

Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0
Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)doi: <http://dx.doi.org/10.20983/reij.2024.2.6>FECHA DE RECEPCIÓN: 08 DE AGOSTO 2024
FECHA DE ACEPTACIÓN: 23 DE SEPTIEMBRE 2024

Drones agrícolas y plaguicidas: regulación de la pulverización aérea en México

Agricultural drones and pesticides: Crop dusting aerial regulations in Mexico

RESUMEN

Este artículo analiza la regulación de la pulverización aérea de plaguicidas en México mediante el uso de aeronaves no tripuladas, así como sus áreas de oportunidad y posibles impactos, desde una perspectiva jurídica. En esta investigación se utilizaron la metodología cualitativa y los métodos deductivo y analítico-sintético para identificar algunos drones empleados en el sector agrícola y sus características, y analizar la regulación de los drones y la pulverización aérea de plaguicidas en México. Dentro de los resultados, la ausencia de regulación puede dar lugar a responsabilidades jurídicas. Asimismo, se identificaron algunos retos ante la ausencia de regulación. La limitación del estudio radicó en la regulación de los drones dado que se ubica en aspectos aeronáuticos mas no ambientales; además de que en la Norma Oficial Mexicana se ubicó una ambigüedad que da cabida a la interpretación de responsabilidades. En lo que respecta a la originalidad, se busca demostrar que, pese a la regulación de drones, esta no es suficiente para considerar los aspectos ambientales de la pulverización aérea de plaguicidas, por lo que se requiere una regulación integral entre varias autoridades competentes en la materia. En conclusión, la regulación de los drones agrícolas requiere de una perspectiva integral con la finalidad de salvaguardar los derechos de las personas.

Palabras clave: drones agrícolas, plaguicidas, pulverización aérea, regulación, desarrollo sustentable.

¹ Doctora en Derecho. Investigadora en INFOTEC Centro de Investigación e Innovación en Tecnologías de la Información y Comunicación, México. Correo: paulina.lagunesn@gmail.com ORCID 0000-0003-3259-7772.

DRONES AGRÍCOLAS Y PLAGUICIDAS: REGULACIÓN DE LA PULVERIZACIÓN AÉREA EN MÉXICO

ABSTRACT

This article examines Mexican regulation of pesticide dusting by means of unmanned aerial vehicles, as well as areas of opportunity and potential impact from a legal perspective. As part of the research, qualitative methodology and deductive and analytical-synthetic methods were used to identify some of the drones used in the agricultural sector and their characteristics are discussed and regulations on the use of drones and pesticide dusting are also analyzed in Mexico. The results show that the lack of regulation may lead to legal liability. At the same time, certain issues arising from this lack of regulation were identified. The study was constrained by the fact that regulations on the use of drones fall under aeronautical rather than environmental concerns. Moreover, the Official Mexican Standard leaves room for an ambiguous interpretation of liability. The originality of this paper lies in its intent to demonstrate that, regardless of drone regulation, it fails to consider the environmental issues of pesticide dusting. For this reason, comprehensive regulation among the various competent authorities is required. In conclusion, legislation concerning agricultural drones requires a comprehensive approach, making it possible to safeguard people's rights better.

Keywords: agricultural drones, pesticides, crop dusting aerial, regulations, sustainable development.

INTRODUCCIÓN

Durante años, la seguridad alimentaria ha sido una de las preocupaciones de los Estados dado que la producción de los alimentos depende no solo de la alimentación de la sociedad, sino también la salud y el cuidado al medioambiente. Dicho de otra manera, la seguridad alimentaria se alcanza cuando las personas pueden acceder a los alimentos en cualquier momento y, que sean asequibles, seguros y nutritivos para satisfacer las necesidades alimentarias. Asimismo, se conforma de cinco dimensiones: disponibilidad, acceso,

utilización (valor nutricional y calidad), estabilidad y sostenibilidad de los alimentos (Programa Especial para la Seguridad Alimentaria-PESA-Centroamérica y Proyecto *Food Facility* Honduras, 2011, pp. 2 y 4; Medina Rey, *et al.*, 2021, pp. 4 y 5).

De tal manera que se han empleado diversas tecnologías para coadyuvar en el aumento de la productividad y rendimiento del sector agroalimentario como el desarrollo y uso de plaguicidas o de los organismos genéticamente modificados. Adicionalmente, un momento clave para la agricultura se ubica en la Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información en Ginebra y Túnez (2003 y 2005, respectivamente), dado que se reconoció la relevancia de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) para contribuir en el cumplimiento de los Objetivos del Desarrollo Sostenible, anteriormente conocidos como Objetivos del Desarrollo del Milenio (Naciones Unidas y Unión Internacional de Telecomunicaciones [UN y UIT], 2004, p. 12).

Bajo el mismo tenor, una de las líneas del Plan de Acción de la Cumbre de la Sociedad de la Información radicó en la ciberagricultura, con la finalidad de aumentar la productividad de alimentos y coadyuvar en la lucha contra el hambre en el mundo; y así alcanzar uno de los objetivos establecidos en la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible: Objetivo 2. Hambre cero (*Sus-*

tainable Development Goal, 2017, y; UN y UIT, 2004, p.12).

En consecuencia, en el sector agrícola se han introducido diversas tecnologías para mejorar la forma de producción mediante la precisión del uso y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales e insumos, bajo el propósito de mitigar los efectos del cambio climático y optimizar los procesos productivos a través de las tecnologías como inteligencia artificial, aeronaves no tripuladas, *blockchain*, robótica, *big data*, internet de las cosas, entre otras (Melgar, 2018, p. 34).

En lo que respecta al uso de las aeronaves no tripuladas (también llamados drones), existe una situación jurídica en el Estado mexicano derivado de su empleo en la agricultura para la pulverización aérea de plaguicidas en los cultivos, puesto que varias compañías ofrecen servicios y productos a través de sus sitios web para realizar tal actividad, e incluso la capacitación para su uso.

No obstante, en materia de seguridad alimentaria se destacan dos dimensiones relacionadas con la utilización, en lo que respecta a la calidad y sostenibilidad del alimento. Esto debido a que el uso de los plaguicidas puede tener un efecto adverso en el medioambiente, como en la contaminación del suelo y cuerpos de agua, y daño a la salud por el riesgo químico de plaguicidas en materia de inocuidad alimentaria (Carro Díaz y González Gómez, 2012) y ante

la exposición de esta sustancia que cause enfermedades como endócrinas, cáncer, problemas reproductivos, muerte, entre otras (Albert y Viveros Ruiz, 2018, pp. 87-193; Bejarano González, 2017, pp. 22, 23, 25 y 26; Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios [Cofepris], *s. f.*). Por lo que se requiere de buenas prácticas agrícolas que sean sostenibles para mitigar los riesgos.

Por ende, el objetivo de esta investigación es analizar la regulación de la pulverización aérea de plaguicidas en México, mediante el uso de aeronaves no tripuladas, así como sus áreas de oportunidad y posibles impactos, desde una perspectiva jurídica. Para ello, a partir de la metodología cualitativa, se empleó el método deductivo dado que se analizará la legislación internacional y la mexicana en materia de drones, pulverización aérea de plaguicidas; así como la revisión de la literatura especializada. De igual forma, se utilizó el método analítico-sintético pues se identificará si en el derecho interno existe un marco normativo que pueda salvaguardar los derechos de los campesinos y población en general. En lo que respecta a las técnicas, se empleará la investigación documental a partir del análisis de la legislación tanto nacional como internacional, principalmente, en materia de drones y pulverización aérea de plaguicidas.

En ese sentido, brevemente se exponen algunos de los drones agrícolas que pue-

den ser empleados para dicha actividad; posteriormente se identifican los marcos regulatorios en materia de drones y de pulverización área de plaguicidas. Finalmente, se reflexiona sobre algunos retos jurídicos en materia de pulverización aérea de plaguicidas mediante el uso de drones en México.

