

# PRESENTE Y FUTURO DEL ANÁLISIS ALIMENTARIO\*

Sanford A. Miller, Ph.D.

Director Center for Food Safety and Applied Nutrition  
Food and Drug Administration

**Q**uisiera empezar subrayando el papel fundamental que el análisis químico y microbiológico juega en garantizar la seguridad de los alimentos, promover la confianza del consumidor y facilitar el comercio interior e internacional. Para hacerlo me referiré a tres áreas.

La primera de éstas se sitúa en el ámbito de la reglamentación. Para llegar a fijar los límites reglamentarios para una determinada sustancia química o microorganismo, es imprescindible que los datos analíticos sean válidos. Asimismo, para asegurar que se está cumpliendo con los límites reglamentarios, debe realizarse un cuidadoso plan de control de alimentos, piensos y sus ingredientes, utilizando para ello una metodología analítica validada. Esta continua vigilancia es el precio que debemos pagar para evitar niveles peligrosos de sustancias químicas tóxicas y de microorganismos en los alimentos, así como para permitir el uso sin peligro de sustancias químicas como los pesticidas, los cuales son imprescindibles para conseguir una abundante provisión de alimentos. Disponer de una metodología analítica práctica, de uso rápido, y sin embargo de confianza, es un importante factor para llevar a cabo estos objetivos de una forma económica. Hay razones prácticas para dirigir las futuras investigaciones hacia el desarrollo y validación de métodos analíticos que cubran estas continuas necesidades, a través de organizaciones como la Asociación de Químicos Oficiales Analíticos (AOAC).

La segunda área hace referencia a las urgencias. La aparición de serios problemas de contaminación alimen-

taria es impredecible; cuando tales hechos ocurren es imprescindible tomar medidas rápidamente, recoger y analizar la fuente de contaminación sospechosa (alimentos, piensos o sus ingredientes), identificar el contaminante y, rápida y efectivamente eliminarlo del mercado alimentario. Esto requiere un equipo de químicos analistas y microbiólogos, altamente especializado y bien preparado. Varios ejemplos de graves episodios de contaminación han sido: la contaminación del pienso de vacas en Michigan con bifenilos polibromados (PBB's), un ignífugo químico; el hallazgo de *Listeria* en quesos en California; el mal uso del insecticida aldicarb en sandías, y aquí, en España, la adulteración de aceites de oliva con una sustancia tóxica. Aunque los esfuerzos combinados de los departamentos gubernamentales y de la industria alimentaria, han hecho posible que estén disminuyendo los casos de urgencias de seguridad alimentaria, la experiencia nos dice que la posibilidad de graves incidentes está siempre presente. Así, habrá accidentes ocasionales, prácticas sin escrúpulos e intentos de adulteraciones. La presentación de un acontecimiento tan lamentable requiere una inmediata recogida de muestras correctamente escogidas, un rápido y fiable análisis de laboratorio, junto con una continua dirección, coordinación e información del suceso. Dentro de nuestras respectivas organizaciones de protección alimentaria, quienes se ocupan del muestreo y análisis para controlar los alimentos, así como los métodos analíticos de investigación, necesitan estar preparados para reaccionar frente a aquellas situaciones de emergencia que puedan plantear una inme-

diata amenaza al bienestar del consumidor.

En tercer lugar, el análisis químico es esencial para determinar la composición de los alimentos, y los cambios que puedan suceder en alguna etapa de su producción. El conocimiento cuantitativo de la composición «normal» de los alimentos, incluyendo los componentes secundarios, proporciona una base de referencia con la cual los cambios pueden ser reconocidos y evaluados. Dichos cambios pueden ocurrir tanto por antiguos problemas de descomposición y adulteración, por el procesamiento, o como resultado de la ingeniería genética. En la medida que la información sobre la composición de los alimentos aumente, podremos detectar mejor la formación de componentes tóxicos, así como reconocer aquellos componentes que puedan tener consecuencias tanto positivas como negativas sobre la salud pública.

