

# Una molécula, tres cifras sobre PFAS

Trifluoroacetato en 2026: por qué el cumplimiento normativo en alimentos, agua de consumo y aguas superficiales no puede determinarse a partir de un mismo resultado analítico

José M. López, Director de Investigación

## RESUMEN

El ácido trifluoroacético (TFA), presente generalmente como trifluoroacetato en el agua, se ha convertido en una prueba reveladora de los límites de la gobernanza de los contaminantes. En 2026 confluyeron tres decisiones europeas sin dar lugar a un límite único e intercambiable: en enero comenzó la vigilancia obligatoria de PFAS en el agua de consumo; la Directiva (UE) 2026/805 incorporó el TFA a un grupo de 25 PFAS ponderados por potencia para la evaluación ambiental de las aguas superficiales; y la EFSA revisó la ingesta diaria admisible de TFA en la dieta hasta 0,014 mg/kg de peso corporal/día. Estos instrumentos se refieren a matrices, criterios de valoración y obligaciones jurídicas diferentes. Una suma conforme de 20 PFAS determinados no demuestra la ausencia de TFA, del mismo modo que una concentración ambiental expresada en equivalentes de PFOA no constituye un contenido máximo para alimentos ni una norma de calidad del agua de consumo. Este artículo desarrolla un marco basado en pruebas para que los fabricantes alimentarios relacionen el agua de origen, los insumos agrícolas, las operaciones de procesado, los productos terminados y la exposición, sin confundir la ausencia de detección analítica con una garantía toxicológica. Se propone un programa de investigación para comprobar si los balances de masa de TFA específicos de cada matriz pueden mejorar la homologación de proveedores, la vigilancia dirigida y el diseño de procesos.

**PALABRAS CLAVE:** ácido trifluoroacético; trifluoroacetato; PFAS; agua de consumo; contaminantes alimentarios; evaluación de la exposición; química analítica; regulación del agua.

**CATEGORÍA:** Seguridad alimentaria y asuntos regulatorios

**SLUG SEO:** trifluoroacetato-pfas-alimentos-agua-regulacion-2026

**METADESCRIPCIÓN:** Análisis crítico del trifluoroacetato en alimentos y aguas en 2026: límites regulatorios, lagunas analíticas y propuestas de control basadas en evidencia.

**ETIQUETAS INTERNAS:** PFAS; TFA; Seguridad alimentaria; Calidad del agua; Métodos analíticos; Asuntos regulatorios; Agua de proceso; Investigación emergente.

## 1 | Una convergencia en 2026 que no debe confundirse con una armonización normativa

El aspecto más trascendente del debate sobre el trifluoroacetato en 2026 no es un nuevo límite aislado, sino la aparición simultánea de tres tipos de cifras que pueden confundirse fácilmente. El 12 de enero de 2026, la Directiva refundida de la Unión Europea sobre el agua de consumo alcanzó el hito de vigilancia y cumplimiento relativo a los PFAS. El 20 de abril se publicó la Directiva (UE) 2026/805, que actualizó la política de aguas superficiales y subterráneas e incluyó el TFA en un grupo de 25 PFAS para evaluar las aguas superficiales. Entre el 20 y el 22 de julio, la EFSA publicó y comunicó nuevos valores de referencia sanitarios para la exposición alimentaria al TFA. [1–5]

Un valor paramétrico para el agua de consumo, una norma de calidad ambiental (NCA) y una ingesta diaria admisible (IDA) no responden a la misma pregunta. El primero se refiere al agua suministrada para consumo humano; la segunda, al estado ecológico y a los objetivos de protección de las masas de agua; y la tercera estima la ingesta humana crónica procedente de todas las fuentes alimentarias pertinentes. Difieren sus unidades, conjuntos de analitos, hipótesis, vías de exposición, destinatarios y mecanismos de aplicación.

El riesgo industrial consiste en cometer un error de categoría: un certificado de compras informa de una suma de PFAS, un responsable de calidad lo interpreta como un resultado de TFA y un departamento regulatorio utiliza esa cifra como prueba de conformidad alimentaria. Cada paso puede darse de buena fe, pero la garantía resultante puede ser falsa. La pregunta correcta no es simplemente si una muestra «cumple en PFAS», sino qué PFAS se han medido, mediante qué método, en qué matriz y con qué finalidad jurídica o toxicológica.