DRONES AGRÍCOLAS EMPLEADOS PARA LA PULVERIZACIÓN DE PLAGUICIDAS

En el Estado mexicano varias empresas ofrecen servicios y productos (*vg.* venta, soporte técnico, capacitaciones), a través de su sitio web, para fumigar cultivos agrícolas mediante el uso de naves no tripuladas (drones). De tal manera que se identificó la marca DJI, la cual ha desarrollado diversos modelos de drones empleados en el sector agrícola como el modelo Agras (*vg.* T10, T20, T30 y T40, entre otros). A continuación se presentan algunas características de los referidos drones (Tabla 1):

Tabla 1 Algunas características de los drones agrícolas

Características	Agras T10	Agras T20/P	Agras T30	Agras T40
Tamaño de tanque	10 litros	20 litros	30 litros	40 litros
Peso total	13 kg (sin batería)	21.1 - 26kg (sin batería) 32 kg (con batería)	26.4 kg (sin batería)	38 kg (sin batería) 50 kg (con batería)
Peso de despegue para rociar (a nivel del mar)	24.8 kg [1]	47.5- 52 kg	66.5 kg	90 kg
Peso de despegue para esparcido (cerca del nivel del mar)	No especifica	58 kg	78 kg	101 kg
Anchura efectiva máxima de rociado (cobertura del rociado)	3-5.5m (4 boquillas, a una altura de 1.5-3m por encima de los cultivos)	4-7m (ocho boquillas, a una altura de 2-3m por encima de los cultivos)	4-9m (12 boquillas, a una altura de 1.5-3m por encima de los cultivos)	11m (a una altura de 2.5m por encima de los cultivos y a una velocidad de vuelo de 7 m/s)
Tamaño de las gotas	XR11001VS: 130-250 μ m XR110015VS: 170-265 μ m; XR-11002VS:190-300 μ m (en función del entorno de funcionamiento y de la velocidad de rociado).	XR11001VS: 130-250 μ m XR110015VS: 170-265 μ m; XR-11002VS:190-300 μ m (en función del entorno de funcionamiento y de la velocidad de rociado).	XR11001VS: 130-250 μ m XR110015VS: 170-265 μ m (en función del entorno de funcionamiento y de la velocidad de rociado).	50-300 μ m
Consideraciones sobre uso de pesticidas	Si			
Rango de esparcido	5-7 m [2].	4 a 6 metros (para el sistema de esparcido 1.0) o de 5 a 7 metros (para el sistema de esparcido 2.0). [3]	5-7 m [2].	5-7 m [2].
Almacenamiento y uso de datos	Revisión periódica de aviso de privacidad; ingreso de datos como telemetría de vuelo (vg. velocidad, altitud, vida de batería e información sobre el estabilizador y la cámara) y registro de operaciones.			

Fuente: elaboración propia a partir de DJI, 2023b, pp. 73 y 76-78; DJI, 2022c, pp. 62 y 64-70; DJI, 2023a, pp. 28 y 89; DJI, 2022b, pp. 71-73; DJI, 2021a, pp. 47, 50, 51, 54 y 56; DJI, 2021d, pp. 56-59; DJI, 2021e, p. 72. DJI, 2020a, pp. 83-85; DJI, 2020d, p. 71; DJI, 2021c, pp. 53, 56-61; DJI, 2020b, pp. 52-55; DJI, 2022a, pp. 71-73; DJI, 2021b, pp. 2, 53- 58).²

2 Nota: [1] En el Manual de Usuario no especifica si el “peso máximo de despegue” es para rociar o esparcir; sin embargo, en el rubro de “tiempo en vuelo estacionario” indica el peso de despegue entre 16.8 a 24.8 kg, pero sin señalar si es para rociar o esparcir (DJI, 2021b, p. 56). [2] En lo que respecta al rango de esparcido (para los Agras T10, 30 y 40), se señala lo siguiente: “Varía según el diámetro del material, la velocidad rotatoria del disco de rotación, el tamaño de salida de la tolva y la altitud de vuelo. Para lograr unas prestaciones óptimas, se recomienda ajustar las variables pertinentes de modo que se obtenga un alcance de esparcido [...]” (DJI, 2021e, p. 72; DJI, 2023a, p. 89). [3] En lo que respecta al rango de esparcido (para el Agras T20/P), se señala lo siguiente: “Varía según el diámetro del material, la velocidad rotatoria del disco de rotación, el tamaño de salida de la tolva y la altitud de vuelo. Para un mejor rendimiento operativo, se recomienda ajustar las variables correspondientes para lograr un rango de esparcido [...]” (DJI, 2020c, p. 71).

En la Tabla 1 se destacaron algunas características, conforme al objeto de estudio; por ejemplo, el peso de despegue, el cual es definido como: “[...] el máximo peso de una aeronave con el cual puede despegar, incluyendo batería, gimbal, cámara y/o sensores” (NOM-107-SCT3-2019, que establece los requerimientos para operar un sistema de aeronave pilotada a distancia (RPAS) en el espacio aéreo mexicano [NOM-107-SCT3-2019], punto 3.43). Dicho dato indicará la clasificación del dron y, por ende, los requisitos que debe cumplir para operar en el espacio aéreo mexicano.

Además, se considera la pulverización área de plaguicidas en tales aparatos y se especifica su rango de rociado y que esto puede depender de las condiciones climáticas del lugar (véase Tabla 1). En ese sentido, se establecen algunas recomendaciones de seguridad de vuelo cuando se utilizan plaguicidas y cómo seguir las indicaciones del pesticida; durante la operación no se debe comprometer la seguridad tanto de las personas como de los animales y medioambiente; uso de ropa protectora; no contaminar cuerpos de agua, entre otros (DJI, 2022a, p. 64; DJI, 2020a, p. 76; DJI, 2022b, p. 64; DJI, 2023b, p. 73; DJI, 2021a; DJI, 2021c; DJI, 2021, y; DJI, 2022c).

ASPECTOS GENERALES DE LA REGULACIÓN DE LAS AERONAVES NO TRIPULADAS: DE LO INTERNACIONAL A LO NACIONAL

Anteriormente se ha comentado que las aeronaves no tripuladas pueden ser llamadas drones; sin embargo, en los tratados u organismos internacionales o nacionales se les puede denominar de otra forma, como vehículos aéreos no tripulados (VANT); unmanned aerial vehicles (UAV); remotely piloted aircraft systems (RPAS) o unmanned aerial systems (UAS). De tal manera que en esta sección se emplearán dichos términos dependiendo de lo establecido en el ámbito internacional o nacional (mexicano).

En el ámbito internacional, la Organización de la Aviación Civil Internacional (OACI) es el organismo internacional encargado de coadyuvar en la armonización de criterios para la regulación de la aeronave no tripulada (UA) y la aeronave pilotada a distancia (RPA, por sus siglas en inglés) entre los Estados a través de reuniones. Uno de estos ha sido en materia de drones, puesto que el criterio no solo radica en el peso del aparato, sino que se debe considerar la operación que realizará como las condiciones que empleará dicha tecnología. Además de señalar la pertinencia de proponer normas de seguridad sobre las actividades comerciales y no comerciales, clasificadas en tres ca-

tegorías: abierta, específica y certificada (OACI, 2021, puntos 2.1, 2.2 y 2.3).

Asimismo, la OACI señala que la definición de aeronaves no tripuladas es ampliada dado que incluye todos los UAS/RPAS sin importar el tamaño ni su finalidad como recreación, seguridad u operativas (OACI, 2021, punto 1.1). En este sentido, se define a la UA como una “aeronave destinada a volar sin piloto a bordo y que se controla a distancia y plenamente desde otro lugar (tierra, otra aeronave, espacio) o que ha sido programada para realizar su vuelo sin intervención” (OAIC, *s. f.*). En lo que corresponde a la RPA (también denominados drones), es una “aeronave no tripulada que es pilotada desde una estación de pilotaje a distancia” (OAIC, *s. f.*).

La diferencia entre una UA y RPA radica entre el tipo de aeronave y sus capacidades. Es decir, una RPA cumple con requisitos de equipamiento operacional y certificaciones aplicables para aeronaves tripuladas que operan en el espacio aéreo. Mientras que una UA no puede cumplir con lo anteriormente mencionado, pero “[...] pueden ser integradas en el espacio aéreo con la debida consideración dado el riesgo que representan para otras aeronaves, personas y propiedades en tierra” (OAIC, *s. f.*).

Adicionalmente, el Convenio sobre Aviación Civil Internacional de 1944, en su artículo 8, estipula que se requiere de autorización por parte del Estado contratante

para que las aeronaves sin piloto puedan transitar dentro del espacio aéreo con la finalidad de evitar alguna forma de peligro para las aeronaves civiles.

