INVESTIGACIÓN ORIGINAL Y ANÁLISIS REGULATORIO COMPARADO

La semilla comestible y su doble tóxico

Lo que revela el expediente Xuta de octubre de 2026 sobre identidad genética, control de ésteres de forbol y límites de la autorización de nuevos alimentos

José M. López, BSc, MD, PhD, LLD (C)

RESUMEN

Un nuevo dictamen de la EFSA sobre semillas de Xuta tostadas y molidas, publicado el 28 de octubre de 2026, reabre una cuestión especialmente ilustrativa para la seguridad de las proteínas alternativas: ¿cómo puede un operador alimentario distinguir la Jatropha curcas comestible de un material tóxico visualmente indistinguible? La respuesta no reside únicamente en la denominación de una variedad, la declaración de un tratamiento térmico o un dictamen científico favorable. La Unión Europea ya autoriza semillas de variedades comestibles tratadas hidrotérmicamente bajo especificaciones estrictas, con usos ampliados para harina y pasta introducidos en julio de 2026; sin embargo, las condiciones de la lista de la Unión exigen segregación, procesado definido y análisis por lote de ésteres de forbol. Las objeciones anteriores a una notificación distinta de alimento tradicional demuestran por qué los antecedentes de consumo no sustituyen la caracterización de la exposición. Este artículo integra genética vegetal, química analítica, tecnología proteica, toxicología y derecho alimentario comparado para analizar qué evidencias acompañan realmente a la semilla hasta el producto final. Distingue el producto autorizado de las preparaciones tostadas recientemente evaluadas y propone un enfoque verificable de doble comprobación que combina procedencia genética, análisis químico para liberación de lotes y validación del proceso.

PALABRAS CLAVE: Jatropha comestible; Xuta; ésteres de forbol; nuevos alimentos; proteínas vegetales; validación analítica; trazabilidad genética; derecho alimentario comparado

CATEGORÍA: Biotecnología y asuntos regulatorios / Investigación emergente

SLUG SEO: jatropha-comestible-xuta-esteres-forbol-seguridad-nuevos-alimentos

METADESCRIPCIÓN: Xuta y Jatropha comestible evidencian por qué identidad genética, análisis de ésteres de forbol y autorización europea exigen evaluación independiente.

ETIQUETAS INTERNAS: Nuevos alimentos; Proteínas alternativas; Ésteres de forbol; Seguridad alimentaria; Asuntos regulatorios; Química analítica; Trazabilidad; Investigación emergente

01 | Un dictamen oportuno, pero no una autorización automática de comercialización

El 28 de octubre de 2026, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) incluyó en su relación de publicaciones un dictamen científico titulado «Safety of roasted and ground kernels of an edible variety of Jatropha curcas L. (Xuta) as a traditional food from a third country». Se refiere al empleo de Xuta tostada y molida en productos a base de cereales y sopas, respaldado por antecedentes de consumo en México. La aparición del dictamen constituye la noticia inmediata. Su texto técnico íntegro no pudo recuperarse de manera fiable del editor durante la preparación de este artículo; por ello, el presente análisis no atribuye al dictamen de octubre de 2026 estimaciones numéricas de exposición ni conclusiones definitivas de seguridad que no se hayan verificado. La existencia y el objeto declarado de la publicación pueden comprobarse en la relación actualizada de nuevos alimentos de la EFSA y en su registro DOI. [1]

Esta cautela probatoria es sustantiva, no meramente formal. Una evaluación científica no equivale a un reglamento de ejecución de la Comisión, y la notificación de un alimento tradicional no es intercambiable con una autorización obtenida por el procedimiento ordinario de nuevos alimentos. Además, la misma especie vegetal ya dispone de otra entrada jurídicamente vigente en la lista de la Unión. El Reglamento de Ejecución (UE) 2026/1378, publicado el 24 de junio y aplicable desde el 14 de julio de 2026, modificó las condiciones de uso de semillas de la variedad comestible tratadas hidrotérmicamente. La pregunta regulatoria no consiste, por tanto, en determinar si «la Jatropha ha sido aprobada» en abstracto, sino qué preparación concreta, proceso, solicitante, categoría de alimentos y nivel de uso quedan amparados por cada procedimiento jurídico. [2–5]

02 | Una especie botánica, dos perfiles de riesgo profundamente diferentes

Jatropha curcas L. es una especie rica en aceite perteneciente a la familia Euphorbiaceae, investigada históricamente para la producción de biodiésel y otros usos industriales. Algunas procedencias mexicanas cuentan con antecedentes culinarios; muchas otras contienen ésteres de forbol tóxicos. El dato comercialmente más peligroso es que las formas comestibles y no comestibles no pueden distinguirse de forma fiable por su apariencia externa. La identificación de la especie acredita la identidad botánica, pero no demuestra el fenotipo químico necesario para garantizar la seguridad alimentaria. La especificación autorizada por la EFSA reconoce expresamente esta imposibilidad de diferenciación fenotípica y exige medidas para impedir mezclas. [2,6,7]

