

Evaluación Ecotoxicológica y Regulación Jurídica del Glufosinato de Amonio: Un Análisis desde el Principio de Precaución y el Derecho Comparado

Versión corregida — revisión de fuentes técnicas y científicas

Documento de trabajo del Observatorio de drogas y economías ilegales – Indepaz agosto de 2026 (borrador en elaboración con apoyo de Google, Gemini, ChatGPT, Claude)

Camilo González Posso – Ing. Químico, Mgr en Economía

camilo@indepaz.org.co

1. Introducción y Mecanismos Agronómicos del Glufosinato de Amonio

La intensificación de la agricultura de precisión y la aparición exponencial de biotipos de arvenses resistentes a los herbicidas tradicionales han impulsado una reconfiguración en los esquemas de manejo fitosanitario global. En este escenario, el glufosinato de amonio se ha posicionado como una de las herramientas de sustitución predilectas frente al uso tradicional del glifosato.

Desde una perspectiva agronómica, el glufosinato de amonio opera de manera marcadamente diferenciada. A diferencia del glifosato, que posee un carácter marcadamente sistémico y translocable hasta las estructuras radiculares, el glufosinato es un herbicida primariamente de contacto, cuyas propiedades fitotóxicas se restringen a los tejidos verdes y foliares que reciben el impacto directo de la aspersión. El compuesto actúa interrumpiendo la asimilación del carbono y bloqueando la síntesis proteica de la maleza, lo que desencadena una desecación foliar acelerada visible entre los tres y cinco días posteriores a su aplicación (BASF Perú, 2026). Sin embargo, al tratarse de un herbicida no selectivo de amplio espectro, su potencial de quema abarca casi la totalidad de las cubiertas vegetales fotosintéticamente activas, lo que exige una delimitación técnica rigurosa de las bandas de amortiguamiento físico durante su dosificación en campo para impedir la destrucción colateral de cultivos útiles vecinos o de flora nativa circundante.

2. Pruebas de Daño de la Literatura Científica

El análisis ecotoxicológico y clínico del glufosinato de amonio demuestra que este principio activo no se comporta como un agente inocuo o estrictamente circunscrito al tejido vegetal objetivo. La literatura científica internacional ha acopiado evidencia empírica que sitúa a este xenobiótico como un factor de riesgo relevante para la salud humana, la estabilidad de la biodiversidad y la integridad de los recursos hídricos superficiales.

2.1 Neurotoxicidad Sistémica y Afectación a la Salud Humana

A diferencia de otros herbicidas de uso común, el glufosinato de amonio posee una estructura molecular análoga al glutamato, un neurotransmisor fundamental del sistema nervioso central. La evidencia recopilada a partir de exposiciones ocupacionales y clínicas indica que el ingreso de este compuesto al organismo interrumpe vías metabólicas esenciales. De acuerdo con la revisión de Takano y Dayan (2020), el mecanismo de acción primario radica en la inhibición de la enzima glutamina sintetasa, lo que provoca una acumulación de amoníaco endógeno en los tejidos y contribuye, junto con la similitud estructural del compuesto con el glutamato, a la desregulación de las vías glutamatérgicas (incluidos los receptores NMDA), lo que se ha asociado con efectos neurotóxicos agudos en casos de exposición severa.

En seres humanos, los cuadros clínicos documentados en reportes de intoxicación aguda (generalmente por ingestión voluntaria de concentraciones comerciales, más que por exposición ocupacional rutinaria) incluyen pérdida de memoria a corto plazo, hipotensión, convulsiones y depresión respiratoria (Organización Mundial de la Salud [OMS] & FAO, 2012). Asimismo, estudios en modelos animales evidencian que el compuesto puede alterar la viabilidad celular y fragmentar el ADN en etapas de maduración espermática, lo que sugiere un riesgo de toxicidad reproductiva que motiva especial cautela regulatoria (González Calixto et al., 2018).

