

El contaminante tiene una cadena de suministro

La transición europea de 2026 sobre los MOAH, la evidencia del cacao y el yute, y los argumentos a favor de la trazabilidad forense de los ingredientes

José M. López, Director de I+D+i

PALABRAS CLAVE: hidrocarburos aromáticos de aceites minerales; MOAH; MOSH; cacao; trazabilidad de la cadena de suministro; cromatografía; contaminantes alimentarios; transición regulatoria

CATEGORÍA KNOWLEDGE CENTER: Seguridad alimentaria / Asuntos regulatorios / Tecnologías de procesado

SEO SLUG: moah-aceites-minerales-cacao-cadena-suministro-regulacion-2026

META DESCRIPTION: Los futuros límites europeos de MOAH revelan un problema de la cadena de suministro: el transporte del cacao, la contaminación por aceites y las huellas químicas exigen una trazabilidad sólida de los ingredientes.

ETIQUETAS INTERNAS: MOAH; MOSH; Cacao; Control de contaminantes; Trazabilidad química; Regulación alimentaria; Química analítica; Cadenas de suministro

Resumen

Europa se aproxima a una transición decisiva en el control de los **hidrocarburos aromáticos de aceites minerales (MOAH)** en los alimentos. Tras la votación favorable de los Estados miembros del 13 de mayo de 2026, la Comisión Europea prevé adoptar en octubre contenidos máximos específicos por producto, con una aplicación escalonada a partir de 2027 y, para algunas categorías, de 2028 o 2030. Mientras tanto, un estudio de 2025 sobre la cadena de suministro del cacao demuestra cómo **los sacos de yute contaminados pueden transferir hidrocarburos de aceites minerales a los granos y a las fracciones de cacao derivadas**. Estos avances revelan un problema de mayor alcance: un resultado de MOAH en el producto terminado no permite identificar su origen, y un resultado bajo no permite establecer que los controles en las fases anteriores sean fiables. Este artículo integra la toxicología, la incertidumbre cromatográfica, el balance de masas del procesado y el derecho alimentario comparado para defender una trazabilidad química con resolución de fuentes. Propone un marco de investigación que combina el muestreo longitudinal, las huellas de hidrocarburos, la genealogía de los ingredientes y una atribución de fuentes que tenga en cuenta la incertidumbre. El objetivo no es sustituir los contenidos máximos legales, sino hacer que la prevención, la cualificación de proveedores y el cumplimiento normativo sean científicamente reconstruibles.

Proposición central *Un contenido máximo puede clasificar un resultado, pero solo una cadena de suministro reconstruible puede explicar —y prevenir— la contaminación que lo produjo.*

1. Por qué importa octubre de 2026

El acontecimiento regulatorio decisivo ya se ha producido, aunque el acto jurídico definitivo no debe considerarse publicado hasta que aparezca en el Diario Oficial. El 13 de mayo de 2026, los Estados miembros votaron favorablemente un proyecto de la Comisión que modifica el Reglamento (UE) 2023/915 para establecer contenidos máximos de hidrocarburos aromáticos de aceites minerales (MOAH) en determinados alimentos. Un proyecto complementario revisaría las disposiciones sobre muestreo y análisis del Reglamento (CE) n.º 333/2007, y se respaldó una recomendación de vigilancia. A la fecha de cierre de esta investigación, el 13 de octubre de 2026, el catálogo oficial de la Comisión sigue indicando que la adopción está prevista para octubre de 2026, en lugar de identificar un acto adoptado. [1,2]

La transición ya ha influido en la aplicación de la normativa. En su declaración conjunta del 13 de mayo, el Comité Permanente acordó que los futuros contenidos máximos sirvieran de base para la aplicación del artículo 14 del Reglamento (CE) n.º 178/2002 durante el intervalo previo a su aplicación formal, en los casos en que los contenidos propuestos sean superiores a los anteriores valores de actuación basados en la cuantificación. Está previsto que la mayoría de los nuevos límites se apliquen a partir del 1 de enero de 2027, mientras que algunos se aplazan hasta 2028 o 2030. Por tanto, la situación jurídica exacta de un producto depende de la categoría de alimento aplicable, la fecha, la interpretación de la autoridad competente y el texto definitivo publicado. [2,3]

La relevancia técnica no se limita a que otro contaminante reciba límites numéricos. La arquitectura propuesta abarca grasas y aceites, cacao, cereales, frutos de cáscara, especias, productos lácteos, complementos alimenticios y alimentos compuestos. Son precisamente los productos en los que el transporte en fases anteriores, los materiales en contacto, los coadyuvantes tecnológicos y los equipos industriales pueden dejar residuos químicamente similares. Una especificación del producto terminado será necesaria, pero no bastará para explicar el control.

2. El problema toxicológico es una mezcla, no una sola molécula

Los **hidrocarburos de aceites minerales (MOH)** son mezclas complejas de compuestos derivados principalmente del petróleo, aunque otras mezclas de hidrocarburos afines también pueden proceder de otras materias primas. La práctica analítica los agrupa en **hidrocarburos saturados de aceites minerales (MOSH)** e

hidrocarburos aromáticos de aceites minerales (MOAH). Estas denominaciones describen fracciones químicas amplias, y no sustancias individuales toxicológicamente homogéneas. [1,4]

La reevaluación de la EFSA de 2023 estableció una distinción crucial. La exposición alimentaria estimada actual a los MOSH no se consideró preocupante para la salud, aunque la acumulación y los limitados márgenes de seguridad justifican mantener la mitigación. En el caso de los MOAH, la preocupación se asocia en particular a los compuestos con tres o más anillos aromáticos, algunos de los cuales pueden ser genotóxicos y carcinógenos. La base de evidencia sobre los MOAH de uno y dos anillos sigue siendo insuficiente para una caracterización definitiva del riesgo. Estas conclusiones no significan que todos los hidrocarburos aromáticos detectados tengan la misma potencia, ni que una señal cromatográfica de MOAH no resuelta pueda interpretarse como una concentración medida de carcinógenos conocidos. [4,5]

Esta es una tensión central de la ciencia regulatoria, en la medida en que la gestión del riesgo puede necesitar un límite práctico por grupos aun cuando la ciencia analítica no pueda especificar de forma rutinaria la contribución toxicológica de cada componente. El límite es una herramienta operativa de protección, no una prueba de que todos los miembros del grupo sean biológicamente equivalentes.