El calificativo habitual «no tóxico» debe entenderse como una simplificación de un perfil de riesgo definido, no como una promesa de que la semilla cruda carezca de cualquier sustancia antinutricional. Las semillas comestibles pueden contener curcina, inhibidores de tripsina, actividad lectínica y fitatos, mientras que otros peligros pueden derivarse de la contaminación, el almacenamiento o el procesado. A la inversa, un genotipo tóxico no se convierte en variedad comestible simplemente porque un laboratorio encuentre niveles bajos tras una extracción. Para la adquisición industrial, la unidad de garantía es un ingrediente alimentario especificado y trazable, elaborado en condiciones controladas, no el nombre de la especie consignado en una factura. [6–9]

03 | Tres antecedentes regulatorios que no deben confundirse

El primer antecedente relevante es la notificación de 2022 sobre Xuta tostada y molida como alimento tradicional. El informe técnico de la EFSA de 8 de marzo de 2022 formuló objeciones de seguridad debidamente motivadas. Señaló información insuficiente sobre usos previstos e ingestas, incertidumbre acerca de posibles ésteres de forbol residuales en bajas concentraciones e imposibilidad de establecer un margen de exposición adecuado. No declaró que todo producto de Jatropha comestible deba considerarse necesariamente inseguro; concluyó que las pruebas presentadas eran insuficientes para aquel procedimiento específico de alimento tradicional. [4]

El segundo antecedente corresponde a un expediente ordinario de nuevo alimento concluido favorablemente. La EFSA evaluó semillas comestibles tratadas hidrotérmicamente mediante un dictamen publicado en enero de 2022; posteriormente, la Comisión autorizó ese nuevo alimento específico mediante el Reglamento de Ejecución (UE) 2022/965. Otro dictamen de la EFSA, publicado en octubre de 2025, examinó la ampliación a harina y pasta y el aumento de los porcentajes de incorporación. La Comisión aprobó estos cambios mediante el Reglamento de Ejecución (UE) 2026/1378. El tercer antecedente es el dictamen de octubre de 2026 recientemente publicado sobre Xuta tostada y molida como alimento tradicional. Hasta que se comprueben la conclusión correspondiente y las posibles actuaciones posteriores de la Comisión, su publicación no debe interpretarse como una extensión retroactiva de las autorizaciones de 2022 o julio de 2026. [1–5]

04 | El dictamen de seguridad aporta evidencia; la lista de la Unión confiere la autorización

El Reglamento (UE) 2015/2283 establece el marco de la Unión para los nuevos alimentos. Su artículo 10 contempla el procedimiento de solicitud completa, mientras que los artículos 14 a 20 regulan una vía distinta para alimentos tradicionales de terceros países, basada en parte en antecedentes documentados de consumo seguro. El Reglamento de Ejecución (UE) 2017/2468 desarrolla los requisitos administrativos y científicos de esta segunda vía. La EFSA evalúa el riesgo; la Comisión Europea gestiona la autorización y modifica la lista de la Unión establecida por el Reglamento de Ejecución (UE) 2017/2470. Ni un dictamen científico positivo ni la reputación tradicional de un alimento sustituyen por sí mismos una inscripción vigente. [3,10,11]

La precisión jurídica resulta especialmente importante cuando varias preparaciones comparten un origen botánico. El tostado, el tratamiento hidrotérmico, el desgrasado, la molienda, la extracción con disolventes y el aislamiento de proteínas pueden modificar la composición, los tóxicos residuales, la actividad antinutricional y la exposición prevista. Una autorización relativa a una forma no puede ampliarse tácitamente a todas las demás. Antes de planificar un ingrediente proteico concentrado de Jatropha o un nuevo formato de bebida, el fabricante debe comprobar si el producto exacto y el uso previsto quedan comprendidos en una entrada existente, en lugar de partir de afirmaciones comerciales sobre los antecedentes culinarios de la planta.

05 | La autorización de julio de 2026 contiene especificaciones operativas excepcionalmente precisas

La especificación modificada de la lista de la Unión exige semillas de una variedad comestible, limpieza y retirada de envolturas, secado, eliminación de residuos, descascarillado mecánico y tratamiento hidrotérmico a más de 120 °C durante 40 minutos para reducir sustancias antinutricionales y carga microbiana. Exige asimismo un sistema de segregación que impida la mezcla de variedades comestibles y no comestibles, y controles analíticos de ésteres de forbol sobre cada lote de semillas después del secado y antes del descascarillado. Se deben analizar cinco muestras de laboratorio obtenidas de cada muestra global mediante un procedimiento UHPLC-UV-MS validado; únicamente podrán continuar los lotes en los que no se detecten ésteres de forbol en ninguna de las cinco muestras. La intensidad del muestreo depende de la dimensión del lote. [2]

