

SOLUCIONES DE SEGURIDAD ALIMENTARIA DE AGILENT

Uso de las
tecnologías más
innovadoras para
proTEGER LA VIDA
y los **recursos**



La presión para el cumplimiento de las estrictas normativa y legislación sobre seguridad alimentaria es mayor que nunca

La producción alimentaria globalizada, los microorganismos patógenos oportunistas y el envejecimiento de la población tienen como resultado *decenas de millones* de casos de enfermedades transmitidas por los alimentos cada año.



En el año 2006, la **contaminación por E. coli de la cosecha de espinacas** costó a los agricultores de California más de 70 millones de dólares (*AP*).



La contaminación con melamina de la leche produjo trastornos a más de 13.000 niños chinos en el año 2008 (*CNN*).



En el año 2008, un brote de **salmonelosis en la cosecha de tomates** tuvo como resultado la pérdida de más de 100 millones de dólares para los agricultores de Estados Unidos (*Farm Press*).



La explosión y fuga de petróleo de una plataforma petrolífera en el Golfo de México en el año 2010 podrían **contaminar los recursos alimenticios marinos** durante muchos años (*Time*).

Al igual que para usted, uno de los objetivos prioritarios de Agilent es garantizar la seguridad alimentaria

Como la principal compañía de análisis de la industria alimentaria, Agilent es la mejor elección para satisfacer sus necesidades *actuales* y *futuras* mediante las siguientes tecnologías de análisis químicos y biológicos:

- **Instrumentos para GC/MS y LC/MS de máxima eficacia** para aplicaciones actuales y emergentes.
- **Sistemas LC/Q-TOF** para facilitar el proceso de detección mediante la identificación, caracterización y cuantificación de compuestos de bajo peso molecular.
- **Sistemas GC y LC idóneos** para las necesidades de análisis específicas y el volumen de trabajo de su laboratorio.
- **Gama completa de instrumentos y consumibles para espectroscopía molecular** para facilitar identificación y la cuantificación.
- **Herramientas de bioanálisis fiables**, como la identificación de especies mediante PCR/RFLP y las técnicas de PCR MassCode facilitadas mediante la detección MS.
- **Inyectores automáticos y sistemas integrados de alto rendimiento** para procesar un mayor número de muestras más rápidamente.
- **Productos de extracción en fase sólida** para la extracción y concentración de muestras de matrices complejas.
- **Columnas para LC/MS de alta velocidad y alta resolución**, como las columnas de resolución rápida y alta definición Poroshell 120 y ZORBAX, para satisfacer las necesidades en el caso de los análisis más complejos.
- **Aplicación continua** de las tecnologías existentes para el análisis de pesticidas, fármacos de uso veterinario, micotoxinas, dioxinas, trazas de metales, alérgenos y otras categorías.

Además, Agilent colabora de forma continua con una serie de entidades destacadas de la industria alimentaria, como laboratorios comerciales, organismos gubernamentales y universidades, para solucionar problemas y desarrollar nuevas aplicaciones.

Contenido: nuestra oferta completa de productos de seguridad alimentaria con nuevas aplicaciones

Aplicaciones para cromatografía de gases
FAME, plaguicidas, bifenilos policlorados



Aplicaciones de GC/MS de triple cuadrupolo y GC/MS
Melamina, pesticidas



Aplicaciones de LC
Lípidos, colorantes, aceites



Aplicaciones de LC/MS y HPLC/triple cuadrupolo
Pesticidas, aflatoxinas, micotoxinas, fármacos de uso veterinario



Aplicaciones de espectroscopía atómica (AA, ICP-OES, ICP-MS)
Metales pesados, elementos a nivel de traza, fertilizantes



Aplicaciones de espectroscopía molecular (resonancia magnética nuclear, fluorescencia, FTIR, UV-Vis)
Adulteración de complementos alimenticios, muestras fotosensibles, etanol, enzimas



Aplicaciones biológicas
Especiación en pescado, arroz, carne y trigo, técnica de PCR MassCode



Preparación de muestras y columnas para cromatografía
QuEChERS, extracción en fase sólida, columnas y consumibles



Servicios de Agilent

Contraportada



Para obtener más información acerca de las tecnologías y aplicaciones de seguridad alimentaria de Agilent, visite www.agilent.com/chem/food



Cromatografía de gases

Utilice las aplicaciones más especializadas con la máxima confianza

Durante más de 40 años, los sistemas de cromatografía de gases de Agilent se han diseñado con el único objetivo de ayudarle a obtener resultados fiables. Por consiguiente, hemos puesto al alcance de todos los laboratorios una serie de capacidades de separación avanzadas, características de productividad eficaces y sistemas inteligentes de monitorización automática en tiempo real, lo que incluye:

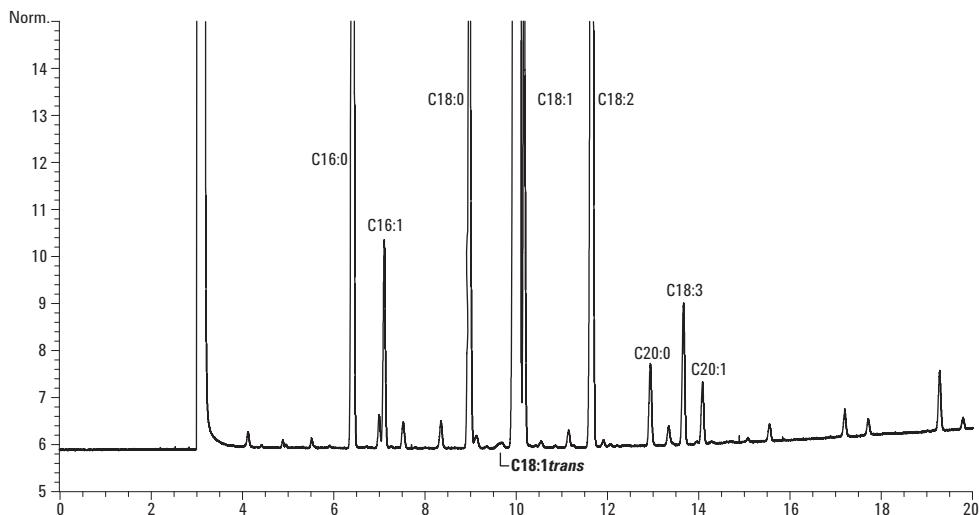
- **Máxima fiabilidad de los sistemas GC en el sector:** los componentes electrónicos integrados y el innovador diseño mecánico ofrecen una fiabilidad superior.
- **Reproducibilidad del tiempo de retención excepcional:** el sistema de control totalmente electrónico de la neumática y el control de temperatura del horno permiten establecer de forma rápida y sencilla los niveles de presión y flujo. Además, el control electrónico de la neumática de quinta generación y los componentes electrónicos digitales permiten obtener resultados coherentes entre los análisis.
- **Configuración del método sencilla:** el software, eficaz y fácil de usar, simplifica el uso del sistema y minimiza los costes de formación.
- **Productividad superior:** el enfriamiento más rápido del horno y las rampas de temperatura más rápidas del horno para GC permiten maximizar la productividad y reducir al máximo el coste por muestra.

• Técnicas auxiliares innovadoras:

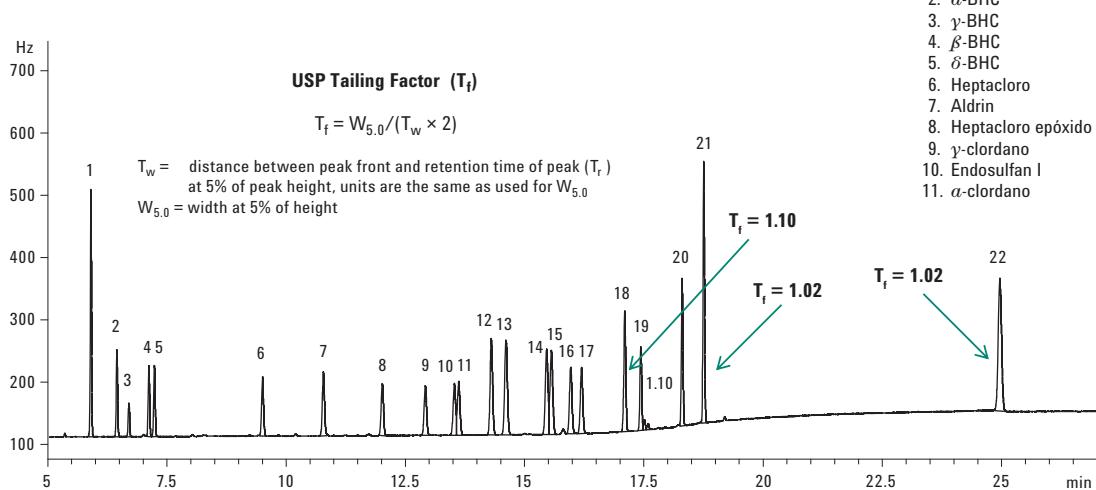
- Las tecnologías de flujo capilar y Backflush permiten manipular los flujos de gas para aplicar técnicas de separación avanzadas y reducir el tiempo de los ciclos de análisis.
- La tecnología LTM de Agilent permite el calentamiento y enfriamiento directos y rápidos de las columnas capilares para maximizar la productividad de los sistemas de cromatografía de gases.
- El nuevo inyector multimodo permite el funcionamiento en varios modos split y splitless, la determinación de las rampas de temperatura y la inyección de grandes volúmenes.
- Los sistemas automatizados de introducción de muestras rápidos y precisos incluyen además una serie de funciones de preparación de muestras para eliminar la variabilidad y la repetición de los procesos.



El chromatógrafo de gases Agilent 7890A aporta importantes capacidades de separación y funciones de productividad a la destacada plataforma de cromatografía de gases de Agilent.



En el caso de las separaciones de isómeros *cis-trans*, se recomienda el uso de una columna HP-88. Además, esta columna es la solución perfecta para los análisis de control de calidad del aceite de oliva.



- | | |
|-----------------------------|----------------------------|
| 1. Tetracloro-m-xileno (PS) | 12. 4,4'-DDE |
| 2. α -BHC | 13. Dieldrin |
| 3. γ -BHC | 14. Endrin |
| 4. β -BHC | 15. Endosulfan II |
| 5. δ -BHC | 16. 4,4'-DDD |
| 6. Heptacloro | 17. Aldehido de endrina |
| 7. Aldrin | 18. Endosulfan sulfato |
| 8. Heptacloro epóxido | 19. 4,4'-DDT |
| 9. γ -clordano | 20. Endrin cetona |
| 10. Endosulfan I | 21. Metoxicloro |
| 11. α -clordano | 22. Decaclorobifenilo (PI) |
- PI: patrón interno

Los plaguicidas pertenecen al amplio conjunto de productos agroquímicos usados para controlar y evitar las plagas y enfermedades agrícolas. En este caso, se han analizado plaguicidas clorados de nivel de trazas con una columna capilar para CG ultrainerte Agilent J&W HP-1ms. Las formas simétricas de los picos y la excelente relación señal/ruido en el nivel de trazas demuestran la eficacia de la inercia de la columna. Observe la excelente linealidad (valores de R^2 de 0,998 y superiores en las columnas principal y de confirmación).

Para obtener más información acerca de las tecnologías y aplicaciones de seguridad alimentaria de Agilent, visite www.agilent.com/chem/food





GC/MS/MS y GC/MS

Alto nivel de sensibilidad y selectividad para muestras sucias y entornos exigentes

Con independencia de que use las aplicaciones de fase gaseosa para la cuantificación de compuestos de interés o la detección de especies desconocidas, el mejor modo de lograr la combinación fundamental de unos límites de detección bajos y una medición de alta velocidad es usar un sistema diseñado *especialmente* para las aplicaciones de GC/MS/MS.

Los sistemas GC/MS de triple cuadrupolo de Agilent tienen un diseño original (*no son una adaptación de un sistema LC/MS*) e incluyen una fuente de iones inerte fiable, cuadrupolos de cuarzo de eficacia demostrada, una celda de colisión con un diseño novedoso y un detector de triple eje. La combinación de estas características ofrece lo siguiente:

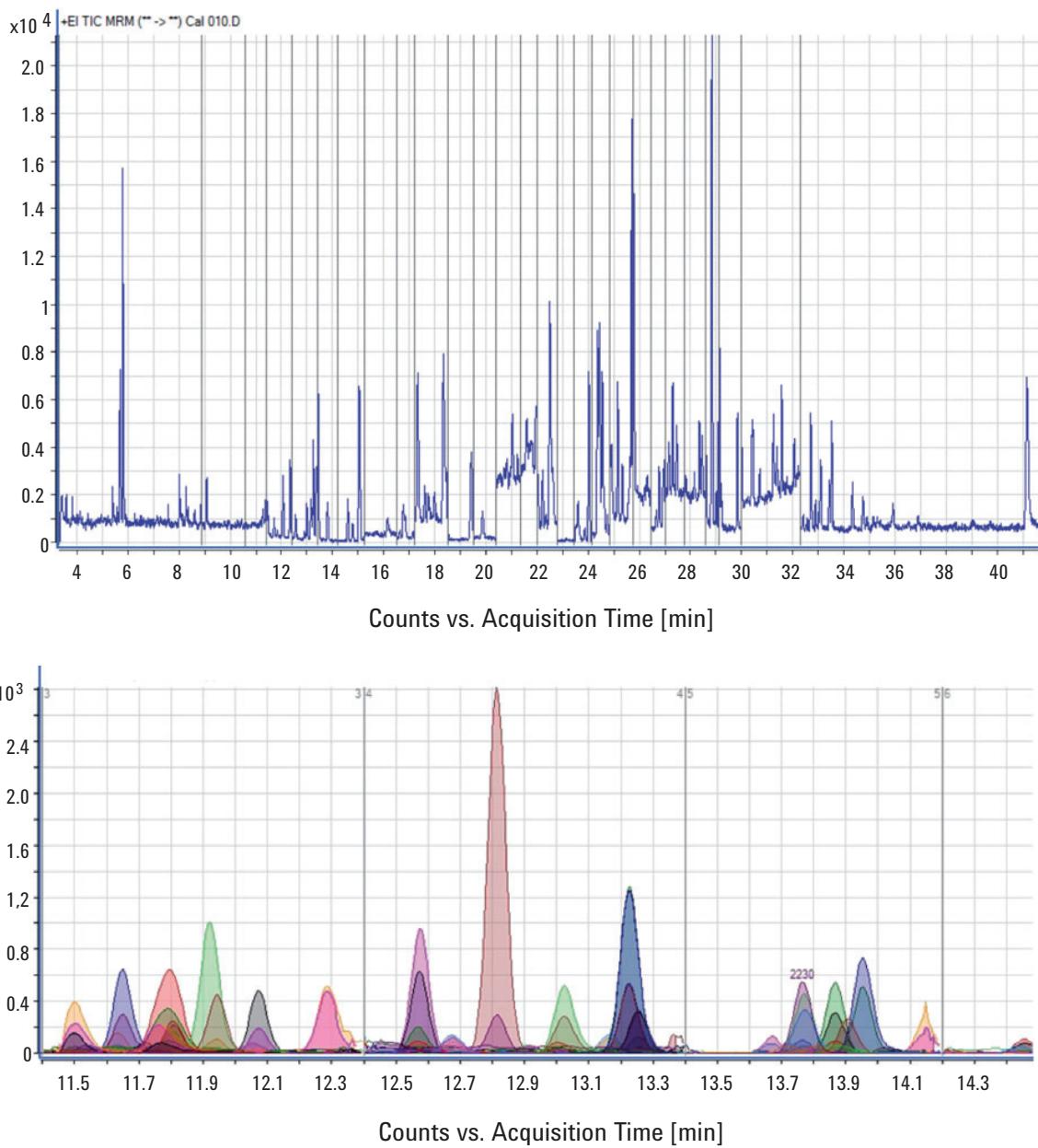
- **Máxima fiabilidad:** el sistema de cuadrupolo de cuarzo recubierto de oro de alta temperatura permite que los componentes con un punto de ebullición alto se evaporen y no se depositen en el cuadrupolo.
- **Fidelidad espectral alta:** ausencia de "puntos fríos" que pueden provocar la condensación y la pérdida de señal.
- **Integración de GC/MS perfecta:** la integridad de la muestra se preserva durante el transporte.
- **Máxima confianza en los resultados:** este nivel de fiabilidad se consigue mediante una serie de herramientas análisis de datos, revisión y generación de informes diseñadas especialmente para los sistemas GC/MS de triple cuadrupolo.
- **Análisis más rápido:** las velocidades de adquisición de hasta 500 transiciones MRM por segundo se corresponden con el rendimiento superior de los sistemas de cromatografía más rápidos sin que esto afecte a la calidad de los datos.