En lo que respecta al Estado mexicano, la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT, anteriormente Secretaría de Comunicaciones y Transportes, SCT), en específico la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), es la autoridad competente para regular los vehículos aéreos no tripulados (VANT), acorde con lo establecido en el artículo 2o, fracción XVI, relacionado al artículo 21, ambos, del Reglamento Interno de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (RISCT) de 2009.

Bajo el mismo tenor, el marco regulatorio de los drones se constituye por la Ley de Aviación Civil de 1995 (LAC). Además de las leyes supletorias como Ley de Vías Generales de Comunicación; Ley General de Bienes Nacionales; Ley Federal de Procedimiento Administrativo; Código de Comercio; Código Civil Federal, y; Código Federal de Procedimientos Civiles.

En México, las “aeronaves no tripuladas” son definidas como “Aeronave destinada a volar sin piloto a bordo” (artículo 2º, fracción V, de la LAC). Sin embargo, en dicho artículo también se conceptualiza a la “aeronave autónoma” como “aeronave no tripulada que no permite la intervención del piloto en la gestión del vuelo” (artículo 2º, fracción IV, de la LAC). A mayor abunda-

miento, el artículo 5° de la LAC clasifica las aeronaves mexicanas (AMx): a) en civiles y b) de Estado. A su vez, cada una se subdividen en otras categorías: las AMx civiles se catalogan como de servicio al público, y; privadas. Mientras que las AMx de Estado se pueden subclasificar en las de propiedad o uso de la Federación distintas de las militares, y las militares.

En ese sentido, los drones agrícolas se pueden catalogar como aeronaves civiles privadas, ya que se definen como “las utilizadas para usos comerciales diferentes al servicio al público o para el transporte particular sin fines de lucro, y aquellas cuyo fin expreso sea la experimentación, acrobacia, exhibición y las que por su naturaleza sean de colección” (artículo 5°, fracción I, inciso b, de la LAC).

Para 2019, se publicó en el Diario Oficial de la Federación la NOM-107-SCT3-2019, la cual aclara la ambigüedad existente en la LAC, dado que ubica a las aeronaves no tripuladas con una definición amplia que incluye a las aeronaves autónomas, así como a los aeromodelos, globos libres no tripulados y los RPAS. Además, la referida NOM clasifica a las RPAS de la siguiente manera (Tabla 2):

Tabla 2. Clasificación de Sistemas de aeronaves pilotadas a distancia

CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS DE AERONAVES PILOTADAS A DISTANCIA			
PESO MÁXIMO DE DESPEGUE		USO	Cumplimiento al Numeral de la presente Norma Oficial Mexicana
Igual o menor a 2 kg	RPAS Micro	Recreativo	4.10, 4.11 y 5.1
		Privado No comercial o Comercial	4.10, 4.11, 5.1, 5.2 y 8*
Mayor a 2 kg y hasta 25 kg	RPAS Pequeño	Recreativo	4.10, 4.11 y 6.1
		Privado No comercial o Comercial	4.10, 4.11, 6.2 y 8*
Mayor a 25 kg	RPAS Grande	Recreativo	4.10, 4.11 y 7.1
		Privado No comercial o Comercial	4.10, 4.11, 7.2 y 8*
* El numeral 8 solo es aplicable cuando se requiera realizar operaciones especiales.			

Fuente: Tomado de la NOM-107-SCT3-2019, punto 4.9.

De acuerdo con lo anteriormente mencionado en la Tabla 1, los drones agrícolas pueden tener un peso de despegue desde los 24.8 kg a los 90 kg; por lo que se pueden clasificar como RPAS pequeño o grande dependiendo del modelo Agras (véase Tabla 2). A continuación, se hace una breve descripción de algunos criterios del RPAS establecidos en la NOM-107-SCT3-2019, los cuales son los siguientes:

A) Algunos aspectos generales que se consideran en RPAS, establecidos dentro del punto 4.10, son: a) la distancia que

debe haber para operar el dron del aeródromo, helipuerto, de conformidad con los puntos 4.10.1 y 4.10.2; así como las áreas prohibidas, restringidas o peligrosas, establecidas en la Publicación de Información Aeronáutica (PIA/AIP), Sección ENR 5.1, según el punto 4.10.5; b) no soltar y/o tirar objetos o materiales que puedan ser dañinos para alguna persona o propiedad, en relación con el punto 4.10.3; c) no transportar mercancías peligrosas y/o sustancias prohibidas, en concordancia con el punto 4.10.7. Dentro de las responsabilidades del operador y/o del piloto se encuentran especificadas en el punto 4.11 de la referida NOM, tales como (Tabla 3):

Tabla 3 Responsabilidades del operador y/o piloto del RPAS

Responsabilidades	Operador	Piloto
Responsable de su operación, uso y en caso de incidente o accidente, de los daños y/o lesiones causados por la misma.	X	X
Responsable del uso que se dé a la información obtenida durante la operación de la aeronave.	X	
Responsable de respetar todas las Leyes, Reglamentos y Normas de índole Federal o Local, relacionadas con Seguridad Nacional, Seguridad Pública, protección de la privacidad, propiedad intelectual, entre otras.	X	X
No debe operar la RPA en estado de ebriedad o bajo los efectos de estupefacientes, psicotrópicos o enervantes.		X

Fuente: elaboración propia basado en la NOM-107-SCT3-2019, punto 4.11).

B) *RPAS pequeño (privado no comercial o comercial)*. Además de los aspectos generales de los puntos 4.10 y 4.11 se requieren los específicos para este tipo de dron, según lo estipulado en el punto 6.2.1, tales como: la operación en condiciones meteorológicas adecuadas; la autorización por parte de la autoridad aeronáutica; respetar la velocidad máxima del dron; no operar encima de personas; tener la documentación pertinente en la estación de control, entre otras.

En lo que respecta a la obtención de autorización de su operación, según el punto 6.2.3 de la NOM-107-SCT3-2019, se requiere lo siguiente: folio del registro de RPAS; información general acorde al apéndice A de la NOM; etiqueta de identificación; manual de operación, etcétera.

C) *RPAS grande (privado no comercial o comercial)*. Para este tipo de RPAS no se aplican los numerales 4.10.1 y 4.10.2 de la NOM-107-SCT3-2019. Adicionalmente el punto 7.2.1 señala los requerimientos y limitaciones, algunos de estos son: contar con la autorización de operación emitida por la autoridad aeronáutica; respetar el límite de velocidad; contar con la documentación pertinente en la estación de control, cumplir con las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables y vigentes; entre otras. Además de que el operador del RPAS debe contar con varios requisitos

establecidos en la NOM-107-SCT3-2019, punto 7.2.4.2

En lo que corresponde a la aprobación del tipo del RPAS grande, emitida por la autoridad aeronáutica, el fabricante debe contar con: plan de aprobación; informe general del RPAS; manuales aplicables (*vg.* vuelo, mantenimiento); así como los requisitos de equipamiento e instrumentos para comunicaciones, navegación y vigilancia (punto 7.2.3 de la NOM-107-SCT3-2019).

En lo que respecta a la póliza de seguro, las RPAS Micro, Pequeño y Grande para uso Privado No comercial o Comercial deben contar con un oficio de aprobación de la Póliza de Seguro de Responsabilidad Civil vigente por daños a terceros, emitido por la Autoridad Aeronáutica, de conformidad con los puntos 5.2.1, inciso a); 5.2.3.2, inciso f), y 7.2.1, inciso l, de la NOM-107-SCT3-2019; todos relacionados con el artículo 72 de la LAC.

En cuanto al uso de drones para captar fotografías aéreas, las RPAS Micro, Pequeño y Grande para uso Privado No comercial o Comercial deben contar con la autorización de la Dirección General de Geografía y Medio Ambiente del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi), siempre y cuando se capten fotografías aéreas con cámaras métricas o de reconocimiento y de otras imágenes por percepción remota dentro del espacio aé-

reo nacional, lo cual debe tenerse en la estación de control durante la operación del RPAS, según los puntos 5.2.1., incisos b) y c); 6.2.1., incisos k) y l), y; 7.2.1., incisos i) y l) de la mencionada NOM y relacionado con los artículos 60 y 61 de la Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (LSNIEG).

Por último, dentro de los requisitos para comercializar los RPAS se estipula que en el empaque de venta se debe proporcionar información de aviso dirigido al operador del RPAS, con el propósito de informarle sobre los requerimiento y limitaciones para operarlo en el espacio aéreo mexicano. Además de que dicha información puede contener los elementos mínimos publicados en el sitio de internet de la SCT/DGAC, según lo establecido en el punto 11.1 de la referida NOM.