## 2 | Qué es el TFA y por qué su química modifica el problema de la vigilancia

El ácido trifluoroacético ( $\text{CF}_3\text{COOH}$ ; CAS 76-05-1) es un ácido carboxílico fluorado muy pequeño y altamente persistente. Al pH de la mayoría de las aguas naturales y de proceso aparece predominantemente como anión trifluoroacetato ( $\text{CF}_3\text{COO}^-$ ). Su elevada solubilidad en agua, baja masa molecular y fuerte polaridad lo distinguen de numerosos PFAS de cadena más larga que dominan el debate público y los programas históricos de vigilancia. La degradación atmosférica de determinados gases fluorados, la transformación de algunas sustancias activas fitosanitarias, las actividades industriales y otras vías relacionadas con precursores pueden contribuir a su presencia ambiental. [6–8]

Estas propiedades tienen tres consecuencias. En primer lugar, el TFA puede desplazarse con el agua a través de cuencas hidrográficas y cadenas de suministro industriales. En segundo lugar, los procedimientos analíticos convencionales diseñados para listas cerradas de PFAS de cadena más larga pueden no cuantificarlo. En tercer lugar, el rendimiento de los tratamientos no puede extrapolarse de manera fiable a partir de la eliminación de PFOA o PFOS: importan el tamaño molecular, las características de las membranas, la selectividad de las resinas, los iones competidores y las condiciones del proceso.

La persistencia, por sí sola, no cuantifica la toxicidad; la ubicuidad tampoco demuestra que una muestra concreta sea insegura. Del mismo modo, una ponderación de potencia relativamente baja en un método ambiental para mezclas no significa que la sustancia pueda ignorarse a concentraciones superiores o bajo otras hipótesis de exposición.

## 3 | Primer marco de referencia: el régimen europeo del agua de consumo

La Directiva (UE) 2020/2184 introdujo dos parámetros alternativos relacionados con los PFAS: «Suma de PFAS», de 0,10  $\mu\text{g/L}$ , definida mediante 20 sustancias específicas, y «PFAS totales», de 0,50  $\mu\text{g/L}$ . La Directiva permite a los Estados miembros utilizar uno o ambos parámetros dentro del marco que establece; por ello debe comprobarse la aplicación nacional. La Comisión confirmó que las exigencias de vigilancia y cumplimiento eran aplicables desde el 12 de enero de 2026 y publicó orientaciones técnicas analíticas en 2024. [1,2,9]

El TFA no figura entre los 20 compuestos enumerados individualmente en la «Suma de PFAS» del agua de consumo. Por consiguiente, un informe que indique que esa suma es inferior a 0,10  $\mu\text{g/L}$  no demuestra la ausencia de TFA. En cambio, «PFAS totales» pretende ser un parámetro más amplio, y las orientaciones técnicas de la Comisión abordan expresamente la posible contribución sustancial del TFA y recomiendan su determinación específica por separado en el sistema de notificación. Se trata de proposiciones analíticas distintas, no de sinónimos. [2,9]

Un fabricante debería solicitar la lista exacta de analitos, el método de medida, los límites de cuantificación, el tratamiento de los resultados no detectados y la confirmación de si el TFA se determinó de forma independiente. Una declaración genérica de «conformidad en PFAS» es insuficiente si la preocupación real es la transferencia de TFA a una bebida, un ingrediente concentrado o un producto destinado a lactantes o niños.

## 4 | Segundo marco de referencia: normas de calidad ambiental de las aguas superficiales

La Directiva (UE) 2026/805, adoptada el 30 de marzo y publicada el 20 de abril de 2026, modificó las Directivas marco del agua, de aguas subterráneas y de normas de calidad ambiental. Introdujo un grupo de 25 PFAS para aguas superficiales, incluido el TFA, expresado en equivalentes de PFOA mediante factores de potencia relativa (FPR). La NCA como media anual en agua es de 0,0044 µg/L (4,4 ng/L), expresada en equivalentes de PFOA; la NCA en biota es de 0,077 µg/kg de peso húmedo, también en equivalentes de PFOA. La Directiva identifica la norma de biota como crítica para el grupo. El TFA tiene un FPR de 0,002. [3,10,11]

Conceptualmente, el cálculo es  $\Sigma(C_i \times FPR_i)$ , expresando de forma coherente las concentraciones y potencias de referencia. Un agua hipotética que contuviera exclusivamente TFA alcanzaría 4,4 ng/L de equivalentes de PFOA con 2.200 ng/L de TFA (2,2 µg/L), puesto que  $2.200 \times 0,002 = 4,4$ . Esta es una ilustración matemática, NO un límite autónomo de la UE para el agua de consumo, NO un contenido máximo en alimentos y NO una declaración de que 2,2 µg/L de TFA resulte aceptable en cualquier contexto. Tampoco desplaza las exigencias de la Directiva basadas en la biota.

