

Análisis de hidrocarburos aromáticos policíclicos en alimentos

Mediante GC/MS/MS de triple cuadrupolo con helio o hidrógeno
como gases portadores

Guía de pedidos para el flujo de trabajo con consumibles



Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH) tienden a bioacumularse en los alimentos grasos, como el pescado, la carne, el aceite y la leche, y son sumamente tóxicos incluso a bajas concentraciones¹. La Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) de EE. UU. exige el análisis de PAH a niveles de unas pocas partes por billón en el marisco². Por su parte, la Unión Europea ha regulado una serie de PAH presentes en matrices alimentarias y establecido parámetros específicos para los alimentos elaborados a partir de cereales y los alimentos infantiles para lactantes y niños de corta edad³.

Aislamiento de analitos a partir de matrices alimentarias

Uno de los desafíos del análisis de PAH en matrices alimentarias grasas es la extracción de los analitos a partir de la ingente cantidad de lípidos que se encuentra en la matriz del alimento. La limpieza mediante productos de extracción mejorada de lípidos de la matriz (EMR-Lipid) Agilent Captiva es el método más sencillo de implantar y más eficiente para la eliminación de la matriz de la muestra. Su interacción selectiva con las cadenas de hidrocarburos no ramificadas de los lípidos hace que sea ideal para el análisis multiresidual de distintas clases de sustancias en matrices alimentarias grasas^{4,6}.

La GC/MS proporciona una alta selectividad y sensibilidad para el análisis de trazas de PAH en matrices complejas. A pesar de que, en general, se considera que el helio es el gas portador idóneo para los análisis mediante GC/MS, su escasez recurrente ha impulsado el uso del hidrógeno como gas portador sustitutivo. El hidrógeno es un gas reactivo y puede provocar reacciones químicas en el inyector, en la columna y, en ocasiones, en la fuente de ionización por impacto electrónico (EI) del sistema de MS, lo que puede alterar los resultados de los análisis. La fuente Agilent HydroInert es una fuente extractora para GC/MSD con un nuevo diseño que resuelve estos problemas y mejora el rendimiento del H₂ como gas portador en los sistemas de GC/MS. Se utilizó un método con H₂ como gas portador, usando los sistemas de GC Agilent 8890 y de GC/MSD Agilent 5977, para determinar PAH a concentraciones bajas en leche artificial para lactantes conforme a la normativa de la UE para el análisis de PAH en alimentos⁴.

Factores que hay que tener en cuenta cuando se utilice hidrógeno en lugar de helio como gas portador

Los PAH son compuestos relativamente resistentes y, por lo tanto, se pueden analizar con hidrógeno como gas portador siempre que se utilice el método optimizado y se sigan las recomendaciones descritas en estas notas de aplicación para evitar la formación de colas en los picos⁷⁻⁹.







Tabla 1. Factores importantes que hay que tener en cuenta cuando se utilice hidrógeno como gas portador.