2.2 Disrupción Ecotoxicológica en Organismos Acuáticos no Objetivo

La dinámica hidrológica de los predios agrícolas expuestos a la aspersión de glufosinato de amonio propicia el arrastre de remanentes químicos por escorrentía superficial hacia ríos, quebradas y reservorios de agua. Aunque el compuesto se degrada relativamente rápido en el suelo, su persistencia temporal en medios acuáticos genera una ventana de exposición para la fauna hidrobiológica.

El estudio de Xiong et al. (2019) determinó que la exposición de embriones de *Danio rerio* (pez cebra) al glufosinato de amonio reduce la tasa de supervivencia y provoca malformaciones morfológicas de forma dosis-dependiente, además de disminuir el número de macrófagos y neutrófilos circulantes —es decir, inmunotoxicidad del desarrollo— y de alterar marcadores de estrés oxidativo y la expresión de genes metabólicos e inflamatorios. Adicionalmente, la ficha de evaluación de riesgo ambiental de la Environmental Protection Agency [EPA] (2024) para glufosinato-P reconoce riesgos para organismos acuáticos no objetivo derivados tanto del ingrediente activo como de las formulaciones comerciales completas, que incluyen coadyuvantes cuya ecotoxicidad debe evaluarse de forma independiente.

2.3 Impactos Subletales en la Biodiversidad Terrestre y Polinizadores

La literatura científica reciente ha transitado de la medición exclusiva de la dosis letal media (LD_{50}) hacia la evaluación de impactos crónicos y subletales sobre insectos polinizadores, en particular la abeja melífera (*Apis mellifera*). El estudio de Castelli, Branchiccela, Zunino y Antúnez (2023) encontró que la exposición aguda y crónica a dosis subletales de glufosinato de amonio reduce significativamente la abundancia de bacterias en el intestino de las abejas y disminuye la expresión de glucosa oxidasa, un marcador de inmunidad social, lo que se asoció con una menor supervivencia y un mayor riesgo de mortalidad de las obreras.

En cuanto a posibles efectos sobre el aprendizaje y la orientación espacial de las abejas, la evidencia científica específica para glufosinato de amonio es todavía escasa y no se localizó una fuente primaria verificable que sustente esta afirmación con el nivel de certeza necesario para un documento técnico-jurídico; por ello se suprime esa afirmación del presente texto y se recomienda tratarla como una hipótesis de investigación pendiente, no como un hecho probado.

3. Dinámica de la Aplicación Aérea y Riesgos Ocultos de los Coadyuvantes

La adopción de tecnologías de dispersión aérea mediante drones agrícolas (UAS) y aeronaves tripuladas introduce factores de riesgo adicionales frente a la aplicación terrestre convencional. La pulverización a mayor altura genera microgotas que pueden ser arrastradas por corrientes de viento, ampliando el área potencial de contaminación hacia zonas antropizadas y ecosistemas sensibles si no se respetan las franjas de amortiguamiento establecidas por las autoridades de control (Instituto Colombiano Agropecuario [ICA], 2021).

A este fenómeno se suma la ecotoxicidad propia de los coadyuvantes —tensioactivos y surfactantes etoxilados— que se añaden a las formulaciones comerciales para estabilizar la mezcla y reducir la tensión superficial de las gotas (European Food Safety Authority [EFSA], 2015). Estos aditivos, diseñados para facilitar la penetración del herbicida a través de la cutícula foliar, pueden tener un efecto irritante o facilitador de la absorción cutánea en organismos no objetivo, lo que ha llevado a EFSA y a otras agencias a recomendar que la evaluación de riesgo se realice sobre la formulación comercial completa y no únicamente sobre el ingrediente activo (EFSA, 2015).

Asimismo, la inhalación de aditivos antievaporantes de base mineral puede representar un riesgo respiratorio para operarios expuestos sin equipos de protección adecuados, conforme a las advertencias incluidas en las fichas de seguridad de los propios fabricantes (ADAMA, 2012; Summit Agro USA, 2019).

4. Fundamentos Jurisprudenciales y el Principio de Precaución

La respuesta del aparato judicial frente a los vacíos de certidumbre científica y la afectación territorial de los agroquímicos ha consolidado una doctrina proteccionista relevante. En el contexto colombiano, la Corte Constitucional ha establecido que los intereses económicos o de rendimiento productivo particular no pueden prevalecer sobre las garantías constitucionales de la salud humana, el acceso al agua potable y el equilibrio ecológico, amparados bajo los artículos 49 y 79 de la Carta Política.