El sistema GC/MS de triple cuadrupolo Agilent 7000A combina el máximo nivel de fiabilidad del sector con una sensibilidad de nivel de femogramos para matrices complejas.



El sistema CG/MS de trampa de iones Agilent 240 genera un espectro completo para facilitar la identificación fiable de los compuestos.



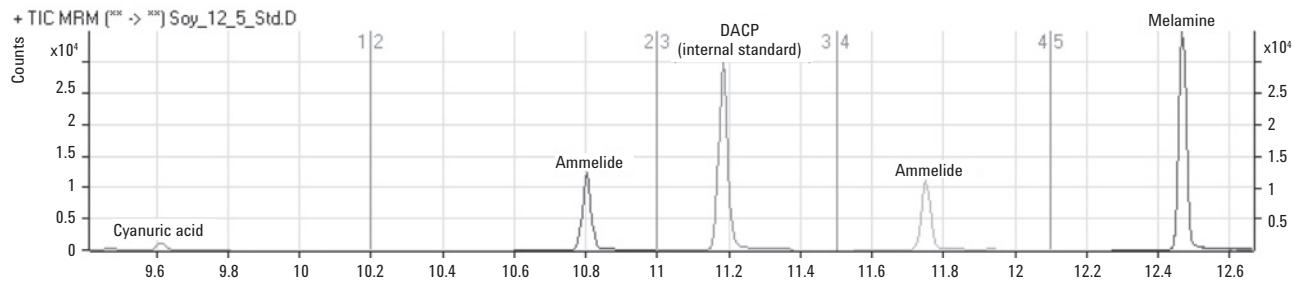
La espectrometría de masas de triple cuadrupolo reduce considerablemente o elimina las interferencias de las matrices que impiden la exactitud y los límites de detección de los métodos de monitorización selectiva de iones (SIM).

En este ejemplo, se ha adquirido un cromatograma (superior) en el modo de monitorización de reacciones múltiples (MRM) para 360 pesticidas de un extracto vegetal. (Cada segmento de MRM se indica mediante una línea de referencia gris). En la superposición aumentada (inferior) se muestran todos los segmentos de MRM para los compuestos de la parte seleccionada del análisis. Como se puede ver, el modo MRM permite la cuantificación de muchos analitos coeluyentes entre 11,5 y 14,3 minutos.

Para obtener más información acerca de las tecnologías y aplicaciones de seguridad alimentaria de Agilent, visite www.agilent.com/chem/food

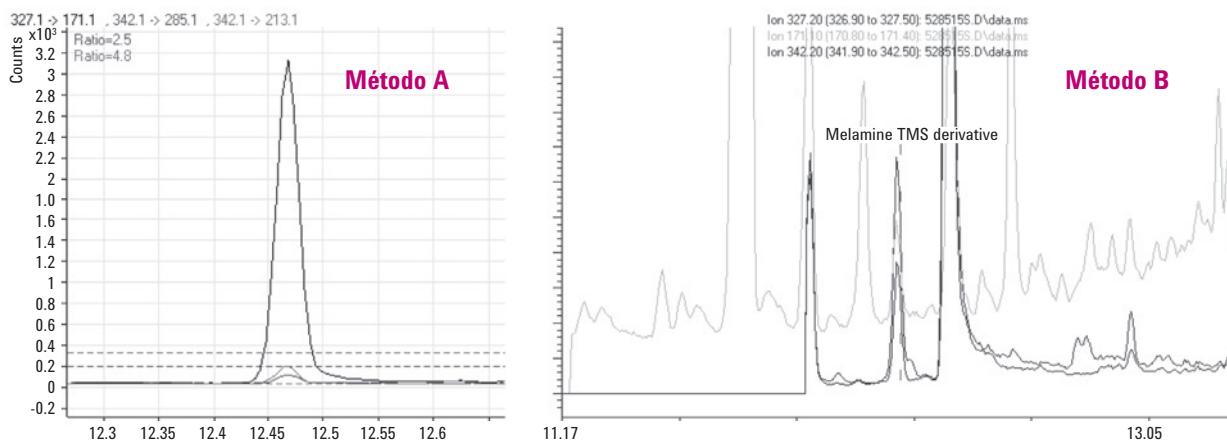


Un solo análisis para la determinación de melamina y sustancias análogas



Cromatograma reconstruido (TIC) resultante del análisis SRM en el que se muestra la resolución de la melamina y las sustancias análogas.

El sistema GC/MS de triple cuadrupolo de Agilent ofrece una sensibilidad y selectividad superiores.



Comparación de la detección de 0,25 ppm de melamina en alimentos a base de soja mediante el método de GC/MS de triple cuadrupolo (a) con el método de GC/MS con monitorización selectiva de iones a 2,5 ppm (b). La transición de cuantificación usada con el método de GC/MS de triple cuadrupolo es de 327,1→171,1 m/z y las transiciones de cualificación son de 342,1→295,1 m/z (2,5% del área de pico de la transición de cuantificación) y 342,1→217,1 m/z (4,8% del área de pico). Además, se muestran las bandas de incertidumbre en (a). Los valores de los iones para la monitorización selectiva de iones usados en el método de GC/MS son 342,2, 327,2 y 171,1 m/z (b).

En respuesta a la amenaza de la adulteración de alimentos con melamina, muchos países han establecido límites estrictos para esta sustancia adulterante. Por ejemplo, en el caso de la FDA de Estados Unidos, el límite máximo de residuos es de 1 parte por millón (ppm) para las formulaciones infantiles y de 2,5 ppm para otros productos.

En este caso, el sistema GC/MS de triple cuadrupolo de Agilent ha permitido la identificación sistemática, cuantificación y confirmación de la presencia de melamina y sustancias análogas en aproximadamente 15 minutos con una sensibilidad de 0,25 ppm y una linealidad de la cuantificación de hasta 2,5 ppm. La exactitud de la cuantificación es superior al 97%.

Confíe en los mejores sistemas GC/MSD del sector para la realización de análisis sistemáticos fiables, coherentes y asequibles

El sistema GC/MSD Agilent 5975 permite dedicar *más tiempo* a la realización de análisis y *menos tiempo* al mantenimiento del sistema. Además, reúne las siguientes características esenciales para el análisis de nivel de trazas:

- **Capacidades avanzadas:** una fuente de iones inerte fiable, un analizador de cuadrupolo de cuarzo y una relación señal/ruido alta. El detector de triple eje mejora considerablemente la resolución de MS, la integridad de los espectros y los límites de detección.
- **Productividad superior:** la automatización completa, las separaciones más rápidas y la reducción de los ciclos de detección permiten procesar más muestras en menos tiempo.
- **Tiempo de funcionamiento continuado máximo:** las excelentes características de ingeniería y los sistemas inteligentes facilitan la puesta a punto, el soporte técnico preventivo, el mantenimiento automático optimizado y el diagnóstico remoto correcto.



El sistema GC/MSD Agilent 5975C combina una serie de funciones de hardware y software innovadoras para optimizar el rendimiento desde la inyección hasta el informe final y mantener unos valores mínimos para los límites de detección y cuantificación durante todo el proceso.



El software de generación de informes de deconvolución permite identificar y cuantificar rápidamente los compuestos de las muestras de matriz alta

La revisión y el procesamiento de los datos suelen ralentizar los procesos en los laboratorios con un gran volumen de trabajo. De hecho, incluso un analista con experiencia puede tardar más de *una hora* en revisar y confirmar un solo archivo de datos e identificar los compuestos de interés del fondo de una matriz alta.

El software de generación de informes de deconvolución proporciona las herramientas necesarias para detectar más compuestos y contaminantes más rápidamente y con mayor precisión

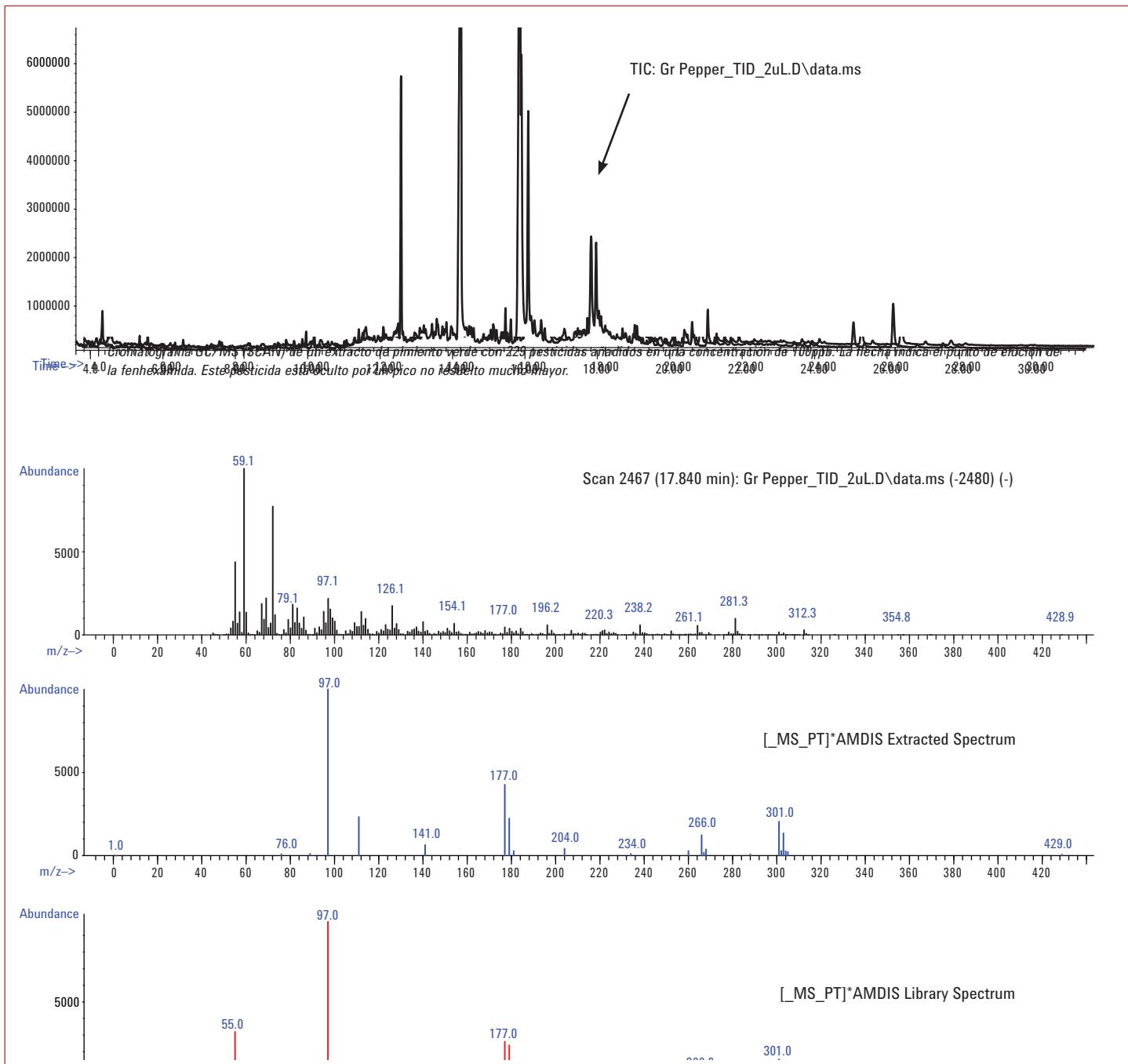
Además de la congelación de tiempos de retención, este paquete de generación automatizada de informes permite la *cuantificación* y la *identificación sistemática* de compuestos con la mayor rapidez posible. En este paquete se combinan tres programas de identificación de compuestos:

1. **MSD ChemStation:** permite identificar y cuantificar los compuestos de interés según la congelación de tiempos de retención y cuatro iones de cualificación.
2. **AMDIS 32:** permite la identificación de los compuestos de interés según los espectros de deconvolución completos y la cualificación de los compuestos de interés mediante la congelación de tiempos de retención.
3. **NIST 05:** permite confirmar los compuestos de interés mediante los espectros de deconvolución completos de AMDIS y una biblioteca de 163.000 espectros.

Además, el software de generación de informes de deconvolución resume los resultados generados por estos paquetes de software en un solo informe de fácil lectura. El proceso tarda de 2 a 3 minutos por muestra y es más fiable que los métodos de GC/MS convencionales.

Para obtener más información acerca de las tecnologías y aplicaciones de seguridad alimentaria de Agilent, visite www.agilent.com/chem/food



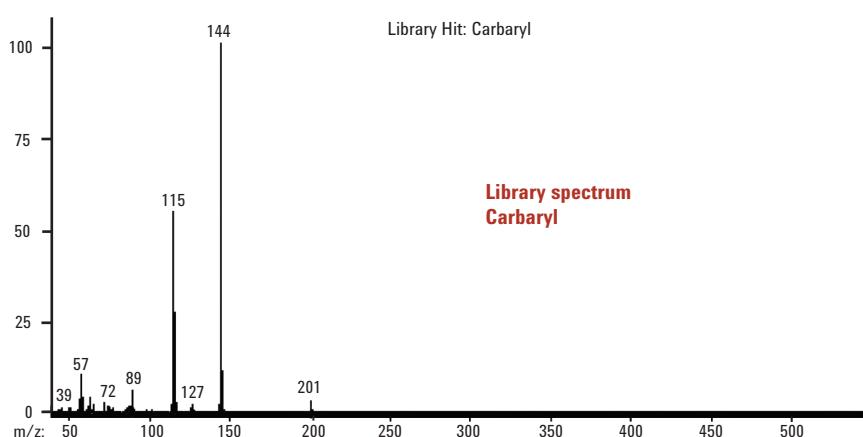
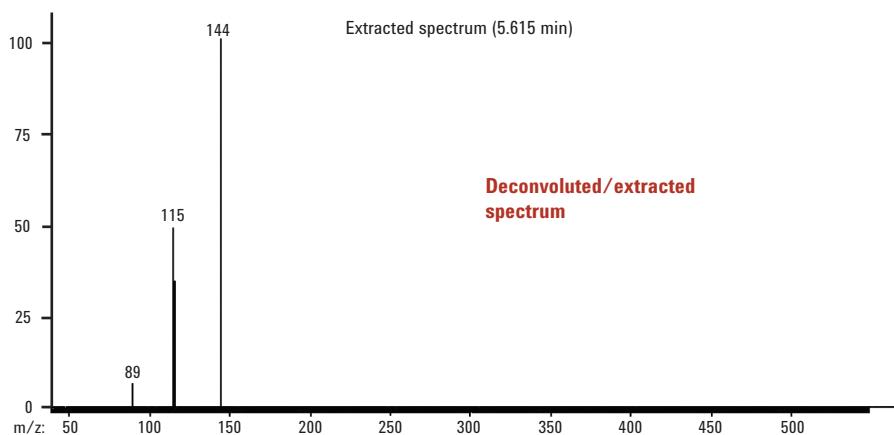
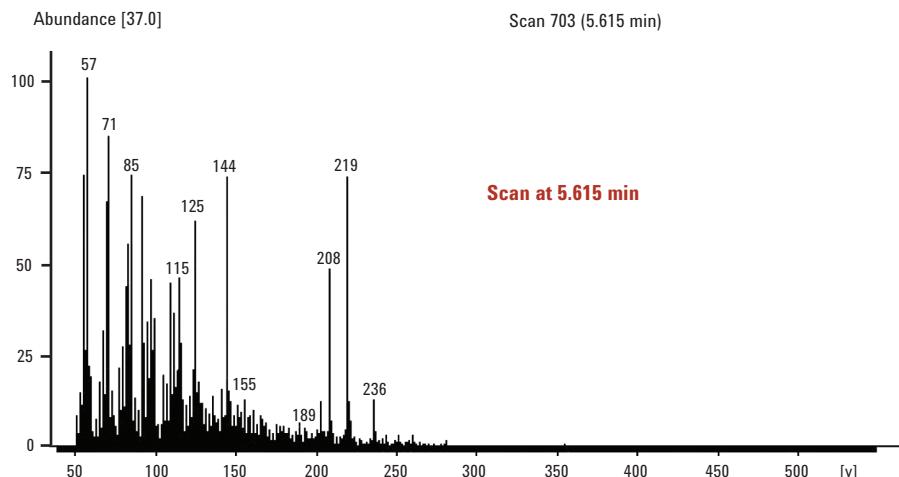


En este caso, se han añadido 229 pesticidas a un extracto de pimiento verde, de los cuales aproximadamente 148 se pudieron analizar con el sistema GC/MS. El cromatograma del total de iones para este extracto se muestra en el primer gráfico.