Los Estados miembros deben transponer la Directiva modificativa antes del 21 de diciembre de 2027; el cumplimiento ambiental sustantivo está sujeto a plazos y mecanismos escalonados adicionales. Las obligaciones se vinculan a la gobernanza de la política de aguas y a las autoridades competentes pertinentes, no directamente a cada lote alimentario. Su importancia regulatoria para la industria reside en la gestión de cuencas, la selección de fuentes, las condiciones de vertido, la prevención aguas arriba y la orientación futura de la vigilancia. [3,10]

## 5 | Tercer marco de referencia: valores sanitarios revisados por la EFSA para la exposición alimentaria

En julio de 2026, la EFSA estableció una IDA de 0,014 mg/kg de peso corporal/día, en sustitución del valor anterior de 0,05 mg/kg de peso corporal/día, y una dosis aguda de referencia (DARf) de 0,07 mg/kg de peso corporal. La evaluación consideró los efectos sobre las hormonas tiroideas entre los criterios de valoración sensibles e incorporó incertidumbre adicional por las lagunas relativas a la carcinogenicidad a largo plazo y la inmunotoxicidad del desarrollo. La EFSA indicó que los nuevos valores servirían de base para posteriores decisiones de gestión del riesgo. [4,5]

La IDA no constituye un límite de concentración para un alimento, ingrediente, cultivo, bebida o suministro de agua. La ingesta crónica de referencia correspondiente a una persona adulta de 70 kg es de 0,98 mg/día; para un niño de 10 kg, de 0,14 mg/día. Estos productos aritméticos NO autorizan a asignar la ingesta total a un solo producto: también contribuyen otros alimentos y el agua, el consumo varía y la evaluación de la exposición debe considerar las poblaciones pertinentes.

A título ilustrativo, una bebida de 250 mL con 100 µg/L de TFA aportaría 25 µg de TFA. Esta contribución hipotética equivale aproximadamente al 18 % de la ingesta de referencia de 140 µg/día derivada de la IDA para un niño de 10 kg, antes de considerar otras fuentes alimentarias. El ejemplo muestra cómo interactúan el volumen, la concentración y el peso corporal; no representa una concentración observada en un producto ni una constatación de incumplimiento.

El valor de la EFSA no establece un contenido máximo general de TFA en alimentos para toda la UE. Según el origen y la clasificación jurídica, pueden requerir evaluación independiente las normas específicas sobre residuos de plaguicidas u otras disposiciones. Los operadores no deben inventar un límite alimentario uniforme de TFA dividiendo una IDA entre un consumo diario supuesto.

## 6 | Las tres cifras no son tipos de cambio

La semejanza superficial entre los valores numéricos genera un riesgo evitable. La «Suma de PFAS» del agua de consumo corresponde a una lista fija de analitos expresada como suma de masas medidas. El nuevo parámetro PFAS25 para aguas superficiales pondera las concentraciones individuales según su potencia relativa. La IDA alimentaria es una ingesta por kilogramo de peso corporal y día, fundamentada en pruebas toxicológicas y factores de incertidumbre. No es posible convertir unas cifras en otras sin información adicional sobre los analitos concretos, el escenario de exposición y la finalidad.

Incluso el término «total» depende del método. Un resultado de LC-MS/MS dirigido a 20 compuestos, un indicador indirecto de flúor orgánico total y una determinación específica de TFA pueden arrojar resultados sustancialmente diferentes para la misma muestra. Presentarlos como un único «valor de PFAS» indiferenciado oculta las pruebas en lugar de simplificarlas. [2,9,12]

## 7 | España: obligaciones nacionales relativas al agua de consumo y responsabilidades diferenciadas del operador alimentario

El Real Decreto 3/2023 establece los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro, incluidas disposiciones escalonadas relativas a los PFAS. Incorpora el marco europeo del agua de consumo al sistema nacional. Un fabricante que utilice agua de la red municipal debería obtener la información analítica pertinente del suministrador, pero su propia evaluación de seguridad alimentaria debe considerar la aplicación prevista y cualquier efecto posterior de concentración, mezcla o procesado. [13]

Los operadores alimentarios españoles siguen sujetos a la legislación alimentaria general de la UE, incluida la responsabilidad de no comercializar alimentos inseguros y de mantener controles adecuados basados en el riesgo. Un certificado del agua de consumo constituye una prueba sobre el agua suministrada respecto de los parámetros declarados; no es una garantía universal de seguridad para todas las formulaciones posteriores. A la inversa, detectar TFA no demuestra automáticamente que un alimento supere un contenido máximo legal.

Las autoridades competentes y las vías de control difieren según se trate del suministro de agua de consumo, los vertidos ambientales, los residuos de plaguicidas o la seguridad alimentaria. Por ello, las empresas deben identificar el instrumento y la autoridad aplicables antes de utilizar expresiones como «límite legal», «superación» o «concentración autorizada».