3. Un saco de cacao puede ser un aporte químico

Un estudio revisado por pares especialmente pertinente, de Moret y colaboradores, investigó granos de cacao antes y después de su transporte en sacos de yute. En 28 muestras de granos de cacao, el contenido medio de MOSH aumentó de aproximadamente 0,9 a 9,6 mg/kg tras el transporte; los MOAH alcanzaron 2,3 mg/kg. Los autores señalaron que, en promedio, alrededor del 40 % de los hidrocarburos transferidos a los granos enteros llegó a los granos descascarillados, y que la contaminación pasó posteriormente a la pasta de cacao y se repartió entre la manteca y el polvo de cacao en función de su contenido en grasa. [6]

El estudio es importante porque documenta una vía de exposición anterior a la llegada del ingrediente al transformador. El yute suele considerarse un material de transporte natural y, por tanto, intuitivamente inocuo. Esa intuición es inadecuada: las cuestiones pertinentes se refieren a los tratamientos previos, los residuos de aceites minerales, las condiciones de almacenamiento, el tiempo de contacto, la movilidad de los hidrocarburos y la matriz alimentaria final. Un envase de fibra natural no es automáticamente inerte desde el punto de vista químico.

Los resultados cuantitativos no deben generalizarse a todos los sacos de yute ni a todos los orígenes del cacao. El estudio caracteriza muestras y condiciones concretas. Sin embargo, no demuestra que el yute sea la fuente predominante de MOAH en todas las cadenas de suministro del cacao. Sí basta, en cambio, para desmontar el supuesto de que la contaminación de la manteca o del polvo de cacao comienza necesariamente en la fábrica donde se elaboran esos ingredientes.

4. La vía de contaminación es una red

Las empresas alimentarias suelen investigar la contaminación por aceites minerales fijándose primero en los envases. Es comprensible, ya que el cartón reciclado, las tintas de impresión y los materiales en contacto con alimentos han sido durante mucho tiempo fuentes destacadas. Pero el propio inventario de la Comisión incluye los lubricantes de maquinaria, los coadyuvantes tecnológicos, los aditivos alimentarios y para piensos, el transporte y la contaminación ambiental. [1]

Una cadena de suministro del cacao puede implicar herramientas de cosecha, superficies de secado, sacos, almacenes, contenedores marítimos, transportadores mecánicos, tostado, aventado, molienda, prensado, manipulación del polvo, silos de almacenamiento y envasado final. Cada etapa puede introducir, eliminar, redistribuir o concentrar fracciones de hidrocarburos. En los aceites comestibles, la maquinaria de cosecha, los fluidos hidráulicos, el almacenamiento del orujo, la extracción y el refinado presentan una constelación distinta

de posibles puntos de entrada. Una revisión de 2026 sobre los aceites de oliva describe la importancia de la contaminación asociada a la cosecha y los retos específicos de concentración de los aceites de orujo. [7]

Por tanto, el objeto correcto de la investigación no es solo el saco o el bidón terminado, sino toda la red de contactos y transformaciones. Dos lotes con la misma concentración total de MOAH pueden tener historiales de contaminación completamente diferentes, mientras que un único episodio en una fase anterior puede dar lugar a concentraciones finales distintas en las fracciones ricas y pobres en grasa.

5. Concentración no es atribución de la fuente

Supongamos que se detecta que un cacao en polvo contiene 0,9 mg/kg de MOAH. La cifra puede ser pertinente con respecto a un límite aplicable, pero no permite establecer si la contaminación procede de los sacos, de un lubricante, del entorno original del grano o de una superficie de contacto posterior. Tampoco un resultado más bajo en otro lote demuestra que la segunda cadena de suministro tenga mejores controles preventivos; puede que simplemente haya experimentado tiempos de contacto, dilución o reparto diferentes.

La distinción es entre medición del cumplimiento y explicación causal. Un resultado expresado en mg/kg describe una concentración medida en una muestra y con un método definidos. Una afirmación de atribución de la fuente requiere información independiente que incluya, como mínimo, la distribución de hidrocarburos, el intervalo de número de átomos de carbono, la cronología de las muestras, los controles en fases anteriores, los cambios en el proceso, los análisis de fuentes alternativas e, idealmente, una coincidencia reproducible entre las fuentes candidatas y el producto afectado. [6,8]

Para los fabricantes de ingredientes, esto significa que un certificado de análisis debe considerarse una observación, y no una explicación de cómo se obtuvo el resultado. La homologación de proveedores basada únicamente en los resultados del producto final es vulnerable a un cambio de sacos, rutas de transporte, fluidos de mantenimiento o condiciones de proceso que quizá no se refleje hasta un envío posterior.

6. Un balance de masas del proceso es necesario, pero no suficiente

Una primera aproximación a la contaminación de un alimento compuesto es un balance de materia. Desde este planteamiento, la concentración final equivale aproximadamente a la masa total de MOAH aportada por los ingredientes de entrada y otras fuentes, menos la eliminación o las pérdidas, dividida por la masa del producto final. En símbolos, $C_{final} \approx [\sum(m_i \times C_i) + M_{process} + M_{contact} - M_{removed}] / m_{final}$. Se trata de una relación contable de ingeniería, no de un modelo predictivo validado para todas las fracciones de hidrocarburos.

La aproximación deja de ser fiable cuando se supone una distribución uniforme. Los MOAH pueden repartirse en fases ricas en grasa, adherirse a superficies, sufrir una volatilización selectiva, acumularse en residuos o desplazarse de forma diferente según el intervalo de número de átomos de carbono. El tostado, el prensado, la desodorización y el fraccionamiento pueden cambiar el perfil analítico sin que ello demuestre necesariamente una eliminación toxicológica. El reparto observado en el estudio del cacao entre la manteca y el polvo es una razón concreta para analizar el comportamiento específico de cada fracción en lugar de aplicar un único factor de procesado genérico. [6]

Por tanto, un estudio sólido del destino en el proceso necesita muestras pareadas de entrada y salida, cálculos sobre materia seca y sobre grasa, registros de rendimiento másico, blancos, ensayos de recuperación y propagación de la incertidumbre. Cuando sea posible, debe informar de los cambios por intervalo de carbono o por clase estructural, además de los MOAH totales. Una reducción no explicada de una fracción medida no es automáticamente una prueba de la destrucción del contaminante.