En el segundo gráfico se muestra el espectro sin deconvolucionar a los 17,840 minutos (arriba) y el espectro deconvolucionado (centro). El espectro deconvolucionado se corresponde perfectamente con el espectro de la biblioteca para la fenhexamida (abajo).



GC/MS Analysis – Data: C:\MSDCHEM\DATA\08_03_07 FDA_S_CL\PEACH1_S_CL



En este caso, se muestra un análisis de carbarilo en melocotones mediante AMDIS. El espectro superior (SCAN) del cromatograma del total de iones es el único espectro disponible para la búsqueda en la biblioteca sin deconvolución, lo que no resulta útil. Compare este espectro con el del gráfico central, donde se muestra el espectro deconvolucionado, y el del gráfico inferior, donde se muestra el espectro de la biblioteca del compuesto de interés.

Tenga en cuenta que la deconvolución permite reducir el nivel de resolución cromatográfica. Por consiguiente, el uso de un sistema de Agilent con el software de generación de informes de deconvolución permite reducir el tiempo del análisis cromatográfico, lo que aumenta la productividad.

Espectro sin procesar (borroso), espectro deconvolucionado (claramente visible) y espectro de la biblioteca de carbarilo detectado en melocotones mediante AMDIS.

Para obtener más información acerca de las tecnologías y aplicaciones de seguridad alimentaria de Agilent, visite www.agilent.com/chem/food





Cromatografía de líquidos

Rendimiento máximo para aplicaciones químicas y biológicas

Cuando se aplican las tecnologías de cromatografía de líquidos al análisis de sustancias como las micotoxinas, las toxinas de origen marino y los alérgenos, la precisión de los tiempos de retención y la exactitud de la cuantificación son fundamentales. Los sistemas de cromatografía de líquidos (LC) de Agilent están diseñados para generar datos fiables en el caso de las muestras de alimentos reales con independencia de variables como la presión, el flujo, las dimensiones de la columna y el tamaño de las partículas.

Tanto si necesita un sistema LC de uso intensivo para los análisis sistemáticos como un sistema LC/MS de alta resolución complejo, los sistemas LC de Agilent ofrecen el máximo nivel de resolución y sensibilidad además de maximizar la capacidad de separación en el menor tiempo posible. Además, estos sistemas garantizan una transferencia sencilla entre sistemas sin necesidad de repetir los procesos de desarrollo o validación de los métodos.

Sistema LC Agilent 1290 Infinity: *infinitamente más eficaz*
Ahora, tiene la posibilidad de elegir libremente las dimensiones de la columna, el tipo de partículas, las fases

móvil y estacionaria, la velocidad de flujo y el nivel de presión. El sistema LC Agilent 1290 Infinity es la solución ideal para la transferencia de métodos entre sistemas UHPLC o HPLC de Agilent o de otros proveedores. Además, estos sistemas incluyen características de alto rendimiento, como una bomba binaria, un sistema de compensación activa y un detector de diodos Infinity.

Sistema LC Agilent 1260 Infinity: *infinitamente más fiable*

Este sistema LC satisface las necesidades de rendimiento cromatográfico y es la opción ideal en caso contar con un presupuesto limitado. El sistema LC Agilent 1260 Infinity ofrece el máximo rendimiento en el caso de los análisis de HPLC con un detector de alta velocidad de 80 Hz y 600 bares, y una sensibilidad diez veces superior. Además, es totalmente compatible con los sistemas HPLC y RRLC.

Sistema LC Agilent 1220 Infinity: *infinitamente más asequible*

Con un nivel de presión de 600 bares y una velocidad del detector de 80 Hz, el sistema LC Agilent 1220 Infinity ofrece las ventajas de un sistema RRLC al precio de un sistema HPLC. El diseño integrado ofrece la máxima resistencia y facilita el uso, y el sistema es totalmente compatible con los sistemas HPLC y RRLC.



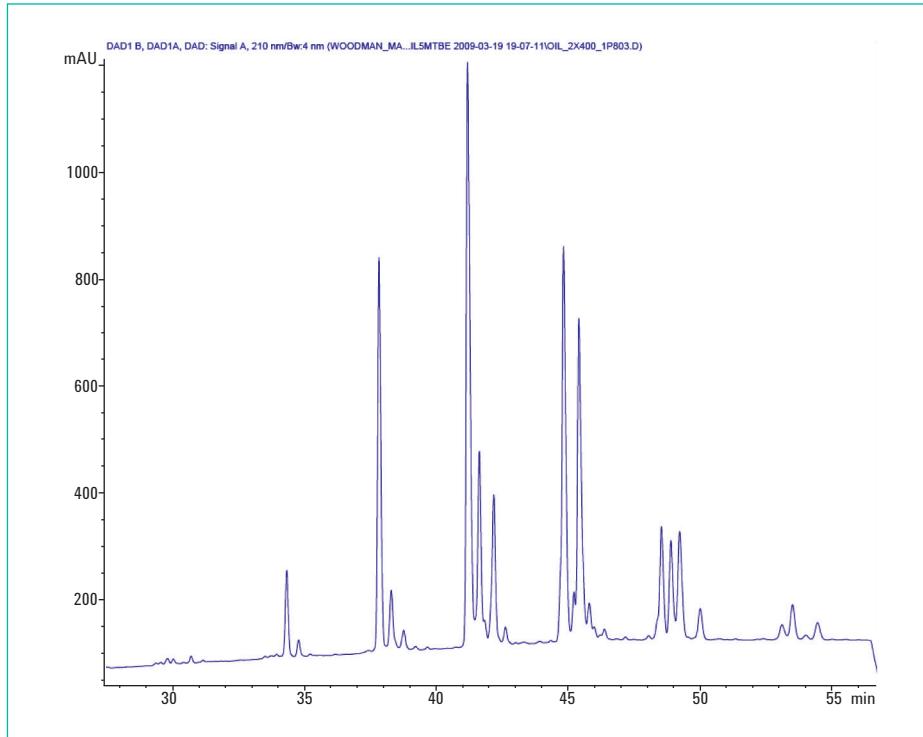
**Sistema LC
Agilent
1220 Infinity**

**Sistema LC
Agilent
1260 Infinity**

**Sistema LC
Agilent
1290 Infinity**

Separación de alta resolución de lípidos complejos (triglicéridos) mediante el sistema LC Agilent 1290 Infinity y columnas ZORBAX de 1,8 μ m de resolución rápida y alto rendimiento o resolución rápida y alta definición.

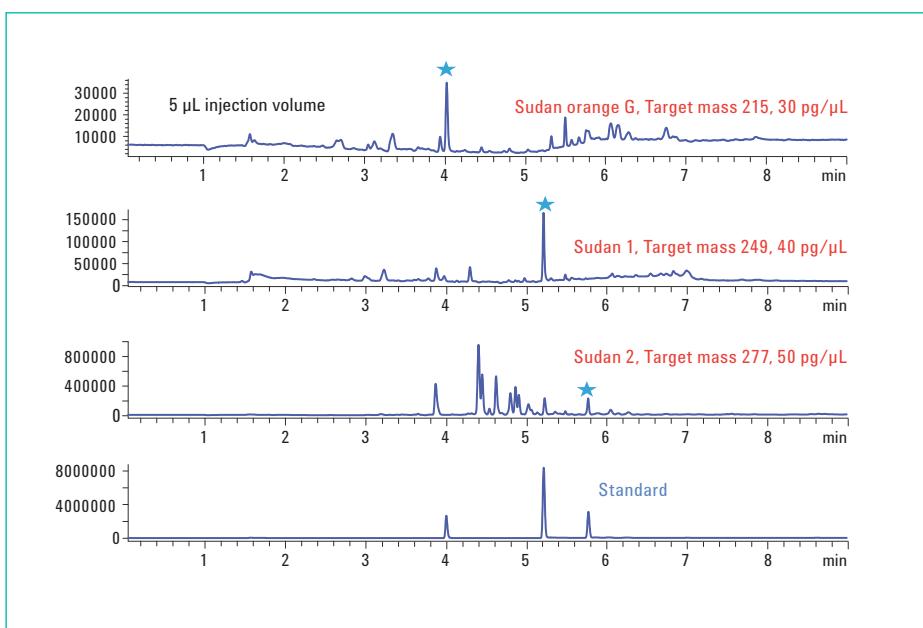
La velocidad de flujo baja y la resolución alta facilitan la correspondencia de esta separación con los espectrómetros de masas TOF y QTOF de alta resolución para permitir la identificación de los picos y la obtención de datos sobre la composición de forma fiable.



Análisis de triglicéridos de soja en el sistema LC 1290 Infinity. Muestra: aceite de soja, 10 mg/ml, 30 μ g en columna. Condiciones: 0,29 ml/min, del 10% al 40% con MTBE en comparación con ACN a los 42 minutos, retención de hasta 55 minutos, 60 minutos de análisis y detección UV a 210 nm. ZORBAX RRHD StableBond C18, 2,1 x 400 mm (longitud de 2-150 y 1-100 mm en serie), 1,8 μ m y 20 °C. Presión de funcionamiento de 730 bares.

Los Sudanes son colorantes azoicos incluidos en el grupo 3 del conjunto de compuestos cancerígenos según los datos de IARC (International Agency for Research on Cancer).

Aquí se puede observar el uso del sistema LC/MS de cuadrupolo simple Agilent 6140 en el modo de monitorización selectiva de iones para analizar estos compuestos con el máximo nivel de sensibilidad. Las masas de interés fueron 215, 249 y 277, y las condiciones de la detección se evaluaron mediante la inyección de 5 μ L del patrón. En los cromatogramas resultantes se indica que la presión máxima alcanzada fue de aproximadamente 825 bares.



Superposición de los cromatogramas del extracto del patrón y la muestra mediante el sistema MS de cuadrupolo simple Agilent 6140 en el modo de monitorización selectiva de iones.

Para obtener más información acerca de las tecnologías y aplicaciones de seguridad alimentaria de Agilent, visite www.agilent.com/chem/food





LC/MS

Máxima fiabilidad para la detección, la cuantificación y el análisis de compuestos de interés

Las mejores tecnologías de cromatografía de líquidos, la exactitud y precisión espetrales de la espectrometría de masas o el uso de sistemas TOF-MS para identificar fórmulas empíricas *sin una biblioteca de espectros* nos han permitido desarrollar instrumentos para LC/MS diseñados especialmente para satisfacer las necesidades de cualificación y cuantificación más complejas. Las herramientas útiles de análisis de datos y el aumento de la productividad del flujo de trabajo incluyen lo siguiente:

- **Tecnología de Jet Stream:** permite aumentar cinco veces la sensibilidad de los sistemas LC/MS y LC/MS/MS mediante el aumento de la focalización espacial de las microgotas de electrospray.
- **Generación y transmisión de iones máxima en un amplio rango de masas:** se garantizan unos límites de detección y cuantificación bajos para la más amplia variedad de tipos de muestras.
- **Desarrollo y optimización de métodos automatizados:** el software MassHunter Optimizer busca automáticamente las transiciones óptimas para cada compuesto y determina la tensión del fragmentador y los niveles de energía de colisión óptimos.

Sistema LC/MS de cuadrupolo simple Agilent 6100:

Rendimiento y fiabilidad constantes demostrados

Tanto si va a realizar controles de calidad sistemáticos como análisis en el ámbito de la investigación, los sistemas LC/MS de cuadrupolo simple Agilent 6100 ofrecen velocidad, sensibilidad, selectividad e información sobre la espectrometría de masas en un paquete compacto que se integra perfectamente con el programa de control ChemStation para sistemas LC de Agilent.



Sistema HPLC/QQQ Agilent 6400:

Máxima sensibilidad para obtener los mejores resultados

El sistema HPLC/QQQ 6400 ofrece una sensibilidad por debajo del nivel de femtogramos para el análisis de trazas e incluye un innovador modo de monitorización de reacciones múltiples de forma dinámica que permite cuantificar hasta 4.000 compuestos sin necesidad de configurar manualmente los segmentos de tiempo.

Sistema TOF de masa exacta Agilent 6200:

Ultra alta definición para optimizar la detección

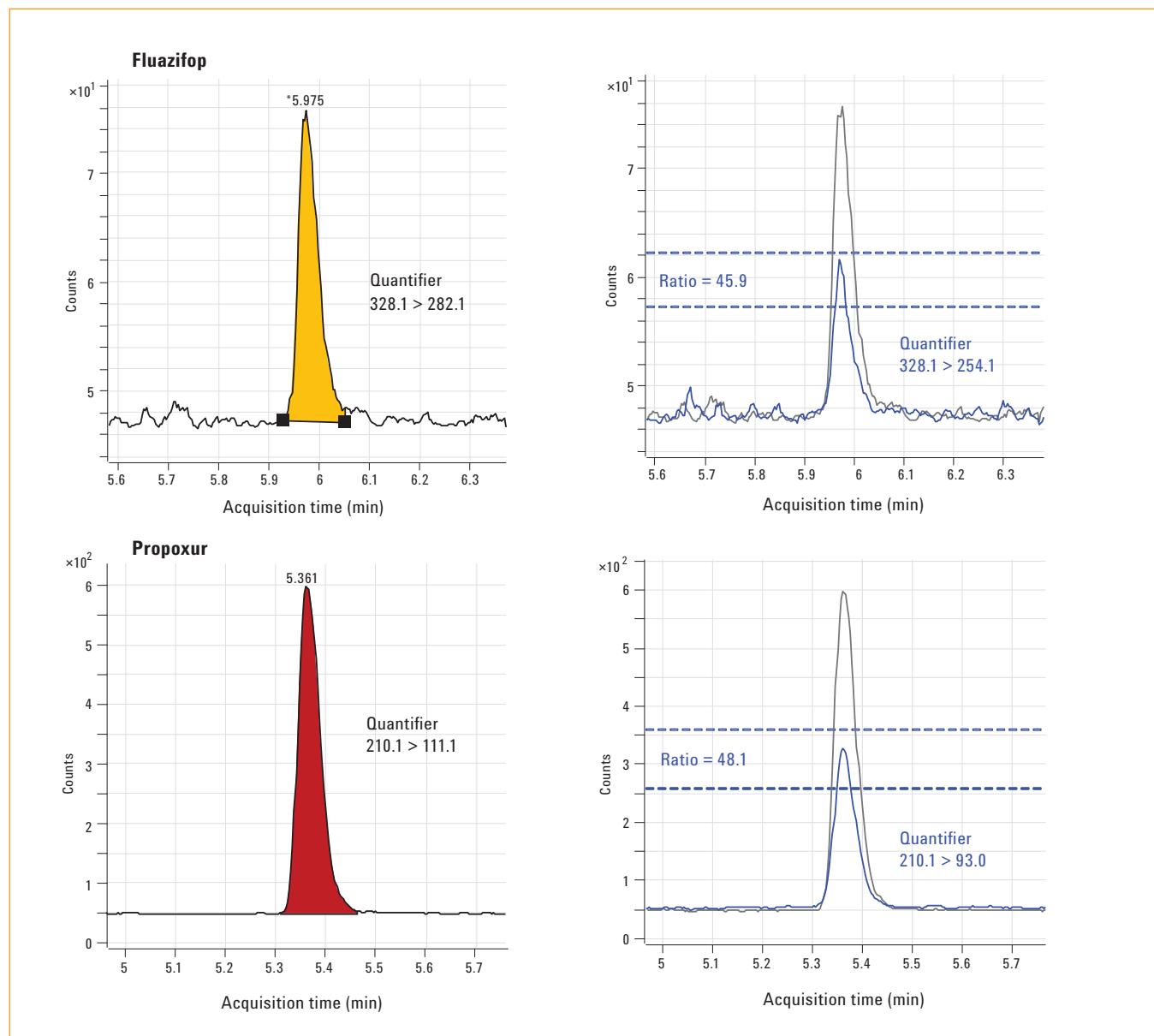
Los sistemas LC/MS de tiempo de vuelo (TOF) de masa exacta de la serie 6200 combinan la velocidad necesaria para las separaciones UHPLC ultrarrápidas con el rendimiento de los sistemas MS y MS/MS para recopilar datos básicos de las muestras complejas. Algunas características, como la **exactitud de masa en un nivel inferior a la ppm**, reducen la probabilidad de obtener resultados positivos falsos, y las capacidades de resolución de hasta **20.000** permiten distinguir los compuestos de interés de las interferencias.