La entrada establece para los ésteres de forbol un umbral correspondiente al límite de detección declarado de 0,75 microgramos equivalentes de TPA por gramo de semilla, junto con la exigencia operativa de resultados inferiores al límite de detección del método. También fija una humedad máxima del 3 %, grasa del 54–64 %, proteína del 21–32 %, fibra del 6–10 %, plomo y cadmio de hasta 0,20 mg/kg cada uno, aflatoxinas totales de hasta 4,0 microgramos/kg y determinados criterios microbiológicos. Estas cifras corresponden a esta preparación autorizada en particular. No deben presentarse como umbrales seguros genéricos para aceites, extractos o harinas destinadas a alimentación animal de cualquier tipo de Jatropha. [2]

06 | La paradoja del límite de detección: no detectado no significa ausencia química

Un resultado informado como inferior al límite de detección (LOD) constituye una afirmación específica del método: el procedimiento analítico no detectó el analito objetivo en las condiciones validadas. No demuestra que existan cero moléculas ni equivale automáticamente a un límite de cuantificación (LOQ). Sin embargo, la exigencia normativa tiene un significado operativo porque establece un criterio comprobable de liberación para el material autorizado. Su interpretación depende de la eficiencia de extracción, la cobertura de analitos, la calibración, los efectos de matriz, la recuperación, los blancos y la capacidad del procedimiento para diferenciar los congéneres pertinentes de ésteres de forbol. [2,6]

Un laboratorio no debe convertir un resultado de cribado en una conclusión toxicológica carente de fundamento. Por ejemplo, el umbral nominal de 0,75 microgramos/g equivale a 0,75 mg/kg, pero esa conversión de unidades no determina la potencia biológica de una mezcla de congéneres distintos. Expresar el resultado en equivalentes de 12-O-tetradecanoilforbol-13-acetato facilita la comparación analítica según el método, pero no demuestra que todos los congéneres tengan una toxicodinámica idéntica. En controversias o procedimientos de homologación de proveedores, la identidad del método y sus prestaciones metrológicas son tan importantes como la cifra impresa.

07 | Los marcadores genéticos pueden reforzar la trazabilidad de origen, pero no sustituir el análisis químico de liberación

La investigación genética ha identificado un locus relacionado con la biosíntesis de ésteres de forbol en el grupo de ligamiento 8, y trabajos posteriores han descrito marcadores SNP asociados a fenotipos de baja toxicidad. Estos hallazgos respaldan la selección asistida por marcadores y el diseño de controles de procedencia. No demuestran, sin embargo, que un único ensayo SNP clasifique sin error todas las accesiones comerciales. Las asociaciones publicadas dependen de las poblaciones estudiadas, de los fondos genéticos y del ligamiento; la concordancia entre genotipo y fenotipo debe verificarse en las poblaciones de mejora y suministro previstas. [12,13]

Un sistema científicamente defendible podría combinar registros autenticados de plantas madre, verificaciones genéticas en vivero o cosecha, segregación física, documentación de cadena de custodia y los análisis químicos obligatorios en los lotes de semillas especificados. Las primeras capas reducen la probabilidad de que entre material de origen equivocado en producción; el último control analítico detecta fallos químicamente relevantes, incluida la mezcla involuntaria. Considerar la verificación genética como sustituto del análisis obligatorio de ésteres de forbol sería científicamente débil e incompatible con la especificación actual de la lista de la Unión. [2,12,13]

08 | Curcina, lectinas e inhibidores de tripsina exigen una lógica de control diferente

La curcina es una proteína inactivadora de ribosomas de tipo I presente en material de Jatropha, incluidas determinadas procedencias comestibles. La actividad de lectinas e inhibidores de tripsina, así como los fitatos, plantean consideraciones nutricionales o de seguridad adicionales. No constituyen los mismos peligros que los ésteres de forbol lipófilos. En su evaluación de 2022 de las semillas tratadas hidrotérmicamente, la EFSA observó señales de péptidos relacionados con la curcina inferiores al límite de detección del método en lotes tratados, mientras que el material sin tratar presentaba curcina medible. Un estudio de 2025 sobre tres cultivares de Xuta comunicó reducciones de factores antinutricionales tras el tratamiento hidrotérmico y ausencia de señales genotóxicas o mutagénicas en los ensayos especificados. Son resultados dependientes del producto y del método, no una certificación universal para todos los tratamientos. [6,8,9]

La distinción es decisiva desde el punto de vista tecnológico. El calentamiento puede reducir la actividad de determinadas sustancias antinutricionales proteicas, pero no cabe presumir que elimine ésteres de forbol de naturaleza química distinta y mayor estabilidad térmica. Por ello, el proceso autorizado combina la selección y el análisis de ésteres de forbol con la reducción hidrotérmica de otros peligros. Un equipo industrial que optimice únicamente el calentamiento puede obtener resultados excelentes en microbiología o inhibición de tripsina y, aun así, dejar sin resolver el riesgo fundamental de contaminación por variedades tóxicas. [2,8,14]