7. Por qué el cromatograma no es un veredicto toxicológico

El análisis rutinario de MOH se basa generalmente en la cromatografía de líquidos acoplada en línea a cromatografía de gases con detección por ionización de llama (LC–GC–FID). Permite cuantificar fracciones saturadas y aromáticas amplias, pero la mezcla compleja no resuelta suele aparecer como una envolvente cromatográfica ancha y no como un conjunto de moléculas identificadas individualmente. La técnica es potente para el cribado y la cuantificación dentro de su ámbito validado, pero su resultado no debe confundirse con un inventario molecular completo. [8,9]

La cromatografía de gases bidimensional integral (GC×GC), a menudo acoplada a espectrometría de masas, ofrece un mayor poder de resolución y puede ayudar a identificar sustancias interferentes y a caracterizar los patrones de hidrocarburos. El Laboratorio de Referencia de la Unión Europea para Contaminantes de Procesado (EURL-PC) publicó en 2025 una guía sobre el análisis, la interpretación y la comunicación de resultados mediante GC×GC. Es un complemento valioso de la guía de 2023 del Centro Común de Investigación (JRC), pero no garantiza que todas las matrices alimentarias complejas vayan a producir una huella de origen inequívoca. [9,10]

La lección analítica es especialmente importante para los ingredientes complejos por naturaleza. Un resultado de «MOAH total» puede verse afectado por la coelución, la preparación de la muestra y las interferencias propias de la matriz. La investigación de la fuente debe empezar por la validez analítica, no por la presunción de que la señal del laboratorio solo tiene una explicación química.

8. Las interferencias son un problema tanto jurídico como analítico

En las grasas, los ingredientes derivados del cacao, las hierbas aromáticas y otras matrices complejas, los compuestos naturales y los hidrocarburos relacionados con el procesado pueden interferir en el análisis por grupos. Las estrategias de purificación, como la saponificación y la epoxidación, pueden reducir determinadas interferencias, pero su rendimiento depende de la matriz y del analito. Una revisión de 2026 sobre la preparación de muestras ilustra por qué ningún procedimiento debe considerarse universalmente intercambiable entre alimentos. [11]

Un estudio interlaboratorio publicado en 2025 comparó la confirmación de aceites minerales en varios laboratorios expertos utilizando aceite de coco, oleína de palma y aceite de oliva. Los autores documentaron discrepancias y pidieron una mayor armonización en la interpretación de la GC–MS bidimensional. Esto es importante para la aplicación de la normativa, porque un resultado marginal próximo a un futuro contenido máximo puede dar lugar a decisiones diferentes si difieren el enfoque analítico, las reglas de integración o los criterios de confirmación. [12] La respuesta correcta no es descartar los resultados positivos incómodos, sino definir de antemano cómo se recogen las muestras, cómo se controlan los blancos, cuándo se requiere un análisis de confirmación, cómo se trata la incertidumbre de medida y cómo resuelven los laboratorios los resultados discordantes. En el caso de los ingredientes de alto valor, el coste de esta disciplina es pequeño en comparación con el coste comercial y reputacional de una retirada evitable o de un rechazo controvertido.

9. El recipiente de la muestra puede convertirse en la fuente de contaminación

Las investigaciones sobre MOH son especialmente susceptibles a la contaminación durante el muestreo. Un operario que trasvase una muestra de bajo nivel a un recipiente inadecuado, utilice un cierre inapropiado o la esponja a equipos lubricados puede comprometer el resultado antes de que llegue al laboratorio. A la inversa, no captar la heterogeneidad representativa puede producir un resultado falsamente tranquilizador.

La guía de 2023 del JRC aborda el muestreo, el análisis y la comunicación de resultados. Los cambios propuestos en 2026 al Reglamento (CE) n.º 333/2007 tienen por objeto reforzar los requisitos analíticos oficiales para los MOH. Las empresas deben alinear sus protocolos de muestreo con las instrucciones validadas de los

laboratorios y verificar la compatibilidad de los recipientes, cierres, etiquetas, materiales de transporte y blancos. [1,9]

Una investigación forense debe preservar la cadena de custodia, la ubicación de la muestra, el lote, la fecha, el historial de manipulación y el estado físico del material. Debe incluir muestras de control de los materiales de contacto sospechosos cuando sea técnicamente apropiado. Una cifra analítica sin metadatos de muestreo fiables es una evidencia débil para la atribución de la fuente.

10. La arquitectura jurídica de la UE: tres capas diferentes

La **primera capa** es la obligación general de seguridad. El Reglamento (CE) n.º 178/2002, en particular su artículo 14, prohíbe comercializar alimentos que no sean seguros. El Reglamento (CEE) n.º 315/93 del Consejo exige que los contaminantes se mantengan en los niveles más bajos que puedan alcanzarse razonablemente mediante buenas prácticas. Estas obligaciones no desaparecen simplemente porque todavía no haya empezado a aplicarse un contenido máximo numérico específico. [3,13]

La **segunda capa** es el límite específico por producto. El Reglamento (UE) 2023/915 constituye actualmente el marco de la UE para los contenidos máximos de los contaminantes enumerados. La modificación relativa a los MOAH recibió una votación favorable el 13 de mayo de 2026, pero, a la fecha de cierre de esta investigación, la Comisión sigue presentándola como pendiente de adopción. Las empresas no deben citar el proyecto como una modificación publicada y vinculante. No obstante, deben prepararse para las fechas de aplicación previstas para cada categoría. [1,14]

