



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

# Relación entre la exposición a plaguicidas con el intento suicida y suicidio en Colombia durante el periodo 2009-2018

Yesenia Castro Cely

Universidad Nacional de Colombia  
Doctorado Interfacultades en Salud Pública  
Facultad de Medicina  
Bogotá, Colombia

2023



# Relación entre la exposición a plaguicidas con el intento suicida y suicidio en Colombia durante el periodo 2009-2018

Yesenia Castro Cely

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:

**Doctora en Salud Pública**

Directora:

Ph.D. María Erley Orjuela Ramírez

Codirector:

Ph.D. Álvaro Javier Idrovo Velandia

Línea de Investigación:

Género, Trabajo y Salud

Grupo de Investigación:

Salud y Trabajo

Universidad Nacional de Colombia

Doctorado Interfacultades en Salud Pública

Facultad de Medicina

Bogotá, Colombia

2023



*Dedicatoria*

*A la memoria de mi padre.*



## Declaración de obra original

Yo declaro lo siguiente:

He leído el Acuerdo 035 de 2003 del Consejo Académico de la Universidad Nacional. «Reglamento sobre propiedad intelectual» y la Normatividad Nacional relacionada al respeto de los derechos de autor. Esta disertación representa mi trabajo original, excepto donde he reconocido las ideas, las palabras, o materiales de otros autores.

Cuando se han presentado ideas o palabras de otros autores en esta disertación, he realizado su respectivo reconocimiento aplicando correctamente los esquemas de citas y referencias bibliográficas en el estilo requerido.

He obtenido el permiso del autor o editor para incluir cualquier material con derechos de autor (por ejemplo, tablas, figuras, instrumentos de encuesta o grandes porciones de texto).

Por último, he sometido esta disertación a la herramienta de integridad académica, definida por la universidad.

---

Yesenia Castro Cely

Fecha 14/03/2023

# Agradecimientos

La realización de esta investigación fue posible por el apoyo y la colaboración de las siguientes personas e instituciones, a quienes expreso mis agradecimientos:

A los profesores María Erley Orjuela Ramírez y Álvaro Javier Idrovo Velandia, mis directores de tesis, por su orientación conceptual y metodológica en el desarrollo de la investigación; por compartir sus experiencias y conocimientos ayudándome a construir mi lugar en el mundo académico a partir de sólidas bases técnicas, metodológicas y éticas.

Al equipo de trabajo del Doctorado en Salud Pública de la Universidad Nacional de Colombia, por el apoyo administrativo necesario para el desarrollo de la investigación y mi proceso formativo.

Al Dr. Fernando García Benavides y el equipo de trabajo de Centro de Investigación en Salud Laboral – CISAL de la Universidad Pompeu Fabra (Barcelona – España) por su colaboración en las etapas iniciales del proyecto y sus contribuciones a la consolidación de mis habilidades investigativas.

A Gonzalo Novoa, Iván Trujillo y Fabián Manrique por compartir sus conocimientos y habilidades que fueron esenciales para el análisis de los datos.

A mis compañeras del Doctorado en Salud Pública, colegas y amigos por sus oportunos comentarios y por el apoyo en los momentos de duda o dificultades.

A mi familia y pareja por ayudarme a mantener la motivación a pesar de la adversidad y por el apoyo incondicional en mis proyectos personales y académicos.

## Resumen

### Relación entre la exposición a plaguicidas con el intento suicida y suicidio en Colombia durante el periodo 2009-2018

**Introducción:** el suicidio es un fenómeno social relevante, complejo, multidimensional y multicausal y un problema de importancia en salud pública; por lo cual es necesario estudiar los diferentes factores involucrados en la aparición y evolución de la conducta suicida; entre los cuales se encuentra la exposición a plaguicidas.

**Objetivo:** estimar la asociación entre la exposición a plaguicidas con el intento suicida y suicidio en Colombia, durante el periodo 2009-2018.

**Metodología:** estudio ecológico analítico de diseño mixto, en un periodo de 10 años (2009-2018) considerando como unidades de análisis los municipios y departamentos de Colombia, se analizan el comportamiento epidemiológico y los patrones de distribución geográfica del intento suicida y suicidio en personas mayores de 15 años y se realiza una aproximación a la exposición poblacional a plaguicidas mediante la incidencia de intoxicación aguda por plaguicidas; el comportamiento de área dedicada a cultivos agrícolas e ilícitos y el consumo aparente de plaguicidas; por medio de la aplicación de modelos de regresión segmentada – Joinpoint, el análisis espaciotemporal mediante la prueba de escaneo circular de Kulldorff y el uso de modelos de regresión con datos panel (modelos de efectos fijos y aleatorios).

**Resultados:** se identificó un incremento en las tasas de incidencia intento suicida y tasas de mortalidad por suicidio y la presencia de 9 conglomerados de intento suicida, 9 de suicidio y 23 de intoxicaciones agudas por plaguicidas que se superponen en 125 municipios y 9 departamentos ubicados en la región central, eje cafetero y suroccidental del país. Se estimó una asociación (valor  $p < 0.01$ ) entre las tasas de incidencia de intento suicida y las tasas de prevalencia de depresión y otros trastornos del humor (en departamentos) entre la incidencia de intento suicida y mortalidad por suicidio con la intoxicación aguda por plaguicidas (municipios). Únicamente se identificó asociación entre las tasas de mortalidad por suicidio y los indicadores de consumo aparente y área cultivada en hombres en el análisis por municipios.

**Conclusiones:** los resultados muestran la asociación entre las tasas de incidencia de intento suicida y tasas de mortalidad por suicidio con la intoxicación aguda por plaguicidas; así mismo, sugieren la existencia de contextos favorecedores del desarrollo del intento suicida y suicidio en territorios al suroccidente del país y en el eje cafetero; en los cuales convergen diversos determinantes sociales y ambientales que ameritan ser analizados en futuros estudios. Estos hallazgos justifican la implementación de estrategias preventivas con un enfoque poblacional y multinivel que incluyan acciones conjuntas para la conducta suicida, los trastornos depresivos y las intoxicaciones agudas por plaguicidas.

**Palabras clave (DeCS/MeSH):** Intento de suicidio; Suicidio, Exposición a Plaguicidas; Salud Pública; Colombia.

## Abstract

### Relationship between pesticide exposure with suicide attempt and suicide in Colombia during the period 2009-2018

**Introduction:** Suicide is a relevant, complex, multidimensional and multicausal social phenomenon and a problem of public health importance; therefore, it is necessary to study the different factors involved in the occurrence and evolution of suicidal behavior; among which is exposure to pesticides.

**Objective:** To estimate the association between exposure to pesticides and suicide attempts and suicide in Colombia during the years 2009-2018.

**Methodology:** Analytical ecological study of mixed design, in a period of 10 years (2009-2018) considering as units of analysis the municipalities and departments of Colombia, the epidemiological behavior and geographic distribution patterns of suicide attempts and suicide in people older than 15 years are analyzed, and an approximation is made to the population exposure to pesticides through the incidence of acute pesticide poisoning; the behavior of area dedicated to agricultural and illicit crops and the apparent consumption of pesticides; by applying segmented regression models - Joinpoint, spatio-temporal analysis using Kulldorff's circular scanning test and the use of regression models with panel data (fixed and random effects models).

**Results:** An increase in suicide attempt and suicide mortality rates and the presence of 9 clusters of suicide attempt, 9 of suicide and 23 of acute pesticide poisoning overlapping in 125 municipalities and 9 departments located in the central, coffee-growing and southwestern regions of the country were identified. An association ( $p$ -value  $<0.01$ ) was estimated between the incidence rates of suicide attempts and the prevalence rates of depression and other mood disorders (in departments) and between the incidence of suicide attempts and suicide mortality with acute pesticide poisoning

(municipalities). Only an association was identified between suicide mortality rates and the indicators of apparent consumption and cultivated area in men in the analysis by municipality.

**Conclusions:** The results show the association between the incidence rates of suicide attempts and suicide mortality rates with acute pesticide poisoning; likewise, they suggest the existence of contexts favoring the development of suicide attempts and suicide in territories in the southwest of the country and in the coffee-growing region; in which diverse social and environmental determinants converge, which deserve to be analyzed in future studies. These findings justify the implementation of preventive strategies with a population-based and multilevel approach that include joint actions for suicidal behavior, depressive disorders and acute pesticide poisoning.

**Keywords (DeCS/MeSH):** Attempted Suicide; Suicide; Pesticide Exposure, Public Health; Colombia.

# Contenido

	Pág.
Resumen.....	IX
Lista de figuras .....	XV
Lista de tablas .....	XVII
Lista de abreviaturas .....	XIX
Introducción.....	1
<b>1. Capítulo: Problema de investigación .....</b>	<b>3</b>
1.1 Definición del problema .....	3
1.2 Pregunta de investigación .....	9
1.3 Justificación .....	9
1.4 Objetivos.....	13
1.4.1 Objetivo general .....	13
1.4.2 Objetivos específicos .....	13
<b>2. Capítulo: Marco de referencia.....</b>	<b>14</b>
2.1 Conducta suicida .....	14
2.1.1 Intento suicida .....	15
2.1.2 Suicidio .....	17
2.2 Plaguicidas.....	20
2.2.1 Generalidades.....	20
2.2.2 Los plaguicidas en Colombia.....	23
2.2.3 Uso de plaguicidas en Colombia .....	24
<b>3. Capítulo: Diseño metodológico .....</b>	<b>29</b>
3.1 Diseño de la investigación .....	29
3.2 Fuentes de información.....	29
3.3 Variables de estudio .....	32
3.3.1 Variables dependientes .....	32
3.3.2 Variables independientes .....	32
3.3.3 Otras variables descritas.....	35
3.4 Estrategias de análisis de datos .....	35
3.5 Consideraciones éticas .....	40
<b>4. Capítulo: Resultados.....</b>	<b>43</b>

4.1	Comportamiento epidemiológico y patrones de distribución geográfica del intento suicida y suicidio.....	44
4.1.1	Intento suicida.....	44
4.1.2	Suicidio.....	51
4.2	Exposición poblacional a plaguicidas.....	59
4.2.1	Intoxicaciones agudas por plaguicidas.....	59
4.2.2	Área cultivada en Colombia.....	66
4.2.3	Consumo aparente de plaguicidas.....	73
4.3	Asociación entre la exposición a plaguicidas con el intento suicida y suicidio.....	76
4.3.1	Asociación entre la exposición a plaguicidas con el intento suicida y suicidio en los departamentos.....	77
4.3.2	Asociación entre la exposición a plaguicidas con el intento suicida y suicidio en los municipios.....	80
<b>5.</b>	<b>Capítulo: Discusión.....</b>	<b>85</b>
<b>6.</b>	<b>Conclusiones y recomendaciones.....</b>	<b>105</b>
6.1	Conclusiones.....	105
6.2	Recomendaciones.....	106
	<b>Anexo A. Estudios que abordan la asociación entre exposición ocupacional y ambiental a plaguicidas y la morbilidad-mortalidad por suicidio.....</b>	<b>108</b>
	<b>Anexo B. Datos departamentales y municipales periodo 2009-2018.....</b>	<b>109</b>
	<b>Bibliografía.....</b>	<b>110</b>

## Lista de figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 2-1. Principales factores de riesgo de suicidio .....	19
Figura 2-2. Vías de exposición ambiental a plaguicidas. ....	22
Figura 4-1. Casos de intento suicida según sexo y grupo etario, Colombia, 2009-2018.....	44
Figura 4-2. Tasas ajustadas de incidencia de intento suicida en población mayor de 15 años, según departamentos, Colombia, periodo 2009-2018 .....	47
Figura 4-3. Tasas ajustadas de incidencia de intento suicida en población mayor de 15 años, según municipios, Colombia, periodo 2009-2018.....	48
Figura 4-4. Casos de suicidio según sexo y grupo etario, Colombia, 2009-2018 .....	51
Figura 4-5. Tasas ajustadas de mortalidad por suicidio por 100 000 habitantes en población mayor de 15 años, según departamento, Colombia, periodo 2009-2018 .....	54
Figura 4-6. Tasas ajustadas de mortalidad por suicidio por 100 000 habitantes en población mayor de 15 años, según municipios, Colombia, periodo 2009-2018.....	56
Figura 4-7. Ubicación de conglomerados de intento suicida y suicidio en población mayor de 15 años, Colombia, periodo 2009-2018.....	58
Figura 4-8. Casos de intoxicaciones agudas por plaguicidas según sexo y grupo etario, Colombia, 2009-2018 .....	59
Figura 4-9. Tasas ajustadas de incidencia de intoxicación aguda por plaguicidas en población mayor de 15 años, según departamento, Colombia, periodo 2009-2018 .....	62
Figura 4-10. Tasas ajustadas de incidencia de intoxicación aguda por plaguicidas en población mayor de 15 años, según municipios, Colombia, periodo 2009-2018.....	63
Figura 4-11. Superposición de conglomerados de intento suicida, suicidio e intoxicación aguda por plaguicidas, Colombia, 2009-2018.....	66
Figura 4-12. Área dedicada a cultivos agrícolas, Colombia, periodo 2009-2018 .....	68
Figura 4-13. Área destinada a cultivos ilícitos (coca y amapola), Colombia, 2009-2018 .....	73
Figura 4-14. Indicadores de uso de plaguicidas por área cultivada (kg/ha), Colombia, 2009-2018..	75
Figura 4-15. Matriz de correlación de variables según departamentos, Colombia 2009-2018. ....	78
Figura 4-16. Matriz de correlación de variables según municipio, Colombia 2009-2018. ....	81



## Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1-1. Estudios que abordan la asociación entre exposición ocupacional y ambiental a plaguicidas y la morbilidad-mortalidad por suicidio.....	11
Tabla 2-1. Clasificación y etiquetado de plaguicidas según categoría toxicológica. ....	21
Tabla 2-2. Dosis de utilizadas en la aspersión aérea con Glifosato.....	26
Tabla 2-3. Serie histórica de aspersión aérea con glifosato de cultivos ilícitos (hectáreas), Colombia 2009 -2015. ....	26
Tabla 3-1. Estándares estadísticos para tabulación de la mortalidad en Colombia. ....	30
Tabla 4-1. Tasas de incidencia de intento suicida por 100 000 habitantes, en población mayor de 15 años, según sexo, Colombia, 2009-2018 .....	45
Tabla 4-2. Resultados de análisis temporal de JoinPoint para tasas de incidencia de intento suicida en población mayor de 15 años según sexo, Colombia, 2009 -2018.....	46
Tabla 4-3. Conglomerados de intento suicida en población mayor de 15 años, Colombia, periodo 2009-2018. ....	50
Tabla 4-4. Tasas de mortalidad por suicidio por 100 000 habitantes, en población mayor de 15 años, según sexo, Colombia, 2009-2018.....	52
Tabla 4-5. Resultados de análisis temporal de JoinPoint para tasas de mortalidad por suicidio en población mayor de 15 años según sexo, Colombia, 2009 -2018.....	53
Tabla 4-6. Conglomerados de suicidio en población mayor de 15 años, Colombia, periodo 2009-2018. ....	57
Tabla 4-7. Tasas de incidencia de intoxicación aguda por plaguicidas por 100 000 habitantes, en población mayor de 15 años, según sexo, Colombia, 2009-2018.....	60
Tabla 4-8 Resultados de análisis temporal de JoinPoint para tasas de incidencia de Intoxicación Aguda por Plaguicidas en población mayor de 15 años según sexo, Colombia, 2009 -2018.....	61
Tabla 4-9. Conglomerados de intoxicaciones agudas por plaguicidas en población mayor de 15 años, Colombia, periodo 2009-2018.....	64
Tabla 4-10. Área cultivada de productos agrícolas en hectáreas por departamento, Colombia 2009-2018 .....	69
Tabla 4-11. Serie histórica de cultivos de coca (hectáreas), Colombia 2009 – 2018. ....	71
Tabla 4-12. Serie histórica de cultivos de amapola (hectáreas), Colombia 2009 – 2016.....	71
Tabla 4-13. Producción, comercialización y consumo aparente de plaguicidas (kg), Colombia, 2009 -2018 .....	74
Tabla 4-14. Relación entre el consumo aparente de plaguicidas y la superficie cultivada (kg/ha), Colombia, 2009-2018 .....	75

Tabla 4-15. Resultados modelos de regresión con datos panel, intento suicida, según departamentos, Colombia 2009-2018. ....	79
Tabla 4-16. Resultados modelos de regresión con datos panel, suicidio, según departamentos, Colombia 2009-2018. ....	80
Tabla 4-17. Resultados modelos de regresión con datos panel, intento suicida, según municipios, Colombia 2009-2018. ....	82
Tabla 4-18. Resultados modelos de regresión con datos panel, suicidio, según municipios, Colombia 2009-2018. ....	83

## Lista de abreviaturas

### Abreviaturas

<b>Abreviatura</b>	<b>Término</b>
<i>AVAD</i>	Años de vida ajustados en función de la discapacidad
<i>AVPP</i>	Años de vida perdidos por muerte prematura
<i>CNPV</i>	Censo Nacional de Población y Vivienda
<i>DALY</i>	Años de vida ajustados por discapacidad
<i>DANE</i>	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
<i>DE</i>	Desviación estándar
<i>FAO</i>	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
<i>ICA</i>	Instituto Colombiano Agropecuario
<i>IPS</i>	Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud
<i>MADR</i>	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
<i>OMS</i>	Organización Mundial de la Salud
<i>OPS</i>	Organización Panamericana de la Salud
<i>PAN</i>	Red de Acción en Plaguicidas
<i>PCA</i>	Porcentaje de cambio anual
<i>PECAT</i>	Programa de Erradicación de Cultivos Ilícitos mediante Aspersión Terrestre con el Herbicida Glifosato
<i>PECIG</i>	Programa de Erradicación de Cultivos Ilícitos mediante la Aspersión Aérea con Glifosato
<i>RIPS</i>	Registros Individuales de Prestación de Servicios de Salud
<i>RUAF-ND</i>	Registro Único de Afiliados - módulo de Certificación de Nacimientos y Defunciones
<i>SESPM</i>	Modelo de Prevención Social – Ecológico
<i>SIMCI</i>	Sistema Integrado de Monitoreo de Cultivos Ilícitos
<i>SISPRO</i>	Sistema Integrado de Información de la Protección Social
<i>SIVIGILA</i>	Sistema de Vigilancia en Salud Pública
<i>UNODC</i>	Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito
<i>UPGD</i>	Unidades Primarias Generadoras de Datos



# Introducción

El suicidio es un fenómeno social relevante que ocasiona sufrimiento al individuo afectado, su familia o allegados y a la sociedad, también es un problema de importancia en salud pública; la Organización Mundial de la Salud (OMS) [1] estima que el 1.3% de las muertes a nivel mundial son por esta causa con una tasa estandarizada por edad de 9.0 por cada 100 000 habitantes para el año 2019 y que los casos de intento de suicidio pueden ser 20 veces más frecuentes que los de suicidio; con lo cual el intento de suicidio es el principal factor de riesgo del suicidio.

Dada la importancia epidemiológica y social de la conducta suicida en las décadas recientes se han generado diferentes modelos explicativos que contribuyen a la comprensión del fenómeno y que proveen de nueva información para la adopción de medidas preventivas. En la actualidad se reconoce que la conducta suicida es un fenómeno complejo y multicausal en el cual existe una gran diversidad de factores involucrados en su aparición y evolución; encontrándose factores de riesgo presentes en diferentes niveles de agrupación - individual, factores comunitarios o sociales, factores biológicos y ambientales -. En relación con los factores de riesgo ambientales, algunos investigadores sugieren que la exposición a plaguicidas puede estar relacionada con la incidencia del suicidio en el nivel ecológico; dado que se ha documentado que la exposición a plaguicidas se asocia con trastornos psiquiátricos y los trastornos del estado del ánimo, incluyendo depresión y conducta suicida [2,3].

La asociación positiva entre la depresión y la exposición ocupacional a plaguicidas, principalmente a organofosforados, se ha reportado en trabajadores agrícolas o residentes en zonas con uso intensivo de plaguicidas [4–6]. La afectación del estado de ánimo y el mayor riesgo de desarrollar depresión puede estar relacionado con los efectos neurotóxicos de algunos plaguicidas durante la intoxicación aguda y a partir de la exposición ocupacional y ambiental continuada a bajas dosis (intoxicación subaguda o crónica). En el grupo de los organofosforados la evidencia sugiere que la inhibición de la enzima acetilcolinesterasa (AChE) causa cambios en la función periférica, autónoma y del sistema nervioso central (crisis colinérgica) interrumpiendo el normal funcionamiento de otros neurotransmisores, algunos involucrados en la regulación del estado de ánimo, como la serotonina o 5-hidroxitriptamin (5-HT) [7].

En pruebas de laboratorio con animales se identificó que la exposición repetida a bajas dosis de Clorpirifos – del grupo de los organofosforados - modifica la expresión de los receptores de la serotonina 5-HT<sub>1A</sub> y 5HT<sub>2C</sub> presentes en áreas pre y postsinápticas del córtex cerebral, teniendo como

resultado los cambios en el estado del ánimo [8]; de igual manera, existe evidencia que sugiere que la exposición a bajas dosis de organofosforados interfiere en la acción de neurotransmisores que regulan el estado de ánimo, como el glutamato y el ácido gamma-aminobutírico – GABA [9].

La conducta suicida está estrechamente relacionada con la depresión, por ende, la exposición a plaguicidas y la presencia de síntomas depresivos puede incrementar en forma considerable el riesgo de desarrollar ideación suicida o cometer suicidio; algunos estudios reportan que los trabajadores agrícolas y residentes en áreas con uso intensivo de plaguicidas presentan tasas elevadas de suicidio al ser comparados con población general [7,10]. No obstante, es necesario señalar que el desarrollo de conductas suicidas en este grupo poblacional depende de una gran diversidad de factores y no siempre es precedida por episodios depresivos, también son resultado de comportamientos impulsivos y agresión influenciado por la respuesta individual a niveles elevados de cortisol [11,12].

Colombia es un país latinoamericano con vocación agrícola y un elevado consumo de plaguicidas; según los indicadores de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO en el año 2019 Colombia se ubicó en el puesto 7 entre los países con mayor uso de plaguicidas agrícolas; así mismo, en los últimos años en el país se registró uso elevado de plaguicidas por hectárea cultivada en comparación con los países de la región de las Américas y el mundo [13]. De igual manera, en años recientes se identificó un aumento en el número de suicidios e intentos de suicidio a nivel nacional; aunque las tasas de mortalidad por suicidio son menores que el promedio mundial y regional, es motivo de preocupación, especialmente porque los suicidios involucran población joven, campesina y trabajadores del campo o residentes en el área rural [14].

En este contexto; el análisis de los factores de riesgo ambientales de la conducta suicida constituye un campo emergente para la investigación en salud pública y puede contribuir con información adicional que amplíe la comprensión de la conducta suicida. Por otra parte, dadas las condiciones favorables en Colombia para la exposición a plaguicidas y el incremento observado en el número de casos de suicidio e intento de suicidio, este estudio pretende responder la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo se asocia la exposición a plaguicidas con los intentos suicidas y suicidios ocurridos en Colombia durante el periodo 2009-2018 desde un enfoque poblacional?

Este documento está organizado en seis capítulos, en el primero se contextualiza y problematiza el fenómeno de estudio y se presentan las razones que justifican la realización del proyecto de investigación. En el segundo capítulo, se incluye una descripción de los aspectos relacionados con la evolución, factores de riesgo y prevención de la conducta suicida (intento suicida y suicidio); así mismo, se presentan las generalidades de los plaguicidas y se contextualiza la exposición a estas sustancias en Colombia. En el tercer capítulo se describe el diseño metodológico propuesto para el logro de los objetivos de la investigación. En el cuarto capítulo se relacionan los principales hallazgos de este estudio; los cuales son discutidos y analizados en el quinto capítulo y finalmente, en el capítulo seis se presentan las conclusiones y recomendaciones derivadas de los resultados del estudio.

# 1. Capítulo: Problema de investigación

## 1.1 Definición del problema

Los plaguicidas son sustancias o mezclas de sustancias con ingredientes químicos o biológicos destinados a repeler, destruir o controlar cualquier plaga o a regular el crecimiento de las plantas [15]. Su uso se ha extendido notablemente con diferentes propósitos en la agricultura, ganadería, mantenimiento de reservas de agua, jardinería, control de cultivos ilícitos y en el control de vectores de enfermedades de importancia para la salud pública [16]. En la agricultura el uso rutinario de plaguicidas es importante para la protección efectiva frente a las plagas y aumentar la productividad de los cultivos.

Los plaguicidas químicos se pueden clasificar a partir de diferentes criterios, según su composición química, el organismo que se desea controlar, su vida media y su toxicidad [17,18]. La clasificación toxicológica más utilizada es la recomendada por la Organización Mundial de la Salud – OMS, basada en la dosis que provoca mortalidad a un grupo de ratas utilizadas en la experimentación, esta clasificación contempla 4 categorías toxicológicas (IA extremadamente peligroso, IB altamente peligroso, II medianamente peligroso y III ligeramente peligroso) y determina, entre otras cosas, las características del etiquetado comercial del producto [19].

La exposición a plaguicidas se da a través de rutas directas e indirectas; la ruta directa ocurre cuando existe contacto con la sustancia, generalmente asociado a su manipulación o uso (ocupacional o intencional), mientras que la ruta de exposición indirecta o accidental ocurre por el contacto con agua, aire, polvo, ropa o comida contaminada con los plaguicidas; aunque también es común el contacto por convivencia o proximidad con una persona que ha manipulado plaguicidas, generalmente miembros del núcleo familiar o de los consumidores finales del producto tratado [20,21]. Las vías de ingreso al organismo son: inhalatoria, oral, dérmica, ocular, ótica o parenteral - intramuscular, subcutánea o intravenosa- [22].

Actualmente, no es posible conocer las estadísticas sobre el número de personas expuestas a plaguicidas a nivel mundial, las proyecciones realizadas por la organización no gubernamental Red de Acción en Plaguicidas (PAN por sus siglas en inglés) indican que la exposición a largo plazo puede

afectar a 41 millones de personas alrededor del globo [23]; asimismo, según las estimaciones de la OMS la ingestión prevenible de plaguicidas ha ocasionado alrededor de 186000 muertes y 4420000 años de vida ajustados por discapacidad (DALY) [24].

A pesar de la popularidad y el incremento constante en su utilización, los plaguicidas plantean serias inquietudes sobre su potencial de causar daños en el ambiente y la salud humana. Numerosos estudios epidemiológicos, realizados principalmente en poblaciones agrícolas, han demostrado la asociación entre diferentes niveles de exposición a plaguicidas y la aparición de resultados clínicos negativos [24,25]. Los efectos en la salud están determinados por la exposición directa o indirecta a los plaguicidas y clasificados en función del tiempo de exposición en agudos y crónicos; siendo la intoxicación aguda el efecto más común.

