La señal de los aceites minerales no es una molécula

MOAH, incertidumbre de medida y el próximo umbral europeo de cumplimiento normativo en 2027

INTABIOTECH KNOWLEDGE CENTER | INVESTIGACIÓN ORIGINAL Y ANÁLISIS REGULATORIO COMPARADO

José M. López, Director de Investigación

RESUMEN

Europa se aproxima a un cambio decisivo en el tratamiento de los hidrocarburos aromáticos de aceites minerales (MOAH) presentes en los alimentos. El 13 de mayo de 2026, los Estados miembros respaldaron un proyecto de contenidos máximos y disposiciones revisadas de control analítico, cuya aplicación se preveía mayoritariamente a partir de enero de 2027; a 29 de octubre, la página pública de seguimiento de la Comisión seguía describiendo la adopción formal como un objetivo aún no completado. Esta transición pone de manifiesto una dificultad científica: los MOAH constituyen una fracción cromatográfica definida operacional y químicamente heterogénea, no un único tóxico ni una fuente de contaminación identificable de manera inequívoca. El artículo examina la justificación toxicológica, la incertidumbre analítica y las vías de la cadena de suministro que conectan cacao, aceites comestibles, ingredientes secos, lubricantes y envases. Distingue el Derecho vinculante de las declaraciones de los comités y las normas proyectadas; compara los enfoques de la UE, España, Gran Bretaña y Estados Unidos y evalúa las implicaciones para compras, laboratorios y decisiones ante incidentes. Se propone un marco de evidencias con resolución de fuentes, que integra mediciones validadas, muestreos por etapas de proceso y atribución causal. Se trata de una agenda de investigación, no de un método de cumplimiento establecido ni de un sustituto de las obligaciones legales.

PALABRAS CLAVE: hidrocarburos de aceites minerales; MOAH; MOSH; cacao; contaminantes alimentarios; incertidumbre analítica; atribución de fuentes; cumplimiento normativo

01 | El acontecimiento regulatorio: una decisión anterior a la publicación del reglamento

El punto de inflexión regulatorio se produjo el 13 de mayo de 2026, cuando el Comité Permanente de Vegetales, Animales, Alimentos y Piensos (SCoPAFF) respaldó un proyecto de reglamento de la Comisión que establecía contenidos máximos de hidrocarburos aromáticos de aceites minerales en determinados alimentos, junto con un proyecto de normas de muestreo y análisis. La página pública de la Comisión sobre contaminantes todavía señalaba octubre de 2026 como fecha prevista de adopción formal cuando se consultó el 29 de octubre. En consecuencia, la posición aprobada por el comité, las fechas y los límites propuestos y una modificación publicada y exigible no deben presentarse como jurídicamente equivalentes. [1–5]

Una declaración conjunta complementaria, acordada por representantes de los Estados miembros el 13 de mayo, resulta directamente relevante para la práctica. Recomienda utilizar los contenidos máximos del proyecto sometido a votación como referencia para aplicar el artículo 14 de la legislación alimentaria durante el periodo anterior a su entrada en aplicación. Se trata de una posición de coordinación administrativa, no de una modificación del Reglamento (UE) 2023/915. No obstante, el artículo 14 del Reglamento (CE) n.º 178/2002

continúa siendo aplicable y un alimento inseguro no puede comercializarse legalmente por el mero hecho de que aún no se aplique un futuro límite numérico. [2,16,17]

La Comisión indica que se prevé aplicar la mayoría de los contenidos máximos propuestos desde el 1 de enero de 2027, con determinadas fechas posteriores en 2028 o 2030. Las obligaciones precisas dependerán del anexo definitivo publicado, la categoría de producto, las disposiciones transitorias y las fechas de aplicación. Por tanto, una empresa que prepare contratos de aprovisionamiento para 2027 debería mantener dos campos en su matriz de cumplimiento: «normativa vigente verificada» y «proyecto aprobado / obligación futura prevista». Ninguno sustituye al otro. [1–5]

02 | Por qué afecta a los fabricantes de ingredientes y no solo a los reguladores

La contaminación por MOAH resulta pertinente para mercancías que recorren largas distancias, pasan por manipulaciones mecánicas, entran en contacto con envases y atraviesan diversas etapas de procesado. El ámbito comunicado del proyecto incluye derivados del cacao, aceites comestibles, cereales, hierbas aromáticas, especias, complementos alimenticios y alimentos compuestos. Son precisamente las clases de productos en las que las especificaciones de compra, la construcción de los envases, la homologación de proveedores y el mantenimiento industrial pueden modificar las vías de exposición. [1,3,4,28]

Para un proveedor de ingredientes, un único resultado desfavorable puede comprometer una expedición completa, no solo el recipiente analizado. También puede provocar discrepancias acerca de si la señal constituye realmente una fracción MOAH, una interferencia analítica, una contaminación adquirida antes del envío o una migración posterior a la entrega. El coste de esa incertidumbre incluye nuevos análisis, almacenamiento, inmovilización de existencias, reclamaciones de clientes y, potencialmente, retirada o recuperación de productos. Una respuesta defendible debe abordar simultáneamente la ciencia y la situación jurídica.