Factor	Descripción
Gas hidrógeno	Como gas portador, se recomienda usar hidrógeno procedente de instalaciones propias, con una especificación de pureza del 99,9999 % y bajas especificaciones individuales de agua y oxígeno. Es esencial utilizar una fuente fiable de gas hidrógeno limpio. Para el uso a largo plazo, se recomienda utilizar generadores que consigan una especificación superior al 99,9999 % y bajas especificaciones individuales de agua y oxígeno. Asimismo, se recomienda utilizar filtros de humedad para los generadores de hidrógeno. Para el uso a corto plazo, resultan aceptables los cilindros de hidrógeno de calidad cromatográfica o para investigación.
Inyección splitless pulsada	Se utiliza para maximizar la transferencia de los PAH, especialmente de los pesados, del inyector de GC a la columna.
Liner de inyector	Se ha demostrado que el liner de inyector universal Ultra Inert con frita intermedia de Agilent ofrece una forma de los picos, un carácter inerte y una vida útil adecuados. La frita transfiere calor a los PAH y bloquea la línea de paso hacia la base del inyector. Si los PAH se condensan en la base del inyector, resultará difícil evaporarlos e introducirlos en la columna.
Dimensiones de la columna	Se recomienda utilizar dos columnas Agilent J&W DB-EUPAH (20 m × 0,18 mm de d.i., 0,14 µm) para mantener un flujo de gas y una presión de entrada óptimos en la configuración de retroflujo.
Módulo PSD 8890 y retroflujo en mitad de la columna	El módulo neumático del sistema de GC Agilent 8890 es un dispositivo de conmutación neumática (PSD) optimizado para aplicaciones con retroflujo que consigue inyecciones pulsadas impecables. La unión Ultimate purgada (PUU) de Agilent aporta la capacidad de invertir el flujo. La PUU es una unión en "T" que se inserta, en este caso, entre dos columnas idénticas de 20 m. Durante el análisis, se requiere un pequeño flujo auxiliar de gas portador procedente del módulo PSD 8890 para limpiar la conexión. Durante el funcionamiento con retroflujo, el flujo auxiliar procedente del PSD se debe incrementar hasta un valor mucho mayor, a fin de extraer los contaminantes de alto punto de ebullición mediante un movimiento de retroceso en la primera columna y de avance en la segunda columna.
Fuente de EI HydroInert	La fuente Agilent HydroInert se emplea en sustitución de la fuente extractora cuando se utiliza hidrógeno como gas portador. Está fabricada con materiales que reducen sensiblemente las reacciones no deseadas en la fuente para mantener la fidelidad espectral cuando se utiliza con hidrógeno. Como es bien sabido, los PAH generan problemas específicos en la fuente de EI del sistema de MS, incluso con helio como gas portador ¹⁰ . El uso de hidrógeno como gas portador mejora el comportamiento de los PAH, sobre todo con la fuente HydroInert. La lente de extracción de 9 mm que se incluye de forma predeterminada con la fuente HydroInert es la opción idónea para el análisis de PAH ^{11,12} , ya que consigue unos resultados óptimos en cuanto a la linealidad de la calibración, la precisión de la respuesta y la forma de los picos.
Gas de colisión	Cuando se use hidrógeno como gas portador, únicamente debe utilizarse nitrógeno como gas de colisión en los sistemas de GC/TQ. El conector del inyector de helio de la celda de colisión debe estar tapado. El flujo óptimo de gas nitrógeno es de 1,5 ml/min. Este flujo también ha demostrado ser óptimo en estudios anteriores sobre PAH con hidrógeno como gas portador ⁹ .
MS/MS	La selectividad añadida del modo MRM en GC/TQ simplifica la revisión de los datos de muestras con matrices complejas en comparación con la GC/MS, ya que reduce o elimina las interferencias de la matriz. Las interferencias suelen requerir la integración manual de los iones de cuantificación o cualificación.

Separación de isómeros de PAH

Uno de los desafíos del análisis de PAH es la separación cromatográfica de sus isómeros, ya que presentan la misma estructura química. Los espectrómetros de masas no pueden distinguir con facilidad estos isómeros porque su peso molecular es idéntico. Tanto el patrón EUPAH4 como el patrón EUPAH (15+1), más amplio, incluyen pares críticos que coeluyen y son difíciles de separar mediante los espectrómetros de masas utilizados para los sistemas de GC. La selección de la columna correcta para GC depende del objetivo del análisis de PAH. En la tabla 2 se muestra el grado con el que las columnas recomendadas pueden resolver los PAH de alimentos regulados críticos y las impurezas frecuentes.

Tabla 2. PAH regulados críticos: SCF (PAH15+1), JECFA (PAH13), CONTAM (PAH8).

Lista de analitos	DB-EUPAH ^{*,13-15}	Select PAH ^{*,16-17}	DB-5ms UI ^{*,16}
Benz[a]antraceno	x	x	x
Ciclopenta[c,d]pireno	x	x	x
Trifenileno (impureza)		x	
Criseño	Coeluyentes	x	Coeluyentes
Benzo[b]fluoranteno	x	x	
Benzo[j]fluoranteno	x	x	Coeluyentes
Benzo[k]fluoranteno	x	x	x
Benzo[a]pireno	x	x	x
Indeno[1,2,3-c,d]pireno	x	x	x
Dibenzo[a,h]antraceno	x	x	x
Benzo[g,h,i]perileno	x	x	x
Dibenzo[a,e]pireno	x	x	x
Coroneno (impureza)	x	x	x
Dibenzo[a,h]pireno	x	x	x
Dibenzo[a,i]pireno	x	x	x
Dibenzo[a,l]pireno	x	x	x
5-Metilcriseño	x	x	x
Benzo(c)fluoreno	x	x	x
Tiempo de análisis total	<28 min¹⁶	<45 min¹⁷	<22 min¹⁶
Temperatura máxima de funcionamiento	De 320 a 340 °C	De 325 a 350 °C	De 325 a 350 °C
Ventajas para los laboratorios	Máxima especificidad de PAH 	Máxima especificidad de PAH 	Versatilidad 
	Precio económico 	Productividad 	Productividad 
Criterios de selección	<ul style="list-style-type: none"> – La mejor opción si la separación del trifenileno y el criseño no es un aspecto crítico 	<ul style="list-style-type: none"> – Cuantificación precisa de los 16 PAH de la EPA – Su exclusiva selectividad permite separar todos los isómeros – La única columna que separa criseño y trifenileno, si están presentes 	<ul style="list-style-type: none"> – Opción económica – Excelente para la mayoría de los métodos EPA, en los que hay que notificar menos isómeros de PAH