Sistema Q-TOF de masa exacta Agilent 6500:

Máxima exactitud para la clarificación de estructuras y la identificación de compuestos de interés

Los sistemas Q-TOF de masa exacta Agilent 6500, caracterizados por una exactitud de masa en un nivel inferior a la ppm y una definición ultra alta, permiten reducir la incertidumbre, minimizar los resultados positivos falsos, aumentar el número de coincidencias de las búsquedas en las bases de datos y generar fórmulas moleculares para las especies desconocidas. El aumento de la capacidad de resolución hasta un valor de **40.000** permite detectar de forma fiable los picos de masa de interés y el intervalo dinámico de hasta cinco órdenes de magnitud dentro del espectro permite detectar los compuestos de baja abundancia en presencia de compuestos de abundancia superior.

En los siguientes cromatogramas se demuestra cómo el uso de sistemas HPLC de alto rendimiento, en combinación con espectrómetros de masas de triple cuadrupolo de nueva generación, facilita el análisis de contaminantes de matrices complejas.



En este ejemplo se muestra la señal de las transiciones de cuantificación y calificación para fluazifop y propoxur de una muestra de un producto alimenticio infantil con estas sustancias añadidas. Estas trazas indican unos niveles de selectividad y sensibilidad excelentes y que la respuesta relativa de las transiciones de cuantificación y cualificación están dentro de los límites para la identificación positiva.

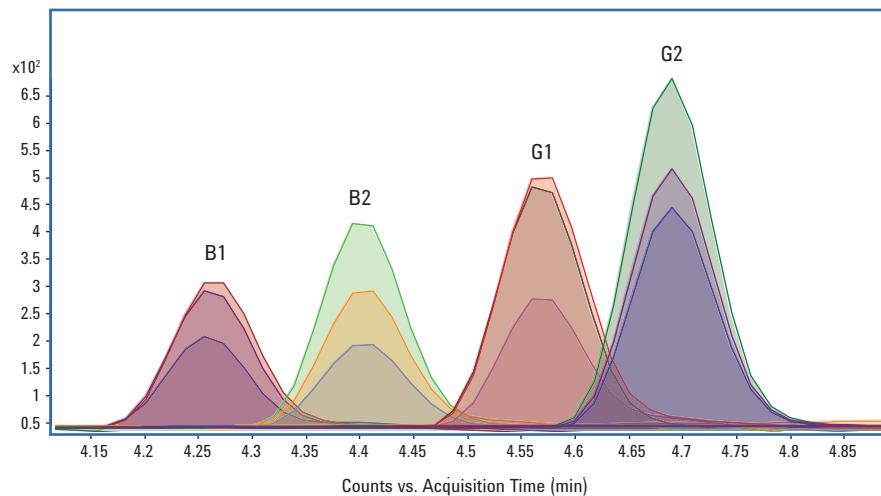
Para obtener más información acerca de las tecnologías y aplicaciones de seguridad alimentaria de Agilent, visite www.agilent.com/chem/food



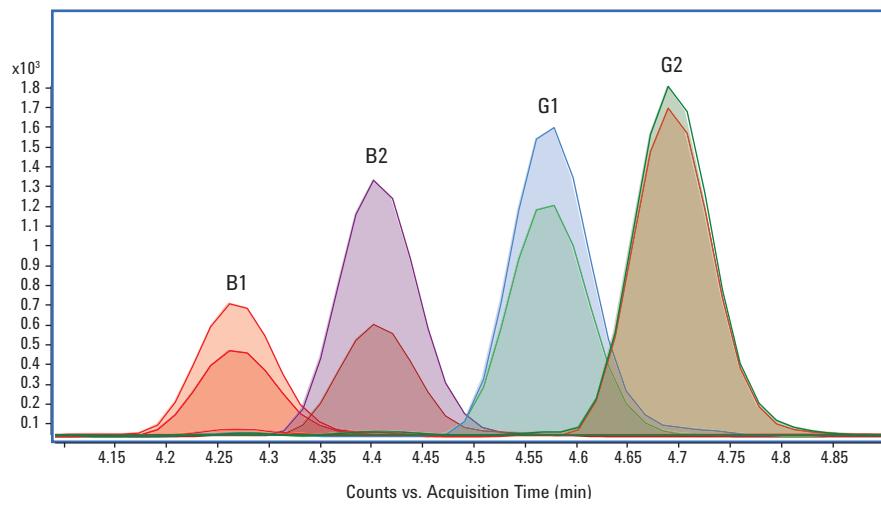
Cumplimiento de los requisitos de cuantificación y confirmación de las aplicaciones emergentes actuales

Aflatoxinas

Cromatogramas de iones extraídos superpuestos.
Iones de cuantificación y 2 para iones de cualificación (1 ppb)



Aflatoxinas marcadas isotópicamente
Cromatogramas de iones extraídos superpuestos.
Iones de cuantificación y cualificación (2,5 partes por mil millones)



Las aflatoxinas son micotoxinas cancerígenas producidas como metabolitos por los hongos *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*. Las aflatoxinas se encuentran en alimentos como los cereales, los frutos secos y las especias.

Las técnicas de análisis de aflatoxinas convencionales no tienen la capacidad de confirmación suficiente. Sin embargo, los sistemas HPLC/QQQ de Agilent permiten la *cuantificación y confirmación simultáneas* mediante múltiples iones.

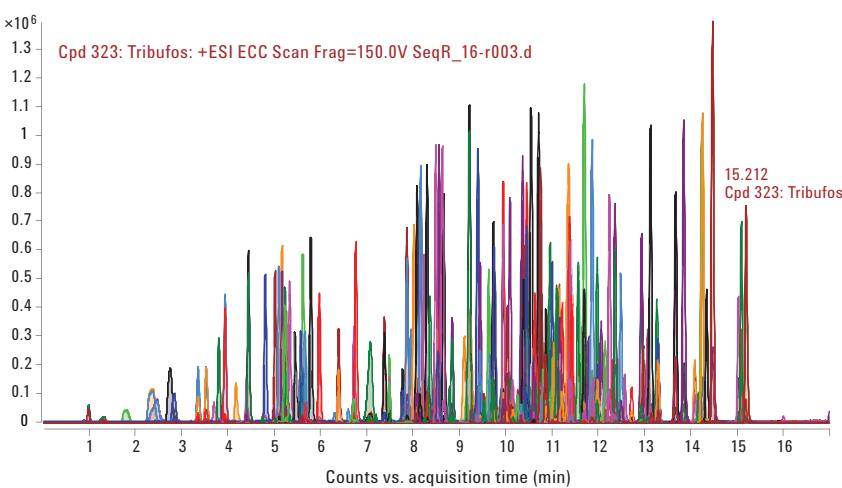
En este método, la superposición superior representa un extracto con las aflatoxinas B₁, B₂, G₁ y G₂ en concentraciones de 1 ppb con concentraciones de 2,5 ppb del patrón interno marcado isotópicamente en la superposición inferior. Los iones de confirmación se muestran para todos los compuestos. Observe que todos los límites de detección son inferiores a 140 ng/g (menos de 530 fg en columna).

Los sistemas Q-TOF ofrecen la capacidad necesaria para la identificación sistemática y la confirmación de compuestos no detectables mediante otros métodos.

En este caso, se ha añadido una mezcla de pesticidas a un extracto de fresa, el cual se ha analizado mediante un sistema LC Agilent 1200 SL y un sistema Q-TOF Agilent 6520.

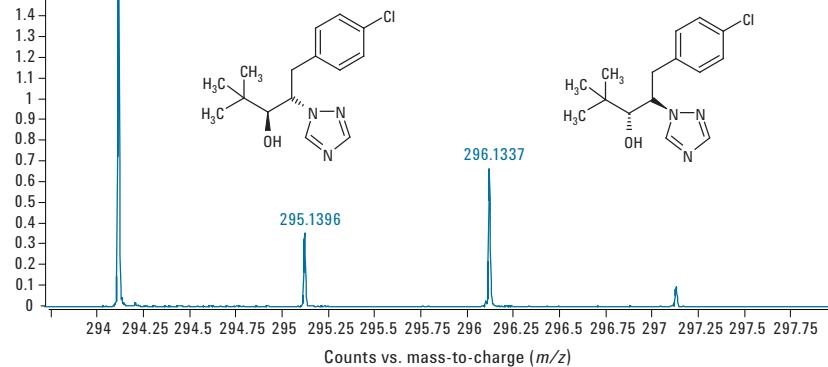
Arriba: cromatograma de iones extraídos generado a partir de un patrón de más de 200 pesticidas detectados en un extractor de "búsqueda de compuestos por características moleculares" con una función de búsqueda en bases de datos. Esta configuración de sensibilidad cumple los requisitos más estrictos del análisis de múltiples residuos.

Abajo: datos de espectros de masas de alta calidad recopilados a una velocidad de 10 espectros por segundo.



Cromatograma de compuestos extraídos (compuestos detectados mediante la extracción de características moleculares) de 200 pesticidas con el sistema LC Agilent 1200 SL LC y el sistema TOF Agilent 6230.

x10 ⁴	m/z	Abund	Abund %	Charge	Sat	Width	Rea
2.3	294.1366	21636	100	1	—	0.0095	31044
2.1	295.1396	3591	16.6	1	—	0.0101	29122
2	296.1337	6601	30.51	1	—	0.01	29608



Ejemplo de espectro de masas obtenido a partir de los datos de un análisis de 3 minutos con el sistema LC Agilent 1290 Infinity y el sistema Q-TOF Agilent 6540. Observe la resolución de masas a 10 espectros por segundos.



Para obtener más información acerca de las tecnologías y aplicaciones de seguridad alimentaria de Agilent, visite www.agilent.com/chem/food





Espectroscopia atómica (AA, ICP-OES, ICP-MS)

Las tecnologías más innovadoras para satisfacer sus necesidades analíticas y de productividad

Algunos metales son esenciales para la nutrición humana, pero otros son sumamente tóxicos. Por este motivo, y para confirmar el origen y la calidad de los alimentos, las trazas de metales se controlan prácticamente en todas las fases de la producción.

Normalmente, el análisis de metales en los alimentos requiere el uso de varias técnicas para procesar la amplia variedad de elementos, concentraciones y tipos de alimentos. Este método es lento y caro.

Sin embargo, la espectroscopia atómica permite procesar un número considerable de muestras, y cualificarlas con la máxima rapidez en la determinación de metales pesados. Las muestras con contenidos por encima del nivel de alarma se pueden someter a un análisis más detallado, en el caso de presentar diferentes formas químicas, mediante las técnicas de especiación de Agilent como LC ICP MS o GC ICP MS.

Importancia decisiva de la colaboración

La adquisición de Varian, una compañía con más de 60 años de experiencia en el ámbito de la innovación en espectroscopia atómica, nos ha permitido añadir una nueva serie de instrumentos para AA e ICP-OES a la gama de productos para ICP-MS de Agilent. Esta gama de productos incluye ahora:

- **Espectroscopia de absorción atómica (AA)** con un atomizador de llama de calidad superior, un horno de grafito y un sistema de generación de vapor diseñados especialmente para satisfacer las necesidades de análisis de su laboratorio.
- **Espectroscopia de emisión óptica por plasma acoplado inductivamente (ICP-OES)** con visualización del plasma radial o axial y medida simultánea de todas las longitudes de onda en una sola medida, con el mayor intervalo lineal y menores interferencias para ampliar el intervalo dinámico y reducir las interferencias.
- **Espectrometría de masas por plasma acoplado inductivamente (ICP-MS)** con tolerancia a matrices fuertes, un intervalo dinámico de nueve órdenes de magnitud y una celda de colisión/reacción en modo de helio para la eliminación fiable de interferencias en todos los tipos de muestras.

Ahora, puede contar con la exactitud, resistencia y fiabilidad de los instrumentos de espectrometría atómica en un solo sistema.



El sistema ICP-MS Agilent 7700 ofrece una exactitud sin precedentes para muestras de matriz fuerte, ofreciendo una eficiencia sin parangón en la eliminación de interferencias en modo colisión con He mediante un revolucionario diseño de tercera generación de la celda de colisión ORS.

Con una cobertura de elementos prácticamente universal y un amplio intervalo dinámico, el funcionamiento del sistema 7700 en el modo de helio ofrece el máximo nivel de exactitud y productividad para el análisis de alimentos y otros tipos de muestras relacionados.



El sistema ICP-OES Agilent 700 ofrece el máximo nivel de rendimiento, velocidad y flexibilidad.

El sistema 720/730 de visualización axial ofrece la máxima sensibilidad para las aplicaciones en el nivel de trazas. Además, la función MultiCal permite cuantificar de forma precisa y simultánea los elementos mayoritarios, y proporciona el intervalo dinámico necesario para determinar los elementos mayoritarios, las trazas y los elementos tóxicos en muestras de las muestras de alimentos y productos agrícolas.



El sistema AA Agilent 240FS/280FS, con un horno de grafito GTA 120, se ha diseñado para conseguir los límites de detección más bajos (niveles inferiores a ppb o ppt.). Este sistema es especialmente útil si es necesario analizar solamente un número reducido de analitos o si el volumen de la muestra es mínimo.

Resultados del análisis de leche entera en polvo según el patrón NIST 8435 mediante un sistema AA de secuencia rápida				
	Valor certificado	Sistema AA de secuencia rápida	% de precisión	Sistema AA convencional
% de Ca	0,922 +/- 0,049	0,914	0,8	0,916
mg/kg	814 +/- 76	820	0,7	812
% de K	1,363 +/- 0,047	1,364	1,0	1,351
% de Na	0,356 +/- 0,040	0,366	0,8	0,372
n = 10 muestras				

La determinación exacta de los elementos mayoritarios y tóxicos en las muestras de leche es una necesidad en el ámbito de la sanidad pública. En este caso, se ha analizado un patrón de leche entera en polvo NIST 8435 mediante un sistema AA de secuencia rápida tras la digestión en una solución de ácido tricloroacético. Los resultados indican una correspondencia adecuada con los valores certificados y se obtuvieron en *un período de tiempo un 30% inferior* en comparación con un sistema AA convencional.

Resultados de las muestras de fertilizantes mediante ICP-OES								
Etiquetas de muestras Unidades	As 188,980 mg/kg	Esperado mg/kg	Ca 370,602 %	Esperado %	Cd 214,439 mg/kg	Esperado mg/kg	Cr 267,716 mg/kg	Esperado mg/kg
Residuos B	141	141	0,0233	0,0242	0,64	NA	110	111
Magruder 4B	2,05	1,75	2,71	2,48	12,31	NA	125,2	132,6
Magruder 6B	5,75	5,66	4,93	5,94	1,51	NA	50,88	51,08
Etiquetas de muestras Unidades	Cu 327,395 %	Esperado %	Fe 261,382 %	Esperado %	K ₂ O 404,721 %	Esperado % K ₂ O	Mg 279,078 %	Esperado %
Residuos B	0,0407	0,0398	0,012	0,014	NA	NA	12,6	12,2
Magruder 4B	0,0461	0,0307	0,350	0,400	11,02	10,54	1,62	1,64
Magruder 6B	1,010	0,976	0,500	0,500	21,37	20,54	0,53	0,62
Etiquetas de muestras Unidades	Mn 294,921 %	Esperado %	Na 589,592 %	Esperado %	P 214,914 % P ₂ O ₅	Esperado % P ₂ O ₅		
Residuos B	0,51	0,48	0,94	0,94	0,51	0,50		
Magruder 4B	0,036	0,039	0,31	0,29	8,1	9,1		
Magruder 6B	0,014	0,015	0,57	0,58	9,1	9,9		
Etiquetas de muestras Unidades	Pb 220,353 mg/kg	Esperado mg/kg	Se 196,026 mg/kg	Esperado mg/kg	Zn 213,857 %	Esperado %		
Residuos B	6,8	5,7	NA	NA	0,0244	0,0249		
Magruder 4B	1,16	2,18	0,43	0,44	0,043	0,048		
Magruder 6B	1,88	2,15	0,13	0,12	0,003	0,003		

Los fertilizantes juegan un papel muy importante para mantener la producción de los cultivos, ya que aportan nutrientes esenciales, como el nitrógeno (N), el fósforo (P₂O₅) y el potasio (K₂O).