REGULACIÓN DE LA PULVERIZACIÓN AÉREA DE PLAGUICIDAS EN MÉXICO

La regulación de plaguicidas en México está distribuida en diversas leyes federales, normas oficiales mexicanas (NOM), reglamentos, entre otras. Además de que se puede ubicar dentro de su ordenamiento jurídico diversas definiciones del concepto plaguicidas como en la Ley General de Salud ([LGS], artículo 278, fracción I); el Reglamento en Materia de Registros, autorizaciones de Importación y Exportación y Certificados de Exportación de Plagu-

cidas, Nutrientes Vegetales y Sustancias y Materiales Tóxicos o Peligrosos ([Reglamento en materia de registro], artículo 2º, fracción XXXVIII; además de la clasificación de los plaguicidas en sus fracciones XXXIX al LIV, Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones del Reglamento en materia de registros [Decreto del Reglamento en materia de registro]); Ley Federal de Sanidad Animal (LFSA, artículo 4º); Ley Federal de Sanidad Vegetal (LFSV, artículo 5º), y; la NOM-232-SSA1-2009, plaguicidas: que establece los requisitos del envase, embalaje y etiquetado de productos grado técnico y para uso agrícola, forestal, pecuario, jardinería, urbano, industrial y doméstico (NOM-232-SSA1-2009).

A mayor abundamiento, dentro del marco regulatorio de plaguicidas se pueden ubicar algunos términos equivalentes o relacionados a estos como: sustancia peligrosa o tóxica, según los artículos 278, fracciones III y IV, LGS y en el artículo 2º, fracciones LXII y LXIII del Decreto del Reglamento en materia de registro. Ante tal situación, Albert y Viveros señalan que la complejidad de tener diversidad de conceptos en el derecho interno dificulta la comprensión y el tratamiento que le darán las autoridades nacionales competentes del país al plaguicida (Albert y Viveros Ruiz, 2018, p. 12).

En lo que corresponde a las autoridades nacionales competentes, el manejo y

la gestión de los plaguicidas está a cargo de la Secretaría de Salud ([SSA], autoridad competente para la autorización de plaguicidas a través de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios [Cofepris], conforme a lo establecido en los artículos 3, fracción XIII; 194, párrafo primero y párrafo segundo, fracción III, de la LGS), la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (Sader) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). Cabe mencionar que la gestión y manejo de plaguicidas en México se divide en varias actividades (*vg.* comercialización, pulverización aérea) y pueden intervenir otras dependencias de la administración pública federal.

Bajo el mismo tenor, la Cofepris tiene la facultad de ejercer la regulación, control, vigilancia y fomento sanitarios en materia de plaguicidas y fertilizantes; sustancias tóxicas o peligrosas para la salud, según el artículo 3º, fracción I, incisos g) e i) del Reglamento de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (Reglamento interno Cofepris). Además de estar facultado para el registro sanitario de plaguicidas, ya sea para su ingreso al registro (aprobación), cancelación o revocación, según el artículo 376 de la LGS. Paralelamente participan la Sader y Semarnat a través de la opinión técnica para el registro de plaguicidas en México, conforme a lo estipulado en el artículo 8 del reglamento en materia de registros.

En lo que respecta a la regulación de la pulverización aérea de plaguicidas en México, existe la NOM-052-FITO-1995, por la que se establecen los requisitos y especificaciones fitosanitarias para presentar el aviso de inicio de funcionamiento por las personas físicas o morales que se dediquen a la aplicación aérea de plaguicidas agrícolas [NOM-052-FITO-1995], la cual es aplicable para propietarios de pistas y/o aeronaves; así como pilotos prestadores de servicios de aplicación aérea de plaguicidas que operan en el territorio nacional. Siendo la Sader la autoridad responsable para vigilar y hacer cumplir lo establecido en la referida NOM (puntos 1 y 4).

En consecuencia, la NOM-052-FITO-1995 está dirigida para aeronaves tripuladas, pero no a drones. Por ende, hay obligación para los prestadores de servicio de pulverización aérea de inscribirlo en el Directorio Fitosanitario (DF) ante la Sader, bajo el propósito de verificar e inspeccionar el cumplimiento de los lineamientos técnicos y su inscripción a tal directorio, según el párrafo sexto del considerando. Cabe mencionar que el DF se emplea para regular el desarrollo y la prestación de servicios y actividades a cargo de las personas (físicas o morales); así como para difundir y conocer a las personas que cuentan con la certificación vigente para ejercer tal prestación, según el artículo 21 de la Ley Federal de Sanidad Vegetal (LFSV).

En ese sentido, ¿se podría considerar que el uso de drones agrícolas para llevar a cabo la pulverización aérea de plaguicidas en México está “permitida” al no haber una regulación sobre esta? Para dar respuesta a este cuestionamiento, se procede a abordar en primer término una ambigüedad que da lugar para considerar tres efectos en los ámbitos administrativo, ambiental y penal:

A. Ambigüedad en la NOM-107-SCT3-2019

La NOM-107-SCT3-2019 establece en sus numerales 4.10.3 y 4.10.7 que el piloto del RPAS no debe soltar y/o tirar objetos o materiales que puedan ser dañinos para alguna persona o propiedad; así como que el operador y/o piloto de RPAS no debe emplear el dron para transportar mercancía y/o sustancias prohibidas. En ese sentido, se reflexiona sobre el alcance de ambos numerales puesto que la NOM no profundiza al respecto. Entonces, ¿qué se entiende por materiales que puedan ser dañinos para alguna persona o propiedad; así como transportar sustancias prohibidas?

Si bien la NOM no define qué se entiende por materiales; sin embargo, el artículo 5º, fracción XVIII, de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos [LGPGIR] define el concepto “material” como: “Sustancia, compuesto o mezcla de ellos, que se usa como insumo y es un componente de productos de consumo, de

envases, empaques, embalajes y de los residuos que éstos generan”. Bajo el mismo tenor, la NOM especifica dos elementos relevantes que deben considerarse sobre los “...materiales que puedan ser daño a cualquier persona o propiedad”, según el punto 4.10.3.

En ese sentido, los plaguicidas son un material o sustancia que se emplea en la pulverización aérea por medio de drones. Por ende, es pertinente considerar lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), donde se define el concepto de “material peligroso”, en su artículo 3º, fracción XXIII, como: “Elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, represente un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológicoinfecciosas”. Adicionalmente, este mismo concepto se ubica en el artículo 2º, fracción XII, del Reglamento en Materia de Registros, autorizaciones de Importación y Exportación y Certificados de Exportación de Plaguicidas, Nutrientes Vegetales y Sustancias y Materiales Tóxicos o Peligrosos.

Dicho lo anterior, se consideran dos aspectos: el primero que la definición de “material peligroso” hace alusión a las sustancias tóxicas; mientras que el segundo, los plaguicidas (además de lo definido

en el artículo 278, fracción I, de la LGS) es una sustancia tóxica que puede hacer daño a la salud y tener efectos adversos en el medio ambiente y, por ende, a la propiedad de algunos campesinos (*vg.* cultivos orgánicos o apicultura).

En suma, la LGS en sus artículos 278, fracción III y IV, define los conceptos de “sustancias peligrosas” y “sustancias tóxicas”, las cuales son elementos y/o compuestos químicos que tengan características de corrosividad, reactividad, inflamabilidad, explosividad, toxicidad, biológicoinfecciosas, carcinogenicidad, teratogenicidad o mutagenicidad, que pueden causar efectos adversos, sean inmediatos, temporales o permanentes, al organismo cuando entran en contacto con este, tales como lesiones funcionales, alteración genética, teratogénicas, mutagénicas, carcinogénicas o la muerte.