09 | Qué demuestra, y qué no, la composición nutricional

El material autorizado está constituido predominantemente por lípidos y proteínas, con un contenido declarado de proteína del 21–32 % y de grasa del 54–64 %. Estos valores son nutricionalmente interesantes para semillas, aperitivos y alimentos compuestos, pero no convierten el material en equivalente a un aislado proteico del 70–90 % ni garantizan una digestibilidad favorable de los aminoácidos. El procesado puede modificar la digestibilidad, las propiedades sensoriales, la oxidación lipídica y la actividad de sustancias antinutricionales residuales. La investigación experimental de 2025 ofrece una base técnica alentadora para estudios adicionales, aunque sus resultados se limitan a los cultivares y condiciones de tratamiento examinados. [2,9]

El desarrollador de productos debe cuantificar el contenido real de proteína, la composición de aminoácidos, la digestibilidad, los índices de oxidación, el potencial alergénico, el sabor y el comportamiento textural en la matriz alimentaria prevista. Una simple conversión de nitrógeno a proteína y un único ensayo antioxidante in vitro no bastan para demostrar superioridad nutricional. Del mismo modo, la existencia de un ingrediente de semilla autorizado no establece que una fracción proteica extraída, un aceite o una harina desgrasada compartan su identidad jurídica. Estos productos pueden tener composiciones y características de exposición distintas y necesitar evaluaciones independientes de situación regulatoria y seguridad.

10 | Un cálculo ilustrativo de exposición y sus límites

Considérese un alimento hipotético que contiene 20 g de semillas autorizadas por cada 100 g de producto terminado. Una ración de 40 g contendría 8 g de semillas. Si estas estuvieran a una concentración nominal de 0,75 microgramos equivalentes de TPA/g, el límite superior aritmético de aportación sería de 6 microgramos equivalentes de TPA por ración. Se trata de una multiplicación ilustrativa, no de una estimación de exposición medida, ni de una afirmación de que la entrada legal permita esa categoría alimentaria, ni de un umbral toxicológico de seguridad. La exposición real depende de la categoría legalmente permitida, la concentración final, los resultados analíticos, las distribuciones de consumo, el peso corporal y el punto de referencia toxicológico. [2,5]

El ejemplo muestra por qué los antecedentes de consumo tradicional y un certificado de no detección responden a preguntas diferentes. La historia de consumo puede respaldar un patrón de preparación e ingesta, pero no cuantifica automáticamente la exposición moderna de consumidores de percentiles elevados en un producto desconocido. A su vez, un lote con resultados analíticamente bajos no demuestra la seguridad de un consumo ilimitado. Una evaluación sólida relaciona los datos de concentración con el uso previsto y la población pertinente, mediante hipótesis y rangos de incertidumbre transparentes.

11 | El muestreo es un problema de control del proceso, no un trámite documental

El anexo de la lista de la Unión establece cantidades diferentes de muestras elementales según la masa de los lotes, entre ellas 10 para lotes de hasta 0,1 toneladas, 30 para lotes superiores a 0,1 y hasta 1 tonelada, y 100 para lotes superiores a 10 toneladas. Exige el muestreo separado de sublotes en determinados lotes grandes y

una masa mínima de muestra global de 3,5 kg. Estas exigencias responden a la heterogeneidad y a la posibilidad de mezclas localizadas con semillas tóxicas. Una pequeña muestra de conveniencia no puede considerarse legítimamente un sustituto representativo del diseño de muestreo prescrito. [2]

En la práctica, el operador necesita una cadena auditable desde el campo y el secadero hasta la muestra global, las cinco submuestras de laboratorio, los resultados analíticos, la decisión de liberación y la genealogía del producto terminado. Un panel asistido por inteligencia artificial puede ayudar a señalar anomalías o registros ausentes, pero no puede corregir un plan de muestreo no representativo ni convertir datos de sensores sin verificar en evidencias químicas. El objetivo no es únicamente rastrear un lote rechazado después del incidente, sino impedir que un lote peligroso entre en el proceso alimentario.

12 | El procedimiento original y su ampliación están sujetos a períodos de exclusividad diferentes

El Reglamento (UE) 2026/1378 diferencia las condiciones originales de 2022 de las condiciones ampliadas introducidas en 2026. Su nuevo artículo 2 concede los usos ampliados a Chuta Nut GmbH durante cinco años desde el 14 de julio de 2026, salvo que otro solicitante obtenga una autorización independiente sin apoyarse en datos protegidos o actúe con el consentimiento del titular. El anexo identifica asimismo el final del período original de protección de datos de 2022, el 12 de julio de 2027. Un distribuidor no debe confundir la próxima finalización de un período con la disponibilidad inmediata de todas las ampliaciones posteriores. [2]

Se trata de una cuestión concreta de acceso al mercado. Un ingrediente técnicamente equivalente puede seguir afectado por restricciones de autorización o protección de datos, según el uso previsto y el fundamento jurídico. A la inversa, la protección de datos no constituye un monopolio perpetuo sobre la especie vegetal: otro solicitante puede impulsar una autorización sustentada en pruebas independientes obtenidas legalmente. La diligencia comercial debe examinar la entrada concreta, sus usos protegidos, la identidad del operador autorizado, la categoría alimentaria proyectada y la fecha de comercialización.