## 8 | Gran Bretaña e Irlanda del Norte: evitar considerar al Reino Unido como un único régimen regulatorio

Inglaterra y Gales aplican las orientaciones de la Drinking Water Inspectorate (DWI) y la legislación sobre suministro de agua, mediante un enfoque de gestión del riesgo y notificación para un conjunto definido de PFAS. Las orientaciones de la DWI de 2025 y los requisitos posteriores de información deben interpretarse conforme a cada jurisdicción; un umbral orientativo de actuación no equivale necesariamente a un valor paramétrico legal expreso. Escocia dispone de su propia administración de calidad del agua, mientras que Irlanda del Norte requiere un análisis separado de sus disposiciones sobre agua y alimentos. [14,15]

Para una empresa alimentaria que exporte al Reino Unido, los valores de referencia de la UE para el TFA y las NCA europeas de aguas superficiales no deben presentarse como límites de producto automáticamente exigibles en el Reino Unido. Lo correcto es evaluar cada producto y jurisdicción con apoyo de ensayos de proveedores y una valoración científica del riesgo. Cuando no exista un contenido máximo alimentario específico de TFA directamente aplicable, esa ausencia no elimina las obligaciones generales de seguridad alimentaria.

## 9 | Estados Unidos: una lista federal más restringida para el agua de consumo y una regulación en evolución

La norma nacional estadounidense sobre agua de consumo de 2024 de la Environmental Protection Agency (EPA) abordó PFAS específicos, entre ellos PFOA y PFOS, pero no estableció una concentración máxima federal de contaminante (MCL) para el TFA. En mayo de 2026, la EPA propuso ampliar el calendario de cumplimiento de PFOA/PFOS en determinadas circunstancias y, por separado, propuso derogar las normas relativas a varios otros PFAS y a un índice de peligrosidad de mezclas. A 22 de octubre de 2026, se trataba de propuestas, no de modificaciones que pudieran presentarse con seguridad como normas definitivas ya aprobadas. [16–18]

Por tanto, el resultado de TFA de un fabricante de la UE no puede clasificarse frente a una MCL federal estadounidense de TFA inexistente. No obstante, las normas estatales, los contratos, las especificaciones de clientes, los requisitos alimentarios aplicables de la FDA y las circunstancias específicas del producto pueden imponer obligaciones relevantes. La enseñanza práctica es la asimetría regulatoria: el mismo resultado analítico puede tener distinta significación jurídica en mercados diferentes sin que cambie la química subyacente.

## 10 | Los insumos agrícolas y el origen ambiental no son intercambiables con los aportes del agua de proceso

El TFA puede llegar a los cultivos a través de la precipitación, el agua del suelo, las aguas subterráneas y la transformación de determinados precursores. Un estudio de cuenca de 2026 documentó fuentes difusas, retención temporal y movilización hidrológica, mientras que un balance suizo de 2025 sobre atmósfera y aguas superficiales puso de manifiesto la importancia de atribuir las fuentes. Estos resultados justifican investigar las vías agrícolas, pero no atribuir exclusivamente al uso de plaguicidas todas las concentraciones detectadas en alimentos. [7,8]

Para los ingredientes agrícolas, la atribución de fuentes debería considerar la geografía del cultivo, el riego, las precipitaciones, los antecedentes fitosanitarios pertinentes, el lavado poscosecha, la extracción y las mezclas. La condición ecológica no garantiza lógicamente una ausencia absoluta de TFA ambiental; tampoco una concentración detectada identifica una práctica agrícola concreta sin pruebas complementarias.

## 11 | Evidencia en alimentos y bebidas: por qué importa la matriz

Diversos trabajos revisados por pares han investigado el TFA en alimentos de consumo, vinos archivados y bebidas. La bibliografía de 2025–2026 incluye una serie histórica de vinos conservados, una investigación de alimentos de consumo y métodos específicos para bebidas y aguas. Estos estudios aportan pruebas de presencia y viabilidad analítica, pero difieren sus diseños de muestreo y matrices; no pueden combinarse en una distribución representativa de exposición alimentaria europea sin la ponderación apropiada. [19–21]

Una bebida acuosa puede reflejar su agua de origen más las aportaciones de ingredientes botánicos u otros componentes. Un extracto vegetal concentrado puede retener contaminantes hidrosolubles de la materia prima, pero la concentración no es automáticamente proporcional al factor de evaporación, ya que la separación, el reparto entre fases, las pérdidas y las adiciones varían según el proceso. Un polvo seco puede contener masa de contaminante incluso después de eliminar el agua empleada para fabricarlo. El proceso debe investigarse, no presumirse.

## 12 | Un balance de masa sencillo que evita falsas garantías

Para una etapa de proceso, una identidad contable útil de primer orden es: masa de TFA en el producto final = masa de TFA incorporada mediante agua + materias primas + insumos de proceso – masa de TFA retirada en corrientes separadas ± cualquier término de transformación neta o conciliación analítica. El último término solo debe considerarse cero cuando esa hipótesis esté justificada experimentalmente.