03 | MOSH y MOAH son familias analíticas, no sustancias individuales

Los hidrocarburos de aceites minerales son mezclas complejas de compuestos que suelen describirse mediante dos fracciones operacionales: hidrocarburos saturados (MOSH) e hidrocarburos aromáticos (MOAH). Las mezclas varían según la distribución del número de carbonos, la fuente, el historial de refinado y la arquitectura molecular. La evaluación de la EFSA de 2023 examinó ampliamente los hidrocarburos relacionados con aceites minerales en el intervalo C10–C50, señalando asimismo que los hidrocarburos naturales y los oligómeros de poliolefinas pueden dificultar la separación. [7]

Un resultado numérico como «MOAH: 1,1 mg/kg» no identifica una molécula concreta, no demuestra la presencia de un carcinógeno específico de tres anillos ni revela qué máquina, saco o revestimiento originó el resultado. Expresa la cuantificación de una fracción según un método y una convención de integración definidos. A la inversa, que una fracción contenga muchos compuestos no convierte en imaginaria la preocupación toxicológica. Algunos constituyentes aromáticos, particularmente los de tres o más anillos, se asocian con genotoxicidad y carcinogenicidad; importa la composición de la fracción. [7,9]

La distinción es central tanto para una comunicación honesta como para la buena ciencia. «MOAH detectados» es una afirmación sobre una medición. «Se confirmó un constituyente peligroso de tres anillos» es una afirmación más sólida sobre identificación química. «El envase causó la contaminación» es una afirmación causal. Cada una exige pruebas distintas.

04 | Toxicología: qué estableció la EFSA y qué sigue siendo incierto

La evaluación de riesgos actualizada de la EFSA de 2023 concluyó que la exposición alimentaria actual estimada a MOSH no planteaba una preocupación para la salud pública en los diferentes grupos de edad bajo las hipótesis de la evaluación, aunque advirtió que el margen podría estrecharse si cesaran las medidas de mitigación. Para los MOAH, la EFSA identificó una preocupación derivada de la posible presencia de constituyentes aromáticos de tres o más anillos y de las lagunas toxicológicas correspondientes a las fracciones de uno y dos anillos. No se trata de conclusiones equivalentes sobre el peligro de ambos grupos. [7]

El dictamen científico utilizó escenarios sobre la proporción supuesta de MOAH con mayor número de anillos en la exposición alimentaria, porque escaseaban los datos detallados de composición. Esta limitación es importante: una misma masa total de MOAH puede representar mezclas de diferente relevancia toxicológica. Por ello, los reguladores pueden emplear límites conservadores para la suma a fin de gestionar la incertidumbre, pero una concentración total no debe presentarse como una caracterización completa del riesgo por estructura química. [7]

Ni un resultado cromatográfico no detectado ni una cifra inferior a un contenido máximo propuesto demuestran la ausencia de todos los riesgos sanitarios concebibles. Solo sustentan una proposición más limitada: la muestra analizada cumplió el criterio de notificación de un método determinado y, si el límite pertinente está vigente, puede contribuir a acreditar el cumplimiento de ese límite y de sus condiciones.

05 | El problema de la medida: la elevación cromatográfica, la línea base y las interferencias

El análisis rutinario de MOSH/MOAH suele utilizar cromatografía líquida acoplada en línea a cromatografía de gases con detección por ionización de llama (LC–GC–FID). El detector responde a la masa de hidrocarburos, en vez de identificar inequívocamente cada componente. Las envolventes cromatográficas complejas no resueltas, o «jorobas», deben diferenciarse de compuestos naturales, oligómeros de poliolefinas, aditivos y otras posibles interferencias. La preparación de la muestra, la separación de fracciones, la selección de la línea base y las reglas de integración influyen en el resultado. [7–10]

La cromatografía de gases bidimensional integral, a menudo acoplada a espectrometría de masas (GC×GC–MS), puede proporcionar mayor resolución composicional, incluidos indicios del número de anillos aromáticos y posibles huellas de origen. No resuelve automáticamente todas las cuestiones de atribución. El Laboratorio de Referencia de la Unión Europea para Contaminantes de Proceso publicó en 2025 unas orientaciones específicas para armonizar la interpretación y la notificación de resultados y ayudar a identificar interferencias y fuentes de contaminación. [9]

Un informe analítico destinado a fundamentar una decisión relevante debería indicar la matriz alimentaria, el lote muestreado, la preparación de muestras, el intervalo analítico, la calibración y los controles, el límite de cuantificación, la incertidumbre de medida, la recuperación cuando proceda, el tratamiento de las interferencias y si se efectuó una confirmación mediante una técnica independiente. Un indicador simplificado verde/rojo no sustituye adecuadamente estos detalles.