A mayor abundamiento, a través del tiempo, se han documentado los efectos adversos de los plaguicidas en el medio ambiente y el daño a la salud. Por ejemplo, en materia ambiental, Inglés Hernández (2018) señala que el uso indiscriminado de plaguicidas puede provocar, a largo plazo, la resistencia a los agroquímicos y alteraciones en el uso de suelo (p. 446); así como el impacto de los Contaminantes Orgánicos Persistentes que dañan a los ecosistemas de diversas formas como:

[...] bioacumulación en determinados organismos; daños a las especies no-blanco, es decir, aquellas a quienes no está dirigido específicamente el plaguicida, como los depredadores y parasitoides que de manera natural controlan las poblaciones de insectos-plaga, pero también a especies como abejas y otros polinizadores, fundamentales para el desarrollo del sistema alimentario. (Inglés Hernández, M., 2018, p. 446)

En lo que se refiere al daño a la salud ante la exposición de dicha sustancia se pueden desarrollar enfermedades o síntomas como temblores, náuseas, diarrea, convulsión, afectación al sistema nervioso central, hígado, riñón, problemas endócrinos, efectos teratogénicos, probables carcinógenos, problemas reproductivos, muerte, entre otros (Albert y Viveros Ruiz, 2018, pp. 87-193; Bejarano González, 2017, pp. 22, 23, 25 y 26; Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios [Cofepris], s. f.).

Ahora bien, el Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes y el Convenio de Rotterdam sobre el procedimiento de consentimiento fundamentado previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional consideran algunos plaguicidas como sustancias peligrosas o prohibidas por sus características químicas e impacto en el medio am-

biente y en la salud, tales como el endosulfán; DDT, entre otras (Bejarano González, 2017, pp. 22-23). Sin embargo, algunas de las sustancias listadas en estos convenios son clasificadas en México por el Catálogo de Cofepris (s. f.) como sustancias restringidas.

Adicionalmente, en la Opinión Consultiva de La Haya (Tribunal Internacional Monsanto, 2017) se expone el impacto de los plaguicidas tanto en el medio ambiente como en la salud humana, donde se proporcionaron testimonios de personas afectadas en su salud por la exposición del herbicida glifosato como malformaciones, enfermedades crónicas renales, etcétera.

A mayor abundamiento, en México, la Comisión Nacional de Derechos Humanos (CNDH) publicó la *Recomendación No. 82/2018 sobre la violación a los derechos humanos a la alimentación, al agua salubre, a un medio ambiente sano y a la salud, por el incumplimiento a la obligación general de debida diligencia para restringir el uso de plaguicidas de alta peligrosidad, en agravio de la población en general* (2018), en la cual se presenta un breve panorama de la problemática existente sobre la inexistencia de la regulación de límites máximos de residuos de plaguicidas en alimentos; la comercialización y uso de plaguicidas altamente peligrosas, así como la vigencia indeterminada en los registros sanitarios de plaguicidas; entre otros.

No obstante, en los últimos años, el Estado mexicano ha adoptado medidas para reducir algunos plaguicidas como el glifosato (Decreto por el que se establecen las acciones que deberán realizar las dependencias y entidades que integran la Administración Pública Federal, en el ámbito de sus competencias, para sustituir gradualmente el uso, adquisición, distribución, promoción e importación de la sustancia química denominada glifosato y de los agroquímicos utilizados en nuestro país que lo contienen como ingrediente activo, por alternativas sostenibles y culturalmente adecuadas, que permitan mantener la producción y resulten seguras para la salud humana, la diversidad biocultural del país y el ambiente, 2020) e implementado algunas estrategias, tales como: Estrategia Nacional de Suelo para la Agricultura Sostenible (Acuerdo por el que se presenta la Estrategia Nacional de Suelo para la Agricultura Sostenible [ENASAS], 2022), Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Sustentable de Polinizadores (Aviso por el que se da a conocer el portal de Internet en el que se puede consultar la Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Sustentable de Polinizadores [ENCUSP], 2021), donde consideran a los plaguicidas dentro de sus acciones para promover la agricultura sostenible y, por ende, salvaguardar la seguridad alimentaria. Dicho lo anterior, se procede a reflexionar sobre los aspectos

administrativo, ambiental y penal del impacto de la referida ambigüedad:

a) Aspecto administrativo

Considerando lo establecido en la NOM-107-SCT3-2019 y lo anteriormente mencionado, los drones agrícolas no podrían emplearse para la pulverización área de plaguicidas en México, dado que se incumple al utilizar un material peligroso o tóxico que tiene un efecto adverso en el medio ambiente y daño a la salud, según lo establecido en su punto 4.10.3 y 4.10.7.

Además de que en el punto 14, de la referida NOM, señala que la Agencia Federal de Aviación Civil (AFAC) es la autoridad competente para revocar, suspender o cancelar cualquier autorización otorgada por motivo de incumplimiento y se procederá a la aplicación de las sanciones establecidas en la LAC y en su reglamento; así como la colaboración entre otras dependencias de la administración pública, acorde con sus competencias y normativa.

En ese sentido, el artículo 88, fracción II, de la LAC estipula una sanción al comandante o piloto de cualquier aeronave civil por el transporte de artículos peligrosos o equivalentes sin autorización y cuya multa es de un mil a cinco mil Unidades de Medida y Actualización (UMA).

Ahora bien, bajo el artículo 88 BIS 1, párrafos primero al tercero, de la LAC se establece que los poseedores y/o propietarios de una aeronave no tripulada civil

pueden ser multados por doscientas a cinco mil UMA cuando se incumpliera cualquier obligación o condición estipulada en normativa aplicable. Incluso, acorde con la gravedad de la infracción, se le podía suspender el permiso, certificado, registro, matrícula, autorización o licencia. De igual forma se le podría revocar “[...] cualquier certificado, registro, matrícula, autorización o licencia, cuando a su juicio la infracción sea grave para la seguridad de las operaciones aéreas, y/o se haya vulnerado la integridad física de terceros y sus bienes”.

El 3 de mayo de 2023 se adicionó y reformó la fracción XVIII del artículo 87 de la LAC, la cual establece la sanción a las personas concesionarias, asignatarias, operadoras aéreas y permisionarias de servicio al público de transporte aéreo por “no cumplir con las disposiciones en materia de medio ambiente establecidas en esta Ley, el reglamento correspondiente, normas oficiales mexicanas y disposiciones técnico administrativas aplicables en materia aeronáutica, multa de cuatro mil a siete mil [...UMA]”.

De tal manera que ante la inexistencia de una NOM en materia de pulverización aérea de plaguicidas por medio de drones (en adelante NOM-PAP-D) que especifique los criterios técnicos que se deben cumplir para realizar tal actividad es probable que no se aplique tal fracción; además de que la autoridad aeronáutica no es competen-

te en materia ambiental y, para ello, debe haber una colaboración con la Sader, SSA y Semarnat.

Por último, es importante mencionar que en el *Apéndice “K” Normativo: Registro de RPAS por el Operador de RPAS*, el promovente debe señalar la clasificación y proporcionar la documentación respectiva sobre el dron a registrar, de acuerdo con la NOM-107-SCT3-2019. No obstante, en dicho documento no se especifica la actividad a realizar sino su uso acorde con la LAC. Además de que la AFAC no podría negar o revocar las autorizaciones por el uso de pesticidas dado que, desde la concepción de la NOM-107-SCT3-2019, no es explícita la prohibición de emplear al dron para la pulverización aérea de plaguicidas.

b) Aspecto ambiental

Una de las características de los drones agrícolas es que optimizan el uso de los plaguicidas dado que se debe planificar la operación de rociado en el cultivo (DJI, 2021a; DJI, 2021c, y; DJI, 2022c). No obstante, en el sistema jurídico mexicano es inexistente una NOM-PAP-D que estipule las especificaciones técnicas, en la normativa, para la adopción de medidas que contemplen los efectos operativos sobre la aplicación y la deriva de la pulverización de plaguicidas.

Bajo el mismo tenor, Onorato y Tesoro señalan que la pulverización es uno de los medios más empleados pero su uso es

complejo dado que se tiene que considerar la preservación del medio ambiente y la salud (2004, pp. 4-5). Es decir que, por el fenómeno del viento, las gotas son arrastradas fuera del área de cultivo y en lugar de depositarse en el área deseada, caen en una zona no planeada; esto es conocido como deriva (Merani *et al.*, 2019, pp. 46-47; Onorato y Tesouro, 2004, p. 5).

En la deriva pueden producirse dos efectos: exoderiva y endoderiva. La primera radica cuando el tamaño de gota es menor y existen condiciones atmosféricas desfavorables que arrastran las gotas fuera del área esperada; mientras la segunda ocurre cuando el tamaño y peso de la gota es mayor y considerando otros factores (*vg.* tipo de superficie foliar, tensión superficial del líquido asperjado y velocidad) que contribuyen a impactar en las plantas del cultivo (Cedeño-Sabando, Mero-Mera, Vera-Esmeraldas y Reyna-Bowen, 2020, pp. 65-78; Merani *et al.*, 2019, pp. 46-47; Onorato y Tesouro, 2004, p. 5).