13 | España: aplicación directa del Derecho de la UE, controles nacionales y documentación defendible

Las normas de la Unión sobre nuevos alimentos y sus autorizaciones de ejecución son directamente aplicables en España. La Comisión Europea es responsable de la decisión de inclusión en la lista de la Unión, la EFSA realiza la evaluación científica del riesgo y las autoridades competentes españolas —incluida AESAN dentro de sus funciones de coordinación y los órganos autonómicos pertinentes— participan en el control oficial conforme al Derecho alimentario aplicable. El Reglamento (CE) n.º 178/2002 mantiene las obligaciones de seguridad y trazabilidad; el Reglamento (CE) n.º 852/2004 regula la higiene; y el Reglamento (UE) 2017/625 establece el marco de controles oficiales. [3,15–17]

El importador o fabricante de ingredientes debe conservar el expediente botánico y varietal, las evidencias sobre la autorización del proveedor, la entrada aplicable de la lista de la Unión, los análisis validados de ésteres de forbol, los registros de segregación y muestreo, los datos de tratamiento hidrotérmico, los resultados de contaminantes y la revisión del etiquetado. Si un proveedor ofrece «proteína de Jatropha de calidad alimentaria» sin identificar la forma jurídica, el proceso y las condiciones de autorización y protección, la respuesta correcta no es deducir un permiso a partir de su contenido proteico, sino exigir el expediente regulatorio y analítico exacto antes de asumir compromisos comerciales.

14 | Gran Bretaña e Irlanda del Norte: un mismo reino, cuestiones jurídicas diferentes

Gran Bretaña dispone de un sistema propio de productos regulados para nuevos alimentos. La Food Standards Agency mantiene un registro de nuevos alimentos autorizados, cuyas decisiones corresponden a los ministros competentes; Food Standards Scotland participa en el sistema escocés. Las orientaciones reconocen tanto las solicitudes completas como las notificaciones de alimentos tradicionales. Un reglamento de ejecución europeo posterior al Brexit no constituye automáticamente una nueva autorización en Gran Bretaña por el mero hecho de que la EFSA haya evaluado el expediente científico. Deben comprobarse el registro británico aplicable al destino y los posibles acuerdos de alineación vigentes en la fecha de venta. [18,19]

Irlanda del Norte requiere examen separado conforme a las normas alimentarias vinculadas a la UE que le resulten aplicables y a las reglas de circulación de mercancías. Una empresa que venda desde España a Gran Bretaña y a Irlanda del Norte no puede ampararse en una afirmación indiferenciada de que el producto está «aprobado en el Reino Unido». La matriz regulatoria debe indicar el territorio exacto, la vía jurídica, la entrada del registro, la categoría de uso, la inclusión máxima, el etiquetado y las posibles limitaciones por protección de datos.

15 | Estados Unidos: la advertencia sigue plenamente vigente

En julio de 2012, mediante una comunicación sectorial actualizada en abril de 2014, la Food and Drug Administration estadounidense advirtió de que los aceites, la glicerina y las proteínas derivados de Jatropha pueden contener componentes tóxicos y entrar en cadenas de suministro superpuestas de alimentación humana, animal y usos industriales. El organismo recomendó auditorías de la cadena de suministro, verificación de la composición y evaluación del riesgo. La advertencia no constituye una autorización estadounidense de Xuta comestible, ni una autorización europea desplaza las normas de EE. UU. sobre aditivos alimentarios, sustancias GRAS, ingredientes de complementos alimenticios o piensos para un uso determinado. [20,21]

La conclusión comparada no es que una jurisdicción resulte necesariamente más permisiva. La UE dispone de una autorización detallada para una variedad comestible tratada hidrotérmicamente, junto con antecedentes diferenciados de preocupación por una preparación tradicional; la FDA ha subrayado los riesgos de contaminación entre sectores. Un importador estadounidense necesitaría una vía jurídica independiente y un expediente sólido de seguridad para su producto real. Un certificado de la UE no resuelve por sí solo la cuestión regulatoria estadounidense.

16 | Los piensos y la cadena del biodiésel son ámbitos próximos, pero no intercambiables

La Jatropha despertó interés como cultivo para biocombustibles por el elevado contenido oleoso de sus semillas, pero el procesado destinado a combustible produce glicerina, harinas y otras corrientes que no son automáticamente aptas para alimentación humana o animal. La investigación ha estudiado la detoxificación de harinas de Jatropha y su utilización en alimentación animal; sin embargo, las reducciones de ésteres de forbol obtenidas en estudios específicos no pueden generalizarse a todos los coproductos comerciales. Los requisitos de autorización y seguridad de piensos son distintos de los permisos de nuevos alimentos destinados a humanos. [20–23]

La delimitación de la cadena de suministro importa tanto por el riesgo de sustitución accidental como por el atractivo comercial. Un programa de variedades comestibles de calidad alimentaria debería contar con preservación de identidad, almacenamiento segregado, procedimientos de control de cambios y auditorías de proveedores capaces de diferenciarlo de los flujos industriales de Jatropha. Ninguna declaración sobre

alimentos o piensos debe fundamentarse exclusivamente en que una patente o un artículo de laboratorio describan un tratamiento térmico o con disolventes.