06 | La paradoja del bajo límite de cuantificación: una norma publicada no valida todas las matrices

La norma ISO 20122:2024 describe un procedimiento HPLC–GC–FID en línea para grasas y aceites vegetales, no para todos los alimentos. Su evidencia inter-laboratorio respalda la idoneidad por encima de 3 mg/kg para MOSH y 2 mg/kg para MOAH. La norma también reconoce la utilidad de GC×GC–MS para examinar posibles interferencias. Este alcance no debe extenderse tácitamente al cacao en polvo, los botánicos o los alimentos infantiles; tampoco debe confundirse el intervalo de desempeño publicado con una demostración de cuantificación fiable en todos los umbrales regulatorios inferiores propuestos. [10]

No se sostiene con ello que no puedan medirse concentraciones menores. Los laboratorios especializados pueden validar límites de cuantificación inferiores para matrices determinadas, y las orientaciones del Centro Común de Investigación (JRC) de la Comisión abordan el desempeño adecuado a cada finalidad. Lo que se afirma es que el laboratorio debe demostrar la capacidad efectivamente requerida para la categoría alimentaria y el límite de decisión correspondientes. Declarar un LOQ no equivale a validarlo, especialmente cuando la eficiencia de extracción y las interferencias difieren notablemente entre aceite, cacao y productos botánicos pulverulentos. [8–10]

El trabajo de Bauwens y Purcaro de 2024 estudió una saponificación mejorada para reducir la variabilidad en la determinación de MOAH en aceites comestibles. Un artículo de 2025 sobre discrepancias en la confirmación

mediante GC×GC–MS subraya igualmente la necesidad de armonizar la interpretación. Ambos constituyen antecedentes que demuestran que el desacuerdo analítico es un problema metodológico real y no una cuestión novedosa descubierta en 2026. [13,15]

07 | Cacao: el estudio de transporte de 2025 transforma el análisis causal

Un estudio revisado por pares publicado en *Food Chemistry* a finales de 2025 examinó 28 muestras de granos de cacao antes y después de su transporte en sacos de yute contaminados con hidrocarburos de aceites minerales. La media de MOSH aumentó de 0,9 a 9,6 mg/kg y los MOAH alcanzaron 2,3 mg/kg en las condiciones descritas. Los autores estimaron que aproximadamente el 40 % de los hidrocarburos transferidos a los granos enteros se encontraban en los granos descascarillados; el procesado posterior distribuyó la contaminación entre pasta, manteca y polvo de cacao, influyendo en la partición el contenido graso. [11]

Es una evidencia especialmente ilustrativa porque sigue un mecanismo de transferencia plausible a lo largo de distintas etapas, en lugar de limitarse a comunicar un positivo en el producto final. Demuestra asimismo por qué la atribución del origen no puede detenerse en el primer resultado analítico positivo. La composición de los sacos, el tiempo de almacenamiento, la eliminación de la cáscara, los lubricantes de maquinaria y el reparto entre fases pueden influir en el perfil final. El conjunto de muestras y las condiciones estudiadas no establecen tasas de migración universales para todas las cadenas de suministro de cacao.

Investigaciones anteriores sobre cacao en polvo y sus envases detectaron señales relacionadas con aceites minerales y oligómeros de hidrocarburos de poliolefinas, con aportaciones de envases plásticos primarios y cartón reciclado. De ello se deduce que «envase» no representa una fuente homogénea y que distintas familias analíticas pueden solaparse en un informe simplificado. [12]

08 | El balance de masa del cacao no equivale al cálculo de cumplimiento normativo

Considérese un lote hipotético, expresamente no empírico, de 5.000 kg de ingrediente de cacao que contiene 0,8 mg/kg de MOAH medidos. La masa total aparente de MOAH es de 4 g. Ese cálculo elemental no permite determinar si la sustancia entró a través de 5.000 kg de granos, un sub-lote contaminado más pequeño, un lubricante de proceso o un componente del envase. Tampoco establece cuánto aparecería en la manteca de cacao después del prensado. Se necesitan coeficientes de partición, rendimientos de extracción y pérdidas. [11]

Un balance de masa desglosado por etapas puede ayudar a identificar explicaciones inverosímiles: si la masa total de MOAH medida aumenta bruscamente después de una operación determinada, merece investigarse el proceso. Sin embargo, la incertidumbre del muestreo, la recuperación variable, la pérdida de agua y los cambios en la fracción definida operacionalmente pueden generar variaciones aparentes incluso sin una nueva fuente de contaminación. Por ello, el balance de masa debe utilizarse con intervalos de incertidumbre y medidas confirmatorias.

Es fundamental señalar que promediar un lote con mucho MOAH con otro que contiene poco no constituye una estrategia legítima para hacer aceptable un material no conforme. El artículo 2.2 del Reglamento (UE) 2023/915 prohíbe mezclar alimentos que cumplan un contenido máximo aplicable con alimentos que lo superen. La modelización del proceso no debe reconvertirse en un plan de dilución. [17]

09 | Refinado de aceites: la eliminación depende del proceso y no constituye una promesa universal

La desodorización y otras etapas del refinado pueden reducir determinadas fracciones de MOAH volátiles o semi-volátiles, pero el rendimiento depende del tamaño molecular, la estructura aromática, la temperatura, el tiempo de residencia, el vacío, el caudal de vapor y la matriz oleosa. Un estudio experimental de 2024 con aceite de coco enriquecido artificialmente examinó el efecto de las condiciones de desodorización sobre diferentes estructuras MOAH. No valida una afirmación universal de «sin MOAH después del refinado» para aceites comerciales. [14]

Para un proveedor de manteca de cacao, aceite de semillas, lípido botánico o aceite de algas, la pregunta adecuada de homologación es si un proceso definido, a escala comercial y bajo las peores condiciones operativas previsibles, consigue sistemáticamente el resultado objetivo sin causar oxidación inaceptable, deterioro sensorial u otros contaminantes. El operador debe registrar tanto la contaminación entrante como los residuos posteriores al refinado, en lugar de inferir el rendimiento a partir de una denominación genérica del proceso.