A través de la Sentencia T-236 de 2017, el tribunal constitucional determinó los presupuestos para la activación del principio de precaución ambiental, precisando que la ausencia de un consenso científico absoluto no constituye un fundamento válido para postergar la adopción de medidas de exclusión o suspensión estatal ante indicios razonables de un riesgo de daño grave e irreversible (Corte Constitucional de Colombia, 2017).

Bajo esta línea doctrinaria, la acumulación de datos clínicos y ecotoxicológicos —correctamente acotados, como se hizo en las secciones anteriores— puede configurar un estado de sospecha fundada que amerita intervención preventiva. De manera complementaria, la Sentencia T-413 de 2021 introdujo la subregla procesal de la inversión de la carga de la prueba en controversias ambientales: una vez que las comunidades afectadas aportan indicios mínimos o estudios científicos de referencia sobre la peligrosidad de la aspersión, corresponde al operador agrícola o a la entidad estatal la carga de probar que la aplicación planificada de glufosinato de amonio no comprometerá la salud pública ni la integridad de los recursos hídricos circundantes (Corte Constitucional de Colombia, 2021). Asimismo, en zonas que coincidan con territorios de minorías étnicas o comunidades campesinas tradicionales, resulta imperativo el agotamiento del derecho fundamental a la consulta previa, libre e informada como requisito de validez administrativa previo a cualquier intervención fitosanitaria de amplio espectro.

5. Análisis de Derecho Comparado y Barreras Fitosanitarias Internacionales

El escrutinio normativo internacional del glufosinato de amonio revela una marcada diferencia entre los bloques regulatorios de las economías industrializadas y las regiones con matrices dependientes de la agroexportación convencional.

5.1 El Bloque de Prohibición: Unión Europea, Francia y Marruecos

En la Unión Europea, el glufosinato de amonio carece actualmente de aprobación como sustancia activa. Es importante precisar que esta situación se originó en 2018, cuando el titular del registro (BASF) retiró su solicitud de renovación tras la evaluación de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria, que había clasificado al glufosinato con toxicidad reproductiva de Categoría 1B en el marco del Reglamento (CE) 1107/2009 (EFSA, 2015); no se trata, por tanto, de una prohibición activa reciente, sino de la ausencia de renovación de una autorización que ya exigía dicha clasificación de peligro. Como consecuencia, las importaciones a la UE están sujetas a Límites Máximos de Residuos (LMR) fijados en el límite de determinación técnica bajo el Reglamento (CE) 396/2005 (Comisión Europea, 2005).

Esta tendencia se profundizó con el Decreto Ministerial de Francia de enero de 2026 (Arrêté del 5 de enero de 2026), que establece restricciones a la importación de productos agrícolas con residuos de plaguicidas no autorizados en la UE (Food Navigator, 2026; Lexology, 2026; USDA, 2026). Cabe señalar, sin embargo, que la validación de la Comisión Europea a esta medida —requerida por las normas del mercado único— se limitó a tres de las cinco sustancias inicialmente incluidas por Francia (carbendazima, benomilo y tiofanato-metil), excluyendo expresamente al glufosinato y al mancozeb de dicha validación, lo que introduce incertidumbre jurídica sobre el alcance real de la medida respecto del glufosinato específicamente.

Fuera del espacio europeo, la Oficina Nacional de Seguridad Sanitaria de los Productos Alimenticios de Marruecos (ONSSA) prohibió la comercialización e importación del glufosinato de amonio mediante la Nota de Servicio n.º 1127 (9 de abril de 2021). Por su parte, el Gobierno de la India, a través de su Dirección General de Comercio Exterior (DGFT), impuso restricciones cuantitativas temporales a la importación de sales de glufosinato mediante notificación del 13 de abril de 2026; conviene precisar que esta medida se enmarca en un mecanismo de defensa comercial (fijación de un precio mínimo de importación por seis meses) frente a importaciones a bajo costo, y no en una motivación sanitaria o ambiental explícita (The Hindu Business Line, 2026).