Los efectos agudos de la intoxicación por plaguicidas se manifiestan dentro de las 48 horas posteriores a la exposición, la sintomatología varía de acuerdo con la vía de ingreso al organismo, la susceptibilidad individual, las propiedades físicas y químicas del producto utilizado, las circunstancias de la exposición en términos de dosis, frecuencia, condiciones ambientales, uso de elementos de protección personal y exposición a otras sustancias químicas. Los efectos pueden ser locales o sistémicos con síntomas respiratorios, neurológicos, cardiovasculares, endocrinos, gastrointestinales, renales o alérgicos [26].

Se calcula que los plaguicidas son los responsables de 200000 intoxicaciones agudas cada año, de las cuales el 99% ocurren en los países con ingresos bajos debido a la vocación agrícola de estas naciones, las deficientes regulaciones en salud laboral y las políticas de control que permiten la comercialización y uso de plaguicidas altamente tóxicos que están prohibidos o restringidos en países con altos ingresos [23,24]; también son factores importantes las prácticas utilizadas por los agricultores, caracterizadas por el uso de equipos de aplicación con deficientes medidas de mantenimiento, las prácticas inseguras de almacenamiento, las inadecuadas medidas de higiene personal o la reutilización de recipientes para almacenamiento de alimentos y agua, entre otros [20,27,28].

En Colombia este aspecto es relevante, en tanto que es un país con una amplia tradición agrícola y potencial productivo; la agricultura ha tenido un papel estratégico en el desarrollo social y económico del país [29], según los resultados del censo nacional de población y vivienda del año 2018, alrededor de 9.5 millones de habitantes residen en el área rural (7.1% centro poblado y 15.1% rural disperso), equivalente al 22.2% de la población colombiana [30]; además, el sector agropecuario emplea al 16% de la población laboralmente activa del país [31].

Por otra parte, en Colombia se utilizan plaguicidas químicos sintéticos a gran escala en labores agrícolas y ganaderas, se calcula que para el año 2016 el consumo aparente de plaguicidas por área cultivada en el país fue de 13.17 kg/ha, cifra muy superior al promedio mundial (2.57 kg/ha) y de los países de América del Sur (4.85 kg/ha)[32], configurándose en el país un escenario propicio que

favorece la exposición directa e indirecta de los trabajadores agrícolas y pobladores de zonas rurales a estas sustancias y la aparición de efectos en la salud derivados de esta exposición.

Se estima que en Colombia las intoxicaciones por plaguicidas corresponden a 28% del total de las intoxicaciones por sustancias químicas [33–36]. Según los datos del Sistema Integrado de Información de la Protección Social (SISPRO) en el periodo comprendido entre el año 2007 y 2017 se reportaron al Sistema de Vigilancia en Salud Pública – SIVIGILA 89709 casos de intoxicaciones agudas por plaguicidas<sup>1</sup>, equivalente a un promedio anual de 8155 casos. Entre los casos reportados se incluyen las intoxicaciones derivadas de la exposición ocupacional, exposición accidental o deliberada con fines suicidas y homicidas.

Del total de casos reportados, 1697 (1.9%) casos tuvieron desenlaces fatales, por otra parte, el 64.7% de los casos de intoxicación y el 60.3% de las defunciones reportadas corresponden a individuos en edad productiva (entre los 20 y 49 años). La distribución de acuerdo con el área geográfica de ocurrencia del evento fue 55.9% en la cabecera municipal, 33.3% en área rural dispersa y 10.8% en centro poblado, en relación con el departamento de ocurrencia del evento se evidencia que en ese periodo las intoxicaciones por plaguicidas se concentraron en los departamentos caracterizados por la vocación agropecuaria y la extensión de área sembrada de cultivos agroindustriales así: Antioquia (9653 casos), Valle del Cauca (7498 casos), Huila (7466 casos) y Nariño (5283 casos).

Los reportes estadísticos oficiales indican que se reportaron 3531 casos de intoxicaciones por plaguicidas en el año 2018 [35], 3921 casos en 2019 [37] y 3297 casos de intoxicaciones con estas sustancias en 2020 [38]; si bien es cierto que el número de casos reportados de intoxicación por plaguicidas ha disminuido en los últimos años, aún afecta a un número considerable de individuos, genera al sistema de salud costos derivados de la atención médica y la rehabilitación de las personas afectadas; asimismo, ocasiona pérdidas de vidas y sufrimiento al individuo y su familia.

Además de las intoxicaciones agudas son importantes los efectos crónicos en la salud resultado de la exposición continuada a plaguicidas. Los efectos crónicos que mayor interés han suscitado en la comunidad científica son los diferentes tipos de cáncer – próstata, hígado, leucemia, entre otros, - [25,39–42]; trastornos neurológicos - enfermedades de Parkinson y Alzheimer y esclerosis lateral amiotrófica – [43–45]; trastornos cognitivos [46,47]; trastornos endocrinos - principalmente diabetes mellitus tipo II- [48–50]; trastornos reproductivos [51,52], trastornos del desarrollo y crecimiento infantil [53], problemas respiratorios [54,55] y trastornos psiquiátricos y dentro de estos los trastornos del estado del ánimo [5,56].

En relación con los trastornos del estado de ánimo, el interés investigativo se ha centrado en el estrés psicológico, la ansiedad, la depresión y la conducta suicida [57]. Algunos autores sostienen

---

<sup>1</sup> Según sexo: 47109 casos (52.5%) son hombres, 33545 (37.4%) son mujeres y 9055 (10.5% no definido o no reportado en la ficha de notificación).

que existe una asociación positiva entre depresión<sup>2</sup> y la exposición ocupacional continuada a plaguicidas, especialmente del grupo de los organofosforados<sup>3</sup>, en individuos que desarrollan actividades relacionadas con la agricultura [4–6]. La asociación entre depresión y exposición a plaguicidas persiste cuando se estudian otros factores de riesgo de depresión como la edad, sexo, estado civil, consumo de alcohol, estado de salud y dificultades financieras [58–60].

El mecanismo que genera el mayor riesgo de desarrollar depresión en trabajadores agrícolas aún no es claro, se cree que puede estar relacionado con los efectos neurotóxicos ocasionados por algunos plaguicidas durante la intoxicación aguda y a partir de la exposición ocupacional y ambiental continuada a bajas dosis (intoxicación subaguda o crónica). En el caso particular de los organofosforados la evidencia sugiere que la inhibición de la enzima acetilcolinesterasa (AChE) causa cambios en la función periférica y autónoma del sistema nervioso central (crisis colinérgica) interrumpiendo el normal funcionamiento de otros neurotransmisores, algunos involucrados en la regulación del estado de ánimo, como la serotonina o 5-hidroxitriptamin (5-HT) [7].

En pruebas de laboratorio con animales se identificó que la exposición repetida a bajas dosis de Clorpirifos – del grupo de los organofosforados - modifica la expresión de los receptores de la serotonina 5-HT<sub>1A</sub> y 5HT<sub>2C</sub> presentes en áreas pre y postsinápticas del córtex cerebral, teniendo como resultado los cambios en el estado del ánimo [8]; de igual manera, existe evidencia que sugiere que la exposición a bajas dosis de organofosforados interfieren en la acción de neurotransmisores que regulan el estado de ánimo, como el glutamato y el ácido gamma-aminobutírico – GABA [9].

La exposición a plaguicidas y la presencia de síntomas depresivos pueden incrementar en forma considerable el riesgo de desarrollar ideación suicida o cometer suicidio; existe evidencia que reporta que los trabajadores agrícolas y residentes en áreas con uso intensivo de plaguicidas presentan tasas elevadas de suicidio al ser comparados con población general [7,10]. No obstante, es necesario señalar que el desarrollo de conductas suicidas en este grupo poblacional depende de una gran diversidad de factores y no siempre es precedida por episodios depresivos, sino como resultado de comportamientos impulsivos y agresión [11,61], este tipo de comportamiento puede estar influenciado por la respuesta individual a niveles elevados de cortisol [12].

Los primeros reportes de la posible relación existente entre la exposición a plaguicidas y el suicidio se remontan a la década de 1990, las primeras investigaciones identificaron el incremento de la incidencia de depresión y ansiedad y el aumento de las tasas de suicidio de agricultores, muchos de

---

<sup>2</sup> La depresión es un trastorno mental de origen multicausal, en el que confluyen factores genéticos, biológicos, psicológicos, sociales y ambientales [256]; se caracteriza por síntomas afectivos (tristeza patológica, disminución del interés en actividades usualmente placenteras) acompañados, en mayor o menor medida, por síntomas cognoscitivos, somáticos y psicomotores [257]. Según CIE-11: episodio depresivo y trastorno depresivo recurrente y según DSM-V: episodio depresivo mayor y trastorno depresivo mayor.

<sup>3</sup> Los organofosforados son el grupo de plaguicidas de mayor uso y los responsables de la mayoría de las intoxicaciones por plaguicidas a nivel mundial.

estos hallazgos fueron fortuitos en estudios epidemiológicos desarrollados con otros propósitos [62,63]. Desde entonces la evidencia sobre la asociación entre la exposición a plaguicidas y el intento de suicidio o suicidio ha incrementado [10,57]; sin embargo, los datos epidemiológicos siguen siendo insuficientes, entre otras razones por las dificultades metodológicas para la evaluación de la exposición a plaguicidas a nivel individual y ambiental con lo cual se utilizan variables sustitutivas (proxys) y fuentes de información secundarias.

A nivel poblacional, se han desarrollado estudios ecológicos que evidencian la asociación entre la exposición ambiental a plaguicidas y las tasas de intento de suicidio. Parrón et al. (2011) identificaron en la región de Andalucía – España que las áreas con mayor presencia de actividad agrícola y uso de plaguicidas presentan mayores tasas de prevalencia de intentos de suicidios (OR 1.87 IC 95% 1.67 – 2.08), este estudio también identificó que el riesgo de intento de suicidio es mayor en hombres que en mujeres (OR 2.00 en hombres frente a 1.77 en mujeres, respectivamente) [64]. Por su parte, estudios ecológicos realizados en Brasil identificaron que el riesgo relativo de intento de suicidio (RR 2.92 IC 95% 2.70–3.16) y riesgo de muerte por suicidio (OR 2.61, IC 95%, 2.03 –3.35) es mayor en trabajadores agrícolas en regiones con uso intensivo de plaguicidas al ser comparados con la población general [65], estos resultados se mantienen al realizar comparaciones con residente en áreas urbanas o zonas no agrícolas [65–67].

En relación con la posible asociación entre la exposición a plaguicidas y el desarrollo de ideación suicida, existe evidencia que sugiere que los individuos con antecedentes de intoxicación con plaguicidas tienen mayor riesgo de desarrollar ideación suicida, un estudio desarrollado en Corea del Sur reporta un OR 2.48 (IC 95% 1.26 – 4.91) en presencia de antecedentes de una intoxicación por plaguicidas y OR 3.02 (IC 0.83 -10.89) con más de una hospitalización por intoxicación por plaguicidas [68]. Resultados similares presenta un estudio realizado en Costa Rica en individuos con antecedentes de intoxicación con inhibidores de la acetilcolinesterasa (organofosforados y carbamatos) (OR: 3.58 95% IC 1.45 a 8.84) [69]. Por otra parte, la evidencia proveniente de estudios de corte transversal desarrollados en Corea del Sur sugiere que el riesgo de desarrollar ideación suicida se incrementa a medida que aumenta el tiempo de exposición a plaguicidas así: un OR de 1.32 (IC 95% 0.69 – 2.54) para 10 a 49 días de exposición y un OR de 1.98 (IC 95% 0.82 – 4.75) para exposiciones superiores a 50 días [70]. Los resultados de un estudio transversal realizado con 9811 residentes de área rural en la provincia de Zheijlan - China sostienen que además de la exposición ocupacional a plaguicidas el almacenamiento inadecuado de estas sustancias en los hogares puede incrementar el riesgo de desarrollar ideación suicida (OR 1.63 IC 95% 1.13 a 2.35) [61].

El incremento en el riesgo de desarrollar conducta suicida en los trabajadores agrícolas o residentes en zonas rurales es una situación que requiere mayor investigación, al considerar que con frecuencia en las zonas rurales convergen inequidades sociales, políticas y económicas que dificultan el acceso de forma oportuna a acciones de promoción de la salud mental, prevención, identificación y manejo oportuno de las alteraciones de los estados de ánimo [10,57,66], con lo cual se configuran barreras que favorecen el desarrollo de la conducta suicida o el suicidio; desenlaces que revisten de gran

importancia, en tanto que la morbilidad y mortalidad por suicidio son un problema de salud pública y salud mental de grandes proporciones y con tendencia al aumento a nivel mundial.

La OMS estima que la tasa anual mundial de suicidio, normalizada según la edad, es de 11.4 por 100 000 habitantes (15.0 entre hombres y 8.0 entre mujeres), equivalente a alrededor de 800 000 muertes por suicidio cada año, las tasas varían en cada región y grupo etario dependiendo de diferentes factores<sup>4</sup>. Se calcula que alrededor del 75.5% de suicidios ocurren en países de ingresos bajos y medianos, muchos de los cuales se presentan en áreas rurales. A nivel mundial, el suicidio es la segunda causa de muerte en el grupo etario de 15 a 29 años, constituyendo el 1.5% de los años de vida ajustados en función de la discapacidad (AVAD) y un valor significativo de años de vida perdidos por muerte prematura (AVPP) [71].