La **tercera capa** es la metodología y la vigilancia de los controles oficiales. El Reglamento (CE) n.º 333/2007 establece las normas de muestreo y análisis para determinados contaminantes; la modificación relativa a los MOH se está preparando en paralelo. La Recomendación (UE) 2017/84 estableció un marco de vigilancia anterior, y se ha respaldado una nueva recomendación. En conjunto, estas capas determinan no solo lo que debe controlarse, sino también cómo se genera e interpreta la evidencia. [1,9,15]

11. La aplicación provisional no es un vacío legal

La declaración del Comité Permanente del 13 de mayo de 2026 aborda el desfase entre la votación favorable y la aplicación de los futuros contenidos máximos. Su finalidad declarada es evitar la paradoja de que los anteriores valores de actuación de 2022, basados en la cuantificación, sean inferiores a algunos de los límites por categoría recién acordados. Los Estados miembros acordaron utilizar los nuevos contenidos como base para la aplicación del artículo 14 de la legislación alimentaria general a partir del 13 de mayo de 2026, con sujeción a los términos detallados de la declaración. [2]

Esto no equivale a decir que los contenidos máximos propuestos sean ya derecho directamente aplicable. La base jurídica y el marco de toma de decisiones durante el periodo provisional siguen siendo distintos de los que regirán tras su entrada formal en aplicación. La declaración tampoco extingue el deber general de evitar alimentos no seguros ni justifica aumentar deliberadamente la contaminación hasta un umbral numérico.

Para los operadores, la consecuencia práctica es mantener un registro regulatorio fechado que identifique el origen y la condición de cada umbral: legislación publicada, declaración del Comité Permanente, proyecto de anexo, guía nacional de aplicación o especificación contractual. No son categorías de autoridad intercambiables.

12. Las categorías de productos y las fechas transitorias son técnicamente relevantes

El marco propuesto no asigna un único límite universal de MOAH a todos los alimentos. Las categorías del proyecto incluyen grasas y aceites, semillas oleaginosas, frutos de cáscara, productos a base de cereales, granos

de cacao y derivados, productos lácteos, especias, hierbas aromáticas, complementos alimenticios, alimentos infantiles y determinados productos transformados o compuestos. Muchas categorías se diferencian por su contenido en grasa, lo que refleja consideraciones analíticas y de gestión de la exposición. El proyecto y los materiales explicativos que lo acompañan prevén también una aplicación posterior para determinadas categorías, con fechas en 2028 y 2030. [1,16]

Para las empresas del cacao, la distinción entre granos, pasta de cacao, cacao en polvo, manteca de cacao y productos de confitería es especialmente importante. El proyecto de anexo, según el resumen de la Cocoa Association of Asia, prevé contenidos y calendarios transitorios diferentes para esas categorías; también distingue determinados alimentos compuestos. Esos valores del proyecto son datos de planificación hasta que se publique y verifique el texto jurídico definitivo. [16]

Por tanto, una empresa debe clasificar cada SKU según su categoría jurídica de alimento, su contenido en grasa, su uso previsto y su mercado de destino. Una declaración genérica de un proveedor de «conforme en MOAH» es incompleta si no identifica la categoría, el límite, el método analítico y la fecha aplicables.

13. Cacao en polvo, manteca de cacao y la falsa tranquilidad de un origen común

El cacao en polvo y la manteca de cacao pueden proceder de los mismos granos y, sin embargo, no son matrices de exposición químicamente intercambiables. Las mezclas de hidrocarburos son lipófilas, y el procesado puede redistribuirlas entre la fracción de manteca, rica en grasa, y la fracción de torta/polvo, más pobre en grasa. El estudio de Moret documentó la transferencia a lo largo de la cadena y el fraccionamiento en función del contenido en grasa. [6]

Esto plantea un reto de aseguramiento de la calidad para los ingredientes de cacao. Un único resultado del grano a la recepción no establece automáticamente las concentraciones finales de cada derivado. Una especificación de cacao en polvo no puede copiarse sin más a la manteca de cacao, y lo contrario es igualmente infundado. Cuando el producto final es un sustitutivo de cacao mezclado o una formulación con varios ingredientes, la genealogía del ingrediente y la fracción grasa cobran aún más importancia.

Para el ámbito de INTABIOTECH relacionado con el cacao, el enfoque comercialmente útil es cualificar cada material según su propia matriz, su historial de origen y su destino previsto. Se trata de una recomendación científica y de aprovisionamiento, no de una afirmación de que algún producto concreto de INTABIOTECH contenga actualmente MOAH o requiera medidas correctoras.

14. Las especias, las hierbas aromáticas y los ingredientes de baja dosis plantean un problema diferente

Las especias y las hierbas aromáticas secas suelen incorporarse a los alimentos terminados en proporciones bajas, pero su producción y distribución pueden implicar largas rutas de transporte, superficies de secado complejas, sacos y múltiples intermediarios. Sus matrices químicas también son analíticamente difíciles. Las disposiciones del proyecto de la UE reconocen que algunas matrices necesitan límites de cuantificación analítica diferentes y un tratamiento por categoría adaptado. [1,17]

Una proporción de incorporación baja puede reducir la contribución másica a un producto compuesto, pero no excusa una materia prima no conforme cuando se aplica un límite directo a esa materia prima. Tampoco puede suponerse que la dilución legalice un ingrediente contaminado: las normas que regulan la mezcla, los factores de procesado y la comercialización de alimentos contaminados deben evaluarse de forma independiente. [14]

Una estrategia mejor es distinguir dos preguntas. La primera es si el ingrediente de entrada cumple su propia norma aplicable. La segunda es si su concentración medida, su proporción de incorporación y su destino en el

procesado son relevantes para el cumplimiento normativo y la exposición del producto final. Son decisiones relacionadas, pero jurídicamente distintas.

15. España, Gran Bretaña, Irlanda del Norte y Estados Unidos

España aplica directamente el marco de la UE sobre contaminantes. El sistema de control oficial correspondiente funciona a través de las autoridades competentes españolas con arreglo a la legislación de la UE. Por tanto, un proveedor español de ingredientes que venda a otro Estado miembro debe prepararse para el marco armonizado de MOAH tal como se adopte finalmente, sin tratar los futuros límites del proyecto como si ya estuvieran en vigor.