10 | Ingredientes secos, especias y complementos: la heterogeneidad agrava la incertidumbre

Los polvos y productos botánicos desecados pueden presentar una marcada heterogeneidad dentro del lote, contaminación procedente de sacos de transporte y superficies de contacto e interferencias de extracción causadas por terpenos naturales o constituyentes lipofílicos. Una única muestra puntual pequeña puede no representar una tonelada de ingrediente. Un producto seco con bajo contenido graso no es necesariamente fácil de analizar: los compuestos naturales co-extraídos pueden complicar la asignación de la fracción MOAH. [8,9]

El proyecto normativo incluye valores propuestos específicos por categorías y determinadas disposiciones analíticas especiales para matrices difíciles. Los umbrales exactos, las fechas de aplicación y los regímenes transitorios deberán obtenerse del texto definitivo del Diario Oficial cuando se publique, no de un folleto comercial ni de un resumen secundario. La prioridad práctica actual es establecer un programa de muestreo y validación analítica específico de cada matriz. [1,3–6]

En mezclas nutracéuticas, la contaminación puede proceder de un vehículo minoritario rico en grasa o de un recubrimiento, en vez de hacerlo del ingrediente activo principal. Los certificados de ingredientes deben identificar el material y la matriz ensayados, no limitarse a mostrar la marca de un laboratorio. Cuando se exportan complementos a varios mercados, importan tanto el fundamento jurídico del país de destino como la composición real del producto.

11 | Migración desde envases: una vía real, pero no la única

El cartón reciclado, las tintas de impresión y algunos componentes de los envases son fuentes potenciales bien establecidas de migración de compuestos relacionados con aceites minerales. La Recomendación europea de vigilancia de 2017 alentaba expresamente a investigar los materiales de envasado, las barreras funcionales y los equipos de procesado. El estudio sobre cacao de 2022 aportó evidencia a nivel de producto de más de una familia de hidrocarburos relacionada con los envases. [12,27]

Sin embargo, una afirmación de atribución debe basarse en un experimento. Los ensayos pareados del ingrediente entrante, la composición del envase y el producto envasado, realizados en condiciones de almacenamiento realistas, ofrecen pruebas más sólidas que detectar MOAH en un producto acabado y responsabilizar al cartón. La migración depende del tiempo, la temperatura, la superficie de contacto, el espacio de cabeza, el contenido graso y el diseño de la barrera. Una declaración genérica de «apto para contacto alimentario» del proveedor no cuantifica la eficacia como barrera frente a MOAH de una configuración concreta de envase. El Reglamento (CE) n.º 1935/2004 establece el marco general de seguridad de los materiales destinados a entrar en contacto con alimentos en la UE, pero una afirmación sobre migración sigue requiriendo pruebas adecuadas al artículo y uso previstos. [19]

El concepto de barreras funcionales frente a aceites minerales no es nuevo. Las publicaciones de patente WO2013160199A1 y EP3554829B1 describen soluciones de barrera para cartón o películas. Por ello, cualquier futura propuesta de investigación debe centrarse en mejorar la validación, la resolución de las fuentes o la aplicación práctica, sin atribuirse la invención del principio de barrera. [25,26]

12 | Lubricantes de proceso: «grado alimentario» no significa ausencia de transferencia

Rodamientos mecánicos, cintas transportadoras, sistemas hidráulicos, compresores, agentes desmoldeantes y prácticas de mantenimiento pueden generar oportunidades de transferencia involuntaria de hidrocarburos. Un lubricante autorizado para contacto alimentario incidental puede seguir siendo inadecuado si se utiliza fuera de sus condiciones de uso o entra en el alimento por una fuga evitable. El certificado o la clasificación de un lubricante no equivalen al análisis de residuos de un lote alimentario. [7,22]

Estados Unidos regula expresamente ciertos lubricantes de contacto incidental mediante 21 CFR 178.3570, con limitaciones específicas por sustancia. Esa disposición no constituye una autorización de la UE ni demuestra que un alimento terminado cumpla un futuro límite europeo de MOAH. Una auditoría útil del proveedor debe examinar la identidad de los lubricantes, sus ubicaciones, los antecedentes de fugas, los registros de mantenimiento, los controles durante los cambios de producción y el momento de fabricación de los lotes afectados. [22]

13 | Jerarquía jurídica de la UE: qué resulta vinculante el 29 de octubre de 2026

En primer lugar, el Reglamento (CE) n.º 178/2002 establece obligaciones generales de seguridad alimentaria, incluida la prohibición de comercializar alimentos inseguros, la trazabilidad y los deberes de retirada y recuperación. En segundo lugar, el Reglamento (UE) 2023/915 ya establece contenidos máximos vinculantes para los contaminantes enumerados, así como la prohibición de mezclar alimentos conformes y no conformes cuando exista un contenido máximo aplicable. En tercer lugar, según la información pública de seguimiento de la Comisión consultada para este artículo, la modificación de 2026 relativa a los contenidos máximos de MOAH seguía siendo un proyecto sometido a votación; su anexo y calendario no deben describirse como una modificación vigente hasta su adopción formal y publicación. [1–5,16,17]