La situación en Colombia no es ajena a la tendencia internacional, la tasa de suicidio en población colombiana paso de 4.58 a 5.72 por 100 000 habitantes en el periodo de 2008 a 2017 [14]. Para el año 2017 se reportaron al SIVIGILA 24062 intentos de suicidio equivalente a una tasa de 52.4 por 100 000 habitantes [72], mientras que 2274 personas fallecieron por lesiones autoinfligidas [73], las diferencias por sexo son similares a las observadas a nivel mundial, por cada 10 mujeres que se suicidaron en el país lo hicieron 44 hombres. Aunque las tasas de mortalidad por suicidio son menores que el promedio mundial y regional, es motivo de preocupación, especialmente porque los suicidios involucran población económicamente activa<sup>5</sup>; así mismo, se evidencia el incremento notable del suicidio en población campesina y trabajadores del campo o residentes en el área rural y centros poblados, como corregimientos y caseríos [14].

No es posible determinar con certeza los factores que pueden asociarse con el comportamiento de la morbilidad y mortalidad por suicidio en población campesina y trabajadores del campo o residentes en el área rural colombiana, a pesar de que en el país se han desarrollado estudios enfocados en la identificación de los factores de riesgo individuales, sociales, políticos o económicos [74–76], y la comparación de las tasas de suicidio en áreas urbanas y rurales [77]. Así mismo, en Colombia, no es posible determinar el rol que desempeña la exposición a plaguicidas en el desarrollo de la conducta suicida o el suicidio, en tanto que los estudios epidemiológicos y toxicológicos desarrollados en el país se enfocan en los efectos en la salud física derivados de la intoxicación aguda y la exposición crónica - directa e indirecta - a estas sustancias y la utilización de los plaguicidas como medio para cometer suicidio [78]; con lo cual la investigación sobre la posible asociación entre la exposición a plaguicidas y el intento de suicidio o suicidio permanece relativamente inexplorada.

---

<sup>4</sup> Para la región de las Américas las tasas de mortalidad por suicidio se estiman en 9.09 por 100.000 habitantes [71].

<sup>5</sup> Según cifras del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, en el año 2017 la mayoría de los suicidios en Colombia (44.7%) se produjeron en edades comprendidas entre los 20 y los 39 años y entre los 40 y los 59 (25.1%).

## 1.2 Pregunta de investigación

Con este marco de referencia se propone la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo se asocia la exposición a plaguicidas con los intentos suicida y suicidios ocurridos en Colombia durante el periodo 2009-2018 desde un enfoque poblacional?

## 1.3 Justificación

El suicidio es considerado un problema significativo para la salud pública y la salud mental a nivel mundial, en respuesta al incremento en la mortalidad (suicidio) y morbilidad (intento de suicidio) durante las últimas décadas, principalmente en población joven y en edad productiva [71]. Este fenómeno tiene profundas implicaciones a nivel individual, familiar, social debido a que el suicidio no solamente afecta al individuo, también tiene impacto de manera inmediata y a largo plazo en los sobrevivientes o personas cercanas al fallecido, como cónyuges, padres, hijos, familiares, amigos y compañeros de trabajo, quienes requieren atención y apoyo. De igual manera, desde el punto de vista económico, son importantes los costos directos derivados de la atención en salud por intento de suicidio [79] y la disminución de ingresos al sistema de Seguridad Social Integral por pérdida de productividad laboral y los años potenciales de vida perdidos (APVP) por la muerte prematura y evitable de población económicamente activa [80].

La conducta suicida y por ende sus desenlaces fatales son en gran medida evitables, con lo cual, los esfuerzos de prevención son críticos; así mismo, es imperativa la identificación oportuna de la conducta suicida, la reducción de la estigmatización del suicidio y el reconocimiento de los factores sociales, culturales, de comportamiento, cognitivos, biológicos y ambientales involucrados; una evaluación adecuada proporciona una imagen completa de los factores que influyen en la autolesión ayudando a la prevención y comprensión del suicidio [71,81].

La definición de estrategias para la prevención del suicidio forma parte de las agendas de política pública de los países a nivel mundial y de los esfuerzos de la Organización Mundial de la Salud y su oficina regional para las Américas – OPS<sup>6</sup>. De igual manera, la prevención del suicidio es también un elemento relevante en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en tanto que la mortalidad prematura por lesiones autoinfligidas intencionalmente es un indicador del objetivo 3 dirigido a garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades<sup>7</sup>.

---

<sup>6</sup> La OPS/OMS ha reconocido la magnitud y relevancia de la conducta suicida y la ha denominado un imperativo global. La OPS incluye al suicidio como un indicador de impacto en la estrategia y plan de acción en salud mental definido en el 2014.

<sup>7</sup> Meta 3.4 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible: “De aquí a 2030, reducir en un tercio la mortalidad prematura por enfermedades no transmisibles mediante su prevención y tratamiento, y promover la salud mental y el bienestar”.

Teniendo en cuenta el sufrimiento personal y familiar que la conducta suicida ocasiona, los costos asociados a la utilización de los servicios de salud para la atención de las lesiones autoinfligidas, incluyendo en algunos casos la rehabilitación física dirigida a atender la discapacidad temporal o permanente secundaria a la lesión y la atención psicosocial que requiere el individuo posterior al evento, entre otros [71]. En Colombia, la prevención y atención integral de la conducta suicida fue incluida en las acciones del Plan Nacional de Salud Pública para las vigencias 2012–2021 y 2022-2031 en la dimensión de convivencia social y salud mental<sup>8</sup>; asimismo, está contenida en la Ley de Salud mental<sup>9</sup>; en la Política Nacional de Salud Mental<sup>10</sup>; en los lineamientos de la Política de Atención Integral en Salud – PAIS y en la Estrategia Nacional para la Prevención de la Conducta Suicida en Colombia adoptada en el año 2021 [82].

Recientes estudios enfocados en factores ambientales sostienen que la exposición a plaguicidas puede estar involucrada en el incremento de indicadores de morbilidad y mortalidad por suicidio en población campesina y rural como resultado de los efectos neurotóxicos de los plaguicidas que afectan a los neurotransmisores involucrados en la regulación del estado de ánimo, aspecto que puede favorecer la aparición de episodios depresivos graves [57] o el desarrollo de comportamientos de impulsividad y agresión [11,61] que de no ser atendidos oportunamente pueden desencadenar el intento suicida o el suicidio.

Sin embargo, los estudios que abordan la posible relación entre la morbilidad y mortalidad por suicidio y la exposición ocupacional o ambiental a plaguicidas son escasos y divergentes (ver Tabla 1-1). La evidencia disponible proviene principalmente estudios con enfoque poblacional o ecológico que recurren a fuentes de información secundaria sobre morbilidad y mortalidad por suicidio, (registros de estadísticas vitales y registros de prestación de servicios de salud de acuerdo con la clasificación internacional de enfermedades CIE-9 y CIE-10) e información sobre exposición a plaguicidas calculada a partir del consumo aparente o consumo per cápita de plaguicidas e información agrícola sobre área cultivada en las regiones y años analizados; por ende, sus resultados pueden verse limitados por la disponibilidad y la calidad de las fuentes de información utilizadas, así como las inferencias hechas a partir de los hallazgos.

El predominio de los estudios ecológicos responde a las dificultades prácticas para la evaluación de la exposición directa e indirecta a estas sustancias en el nivel individual, considerando la gran diversidad de plaguicidas existente (composición química, clasificación toxicológica, vida media), la

---

<sup>8</sup> La conducta suicida se incluye en Plan Nacional de Salud Pública 2012 -2021 en la dimensión prioritaria “convivencia y salud mental” y es retomada para la vigencia 2022-2031 del plan en la dimensión “salud mental” en la cual se establece como meta para el 2031 mantener la tasa de mortalidad por suicidio por debajo de 5 (ver Resolución número 1035 de 2022 del Ministerio de Salud y Protección Social).

<sup>9</sup> Congreso de la República de Colombia, Ley 1616 de 2013, por medio de la cual se expide la ley de Salud Mental y se dictan otras disposiciones.

<sup>10</sup> Adoptada mediante Resolución del Ministerio de Salud y Protección Social número 4856 de 2018 en cumplimiento de las disposiciones de la ley 1016 de 2013.

variedad de cultivos y usos en la agricultura, la multiplicidad de prácticas de aplicación utilizadas por los agricultores, incluyendo la mezcla de sustancias que dificultan la determinación de la relación dosis – respuesta en tanto que se desconoce la composición exacta de la mezcla; o las diversas características geográficas y meteorológicas de las zonas agrícolas donde se aplican plaguicidas que dificultan diferenciar entre la exposición ocupacional y ambiental [20,83].

Tabla 1-1. Estudios que abordan la asociación entre exposición ocupacional y ambiental a plaguicidas y la morbilidad-mortalidad por suicidio.

ESTUDIO	PAÍS	TIPO DE ESTUDIO	ASOCIACIÓN
<b>IDEACIÓN SUICIDA</b>			
Joo & Roh (2016)	Corea del Sur	Transversal	Sí
J. Kim et al. (2014)	Corea del Sur	Transversal	Sí
Wesseling et al. (2010)	Costa Rica	Transversal	Sí
Zhang et al. (2009)	China	Transversal	Sí
<b>INTENTO SUICIDA</b>			
Lyu et al.(2018)	China	Casos - controles	Sí
Parrón et al. (2011b)	España	Ecológico	Sí
<b>INTENTO SUICIDA Y SUICIDIO</b>			
Banerjee et al. (2013)	India	Transversal	No
Meyer et al. (2010)	Brasil	Ecológico	Sí
<b>SUICIDIO</b>			
Macfarlane et al. (2011)	Australia	Casos - controles	No
Pickett et al., (1998)	Canadá	Casos - controles	No
Stallones (2006)	Estados Unidos	Casos - controles	Sí
Van Wijngaarden (2003)	Estados Unidos	Casos - controles	Sí
Beard et al. (2011)	Estados Unidos	Cohorte prospectiva	No
Zhao et al (2020)	España	Cohorte prospectiva	No
Jung et al. (2019)	Corea del Sur	Cohorte prospectiva	Sí
Lee et al. (2007)	Estados Unidos	Cohorte prospectiva	Sí
Krawczyk et al. (2014)	Brasil	Ecológico	Sí
Xavier Faria et al. (2014)	Brasil	Ecológico	Sí
Xavier Faria et al. (2006)	Brasil	Ecológico	No
Parrón et al. (1996)	España	Ecológico	Sí
Pires et al. (2005)	Brasil	Ecológico	Sí

Fuente: Elaboración propia

Nota: La información sobre cada uno de los estudios relacionados en la tabla se encuentra disponible en el anexo A

En menor medida se encuentra evidencia proveniente de estudios de corte transversal, casos y controles y de cohorte prospectiva, los hallazgos de los estudios son igualmente divergentes. Este tipo de estudios también presentan algunas limitaciones metodológicas y prácticas, relacionadas con el tamaño de la muestra, los tiempos de seguimiento necesarios hasta la aparición del efecto objeto de estudio y los costos económicos para la realización del monitoreo biológico y toxicológico para la evaluación de la exposición, entre otros. Con frecuencia, los diseños metodológicos utilizados

no permiten la determinación de causalidad (estudios transversales y ecológicos) o plantean dificultades metodológicas para establecer la secuencia temporal causa - efecto (casos y controles).

Por otra parte, es necesario señalar que la asociación entre exposición ocupacional y ambiental a plaguicidas y la morbilidad-mortalidad por suicidio es un tema de reciente aparición con avances restringidos a un número pequeño de países. La temática ofrece un área emergente de estudio y requiere la realización de nuevos estudios que permitan ampliar la evidencia disponible y mejorar la comprensión de la naturaleza compleja de la exposición a plaguicidas y multicausal del intento de suicidio y suicidio. En este sentido, se hace necesaria la coordinación de esfuerzos investigativos desde diferentes áreas del conocimiento, diferentes enfoques y niveles de análisis que contribuyan a superar las dificultades metodológicas existentes para la determinar las características de la exposición directa e indirecta y establecer los mecanismos causales que se asocian con el suicidio.

En coherencia con lo enunciado, es pertinente la realización de un estudio ecológico, en tanto que permite una aproximación al comportamiento de la mortalidad y morbilidad por suicidio y contrastarlo con la exposición ambiental a plaguicidas mediante la utilización de los datos disponibles en los sistemas de información estadística y epidemiológica a nivel nacional; de igual manera, el enfoque ecológico permite abordar fenómenos complejos y explorar los determinantes sociales y ambientales, superando el enfoque tradicional de factores de riesgo; además, constituyen una alternativa para franquear las dificultades metodológicas y prácticas enunciadas que limitan la realización de estudios epidemiológicos a nivel individual y facilitan la comparación de resultados con la evidencia internacional disponible [84]. Un estudio ecológico permite considerar aspectos contextuales que pueden mediar la asociación considerando la heterogeneidad de los municipios y departamentos del país en cuanto a su tamaño, densidad poblacional, uso de la tierra y características geográficas y las particularidades sociales de Colombia relacionadas con el conflicto armado interno y la existencia de cultivos ilícitos, aspectos que diferencian a Colombia de los países donde previamente se ha abordado la temática.

Este proyecto pretende contribuir a la inclusión en la agenda investigativa nacional de la posible relación entre la exposición a plaguicidas y la conducta suicida; asimismo, proveer información epidemiológica que constituya un insumo para la realización de estudios a nivel individual dirigidos a obtener información detallada de la exposición directa e indirecta a plaguicidas en diferentes contextos, con lo cual se favorece el análisis meticuloso del fenómeno en áreas geográficas particulares en donde confluyen factores que incrementan la vulnerabilidad de los individuos y comunidades o existen barreras que impiden acceder a servicios de salud mental oportunamente. Por otra parte, se espera que los resultados de este proyecto contribuyan a la revisión de las políticas públicas existentes en lo concerniente a la comercialización, uso y aplicación de plaguicidas, a partir

de la inclusión de acciones e intervenciones que consideren a los plaguicidas no solamente un medio para el suicidio<sup>11</sup>, sino también una posible causa.

