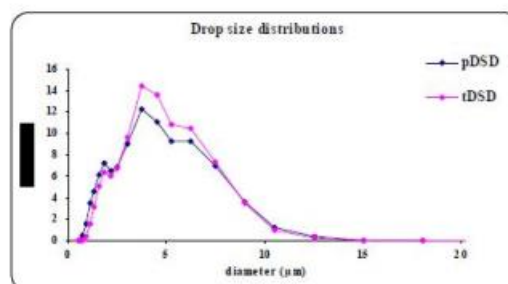
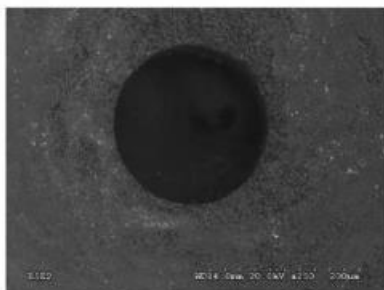


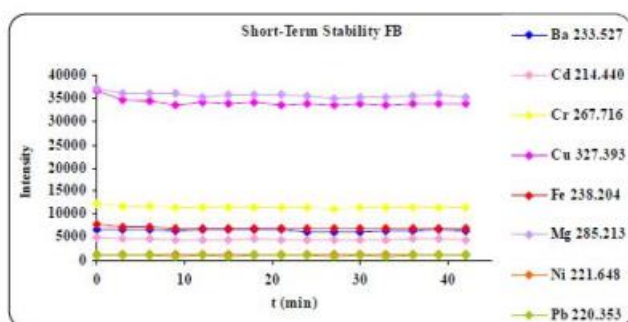
Figura 1. Distribución del tamaño de gotas del aerosol primario y terciario generadas con el FBN probado.  $Q_0 = 0.7$  L/min;  $Q_1 = 0.2$  mL/min. Sympatec HELOS-System.

- Intervalo de caudal de amplio rango: la tecnología incorporada permite alcanzar regímenes estables de funcionamiento desde 0.005 mL/min hasta 3 mL/min. Por eso, además del destacado rendimiento respecto a los caudales convencionales, el FBN permitirá al usuario mantener unos niveles de sensibilidad elevados cuando trabaje con caudales relativamente bajos, hecho que actualmente sólo es posible conseguir parcialmente con micronebulizadores limitados y muy específicos.

- Rendimiento excelente en disoluciones con alto contenido salino: el Flow Blurring Nebulizer exhibe un comportamiento destacado en un amplio rango de condiciones extremas. Muestras con concentraciones salinas superiores al 10% de NaCl pueden ser nebulizadas fácilmente por el FBN sin deposiciones sólidas ni obturaciones (Figura 2). Este excelente comportamiento con concentraciones salinas elevadas se refleja en una muy buena estabilidad a corto plazo (Figura 3).



**Figura 2.** Agujero de salida del FBN (vista interior). Diámetro del agujero: 200  $\mu\text{m}$ ; 3% NaCl; tiempo del experimento: 2 horas;  $Q_g = 0.7 \text{ L/min}$ ;  $Q_l = 0.20 \text{ mL/min}$ .



**Figura 3.** Estabilidad a corto plazo obtenida para el FBN usando una disolución acuosa que contiene 0.5 M  $\text{HNO}_3$  y 1 mg/L de cada uno de los elementos estudiados en 2% de NaCl. ICP-OES Optima 4300DV, Perkin Elmer.

- Otras características:

**Compatibilidad química:** el tubo capilar y la base del FBN están hechos de un polímero inerte, y su personificación de PTFE con grafito. Esos materiales sumamente inertes, hacen que el nebulizador sea prácticamente resistente a todo tipo de muestras, incluidas aquéllas que han sido digeridas con HF.

**Robusto:** el FBN es un dispositivo robusto, debido a su cuerpo plástico y al cuidadoso diseño de la forma de su punta.

**Compatibilidad adecuada:** la entrada para la muestra y el gas en el FBN es compatible con las tuberías convencionales, lo que permite una fácil reposición si es necesaria. Además, se trata de un recambio directo de los nebulizadores habituales de 6 mm de diámetro.

**Seguridad:** no se necesita una elevada presión para trabajar correctamente.

## TECHNOLOGY ADVANTAGES AND INNOVATIVE ASPECTS

### PRINCIPALES VENTAJAS

1. Elevada eficiencia de atomización (la mayoría de las gotas generadas son inferiores a 10 micras).
2. Elevada eficiencia de transporte (alrededor del 30%), permitiendo introducir hasta seis veces más cantidad de muestra respecto a los nebulizadores habituales.
3. La tecnología desarrollada permite al usuario alcanzar regímenes estables de caudal comprendidos entre 0.005 mL/min hasta 3 mL/min.
4. Elevada sensibilidad incluso trabajando con caudales bajos. Los niveles de sensibilidad son tres veces superiores que en los nebulizadores comerciales.