En cuarto lugar, la declaración de SCoPAFF de 13 de mayo de 2026 establece un enfoque armonizado de aplicación basado en los valores del proyecto aprobado como referencia conforme a la legislación general de seguridad alimentaria vigente durante la transición. No modifica el reglamento subyacente. En quinto lugar, el proyecto de modificación sobre muestreo y análisis y la recomendación de vigilancia tienen efectos jurídicos diferentes de los del reglamento propuesto sobre contenidos máximos. Una recomendación no equivale a un contenido máximo vinculante. [2,5,6]

Esta jerarquía importa en la correspondencia con los clientes. Una declaración técnicamente precisa podría decir: «El lote analizado se encuentra por debajo de nuestra especificación provisional de compra, basada en el proyecto de 2026 votado por SCoPAFF; los umbrales jurídicos definitivos de la UE y sus fechas de aplicación se verificarán conforme a la modificación publicada». Resulta más defendible que afirmar «certificado UE MOAH 2027» antes de que exista el acto jurídico.

14 | España: control oficial, conservación de pruebas y riesgo contractual

En España, el Derecho alimentario de la UE es directamente aplicable y los controles oficiales corresponden a las autoridades competentes del sistema nacional y autonómico, dentro del marco del Reglamento (UE) 2017/625. Un fabricante que reciba un resultado desfavorable de MOAH debe preservar la identidad de la muestra original, el protocolo de muestreo, el informe analítico, los cromatogramas cuando estén disponibles, la cadena de custodia, los registros sobre envases y lubricantes y las evidencias de genealogía del lote afectado. [18]

Cuando se discute un resultado, la respuesta correcta no consiste simplemente en solicitar un segundo análisis favorable de una muestra puntual diferente. La empresa debe comprobar si las muestras eran representativas, si se emplearon la misma matriz y el mismo método, si los laboratorios disponían de LOQ adecuadamente validados y si una técnica confirmatoria resolvió posibles interferencias. Los derechos procedimentales y el tratamiento de muestras oficiales dependen de las circunstancias concretas del control y de las normas nacionales aplicables; un contraanálisis privado no invalida automáticamente una constatación oficial.

Un contrato de suministro debería asignar las obligaciones de comunicar el método analítico, notificar desviaciones, conservar contramuestras y cooperar en la investigación de las fuentes. Debe evitar promesas incondicionales de que una expedición cumplirá cualquier ley futura con independencia de su redacción definitiva.

15 | Gran Bretaña e Irlanda del Norte: la divergencia no es hipotética

Gran Bretaña cuenta con su propio marco interno de Derecho alimentario y autoridades competentes; Irlanda del Norte requiere un examen separado de las normas aplicables vinculadas a la UE. Una alerta de la *Food Standards Agency* británica, actualizada el 16 de enero de 2026, ordenó a los operadores dejar de vender, retirar y recuperar determinados productos de confitería importados que contenían MOAH. Constituye una prueba concreta de que las autoridades británicas pueden actuar frente a preocupaciones de seguridad relacionadas con MOAH con independencia del paquete europeo aún pendiente de contenidos máximos numéricos. [20]

Esa alerta no debe utilizarse para afirmar que Gran Bretaña ha adoptado todos los límites propuestos por categorías en la UE. Demuestra una decisión de control relativa a productos específicos conforme al Derecho británico de seguridad alimentaria. Los importadores necesitan una evaluación territorial de riesgo y cumplimiento; un certificado que acredite una autorización de uso estadounidense no basta para demostrar la aceptabilidad en el mercado británico.

16 | Estados Unidos: los usos permitidos de aceite mineral no autorizan indiscriminadamente los MOAH

El Derecho federal estadounidense contiene autorizaciones definidas para ciertos usos alimentarios de aceite mineral blanco muy refinado conforme a 21 CFR 172.878, así como para determinadas aplicaciones de contacto alimentario según 21 CFR 178.3620 y 178.3570. Estas autorizaciones están condicionadas por requisitos de identidad, pureza, aplicación y concentración. No constituyen un permiso incondicional para cualquier fracción aromática derivada del petróleo ni demuestran el cumplimiento de los límites europeos sobre contaminantes. [21–23]

La diferencia resulta importante para los exportadores. Un producto puede estar formulado legalmente para un uso determinado en el mercado estadounidense y, al mismo tiempo, plantear una cuestión distinta de cumplimiento o seguridad en Gran Bretaña o la UE. Del mismo modo, un resultado analítico bajo de MOAH en la UE no demuestra que todos los ingredientes, coadyuvantes tecnológicos o componentes de envases satisfagan la legislación estadounidense sobre aditivos alimentarios. La comparación pertinente debe referirse a las vías jurídicas efectivas y los usos previstos, no a eslóganes acerca de qué jurisdicción es «más estricta».