De igual forma, los hallazgos de este estudio pueden aportar en primer lugar, al fortalecimiento de los sistemas de vigilancia epidemiológica ambiental, ocupacional y de sistemas de alerta temprana y respuesta ante un intento suicida. En segundo lugar, a la identificación oportuna de los factores de riesgo ambientales que favorecen el deterioro de las condiciones de salud física y mental y al diseño de estrategias de prevención selectivas en el marco del modelo de atención integral en salud mental con enfoque territorial; finalmente, a la definición de mecanismos de seguimiento a los casos de intoxicaciones por plaguicidas, en tanto se ha demostrado mayor riesgo de desarrollar depresión y conducta suicida posterior a un evento de intoxicación aguda.

## 1.4 Objetivos

### 1.4.1 Objetivo general

Estimar la asociación entre la exposición a plaguicidas con el intento suicida y suicidio en Colombia durante el periodo 2009-2018.

### 1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar patrones de distribución geográfica de la incidencia del intento suicida y la mortalidad por suicidio.
- Comparar las tasas de incidencia del intento suicida y mortalidad por suicidio según la potencial exposición poblacional a plaguicidas.
- Identificar las covariables involucradas en la asociación entre la potencial exposición a plaguicidas y la incidencia del intento suicida y mortalidad por suicidio en el nivel poblacional.
- Analizar la asociación entre la incidencia del intento suicida y mortalidad por suicidio con algunos determinantes sociales y ambientales.

---

<sup>11</sup> Los plaguicidas han estado vinculados de forma cercana al intento de suicidio y suicidio, estas sustancias han sido ampliamente utilizadas como medio para autointoxicarse; se estima que el 30% de los suicidios a nivel mundial involucran estas sustancias [107], en Colombia el 16.61%[14].

## 2. Capítulo: Marco de referencia

### 2.1 Conducta suicida

La conducta suicida hace referencia a una diversidad de comportamientos que incluyen la ideación suicida (pensamientos pasivos sobre querer estar muerto o pensamientos activos sobre suicidarse), el comportamiento suicida (actos preparatorios que incluyen la formulación del método específico a través del cual se pretende morir), el intento suicida y el suicidio [85,86].

La conducta suicida es un fenómeno humano universal, complejo y multidimensional; es a su vez un tema social, un asunto de salud pública y un problema de salud mental. Asimismo, es un fenómeno ubicuo en todas las sociedades, en todas las culturas y a través del tiempo. Históricamente la conducta suicida ha estado vinculada a juicios de carácter religioso y moral, aunque estos juicios sociales difieren entre culturas y épocas [81]. Actualmente se reconoce que los comportamientos suicidas no son simplemente asuntos de conciencia, sino que involucran una gran variedad de factores de riesgo que interactúan entre sí aumentando la vulnerabilidad del individuo.

Diferentes autores sugieren que la conducta suicida es un continuo de ideas y comportamientos que progresa en el tiempo incrementando la severidad de las conductas; así las cosas, el suicidio se encuentra, en la mayoría de los casos, precedido por pensamientos suicidas y actos de preparación que pueden incluir la verbalización de la intención, selección y adquisición de los medios y preparativos para la propia muerte [87]. No obstante, el acto suicida puede responder a comportamientos impulsivos, poco planeados [85,86].

En relación con las transiciones entre las etapas de la conducta suicida el estudio realizado por Nock et al. [88] en 17 países, incluyendo a Colombia, estableció que el 60% de las transiciones entre la ideación, la planeación y el intento suicida ocurrieron en el primer año luego del inicio de la ideación; asimismo, sugieren que los individuos con ideación suicida tienen una probabilidad condicional de realizar alguna vez un plan de suicidio del 33.6% (DE 0.7) y de cometer alguna vez un intento de suicidio del 29,0% (DE 0.6); y la probabilidad de cometer un intento suicida entre los individuos con ideación sin un plan suicida es del 15.4% (DE 0.6) y con un plan definido se incrementa al 56,0% (DE

1.2). Por su parte, Sveticic & Leo [89] sostienen que las etapas de la conducta suicida, así como las transiciones entre estas etapas, están influenciados por factores genéticos y ambientales y sus interacciones recíprocas, por lo cual pueden ser fluctuantes en el tiempo y variadas en su intensidad.

Por otra parte, existen dificultades prácticas para establecer la prevalencia de la ideación suicida, la información epidemiológica disponible proviene principalmente de estudios comunitarios que indagan por la presencia de ideación o planes de suicidio en algún momento de la vida siendo reconocidos el estudio de intervención multicéntrico sobre comportamientos suicidas SUPRE-MISS desarrollado por la OMS en el año 2000 [90] que estimó la prevalencia de la ideación suicida entre el 2.6 y el 25.4 %, y de los planes entre el 1.1 y el 15.6 % . El estudio desarrollado por Nock et al. [88] estimó una prevalencia a lo largo de la vida de la ideación de 9.2%, la planeación de 3.1% y el intento suicida de 2.7% .

La conducta suicida ha sido objeto de estudio de diferentes áreas del conocimiento (biología, sociología, psicología, epidemiología y filosofía) que han contribuido en la generación de conocimiento y la construcción de una visión comprehensiva en torno a este fenómeno con lo cual se pueden encontrar explicaciones parsimoniosas y correlatos fisiológicos, psicosociales y culturales. En las décadas recientes se ha incrementado notablemente la comprensión sobre las alteraciones orgánicas que ocurren en el cerebro de las personas suicidas ubicando al suicidio como el resultado de estados emocionales negativos que impactan al individuo a nivel molecular, funcional, estructural y conductual.

Existe evidencia que vincula el riesgo de suicidio con el funcionamiento ejecutivo del cerebro, la desregulación del sistema nervioso simpático, inflexibilidad cognitiva; de igual forma existen correlatos neurobiológicos de modificaciones de la actividad serotoninérgica central, glutamatérgica y GABAérgica; además se han documentado cambios neuroanatómicos como reducciones volumétricas, expresión génica y disfunción en el hipocampo, núcleo dorsal del rafe, amígdala y corteza prefrontal [91,92]. La asociación relativa de estos factores con el riesgo de suicidio varía notablemente entre individuos y pueden interactuar, potenciándose o modulándose a lo largo de la vida, de tal manera que la conducta suicida tiene heterogeneidad etiológica y temporal [93].

Adicionalmente, existe una gran diversidad de términos para referirse a la conducta suicida, por lo cual en este trabajo se acogerán los términos “intento suicida” y “suicidio” los cuales se describen a continuación:

### 2.1.1 Intento suicida

El intento suicida o intento de suicidio forma parte de las conductas suicidas no fatales e incluye autolesiones caracterizadas así [85]:

- a) Conducta autoiniciada, potencialmente dañina,
- b) Presencia de intención de morir,
- c) Desenlace no fatal.

Estas tres características son incluidas en la definición de la OMS que describe el intento suicida como una “conducta potencialmente lesiva autoinfligida y sin resultado fatal, para la que existe evidencia implícita o explícita de intencionalidad de provocarse la muerte. Dicha conducta puede causar o no lesiones, independientemente de la letalidad del método”; esta definición es ampliamente aceptada en el contexto internacional y es adoptada por el Instituto Nacional de Salud del Colombia como la definición operativa de los casos de intento de suicidio confirmados clínicamente en el Sistema de Vigilancia en Salud Pública – SIVIGILA [94].

Los intentos suicidas deben distinguirse de las autolesiones no suicidas o los comportamientos autoagresivos, las cuales corresponden a conductas autolesivas sin objetivos suicidas derivadas de procesos de desregulación emocional (intolerancia a la frustración, impulsividad, entre otros). El objetivo de las conductas autolesivas no suicidas es la obtención de una falsa regulación emocional por medio de la disminución de emociones negativas y el enmascaramiento de sufrimiento emocional con el dolor físico [95].

El intento suicida lleva consigo cargas sociales y económicas debido a la utilización de servicios de salud para atender los efectos inmediatos y crónicos, incluyendo la discapacidad y efectos psicológicos y sociales para el afectado, su familia y comunidad [71]. Con frecuencia, los sobrevivientes a un intento suicida y su familia deben enfrentar conductas discriminatorias o estigma lo cual puede constituirse en un factor de riesgo adicional para el suicidio, en tanto que puede generar aislamiento, introspección y depresión o constituir una barrera para la atención en salud mental [96].

El intento de suicidio es el principal factor de riesgo del suicidio, se estima que los intentos de suicidio ocurren entre 20 y 40 veces más que los suicidios [71], se calcula que entre el 25% y el 30% de las muertes por suicidio están precedidas por un intento de suicidio en el año inmediatamente anterior [97]. Estudios reportan que entre el 2 y el 10% de los sobrevivientes de un intento de suicidio fallecerán por suicidio en el primer año después del intento y alrededor del 3% en los 5 años siguientes al primer intento [97,98].

En las últimas décadas se han fortalecido los sistemas de vigilancia epidemiológica del intento suicida; no obstante, buena parte de los estudios disponibles utilizan la información sobre el intento suicida proveniente de registros de atención médica, aspecto que supone una limitación debido a que puede existir subregistro teniendo en cuenta que se calcula que a nivel mundial solo entre el 22% y el 88% de las personas que comenten un intento de suicidio reciben atención médica [90].

Los factores de riesgo del intento de suicidio son los mismos que para el suicidio; sin embargo, los reintentos están asociados al sexo (hombres), la presencia de enfermedades mentales graves y el método utilizado en intentos previos [97,99]. Aunque un estudio de casos y controles realizado en Estados Unidos por Prabhakar et al. [100] sugiere que las personas que cometen un intento de suicidio reciben atención médica y son diagnosticadas con trastorno bipolar (OR=9.1 versus 36.3,  $p=.001$ ), consumo de sustancias (OR=7.8 versus 35.1,  $p=.001$ ) y trastornos de ansiedad (OR = 18.8 frente a 33.3,  $p = 0.001$ ) tienen menos probabilidades de morir después de un intento de suicidio en comparación con aquellas que no fueron diagnosticadas.

### 2.1.2 Suicidio

Existe una gran diversidad de definiciones del suicidio, muchas veces relacionado con el contexto en el que la definición se utilizará, encontrándose definiciones médicas, legales o sociales. No obstante, casi todas reconocen al suicidio como un acto de violencia autoinfligida [101]. El término suicidio tiene su origen etimológico en las palabras del latín *sui* (uno mismo) y *caedere* (matar), los registros históricos vinculan el uso inicial del término suicido a la obra *Religio medici* publicada en 1642 por Sir Thomas Browne [102].

La definición clásica del suicidio es la propuesta por el sociólogo francés Émile Durkheim (1897) quien describe al suicidio como “todo caso de muerte que resulte, directa o indirectamente, de un acto, positivo o negativo, realizado por la víctima misma, a sabiendas del resultado”, es decir, deliberadamente iniciado y realizado por el sujeto, sabiendo o esperando su resultado letal [103]. La Organización Mundial de la Salud, por su parte, entiende el suicidio como el “acto de matarse deliberadamente” [71].

Muchos investigadores conceptualizan el suicidio como un extremo de un espectro de pensamientos y comportamientos relacionados, que incluyen las conductas de ideación suicida (pensamiento suicida), conducta instrumental (amenaza suicida o plan suicida), intento de suicidio y suicidio [81]. En este sentido, el suicidio puede ser entendido como un evento o como un proceso en el cual las tendencias autodestructivas evolucionan gradualmente desde la ideación suicida hasta la muerte autoinfligida [104]. Las características y la duración del proceso suicida varían en cada individuo dependiendo de aspectos como su personalidad, sus condiciones de vida, su cultura, sus factores de riesgo, entre otros. Por lo anterior, en el proceso suicida no sólo intervienen factores en el nivel individual sino también del nivel interpersonal, comunitario, societal y ambiental [104].