*x = separación completa en línea de base.

Discriminación por peso molecular

La discriminación por peso molecular es otro desafío que puede producirse si:

- a. Se configura un valor demasiado bajo para la temperatura del puerto de inyección (<300 °C) y hay una vaporización incompleta de la muestra en el inyector.
- b. El tiempo de permanencia de la inyección splitless no se optimiza para conseguir una transferencia eficaz de toda la muestra a la cabeza de la columna analítica.
- c. Se elige un liner de inyector incorrecto. Cromatográficamente, esto se observará como una menor respuesta de los PAH de mayor peso molecular.

Recomendaciones para evitar la discriminación por peso molecular y otras buenas prácticas para optimizar el análisis de PAH mediante GC/MS o GC/MS/MS^{10,18}:

- Volumen de inyección: de 1 a 2 µl.
- Temperatura del inyector, la fuente y la línea de transferencia de MS: 320 °C. Las temperaturas inferiores a 300 °C provocarán la formación de colas en los picos de los PAH. Mantenga las zonas calentadas bien aisladas y calientes para reducir los posibles puntos fríos del sistema y la consiguiente pérdida de señal.
- Tiempo de activación de purga: de 45 a 90 segundos (splitless).
- Liner splitless de 4 mm con frita intermedia o lana de vidrio. La frita o la lana del interior del inyector transfiere calor a los PAH y bloquea la línea de paso hacia la base del inyector. Si los PAH se condensan en la base del inyector, resultará difícil evaporarlos e introducirlos en la columna. Los liners con frita de vidrio son una mejor alternativa a la lana de vidrio, ya que eliminan el riesgo de rotura de la lana o de movimiento del liner.
- Inyección splitless pulsada de 20 a 50 psi durante 0,9 min para transferir los PAH con altos puntos de ebullición a la columna. En el caso de la inyección splitless/PTV/MMI, se suele recurrir al "atrapamiento en frío" en la fase líquida para los analitos de mayor

peso molecular y mayor punto de ebullición, como los PAH. Por lo general, una temperatura inicial del horno de 75 °C proporciona formas de pico de buena calidad para muchos disolventes de muestras.

- Utilice una columna para GC de alta eficiencia con un diámetro interno de 0,15/0,18 mm para aumentar el tiempo de análisis sin pérdida de resolución.
- Reduzca al mínimo el tiempo de residencia del inyector (y del sistema) trabajando con mayores flujos en la columna sin que ello afecte a la sensibilidad del detector de MS. Realice el análisis en el modo de flujo constante.
0,15 mm: 1,2 ml/min He
0,18 y 0,25 mm: de 1,2 a 1,4 ml/min He
Nota: Aunque las columnas para GC de 0,18 y 0,25 mm de d.i. admiten flujos más altos, esto reducirá la sensibilidad de MS. No se recomienda superar los 1,5 ml/min para la fuente de alta eficiencia.
- Utilice precolumnas de retención o retroflujo para eliminar el arrastre de muestras, reducir el mantenimiento y acortar los tiempos de ciclo de los análisis.
- Utilice la fuente Agilent JetClean para reducir sustancialmente las necesidades de limpieza manual de la fuente, en especial con muestras con una matriz compleja. Se ha demostrado que la limpieza continua de la fuente con hidrógeno (0,33 ml/min) mejora significativamente la linealidad de la calibración y la precisión de la respuesta con el tiempo para el análisis de PAH.
- Una lente de extracción de 9 mm minimiza las superficies disponibles para la deposición de PAH; es la lente incluida de forma predeterminada con la fuente HydroInert, y está optimizada para su uso con hidrógeno. Es la opción idónea para el análisis de PAH, puesto que consigue unos resultados óptimos en cuanto a la linealidad de la calibración, la precisión de la respuesta y la forma de los picos.
- Espere a que los patrones de PAH alcancen la temperatura ambiente antes de diluirlos o preparar mezclas de calibración, dado que los PAH de mayor peso molecular pueden perder su solubilidad durante el almacenamiento refrigerado.