17 | Piensos y alimentos para animales de compañía: vías de exposición próximas, legislación diferente

Los proveedores de piensos y alimentos para animales de compañía no deberían trasladar automáticamente los límites por categorías de MOAH de la alimentación humana a las especificaciones de alimentación animal, como si el mismo reglamento europeo se aplicase directamente a ambos sectores. La legislación sobre piensos, incluidos los requisitos pertinentes sobre contaminantes e higiene de piensos, posee su propio ámbito de aplicación. En Estados Unidos, 21 CFR 573.680 permite ciertos usos de aceite mineral en alimentación animal bajo condiciones definidas; no resuelve las obligaciones del mercado europeo de piensos. [24]

No obstante, las vías físicas -agentes para controlar el polvo, lubricantes, sacos de transporte, recubrimientos y manipulación a granel- pueden coincidir. Un programa práctico de calidad puede investigar MOSH/MOAH en materias primas para piensos como medida de gestión del riesgo, incluso cuando no sea aplicable un límite numérico idéntico al de alimentos para personas. La empresa debe distinguir las especificaciones voluntarias de clientes, la legislación específica sobre piensos y los requisitos de alimentación humana.

18 | Un protocolo de homologación de proveedores que ponga realmente a prueba la hipótesis

Un programa útil comienza clasificando las materias primas por contenido graso, complejidad de la cadena de suministro, superficies de contacto, antecedentes de incidentes y exposición a las exigencias del mercado de destino. Después registra la línea base analítica del material entrante; toma muestras representativas en las etapas de transporte, almacenamiento y fabricación; y reúne información correlacionada de envases y lubricantes. Para cada etapa, el muestreo debe diseñarse para detectar cambios significativos, no solo para generar un certificado.

Cuando se detecta una señal, la primera tarea analítica es confirmarla: revisar el patrón cromatográfico, los controles, las posibles interferencias y el LOQ. La segunda es comparar fuentes: examinar muestras correlacionadas antes y después de la etapa y materiales de contaminación plausibles. La tercera es aplicar medidas correctoras: sustituir u homologar la fuente, validar una barrera o una modificación del proceso y repetir el muestreo en suficientes lotes para estimar su fiabilidad. Ninguna de estas tareas debe reemplazarse por un índice de confianza generado por inteligencia artificial sin datos subyacentes auditables. [8–10,11–13]

Un resultado negativo tras adoptar una medida correctora solo es informativo en la medida en que lo justifiquen el método, el plan de muestreo y la variabilidad. La aprobación del proveedor debe condicionarse al control de cambios: un nuevo proveedor de sacos de yute, tinta de impresión, lubricante o revestimiento interior del envase puede invalidar las pruebas originales.

19 | Implicaciones comerciales para el cacao, los aceites y los ingredientes funcionales

En cacao en polvo y manteca de cacao, el estudio de transporte de 2025 convierte los envases y la logística previos a la fabricación en prioridades de intervención, no en cuestiones periféricas. Para los aceites, las condiciones de refinado y almacenamiento merecen validación independiente; «refinado» no constituye un resultado analítico. En botánicos, aromas y mezclas de complementos, la evaluación de interferencias y el LOQ específico de la matriz pueden determinar la fiabilidad de una especificación de compra. [11–14]

La oportunidad para las empresas de ingredientes consiste en ofrecer algo más que una declaración de una línea: un expediente controlado de evidencias que relacione identidad de producto, historial de proceso, plan de muestreo, método analítico, resultado cuantificado, incertidumbre, envases y registro de acciones correctoras. Esto no autoriza a publicitar tecnologías de eliminación de contaminantes no demostradas. Es un medio de reducir controversias y mejorar las decisiones a lo largo de la cadena de suministro.

Para las áreas de ingredientes relevantes para la industria, la cuestión práctica inmediata es si los equipos de compras y desarrollo pueden obtener evidencias defendibles de MOSH/MOAH en cacao, extractos botánicos, polvos secos y preparados lipídicos antes de prometer acceso a un mercado. Procede una evaluación de riesgos específica del producto; no se infiere eficacia ni situación regulatoria a partir del nombre corporativo de una tecnología.

20 | Oportunidad de investigación e innovación

Problema no resuelto

La industria dispone de métodos validados para cuantificar fracciones de hidrocarburos y de abundante bibliografía sobre vías individuales de contaminación. Sin embargo, sigue siendo difícil disponer de un método reproducible y económicamente viable para atribuir una señal MOAH del producto terminado a acontecimientos específicos de la cadena de suministro en diferentes matrices, especialmente cerca de umbrales de decisión bajos. Las interferencias analíticas, la heterogeneidad de lotes y las vías de contaminación compartidas pueden producir explicaciones contrapuestas. [7–15]

Qué se conoce y qué permanece sin resolver

Los elementos conocidos incluyen la cuantificación por LC–GC–FID, la caracterización mediante GC×GC–MS, los conceptos de barrera en envases, la contaminación del cacao vinculada al transporte, el muestreo por etapas y la trazabilidad de los sistemas de calidad. Son campos establecidos, con publicaciones y patentes anteriores. Se desconoce hasta qué punto un protocolo armonizado con resolución de fuentes puede distinguir de manera fiable las aportaciones de envases, lubricantes y materias primas en muestras comerciales rutinarias, y si su coste adicional mejora la exactitud y rapidez de las decisiones. [9,11,12,25,26]

Hipótesis propuesta y vía de desarrollo

Hipótesis de investigación, no hecho establecido: un protocolo de evidencias por etapas que combine (i) cuantificación validada de fracciones, (ii) huellas selectivas de GC×GC–MS, (iii) muestras de lote y proceso fechadas, (iv) conciliación de flujos de materiales y (v) clasificación causal explícitamente sensible a la incertidumbre reducirá las falsas atribuciones de origen y los rechazos innecesarios de lotes frente al análisis exclusivo de producto terminado. Se propone un «Pasaporte de Evidencias MOAH con Resolución de Fuentes» como procedimiento documental y experimental, no como instrumento cromatográfico nuevo, certificado legal ni reivindicación de patentabilidad.