En los siglos recientes se han desarrollado trabajos investigativos que proporcionan explicaciones parsimoniosas sobre el comportamiento suicida y han permitido un acercamiento a las causas del suicidio, las diferentes propuestas teóricas existentes coinciden en que el suicidio es un fenómeno devastador que puede tener muchas formas y motivaciones; las propuestas que mayor difusión

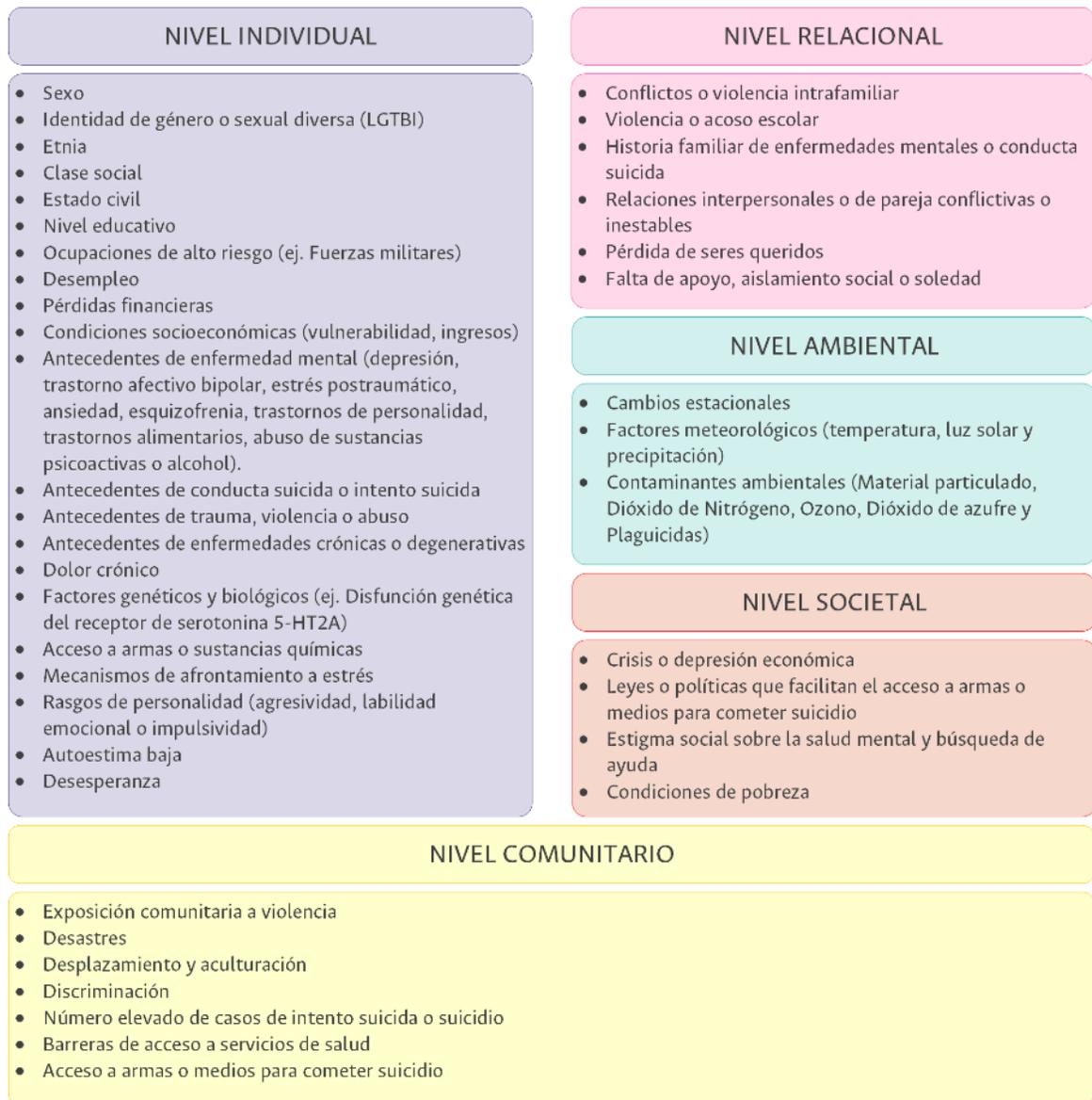
tienen son las teorías biológicas, teorías psicodinámicas, teoría sociológica de Durkheim (1897), teoría de la desesperanza de Beck y colegas (1985, 1990), teoría de escape de Baumeister (1990), la teoría de la desregulación emocional de Linehan (1993), teoría del dolor psíquico insostenible o *psychache* de Shneidman (1996), modelo de diátesis de estrés de Mann (1999) y la teoría interpersonal-psicológica de Joiner (2005). En términos generales se pueden agrupar las teorías en tres grandes grupos: un primer grupo que considera que el suicidio es causado por factores que están fuera del control del individuo (la visión determinista del suicidio); un segundo grupo que concibe al suicidio como un "grito de ayuda" o estrategia para reducir la angustia; y en tercer lugar, el suicidio como un fenómeno sociogénico en el que influyen notablemente las fuerzas sociales (perspectiva sociológica) [81,101,105].

La perspectiva sociológica del suicidio concedió importancia a las variables sociales y ecológicas involucradas en la conducta suicida, para esto fue fundamental el papel de Durkheim, quien analizó la asociación entre las tasas de suicidio y las condiciones sociales [103]; aunque las inferencias de Durkheim no están exentas de críticas y detractores, su trabajo contribuyó notablemente al desarrollo de investigaciones y el reconocimiento de los factores externos al individuo que pueden desencadenar el suicidio.

El modelo ecológico para comprender la violencia es utilizado por la OMS y la estrategia nacional de la conducta suicida de Colombia para el abordaje de los factores asociados con la conducta suicida, en tanto que las lesiones autoinfligidas constituyen un tipo de violencia física. El modelo ecológico reconoce factores en el nivel individual (factores biológicos, historia personal, psicológicos y emocionales); relacional (roles, vínculos y relaciones sociofamiliares); Comunitario (entornos de interacción social) y social (factores socioculturales y contextuales) [106].

La mayoría de los modelos reconocen que el riesgo de suicidio es el resultado de la interacción entre factores predisponentes (también conocidos como distales o diátesis), precipitantes (también conocidos como proximales, desencadenantes o de estrés) y de desarrollo (o mediadores) [92]. De igual manera, los modelos explicativos reconocen que la importancia relativa de los factores de riesgo varía entre individuos, su edad, su sexo y su contexto. En la Figura 2-1 se enuncian los factores de riesgo del suicidio, aunque es necesario señalar que el listado no es exhaustivo, teniendo en cuenta la gran diversidad de publicaciones y modelos explicativos existentes.

Figura 2-1. Principales factores de riesgo de suicidio



Fuente: Elaboración propia a partir de Ajdacic-Gross et al., 2019; Bachmann, 2018; Cramer & Kapusta, 2017; Freire & Koifman, 2013; Jung et al., 2019; Liu et al., 2021; Nock, 2014; Organización Panamericana de la Salud, 2014

En este sentido, se reconoce una gran diversidad de factores de riesgo y múltiples vías causales del suicidio, entre ellos se incluyen los asociados con el sistema de salud, con la sociedad, con la comunidad, con las relaciones sociales y los factores individuales [71,81,107–109]. Recientemente, también se han reconocido factores ambientales que pueden ser contribuyentes al desarrollo de conducta suicida como la ubicación geográfica (altitud), contaminación atmosférica, el cambio climático, catástrofes naturales y la exposición a plaguicidas [10,57,110,111]; siendo este último factor el objeto de interés de esta investigación.

El abordaje de la conducta suicida y el suicidio en salud pública abarca elementos de prevención primaria, secundaria y terciaria con lo cual el diseño e implementación de intervenciones universales (dirigidas toda la población), selectivas (enfocadas en grupos vulnerables de la población) o indicadas (diseñadas para grupos de alto riesgo con presencia de señales prematuras de potencial suicida) [71]. Las intervenciones indicadas fueron adoptadas en Colombia en el marco de la estrategia nacional para la prevención de la conducta suicida [82]. Algunas de las estrategias de prevención cuentan con evidencia sobre su efectividad, entre ellas la restricción de acceso a medios letales (armas, productos químicos peligrosos, lugares elevados, entre otros), la implementación de programas de concienciación en instituciones educativas y tratamientos farmacológicos y psicológicos en personas con trastornos mentales [112].

Las tendencias actuales de prevención del suicidio tienen un enfoque multinivel, este es el caso del Modelo de Prevención Social – Ecológico (SESPM, por sus siglas en inglés), el cual reconoce la gran variedad de factores que intervienen en el desarrollo de los problemas de salud pública, incluyendo a la conducta suicida, el SESPM que propone acciones preventivas en 4 niveles, a saber: social, comunitario, relacional e individual, que son ejecutadas antes y después del intento suicida o el suicidio [109].

## 2.2 Plaguicidas

### 2.2.1 Generalidades

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [15] define a los plaguicidas como “cualquier sustancia destinada a prevenir, destruir, atraer, repeler o combatir cualquier plaga, incluidas las especies indeseadas de plantas o animales, durante la producción, almacenamiento, transporte, distribución y elaboración de alimentos, productos agrícolas o alimentos para animales, o que pueda administrarse a los animales para combatir ectoparásitos”. De acuerdo con esta definición, las sustancias utilizadas para regular el crecimiento de las plantas, defoliar, desecar, reducir la densidad de fruta o inhibir la germinación son consideradas plaguicidas, de igual manera se incluyen las sustancias utilizadas antes o después de la cosecha para proteger el producto de los daños ocasionados durante el almacenamiento y el transporte.

Los plaguicidas pueden ser de origen natural o químico. Los plaguicidas naturales, también conocidos como bioplaguicidas, son obtenidos a partir de animales, plantas o minerales, con frecuencia no son tóxicos para los mamíferos ni el ambiente debido a que son biodegradables. En contraste los plaguicidas químicos (compuestos orgánicos e inorgánicos) son productos sintéticos, no biodegradables, que tienen efectos en la salud y en el ambiente [113].

Los plaguicidas químicos se pueden clasificar a partir de diferentes criterios, así [17,18,114]:

- Según su composición química: organoclorados, organofosforados, carbamatos, piretroides (utilizados como insecticidas); dinitrofenoles, triazinas, ácidos tricloroacéticos (utilizados como herbicidas) y compuestos de cobre y/o azufre, fenoles (utilizados como fungicidas).
- Según el organismo que se desea controlar: insecticida (insectos), acaricida (ácaros), nematocida (nematodos), molusquicida (moluscos), rodenticida (roedores), bactericida (bacterias), fungicida (hongos) y herbicida (plantas no deseadas).
- Según su concentración: ingrediente activo, plaguicida técnico, plaguicida formulado.
- Según su modo de acción: repelentes, de contacto, de ingestión, fumigantes, defoliantes.
- Según la presentación comercial: sólidos, líquidos y gaseosos.
- Según su uso: agrícola, pecuario, forestal o doméstico.
- Según su vida media: no persistentes (de días hasta 12 semanas), moderadamente persistentes (de 1 a 18 meses), persistente (de varios meses a 20 años) y permanentes (indefinidamente).
- Según su toxicidad: la clasificación más utilizada es la recomendada por la OMS basada en la dosis que provoca mortalidad a un grupo de ratas utilizadas en la experimentación [19], esta clasificación determina entre otras cosas, las características del etiquetado comercial del producto así:

Tabla 2-1. Clasificación y etiquetado de plaguicidas según categoría toxicológica.

CATEGORÍA TOXICOLÓGICA	DOSIS LETAL 50 <sup>3</sup>	ETIQUETADO COMERCIAL <sup>1</sup>		ETIQUETADO NORMA ANDINA <sup>2</sup>	
		BANDAS	DEFINICIÓN	BANDAS	DEFINICIÓN
I A	0-5 mg/kg	I	Extremadamente tóxicos	I A	Extremadamente peligroso
I B	5-50 mg/kg	II	Altamente tóxicos	I B	Altamente peligroso
II	50-500 mg/kg	III	Medianamente tóxicos	II	Medianamente peligroso
III	mayor de 500 mg/kg	IV	Ligeramente tóxicos	III	Ligeramente peligroso

<sup>1</sup> Ministerio de Salud, Decreto 1843 de 1991 "Por el cual se reglamentan parcialmente los títulos III, V, VI, VI y XI de la ley 09 de 1979, sobre uso y manejo de plaguicidas."

<sup>2</sup> Comisión de la Comunidad Andina, Decisión 436 del 11 de junio de 1998, Norma Andina para el registro y control de plaguicidas químicos de uso agrícola, Lima

<sup>3</sup> Oral aguda en ratas

Fuente: Elaboración propia a partir de Instituto Nacional de Salud, 2018; Organización Mundial de Salud, 2010.

Los plaguicidas son utilizados predominantemente en la agricultura, aunque también son comunes los usos en ganadería, en salud pública para el control de vectores, en el mantenimiento y control de insectos y roedores de establecimientos, medios de transporte, áreas verdes y reservas de agua, en labores de la industria alimentaria y uso doméstico.

La exposición humana a plaguicidas se da a través de diferentes vías incluyendo la vía dérmica (contacto de la sustancia con la piel), vía respiratoria (inhalación y absorción de la sustancia a través del sistema respiratorio), vía digestiva (ingestión de la sustancia a través del tracto gastrointestinal)

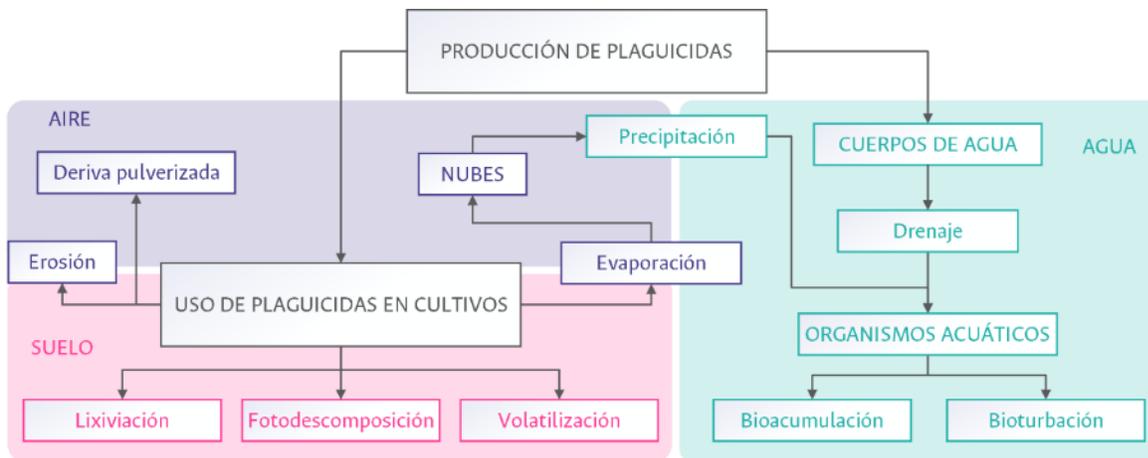
ocular u ótica (a través de los ojos y oídos) o parenteral (intramuscular, subcutánea o intravenosa) [22,113]. Como se enunció, la exposición a plaguicidas se da principalmente en la agricultura, en la que pueden diferenciarse claramente tres grupos de población expuesta: trabajadores agrícolas (exposición directa), miembros de la comunidad, principalmente residentes en áreas rurales (exposición indirecta) y consumidores [21].