Cabe mencionar que otros Estados han regulado la pulverización aérea de plaguicidas por medio de drones. Ejemplo de ello es la Directiva 2009/128/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, por la que se establece el marco de la actuación comunitaria para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas (Directiva 2009/128/CE), la cual señala en su considerando catorce que: “La pulverización aérea de plaguicidas puede causar

efectos negativos significativos en la salud humana y el medio ambiente, sobre todo por la deriva de la pulverización”.

Asimismo, el artículo 9 de la referida Directiva estipula la prohibición de la pulverización aérea, salvo casos especiales en la que sea la única alternativa y que haya el menor impacto en la salud y en el medio ambiente; así como que la evaluación y aprobación del plaguicida a emplearse, entre otras condiciones. Un aspecto que se destaca, de la Directiva, es la adopción de medidas para proteger el recurso hídrico, la reducción del uso de plaguicidas y la presentación de informes e intercambio de información (artículos 11, 12, 15 y 18).

Ahora bien, México tiene varias leyes ambientales que buscan salvaguardar el derecho al medio ambiente sano, reconocido en el artículo 4º, párrafo quinto, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM). Además de que se reconoce la responsabilidad ante el daño y deterioro ambiental y, que a su vez, se encuentra regulado en la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA).

Además de lo anterior, la inexistencia de la NOM-PAP-D dificulta que la Sader pueda vigilar y monitorear esta actividad y que la persona (física o moral) se apegue a especificaciones técnicas con la finalidad de prevenir algún daño al medio ambiente o a la salud, incluso considerar a las legislaciones estatales en materia de apicultura.

En consecuencia, tal situación vulnera el derecho al acceso a la información, dado que no existe una obligación para los prestadores de servicio de tal actividad a inscribirse en un registro público y, por ende, no hay un aviso de inicio de funciones que cumplan con los estándares establecidos en alguna NOM ni garantía de cumplir con las normativas ambientales ni tampoco manera de que sean inscritos en el DF.

c) Aspecto penal

La LGEEPA, en su artículo 182, estipula un apartado sobre los delitos de orden federal. Aunado a la regulación federal o local para evitar la contaminación de agua y suelo ante la aplicación de plaguicidas, de acuerdo con los artículos 120, fracción V, y; 134, fracción IV de la referida Ley.

En materia penal, el Código Penal Federal (CPF) establece el delito contra el ambiente y la gestión ambiental, específicamente de las actividades tecnológicas y peligrosas, puesto que señala, en su artículo 414, la responsabilidad de no aplicar las medidas de prevención o seguridad para realizar alguna actividad con sustancias tóxicas y que cause efectos adversos al medio ambiente; además de relacionarse con sustancias agotadoras de la capa de ozono o cause riesgo de daño a los recursos naturales, áreas naturales, ecosistemas, calidad del agua. En materia de salud, se podría tipificar bajo el delito de lesiones

(artículo 288 del CPF) al haber una alteración en la salud de la persona.

Adicionalmente, la LFRA considera un capítulo sobre responsabilidad penal en materia ambiental (artículos 52 al 56), donde se dispone el procedimiento para denunciar el acto, hecho u omisión ante la autoridad competente y que se obligue a la reparación y compensación de los daños ocasionados al ambiente.

En ese sentido, al no existir una NOM específica en materia de pulverización aérea de plaguicidas mediante el uso de drones significa que no hay consideraciones técnicas de la actividad con la finalidad de prevenir la exposición a áreas naturales protegidas, a contaminar zonas de agua y/o suelo, a las poblaciones aledañas y otros cultivos (*vg.* los orgánicos) o el impacto a la actividad apícola. Ello puede dar lugar a una responsabilidad penal y ambiental, lo cual no está considerado dentro de la Póliza de Seguro de Responsabilidad Civil vigente por daños a terceros, de acuerdo con el artículo 72 de la LAC.

Además de que la NOM-107-SCT3-2019, en su Apéndice “M” Normativo: Reporte de Daños por RPAS, solo considera los daños causados de heridas a personas o la muerte de esta; así como daños materiales como vehículos, casas, edificios, aeronaves, postes, arboles, instalaciones. Sin embargo, no se considera la exposición del pesticida cuyo efecto puede no ser de inmediata detección.

RETOS DE LA PULVERIZACIÓN AÉREA DE PLAGUICIDAS PARA EL ESTADO MEXICANO

Algunos de los retos para la regulación de la pulverización aérea de plaguicidas a través de drones pueden ser los siguientes:

Mapeo e identificación de zonas restringidas, prohibidas o libres de drones

La NOM-107-SCT3-2019, en sus puntos 4.10.1 y 4.10.2, establecen restricciones de distancia para volar cerca de aeródromos y helipuertos. No obstante, ante el uso de drones agrícolas para la pulverización aérea de plaguicidas es necesario ampliar o definir otras zonas prohibidas, restringidas o libres de drones que involucren a las áreas naturales protegidas, las poblaciones aledañas, los ríos aledaños, los cultivos orgánicos cercanos a la zona de aplicación, la actividad apícola del lugar, entre otros aspectos. Para ello tendrán relevancia los estudios de la deriva para tal actividad, así como los criterios técnicos de la NOM en materia ambiental (considerando la deriva).

Un ejemplo es la plataforma ENAIRE Drones (<https://drones.enaire.es/>) de España, la cual proporciona información aeronáutica mediante un mapa del espacio aéreo basada en la AIP. En contraste, México no cuenta con una plataforma similar a la de España; sin embargo, en materia ambiental, existen algunas plata-

formas como el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental ([SIGEIA] s. f.).

Ahora bien, la aceptación del uso de los drones para la pulverización de plaguicidas en la agricultura implica comprender la pluralidad agrícola en México, pues de ello dependerá identificar las zonas para emplear el dron sin causar daño a las demás actividades de producción agroalimentaria; así como mantener actualizado un registro de los agricultores, cultivos, métodos de producción, etcétera. En consecuencia, se requiere promover la transparencia proactiva en las autoridades competentes y facultar a estas para colaborar en la materia.

Registro de los drones y su uso específico

En la NOM-107-SCT3-2019 no se establece la obligación de un registro público de los drones autorizados o que hayan obtenido la certificación por parte de la AFAC, especificando el uso y lugar de operación. De tal manera que no es posible conocer los drones autorizados para realizar sus operaciones, lugar, persona responsable o autorizada y bajo qué uso fue registrado.

Además de que, de acuerdo con el apéndice K (anteriormente mencionado), se limita a especificar el uso de forma genérica (acorde con la LAC) sin señalar su utilización particular, pues como se observó en secciones anteriores, los drones agrícolas pueden ser clasificados bajo el

uso “privado no comercial” o “comercial”, dependiendo del caso en concreto. Incluso, en los reportes de daños del RPAS no se considera el daño a la salud o por contaminación al medio ambiente sino a daños materiales y/o lesiones a las personas o muerte de esta, de manera inmediata.

A mayor abundamiento, se requiere una normativa que faculte a la Sader para vigilar y monitorear la pulverización aérea de plaguicidas por medio de drones, pues al momento se desconoce quiénes son los operadores y/o pilotos y si están cumpliendo los criterios técnicos para evitar o mitigar los efectos adversos al medio ambiente o a la salud; así como identificar a las personas que emplean esta tecnología en sus cultivos. Tal como sucede con la NOM-052-FITO-1995, anteriormente comentada.

En consecuencia, hay una vulneración al acceso a la información ambiental, la cual puede ser proporcionada por cualquier medio o formato relacionada no solo con el medio ambiente y recursos naturales sino también la vinculada con los riesgos ambientales, posibles efectos adversos al medio ambiente y daños a la salud, entre otros aspectos, según el artículo 2, inciso c), del Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe; artículos 6, párrafo segundo de la CPEUM, y; 159 BIS al 159 BIS 6 de la LGEEPA.

De tal manera que al no haber algún registro público sobre el uso del dron agrícola ni del tipo de sustancias que se emplea en el cultivo ni las consideraciones técnicas del efecto de la deriva y el impacto de los residuos peligrosos hacia las zonas mencionadas en el inciso anterior, complica el actuar de terceros; puesto que hay un impacto para ejercer el derecho al acceso a la justicia en materia ambiental, pues la población no es informada sobre las actividades que se llevan a cabo cerca de ellas.