En esta tabla se resumen los resultados obtenidos con muestras de fertilizantes preparadas mediante digestión y extracción por microondas, y tras la evaluación de los macronutrientes, nutrientes secundarios y micronutrientes mediante un sistema ICP-OES simultáneo. La combinación de las técnicas de microondas e ICP-OES permite la preparación y el análisis de las muestras de forma rápida y sencilla, y además se necesita *solo* un sistema de análisis para medir todos los elementos de interés.

Para obtener más información acerca de las tecnologías y aplicaciones de seguridad alimentaria de Agilent, visite www.agilent.com/chem/food



Determinación de elementos tóxicos en productos de medicina tradicional china mediante ICP-MS

Nombre de la muestra Elemento	Gegen (sopa)	Zhike San	Guifudihuang (comprimidos)	Huanglianshangqing (comprimidos)	Jinsangsanjie (comprimidos)	Naodesheng (comprimidos)	Shugan (comprimidos)
Be	Valor detectado % de DER	0,020 5,2	0,009 2,6	0,032 1,0	0,034 5,1	0,060 2,0	0,037 1,4
Cr	Valor detectado % de DER	0,34 2,0	0,46 2,0	1,40 1,9	1,58 2,6	4,89 2,3	1,74 2,5
Mn	Valor detectado % de DER	34,77 0,7	17,80 2,4	54,783 1,1	0,37 2,20	87,23 1,21	23,96 2,62
Ni	Valor detectado % de DER	1,09 0,6	1,17 0,9	1,24 1,4	1,64 0,8	3,09 2,2	1,50 1,8
Cu	Valor detectado % de DER	1,49 0,6	1,68 0,6	4,08 0,6	8,85 2,5	15,23 2,3	3,56 2,38
Zn	Valor detectado % de DER	5,66 0,6	4,82 1,1	21,27 2,4	18,57 1,3	37,07 1,5	15,33 1,7
As	Valor detectado % de DER	ND 1,6	0,26 1,4	0,46 3,9	0,79 3,5	0,89 5,7	0,56 3,3
Ag	Valor detectado % de DER	0,0009 5,3	0,0008 6,3	0,005 2,1	0,007 5,8	0,079 3,5	0,006 5,6
Cd	Valor detectado % de DER	0,022 5,5	0,042 1,5	0,10 1,2	0,11 2,7	0,15 1,9	0,077 3,6
Ba	Valor detectado % de DER	5,86 1,1	8,94 1,7	15,32 1,4	44,76 2,1	167,8 2,8	136,7 0,3
Hg	Valor detectado % de DER	0,003 6,8	0,002 5,8	0,85 3,3	0,088 5,5	0,027 5,0	0,076 3,5
Tl	Valor detectado % de DER	0,008 1,3	0,027 2,4	0,025 2,7	0,020 3,6	0,033 3,2	0,036 1,1
Pb	Valor detectado % de DER	0,15 0,7	0,16 1,1	0,93 2,6	1,54 2,1	2,14 1,7	0,68 1,5

Resultados del análisis de preparados de medicina tradicional china ($n = 8$). Unidad: $\mu\text{g g}^{-1}$.

Anteriormente, los productos de fitoterapia se analizaban mediante una combinación de métodos espectroscópicos lentos y costosos, como la espectroscopía de fluorescencia atómica (AFS) y la espectroscopía de emisión atómica (AES).

En la actualidad, la técnica ICP-MS se usa cada vez con más frecuencia para la determinación de elementos, ya que ofrece una cobertura prácticamente universal, unos límites de detección bajos y el intervalo dinámico más amplio (nueve órdenes de magnitud, de 1 pg/ml a 1.000 $\mu\text{g/ml}$).

En este caso, se han determinado trece elementos tóxicos en siete preparados de medicina tradicional china mediante un sistema ICP-MS de Agilent tras la digestión por microondas. El estudio demuestra que algunos preparados de medicina tradicional china contenían elementos tóxicos en niveles muy por encima de los límites legales. Por ejemplo, en el caso de los comprimidos Shugan, se superan los límites para Hg (0,2 ppm) y As (2,0 ppm) según lo establecido en la *farmacopea de 2010 de la República Popular China*. No obstante, se debe tener en cuenta que la digestión total de la muestra no ofrece una indicación precisa de la exposición del paciente.

Capacidad de análisis de un número elevado de muestras de alimentos con mayor rapidez

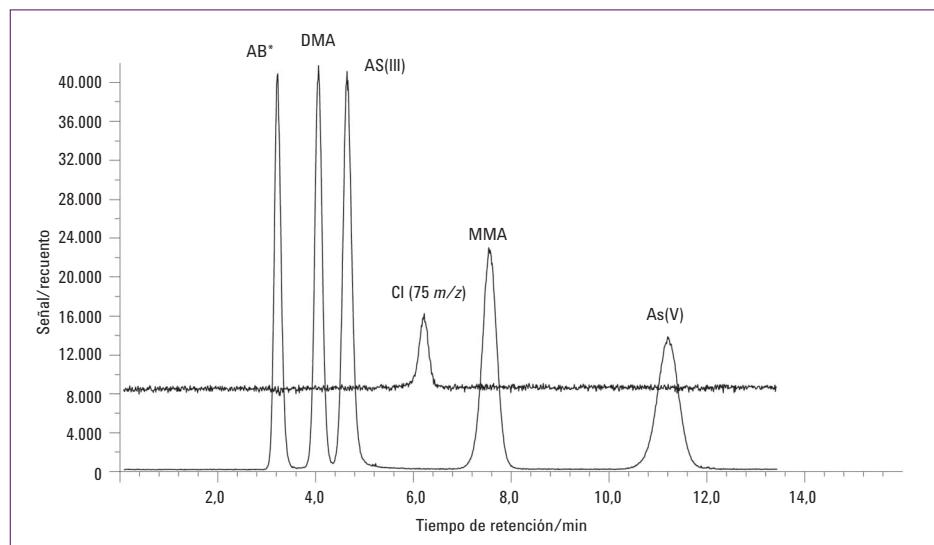
La medida del contenido elemental de los alimentos ha avanzado considerablemente con la introducción de la espectrometría de masas por plasma acoplado inductivamente (ICP-MS). La técnica ICP-MS permite analizar rápidamente múltiples elementos en el nivel de trazas, lo que permite agilizar los procesos en comparación con técnicas de análisis de elementos individuales más lentas, como la espectroscopía de absorción atómica con horno de grafito (GFAAS).

Especiación de As mediante LC-ICP-MS

En esta separación, se ha usado el método HPLC-ICP-MS para separar las formas inorgánicas tóxicas de As (As(III) y As(V)) de las especies orgánicas menos perjudiciales. La separación de 5 especies en orina humana se realizó en 12 minutos. El método es válido para el análisis de orina sin diluir con unos límites de detección de 0,1 µg/l o inferiores para las especies de As individuales.

Con una tolerancia a las matrices excepcional, un intervalo dinámico de nueve órdenes de magnitud y una eliminación de las interferencias fiable mediante una celda en modo de helio, el sistema ICP-MS Agilent 7700 permite realizar una medición exacta de todos los elementos regulados para los alimentos con independencia de la matriz de muestra.

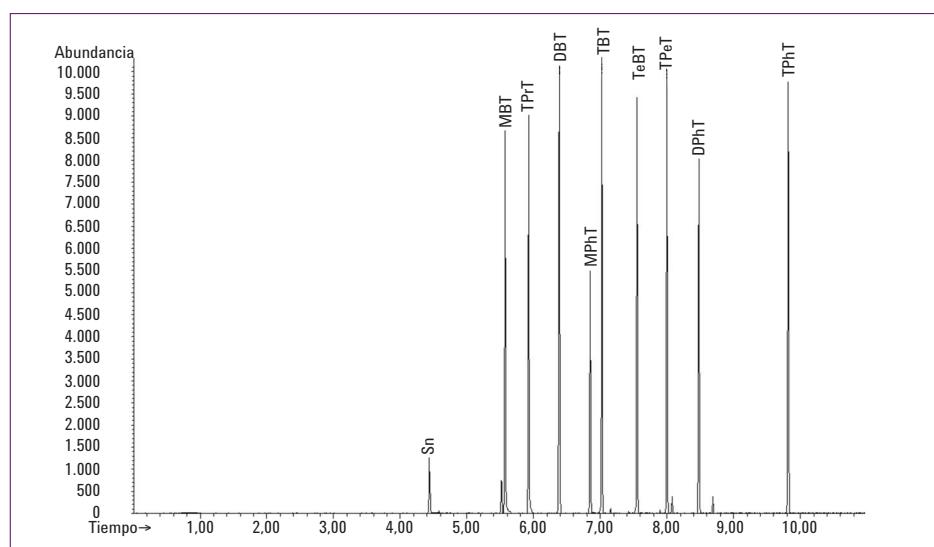
Además, el sistema 7700 se puede acoplar de forma sencilla a los sistemas LC y GC de Agilent para las aplicaciones de especiación de alto rendimiento, incluido el control de formas tóxicas de elementos como As, Sn o Hg en los alimentos.



Especiación de Sn mediante GC-ICP-MS

En este cromatograma se muestra un patrón de una mezcla de compuestos organoestánicos con 20 ng/ml (partes por mil millones) de cada compuesto. El orden de elución es Sn, MBT, TPtT, DBT, MPhT, TBT, TeBT, TPtT, DPhT, TPhT.

En el caso de la determinación mediante GC-ICP-MS de compuestos de Sn y Hg, se pueden aprovechar las ventajas de la dilución de isótopos específicos de especies (SS-IDMS), que permite generar resultados con menor incertidumbre que los conseguidos mediante calibración externa y compensar posibles pérdidas en las recuperaciones tras la extracción o derivatización.



Para obtener más información acerca de las tecnologías y aplicaciones de seguridad alimentaria de Agilent, visite www.agilent.com/chem/food





Espectroscopía molecular

Identificar, confirmar, solucionar y analizar

La adquisición de Varian ha permitido a Agilent aumentar la especialización, variedad y eficacia de sus soluciones analíticas, lo que incluye ideas nuevas para la identificación y confirmación moléculas de compuestos de interés o el estudio de especies desconocidas en matrices complejas:

- **Espectroscopía de resonancia magnética nuclear (NMR):** la identificación sistemática y la caracterización adquieren una nueva dimensión tras revelar cómo *están organizados los átomos en el espacio*.
- **Fluorescencia UV:** permite analizar la fluorescencia molecular mediante un haz de luz ultravioleta que excita electrones específicos, lo que tiene como resultado que dichos electrones emitan luz con un nivel de energía inferior.
- **Espectroscopía de transformada de Fourier por infrarrojos:** permite identificar grupos funcionales según sus frecuencias de absorción de la radiación infrarroja, lo cual es fundamental para la elucidación estructural y la identificación de compuestos.
- **Espectroscopía UV-VIS:** permite la medida directa no destructiva y obtener información cuantitativa y cualitativa a través de los espectros obtenidos.



El sistema Varian 400-MR es el instrumento perfecto para la realización de análisis de resonancia magnética nuclear rápidos y fiables en una superficie reducida.

Resonancia magnética nuclear: análisis e interpretación espetrales completos

El sistema Agilent 400-MR DD2 es el instrumento perfecto para la realización de análisis de resonancia magnética nuclear rápidos y fiables en una superficie reducida. Este sistema incluye lo siguiente:

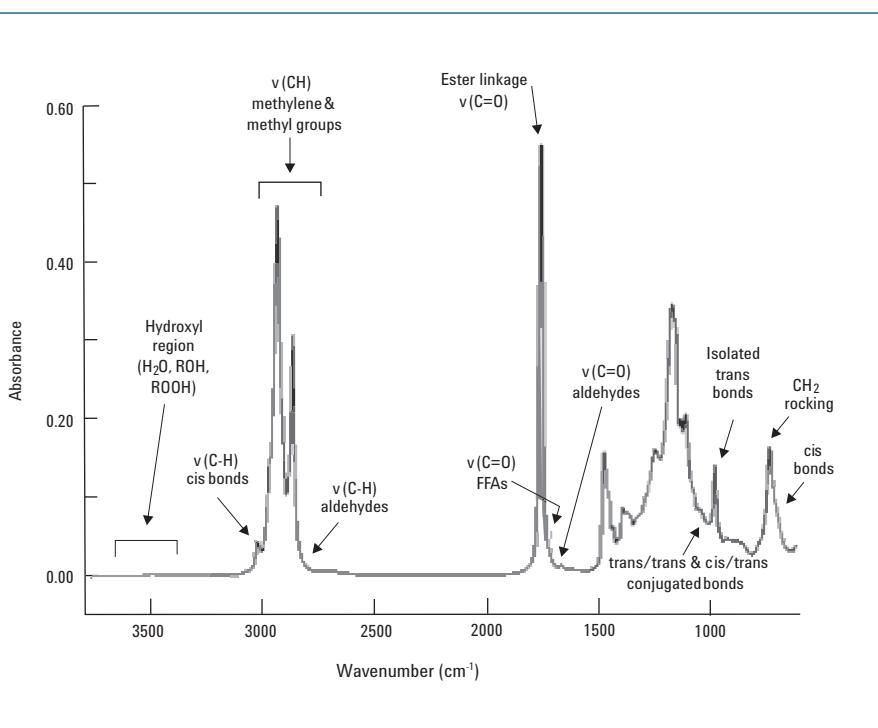
- La **estructura electrónica de DirectDrive** captura de forma precisa la radiofrecuencia y los gradientes, y permite el control total de la programación de los impulsos. Las complejas secuencias de adquisición de datos con numerosos eventos de excitación selectiva (por ejemplo, resonancia magnética nuclear de Hadamard) se pueden obtener con tan solo pulsar un botón, lo que permite reducir el tiempo destinado a la optimización de los métodos y dedicar más tiempo al análisis de los resultados de los experimentos.
- Con el **receptor DirectDigital**, el método de detección de cuadratura se ha quedado obsoleto, ya que este nuevo método proporciona líneas base planas reproducibles y reduce los artefactos *sin complejos algoritmos posteriores a la adquisición*. Además, este sistema receptor exclusivo garantiza la detección y la cuantificación fiables de componentes minoritarios en matrices complejas con un proceso de preparación de muestras mínimo.
- El **software fácil de usar** simplifica la detección, confirmación y cuantificación de compuestos, incluido el análisis de mezclas.

Además, el sistema Agilent 400-MR DD2 ofrece un excelente rendimiento criogénico para períodos de funcionamiento continuado más prolongados.

Espectroscopía de transformada de Fourier por infrarrojos: rendimiento analítico superior en situaciones reales

Gracias a la adquisición de Varian, ahora tiene a su disposición los sistemas de infrarrojos más rápidos y de mayor rendimiento con el sello Agilent. Además, el software flexible y eficaz permite transformar el instrumento de infrarrojo en un analizador especializado para automatizar la recopilación y el análisis de datos. Por lo tanto, ahora puede identificar más compuestos con mayor rapidez y claridad que nunca.

La espectroscopía de infrarrojos es un método de identificación y cuantificación importante para los sectores alimentario, de piensos para animales y mascotas, y nutrición. Los versátiles espectrómetros y los microscopios de alto rendimiento Agilent Cary 600 serie se han diseñado para aplicaciones relacionadas con la alimentación, bebidas, aromas, envasados, los patógenos transmitidos por los alimentos, los análisis de aceite comestible, los contaminantes y adulterantes de los alimentos, el control de la fermentación, las vitaminas, los aditivos alimentarios y los complementos nutricionales.