Comúnmente la exposición a plaguicidas se clasifica en:

- a. Exposición directa: cuando existe contacto con el plaguicida, durante la manipulación, mezcla o aplicación del plaguicida generalmente asociado a uso ocupacional o industrial; siendo los trabajadores agrícolas y de la industria química los más afectados [115]. Aunque también puede darse la exposición directa intencionalmente con fines suicidas o delictivos.
- b. Exposición indirecta: ocurre por el contacto con agua, aire, suelo o materiales contaminados con los plaguicidas, entre ellos los alimentos tratados con plaguicidas o que estuvieron en contacto con productos tratados con plaguicidas [115]. Debido al uso masivo de plaguicidas se considera que la exposición indirecta es crónica y ubicua [20].

La exposición ambiental ocurre de diferentes formas a través de procesos de evaporación, erosión, lixiviación, bioacumulación, bioturbación, entre otros; mediante la acción de la luz solar y la lluvia o por aspectos geográficos y topográficos (Figura 2-2). La exposición ambiental por plaguicidas no solo repercute en la salud humana sino tiene efectos negativos para el ambiente, en tanto que afecta las masas de agua, los suelos, los sedimentos, la flora y la fauna [113,115].

Figura 2-2. Vías de exposición ambiental a plaguicidas.



Fuente: Elaboración propia basada en Sharma, A. et al. Global trends in pesticides: A looming threat and viable alternatives. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2020

En la exposición indirecta se incluye la exposición accidental por contacto o convivencia con una persona que ha manipulado plaguicidas, el almacenamiento inseguro de plaguicidas en hogares o lugares de trabajo y la proximidad con áreas de cultivo con uso intensivo de estas sustancias [116].

## 2.2.2 Los plaguicidas en Colombia

El uso masivo de plaguicidas en Colombia se remonta a la década de 1950 en respuesta las políticas de “modernización del campo” adoptadas por los gobiernos de turno en el marco de la denominada “Revolución verde”, en la cual, con la cooperación de misiones de ayuda técnica estadounidenses como *Rockefeller*, *Nebraska*, *Michigan* y *Kellogs* impulsaron la política agrícola basada en la utilización de variedades vegetales mejoradas y el empleo de fertilizantes minerales y plaguicidas que incrementaron la producción de alimentos y la productividad, pero también, modificaron las prácticas agrícolas [117] y motivaron cambios en la enseñanza de las ciencias agronómicas en el país [118].

Las tendencias nacionales del uso de plaguicidas son similares a las presentadas a nivel mundial, con un incremento notable durante la segunda mitad del siglo XX en la utilización de plaguicidas químicos sintéticos en labores agrícolas y ganaderas, principalmente organoclorados (OC) como el diclorodifeniltricloroetano (DDT) y sus derivados; productos que posteriormente serían prohibidos y retirados del mercado debido a su excesiva toxicidad y persistencia ambiental<sup>12</sup>. La prohibición de los OC favorecieron la aplicación en las siguientes décadas de nuevos tipos de fungicidas, herbicidas e insecticidas de los grupos de organofosforados (OF), fenoxiacetatos, ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D), el 2, 4, 5-ácido triclorofenoxiacético (2,4,5-T) y los ditiocarbamatos (Maneb, Mancozeb y Zineb), en principio utilizados en cultivos de caña de azúcar, papa, arroz y banano [83,119].

La utilización a gran escala de plaguicidas químicos supuso a algunos beneficios para el país tales como el incremento en el número de hectáreas cultivadas, el aumento en la productividad de los cultivos y de la exportación de productos agrícolas; adicionalmente, la industria de los plaguicidas químicos contribuyó con la generación de empleo directo e indirecto en el sector agrícola; sin embargo, el uso masivo e irracional de los plaguicidas y la instauración de monocultivos durante las décadas de 1960 a 1980 provocaron la resistencia de algunas plagas y el incremento de los problemas fitosanitarios en el país [120].

A medida que incrementó el uso de plaguicidas en el territorio nacional fue necesaria la adopción de directrices normativas internacionales y la difusión de normatividad nacional dirigida a garantizar la asistencia técnica agropecuaria para la aplicación y las aspersiones aéreas realizadas con estas

---

<sup>12</sup> Ministerio de Agricultura, Resolución 447 de 1974 “por medio de la cual se prohíbe el uso y venta de Insecticidas Clorados con destino al cultivo del tabaco: Aldrin, BHC, Clordano, DDD, DDT, Dieldrin, Endrin, Heptacoloro, Heptacoloro Epoxido, isobenzan, Melipax y Toxapheno”.

sustancias<sup>13</sup>, las disposiciones sobre el registro y control de los plaguicidas químicos de uso agrícola incluyendo aquellos productos obsoletos, inefectivos o causantes de riesgos inaceptables a la salud humana y el ambiente<sup>14 15</sup>. Asimismo, se han incorporado políticas públicas que fomentan en los productores agrícolas el uso racional de productos agrotóxicos mediante la utilización de buenas prácticas agrícolas y el manejo integrado de plagas [121].

De forma paralela al incremento en el uso de los plaguicidas químicos, creció también el interés por conocer los efectos de estas sustancias en la salud y el ambiente, con este propósito se iniciaron las acciones de vigilancia de epidemiológica de los plaguicidas en 1981 por medio del Programa de Vigilancia Epidemiológica de plaguicidas organofosforados y carbamatos (VEO) a cargo del laboratorio de Salud Ambiental del Instituto nacional de Salud (INS), desde entonces, las intoxicaciones por plaguicidas son consideradas un evento de interés en Salud pública y el INS es el responsable de la vigilancia de los casos de intoxicación y de la realización de estudios para determinar los perfiles epidemiológicos de la exposición y sus efectos [22,36,83].

### 2.2.3 Uso de plaguicidas en Colombia

En la actualidad, en Colombia el uso de plaguicidas es predominante en actividades agrícolas y pecuarias; siendo los organofosforados (34%) los compuestos más usados, seguido de los carbamatos (15%) y Tiocarbamatos (11%), compuestos clorados (10%), ácido fosfónico (9%), piretroides (9%), coadyuvantes, desinfectantes y fertilizantes biológicos (8%); bipiridilos (3%) y organoclorados (1%) [122], siendo estos últimos compuestos de alta toxicidad y prohibidos en el país desde 1974<sup>16</sup>. Por otra parte, también es común el uso de mezclas químicas, en las cuales se combinan diferentes ingredientes activos.

---

<sup>13</sup> Presidencia de la República de Colombia, Decreto 219 de 1966 “por el cual se adoptan medidas en materias de sanidad agropecuaria”.

<sup>14</sup> Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Resolución 03759 de 2003 “por la cual se dictan disposiciones sobre el Registro y Control de los Plaguicidas Químicos de uso Agrícola.

<sup>15</sup> Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Resolución 03497 de 2014 “por medio de la cual se establece el procedimiento para la reevaluación de los plaguicidas químicos de uso agrícola registrados con anterioridad a la entrada en vigor de la Decisión CAN 436 y se establecen otras disposiciones”.

<sup>16</sup> Ministerio de Agricultura, Resolución 447 de 1974 por medio de la cual se prohíbe el uso y venta de Insecticidas Clorados con destino al cultivo del tabaco: Aldrin, BHC, Clordano, DDD, DDT, Dieldrin, Endrin, Heptacloro, Heptacloro Epoxido, isobenzan, Melipax y Toxapheno.

El uso de plaguicidas en Colombia no se limita a las labores agrícolas y ganaderas, también se encuentra el uso de plaguicidas para el control y erradicación de cultivos ilícitos y la utilización para control de vectores en salud pública.

**a. Programa de Erradicación de Cultivos Ilícitos mediante la Aspersión Aérea con Glifosato (PECIG)**

La utilización de plaguicidas en el control de cultivos ilícitos es relevante en Colombia en el marco de la estrategia de lucha contra el narcotráfico ejecutada por el Gobierno Nacional con el apoyo financiero del gobierno de los Estados Unidos. El Programa de Erradicación de Cultivos Ilícitos mediante la Aspersión Aérea con Glifosato (PECIG) fue reglamentado 1994<sup>17</sup> y operado por la Dirección Antinarcóticos de la Policía Nacional.

Las primeras aspersiones aéreas en el país se desarrollaron en la Sierra Nevada de Santa Marta con la utilización del herbicida Paraquat en 1978; sin embargo, las fumigaciones se suspendieron por los cuestionamientos sobre la seguridad y los efectos adversos de las aspersiones aéreas por parte del Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente – INDERENA y la normatividad vigente en Estados Unidos y Colombia para ese momento [123]. Las aspersiones aéreas se reactivaron en 1984, utilizando los herbicidas triclopir (1985), Tebuthiuron (1986) y Glifosato<sup>18</sup> (1986 en adelante) en regiones con presencia de grandes extensiones de cultivos ilícitos, algunas ubicadas cerca a zonas pobladas o con presencia de cultivos legales que resultaron afectados [123–125].

Las dosis utilizadas por el PECIG están determinadas por el Plan de Manejo Ambiental presentado por la Dirección Nacional de Estupefacientes–DNE y basadas en las recomendaciones del Instituto Colombiano Agropecuario – ICA.

---

<sup>17</sup> Consejo Nacional de Estupefacientes, Resolución 001 del 11 de 1994, posteriormente modificado por la Resolución N° 013 de 2003.

<sup>18</sup> Clasificado en 2015 en el grupo 2ª como “probablemente carcinogénico para el ser humano” por la Agencia internacional para la investigación en cáncer (IARC, por sus siglas en inglés).

Tabla 2-2. Dosis de utilizadas en la aspersión aérea con Glifosato

PERIODO	MODALIDAD	DOSIS	MEZCLA	RESOLUCIÓN
2001 -2003	Aspersión aérea	8.0 L/ha	Glifosato (Roundup 480 SL) + Cosmoflux 411	Resolución 1065 de 2001 – Ministerio del Medio Ambiente
2003 - 2015	Aspersión aérea	10.4 L/ha	Roundup 480 SL (10.4 L/ha) + Cosmoflux 411 (0.25 L) + agua (13 L)	Resolución 099 de 2003 – Ministerio del Medio Ambiente
2016 – actualidad	Aspersión terrestre	10.4 L/ha	CUSPIDE 480SL.	Resolución 708 de 2016 – Autoridad Nacional de Licencias Ambientales

Fuente: Elaboración propia a partir de resoluciones del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.

Los parámetros técnicos de operación para las aspersiones aéreas consideraban una altura máxima de vuelo de las aeronaves (helicóptero o avión) de 50 metros y una deriva máxima de 5 metros; no obstante, se presentaron informes de porcentajes “fuera del blanco” que excedían el permitido por la autoridad ambiental (5%), aspecto que aumenta el riesgo de exposición al herbicida por terceros no involucrados en actividades ilícitas [126].

Tabla 2-3. Serie histórica de aspersión aérea con glifosato de cultivos ilícitos (hectáreas), Colombia 2009 -2015.

DEPARTAMENTO	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	TOTAL
Antioquia	9 281	3 026	9 847	6 971	944	2 063	3 253	35 385
Bolívar	8 715	4 412	3 564	2 740	1 925	411	1 221	22 988
Boyacá	117	0	0	0	0	0	0	117
Caldas	169	0	0	0	0	0	0	169
Caquetá	6 652	16 947	12 888	5 638	5 784	5 393	5 201	58 503
Cauca	11 136	14 450	11 834	10 697	3 409	2 982	2 191	56 699
Chocó	0	0	4 287	13 259	7 464	7 460	3 396	35 866
Córdoba	742	546	3 128	1 632	1 183	156	599	7 986
Guaviare	12 584	17 633	8 917	11 088	6 796	8 478	3 450	68 946
Meta	6 756	5 825	2 545	3 152	423	1 821	3 857	24 379
Nariño	39 992	25 940	34 988	37 831	8 101	15 205	5 506	167 563
Norte de Santander	1 883	149	0	0	0	0	0	2 032
Putumayo	3 777	11 434	9 480	6 504	8 755	11 052	8 135	59 137
Santander	1 269	153	92	0	0	0	0	1 514
Valle del Cauca	0	0	719	986	2 269	511	226	4 711
Vichada	1 699	1 425	1 014	51	0	0	164	4 353
<b>Nacional</b>	<b>104 772</b>	<b>101 940</b>	<b>103 303</b>	<b>100 549</b>	<b>47 053</b>	<b>55 532</b>	<b>37 199</b>	<b>550 348</b>

Fuente: Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC), Informe de Monitoreo de territorios afectados por cultivos ilícitos, años 2016.

Nota: Desde finales de 2015, por decisión del Gobierno Nacional se suspendieron las operaciones de aspersión aérea en el territorio colombiano (Resolución 0006 de 29 de mayo de 2015 Consejo Nacional de Estupefacientes)

En el periodo 2009 a 2015 se realizaron aspersiones aéreas con Glifosato en 21 departamentos, siendo Nariño, Guaviare, Putumayo, Caquetá y Cauca los departamentos con mayor número de hectáreas fumigadas.