CONCLUSIONES

La regulación mexicana en materia de drones de manera explícita no regula los efectos ambientales y de salud por la actividad de pulverización aérea de plaguicidas por medio de drones; además de que la normativa en materia ambiental no prevé esta actividad con el uso de la referida tecnología; por lo que se requiere de una regulación con una perspectiva integral que comprenda no solo los aspectos técnicos (que contemplen la deriva) sino también la ambiental y de salud, con la finalidad de prevenir contaminación y/o exposición al plaguicida.

De igual manera, el Estado mexicano ha sido omiso en la elaboración de una normativa pertinente para la pulverización aérea de plaguicidas mediante el uso de drones, ya sea que se permita bajo ciertos

estándares o se prohíba. Además de que, al momento, se carece de la autoridad facultada para la vigilancia y monitoreo de la referida actividad; así como de aspectos técnicos socioambientales para la misma.

Asimismo, se requiere señalar la obligación de proporcionar un registro actualizado y público de los drones que se registran en el territorio mexicano y especificar su uso y actividad, principalmente cuando se emplea para pulverización aérea de plaguicidas.

Adicionalmente, un aspecto a destacar radica en la heterogeneidad agrícola de México; es decir, dentro del territorio nacional se practican diversos tipos de agricultura (*vg.* la orgánica) y estas convergen con otras actividades productoras de alimentos (*vg.* la apicultura); por ende, hay que considerar los diversos impactos que puede generar la pulverización área de plaguicidas entre los campesinos, en el medio ambiente y en la salud de las personas.

Aunado a lo anterior, a pesar de que la legislación mexicana en materia ambiental establezca diversos mecanismos para denunciar el hecho, acto u omisión que afecta a los derechos de las personas interesadas, e incluso se consideren la responsabilidad o determinar los medios de reparación y compensación del daño, estos no son suficientes dado que se debe priorizar la prevención de tal actividad ante los

efectos adversos al medio ambiente y a la salud.

REFERENCIAS

- Acuerdo por el que se presenta la Estrategia Nacional de Suelo para la Agricultura Sostenible [Enasas]. (28/07/2022). *Diario Oficial de la Federación*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5659521&fecha=28/07/2022#gsc.tab=0
- Albert, L. A. y Viveros Ruiz, A. D. (2018). *Plaguicidas y salud*. México.
- Anglés Hernández, M. (2018). El principio precautorio en México: plaguicidas, medio ambiente y salud. En Chan, S., Ibarra Palafox, F. y Medina Arellano, M. de J. (Coords.). *Bioética y bioderecho. Reflexiones clásicas y nuevos desafíos*, pp. 439-459. México: UNAM-III. <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/10/4733/23.pdf>
- Aviso por el que se da a conocer el portal de Internet en el que se puede consultar la Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Sustentable de Polinizadores [ENCUSP]. (14/06/2021). *Diario Oficial de la Federación*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5621183&fecha=14/06/2021#gsc.tab=0
- Bejarano González, F. (2017). Los plaguicidas altamente peligrosos: nuevo tema normativo internacional y su perfil nacional en México. En Bejarano González, Fernando. (coord. y ed.). *Los plaguicidas altamente peligrosos en México*, pp. 13-137. México: CIAD -

- Red de Acción sobre Plaguicidas y Alternativas en México, A. C. (RAPAM).
- Carro Díaz, R. y González Gómez, D. (2012). Normas HACCP Sistema de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control, *Administración de las operaciones*, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales-Universidad Nacional de Mar del Plata, 16 pp. https://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/1616/1/11_normas_haccp.pdf
- Cedeño-Sabando, K. V., Mero-Mera, G. A., Vera-Esmeraldas, A. A., y Reyna-Bowen, L. M. (2020). Evaluación de la distribución de gotas en la pulverización de plaguicida en maíz por el método tradicional y por dron. *La técnica. Revista de las agrociencias*, pp. 65-78). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8232840>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2022). Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe [Acuerdo de Escazú], (LC/PUB.2018/8/Rev.1), Santiago. <https://repositorio.cepal.org/items/624ca75e-7b4e-4f1b-b314-1f9d27ee3245>
- Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios [Cofepris]. (s.f). Catálogo de plaguicidas de Cofepris, Anexo 1 Hojas de Datos. <http://www.cofepris.gob.mx/AZ/Paginas/Plaguicidas%20y%20Fertilizantes/CatalogoPlaguicidas.aspx>
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos [CPEUM]. (05/02/1917). Diario Oficial de la Federación. [última reforma 24/01/2024] <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf>
- Convenio sobre Aviación Civil Internacional [Convenio de Chicago]. (07/12/1944). https://www.icao.int/publications/documents/7300_cons.pdf
- Decreto por el que se establecen las acciones que deberán realizar las dependencias y entidades que integran la Administración Pública Federal, en el ámbito de sus competencias, para sustituir gradualmente el uso, adquisición, distribución, promoción e importación de la sustancia química denominada glifosato y de los agroquímicos utilizados en nuestro país que lo contienen como ingrediente activo, por alternativas sostenibles y culturalmente adecuadas, que permitan mantener la producción y resultados seguros para la salud humana, la diversidad biocultural del país y el ambiente. (31/12/2020). *Diario Oficial de la Federación*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5609365&fecha=31/12/2020#gsc.tab=0
- Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones del Reglamento en Materia de Registros, Autorizaciones de Importación y Exportación y Certificados de Exportación de Plaguicidas, Nutrientes Vegetales y Sustancias y Materiales Tóxicos o Peligrosos. (13/02/2014). *Diario Oficial de la Federación*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5332473&fecha=13/02/2014#gsc.tab=0

- Directiva 2009/128/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, por la que se establece el marco de la actuación comunitaria para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas. (24/11/2009). *Diario Oficial de la Unión Europea*. <https://www.boe.es/doue/2009/309/L00071-00086.pdf>
- DJI. (2019). *P4 Multispectral. Manual de usuario (v1.0)*. https://dl.djicdn.com/downloads/p4-multispectral/20200311/P4_Multispectral_User_Manual_v1.0_ES.pdf
- DJI. (2020a). *AgrasT20 Guía de inicio rápido*. https://dl.djicdn.com/downloads/t20/20201110/Agras_T20_Quick_Start_Guide_v1.0_9langs.pdf (última consulta 18 de septiembre de 2023).
- DJI. (2020b). *AgrasT20 User manual (v1.4)*. https://dl.djicdn.com/downloads/t20/20201201/Agras_T20_User_Manual_v1.4_EN.pdf
- DJI. (2020c). *P4 Multispectral. Guía de inicio rápido (v1.2)*, https://dl.djicdn.com/downloads/p4-multispectral/20200701/P4_Multispectral_Quick_Start_Guide_v1.2_multi.pdf
- DJI. (2020d). *T Series Spreading system (v1.0)*. https://dl.djicdn.com/downloads/t20/20210111/T_Series_Spreading_System_User_Guide_v1.0_multi.pdf
- DJI. (2021a). *Agras T30/T10 Renuncia de responsabilidad e instrucciones de seguridad (v1.0)*. https://dl.djicdn.com/downloads/t30/disclaimer/T30_T10_Disclaimer_and_Safety_Guidelines_v1.0_9langs.pdf
- DJI. (2021b). *AgrasT10 Manual de usuario (v1.4)*. https://dl.djicdn.com/downloads/t30/20220407/T10_User_Manual_v1.4_ES.pdf
- DJI. (2021c). *AgrasT20 Renuncia de responsabilidad e instrucciones de seguridad (v1.6)*. https://dl.djicdn.com/downloads/t20/disclaimer/Agras_T20_Disclaimer_and_Safety_Guidelines_v1.6_9langs.pdf
- DJI. (2021d). *AgrasT30 Manual de usuario (v1.4)*. https://dl.djicdn.com/downloads/t30/20220407/T30_User_Manual_v1.4_ES.pdf
- DJI. (2021e). *T30/T10 Spreading System 3.0 (v2.0)*. https://dl.djicdn.com/downloads/t30/20210929/T30_T10_Spreading_System_3.0_User_Guide_v2.0_10langs.pdf
- DJI. (2022a). *AgrasT10 Guía de inicio rápido (v1.4)*. https://dl.djicdn.com/downloads/t10/20220630/T10_Quick_Start_Guide_v1.4_8langs.pdf (última consulta 18 de septiembre de 2023).
- DJI. (2022b). *AgrasT30 Guía de inicio rápido (v1.4)*. https://dl.djicdn.com/downloads/t30/20220630/T30_Quick_Start_Guide_v1.4_8langs.pdf (última consulta 18 de septiembre de 2023).
- DJI. (2022c). *AgrasT40/T20. Renuncia de responsabilidad y directrices de seguridad (v1.6)*. https://dl.djicdn.com/downloads/t40_t20p/20221021multi/T40_T20P_Disclaimer_and_Safety_Guidelines_v1.6_multi.pdf
- DJI. (2023a). *AgrasT40 AgrasT20P Manual de vuelo de la aeronave no tripulada (V1.2)*. https://dl.djicdn.com/downloads/t40_t20p/20230720/T40_T20P_User_Manual_v1.2_ES.pdf