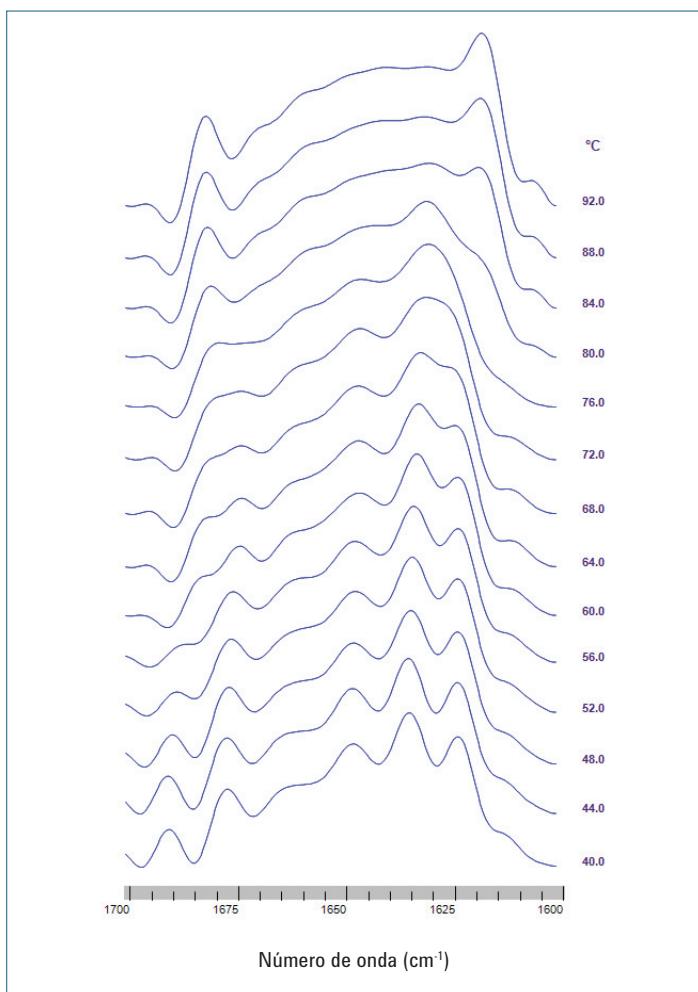
Espectro de vibracional de un aceite comestible. La espectroscopía infrarroja por transformador de Fourier es el método ideal para las aplicaciones de control y garantía de calidad, como la determinación del contenido de ácidos grasos trans mediante el método AOAC de clasificación y discriminación de adulterantes de los alimentos. Además, este método es útil para las aplicaciones de alimentos Halal y el análisis de emulsiones para el procesamiento de alimentos y bebidas.

Para obtener más información acerca de las tecnologías y aplicaciones de seguridad alimentaria de Agilent, visite www.agilent.com/chem/food



La β -lactoglobulina (β -Ig) es la proteína globular más abundante en la leche y el componente mayoritario de las fracciones de suero de la leche.

En este ejemplo, se han analizado en tiempo real las propiedades térmicas de la β -Ig A (5% de p/v) en un tampón de fosfato deuterado a pH 8,6 mediante la observación de los cambios de la estructura secundaria con un software de cinética intuitivo. Se muestra el gráfico de la serie de espectros de infrarrojos deconvolucionados y apilados durante el calentamiento de 40 °C a 92 °C. Esta información se proporciona como un modelo útil para el estudio de la relación entre la estructura y la función de la proteína.



Espectroscopia de fluorescencia: ampliación de los límites de medición

En el caso del espectrofotómetro de fluorescencia Cary Eclipse, se ha aprovechado al máximo la tecnología de reconocido prestigio de los espectrómetros UV-Vis Cary. Con su exclusiva lámpara de xenón pulsante, el sistema Cary Eclipse es el único espectrofotómetro de fluorescencia con inmunidad a la luz ambiental. El tamaño de la muestra ya no es ningún inconveniente, ya que puede dejar el compartimento de muestras abierto mientras recopila los datos.

Hay disponibles una serie de accesorios para las aplicaciones destinadas a alimentos, como soportes multicelda termostatizados por Peltier, polarizadores, fibra óptica líquida, sondas de muestreo de sólidos y un lector de microplacas con capacidad para leer placas de 96 y 384 pocillos.



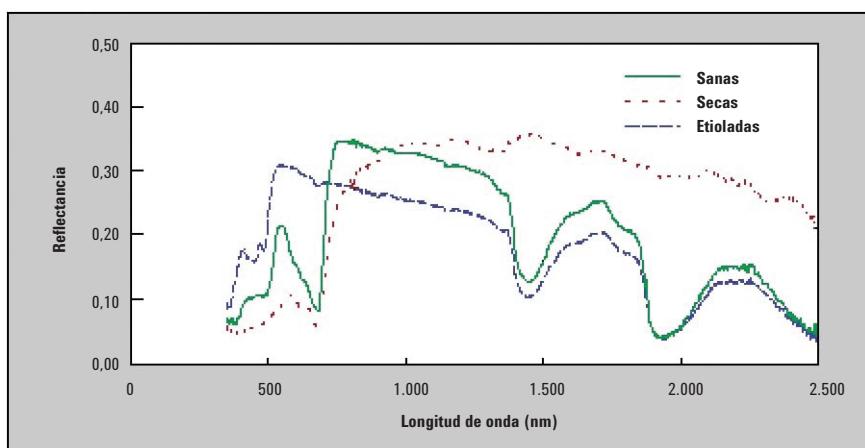
Espectroscopía UV-Vis: método de referencia para la investigación

La gama de espectrofotómetros UV-Vis y UV-Vis-NIR Cary de Agilent ofrece una exactitud y linealidad fotométricas excepcionales, una estabilidad óptica superior y la máxima resolución espectral.

Agilent tiene el sistema UV-Vis adecuado para todos los análisis químicos de alimentos, como los análisis de garantía y control de calidad, medidas con fibras ópticas, el desarrollo de métodos o la investigación fundamental y aplicada. Además, puede elegir entre una amplia variedad de accesorios, como soportes de celda termostatizados por Peltier, inyectores automáticos, sondas de fibra óptica y esferas de integración.

El análisis de los taninos del vino es fundamental para lograr la fermentación adecuada. El espectrofotómetro UV-Vis Cary 60, con un sistema de fibra óptica y una lámpara pulsante de xenón exclusivos, facilita el procesamiento de la muestra en el instrumento, lo que minimiza la preparación de la muestra sin que esto afecte a la calidad de los datos.

Además, el software de análisis de vino Cary permite incluso a los usuarios sin conocimientos técnicos analizar muestras de vino en unos segundos y realizar dieciséis análisis reconocidos internacionalmente para determinar la densidad y el tono del color, y el contenido de dióxido de azufre, ácido cítrico y glucosa o fructosa.



Los cálculos de la reflectancia de la superficie derivados de los datos hiperespectrales se pueden usar para evaluar las condiciones de variación espacial de los cultivos y la biomasa en amplios campos de cultivo.

Esta comparación entre los espectros de hojas de trigo sanas y etioladas muestra el impacto distinto del contenido de pigmentos en la reflectancia y la transmitancia. Como se puede observar, la reflectancia del rojo visible se reduce considerablemente en el caso de las hojas etioladas debido a la inhibición de la síntesis de clorofila. Además, los espectros de las hojas etioladas muestran una reducción de la respuesta significativa en el área del azul visible debido a los pigmentos carotenoides, que se desarrollan incluso en ausencia de luz.

Para obtener más información acerca de las tecnologías y aplicaciones de seguridad alimentaria de Agilent, visite www.agilent.com/chem/food





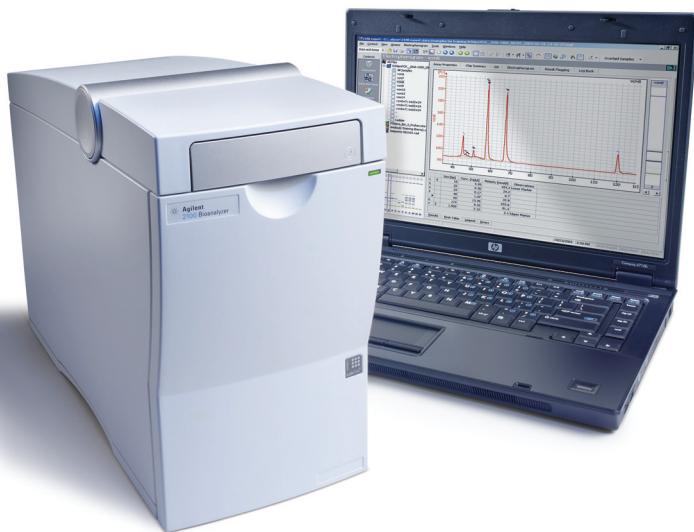
Análisis de alimentos biológicos

Uso de los métodos más modernos para la identificación de especies, la confirmación de patógenos y la detección de alérgenos

La electroforesis y la reacción en cadena de la polimerasa son dos de las técnicas de análisis de alimentos biológicos usadas con más frecuencia. Normalmente, para la electroforesis se usa el método de gel de poliacrilamida con dodecilsulfato sódico. Sin embargo, los operadores deben tener los conocimientos especializados necesarios para preparar, analizar y realizar un barrido de los geles, e interpretar los patrones de las bandas. Además, este método sistemático puede tardar dos días y resulta demasiado lento para muchas aplicaciones de alimentos en las que las decisiones se deben tomar en cuestión de horas o minutos. Los análisis basados en ácidos nucleicos (incluida la reacción en cadena

de la polimerasa) se usan cada vez con más frecuencia como una alternativa rápida a las técnicas de cultivo bacteriológico convencionales para el análisis de microbios patógenos.

La reacción en cadena de la polimerasa cuantitativa (qPCR) en tiempo real permite realizar mediciones *cinéticas en tiempo real*, lo que supone una serie de ventajas considerables frente a la reacción en cadena de la polimerasa convencional, como la velocidad de reacción, la sensibilidad y la especificidad. Además, con esta técnica se evita la contaminación cruzada dado que se elimina la necesidad de abrir los tubos de reacción para el análisis posterior a la reacción en cadena de la polimerasa.



El bioanalizador Agilent 2100 Bioanalyzer y los productos de qPCR permiten aprovechar los métodos basados en ácidos nucleicos rápidos y asequibles para determinar la calidad de los alimentos. Además, puede usar el bioanalizador 2100 para realizar cálculos de cuantificación de seguimiento.

Detección de patógenos multiplexada

Los avances en el ámbito de la codificación de masas y la reacción en cadena de la polimerasa cuantitativa permiten identificar genes individuales y someterlos a una reacción con los marcadores correspondientes (prímeros). Esto permite acceder al ADN y manipularlo en el nivel *químico*, e identificar los patógenos desconocidos según una serie de mediciones de masas precisas.

Identificación de especies

El calentamiento y enfriamiento de las proteínas puede provocar su pliegue y despliegue, lo que facilita una serie de reacciones específicas y permite buscar secuencias de ADN individuales. Por ejemplo, puede combinar datos genéticos (de la reacción en cadena de la polimerasa cuantitativa) con la capacidad de separación del bioanalizador 2100 para identificar de forma exacta especies de peces.

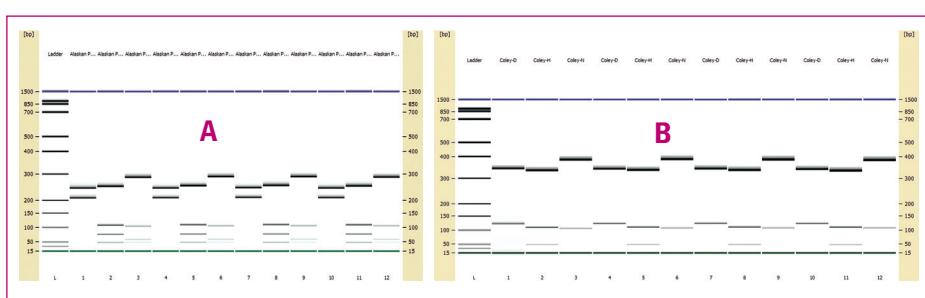
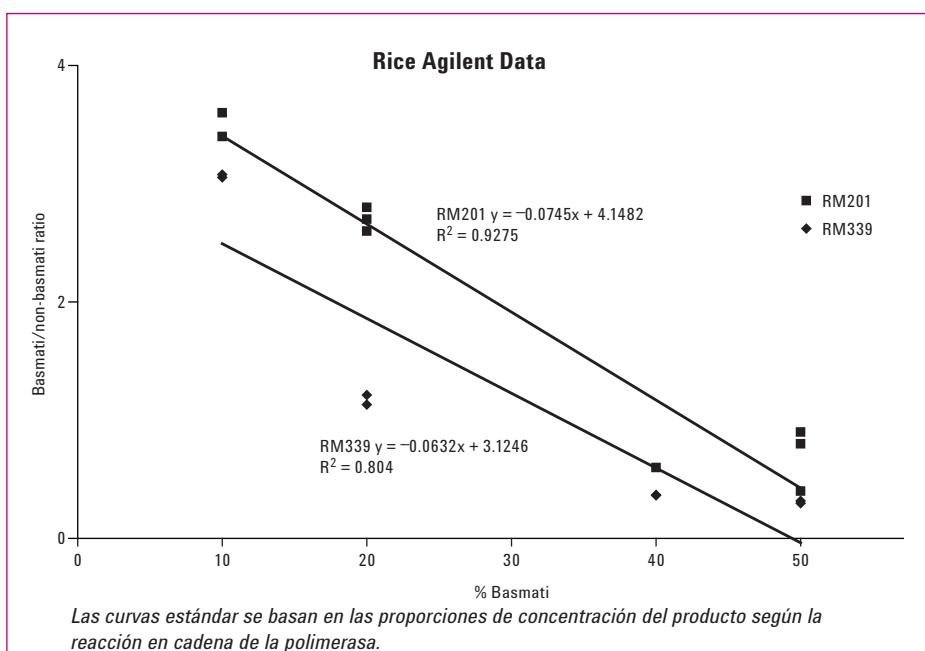
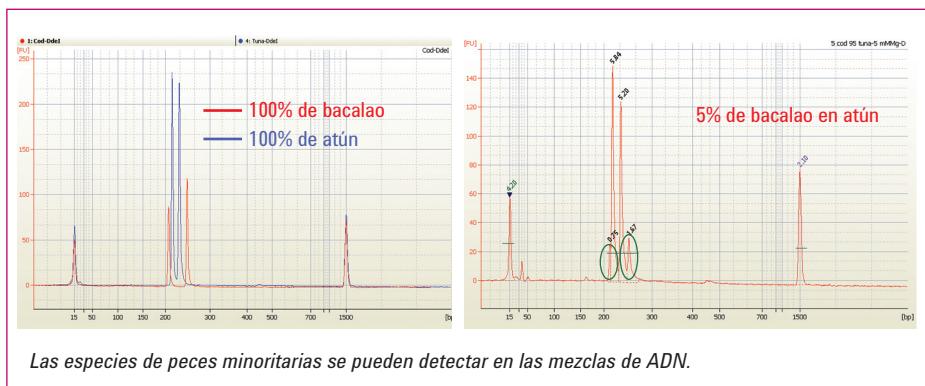
En el caso de los métodos comunes de especiación de alimentos de origen marino basados en proteínas (como el enfoque isoeléctrico), el analista debe tener la formación necesaria, ya que no se puede distinguir fácilmente las especies relacionadas, y además no son aptos para los alimentos procesados. Sin embargo, los métodos de ADN, como el método PCR-RFLP (reacción en cadena de la polimerasa y polimorfismo de longitud de fragmentos de restricción), ofrecen resultados más objetivos, específicos y fiables en el caso de las muestras mixtas o con un alto nivel de procesamiento.

En este caso, el extracto de ADN se ha mezclado con ADN de atún en una proporción de 1:20. A continuación, la mezcla se ha amplificado mediante una reacción en cadena de la polimerasa y un proceso de digestión con la enzima Ddel. Los picos del bacalao se indican con un círculo verde y se pueden identificar mediante un sistema de correspondencia RFLP con un algoritmo de mezcla.

El etiquetado correcto del arroz es fundamental para garantizar la calidad y el cumplimiento de la normativa. En el año 2003, la agencia de normativa alimentaria del Reino Unido (Food Standards Agency) realizó un control de los productos de arroz basmati con un método de análisis de la variedad de ADN mediante la amplificación por reacción en cadena de la polimerasa de ocho secuencias de microsatélites de arroz. En este estudio se observó que el 74% de los productos muestreados contenían variedades de arroz distintas del basmati en una cantidad superior al 7%.