Por ejemplo, añadir 1.000 L de agua de proceso con 5 µg/L introduce 5 mg de TFA. Si un producto posterior contiene solo 100 L de agua, no es posible calcular la concentración final a partir de ese único dato. Si los 5 mg quedasen retenidos íntegramente en la fracción acuosa de 100 L, la concentración sería de 50 µg/L; si parte del TFA saliera con un filtrado o una corriente de lavado, sería inferior. Si las materias primas aportaran TFA adicional, podría ser superior. Cada resultado requiere datos.

Por ello, el resultado del agua de un proveedor, el del producto terminado y el de validación del proceso deben relacionarse mediante masa, lote e incertidumbre analítica, en lugar de presentarse como certificados independientes y desconectados.

## 13 | Química analítica: el TFA exige un método explícito

Las mismas propiedades que confieren movilidad al TFA complican su determinación rutinaria. La fuerte polaridad, la baja masa, la presencia ubicua de contaminación de fondo en laboratorio y los efectos de matriz pueden comprometer métodos desarrollados para PFAS de cadena más larga. Un ensayo interlaboratorio de 2025 evaluó métodos de LC–MS/MS con inyección directa y comunicó características de reproducibilidad para muestras de agua; un estudio metodológico australiano de 2026 informó de capacidad analítica a nivel de nanogramos por litro bajo sus condiciones específicas de extracción e instrumentación. Son logros propios de cada método, no una prueba de que todos los laboratorios comerciales dispongan del mismo límite de cuantificación. [12,22]

Una instrucción analítica adecuada a su finalidad debe especificar el analito objetivo (ácido y/o anión expresados mediante un equivalente definido), la matriz, el principio metodológico, la calibración, los patrones internos, el control de blancos, el límite de cuantificación, la recuperación, la incertidumbre, los materiales de muestreo y la cadena de custodia. En alimentos complejos, requieren especial atención la eficiencia de extracción y la supresión de señal por efecto de matriz. Cuando un resultado esté por debajo del límite de cuantificación, debe declararse como tal; «cero» no es un sustituto analítico válido.

## 14 | Tratamiento: la eficacia frente al PFOA no equivale a eficacia frente al TFA

La adsorción sobre carbón activo suele resultar menos favorable para aniones muy móviles de cadena extremadamente corta que para numerosos PFAS de cadena más larga. El intercambio aniónico puede proporcionar eliminación en sistemas seleccionados, pero su rendimiento depende de la química de la resina, los iones competidores, la carga y la regeneración. La nanofiltración y la ósmosis inversa pueden rechazar PFAS, aunque el rechazo de las membranas depende del compuesto y de la matriz. Un trabajo publicado sobre un sistema de nanofiltración de membrana cerrada

comunicó un rechazo considerable de TFA en una matriz de aguas residuales de semiconductores; ese resultado no puede trasladarse sin evaluación crítica al tratamiento de agua de uso alimentario. [23,24]

El tratamiento plantea además una segunda pregunta: ¿adónde va el contaminante separado? Las corrientes de concentrado, las resinas agotadas y los regenerantes pueden desplazar la carga ambiental en lugar de destruirla. Un proceso que afirme eliminar TFA debe demostrar el rendimiento entre afluente y efluente durante la vida operativa, contabilizar las corrientes residuales y evitar utilizar la conductividad, el pH, el potencial de oxidación-reducción o el sabor como indicadores indirectos de destrucción del TFA.

En particular, no existe una base defendible para afirmar que el acondicionamiento mineral, la ionización, la modificación de la estructura del agua o el control microbiano, por sí solos, eliminan el TFA sin un balance de masa analítico específico de este compuesto. Esta distinción es pertinente para cualquier desarrollador de tecnologías del agua, incluidos quienes evalúan sistemas minerales no electrolíticos: el acondicionamiento fisicoquímico y la eliminación de un anión fluorado persistente son proposiciones diferentes que requieren pruebas independientes.

## 15 | Tabla de decisión para la industria: qué puede acreditar realmente cada resultado

«Suma de 20 PFAS» inferior a 0,10 µg/L: prueba relativa al conjunto especificado de analitos del agua de consumo y a sus reglas de notificación; no cuantifica el TFA.

«PFAS totales» inferior a 0,50 µg/L: prueba relativa al método indirecto más amplio seleccionado dentro del régimen aplicable al agua de consumo; deben revisarse las limitaciones del método y la notificación específica del TFA.

**Resultado PFAS25 de aguas superficiales en equivalentes de PFOA:** prueba de un indicador ambiental de mezcla, sujeto a las normas ambientales de la Directiva y a su aplicación escalonada; no es una especificación de lote alimentario.