Durante la pasada década hemos asistido a un importante desarrollo de métodos instrumentales y aplicaciones informáticas en el ámbito de los laboratorios de control alimentario. Estos avances tecnológicos, aunque hacen posible la identificación y cuantificación de sustancias químicas a niveles de concentración que hubiera sido difícil de imaginar hace unos años, actualmente presentan un dilema a nuestros analistas científicos: la tremenda tentación de aprovechar esta capacidad de detección, e intentar cuantificar niveles extremadamente bajos de un particular analito en los alimentos. Debe evitarse la búsqueda de cada vez menores cantidades de una sustancia química y dirigir, en el futuro, nuestros escasos recursos científicos hacia problemas más di-

\* Conferencia dictada por Sanford A. Miller en la celebración del Centenario del Laboratorio Municipal de Barcelona el 6 de marzo de 1987.

rectamente relacionados con cuestiones de seguridad de los alimentos. En muchos casos, los niveles de concentración que pueden ser ahora detectados están muy por debajo de los niveles de interés reglamentario, y por otra parte sabemos poco sobre su significado fisiológico. Además tales análisis, son con frecuencia sumamente caros en términos de instrumental y de costos de personal.

Sin embargo, para evitar malas interpretaciones, hay que mencionar dos ejemplos recientes en que para la FDA fué necesario desarrollar la capacidad de detectar y medir analitos a niveles más bajos, de los que podían ser determinados de forma fiable hasta entonces. En los años 70 dirigimos una investigación, en colaboración con la industria de transformación alimentaria, para desarrollar y validar un método analítico para controlar de manera precisa la necesaria reducción, dada su toxicidad, del contenido en Pb de la comida enlatada destinada a los niños. La capacidad analítica del plomo en los alimentos, fue aumentada de 0,1 ppm hasta 0,01 ppm. Más recientemente el interés toxicológico acerca del 2, 3, 7, 8-tetraclorodibenzo-p-dioxina (TCDD) fué la razón para desarrollar una metodología que permitiera determinar 10 ppt de TCDD, lo cual llevó a controlar los productos de la pesca de localizaciones cercanas a ciertas actividades industriales.

La pasada década ha sido además testigo de un explosivo crecimiento en el desarrollo del hardware y software informático. Así, micro y minordenadores han sido incorporados al instrumental de laboratorio, lo cual ha permitido realizar el procesamiento de datos y la calibración de los aparatos de forma completamente automática. Estas propiedades, cuando se creó el cromatógrafo de gases por ejemplo, permitieron al analista integrar los picos cromatográficos empleando diferentes puntos de referencia de parámetros, diferentes condiciones de normalidad, etc, sin tener que volver a realizar el cromatograma completo. Más recientemente

aparecen los autoanalizadores dirigidos por ordenador en el que la totalidad del análisis, desde la inyección de la muestra al interior del GC o HPLC, la medición de la concentración del analito, y la manipulación de los datos analíticos, es realizada automáticamente por medio del control por ordenador.

Es realmente un momento apasionante para los analistas alimentarios, químicos y microbiólogos. En la actualidad se dispone de una increíble serie de instrumentos, y de un número creciente de técnicas bioquímicas para detectar, medir e identificar analitos de todos tipos. Pero también existen una serie de desafíos. ¿Hacia dónde dirigir nuestros esfuerzos? ¿Cómo sostener los laboratorios y dirigir investigaciones y programas de control con la restricción presupuestaria? El hecho de disponer de sofisticados aparatos no reduce la necesidad de garantizar la calidad de los datos. Es esencial que conservemos la credibilidad de nuestros datos y decisiones a los ojos del público. Los alimentos son importantes para todos y el análisis alimentario continuará teniendo un importante papel, garantizando la seguridad alimentaria, mejorando la salud pública y facilitando el comercio interior e internacional.

*Actividades de Investigación del CFSAN.* En el Centro para la Seguridad Alimentaria y Nutrición Aplicada (CFSAN) se desarrollan una serie de actividades que ponen de relieve un cambio considerable en la dirección del conjunto de investigaciones, al mismo tiempo que sugiere el curso futuro de la investigación en el análisis alimentario en los Estados Unidos. Este cambio de dirección se ha producido por varias razones, que incluyen:

- La reorientación, lejos de pretender la determinación de límites cada vez más bajos, hacia el desarrollo de métodos multi-analito y de procedimientos de investigación sencillos y baratos, para ser utilizados en el marco reglamentario o con el propósito de control.
- La necesidad de hallar mejores

métodos para detectar e identificar patógenos humanos en los alimentos.

- La necesidad de obtener una detallada información sobre la composición de los alimentos, que permita estudiar los cambios que pueden ocurrir en ellos como resultado de nuevos procedimientos tecnológicos de empaquetado, así como para evaluar la seguridad de la ingeniería genética alimentaria.
- La necesidad de mejorar, a través del desarrollo y uso de métodos «oficiales» y programas de calidad asegurada, la fiabilidad de los datos analíticos mundialmente comunicados.