5. Excelente rendimiento en disoluciones con alto contenido salino.
6. Compatibilidad química con muestras, incluso con muestras con HF, etc.
7. El dispositivo es robusto y no necesita elevadas presiones para trabajar.
8. Compatibilidad adecuada del nebulizador.
9. Mejor comportamiento que otros nebulizadores comerciales.

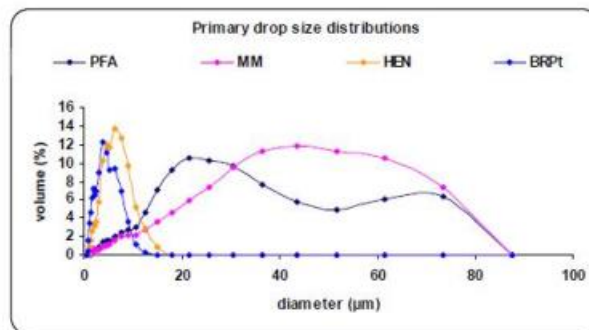
#### ASPECTOS INNOVADORES

En los últimos años, se ha establecido en diferentes artículos publicados en revistas científicas de reconocido prestigio, la superioridad de los prototipos hechos por las empresas sobre los actuales nebulizadores. Sin embargo, nuestro grupo de investigación fue más allá, incorporando soluciones y mejoras de ingeniería que finalmente han culminado en el diseño del Flow Blurring Nebulizer (FBN), el mejor nebulizador construido para la introducción en ICP (base de la instrumentación analítica espectroscópica).

El FBN ha superado con éxito a todos los nebulizadores comerciales con los que se ha comparado. Además, el FBN mejora los resultados obtenidos por los micronebulizadores en sus rangos óptimos de trabajo.

Como se muestra en la figura 4, mientras otros micronebulizadores evaluados generan una gran proporción de gotas grandes (mayores a 20 micras), la mayoría de las gotas generadas por el FBN están por debajo de las 10 micras, debido a su elevada eficiencia energética. Por lo tanto, bajo idénticas condiciones de trabajo, el FBN genera un aerosol mucho más fino y monodisperso, lo que implica introducir en el plasma una cantidad mayor de muestra, así como aumentar considerablemente la sensibilidad y el límite de detección del análisis.

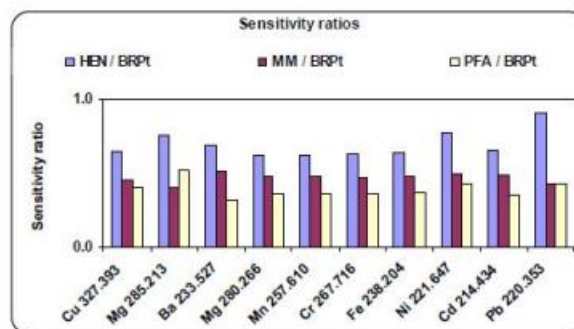
- Distribución del tamaño de gota.



**Figura 4.** Comparación entre las distribuciones del tamaño de gota primaria obtenido con diferentes nebulizadores. ◆ PFA; ◆ MM; ◆ HEN; ◆ BRPt.  $Q_g = 0.7$  L/min;  $Q_l = 0.2$  mL/min. Sympatec HELOS-System.

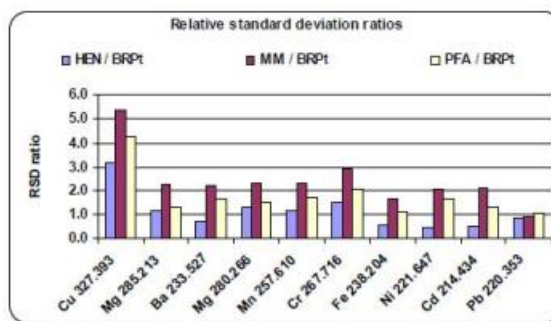
- Estadísticas de sensibilidad.

El FBN ha sido probado y comparado, bajo condiciones similares, con otros micronebulizadores habituales, y ha alcanzado niveles de sensibilidad tres veces superiores (Figura 5).



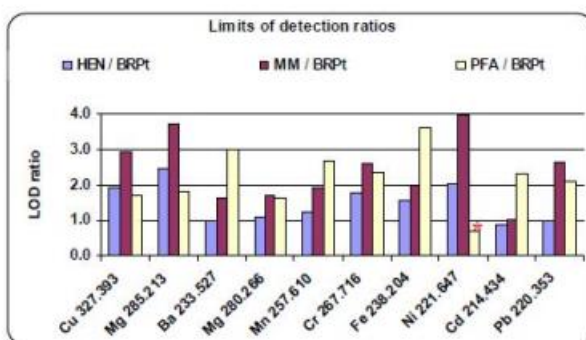
**Figura 5.** Relaciones de sensibilidad. ( $Q_g = 0.7$  L/min,  $Q_l = 0.2$  mL/min). ICP-OES Optima 4300DV, Perkin Elmer.