**Determinación específica de TFA en agua (µg/L):** concentración de un analito relevante para seleccionar fuentes, diseñar procesos y evaluar la exposición; su significación depende de la matriz, la ingesta y los requisitos jurídicos aplicables.

**Determinación específica de TFA en alimentos (µg/kg o mg/kg):** medición de ingrediente o producto que exige datos de consumo, incertidumbre analítica, investigación del origen y clasificación jurídica adecuada; por sí sola no constituye una declaración de inseguridad alimentaria.

## 16 | Oportunidad de investigación e innovación

**Problema no resuelto.** Los tres marcos regulatorios y la mayoría de los registros analíticos comerciales no conectan de manera natural el agua de cuenca, las materias primas agrícolas, el agua de proceso, las fracciones alimentarias y la exposición del consumidor. Esto genera una laguna práctica de evidencia incluso cuando cada laboratorio realiza ensayos técnicamente competentes.

**Conocimientos establecidos.** El TFA es persistente y móvil; existen métodos analíticos específicos; la EFSA ha revisado los valores sanitarios de referencia; la UE ha introducido la vigilancia del agua de consumo y un marco ambiental PFAS25 independiente; y estudios publicados demuestran la presencia en alimentos y la complejidad de las vías hidrológicas. [1–8,12,19–22]

**Aspectos todavía inciertos.** La magnitud de la transferencia y retención del TFA a través de operaciones representativas de procesamiento alimentario, la contribución relativa del agua frente a las materias primas en distintas matrices y la precisión predictiva de los modelos de tratamiento y cribado de proveedores aún no se han establecido mediante un método intersectorial ampliamente validado.

**Hipótesis propuesta.** Un registro de evidencias del TFA desde el origen hasta el producto, desagregado por matrices y que combine determinaciones analíticas específicas con balances de masa por lote, identificará los puntos del proceso con mayor contribución de forma más fiable que un certificado genérico de PFAS o que el análisis aislado del producto terminado. Se trata de un marco propuesto de investigación industrial, no de una norma existente, una reivindicación de novedad patentada ni un resultado de eficacia demostrada.

**Vía de desarrollo.** Seleccionar matrices piloto contrastadas: una bebida lista para consumir, un extracto botánico concentrado, un ingrediente proteico y un alimento lavado que requiera grandes volúmenes de agua. Medir el TFA en el agua de entrada, los materiales agrícolas, las corrientes intermedias, las aguas residuales y los lotes terminados. Registrar caudales, humedad, rendimiento másico, geografía de origen, estacionalidad, cambios de proveedor e incertidumbre analítica. Comparar las concentraciones observadas con predicciones de balances de masa prerregistradas.

**Etapas fundamentales de validación.** Realizar estudios de recuperación ajustados a la matriz y de blancos; repetir ensayos en diferentes estaciones y plantas; comprobar cambios de fuente de agua y barreras de tratamiento seleccionadas; efectuar predicciones ciegas sobre lotes reservados para validación; cuantificar el cierre del balance de masa y las tasas de falsos negativos; y evaluar si el modelo mejora los tiempos de decisión o reduce ensayos innecesarios. Toda afirmación sobre tratamiento debe respaldarse con datos específicos de eliminación de TFA y de corrientes residuales, no únicamente con una reducción genérica de PFAS.

**Restricciones regulatorias.** El marco contribuiría a la diligencia debida y al análisis de peligros; no sustituiría las exigencias legales del agua de consumo, las evaluaciones de seguridad alimentaria, las normas sobre residuos de plaguicidas, las decisiones de las autoridades competentes ni las autorizaciones específicas de producto que pudieran exigirse. La información facilitada a los clientes puede organizarse por niveles para proteger los detalles de fabricación sujetos a confidencialidad sin perder conclusiones auditables.

**Relevancia industrial.** Las aplicaciones inmediatas son la homologación de proveedores, el cribado de riesgos del agua de origen, la validación de etapas de concentración, el control de cambios de fabricantes contratados, la documentación para clientes internacionales y las decisiones defendibles de I+D sobre la economía del tratamiento.

## 17 | La economía de analizar la molécula correcta

Un programa analítico exhaustivo no necesita ensayar indefinidamente todas las matrices con la frecuencia máxima. El punto de partida racional es un mapa de riesgos basado en la variabilidad de las fuentes y la concentración durante el proceso. Una fuente municipal estable y de bajo riesgo y una fuente de aguas subterráneas con variación estacional pueden justificar muestreos diferentes. Un ingrediente seco elaborado con grandes volúmenes de agua puede requerir controles distintos de los de una formulación con poca agua. Una exigencia contractual de ausencia de TFA debe traducirse en un límite de detección realista, un plan de muestreo definido y un significado acordado de «no detectado».