Validación y falsación

Un estudio piloto multicéntrico debería incluir al menos tres matrices contrastadas: cacao en polvo/manteca, un aceite vegetal y una mezcla de botánicos o especias. Las pruebas ciegas de contaminación deberían representar las vías de yute/transporte, envases y lubricantes, con controles negativos correlacionados y mezclas deliberadamente difíciles de distinguir. Deben pre-registrarse los criterios de desempeño: atribución correcta de la fuente, tasa de atribuciones falsas, reproducibilidad inter-laboratorio, calibración de la incertidumbre, tiempo hasta la decisión, coste por lote e impacto sobre inmovilizaciones innecesarias. Debe incluirse un supuesto en el que el método no pueda distinguir las fuentes: un resultado honesto «indeterminado» es preferible a una respuesta errónea expresada con seguridad.

Restricciones regulatorias y relevancia industrial

Cualquier protocolo resultante necesitaría validación para sus matrices y decisiones concretas, compatibilidad con los métodos aplicables de control oficial, registros auditables transparentes y medidas para proteger los secretos comerciales de los proveedores. No cambiaría los contenidos máximos legales ni trasladaría la responsabilidad de los operadores alimentarios a un programa informático. Su valor industrial potencial es más limitado y creíble: identificación temprana de vías de contaminación evitables, acciones correctoras mejor dirigidas y pruebas más sólidas para homologación internacional de clientes.

21 | Conclusiones: el límite futuro será numérico, pero el cumplimiento depende de las pruebas

La iniciativa de 2026 sobre MOAH es una señal regulatoria importante porque vincula una preocupación toxicológica antigua a futuros controles específicos por categorías. Sin embargo, el umbral numérico es solo una parte del problema. La señal comunicada representa una mezcla definida operacionalmente, los métodos analíticos presentan límites dependientes de la matriz y la contaminación puede originarse en distintas etapas anteriores al análisis del producto terminado. [1–10]

La respuesta industrial más defendible consiste en distinguir el Derecho vigente de los proyectos votados, separar la medición de fracciones de la identificación química y la atribución causal, y validar las medidas correctoras en el producto y proceso reales. Los estudios sobre transporte de cacao demuestran por qué pueden importar las intervenciones aguas arriba. Las normas analíticas y las orientaciones de laboratorios de referencia demuestran por qué un resultado necesita contexto. La agenda de investigación propuesta no constituye una reivindicación de invención: invita a comprobar si la integración de fuentes de evidencia ya existentes permite tomar mejores decisiones.

Para fabricantes, distribuidores e importadores, la prioridad inmediata es práctica: revisar la exposición de cada categoría, verificar el estado definitivo en el Diario Oficial antes de aplicar un umbral legal, homologar los laboratorios para cada matriz y documentar los puntos por los que la contaminación puede entrar en el producto. Un futuro límite será exigible por disposición legal; una conclusión de cumplimiento fiable seguirá necesitando fundamentarse en pruebas.

ÁREAS DE CONOCIMIENTO RELACIONADAS: Seguridad alimentaria; Asuntos regulatorios; Tecnologías de procesado; Biotecnología; Ingredientes funcionales; Sostenibilidad; Investigación emergente.

REFERENCIAS

[1] European Commission. Catalogue: Mineral Oil Hydrocarbons (MOH); regulatory follow-up and status of 2026 draft measures. https://food.ec.europa.eu/food-safety/chemical-safety/contaminants/catalogue_en

[2] Standing Committee on Plants, Animals, Food and Feed. Joint Statement on enforcement of MOAH in food, 13 May 2026. https://food.ec.europa.eu/document/download/7558c04e-9c61-4a4e-b527-ee9d6a7b120e_en?filename=cs_contaminants_catalogue_sante-plan_b-01_statement-enforcement-moah-in-food.pdf

[3] European Commission. Draft amendment to Regulation (EU) 2023/915, MOAH maximum levels, SANTE PLAN 2023-2345 Rev.10 (voted 13 May 2026; status to be verified). https://food.ec.europa.eu/document/download/5adfb70c-b57f-42a6-b4b3-37bc390c8b36_en?filename=cs_contaminants_catalogue_sante-plan_b-01_2023-2345-text_ml-moah_rev-10.pdf

[4] European Commission. Annex to draft MOAH maximum-level amendment, SANTE PLAN 2023-2345 Rev.10 (draft; not an OJ citation). https://food.ec.europa.eu/document/download/a931aa7c-3de1-4224-9b87-bda5b6f6b163_en?filename=cs_contaminants_catalogue_sante-plan_b-01_2023-2345-annex-ml_moah_rev-10.pdf

[5] European Commission. Draft implementing amendment to Regulation (EC) No 333/2007, MOH sampling and analysis, SANTE PLAN 2023-2726 Rev.8. https://food.ec.europa.eu/document/download/899544ca-fea0-4057-b873-c731989e34a1_en?filename=cs_contaminants_catalogue_sante-plan_b-02_2726_2023_text_rev-08.pdf