Los valores de desviación estándar relativa obtenidos con el FBN también son mejores (Figura 6).



**Figura 6.** Relaciones para la desviación estándar relativa. ( $Q_g = 0.7$  L/min,  $Q_l = 0.2$  mL/min). ICP-OES Optima 4300DV, Perkin Elmer.

Ambas mejoras mostradas por el FBN quedan finalmente reflejadas en una interesante mejora de los valores del límite de detección (LOD) (Figura 7).



**Figura 7.** Relaciones del límite de detección. ( $Q_g = 0.7$  L/min,  $Q_l = 0.2$  mL/min). ICP-OES Optima 4300DV, Perkin Elmer. \* Valor dividido entre 10.

Los principales aspectos innovadores incluyen: elevada eficiencia de atomización (la mayoría de las gotas son inferiores a 10 micras), la tecnología permite al usuario alcanzar regímenes estables de caudal comprendidos entre 0.005 mL/min y 3 mL/min, elevada eficiencia de transporte, elevada sensibilidad, buen rendimiento con disoluciones que tienen un alto contenido salino, y no requiere elevadas presiones para trabajar.

El FBN pronto se convertirá en una herramienta indispensable para todos los laboratorios de Espectroscopía analítica que se dediquen a análisis inorgánico elemental.

#### CURRENT STATE OF DEVELOPMENT

Desarrollado a escala de laboratorio.

En producción.

#### MARKET APPLICATIONS

Este sistema puede ser usado por cualquier laboratorio que se dedique a análisis inorgánico elemental utilizando instrumentación de plasma (ICP-AES o ICP-MS). Puede ser útil en áreas tales como: medioambiente (bebidas, agua terrestre, agua de mar, suelos, lodos, residuos sólidos, especiación elemental), análisis de alimentos (QA/QC), semiconductores (procesos químicos, contaminantes en obleas de Silicio, fotorresistencias y desmoldeantes), sector clínico (sangre, pelo, suero, orina, tejidos), ciencia forense (residuos de disparos, caracterización de materiales, puntos de partida, toxicología), área geológica (tierra, rocas, sedimentos, estudios de las relaciones isotópicas, muestreo láser), ciencia nuclear (producción de combustibles, medidas de radioisótopos, enfriamiento primario del agua), y la industria química en general (I+D, QA/QC).

#### COLLABORATION SOUGHT

Se busca cooperación para vender los nuevos nebulizadores a las empresas interesadas o a clientes finales. También se buscan otras colaboraciones referidas a la exploración de nuevas aplicaciones y estudios específicos donde usar el nuevo nebulizador.

## INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS

El nebulizador ha sido desarrollado entre dos universidades públicas españolas y una empresa de base tecnológica. Tanto la tecnología como el diseño del nebulizador están protegidos por varias patentes. La empresa posee los derechos de dichas patentes, así como la licencia mundial para comercializar el nuevo nebulizador.

## RESEARCH GROUP PROFILE

Esta tecnología ha sido desarrollada en colaboración entre investigadores del Departamento de Química Analítica, Nutrición y Bromatología de la Universidad de Alicante, el Departamento de Ingeniería Aeroespacial y Mecánica de Fluidos de la Universidad de Sevilla, y una Empresa de Base Tecnológica.

Algunas publicaciones en el campo de esta oferta son:

1. A.M. Gañan-Calvo and J. Rosell, "Method for producing and aerosol", patent number: WO 00/76673 A1, 2000.
2. B. Almagro; A.M. Gañan-Calvo and A. Canals, "Preliminary characterization and fundamental properties of aerosols generated by a flow focusing pneumatic nebulizer", J. Anal. At. Spectrom., 19, 1340-1346 (2004).
3. A.M. Gañan-Calvo; B. Almagro Fernández and A. Canals Hernández, "Procedimiento y dispositivo para la producción de aerosoles líquidos y su uso en espectrometría analítica (atómica y de masas)", patent no. P200402303, 2004. International patent number: WO 2006/037819 A1 (date: 12/09/2005).
4. B. Almagro; A.M. Gañán-Calvo; M. Hidalgo and A. Canals, "Flow focusing pneumatic nebulizer in comparison with several micronebulizers in inductively coupled plasma atomic emission spectrometry", J. Anal. At. Spectrom., 21, 770-777(2006).
5. B. Almagro; A.M. Gañán-Calvo; M. Hidalgo and A. Canals, "Behaviour of a flow focusing pneumatic nebulizer with high total dissolved solids solution on radially-and axially-viewed inductively coupled plasma atomic emission spectrometry", J. Anal. At. Spectrom., 21, 1072-1075(2006).

## MARKET APPLICATION (4)

Agroalimentación y Pesca  
Contaminación e Impacto Ambiental  
Farmacéutica, Cosmética y Oftalmológica  
Tecnología Química