Este enfoque puede reducir tanto la insuficiencia de análisis como las conclusiones analíticas excesivas. También evita que afirmaciones comerciales como «sin PFAS» se apoyen en un cribado de 20 analitos mientras otros compuestos pertinentes nunca se midieron. Deben evitarse las afirmaciones absolutas amplias salvo que puedan defenderse efectivamente su alcance y fundamento analítico.

## 18 | Gobernanza: control de cambios, declaraciones y responsabilidad jurídica

Las pruebas relativas al TFA deben someterse a control de versiones. Entre los cambios pertinentes figuran la fuente de agua, el origen agrícola, la cadena de suministro de plaguicidas, la configuración de membranas, el tipo de resina, el factor de concentración del proceso, el régimen de limpieza, el método del laboratorio y el umbral de notificación. Un cambio de proveedor que mantenga inalterada la denominación comercial del ingrediente puede modificar, aun así, las aportaciones relevantes para la exposición.

La documentación contractual debería especificar la matriz y el analito ensayados, la unidad, el método, el límite de notificación, la frecuencia, los umbrales que activan medidas correctoras y la responsabilidad por los cambios de origen. El contrato no debe declarar que la IDA de la EFSA es un límite legal de producto ni que una NCA de aguas superficiales se aplica directamente a los alimentos. Cuando una obligación regulatoria resulte incierta, el análisis jurídico debe identificar jurisdicción, instrumento, vigencia y autoridad competente antes de redactar una declaración de conformidad.

## 19 | Estado de la evidencia: cinco proposiciones diferenciadas

**Evidencia establecida:** persistencia y movilidad del TFA, existencia de métodos analíticos específicos, hito europeo de 2026 para el agua de consumo, Directiva (UE) 2026/805 y nuevos valores IDA/DARf de la EFSA. [1–8,12]

**Evidencia emergente:** conjuntos crecientes de datos de presencia en alimentos y bebidas, atribución de fuentes a escala de cuenca y rendimiento de tratamientos en condiciones definidas. Su generalización sigue dependiendo de la matriz. [7,8,19–24]

**Interpretación experta:** un certificado de «conformidad en PFAS» suele ser demasiado ambiguo para decidir sobre TFA en la cadena alimentaria, porque los indicadores legales y los paneles analíticos no coinciden.

**Hipótesis:** un registro de balances de masa de TFA desde el origen hasta el producto puede mejorar la predicción y la priorización, pero su precisión y rentabilidad requieren validación prospectiva.

**Agenda de investigación:** validación interlaboratorio en matrices alimentarias, exposición alimentaria representativa, coeficientes de transferencia durante el procesado, atribución de fuentes y contabilización del ciclo de vida de los residuos de tratamiento.

## 20 | Conclusiones: no se trata de una sola concentración, sino de una cadena de evidencias

El panorama regulatorio de 2026 demuestra por qué el TFA no puede gestionarse tomando prestada una cifra conveniente de PFAS procedente de otro ámbito jurídico. Una suma de 20 sustancias en agua de consumo, una norma ambiental de 25 sustancias ponderadas por potencia y una IDA alimentaria miden realidades diferentes. Su coexistencia no es una contradicción, sino una invitación a construir mejores evidencias a lo largo de los sistemas alimentarios y del agua.

Para la industria, la secuencia defendible es clara: identificar el analito, comprender el origen, validar el método, cartografiar el proceso, cuantificar la contribución del producto terminado, evaluar la exposición y aplicar el instrumento correspondiente a cada jurisdicción. Las pruebas obtenidas pueden respaldar una conclusión de bajo riesgo, un cambio de fuente, una intervención de tratamiento o una investigación adicional. Nunca deberían sustituirse por un eslogan.

## Áreas de conocimiento relacionadas

Seguridad alimentaria; Asuntos regulatorios; Tecnologías minerales; Tecnologías de procesado; Ingredientes funcionales; Sostenibilidad; Biotecnología; Investigación emergente.

## Alcance editorial y limitaciones

Este análisis académico-industrial independiente se basa en materiales disponibles hasta el 22 de octubre de 2026. No constituye un dictamen de la EFSA, la ECHA, la Comisión Europea, la FDA ni ninguna autoridad nacional, ni una determinación jurídica específica de producto. Los ejemplos de concentraciones hipotéticas están identificados como tales. El marco de investigación se propone para su ensayo y no debe comercializarse como validado. No se afirma que ningún producto específico de INTABIOTECH elimine o destruya TFA.