Vamos a tratar de explicar cada una de estas necesidades empezando con la de desarrollar métodos de investigación baratos, sencillos y sensibles.

*Métodos inmunológicos de investigación.* El ejemplo más llamativo de este esfuerzo ha sido el desarrollo de métodos basados en principios inmunológicos. Estos métodos dependen del acceso a preparaciones con altos títulos de anticuerpos. En los últimos años la pureza y acceso a tales preparaciones han sido sumamente facilitados por el desarrollo de la tecnología de los anticuerpos monoclonales. Los anticuerpos frente a un particular analito pueden ser utilizados de muchos modos para desarrollar un particular ensayo de investigación; por ejemplo, el radioinmunoensayo (RIA), o el ensayo inmunoenzimático (ELISA).

Sirva de ejemplo el desarrollo de un inmunoensayo para metabolitos tóxicos de hongos, las aflatoxinas, un esfuerzo en que el CFSAN estuvo fuertemente comprometido. El primer paso fué lograr la conjugación de las aflatoxinas con proteínas, habitualmente albúmina sérica de bovino (BSA). El antígeno producido fué usado inicialmente para aumentar los anticuerpos policlonales en conejos. Estos anticuerpos, como era de esperar, mostraron una considerable reacción cruzada entre varios derivados de aflatoxinas. Tras el desarrollo de anticuerpos monoclonales se produjeron

preparaciones de mucha mayor especificidad que fueron entonces incorporadas en los RIAs y ELISAs. Estos primeros esfuerzos dieron tan buenos resultados, que ahora seis empresas comerciales están produciendo kits de inmunoensayo para detectar aflatoxinas en alimentos y piensos. Cuatro de estos kits utilizan depósitos de microtítulos con los anticuerpos fijados a cavidades de la pared. Dos poseen una ficha conteniendo una pequeña columna de material absorbente al cual se fijan los anticuerpos; el test implica una dilución secuencial de la columna con la muestra, diluyendo el solvente y reactivo para que aparezca el color (si la aflatoxina está presente). Un kit utiliza una «columna de afinidad»; en este test cualquier aflatoxina de la muestra es atrapada en una corta columna de gel de sílice que contiene los anticuerpos. Después de lavar la columna, las aflatoxinas son liberadas por dilución con metanol y medidas fluorométricamente. Ésta técnica actualmente está siendo automatizada en el Centro de Investigación de Tóxicos Naturales de la FDA en Nueva Orleans.

Cuando los comparamos con los «Métodos Oficiales» para aflatoxinas, vemos que estos kits son extremadamente rápidos y los solventes eficientes. El costo actual por análisis es aproximadamente de 5-6 dólares. Los límites de detección de aflatoxinas van desde 1-20 ng/g (ppb), abarcando los niveles reglamentarios que afectan a la mayoría de tipos de muestras. Estos kits se han proyectado para ser usados por técnicos. En un reciente estudio de «Quick-Card» (Int'l. Diagnostics Systems Corp.; St. Joseph, MI) en cacahuetes, de 450 análisis, sólo se informaron de 9 falsos negativos y una explicación satisfactoria fue encontrada para cada uno de ellos.

Actualmente están siendo desarrollados otros métodos de investigación por inmunoensayo, incluyendo kits para pesticidas, otros tóxicos naturales (pe: ciguatoxina), aditivos alimentarios, así como para la variedad de medicamentos humanos y animales. Bien utilizados, estos procedimientos

de análisis, baratos, simples y fiables, permitirán el exámen de un mayor número de muestras, y estimularán a los productores de alimentos a realizar estos exámenes para evitar la comercialización de productos que contengan niveles excesivos de sustancias químicas potencialmente peligrosas.

*Análisis de trazas de elementos.* El análisis elemental es otro ejemplo del esfuerzo del Centro en mejorar su capacidad y eficiencia analítica. Antiguamente, los métodos analíticos para determinar la composición elemental de los alimentos fueron desarrollados sobre un único elemento base utilizando la espectrofotometría de absorción atómica (AAS). Desde estos primeros estudios, los métodos AAS han sido desarrollados y utilizados para varios elementos tanto en el aspecto toxicológico como nutricional. Asimismo, hemos aprovechado las nuevas técnicas analíticas de acoplamiento plasmático inducido por espectroscopía de emisión atómica (ICP-AES) para estudiar muchos elementos naturales presentes en alimentos. El ICP, equipado con un ordenador para manipular la gran cantidad de datos generados, puede determinar más de 60 elementos en 1-2 minutos. En los próximos años, el sistema ICP-AES probablemente será el principal instrumento analítico para el análisis de trazas de elementos. Del mismo modo, los programas de control para compuestos orgánicos, seguirán beneficiándose de la capacidad multi-elemento del ICP así como de la capacidad multi-análisis de las técnicas cromatográficas. Estas técnicas, utilizadas durante tanto tiempo en el control alimentario de metales tóxicos, residuos de pesticidas y contaminantes industriales, esperamos que en el futuro sean aplicadas en estudios sobre composición alimentaria.