Gran Bretaña tiene un marco de legislación alimentaria propio posterior al Brexit y no incorpora automáticamente los nuevos contenidos máximos de la UE por el mero hecho de que la UE los adopte. Sin embargo, la ausencia de normas numéricas idénticas no implica la aceptación de una contaminación por MOAH que comprometa la seguridad. En enero de 2026, la Food Standards Agency del Reino Unido actualizó una alerta que ordenaba la retirada y la recuperación de determinados productos de confitería importados que contenían MOAH. Es un recordatorio concreto de que la aplicación general de la normativa de seguridad alimentaria puede operar con independencia del próximo calendario de la UE. [18]

Irlanda del Norte sigue sujeta a las disposiciones pertinentes de la legislación alimentaria de la UE en virtud del Marco de Windsor, con sujeción a los regímenes y excepciones aplicables. Estados Unidos, en cambio, regula usos específicos de los aceites minerales mediante sus propias disposiciones sobre aditivos alimentarios y sobre contacto con alimentos. El inventario de la FDA recoge el aceite mineral blanco en relación con varios usos y disposiciones del 21 CFR, pero un uso autorizado de un aceite mineral blanco debidamente especificado no es una autorización general para cualquier contaminación aromática arbitraria procedente de maquinaria, transporte o envases. [19,20]

La estrategia de exportación correcta es específica de cada mercado. Ni el cumplimiento del proyecto de la UE ni una designación estadounidense de «grado alimentario» deben tratarse como un pasaporte universal entre jurisdicciones.

16. El pienso no es simplemente un alimento con otra etiqueta

Los MOH también pueden entrar en los sistemas de alimentación animal, y un estudio observacional de 2026 examinó los MOSH y MOAH en el pienso y la leche de tres explotaciones lecheras. Ese trabajo es útil como señal emergente, pero no basta para establecer coeficientes de transferencia a escala poblacional ni un modelo causal de exposición. [21]

Los contenidos máximos de MOAH propuestos por la UE que se analizan aquí se refieren a alimentos incluidos en el ámbito de aplicación del Reglamento (UE) 2023/915. No debe darse a entender que imponen automáticamente límites idénticos a los ingredientes para piensos. Los piensos se rigen por su propia legislación sobre seguridad y sustancias indeseables, incluida la Directiva 2002/32/CE, y por las obligaciones generales de seguridad de los piensos. Cualquier especificación o medida específica para piensos debe evaluarse con arreglo a ese marco y a los requisitos del mercado de destino. Esta distinción es comercialmente relevante para las empresas que suministran tanto a la alimentación humana como a la nutrición animal. Un material de doble uso requiere una clasificación regulatoria, unos planes de muestreo, unas expectativas analíticas y unas evidencias documentales separados. La calificación de «grado alimentario» no demuestra por sí misma el cumplimiento de la normativa de piensos, del mismo modo que el registro como pienso no acredita el cumplimiento de la normativa alimentaria.

17. Qué debe contener realmente un expediente de proveedor eficaz

Un expediente de proveedor maduro sobre MOAH debe identificar el ingrediente y su ruta de procesado; los países y centros implicados; el envase primario y secundario; los materiales en contacto durante el transporte y el

almacenamiento; los posibles contactos con lubricantes y agentes desmoldeantes; los resultados analíticos de MOH disponibles; el método de laboratorio y el límite de cuantificación (LOQ); y un plan de respuesta documentado para los positivos confirmados.

En el caso del cacao y de otras materias primas transportadas en sacos, la cualificación debe extenderse al origen de los sacos, a cualquier tratamiento pertinente o historial de contaminación, a las condiciones de almacenamiento y a la evidencia de la idoneidad de los materiales en contacto. En el caso de los aceites, debe abarcar los equipos de cosecha, los sistemas hidráulicos, el almacenamiento y el refinado cuando proceda. En el de las especias, debe abordar el secado, la manipulación, el envasado y las interferencias analíticas. Son ejemplos de preguntas basadas en el riesgo, no una lista de comprobación obligatoria universal. El expediente también debe preservar la genealogía de los lotes. Si un cliente detecta posteriormente MOAH, el proveedor debe poder identificar qué lotes de entrada, sacos, líneas de equipos y operaciones de procesamiento contribuyeron al envío afectado. Un certificado sin capacidad de reconstrucción no es un sistema sólido de control de la contaminación.

18. Por qué un único resultado negativo puede inducir a error

Un resultado no detectado o inferior al LOQ significa que el método no cuantificó la fracción diana por encima de su umbral validado en la muestra analizada. No establece la ausencia absoluta, la estabilidad futura ni la representatividad de toda una partida heterogénea.

La fuerza probatoria de un resultado negativo depende del plan de muestreo, el tamaño del lote, el número de incrementos, la homogeneización, el rendimiento del laboratorio, los efectos de matriz y la distribución de la contaminación. Cuando la contaminación se produce mediante episodios de contacto discretos —por ejemplo, un pequeño número de sacos tratados o una fuga intermitente de lubricante—, el muestreo compuesto puede diluir una señal localizada.

Por tanto, el objetivo industrial no es analizar al máximo sin una hipótesis. Es un plan adaptativo que puede incluir un muestreo de referencia para la cualificación, un muestreo intensificado tras cambios de proveedor o de envase, análisis dirigidos tras episodios de contaminación sospechosos y una verificación periódica de que los controles siguen siendo eficaces. Este enfoque es más informativo que simplemente aumentar el número de certificados.

19. Oportunidad de investigación e innovación - El grafo de evidencia de hidrocarburos de la fuente al producto

Problema sin resolver. Los sistemas industriales actuales rara vez vinculan los perfiles analíticos de hidrocarburos, las transformaciones del proceso, los contactos durante el transporte y los registros de proveedores de un modo que permita una atribución retrospectiva defendible de la fuente. Los valores de MOAH total pueden desencadenar actuaciones, pero rara vez identifican el origen de la contaminación.