Dada la evidente necesidad de comprobar las variedades, se ha desarrollado un método de bioanálisis para diferenciar las variedades de arroz autorizadas y no autorizadas mediante tres conjuntos de primeros. Como se muestra a continuación, para el análisis se pueden usar también mezclas de referencia para calcular el nivel de arroz no basmati.

La combinación del bioanalizador Agilent 2100 y el software de descodificación para RFLP genera datos altamente reproducibles. En esta figura se muestra la reproducibilidad del método entre laboratorios para el abadejo de Alaska (A) y el carbonero (B).



Para obtener más información acerca de las tecnologías y aplicaciones de seguridad alimentaria de Agilent, visite www.agilent.com/chem/food





Preparación de muestras

Extraiga y concentre muestras en matrices complejas con toda seguridad

Los kits QuEChERS de Agilent hacen su preparación de muestras más fácil y fiable.

Los kits QuEChERS preenvasados de Agilent permiten reducir el tiempo de preparación de muestras QuEChERS.

- Los **kits de extracción** con sales pesadas previamente en envases anhidros permiten añadir las sales *después* de añadir el disolvente orgánico a la muestra para evitar una reacción exotérmica que pueda afectar a la recuperación de los analitos.
- Los **kits de dispersión con sorbentes y sales** suministrados en tubos de centrífuga de 2 ml o 15 ml permiten usar los volúmenes de alícuota especificados por las metodologías actuales AOAC y EN.
- Los **homogeneizadores cerámicos** descomponen los aglomerados de sales para facilitar la extracción uniforme de las muestras y aumentar la recuperación del producto durante la extracción y la dispersión.

Los productos de extracción en fase sólida de Agilent contribuyen a garantizar unos resultados precisos y reproducibles desde el primer momento

Mediante la aplicación de los principios de la cromatografía líquida, los productos de extracción en fase sólida de Agilent permiten separar selectivamente las interferencias y los analitos de matrices complejas, como los alimentos y las muestras biológicas. Estos productos incluyen:

- Un **proceso de control de calidad de tres niveles exclusivo** que confirma el tamaño de partículas correcto y ofrece un flujo continuo y un rendimiento superiores.
- Una **química de enlace trifuncional** que ofrece una mayor estabilidad en comparación con los métodos de enlace monomérico.
- Una **amplia selección de fases silíceas, no silíceas y poliméricas** en diversos formatos, como cartuchos o placas de 96 pocillos.
- Una **gama completa de colectores y accesorios**.



Procedimiento QuEChERS de Agilent para la determinación de 11 antibióticos de quinolona en hígado bovino. La extracción se realizó mediante kits de extracción Agilent EN y ácido fórmico al 5% en acetonitrilo. La limpieza se realizó mediante kits SPE dispersiva de Agilent (25 mg de C18 y 150 mg de MgSO₄). A continuación, las muestras extraídas se analizaron mediante LC/MS/MS.

Los límites de cuantificación fueron de 5,0 ng/g y las curvas de calibración fueron lineales en un intervalo de 5,0 a 400 ng/g. Las recuperaciones de las muestras enriquecidas fueron del 90% y el 110% para 10 de los 11 compuestos (valor del 65% para el ácido pipemídico) y los valores de desviación estándar relativa estuvieron comprendidos entre el 2% y el 13,4%.

Procedimientos de extracción QuEChERS

Pese 2 g de una muestra de hígado homogeneizada ($\pm 0,05$ g) en un tubo de centrífuga de 50 ml.

Añada 100 μ l de la solución con el patrón interno y 50 μ l de la solución con el control de calidad y, si es necesario, mezcle en el vórtex durante 30 segundos.

Añada 8 ml de un tampón de KH₂PO₄ (30 mM y pH 7,0) y mezcle en el vórtex.

Añada 10 ml de ácido fórmico al 5% en acetonitrilo y agite energicamente durante 30 segundos.

Añada el kit de extracción SampliQ EN QuEChERS y agite energicamente durante 1 minuto.

Centrifugue a 4.000 rpm durante 5 minutos.

Transfiera 1 ml de la capa superior de acetonitrilo al tubo de 2 ml de extracción en fase sólida dispersiva SampliQ QuEChERS.

Mezcle en el vórtex durante 1 minuto y centrifugue a 13.000 rpm durante 3 minutos con una microcentrifuga.

Transfiera 800 μ l del extracto a otro tubo y purgue a 40 °C con N₂.

Reconstituya 800 μ l hasta obtener MeOH y H₂O en una proporción de 1:9 con ácido fórmico al 0,1%, mezcle en el vórtex y aplique un baño de ultrasonidos.

Filtre las muestras con 0,22 μ m de acetato de celulosa mediante filtros centrífugos.

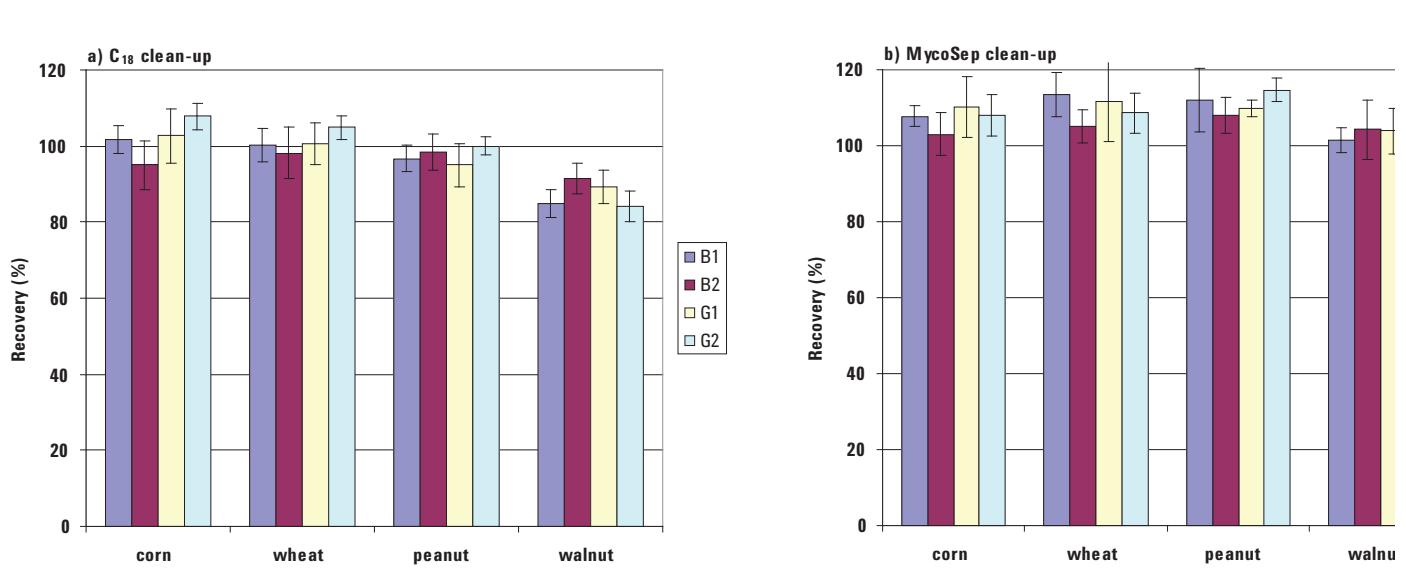
La muestra está lista para el análisis de LC/MS/MS.

Diagrama de flujo del procedimiento QuEChERS de Agilent para antibióticos



Para obtener más información acerca de las tecnologías y aplicaciones de seguridad alimentaria de Agilent, visite www.agilent.com/chem/food





Recuperación de aflatoxinas B₁, B₂, G₁ y G₂ de matrices de alimentos mediante limpieza con a) C₁₈ o b) MycoSep.

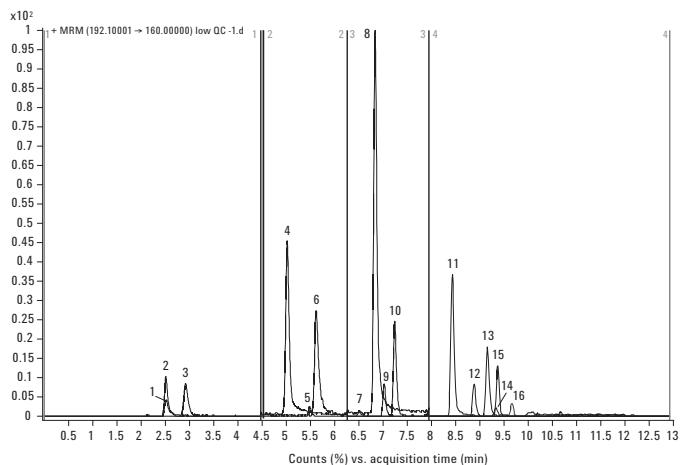
En este caso, se ha ampliado la aplicación del método QuEChERS a la producción de cereales y frutos secos para el análisis y la confirmación de las aflatoxinas B₁, B₂, G₁ y G₂. El límite de detección es <0,15 µg/kg y el límite de cuantificación es <0,5 µg/kg para todas las matrices de muestras.

Toxin	Recovery [%] ± RSD [%], 3 levels, n = 3						
	Wheat	Corn	Durum	Oats	Bread	Muesli	Infant Food
DON	90 ± 5.2	93 ± 2.8	98 ± 3.8	96 ± 5.1	87 ± 1.7	87 ± 3.7	88 ± 12
NIV	67 ± 5.9	74 ± 2.5	67 ± 6.3	73 ± 10	65 ± 5.7	71 ± 13	66 ± 10
3ADON	89 ± 9.3	88 ± 7.6	97 ± 6.6	93 ± 11	100 ± 5.5	101 ± 7.1	91 ± 9.4
15ADON	92 ± 13	87 ± 15	89 ± 11	89 ± 11	96 ± 9.5	98 ± 8.3	96 ± 6.6
FUS	91 ± 10	94 ± 4.2	91 ± 7.8	91 ± 7.8	98 ± 8.5	97 ± 6.4	6 ± 4.3
T-2	87 ± 7.6	88 ± 8.8	84 ± 2.2	84 ± 2.2	83 ± 8.2	75 ± 11	70 ± 7.3
HT-2	82 ± 7.3	91 ± 3.3	85 ± 5.0	85 ± 5.0	79 ± 3.3	70 ± 7.7	74 ± 0
NEO	91 ± 2.6	78 ± 11	68 ± 18	68 ± 18	80 ± 2.0	104 ± 10	71 ± 6.3
DAS	82 ± 8.3	89 ± 3.6	85 ± 5.2	85 ± 5.2	75 ± 3.7	82 ± 6.8	68 ± 4.6
MAS	86 ± 13	85 ± 12	93 ± 4.2	93 ± 4.2	86 ± 11	88 ± 16	91 ± 14
T-2 triol	69 ± 9.1	66 ± 1.2	83 ± 2.8	83 ± 2.8	76 ± 9.3	82 ± 3.3	71 ± 7.9
T-2 tetraol	69 ± 12	75 ± 6.8	73 ± 10	73 ± 10	65 ± 11	67 ± 17	70 ± 16
ZEA	110 ± 5.9	113 ± 5.0	108 ± 4.8	108 ± 4.8	111 ± 6.0	102 ± 2.7	116 ± 6.7

Trichothecene contents of six naturally contaminated samples analyzed with DONPrep® IAC, MycoSep® 227 and Bond Elut Mycotoxin® cartridges, (n=3). Data reported by Klötzel et al.

Al género Fusarium pertenecen una serie de hongos que producen toxinas y se encuentran con frecuencia en los cereales cultivados en las regiones templadas de América, Europa y Asia. En esta tabla se muestran las recuperaciones medias y las desviaciones estándar relativas obtenidas para 12 tricotecenos y cearalenonas de muestras enriquecidas de trigo, maíz, trigo duro, avena, pan, muesli y cereales infantiles tras la limpieza en columnas Bond Elut Mycotoxin.

Como se puede observar, las recuperaciones (sobre todo en el caso de las toxinas polares DON, NIV, 3ADON y T-2 tetraol) aumentaron hasta un 31% en comparación con el método de extracción en cartuchos de carbón y alúmina.



Identificación de picos:

- | | |
|-------------------|--------------------|
| 1. Metamidofós | 10. Carbarilo |
| 2. Acefato | 11. Etoprofós |
| 3. Pimetrocina | 12. Penconazol |
| 4. Carbendazim | 13. Ciprodinilo |
| 5. Imidaclorprida | 14. Diclofluanida |
| 6. Tiabendazol | 15. Metilcresoxima |
| 7. Diclorvos | 16. Tolifluanida |
| 8. Propoxur | |
| 9. Metiltiofanato | |

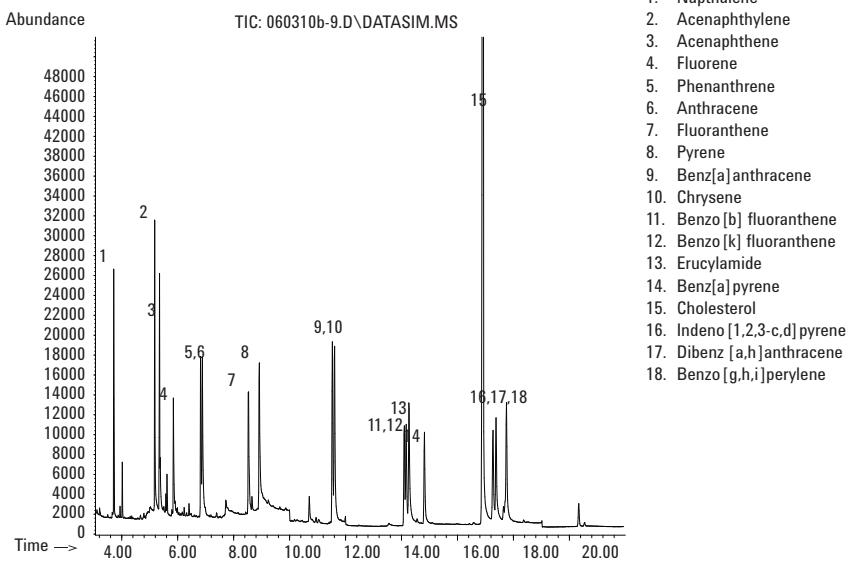


2b. Chromatogram of 10 ng/g fortified apple extract. Peak identification: 1. Methamidophos, 2. Acephate, 3. Pyrimetozine, 4. Carbendazim, 5. Imidaclorprida, 6. Thiabendazole, 7. Diclorvos, 8. Propoxur, 9. Thiophanate methyl, 10. Carbaryl, 11. Ethoprophos, 12. Penconazole, 13. Cyprodinil, 14. Dichlorvos, 15. Kresoxim methyl, 16. Tolylfluanida.

Cromatograma de 10 ng/g de extracto de manzana enriquecido.

En este caso, el kit de extracción tamponada Agilent AOAC y el kit de extracción en fase sólida dispersiva Agilent AOAC para frutas y verduras en general proporciona un método sencillo, rápido y eficaz para la purificación de los pesticidas representativos de la manzana.

Según los patrones enriquecidos con la matriz, la recuperación y la reproducibilidad fueron aceptables para la determinación de pesticidas de varias clases y múltiples residuos. Las impurezas y los efectos de la matriz de la manzana fueron mínimos y no interfirieron con la cuantificación de los compuestos de interés. Además, los límites de cuantificación de los pesticidas fueron considerablemente inferiores a los límites máximos de residuos establecidos en Europa y Estados Unidos.



1. Naphthalene
2. Acenaphthylene
3. Acenaphthene
4. Fluorene
5. Phenanthrene
6. Anthracene
7. Fluoranthene
8. Pyrene
9. Benz[a]anthracene
10. Chrysene
11. Benzo [b] fluoranthene
12. Benzo [k] fluoranthene
13. Erucylamide
14. Benz[a]pyrene
15. Cholesterol
16. Indeno [1,2,3-c,d] pyrene
17. Dibenz [a,h]anthracene
18. Benzo[g,h,i]perylene

La crisis del petróleo del Golfo de México ha puesto de manifiesto la necesidad de un método de análisis rápido y fiable de las matrices medioambientales contaminadas con hidrocarburos de petróleo. El método QuEChERS, combinado con sistemas GC/MS o GC/MS/MS con retroflujo, puede simplificar la preparación de muestras y reducir el tiempo de análisis.