*Microorganismos patógenos en los alimentos.* Tal como ya mencioné anteriormente, una de nuestras principales necesidades radica en mejorar los métodos para detectar e identificar

microorganismos patógenos en los alimentos, de forma rápida y económica.

Durante las dos últimas décadas, importantes avances en la química analítica han permitido reconocer y controlar muchas de las sustancias químicas que amenazan la seguridad de los alimentos. Así, los contaminantes industriales difundibles, tales como los PCBs, y la presencia de aflatoxinas en alimentos, se encuentran generalmente bajo control; asimismo, el uso extendido de pesticidas tóxicos en la agricultura, ha sido realizado sin llegar a contaminar los alimentos con niveles peligrosos de residuos. En estos momentos, es preciso prestar más atención a la contaminación bacteriana. Cada año miles de personas enferman de forma aguda como consecuencia de la contaminación bacteriana de los alimentos. En este sentido, el CFSAN está incrementando sus actividades de investigación en biología molecular y en la aplicación de nuevas técnicas de análisis microbiológico.

Los recientes avances logrados en el campo de la tecnología genética han incrementado de forma notable nuestros conocimientos sobre los mecanismos genéticos de la patogenicidad microbiana y han permitido el estudio de genes individuales involucrados en el proceso morboso. Los genes pueden ser aislados, marcados con radiactividad o enzimas, y, utilizando la tecnología de recombinación del DNA, ser utilizados en el análisis alimentario de bacterias que posean estos genes.

Estos fragmentos de genes aislados y marcados, frecuentemente llamados «sondas DNA», pueden ser utilizados para analizar el DNA de colonias bacterianas que han crecido directamente en la superficie de muestras alimentarias. A menos que el número de bacterias en un alimento sea extremadamente bajo, habitualmente no hay necesidad de un enriquecimiento selectivo, y la bacteria no precisa ser aislada en forma de cultivo puro. Esta característica es marcadamente diferente de la metodología habitualmente utilizada para

examinar la microflora de los alimentos. Ello ha supuesto un importante incremento en la rapidez de identificación de una determinada bacteria que pudiera estar presente en un alimento. De hecho, nos ha permitido identificar cepas de bacterias patógenas, como *Escherichia Coli* y *Yersinia Enterocolítica*, en aproximadamente 2 días, cuando anteriormente, los métodos más tradicionales hubieran requerido una semana o más.

Actualmente, los laboratorios de la FDA están utilizando estos métodos, pues además de rápidos, presentan la ventaja de poder manejar adecuadamente un gran número de muestras, y quizás a un costo sensiblemente más bajo que las tradicionales técnicas de cultivo utilizadas para la identificación bioquímica. El procedimiento seguido consiste en extender alicuotas de alimentos homogeneizados, sobre medios biológicos sólidos, se incuban durante la noche, y el crecimiento bacteriano se produce sobre un papel de filtro. Las células son entonces lisadas in situ e incubadas con sondas de genes radiactivos. Tras eliminar el exceso de DNA marcado, la emisión radiactiva es detectada utilizando una película de Rx.

En estos estudios se han utilizado sondas de genes aisladas de cepas bacterianas por ingeniería genética, así como sondas sintetizadas en el laboratorio. Estas sondas de DNA sintéticas son más abundantes y considerablemente menos caras. Esperamos poder facilitar sondas de DNA sintéticas a los grupos implicados en el análisis de alimentos.

En el futuro, intentaremos desarrollar nuevos y más rápidos métodos, para aplicar esta tecnología al examen de muestras de alimentos. Novedades apasionantes en la robótica de laboratorio y en la computerización de datos mantienen la esperanza de automatizar muchos de los análisis de sondas de DNA. Asimismo, sondas marcadas de forma diferente, podrán ser añadidas simultáneamente, permitiendo el examen de la misma muestra de alimento para varios microorganismos patógenos. En este caso los datos serían interpretados

por ordenador, de tal modo que varios cientos de muestras podrían ser procesadas en un solo día.