Por qué es importante. Si no se encuentra el origen, las empresas pueden rechazar lotes sin corregir la fuente. A la inversa, pueden introducir cambios de envase ineficaces y pasar por alto la contaminación durante la cosecha o el proceso. El estudio sobre el cacao y el yute aporta un mecanismo concreto y una razón para investigar las etapas anteriores. [6]

Lo que se sabe. La LC–GC–FID permite la cuantificación rutinaria por grupos. La GC×GC–MS puede revelar distribuciones más detalladas, las mezclas de hidrocarburos pueden cambiar con el contacto, el procesamiento y el fraccionamiento, y la genealogía de los lotes en la cadena de suministro es técnicamente viable. Lo que sigue sin conocerse es si puede obtenerse una huella suficientemente estable y discriminante de la fuente en materias primas y etapas de procesamiento diversas en condiciones industriales rutinarias. [8–12]

Hipótesis (propuesta, no establecida). Combinar en un grafo que tenga en cuenta la incertidumbre la distribución por número de átomos de carbono, los patrones de clases aromáticas, determinadas señales diagnósticas, la cronología del muestreo y la genealogía del proceso podría mejorar la atribución de la fuente en comparación con la concentración de MOAH total por sí sola.

Vía de validación. Reclutar varias cadenas de suministro de cacao y de aceite, muestrear las fuentes candidatas (sacos, lubricantes, superficies de contacto, ingredientes) y los productos antes y después del procesado, cuantificar MOSH/MOAH con métodos validados, caracterizar muestras seleccionadas mediante GC×GC–MS, establecer controles de recuperación y de blancos, registrar previamente los criterios de atribución de la fuente, ensayar mezclas ciegas e instalaciones independientes, y evaluar la atribución errónea, la sensibilidad de detección, los costes y la transferibilidad.

Limitaciones regulatorias. El marco complementaría —no sustituiría— el muestreo oficial, los contenidos máximos o la determinación de la autoridad competente. La similitud de huellas nunca debe presentarse como prueba de responsabilidad jurídica sin evidencia independiente. Los datos confidenciales de los proveedores, los registros de la cadena de custodia y los métodos de laboratorio requieren una gobernanza adecuada.

Valor industrial potencial. Un método validado podría orientar las medidas correctoras, distinguir la contaminación procedente de los envases de la procedente de la maquinaria, mejorar la cualificación de proveedores y reducir los rechazos innecesarios. Por el momento es una agenda de investigación, no un método de cumplimiento autorizado.

20. Una segunda pregunta de innovación: ¿puede optimizarse la prevención en la fuente?

Una vez identificadas las fuentes predominantes, se abre una segunda vía de desarrollo, por lo que es importante comparar intervenciones en condiciones de producción realistas. Entre las candidatas pueden figurar distintos sacos o forros de transporte, materiales barrera validados, una mejor gestión de los fluidos hidráulicos, el mantenimiento preventivo, la segregación de los equipos lubricados, cambios en el tiempo de almacenamiento y modificaciones específicas del proceso.

El criterio de valoración científicamente significativo no es solo un valor final de MOAH más bajo en un ensayo. Es una reducción reproducible de la probabilidad y la concentración de la contaminación a lo largo de campañas, proveedores y matrices, sin crear nuevos problemas de migración química, microbiológicos, de sostenibilidad o funcionales. Una barrera puede reducir una vía de transferencia al tiempo que añade costes o compromete el control de la humedad; un cambio de proceso puede reducir las fracciones de hidrocarburos ligeros y, a la vez, afectar al rendimiento o a la calidad del producto.

Por tanto, un diseño prospectivo debe comparar lotes pareados y hacer un seguimiento de los resultados de seguridad alimentaria, la incertidumbre analítica, la calidad, el coste, la energía, los residuos y la compatibilidad regulatoria. Ninguna intervención debe promocionarse como universalmente eficaz antes de dicha validación.

21. La gobernanza analítica es una capacidad comercial

La guía del EURL-PC de 2025 y el documento del JRC de 2023 deben utilizarse para construir un lenguaje común entre compras, calidad, laboratorios externos y clientes. Las especificaciones deben indicar la matriz, la fracción de analito, el intervalo de carbono cuando proceda, el método analítico, el LOQ, las convenciones de notificación, el tratamiento de las interferencias, la incertidumbre de medida y la regla de decisión. [9,10]

Las controversias surgen a menudo porque una de las partes notifica una fracción total amplia mientras que la otra interpreta un resultado confirmado y corregido por interferencias. Un resultado de laboratorio técnicamente válido para el cribado puede requerir una confirmación adicional antes de una decisión comercial importante. Lo

contrario también es cierto: un operador no puede invocar una posible interferencia para ignorar un resultado sin organizar una verificación competente.

La inversión operativa más valiosa puede ser un árbol de decisión normalizado: **resultado presuntivo → revisión técnica → método de confirmación cuando esté indicado → investigación de la fuente → destino del producto → acción preventiva → verificación de la eficacia**. Esto reduce tanto la reacción exagerada como la complacencia.

22. El argumento empresarial va más allá del cumplimiento normativo

El control de los MOAH afecta a las compras, la logística, la formulación, la venta técnica, los contratos con clientes y los seguros. Un proveedor que pueda demostrar un control fiable y una investigación rápida de la fuente puede resultar más atractivo que otro que ofrezca un precio ligeramente inferior, pero solo un certificado genérico. Las consideraciones económicas son especialmente relevantes para los ingredientes que se distribuyen en muchos productos posteriores, en los que un solo lote problemático puede afectar a numerosos fabricantes.

Un sistema con resolución de fuentes también puede evitar sustituciones indiscriminadas. Sustituir todos los sacos de yute, lubricantes o materiales de envasado sin conocer la fuente principal puede resultar caro y contraproducente desde el punto de vista ambiental. Un programa mejor prioriza las intervenciones en función de la evidencia, la viabilidad y la reducción del riesgo esperado.

En las comunicaciones dirigidas al mercado, la afirmación defendible es una competencia de proceso definida de forma concreta, que comprenda controles preventivos definidos, trazabilidad, una verificación analítica adecuada y capacidad de acción correctora. Las afirmaciones absolutas como «sin MOAH» requieren una definición precisa y no deben hacerse sobre la base de un único resultado no detectado.