5.2 El Bloque de Tolerancia Comercial: Estados Unidos y Mercosur

En contraste, las economías del Mercosur (lideradas por Brasil y Argentina) mantienen el glufosinato de amonio autorizado como insumo para sostener la productividad de monocultivos de soja y maíz genéticamente modificados, en particular como alternativa frente a arvenses que desarrollaron resistencia al glifosato (Revista Campo, 2026). Una postura intermedia es la de Estados Unidos: la Environmental Protection Agency (EPA) permite la comercialización del herbicida bajo la Ley Federal de Insecticidas, Fungicidas y Rodenticidas (FIFRA), pero exige protocolos de mitigación en las etiquetas —boquillas antideriva y restricciones a la aspersión aérea bajo condiciones de inestabilidad térmica o vientos elevados— y ha actualizado periódicamente sus tablas de tolerancia (EPA, 2025, 2026).

6. Conclusiones

La evidencia científica revisada —una vez depurada de citas incorrectas o no verificables— sigue sustentando que el glufosinato de amonio no es un compuesto inocuo: existe evidencia consistente de inmunotoxicidad y estrés oxidativo en organismos acuáticos no objetivo, de alteración de la microbiota intestinal e inmunidad en abejas, y de potencial toxicidad reproductiva en modelos animales. Estos hallazgos, aunque menos categóricos que los presentados en la versión inicial del documento, son suficientes para sustentar un enfoque precautorio.

Cuando estos riesgos se combinan con tecnologías de aspersión aérea o el uso de coadyuvantes cuya ecotoxicidad no siempre se evalúa de forma independiente, los márgenes de seguridad técnica pueden verse comprometidos. El análisis de derecho comparado muestra que los mercados de mayor exigencia fitosanitaria avanzan hacia restricciones más estrictas, aunque —como se precisó en la Sección 5.1— el alcance exacto de algunas de estas medidas (particularmente el decreto francés) respecto del glufosinato específicamente aún genera incertidumbre jurídica que debe monitorearse.

Por consiguiente, ante la presencia de brechas de incertidumbre científica y riesgos de daño potencialmente irreversible, el ordenamiento jurídico nacional —guiado por las subreglas jurisprudenciales de la Corte Constitucional— puede activar los mecanismos del principio de precaución y la inversión de la carga de la prueba, siempre sobre la base de evidencia científica verificable y correctamente atribuida. Solo mediante una fiscalización judicial rigurosa de las franjas de amortiguamiento y un control estricto de las autorizaciones administrativas de agroquímicos se logrará salvaguardar la salud pública, preservar los servicios ecosistémicos de los polinizadores y asegurar la sostenibilidad ambiental del territorio.

7. Nota Metodológica sobre esta Revisión

Este documento fue sometido a un proceso de verificación de fuentes técnicas y científicas. Se identificaron cinco tipos de problemas en la versión original: (1) citas con autores inexistentes o mal atribuidos; (2) citas con año o revista incorrectos; (3) citas cuyo contenido real no respalda la afirmación del texto; (4) instituciones con nombre o sigla incorrectos; y (5) afirmaciones sobre motivaciones regulatorias (p. ej., el caso de India) que no corresponden a la fuente citada. Cada corrección se documentó en el lugar correspondiente del texto. Las referencias que no pudieron verificarse de forma independiente dentro del alcance de esta revisión (por ejemplo, cifras específicas de LMR) se señalan expresamente y se recomienda su confirmación directa contra la fuente primaria antes de su uso en un escrito jurídico formal.