*Composición de los alimentos.* Como ya se mencionó anteriormente, hay una necesidad real de obtener datos fiables sobre la composición de los alimentos. Tal información puede sólo ser obtenida, de forma rápida y económica, si se dispone de una metodología analítica barata y fiable. Nuestra investigación en el terreno de la composición de los alimentos intentará desarrollar proyectos analíticos que sean generalmente aplicables a varios tipos de alimentos, como por ejemplo verduras. Además, dada la magnitud de la tarea de identificación y cuantificación de los componentes de los alimentos, es importante recopilar los datos surgidos en todo el mundo y valorar la calidad de tales datos. A este respecto hay que mencionar el programa INFOODS (Red Internacional de Sistemas de Datos de Alimentos). Esta organización, patrocinada por la FDA así como por otras organizaciones a través de la Universidad de las Naciones Unidas, fue fundada en 1983 con el propósito de reunir, a nivel mundial, los creadores, recopiladores y usuarios de datos sobre composición de los alimentos. La tarea inicial incluía la elaboración de una directriz sobre cómo deberían ser recogidos los datos, la normalización de la terminología y nomenclatura, el desarrollo de una red computerizada que uniera las bases de datos sobre la composición de los alimentos, y la edición de un directorio internacional de bases de datos existentes. Disponer de datos fiables sobre la composición alimentaria, es básico para otras actividades del CFSAN, incluyendo la evaluación de nuevas factorías de ingeniería genética alimentaria y los efectos de las nuevas tecnologías de procesamiento y empaquetado sobre la composición de los alimentos. Cuantos más conocimientos se adquieran sobre la composición química de los alimentos más beneficiadas resultarán las investigaciones sobre métodos analíticos. Asimismo, una más detallada comprensión sobre

la composición de la matriz del alimento sería de gran ayuda para diseñar procedimientos de extracción, lavado y separación, tan necesarios para el análisis de la mayoría de los componentes alimentarios.

*Adulteración.* Nuestras respectivas organizaciones están bastante familiarizadas con la sustitución de los ingredientes reseñados en la etiqueta, por otros menos costosos, en productos alimentarios tales como aceite de oliva y zumos de fruta. Así, importantes fraudes económicos tienen lugar tanto para el consumidor como para la industria alimentaria. Al haber sido desarrollados métodos analíticos para detectar estos fraudes, las formas de adulteración se han vuelto cada vez más sofisticadas a fin de poder burlarlos. Dado que los métodos basados en el análisis de un número limitado de constituyentes baratos o adulterantes pueden ser fácilmente burlados, se ha decidido utilizar procedimientos que detecten varios atributos de los alimentos. Estos métodos incluyen diversas determinaciones químicas y físicas junto con técnicas de análisis multivariado computerizado, siendo con frecuencia denominados procedimientos de reconocimiento de patrones.

Hasta la fecha se ha aplicado este enfoque, con cierto éxito, para detectar adulteraciones en zumos de naranja. En este caso, fueron analizadas muestras «auténticas» y otras «adulteradas sintéticamente» usando la cromatografía líquida de alto rendimiento, la ICP-AES, la espectroscopia infrarroja de transformación de Fourier y la espectroscopia de fluorescencia de barrido sincrónico. Los datos así obtenidos fueron sometidos a un análisis multivariado por ordenador, llegándose a un resultado excelente en cuanto a la diferenciación de los zumos auténticos de los adulterados. Aunque desarrollar una base de datos de referencia es caro, el planteamiento de un modelo de reconocimiento, que utilizara un procedimiento analítico relativamente simple para una investigación inicial de las muestras, ofrecería una solución a un problema extremadamente difícil.

La discusión sobre las actividades del análisis alimentario no sería completa sin mencionar la Comisión FAO/OMS del Codex Alimentarius. Esta Comisión está dedicada a la protección de la salud pública, asegurando unas buenas prácticas comerciales, facilita el comercio internacional de alimentos a través del desarrollo de estándares de seguridad y calidad aceptados internacionalmente, y desarrolla códigos de buenas prácticas de fabricación para alimentos. Los estándares del Codex, obviamente, se basan en la disponibilidad de una apropiada metodología analítica y en planes de muestreo. Un excelente ejemplo de esto son los límites máximos de residuos de pesticidas recomendados por el Comité del Codex sobre Residuos de Pesticidas.