Referencias

1. Honda, M., Suzuki, N., Toxicities of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons for Aquatic Animals, *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2020**, 17 (4), 1363.
2. U.S. Food and Drug Administration, 2010, consultado en julio de 2020, [Protocol for Interpretation and Use of Sensory Testing and Analytical Chemistry Results for Re-opening Oil-Impacted Areas closed to Seafood Harvesting due to the Deepwater Horizon Oil Spill](#).
3. Comisión Europea, Reglamento (UE) n.º 835/2011 de la Comisión, de 19 de agosto de **2011**, que modifica el Reglamento (CE) n.º 1881/2006 por lo que respecta al contenido máximo de hidrocarburos aromáticos policíclicos en los productos alimenticios, *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 215/4, 20 de agosto de 2011.
4. Extraction and Analysis of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Infant Formula Using Agilent Captiva Emr-Lipid Cartridges by GC/MS with Hydrogen Carrier Gas, [5994-5560EN](#).
5. Determination of 19 Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Compounds in Salmon & Beef Using Captiva EMR-Lipid Cleanup by GC/MS/MS, [5994-0553EN](#).
6. Determination of 14 Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Compounds in Edible Oil, [5994-1483EN](#).
7. Analysis of PAHs Using GC/MS with Hydrogen Carrier Gas and the Agilent Hydrolnert Source, [5994-5711EN](#).
8. GC/MS/MS Analysis of PAHs with Hydrogen Carrier Gas Using the Agilent Hydrolnert Source in a Challenging Soil Matrix, [5994-5776EN](#).
9. Optimized PAH Analysis Using Triple Quadrupole GC/MS with Hydrogen Carrier, [5994-2192EN](#).
10. Optimized GC/MS/MS Analysis for PAHs in Challenging Matrices Using the Agilent 8890/7000D Triple Quadrupole GC/MS with Jet Clean and Midcolumn Backflush, [5994-0498EN](#).
11. Anderson, K. A. *et al.* Modified Ion Source Triple Quadrupole Mass Spectrometer Gas Chromatograph for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. *J. Chromatog. A* **2015**, 1419, 89-98. DOI: 10.1016/j.chroma.2015.09.054.
12. Quimby, B. D. *et al.* In-Situ Conditioning in Mass Spectrometer Systems. *US* 8.378.293, **2013**.
13. Increased Reproducibility in the Analysis of EU and EPA PAHs with the Agilent J&W Select PAH GC Column and Agilent Intuvo 9000 GC System, [5994-0877EN](#).
14. GC/MS Analysis of European Union (EU) Priority Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) Using an Agilent J&W DB-EUPAH GC Column with a Column Performance Comparison, [5990-4883EN](#).
15. Analysis of European Union Polyaromatic Hydrocarbons (EUPAH) with Agilent 8890GC, [5994-0485EN](#).
16. PAH Analysis with High Efficiency GC Columns: Column Selection and Best Practices, [5990-5872EN](#).
17. Separation of 54 PAHs on an Agilent J&W Select PAH GC Column, [SI-02232](#).
18. Optimized GC/MS Analysis for PAHs in Challenging Matrices Using the 5977 Series GC/MSD with JetClean and Midcolumn Backflush, [5994-0499EN](#).

Selección sencilla e información para pedidos

Para encargar los artículos que figuran en las siguientes tablas en la tienda en línea de Agilent, añada los artículos a su lista de productos favoritos haciendo clic en los enlaces a "Mi lista" del encabezado. A continuación, introduzca las cantidades que necesita de cada producto, pulse Añadir a la cesta y proceda al pago. Su lista permanecerá guardada en Productos favoritos para que pueda usarla en futuros pedidos.