8. Referencias Bibliográficas (con IA)

- ADAMA. (2012, 25 de octubre). *Glufosinate-ammonium 200 SL: Handling, storage and safety procedures* [Material Safety Data Sheet]. adama.com
- ADAMA Canada. (2023, 14 de abril). *ADAMA Glufosinate 150 SL Group 10 Herbicide: Directions for use booklet*. adama.com
- BASF Perú. (2026). *Basta®: Herbicida no selectivo de amplio espectro* [Ficha técnica]. Dirección de Protección de Cultivos. basf.com
- Castelli, L., Branchiccela, B., Zunino, P., & Antúnez, K. (2023). Insights into the effects of sublethal doses of pesticides glufosinate-ammonium and sulfoxaflor on honey bee health. *Science of the Total Environment*, 868, 161331. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.161331>

- Comisión Europea. (2005, 23 de febrero). Reglamento (CE) n.º 396/2005 del Parlamento Europeo y del Consejo relativo a los límites máximos de residuos de plaguicidas en alimentos y piensos de origen vegetal y animal. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 70. europa.eu
- Corte Constitucional de Colombia. (2017, 21 de abril). *Sentencia T-236/17* (M.P. Aquiles Arrieta Gómez). corteconstitucional.gov.co
- Corte Constitucional de Colombia. (2021, 25 de noviembre). *Sentencia T-413/21* (M.P. Alberto Rojas Ríos). corteconstitucional.gov.co
- Environmental Protection Agency [EPA]. (2024, 18 de octubre). *Glufosinate-P and Glufosinate-P Ammonium: Final Environmental Fate and Ecological Risk Assessment (ERA)*. Docket EPA-HQ-OPP-2020-0250-0039. regulations.gov
- Environmental Protection Agency [EPA]. (2025, 20 de noviembre). Glufosinate; Pesticide Tolerances. *Federal Register*, 90 FR 24259, Rule 2025-20399. federalregister.gov
- Environmental Protection Agency [EPA]. (2026, 17 de febrero). Glufosinate; Pesticide Tolerances; Technical Amendment. *Federal Register*, 91 FR 7120, Rule C1-2025-20399. federalregister.gov
- European Food Safety Authority [EFSA]. (2015). Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance glufosinate. *EFSA Journal*, 13(5), Artículo 4090. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4090>
- Food Navigator. (2026, 5 de enero). France bans food containing EU-prohibited pesticides. foodnavigator.com
- González Calixto, C., Moreno Godínez, M. E., Maruris Reducindo, M., Hernández Ochoa, M. I., Quintanilla Vega, M. B., & Uriostegui Acosta, M. O. (2018). El glufosinato de amonio altera la calidad y el ADN de los espermatozoides de ratón. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 34(Esp. 1), 7–15. <https://doi.org/10.20937/RICA.2018.34.esp01.01>
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2021, 23 de noviembre). Resolución 00059587 de 2021. Por la cual se establecen los requisitos para el registro de operadores de aeronaves no tripuladas (UAS) para la aplicación de insumos agrícolas. *Diario Oficial* No. 51.867. ica.gov.co
- Lexology. (2026, 27 de enero). France prohibits imports of certain plant products containing residues of pesticides that are prohibited in the EU. lexology.com
- Ministerio de Salud de Colombia. (1991, 22 de julio). Decreto 1843 de 1991. Por el cual se reglamentan parcialmente los Títulos III, V, VI, VII y XI de la Ley 09 de 1979, sobre uso y manejo de plaguicidas. *Diario Oficial* No. 39.991. alcaldiabogota.gov.co
- Office National de Sécurité Sanitaire des Produits Alimentaires [ONSSA]. (2021, 9 de abril). *Note de service n.º 1127: Retrait d'homologation du glufosinate-ammonium*. onssa.gov.ma
- Organización Mundial de la Salud & Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2012). Glufosinate-ammonium (547–652): Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues (JMPR). WHO Pesticide Residues Database. who.int
- Revista Campo. (2026, 26 de enero). Las sustancias peligrosas prohibidas en Europa y permitidas en el Mercosur. revistacampo.es
- Summit Agro USA. (2019, 10 de octubre). *Safety Data Sheet: Glufosinate 280 SL Herbicide*. summitagro-usa.com
- Takano, H. K., & Dayan, F. E. (2020). Glufosinate-ammonium: A review of the current state of knowledge. *Pest Management Science*, 76(12), 3911–3925. <https://doi.org/10.1002/ps.5906>

The Hindu Business Line. (2026, 13 de abril). Govt imposes import curbs on Glufosinate for 6 months. thehindubusinessline.com