- DJI. (2023b). *AgrasT40 Guía de inicio rápido*. https://dl.djicdn.com/downloads/t40_t20p/20230601/T40_Quick_Start_Guide_v1.4_multi.pdf (última consulta 18 de septiembre de 2023).
- DJI. (s. f.). P4 Multispectral. <https://www.dji.com/mx/p4-multispectral/faq> (última consulta 18 de septiembre de 2023).
- Ley de Aviación Civil [LAC]. (12/05/1995). *Diario Oficial de la Federación*. [última reforma 03/05/2023]. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAC.pdf>
- Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica [LSNIEG]. (16/04/2008). *Diario Oficial de la Federación*. [última reforma 20/05/2021]. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LSNIEG_200521.pdf
- Ley Federal de Responsabilidad Ambiental [LFRA]. (07/06/2013). *Diario Oficial de la Federación*. [última reforma 20/05/2021]. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFRA_200521.pdf
- Ley Federal de Sanidad Animal [LFSA], (25/07/2007), *Diario Federal de la Federación* [última reforma 11/05/2022] <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFSA.pdf>
- Ley Federal de Sanidad Vegetal [LFSV]. (05/01/1994). *Diario Federal de la Federación* [última reforma 11/05/2022] <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFSV.pdf>
- Ley General de Salud [LGS]. (07/02/1984). *Diario Oficial de la Federación*. [última reforma 29/05/2023] <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGS.pdf>
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente [LGEEPA]. (28/01/1988). *Diario Oficial de la Federación*. [última reforma 08/05/2023] <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf>
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos [LGPGIR]. (08/10/2003). *Diario Oficial de la Federación* [última reforma 08/05/2023] <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf>
- Medina Rey, J.M. *et al.* (2021). ¿Seguridad alimentaria, soberanía alimentaria o derecho a la alimentación? Estado de la cuestión. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 18, 1-19.
- Melgar, M. (2018). Agricultura digital o agricultura 4.0, *Sugar Journal*, 81(5), 33-37.
- Merani, V., Mur, M., Ramírez, F., Ponce, M., Guilino, F., Palancar, T. y Balbuena, R. (2019). Efecto de variables operativas sobre la calidad de aplicación y la deriva en la pulverización de agroquímicos. *AGRISCIENTIA*. 36 (2), 45-55, <https://doi.org/10.31047/1668.298x.v36.n2.19093>
- Naciones Unidas y Unión Internacional de Telecomunicaciones [UN y UIT]. (2004). *Plan de Acción-Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información, Ginebra 2003-Túnez 2005 WSIS-03/GENEVA/5-S*. del 12 de mayo. https://www.itu.int/dms_pub/itu-s/md/03/wsis/doc/S03-WSIS-DOC-0005!!PDF-S.pdf
- NOM-052-FITO-1995, por la que se establecen los requisitos y especificaciones fitosanitarias para presentar el aviso de inicio de funcionamiento por las personas físicas o morales que se dediquen a la aplicación aérea

- de plaguicidas agrícolas. (10/06/1997). *Diario Oficial de la Federación*. https://www.dof.gob.mx/nota_to_imagen_fs.php?cod_dia-rio=209366&pagina=63&seccion=1
- NOM-107-SCT3-2019, Que establece los requerimientos para operar un sistema de aeronave pilotada a distancia (RPAS) en el espacio aéreo mexicano. (14/11/2019). *Diario Oficial de la Federación*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5578813&fecha=14/11/2019#gsc.tab=0
- NOM-232-SSA1-2009, Plaguicidas: que establece los requisitos del envase, embalaje y etiquetado de productos grado técnico y para uso agrícola, forestal, pecuario, jardinería, urbano, industrial y doméstico. (13/04/2010). *Diario Oficial de la Federación*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5139018&fecha=13/04/2010#gsc.tab=0
- Onorato, A. A., y Tesouro, M. O. (2004) Desempeño antideriva de una boquilla de pulverización agrícola de cono hueco inducida por aire. *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 33(2). pp. 3-13. <https://www.redalyc.org/pdf/864/86433201.pdf>
- Organización de Aviación Civil Internacional [OACI] (2021). *Antecedentes y propuesta de la categoría abierta (Nota presentada por el relator del grupo de trabajo)*, Tercera reunión virtual de los Puntos Focales UAS/RPAS de los Estados SAM y del SRVSOP, Perú, del 26 de julio. https://www.icao.int/SAM/Documents/2021-UASRPAS-3raRVPF/RVPF-UAS-RPAS_3%20NE03-.pdf
- Organización de Aviación Civil Internacional [OACI] (s. f.). *Guía práctica OACI sobre los UAS. Herramientas útiles para ayudar a los Estados a elaborar orientación operacional eficaz sobre los UAS y realizar operaciones del interior seguras UAS. (Términos utilizados frecuentemente)*. https://www.icao.int/safety/UA/UAStoolkit/Pages/FAQ_es.aspx
- Programa Especial para la Seguridad Alimentaria-PESA-Centroamérica y Proyecto Food Facility Honduras (2011). *Seguridad alimentaria y nutricional. Conceptos básicos*, FAO, 3ªed., 1-8. Recuperado en: <http://www.fao.org/3/a-at772s.pdf>
- Recomendación No. 82/2018 sobre la violación a los derechos humanos a la alimentación, al agua salubre, a un medio ambiente sano y a la salud, por el incumplimiento a la obligación general de debida diligencia para restringir el uso de plaguicidas de alta peligrosidad, en agravio de la población en general*. (2018). Comisión Nacional de Derechos Humanos [CNDH]. Recomendación del 26 de diciembre. https://www.cndh.org.mx/sites/all/doc/Recomendaciones/2018/Rec_2018_082.pdf
- Reglamento de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios. (13/04/2004). *Diario Oficial de la Federación*. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla/29.PDF>
- Reglamento de la Ley de Aviación Civil [Reglamento de la LAC]. (07/12/1998). *Diario Oficial de la Federación* [última reforma 31/05/2023] https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LAC.pdf

Reglamento del Registro Aeronáutico Mexicano (28/11/2000). *Diario Oficial de la Federación*. [última reforma 19/10/2021]. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/722646/reglamento-registro-aeronautico-020522.pdf>

Reglamento en Materia de Registros, Autorizaciones de Importación y Exportación y Certificados de Exportación de Plaguicidas, Nutrientes Vegetales y Sustancias y Materiales Tóxicos o Peligrosos [Reglamento en materia de registro] (28/12/2004). *Diario Oficial de la Federación*. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla/n109.pdf>

Reglamento Interno de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte [RISCT] (08/01/2009). *Diario Oficial de la Federación*. [última reforma 31/07/2009]. <http://wwwordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/pdf/wo88773.pdf>

Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental [SIGEIA] (s. f.). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. <https://mapas.semarnat.gob.mx/sigeia/#/sigeia>

Sustainable Development Goal (2017). *Resolution adopted by the General Assembly on Work of the Statistical Commission pertaining to the 2030 Agenda for Sustainable Development (A/RES/71/313)*. [Archivo PDF]. https://unstats.un.org/sdgs/indicators/Global%20Indicator%20Framework_A.RES.71.313%20Annex.Spanish.pdf

Tribunal Internacional Monsanto (18/04/2017) Opinión Consultiva de La Haya. http://es.monsantotribunal.org/upload/asset_cache/899082926.pdf