Si es la primera vez que emplea la opción Productos favoritos, se le pedirá que introduzca su dirección de correo electrónico para verificar la cuenta. Si ya tiene cuenta de Agilent, podrá iniciar sesión. Si no tiene una cuenta registrada de Agilent, deberá registrarse para hacerse una. Esta función solo es válida en las regiones que tengan habilitado el comercio electrónico. Todos los artículos se pueden pedir también a través de los canales habituales de venta y distribución.

Mi lista de consumibles para la preparación de muestras

Descripción	Referencia
Salmón, ternera o leche artificial para lactantes	
Paquetes de sal de extracción QuEChERS, método original (muestras de 10 g), sin tubos de centrifuga, 50/paq.	5982-6550
Captiva EMR-Lipid, cartuchos de 3 ml con 300 mg de absorbente, 100/paq.	5190-1003
Aceites de oliva, semilla de uva, aguacate y almendra	
Captiva EMR-Lipid, cartuchos de 6 ml con 600 mg de absorbente, 100/paq.	5190-1004
Bond Elut Jr PSA, 500 mg	12162042B
Consumibles para la preparación de muestras	
Homogeneizadores cerámicos para tubos de 15 ml, 100/paq.	5982-9312
Tubos de centrifuga con tapón, polipropileno, 15 ml, 25/paq.	5610-2039
Tubos de centrifuga con tapón, polipropileno, 50 ml, 25/paq.	5610-2049
Procesador 48 para colector de presión positiva (PPM-48)*	5191-4101
Gradilla de recogida, tubos de 16 x 100 mm, para PPM-48*	5191-4108
Gradilla de recogida, viales para muestreador automático de 12 x 32 mm, para PPM-48*	5191-4109
Gradilla de cartuchos para SPE, 3 ml, para PPM-48*	5191-4103
Gradilla de cartuchos para SPE, 6 ml, para PPM-48*	5191-4104

* Compra única.

Mi lista de patrones**

Descripción	Referencia
Kit de muestras de calibración para analizadores de PAH de Agilent	G3440-85009
Mezcla de patrones internos de PAH deuterados, patrones internos	5191-4509

** Visite www.agilent.com/chem/standards para obtener patrones personalizados.



Mi lista de columnas para GC

Descripción	Referencia
Agilent J&W DB-EUPAH, 20 m × 0,18 mm × 0,14 µm (cantidad recomendada: dos columnas cuando se utilice hidrógeno como gas portador)	121-9627
Agilent J&W Select PAH, 30 m × 0,25 mm, 0,15 µm	CP7462
Agilent J&W Select PAH, 15 m × 0,15 mm, 0,10 µm	CP7461
Agilent J&W DB-5ms UI, 20 m × 0,18 mm, 0,18 µm	121-5522UI
Tubo de sílice fundida inerte, 5 m, 0,15 mm	160-7625-5



Mi lista de fuente HydroInert para la transición a H₂ como gas portador

Descripción	Referencia
Conjunto de fuente HydroInert completa para sistemas 5977	G7078-67930
Conjunto de fuente HydroInert completa para sistemas de triple cuadrupolo 7000	G7006-67930
Actualización HydroInert para GC/MSD. Contiene las piezas necesarias para actualizar la fuente Inert Plus de un sistema 5977A/B/C existente.	5505-0083
Actualización HydroInert para GC/TQ. Contiene las piezas necesarias para actualizar la fuente Inert Plus de un sistema 7000C/D/E existente.	5505-0084
Kit de instalación para sistemas de GC, acero inoxidable. Incluye tubo de acero inoxidable de 1/8 pulg., conectores, trampa universal grande con conectores de acero inoxidable y kit de herramientas.	19199S