En este caso, se han extraído 50 partes por mil millones de hidrocarburos aromáticos policíclicos (EPA) de pez basa mediante una columna para GC/MS QuEChERS DB-5ms de 20 m x 0,18 mm y 0,18 µm en el modo de monitorización selectiva de iones.

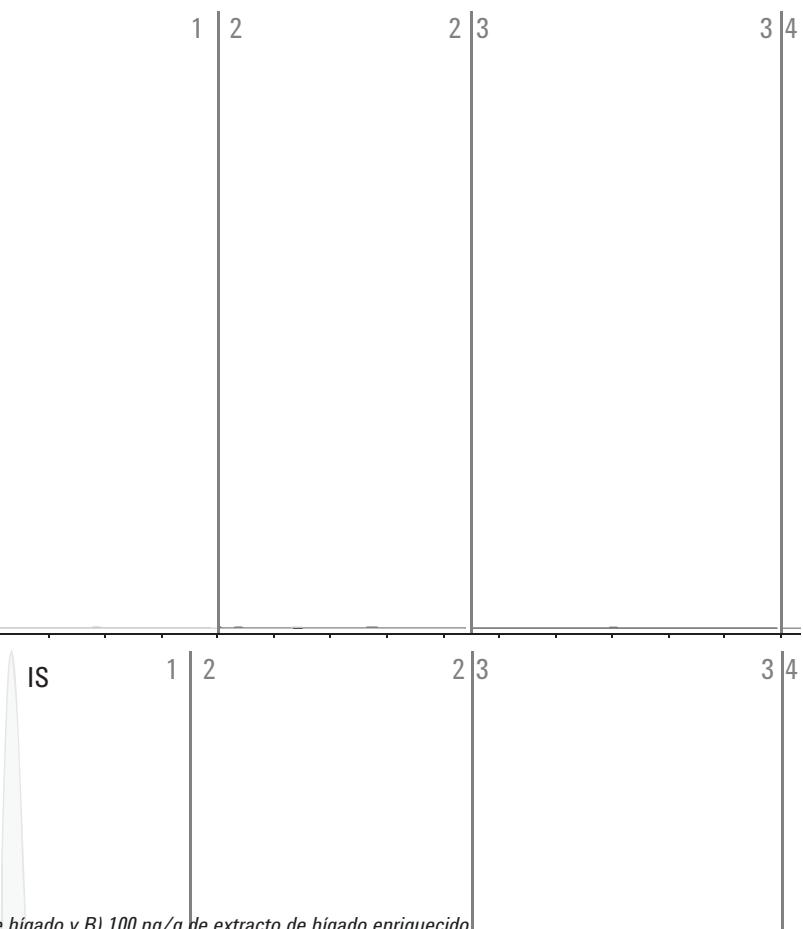
Para obtener más información acerca de las tecnologías y aplicaciones de seguridad alimentaria de Agilent, visite www.agilent.com/chem/food



Identificación de picos:

1. Sulfadiacina
2. Sulfatiazol
3. Sulfameracina
4. Sulfametizol
5. Sulfametacina
6. Sulfametoxypiridacina
7. Sulfacloropiridacina
8. Sulfametoxazol
9. Sulfadimetoxina

PI (patrón interno), sulfapiridina

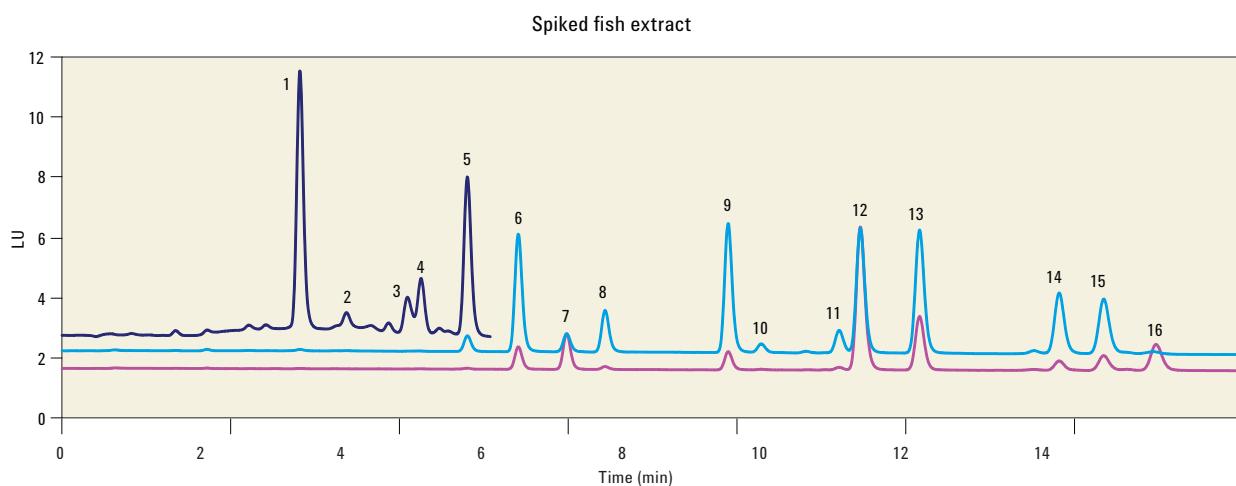


Cromatogramas LC/MS/MS de A) extracto de blanco de hígado y B) 100 ng/g de extracto de hígado enriquecido.

Determinación de antibióticos de sulfonamidas en hígado bovino con kits Agilent QuEChERS EN mediante LC/MS/MS.

La recuperación y la reproducibilidad, basadas en patrones enriquecidos con la matriz, fueron aceptables para la determinación de múltiples residuos de sulfonamidas. Además, las impurezas y los efectos de la matriz del hígado fueron mínimos y no interfirieron con la cuantificación de los compuestos de interés. Observe que los límites de cuantificación de las quinolonas fueron muy inferiores a los límites máximos de residuos establecidos para productos alimenticios de origen animal (20-100 ng/g).





Cromatogramas HPLC y FLD superpuestos de una muestra de pescado enriquecida con contenido de: 1. Naftaleno 2. Acenaftileno 3. Acenafteno 4. Fluoreno 5. Fenantreno 6. Antraceno 7. Fluoranteno 8. Pireno 9. 1,2-benzantraceno 10. Criseno 11. Benzo[e]pireno 12. Benzo[e]acenaftileno 13. Benzo[k]fluoranteno 14. Dibenzo[a,h]antraceno 15. Benzo[g,h,i]perileno 16. Indeno[1,2,3-cd]pireno El enriquecimiento de esta muestra se corresponde con el nivel 1. En la parte azul del cromatograma se han usado longitudes de onda de excitación y emisión de 260 nm/352 nm, en la parte roja de 260 nm/420 nm y en la parte azul clara de 260 nm/440 nm. En el caso del acenaftileno, se usó el método de detección UV a 230 nm.

PAH	Level of spiking (ng/g) (n = 6)					
	1		2		3	
	%Recovery	%RSD	%Recovery	%RSD	%Recovery	%RSD
Naphthalene	94.7	1.4	97.9	1.1	93.8	1.4
*Acenaphthylene	87.8	1.7	96.3	1.2	85.6	0.8
Acenaphthene	92.1	1.5	93.0	1.8	96.7	0.8
Fluorene	98.1	1.5	89.9	1.0	97.2	0.9
Phenanthrene	90.6	0.9	93.8	0.8	83.1	1.7
Anthracene	96.7	1.0	87.6	0.8	92.1	0.6
Fluoranthene	83.4	1.3	93.9	1.5	95.9	1.2
Pyrene	93.5	1.8	86.1	1.3	95.0	1.4
1,2-Benzanthracene	94.5	1.3	89.6	1.6	94.9	1.0
Chrysene	101.0	1.4	97.8	1.7	87.2	1.6
Benzo[e]pyrene	88.8	1.5	85.2	1.9	95.0	1.4
Benz[e]acenaphthylene	95.5	0.7	92.7	0.7	89.2	0.9
Benzo[k]fluoranthene	93.5	0.8	94.6	0.9	98.9	0.8
Dibenzo[a,h]anthracene	88.2	0.9	97.3	1.1	97.1	0.6
Benzo[g,h,i]perylene	98.4	0.8	95.5	1.6	98.2	0.7
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	91.5	1.5	97.9	0.9	94.3	0.7

* UV detection at 230 nm

Recuperaciones y desviaciones estándar relativas de diecisés hidrocarburos aromáticos policíclicos de una muestra de pescado (n = 6)

En este ejemplo se muestra un análisis de hidrocarburos aromáticos policíclicos en pescado mediante el kit Agilent QuEChERS AOAC y el método HPLC-FLD. La recuperación y la reproducibilidad (desviación estándar relativa) se evaluaron en las muestras enriquecidas en tres niveles diferentes y el análisis se realizó en series de seis repeticiones (n = 6) en cada nivel.

Como se puede ver en la tabla anterior, se obtuvieron valores de recuperación y desviación estándar relativa excelentes para los diecisés hidrocarburos aromáticos policíclicos.

Para obtener más información acerca de las tecnologías y aplicaciones de seguridad alimentaria de Agilent, visite www.agilent.com/chem/food



Columnas y consumibles

Preservación de la seguridad de los métodos, optimización del flujo de trabajo y minimización de la contaminación

Los análisis en el ámbito de la seguridad alimentaria nunca han sido tan importantes como en la actualidad y no se puede permitir "pequeños inconvenientes", como que las columnas y los consumibles afecten a la productividad y a los resultados. Por este motivo, las columnas y los consumibles con tecnología de Agilent están diseñados para durar más que los de la competencia y se garantiza la máxima vida útil para los instrumentos de mayor rendimiento, lo cual es imprescindible para las aplicaciones de alimentos complejas.

Columnas para LC

En el caso de la investigación, el desarrollo de métodos innovadores o los procesos sistemáticos de garantía de calidad, las **columnas para HPLC Agilent ZORBAX** se han optimizado para el análisis de alta productividad y ofrecen el nivel de sensibilidad, exactitud y fiabilidad necesario para las complejas aplicaciones de alimentos.

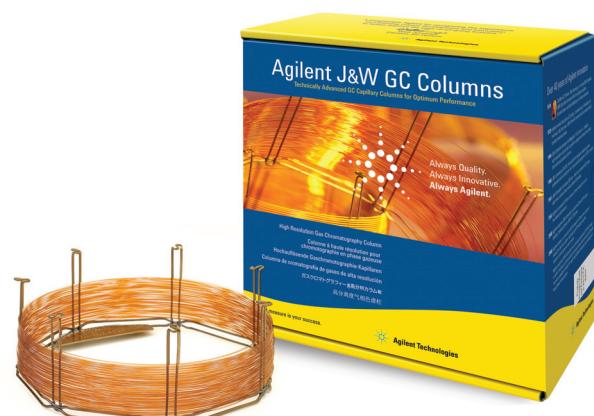


Las columnas Poroshell 120 ofrecen un nivel de velocidad y resolución similar al de las columnas de sub-2-μm, pero incluyen fritas de más de 2 μm para facilitar el análisis de muestras para aplicaciones de seguridad alimentaria.

Por ejemplo, las nuevas **columnas Poroshell 120** ofrecen un nivel de velocidad y resolución comparable al de las columnas de sub-2-μm. Dado que para estas columnas se usa una frita de 2 μm estándar, son compatibles con muestras de alimentos complejas.

Columnas para GC

Las **columnas para GC Agilent J&W** se diseñan y fabrican para ofrecer el nivel máximo de reproducibilidad y rendimiento tanto para muestras sencillas como para muestras complejas. Las columnas para CG Agilent J&W, con un nivel de sangrado mínimo, la máxima inercia y la máxima reproducibilidad entre columnas, ofrecen un rendimiento superior en comparación con otras columnas del mercado.



Las técnicas de retroflujo permiten reducir el tiempo necesario para eliminar una matriz no deseada de la columna para GC. Esto aumenta la vida útil de la columna mediante la eliminación de ciclos entre análisis.

Piezas y consumibles

Como la principal compañía de análisis del mundo, Agilent puede ofrecer la más amplia selección de piezas y consumibles. Todos estos componentes son desarrollados o seleccionados por nuestros equipos de diseño con amplia experiencia, fabricados según las especificaciones más estrictas y probados en las condiciones más complejas.

Además, todas las columnas y consumibles de Agilent cuentan con el respaldo del mejor equipo de soporte técnico (por Internet, por teléfono o en persona) y una garantía de 90 días a partir de la fecha del envío.



Septa Premium antiadherentes

Estos septa están recubiertos de plasma, lo que elimina el sangrado químico y la contaminación para mantener el sistema GC más limpio y reducir el mantenimiento.



Férrulas de Vespel/grafito

Estás férrulas se fabrican con el nivel de dureza ideal para las aplicaciones de CG/MS para evitar la contaminación provocada por las astillas.



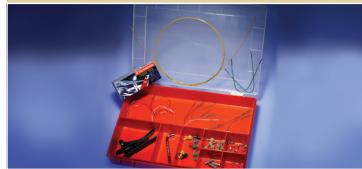
Liners MS verificados split y splitless

Estos liners se prueban con sistemas FID y MSD para garantizar la inercia, la pureza y la consistencia, y se desactivan mediante un proceso de desactivación de líquidos exclusivo de Agilent.



Sistema retornable de purificación de gas

Este sistema permite evitar el sangrado y garantizar el rendimiento de la columna, ya que se aumenta la calidad del gas que entra en la columna.



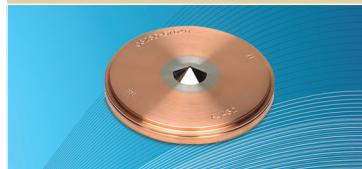
Tubos para LC de PEEK o acero inoxidable

Estos tubos eliminan los volúmenes muertos y garantizan la inercia, el hermetismo y la ausencia de fugas.



Viales certificados de Agilent

Trabaje perfectamente con los mecanismos de sujeción e inyección del inyector automático y elimine las roturas y fugas que pueden tener como resultado períodos de inactividad innecesarios, reparaciones costosas y pérdida de muestras.



Conos skimmer Agilent ICP-MS

Las piezas y los consumibles Agilent ICP-MS, como las antorchas exclusivas para ICP o los conos skimmer, se someten a pruebas rigurosas para garantizar el máximo rendimiento de los instrumentos.

Para obtener más información acerca de las piezas y los consumibles de Agilent, visite www.agilent.com/chem/supplies



Agilent cuenta con las herramientas necesarias para facilitar el análisis de alimentos mediante una experiencia, una formación y unos servicios incomparables

• Servicios Advantage y soporte técnico de Agilent

Con independencia de que necesite asistencia para un solo instrumento o para el procesamiento en instrumentos de varios laboratorios y proveedores, Agilent le ayuda a solucionar sus problemas rápidamente, aumentar el tiempo de funcionamiento continuado y optimizar los recursos desde la instalación y la actualización hasta la puesta en funcionamiento y reparación.

• Promesa de valor de Agilent

Agilent *garantiza* el funcionamiento del instrumento durante 10 años como mínimo a partir de la fecha de compra o una compensación por el valor residual del sistema para la adquisición de un modelo actualizado.

• Garantía de servicio de Agilent

Si el instrumento de Agilent necesita mantenimiento durante el período de garantía de servicio de Agilent, garantizamos la reparación o sustitución del instrumento de forma gratuita. Ningún otro fabricante o proveedor de servicios ofrece este nivel de garantía para mantener el laboratorio en funcionamiento con la máxima productividad.

Más información

Para obtener más información acerca de las soluciones de seguridad alimentaria de Agilent, visite www.agilent.com/chem/food.

En Estados Unidos y Canadá, llame al teléfono gratuito
**1-800-227-9770 (opción 3 y, a continuación,
opción 3 de nuevo).**

En otros países, llame al representante local
o al distribuidor autorizado de Agilent
(visite www.agilent.com/chem/contactus).



La información, las descripciones y las especificaciones de esta publicación están sujetos a cambios sin previo aviso.

© Agilent Technologies, Inc. 2011
Impreso en EE. UU., 26 de enero de 2011
5990-6505ES



Agilent Technologies