United States Department of Agriculture [USDA]. (2026, 16 de enero). French decree on pesticides threatens over USD 130 million of US exports. Foreign Agricultural Service Report (FR2026-0002). usda.gov

Xiong, G., Deng, Y., Li, J., Cao, Z., Liao, X., Liu, Y., & Lu, H. (2019). Immunotoxicity and transcriptome analysis of zebrafish embryos in response to glufosinate-ammonium exposure. *Chemosphere*, 236, 124423. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.124423>

Bibliografía de Camilo González Posso sobre aspersión con agrotóxicos como el glifosato. Ponencia ante la Corte Constitucional, decreto de 1991, otros textos
A continuación se presenta la recopilación bibliográfica y el soporte normativo de las intervenciones y textos de **Camilo González Posso** (presidente de Indepaz y exministro de Salud de Colombia).

González Posso ha sido uno de los críticos técnicos e históricos de la política de aspersión aérea en el país, fundamentando su defensa en el sector salud, la sustitución voluntaria y el marco constitucional.

Ponencia e Intervenciones ante la Corte Constitucional

Camilo González Posso ha participado activamente en las audiencias públicas convocadas por el alto tribunal (como las previas al Auto 387 de 2019), defendiendo los Acuerdos de Paz y el enfoque de salud pública.

- González Posso, C. (2019, 7 de marzo). *Intervención en la Audiencia Pública sobre el Programa de Erradicación de Cultivos Ilícitos mediante Aspersión Aérea con Glifosato (PECIG)*. Corte Constitucional de Colombia, Auto 387 de 2019. Instituto de Estudios para el Desarrollo y la Paz (Indepaz).
- Corte Constitucional de Colombia. (2019, 18 de julio). *Auto 387/19: Seguimiento de los términos de la Sentencia T-236 de 2017 sobre la suspensión de la aspersión aérea con glifosato* (M.P. Alberto Rojas Ríos) [Contiene la síntesis del testimonio e informe técnico de Camilo González Posso / Indepaz]. <https://www.corteconstitucional.gov.co/Relatoria/autos/2019/A387-19> [1]

Como Ministro de Salud de la República de Colombia (1990-1992), González Posso colideró la redacción del **Decreto 1843 de 1991**, el cual regula el uso de plaguicidas.

Ministerio de Salud de Colombia. (1991, 22 de julio). *Decreto 1843 de 1991. Por el cual se reglamentan parcialmente los Títulos III, V, VI, VII y XI de la Ley 09 de 1979, sobre uso y manejo de plaguicidas*. [Redactado bajo la gestión ministerial de Camilo González Posso]. Diario Oficial No. 39.991. alcaldiabogota.gov.co

- González Posso, C. (2015, 29 de abril). *Ni glifosato ni guerra química*. Instituto de Estudios para el Desarrollo y la Paz (Indepaz). <https://indepaz.org.co/wp-content/uploads/2015/04/Ni-glifosato-ni-guerra-qu%C3%ADmica.pdf>

Artículos, Ensayos Técnicos y Columnas de Opinión

- González Posso, C. (2015, 31 de mayo). El gobierno piensa usar otro herbicida: Entrevista sobre los riesgos de sustitución molecular. *El Espectador* / Indepaz. <https://indepaz.org.co/el-gobierno-piensa-usar-otro-herbicida-entrevista-a-camilo-gonzalez-posso-el-espectador-mayo-31-de-2015/>

- González Posso, C. (2019, 18 de julio). *La decisión de la Corte sobre el glifosato: El alcance de la modulación y la seguridad nacional*. Instituto de Estudios para el Desarrollo y la Paz (Indepaz). <https://indepaz.org.co/la-decision-de-la-corte-sobre-el-glifosato/> [1, 2]
- González Posso, C. (2025, 10 de septiembre). *Un desatino con glifosato: Volver a la aspersión aérea de la coca sería inútil y contraproducente*. Observatorio de Drogas y Economías Ilícitas, Indepaz. <https://indepaz.org.co/un-desatino-con-glifosato-volver-a-la-aspersion-aerea-de-la-coca-seria-inutil-y-contraproducente/>