17 | Las patentes demuestran que el problema es conocido; su integración puede mejorar la práctica

Desde hace años existen publicaciones de patentes sobre detoxificación de ésteres de forbol y harina de Jatropha, entre ellas WO2013137822A1 y US20110311710A1. La cartografía genética y la mejora asistida por marcadores también son anteriores a 2026. Estos antecedentes impiden afirmar con rigor que la detoxificación, la diferenciación genética o los ensayos por lote hayan sido inventados por el presente artículo. Las divulgaciones de patentes prueban la existencia de planteamientos técnicos, no su validación comercial, aceptación regulatoria o libertad de explotación. [12,13,22,23]

La posible laguna de investigación reside, en cambio, en la integración validada: ¿pueden las verificaciones independientes de procedencia genética, la química exigida por la legislación, el muestreo representativo y los registros de proceso reducir las aceptaciones erróneas, los rechazos innecesarios y los retrasos de investigación? Una aportación significativa consistiría en un protocolo de homologación demostrablemente más fiable, no en otra promesa genérica de «proteína vegetal detoxificada». Cualquier evaluación de protección industrial exigiría una búsqueda independiente de reivindicaciones, revisión de vigencia jurídica y análisis de libertad de operación específico para cada jurisdicción.

18 | Oportunidad de investigación e innovación

PROBLEMA NO RESUELTO. Los fenotipos comestible y tóxico son difíciles de distinguir visualmente, mientras que el análisis químico de lotes heterogéneos de semillas es costoso y vulnerable a errores de muestreo. Los marcadores genéticos aportan información, pero son imperfectos; el tratamiento térmico aborda peligros distintos; y la autorización jurídica vincula estos controles a un producto y proceso definidos. La industria carece de evidencias prospectivas y multisitio ampliamente publicadas que demuestren el valor incremental de integrar estas fuentes probatorias en un único sistema auditable de liberación. [2,12,13]

CONOCIMIENTOS ESTABLECIDOS. La entrada de la lista de la Unión de 2026 ya impone análisis de ésteres de forbol por lote y controles de proceso. Los estudios genéticos publicados identifican loci y marcadores asociados a toxicidad; trabajos revisados por pares documentan reducciones hidrotérmicas de determinadas sustancias antinutricionales; y patentes anteriores describen tratamientos de detoxificación. La investigación propuesta debe basarse en estos antecedentes, no cambiarles de nombre. [2,8,9,12,13,22,23]

HIPÓTESIS PROPUESTA (NO DEMOSTRADA). Un «Pasaporte de doble verificación de semillas» que combine origen varietal autenticado y cribado genético con muestreo representativo legalmente conforme, análisis ortogonales de ésteres de forbol, procesado hidrotérmico validado y genealogía del lote terminado detectará las clasificaciones erróneas y las desviaciones del proceso antes que un sistema de liberación basado exclusivamente en química, sin debilitar los análisis químicos obligatorios. El pasaporte constituye una arquitectura de investigación, no un certificado regulatorio ni una reivindicación de novedad patentable.

VÍA DE VALIDACIÓN. Incorporar varias regiones productoras e instalaciones de procesado, incluidas poblaciones de referencia auténticas comestibles y tóxicas. Introducir, de forma ciega y controlada, escenarios de mezcla a niveles previamente fijados; comparar el protocolo con las exigencias legales de referencia; medir sensibilidad, especificidad, tasas de aceptación y rechazo erróneos, reproducibilidad interlaboratorio, coste por tonelada y tiempo hasta la liberación. Registrar el rendimiento de los marcadores SNP fuera de las poblaciones en las que se descubrieron y evaluar los efectos de matriz en semillas ricas en aceite y harinas procesadas. Aplicar análisis estadístico prerregistrado y un laboratorio independiente de referencia.

RESTRICCIONES REGULATORIAS E INDUSTRIALES. El estudio no puede sustituir las obligaciones actuales de muestreo o UHPLC-UV-MS de la lista de la Unión, y el material experimental que incumpla los criterios de liberación no podrá destinarse a alimentación. Las nuevas formas de procesado, proteínas aisladas, aplicaciones en piensos y jurisdicciones diferentes requieren evaluaciones jurídicas separadas. Si se valida, el sistema podría mejorar la homologación de proveedores, el desarrollo de proteínas de semillas de alto valor, la preparación para auditorías y la separación de cadenas alimentarias y de biocombustibles. Hasta entonces, estos beneficios son prospectivos.