Mi lista de consumibles para GC

Descripción	Referencia
Liner de inyector Agilent, Ultra Inert, split, baja caída de presión, lana de vidrio (recomendado para gas hidrógeno)	5190-2295
Liner de inyector Agilent, Ultra Inert, splitless, una sola punta, lana de vidrio	5190-2293
Séptum Advanced Green, antiadherente, 11 mm, 50/paq.	5183-4759
Sello para inyector de GC, recubierto de oro, con arandela, Ultra Inert, 1/paq.	5190-6144
Conjunto de unión Ultimate purgada	G3186-80580
Férrula metálica flexible Flex Gold para dispositivos CFT, recubierta de oro, 0,4 mm de d.i., para tubos de sílice fundida de 0,1 a 0,25 mm de d.i.	G2855-28501
Jeringa para muestreador automático de líquidos, Blue Line, 10 µl, aguja fija, 23-26/42/cono, émbolo con punta de PTFE	G4513-80203
Férrula, 0,4 mm de d.i., 15 % de grafito/85 % de Vespel, para columnas de 0,1 a 0,25 mm, 10/paq.	5181-3323
Tuerca con autoapriete para columna, con collarín, inyector	G3440-81011
Tuerca con autoapriete para columna, con collarín, MSD	G3440-81013



Mi lista de consumibles para MS

Descripción	Referencia
Filamento de EI (para sistemas 7000A/B/C/D, 5977B Inert Plus, 5977A con fuente extractora, inerte o de acero inoxidable y 5975)	G7005-60061
Filamento de HES para el sistema GC/MS de triple cuadrupolo 7010	G7002-60001
Lente de extracción, 9 mm, inerte	G3440-20022
Lente de extracción, 9 mm, fuente extractora* (para helio como gas portador)	G3870-20449



* El n.º ref. G3870-20449 incluye una lente de extracción de 3 mm. Para aplicaciones con PAH, se debe sustituir por la lente de extracción de 9 mm (n.º ref. G3440-20022).

Mi lista de filtros de purificación de gases

Descripción	Referencia
Kit de purificación de gases para gas portador, para sistemas 8890 y 8860	CP179880
Cartucho de repuesto para purificador de gas portador	CP17973
Kit de filtros de purificación de gases para sistemas Intuvo	CP17995



Mi lista de recipientes para muestras

Descripción	Referencia
Vial de rosca A-Line, 2 ml, ámbar, con zona de escritura, 100/paq. Tamaño del vial: 12 x 32 mm (tapón de 12 mm).	5190-9590
Tapón de rosca, azul, séptum de PTFE/silicona roja, 100/paq. Tamaño del tapón: 12 mm.	5182-0717



Mi lista de columnas para GC Intuvo

Descripción	Referencia
Agilent J&W DB-EUPAH Intuvo, 20 m x 0,18 mm, 0,14 µm	121-9627-INT
Agilent DB-UI8270D Intuvo, 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm	122-9732-INT
Agilent DB-UI8270D Intuvo, 20 m x 0,18 mm, 0,36 µm	121-9723-INT
Agilent J&W Select PAH Intuvo, 30 m x 0,25 mm, 0,15 µm	CP7462-INT
Agilent J&W Select PAH Intuvo, 15 m x 0,15 mm, 0,10 µm	CP7461-INT
Agilent J&W DB-5ms UI Intuvo, 20 m x 0,18 mm, 0,18 µm	121-5522UI-INT



Mi lista de consumibles para GC Intuvo

Descripción	Referencia
Guard Chip, Intuvo, split/splitless	G4587-60565
Chip de inyector Intuvo	G4581-60031
Chip de flujo, Intuvo, D2-MS	G4581-60033
Chip de flujo, Intuvo, extremo estampado para MS con HES	G4590-60109
Junta de poliimida para inyector/MSD (Intuvo)	5190-9072



Agilent también ofrece patrones de PAH de 500 µg/ml para el método EPA y de PAH (15+1) de 250 µg/ml para el método de la UE, así como todos los consumibles para GC que necesite para analizar PAH en matrices alimentarias de manera fiable y reproducible, incluso a niveles de trazas.

Agilent CrossLab: conocimientos reales, resultados reales

Agilent CrossLab va más allá de los instrumentos: integra servicios, consumibles y gestión de recursos para todo el laboratorio. De este modo, su laboratorio puede mejorar la eficiencia, optimizar el funcionamiento, aumentar el tiempo de actividad de los instrumentos, desarrollar las habilidades de los usuarios y mucho más.

Para obtener más información acerca de Agilent CrossLab y conocer ejemplos de casos en los que se han conseguido excelentes resultados, visite www.agilent.com/crosslab

Consulte más guías de pedidos para el flujo de trabajo con consumibles en:
www.agilent.com/chem/ordering-guides

España

901 11 68 90

customercare_spain@agilent.com

Europa

info_agilent@agilent.com

Asia-Pacífico

inquiry_lsca@agilent.com