[6] European Commission. FAQ on draft regulatory measures for mineral oil hydrocarbons in food (Commission-services working document, non-binding). https://food.ec.europa.eu/document/download/c576ed4f-1993-44eb-b75a-3dc0637b4336_en?filename=cs_contaminants_catalogue_info-doc_moh_faq_regulatory-measures.pdf

[7] EFSA CONTAM Panel. Update of the risk assessment of mineral oil hydrocarbons in food. EFSA Journal. 2023;21(9):8215. doi:10.2903/j.efsa.2023.8215. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2023.8215

[8] Bratinova S, Hoekstra E, Robouch P. Guidance on sampling, analysis and data reporting for monitoring of mineral oil hydrocarbons in food and food-contact materials. European Commission JRC, 2023. doi:10.2760/963728. https://doi.org/10.2760/963728

[9] EURL-PC, Montoya-Arroyo A et al. (eds). Analysis of MOSH and MOAH in food by GC×GC: Guidance on analysis, interpretation and data reporting. 2025. doi:10.11581/fbe4e1ce-65c2-468f-9cea-cb3a140beade. https://doi.org/10.11581/fbe4e1ce-65c2-468f-9cea-cb3a140beade

[10] ISO. ISO 20122:2024. Vegetable oils—Determination of MOSH and MOAH by online HPLC–GC–FID: Method for low limit of quantification. https://www.iso.org/standard/86091.html

[11] Moret S, Conchione C, Vanini R, Barp L. Mineral oil contamination along the cocoa supply chain: impact of storage and transportation in jute bags and assessment of contamination transfer into cocoa powder and cocoa butter. Food Chemistry. 2025;496:146955. doi:10.1016/j.foodchem.2025.146955. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.146955

[12] Srbinovska A, Conchione C, Celaj F, Menegoz Ursol L, Moret S. High sensitivity determination of mineral oils and olefin oligomers in cocoa powder and related packaging: Method validation and market survey. Food Chemistry. 2022;396:133686. doi:10.1016/j.foodchem.2022.133686. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133686

[13] Bauwens G, Purcaro G. Improved microwave-assisted saponification to reduce the variability of MOAH determination in edible oils. Analytica Chimica Acta. 2024;1312:342788. doi:10.1016/j.aca.2024.342788. https://doi.org/10.1016/j.aca.2024.342788

[14] Impact of deodorisation time and temperature on the removal of different MOAH structures: a lab-scale study on spiked coconut oil. Food Additives & Contaminants: Part A. 2024. doi:10.1080/19440049.2024.2371925. https://doi.org/10.1080/19440049.2024.2371925

[15] Huertas-Pérez JF, Cruz-Hernandez C et al. Discrepancies in Mineral Oil Confirmation by Two-Dimensional Gas Chromatography–Mass Spectrometry: A Call for Harmonization. Molecules. 2025;30(13):2830. doi:10.3390/molecules30132830. https://doi.org/10.3390/molecules30132830

[16] European Parliament and Council. Regulation (EC) No 178/2002 (General Food Law), Articles 14, 17–19. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2002/178/oj

[17] European Commission. Regulation (EU) 2023/915 on maximum levels for certain contaminants in food, especially Article 2. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/915/oj

[18] European Parliament and Council. Regulation (EU) 2017/625 on official controls. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2017/625/oj

[19] European Parliament and Council. Regulation (EC) No 1935/2004 on food-contact materials. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2004/1935/oj

[20] UK Food Standards Agency. Update 1, Food Alert for Action: Jolly Rancher products containing MOAH. Updated 16 January 2026. https://www.food.gov.uk/news-alerts/alert/fsa-fafa-02-2025-update-1

[21] United States. 21 CFR §172.878, White mineral oil, permitted direct food uses and conditions. https://www.law.cornell.edu/cfr/text/21/172.878

[22] United States. 21 CFR §178.3570, Lubricants with incidental food contact. https://www.law.cornell.edu/cfr/text/21/178.3570

[23] United States. 21 CFR §178.3620, Mineral oil in food-contact articles. https://www.law.cornell.edu/cfr/text/21/178.3620

[24] United States. 21 CFR §573.680, Mineral oil in animal feed. https://www.law.cornell.edu/cfr/text/21/573.680

[25] WIPO. WO2013160199A1, Polyvinyl alcohols as mineral oil barrier in paper and board (published patent application; legal status jurisdiction-dependent). https://patents.google.com/patent/WO2013160199A1/en

[26] EPO. EP3554829B1, Food packaging containing a film with barrier properties with regard to mineral oils (patent disclosure; check territorial status). https://patents.google.com/patent/EP3554829B1/en

[27] European Commission. Commission Recommendation (EU) 2017/84 on monitoring of mineral oil hydrocarbons in food and food-contact materials. https://eur-lex.europa.eu/eli/reco/2017/84/oj

[28] Cocoa Association of Asia. Regulatory dashboard: Draft amendment to Regulation (EU) 2023/915 on MOAH in food, 24 April 2026 (secondary industry summary; not an authoritative legal text). https://www.cocoaasia.org/regulatory-dashboard/amendment-to-regulation-%28eu%29-2023%2F915-as-regards-maximum-levels-of-mineral-oil-aromatic-hydrocarbons-%28moah%29-in-food

© 2026 José M. López · Todos los derechos reservados.