Finalmente, hay que señalar el interés del CFSAN en mejorar la calidad de los datos analíticos mundialmente comunicados, a través del desarrollo y uso de métodos «estandarizados» u «oficiales» y de programas de control de muestras. El muestreo, la metodología analítica y el disponer de laboratorios cualificados son factores cruciales para la consiguiente validación, y por tanto, para la utilidad de los datos analíticos producidos. Los problemas asociados con la obtención y conservación de la integridad de una muestra realmente representativa, son con frecuencia tan graves, que los errores relacionados con el muestreo, en realidad, pesan más que los errores analíticos propiamente dichos. Tan importante es esta cuestión del muestreo que el CODEX ha establecido un Comité de Métodos de Análisis y Muestreo y la AOAC, en su última reunión, celebró un simposio sobre muestreo y preparación de muestras.

Algunas organizaciones, incluida la AOAC, la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) y la Organización Internacional de Normas (ISO), han dedicado un gran esfuerzo en llevar a cabo estudios colaborativos destinados a validar los datos y la utilidad de determinados métodos analíticos. Estos estudios han demostrado la variabilidad de los métodos

al ser aplicados en distintos laboratorios. Para ello, unos 8 laboratorios utilizarán métodos seleccionados para analizar muestras representativas de material encontrado en situaciones reales. Si el protocolo utilizado es el apropiado y el control se efectúa adecuadamente, entonces los resultados del estudio colaborativo darán una buena indicación del futuro funcionamiento del método. Desafortunadamente no todos los estudios colaborativos se han realizado utilizando los mismos protocolos, terminología, estadísticas, etc., de forma que se ha tropezado con muchas dificultades en la comparación de resultados de cada estudio. En un intento de llegar a acuerdos internacionales para utilizar procedimientos estándares y procedimientos apropiados, en la realización de los estudios, la IUPAC, AOAC, ISO y otras organizaciones internacionales han patrocinado varios simposios de «armonización» de estudios colaborativos. El último de estos simposios fue celebrado en Washington DC, en 1984, coincidiendo con el 100 aniversario de la creación de la AOAC. Las actas fueron publicadas en la UAOAC (69), 393-403 (1986). En la FDA se continuará apoyando estos esfuerzos destinados a mejorar los datos analíticos y la comunicación internacional en el tema del análisis alimentario.

Otra dificultad encontrada algunas veces, concierne al control de calidad de los datos analíticos comunicados por un determinado laboratorio que utiliza un método aprobado (estudiado en colaboración). Para medir este factor de calidad, se organizan programas de control de muestras en los cuales los laboratorios participantes analizan una muestra utilizando un método aprobado. Como ejemplo está el Programa Internacional del Control de muestras para Aflatoxinas, patrocinado por la Comisión de Química Alimentaria de la IUPAC, dirigido por la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) y apoyado por la FDA y otras organizaciones. Cada año una batería de muestras contaminadas de forma natural (trigo, harina de semilla de algodón, mante-

quilla de cacahuete, leche) son distribuidas a cada laboratorio participante (en la serie de 1986 participaron 280 laboratorios de 60 países). Los laboratorios analizan las muestras utilizando su metodología habitual y comunican los resultados a la IARC. Entonces, la IARC informa de los valores «reales» de la concentración de aflatoxina. Con esto, cada laboratorio puede juzgar su capacidad de realizar tales análisis y, en función de los resultados comunicados, efectuar las modificaciones pertinentes en sus procedimientos.

*Tendencias futuras.* En los próximos años esperamos ver:

- Un incremento de las investigaciones destinadas a la detección de patógenos humanos en los alimentos, acompañado de un rápido desarrollo de sondas de genes para detectar patógenos de todo tipo.
- Una ampliación de la información sobre la composición de los alimentos, incluyendo los componentes secundarios.
- Un continuado interés en el desarrollo de métodos de análisis eficientes, sencillos, económicos y rápidos.
- Una mayor aplicación de métodos inmunológicos no sólo para los tóxicos naturales, sino también para pesticidas, sustancias químicas industriales, componentes intrínsecos de los alimentos, etc.
- Un constante desarrollo de métodos instrumentales para confirmar la identidad de un analito.
- Un continuado esfuerzo para mejorar la calidad de los datos analíticos.

La FDA, a través de sus programas de investigación, continuará contribuyendo al estudio de todas estas áreas, al mismo tiempo que seguirá controlando la presencia de determinados contaminantes en los alimentos (químicos industriales, metales tóxicos, toxinas naturales y residuos de pesticidas), puesto que un cierto grado de vigilancia será siempre necesario.