23. Programa de preparación industrial de noventa días

Días 1-30: elaborar un registro producto por producto que abarque las categorías de la UE, las fechas de aplicación previstas, los mercados de destino, las especificaciones existentes y los métodos analíticos. Identificar los ingredientes de alto riesgo y las fuentes de contacto probables. Confirmar con los proveedores y los laboratorios qué se está midiendo realmente, y mantener la distinción entre el proyecto de 2026, las declaraciones provisionales y la legislación aprobada.

Días 31-60: realizar análisis de referencia dirigidos de materiales seleccionados, documentar la toma de muestras y los controles de blancos, revisar los riesgos asociados a sacos, envases, lubricantes y contactos durante el proceso, y establecer un procedimiento para gestionar los resultados próximos a los umbrales de decisión. Iniciar la cartografía a nivel de lote del cacao, los aceites, las especias y otros ingredientes pertinentes.

Días 61-90: subsanar las lagunas de evidencia mediante solicitudes a los proveedores y, cuando esté justificado, análisis de confirmación; priorizar las acciones preventivas; realizar un ejercicio de trazabilidad retrospectiva; definir el protocolo de escalado ante un positivo confirmado; y preparar expedientes técnicos para clientes que describan con exactitud la situación regulatoria actual. Actualizar el programa inmediatamente cuando se publiquen los actos definitivos de la UE.

El objetivo no es declarar el cumplimiento de una modificación no publicada, sino garantizar que, una vez confirmado el texto aplicable, la empresa pueda aplicarlo sin tener que reconstruir toda su cadena de suministro bajo presión.

24. Grado de evidencia: lo que este artículo establece y lo que no

Evidencia establecida: la EFSA distingue los perfiles toxicológicos de los MOSH y los MOAH; la Comisión registró una votación favorable en mayo de 2026 y un objetivo de adopción en octubre; la declaración del 13 de mayo aborda la aplicación provisional; el estudio de 2025 sobre el cacao documenta la transferencia desde sacos de yute contaminados en las condiciones investigadas; y las guías publicadas reconocen una complejidad analítica considerable. [1–12]

Evidencia emergente: estudios recientes sobre aceites de oliva, cacao, preparación de muestras y confirmación interlaboratorio afinan la comprensión de las vías de contaminación específicas de cada matriz y de la incertidumbre analítica. Sus resultados no deben extrapolarse sin tener en cuenta el diseño y el alcance de los estudios. [6,7,11,12]

Interpretación experta: las cadenas de suministro de ingredientes deberían tratar los MOAH como un problema dinámico de red de contaminación, y no solo como una cifra del producto terminado. Esto se deriva lógicamente de la multiplicidad documentada de fuentes y de la redistribución durante el procesado, pero su eficacia industrial comparativa requiere ensayos prospectivos.

Hipótesis y agenda de investigación: el grafo de evidencia de hidrocarburos y el programa de optimización de la prevención propuestos podrían mejorar la atribución de la fuente y el control. No son herramientas regulatorias establecidas, no demuestran la eficacia de ninguna tecnología patentada y no identifican responsabilidades en ningún incidente de contaminación concreto.

25. Conclusiones: de los límites a la prevención reconstruible

El futuro marco europeo sobre los MOAH proporcionará a la industria alimentaria umbrales más explícitos por categoría. Pero la lección más importante de la transición está en las fases anteriores de la cadena. Los hidrocarburos de aceites minerales pueden llegar a los alimentos a través de los materiales de transporte, los equipos de cosecha y de procesado, las superficies de contacto, los envases y otras vías, y su distribución medida puede cambiar con el fraccionamiento y la composición de la matriz.

La evidencia sobre el cacao y el yute demuestra por qué la historia química de un ingrediente puede comenzar mucho antes de que lo reciba la fábrica final. Las guías analíticas demuestran por qué una cifra próxima a un límite debe interpretarse teniendo en cuenta el método, la matriz y la incertidumbre. El derecho comparado demuestra por qué un futuro umbral de la UE no puede copiarse sin más en una declaración de cumplimiento para Gran Bretaña o EE. UU.

Por tanto, una estrategia de control sería combina cuatro elementos: el umbral jurídico correcto, una medición analíticamente defendible, controles preventivos específicos de cada fuente y una evidencia reconstruible de la cadena de suministro. Los tres primeros son conocidos, mientras que el cuarto suele faltar.

La proposición central es sencilla: un contaminante puede medirse en el alimento terminado, pero ha recorrido una cadena de suministro. La próxima generación de la seguridad química de los alimentos debería ser capaz de seguir ese recorrido.

Matriz regulatoria comparada (situación a 13 de octubre de 2026)

Jurisdicción	Situación actual	Implicación inmediata para la industria
UE / España	Se aplican las obligaciones generales de seguridad alimentaria; la modificación sobre los MOAH recibió una votación favorable en mayo de 2026; publicación aún pendiente según el catálogo de la Comisión.	Seguir el texto definitivo en el Diario Oficial, los límites por producto, la declaración de aplicación provisional y las fechas escalonadas.
Gran Bretaña	Marco jurídico nacional independiente; la FSA del	No suponer que los futuros límites de la UE pasan

	Reino Unido impuso retiradas/recuperaciones relacionadas con MOAH en enero de 2026.	automáticamente a ser derecho de GB; mantener una evaluación de la seguridad específica de cada mercado.
Irlanda del Norte	La legislación alimentaria pertinente de la UE sigue aplicándose en virtud del Marco de Windsor, con sujeción a los regímenes aplicables.	Confirmar las normas de la UE y la vía concreta de circulación/comercialización.
Estados Unidos	Determinados usos del aceite mineral blanco figuran en los inventarios regulatorios de la FDA; no hay equivalencia con una contaminación arbitraria por MOAH.	Evaluar la sustancia exacta, la especificación, el uso previsto, el perfil de contaminantes y las disposiciones estadounidenses aplicables.

Nota interpretativa: Esta matriz resume la situación jurídica; no sustituye a la verificación del instrumento final aplicable ni de la categoría de producto.