## Referencias y fuentes primarias

- [1] European Commission, DG Environment. "New EU-wide protections against PFAS in drinking water come into effect." 12 January 2026. [https://environment.ec.europa.eu/news/new-eu-rules-limit-pfas-drinking-water-2026-01-12\\_en](https://environment.ec.europa.eu/news/new-eu-rules-limit-pfas-drinking-water-2026-01-12_en)
- [2] Directive (EU) 2020/2184 of the European Parliament and of the Council on the quality of water intended for human consumption (recast). <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2020/2184/oj>
- [3] Directive (EU) 2026/805 of 30 March 2026 amending Directives 2000/60/EC, 2006/118/EC and 2008/105/EC as regards pollutants in surface and groundwater. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2026/805/oj>
- [4] EFSA. "EFSA lowers safe level for exposure to TFA." 22 July 2026. <https://www.efsa.europa.eu/en/news/efsa-lowers-safe-level-exposure-tfa>
- [5] EFSA. "Scientific Report on consumer health-based guidance values for trifluoroacetic acid." EFSA Journal (2026). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2026.10227>
- [6] Arp, H. P. H. et al. "The global threat from the irreversible accumulation of trifluoroacetic acid (TFA)." Environmental Science & Technology (2024). <https://doi.org/10.1021/acs.est.4c06189>
- [7] Frenzel, I. et al. "Diffuse sources of TFA: atmospheric and terrestrial inputs, retention and pathways at the catchment scale." Hydrology and Earth System Sciences 30 (2026): 1969–1997. <https://doi.org/10.5194/hess-30-1969-2026>
- [8] Henne, S. et al. "Trifluoroacetate (TFA) in precipitation and surface waters in Switzerland: trends, source attribution, and budget." Atmospheric Chemistry and Physics 25 (2025): 18157–18186. <https://doi.org/10.5194/acp-25-18157-2025>
- [9] European Commission. Notice C/2024/4910: Technical guidelines regarding methods of analysis for monitoring PFAS in water intended for human consumption. 7 August 2024. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:C\\_202404910](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:C_202404910)
- [10] European Parliament. Legislative Train, review of the lists of pollutants affecting surface waters and groundwater, 2026. <https://www.europarl.europa.eu/legislative-train/carriage/integrated-water-management-surface-and-groundwater-pollutants/report>
- [11] RIVM. "Relative Potency Factors PFAS" (including TFA RPF 0.002). <https://www.rivm.nl/pfas/rpf>
- [12] Dorgerloh, U. et al. "Standardising the quantification of trifluoroacetic acid in water: interlaboratory validation trial using liquid chromatography-mass spectrometric detection." Accreditation and Quality Assurance (2025). <https://doi.org/10.1007/s00769-025-01640-2>
- [13] Spain. Real Decreto 3/2023, de 10 de enero, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro. BOE-A-2023-628. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2023/01/10/3/con>
- [14] Drinking Water Inspectorate (England and Wales). "Guidance and codes of practice", including 2025 PFAS drinking-water guidance. <https://dwi.defra.gov.uk/water-companies/guidance-and-codes-of-practice/>
- [15] UK Parliament. Written answer on monitoring PFAS in tap water, 6 May 2025. <https://questions-statements.parliament.uk/written-questions/detail/2025-04-29/49285/>

- [16] U.S. Environmental Protection Agency. "Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS): National Primary Drinking Water Regulation." <https://www.epa.gov/sdwa/and-polyfluoroalkyl-substances-pfas>
- [17] U.S. EPA. "Proposed PFOA and PFOS Compliance Extension Rule", 18 May 2026. <https://www.epa.gov/sdwa/proposed-pfoa-and-pfos-compliance-extension-rule>
- [18] U.S. EPA. "Proposed PFAS Rescission Rule", 18 May 2026 (page updated 8 October 2026). <https://www.epa.gov/sdwa/proposed-pfas-rescission-rule>
- [19] Cahill, T. M. "Trifluoroacetic Acid Concentrations in Consumer Foods." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 73 (2025): 32250–32254. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5c07390>
- [20] "Tracking Trifluoroacetate (TFA) through Time: A 78-Year Record from Archived Wines." *Environmental Science & Technology* (2025). <https://doi.org/10.1021/acs.est.5c10868>
- [21] Affricano, A. et al. "Case study: Targeted HPLC-MS/MS analysis of TFA and other USC-PFAS in beverages and waters from Italy and Asia." *Food Control* (2026): 111779. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2025.111779>
- [22] "Sensitive detection of trifluoroacetic acid (TFA): Analytical method development and application to a South Australian watershed." *Hazardous Materials* (2026). <https://doi.org/10.1016/j.hazmo.2026.100032>
- [23] Ma, Q. et al. "Evaluation of commercial nanofiltration and reverse osmosis membrane filtration to remove per- and polyfluoroalkyl substances: Effects of transmembrane pressures and water matrices." *Water Environment Research* 96 (2024): e10983. <https://doi.org/10.1002/wer.10983>
- [24] "Rejection of PFAS and priority co-contaminants in semiconductor fabrication wastewater by nanofiltration membranes." (2024). PubMed PMID: 39089122. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39089122/>