19 | Decisiones prácticas para quienes desarrollan ingredientes

Un proveedor que evalúe Jatropha comestible debe comenzar por el mercado objetivo y el producto exacto previsto, no por una oferta general de compras. Para alimentos de la UE, deberá identificar la entrada actual de la lista de la Unión, los usos protegidos y el proceso exigido, y comprobar que el solicitante o proveedor tiene derecho a comercializar en esas condiciones. Después, deberá obtener autenticación de origen, registros de muestreo por lote, resultados validados de ésteres de forbol, pruebas de reducción de antinutrientes, especificaciones de composición, datos microbiológicos y resultados de estabilidad. Si el proyecto incluye harina desgrasada, aislado proteico, aceite, bebidas o complementos alimenticios, habrá que efectuar una evaluación separada de identidad y situación regulatoria antes de anunciar fechas de lanzamiento. [2,3]

Para los intereses de INTABIOTECH en proteínas innovadoras, ingredientes alimentarios y homologación analítica, la oportunidad inmediata es fundamentalmente metodológica y consultiva: evaluar expedientes de seguridad de ingredientes, funcionalidad específica de matriz y abastecimiento jurídicamente defendible. Las fuentes examinadas no permiten afirmar que ningún producto actual de INTABIOTECH detoxifique Jatropha, que esté autorizada para todas las aplicaciones proteicas o que este artículo cree un procedimiento propietario nuevo. El valor industrial reside en reducir errores evitables de desarrollo y cumplimiento.

20 | Clasificación de la evidencia: cinco conclusiones que deben permanecer diferenciadas

HECHO JURÍDICO ESTABLECIDO: el Reglamento de Ejecución (UE) 2026/1378 está en vigor y modifica la entrada autorizada de Jatropha comestible, con condiciones específicas de procesado, muestreo, análisis y utilización, sujetas a reglas definidas de protección de datos. [2]

EVIDENCIA CIENTÍFICA ESTABLECIDA: existen procedencias de Jatropha comestibles y tóxicas; los ésteres de forbol constituyen un peligro importante; se han relacionado marcadores genéticos con ese rasgo; y determinados tratamientos hidrotérmicos reducen algunas sustancias antinutricionales. Estos hallazgos no validan todos los genotipos ni procesos. [6–9,12,13]

EVIDENCIA EMERGENTE O RECIENTE: un estudio experimental de 2025 evaluó genotoxicidad y antinutrientes de Xuta, mientras que la EFSA incorporó un nuevo dictamen sobre Xuta tradicional tostada y molida el 28 de octubre de 2026. La conclusión completa de este último debe comprobarse en el dictamen íntegro antes de utilizarse en decisiones comerciales. [1,9]

INTERPRETACIÓN EXPERTA: una homologación comercial fiable requiere evaluar conjuntamente la identidad botánica, las evidencias químicas pertinentes por lote, el procesado validado, el análisis de exposición y la autorización aplicable a cada jurisdicción, sin considerar ninguno de estos elementos sustituto de los demás.

HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN: un pasaporte integrado genético, químico y de proceso podría mejorar las decisiones respecto al sistema de liberación actual. Su valor añadido, coste y modos de fallo requieren validación prospectiva y ciega.

21 | Conclusiones: una semilla segura es el resultado de un sistema controlado

La publicación de octubre de 2026 sobre Xuta aparece cuando la UE ya dispone de una autorización cuidadosamente delimitada para otra preparación de Jatropha comestible. La coexistencia de ambos expedientes resulta especialmente ilustrativa para la próxima generación de proteínas vegetales. Una especie puede incluir materiales comestibles y tóxicos; una tradición alimentaria puede coexistir con incertidumbres sobre exposición; un dictamen científico puede coexistir con una autorización vinculante más estrecha; y un genotipo prometedor puede seguir necesitando análisis químicos de liberación. [1–5]

Para la industria, la secuencia defendible consiste en establecer la identidad jurídica y el uso previsto, proteger la procedencia botánica, aplicar química de lotes con muestreo representativo, validar el proceso especificado y documentar la exposición final y el etiquetado. La mejor oportunidad de innovación no es anunciar que un cultivo poco conocido es intrínsecamente seguro, sino reforzar, abaratar y hacer más reproducible la cadena de evidencias sin relajar las garantías legales. En este ámbito, la seguridad no es una propiedad conferida por el nombre comercial: es una conclusión sustentada en un sistema controlado e inspeccionable.

Áreas de conocimiento relacionadas

Seguridad alimentaria; Biotecnología; Nutrición; Asuntos regulatorios; Ingredientes funcionales; Tecnologías de procesado; IA y alimentación; Investigación emergente.