Áreas de conocimiento relacionadas

Seguridad alimentaria (peligros químicos y controles preventivos); Asuntos regulatorios (acceso a los mercados de la UE, GB y EE. UU.); Tecnologías de procesado (transferencia y reparto); Ingredientes funcionales (cualificación de proveedores y lotes); Sostenibilidad (sustitución selectiva, y no indiscriminada, de materiales); IA y alimentación (grafos de evidencia que tienen en cuenta la incertidumbre); Investigación emergente (atribución de fuentes de hidrocarburos).

Referencias y fuentes primarias

Estado de las referencias: las fuentes se cotejaron con materiales disponibles públicamente el 13 de octubre de 2026. Los textos jurídicos en fase de proyecto se identifican expresamente como tales; los enlaces DOI remiten a la bibliografía publicada citada.

- [1] European Commission, DG SANTE. Contaminants Catalogue: Mineral Oil Hydrocarbons; regulatory follow-up and draft MOAH measures (situación comprobada el 13 de octubre de 2026). https://food.ec.europa.eu/food-safety/chemical-safety/contaminants/catalogue_en
- [2] Standing Committee on Plants, Animals, Food and Feed. Joint Statement regarding enforcement of MOAH in food following the favourable vote of 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 Parliament and Council. Regulation (EC) No 178/2002 laying down the general principles and requirements of food law, Article 14. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2002/178/oj>
- [4] EFSA CONTAM Panel. Update of the risk assessment of mineral oil hydrocarbons (MOH) in food. EFSA Journal. 2023;21(9):8215. DOI: 10.2903/j.efsa.2023.8215. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2023.8215>
- [5] EFSA. Update of the risk assessment of mineral oil hydrocarbons in food: plain-language summary, 13 September 2023. <https://www.efsa.europa.eu/en/plain-language-summary/update-risk-assessment-mineral-oil-hydrocarbons-moh-food>
- [6] 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>
- [7] Mineral Oils in Olive Oils: Background, Analytical Determination, Sources of Contamination, and Possible Mitigation Strategies. Foods. 2026;15(8):1281. DOI: 10.3390/foods15081281. <https://doi.org/10.3390/foods15081281>
- [8] Review on chromatographic and specific detection methodologies for unravelling the complexity of MOAH in foods. Analytica Chimica Acta. 2022;1234:340098. DOI: 10.1016/j.aca.2022.340098. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2022.340098>
- [9] Bratinova S, Robouch P, Hoekstra E. Guidance on sampling, analysis and data reporting for the monitoring of mineral oil hydrocarbons in food and food contact materials, 2nd ed. European Commission Joint Research Centre. 2023; JRC133174. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC133174>
- [10] Montoya-Arroyo A, Cederberg TL, Gorska A, et al. Analysis of MOSH and MOAH in food by GC×GC: Guidance on analysis, interpretation and data reporting. EURL-PC/DTU. 2025. DOI: 10.11581/fbe4e1ce-65c2-468f-9cea-cb3a140beade. <https://doi.org/10.11581/fbe4e1ce-65c2-468f-9cea-cb3a140beade>

- [11] Recent advances in sample preparation for the determination of mineral oil saturated (MOSH) and aromatic hydrocarbons (MOAH) in food matrices. *Microchemical Journal*. 2026;225:118083. DOI: 10.1016/j.microc.2026.118083. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2026.118083>
- [12] Huertas-Pérez JF, Cruz-Hernández C, Núñez-Galindo A, et al. Discrepancies in Mineral Oil Confirmation by Two-Dimensional Gas Chromatography–Mass Spectrometry: A Call for Harmonization. *Molecules*. 2025;30:2830. DOI: 10.3390/molecules30132830. <https://doi.org/10.3390/molecules30132830>
- [13] Council Regulation (EEC) No 315/93 laying down Community procedures for contaminants in food. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/1993/315/oj>
- [14] Commission Regulation (EU) 2023/915 on maximum levels for certain contaminants in food. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/915/oj>
- [15] Commission Recommendation (EU) 2017/84 on monitoring mineral oil hydrocarbons in food and food contact materials. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reco/2017/84/oj>
- [16] Cocoa Association of Asia. Regulatory dashboard: proposed amendment to Regulation (EU) 2023/915 on MOAH maximum levels (análisis sectorial en fase de proyecto). <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>
- [17] European Commission. FAQ on draft regulatory measures for mineral oil hydrocarbons in food, Rev. 4, 2026. https://food.ec.europa.eu/document/download/c576ed4f-1993-44eb-b75a-3dc0637b4336_en?filename=cs_contaminants_catalogue_info-doc_moh_faq_regulatory-measures.pdf
- [18] UK Food Standards Agency. Food Alert for Action: Jolly Rancher products containing MOAH, update 16 January 2026. <https://www.food.gov.uk/news-alerts/alert/fsa-fafa-02-2025-update-1>
- [19] UK Food Standards Agency. Consultation pack on regulated products authorisation reforms; Great Britain and Northern Ireland arrangements. <https://www.food.gov.uk/our-work/consultation-pack-on-proposed-reforms-to-the-regulated-products-authorisation-process>
- [20] US FDA. Substances Added to Food inventory: White Mineral Oil (CAS 8012-95-1); listed CFR use provisions. <https://www.hfpappexternal.fda.gov/scripts/fdcc/index.cfm?id=MINERALOILWHITE&set=FoodSubstances>
- [21] Matei M, Flocea E-I, Pop IM. Occurrence of Mineral Oil Hydrocarbons in Feed and Milk: Implications for Sustainable Dairy Production. *Sustainability*. 2026;18(6):2889. DOI: 10.3390/su18062889. <https://doi.org/10.3390/su18062889>
- [22] Netherlands Food and Consumer Product Safety Authority (NVWA). MOAH in food: interim enforcement and future maximum levels (guía de la autoridad competente, en neerlandés). <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/voedselveiligheid/contaminanten-in-levensmiddelen/moah-in-levensmiddelen>
- [23] European Parliament and Council. Directive 2002/32/EC on undesirable substances in animal feed. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2002/32/oj>
- [24] European Commission. Draft SANTE PLAN 2023-2345 Rev.10: amendment of Regulation (EU) 2023/915 concerning MOAH maximum levels; texto del proyecto y anexo accesibles a través del catálogo de la Comisión. https://food.ec.europa.eu/food-safety/chemical-safety/contaminants/catalogue_en