Referencias y enlaces a fuentes primarias

[1] European Food Safety Authority. Novel food topic page; listing dated 28 October 2026 for the scientific opinion on roasted and ground Xuta kernels. DOI 10.2903/j.efsa.2026.10389. https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/novel-food

[2] European Commission. Commission Implementing Regulation (EU) 2026/1378 of 23 June 2026; OJ L, 24 June 2026. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32026R1378

[3] European Parliament and Council. Regulation (EU) 2015/2283 on novel foods. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2015/2283/oj

[4] EFSA. Technical report on the notification of roasted and ground Xuta as a traditional food from a third country. EFSA Supporting Publications. 2022;19(3):EN-7197. DOI: 10.2903/sp.efsa.2022.EN-7197. https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2022.EN-7197

[5] EFSA NDA Panel. Safety of changes in the conditions of use and specifications of edible Jatropha curcas L. (Chuta). EFSA Journal. 2025;23:e9706. DOI: 10.2903/j.efsa.2025.9706. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2025.9706

[6] EFSA NDA Panel. Safety of hydrothermally treated kernels from edible Jatropha curcas L. (Chuta). EFSA Journal. 2022;20:e6998. DOI: 10.2903/j.efsa.2022.6998. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.6998

[7] EFSA CONTAM Panel. Risks for human and animal health related to the presence of phorbol esters in Jatropha kernel meal. EFSA Journal. 2015;13(12):4321. DOI: 10.2903/j.efsa.2015.4321. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4321

[8] He W et al. Analysis of seed phorbol-ester and curcin content together with genetic diversity in multiple Jatropha provenances. Plant Physiology and Biochemistry. 2011. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21835630/

[9] Grünwald M, Francis G, Esatbeyoglu T. Evaluation of genotoxic potential and minimisation of antinutrients in edible Xuta kernels. Food and Chemical Toxicology. 2025;204:115624. DOI: 10.1016/j.fct.2025.115624. https://doi.org/10.1016/j.fct.2025.115624

[10] European Commission. Commission Implementing Regulation (EU) 2017/2468 on administrative and scientific requirements for traditional foods from third countries. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2017/2468/oj

[11] European Commission. Commission Implementing Regulation (EU) 2017/2470 establishing the Union list of novel foods. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2017/2470/oj

[12] King AJ et al. Linkage mapping in Jatropha curcas reveals a locus controlling phorbol-ester biosynthesis. Plant Biotechnology Journal. 2013. DOI: 10.1111/pbi.12092. https://doi.org/10.1111/pbi.12092

[13] Trebbi D et al. Identification and validation of SNP markers linked to seed toxicity in Jatropha curcas. Scientific Reports. 2019. DOI: 10.1038/s41598-019-46698-4. https://doi.org/10.1038/s41598-019-46698-4

[14] European Commission. Commission Implementing Regulation (EU) 2022/965 authorising edible-variety Jatropha kernels as a novel food. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2022/965/oj

[15] European Parliament and Council. Regulation (EC) No 178/2002 laying down general food-law principles. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2002/178/oj

[16] European Parliament and Council. Regulation (EC) No 852/2004 on hygiene of foodstuffs. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2004/852/oj

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

[18] UK Food Standards Agency. Novel foods authorisation guidance; current GB regulatory routes and register. https://www.gov.uk/government/publications/novel-foods-authorisation-guidance/novel-foods-authorisation-guidance

[19] Food Standards Scotland. Novel foods: traditional-food notifications and full authorisation routes in Great Britain. https://www.foodstandards.gov.scot/business-guidance/industry-specific-advice/novel-foods

[20] US Food and Drug Administration. Industry notification: Jatropha-derived oils, glycerin and proteins may have toxic effects (6 July 2012). https://www.fda.gov/industry/industry-notices-and-guidance-documents/fda-notification-industry-products-using-oils-glycerin-or-protein-were-derived-jatropha-plant-may

[21] US Food and Drug Administration. Updated Jatropha industry notification (April 2014). https://www.fda.gov/industry/industry-notices-and-guidance-documents/notification-industry-products-using-oils-glycerin-or-protein-derived-jatropha-plant-may-have-toxic

[22] WIPO. WO2013137822A1, Methods and systems for detoxifying phorbol esters in plant products (patent disclosure). https://patents.google.com/patent/WO2013137822A1/en

[23] US Patent Publication US20110311710A1, Detoxification of Jatropha curcas meal for feeding to farm animal species and fish (patent disclosure). https://patents.google.com/patent/US20110311710A1/en

[24] European Parliament and Council. Regulation (EU) No 1169/2011 on food information to consumers. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2011/1169/oj

[25] European Parliament and Council. Regulation (EC) No 1924/2006 on nutrition and health claims made on foods. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2006/1924/oj

Nota editorial sobre la situación de las fuentes: el dictamen de la EFSA del 28 de octubre de 2026 fue confirmado en el listado de publicaciones de la EFSA y mediante su DOI, pero el texto íntegro del editor no estuvo accesible para su verificación completa durante la preparación. No se presenta como establecida ninguna conclusión no verificada de ese dictamen. Las conclusiones jurídicas sobre la autorización existente se basan en el Reglamento de Ejecución 2026/1378 publicado.

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