La aspersión aérea de Glifosato y el PECIG fue suspendida en virtud del principio de precaución en 2015 por el Consejo Nacional de Estupefaciente- CNE<sup>19</sup> y la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA<sup>20</sup> como resultado de la sentencia del Consejo de Estado que exhortaba al gobierno nacional a suspender el uso del glifosato y el informe de la Agencia Internacional para la Investigación en Cáncer – IARC que clasifica al glifosato como “probablemente carcinogénico en humanos” (Grupo 2A).

Las aspersiones áreas de cultivos ilícitos con herbicidas fueron constantemente cuestionadas porque no contemplaban las medidas de seguridad necesarias para mitigar la exposición de la población involucrada en los cultivos ilícitos o residentes en las proximidades de las áreas fumigadas, provocaron efectos negativos en la salud humana y animal - muchos de ellos documentados a nivel mundial con anterioridad al inicio de la aspersiones en el país - los daños en el ambiente y el insuficiente impacto de las fumigaciones en la disminución de las plantaciones de coca, marihuana y amapola y el tráfico de estupefacientes [125].

En la actualidad, se mantiene el interés de algunos sectores del gobierno de Colombia en la reanudación de las aspersiones aéreas; de igual manera, se mantiene el rechazo a esta estrategia por parte de comunidades y organizaciones, incluyendo la Corte Constitucional de Colombia [126] organismo que mantiene la restricción a las aspersiones aéreas atendiendo al principio de precaución, la evidencia disponible sobre los daños en la salud y el ambiente ocasionados por el glifosato y que la reanudación de las aspersiones aéreas suponen un retroceso en las políticas públicas dirigidas a la protección de la salud y ambiente [127].

#### **b. Programa de Erradicación de Cultivos Ilícitos mediante Aspersión Terrestre con el Herbicida Glifosato – PECAT**

El Programa de Erradicación de Cultivos Ilícitos mediante Aspersión Terrestre con el Herbicida Glifosato – PECAT<sup>21</sup> es coordinado por la Dirección de Antinarcóticos de la Policía Nacional y entró en vigor en el año 2017, luego de la suspensión de las aspersiones aéreas con glifosato. La fumigación terrestre se realiza con herbicida glifosato cuya formulación comercial es CUSPIDE 480SL por medio de equipos aspersores de uso agrícola (aspersor de espalda y aspersor estacionario), manteniendo las dosis autorizadas para las aspersiones aéreas (10.4 litros /Ha) con aplicaciones focalizadas

---

<sup>19</sup> Consejo Nacional de Estupefacientes. Resolución 0006 del 29 de mayo de 2015 “por la cual se ordena la suspensión del uso del herbicida glifosato en las operaciones de erradicación de cultivos ilícitos mediante aspersión aérea”.

<sup>20</sup> Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. Resolución 1214 del 30 de septiembre de 2015 “por la cual se adopta una medida preventiva de suspensión de actividades en virtud del principio de precaución”.

<sup>21</sup> Consejo Nacional de Estupefacientes, Resolución 9 del 29 de junio 2016 “por la cual se autoriza la ejecución del Programa de Erradicación de Cultivos Ilícitos mediante Aspersión Terrestre con Glifosato (PECAT)”.

inicialmente en los departamentos de Nariño y Chocó<sup>22</sup> y zonificación de manejo ambiental (áreas de intervención y áreas de exclusión)<sup>23</sup> para la protección de medios bióticos y abióticos próximos al área de aspersión.

### c. Plaguicidas en salud pública en Colombia

Los plaguicidas son utilizados en Colombia en el marco del programa de Enfermedades Transmitidas por Vectores (ETV), principalmente en el control de transmisión de la malaria (*anophelessp*) y dengue (*Aedes aegypti*). Estas acciones están focalizadas en localidades y territorios con alta carga de la enfermedad.

Las acciones que involucran el uso de insecticidas en el control del *anophelessp* son [128]:

- Rociamiento intradomiciliario con insecticidas de acción residual: consiste en la aplicación en todas las superficies de la vivienda de insecticidas del tipo piretroide sintético (Deltametrina, Lambdacihalotrina y Etofenprox) y organofosforados (Fenitrotión), estos insecticidas tienen una acción residual de 3 a 6 meses esta estrategia es la más frecuente ante la presencia de brotes de malaria
- Toldillos insecticidas de larga duración – TILD: son mosquiteros fabricados en fibra de polietileno, pretratados con el ingrediente activo, principalmente permetrina, deltametrina y alfacipermetrina. La persistencia del efecto del insecticida en el tejido es de 24 lavadas (3-5 años). Este tipo de toldillos pueden ocasionar efectos colaterales transitorios en los usuarios, que son reconocidos por las autoridades sanitarias nacionales.

Las acciones que involucran el uso de insecticidas en el control del *Aedes aegypti* son [129]:

- Control focal de formas inmaduras en depósitos de agua: los larvicidas utilizados son del tipo organofosforados (Temefos), biopesticida (*Bacillus thuringiensis* variedad *Israeliensis* H-14) y reguladores del crecimiento de insectos (Diflubenzuron y Pyriproxyfen), cuyo efecto residual varía entre 1 y 12 semanas.
- Control de formas adultas mediante aplicación espacial: se utilizan Malathion, Fenitrotion y Pirimifos-metil para la generación de aerosoles y nieblas frías método del Ultra Bajo Volumen (ULV) o nieblas calientes con termonebulizadoras, estas aplicaciones se realizan en espacios abiertos, cerrados y recipientes donde haya presencia del vector.

---

<sup>22</sup> Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, Resolución 708 del 11 de julio de 2016 “por la cual se modifica la resolución 1065 del 26 de noviembre de 2001, modificada por las resoluciones 99 del 31 de enero de 2003, 1054 del 30 de septiembre de 2003 y 672 del 4 de julio de 2013, y se toman otras determinaciones.

<sup>23</sup> Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, Resolución 01524 del 12 de diciembre de 2016 “Por la cual se modifica la resolución 1065 del 26 de noviembre de 2001, modificada por las resoluciones 99 del 31 de enero de 2003, 1054 del 30 de septiembre de 2003, 672 del 4 de julio de 2013, y 708 del 11 de julio de 2016 y se toman otras determinaciones”.

## 3. Capítulo: Diseño metodológico

### 3.1 Diseño de la investigación

Se realizó un estudio ecológico analítico de diseño mixto, es decir, incluye la comparación de grupos geopolíticos múltiples y de tendencia temporal, en tanto que permite la evaluación de la asociación ecológica entre el nivel de exposición promedio y la frecuencia del resultado de interés entre varios grupos en un periodo de 10 años [130]. Así mismo, corresponde a un análisis ecológico completo, dado que las variables utilizadas son en su totalidad ecológicas. Las unidades de análisis están constituidas por los 1102 municipios, 20 Corregimientos departamentales y 32 departamentos de acuerdo con la división político-administrativa de Colombia.

### 3.2 Fuentes de información

Las fuentes de información seleccionadas para el análisis provienen de registros oficiales en el periodo 2009 - 2018, a saber:

- a. **Datos poblacionales:** Los datos de población a nivel departamental y municipal se utilizan para el cálculo de las tasas crudas de incidencia y prevalencia, los datos se obtuvieron de las series de proyecciones y retroproyecciones de población calculadas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE con base en los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda -CNPV- 2018 [30].
  - Periodo 2009-2017: retroproyecciones de población a nivel departamental y municipal por área, sexo y edad.
  - Periodo 2018: proyecciones de población a nivel departamental y municipal por área, sexo y edad.
  
- b. **Suicidio:** Se incluyeron los registros de muertes atribuidas al suicidio incluidas en el apartado de lesiones por causa externa, lesiones autoinfligidas intencionalmente (suicidio) código: 511 de los registros de estadísticas vitales del DANE.

El registro administrativo de las defunciones se realiza a través de los certificados de defunción físicos o directamente en la plataforma web de Registro Único de Afiliados - módulo de Certificación de Nacimientos y Defunciones (RUAF – ND), por el personal de salud y las Instituciones Prestadoras de salud – IPS cuando la defunción es atendida por el sector salud, o reportados por el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses y el personal de Registro, cuando los decesos no tienen contacto con el sector salud.

La plataforma web RUAF-ND es administrada de forma conjunta por el Ministerio de Salud y Protección Social y el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE) en el marco del Sistema de Registro Civil y Estadísticas Vitales [131].

Para el registro de las defunciones en Colombia se utilizan los estándares estadísticos de dos fuentes: a) Lista para Agrupación Causas de Defunción 6/67 de la Organización Panamericana de la Salud - OPS basada en la Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud 10a. Revisión (CIE-10) y b) la lista Colombia 105 para la tabulación de mortalidad [131]

Tabla 3-1. Estándares estadísticos para tabulación de la mortalidad en Colombia.

ESTANDARES ESTADÍSTICOS	NÚMERO LISTA	CAUSA	CÓDIGOS CIE10
Revisión Lista para Agrupación Causas de Defunción 6/67- OPS - CIE-10	5,11 (causas externas)	Lesiones autoinfligidas intencionalmente (suicidios)	X60-X84
Lista Colombia 105 para la tabulación de mortalidad	100	Lesiones autoinfligidas intencionalmente (suicidios) y secuelas	X60-X84, Y87

Fuente: Organización Panamericana de la Salud. Lineamientos básicos para el análisis de la mortalidad. Washington, D.C.: OPS; 2017

- c. **Intentos suicidas:** Los casos de intentos suicidas se obtuvieron a través de los Registros Individuales de Prestación de Servicios de Salud –RIPS disponibles en el Sistema Integrado de Información de la Protección Social –SISPRO, registrados con los códigos CIE-10 X60-X84 (lesiones autoinfligidas intencionalmente). Los RIPS corresponden a las prestaciones de salud realizadas en el marco del Sistema General de Seguridad Social en Salud por las IPS, los profesionales independientes, los grupos de práctica profesional. Los RIPS incluyen información sobre la identificación del usuario, el servicio de salud y el motivo que originó la prestación [132]. Los registros de intentos de suicidio se obtuvieron para la totalidad del periodo estudiado (2009-2018) tomando los datos de personas atendidas.

Es de anotar que también es posible obtener información sobre el intento de suicidio a partir de los casos confirmados reportados al Sistema de Vigilancia Epidemiológica – SIVIGILA mediante la ficha de notificación evento 356 (Intento de suicidio). Los casos de intento de suicidio son captados a través de servicios de urgencias de las Unidades Primarias Generadoras de Datos – UPGD responsables del diligenciamiento de las fichas de notificación [94] y consolidados por el Instituto Nacional de Salud en el SISPRO. Sin embargo,

debido a que el intento de suicidio es un evento de interés en salud pública sujeto a vigilancia epidemiológica por el SIVIGILA desde el año 2016, solo se encuentra disponible la información de los casos de tres años (2016 -2018); en consecuencia, se optó por la utilización de la información proveniente de los RIPS.

- d. **Intoxicaciones agudas por plaguicidas:** información sobre los casos de intoxicaciones agudas por plaguicidas reportadas al SIVIGILA a través de las fichas de notificación (datos generales y específicos) código de evento 360. Esta información se encuentra disponible en el cubo de SIVIGILA del SISPRO. Es importante señalar que la notificación de las intoxicaciones agudas por plaguicidas durante el periodo 2009 a 2016 se realizó utilizando la ficha de notificación código 360; a partir del año 2017 el SIVIGILA modificó los lineamientos de notificación e incluyó el evento en la ficha número 365 – intoxicaciones por sustancias químicas; sin embargo, al finalizar cada año epidemiológico el Instituto Nacional de Salud desagrega los datos correspondientes a las intoxicaciones agudas por plaguicidas, por lo cual es posible acceder a la información del periodo completo a través del SISPRO.
- e. **Área total cultivada por territorio:** corresponde a las estadísticas sobre área sembrada en hectáreas todos los cultivos por municipio y departamento, esta información es obtenida de la base agrícola resultado de las Evaluaciones Agropecuarias Municipales disponibles en la red de información y comunicación del sector agropecuario colombiano – Agronet del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [133].

El área cultivada incluye información sobre cultivos a) transitorios: cultivos cuyo ciclo vegetativo o de crecimiento es menor a seis meses, deben ser sembrados nuevamente después de cada cosecha ej. maíz o papa; b) anuales: cultivos transitorios, con periodos vegetativos mayores a 6 meses, que solamente producen una cosecha al año ej. yuca o frijol; c) permanentes: cultivos con periodos vegetativos largos que producen varias cosechas [134].

Considerando la existencia de cultivos ilícitos en Colombia, para el análisis a nivel departamental se incluyeron datos de hectáreas cultivadas de coca (correspondiente al área censada de coca a 31 de diciembre de cada año) del Sistema Integrado de Monitoreo de Cultivos Ilícitos –SIMCI operado por la Oficina de las Naciones Unidas contra la droga y el delito – UNODC y el Gobierno de Colombia [135,136].

- f. **Plaguicidas:** El consumo anual de plaguicidas (consumo aparente) en kilogramos se estimó a partir de dos indicadores:
- Indicador sobre el uso de plaguicidas por superficie de cultivo: expresado en kilogramo por hectárea, calculado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO [137].

- Indicador de relación entre el consumo aparente de plaguicidas y la superficie cultivada: propuesto por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, expresado en las mismas unidades y calculado a partir del comportamiento anual de la producción, importación y comercialización de plaguicidas en el país [138].
- g. Depresión y otros trastornos del humor:** el número de personas atendidas por depresión y otros trastornos del humor se obtuvo a partir de los Registros Individuales de Prestación de Servicios de Salud – RIPS disponibles en el Sistema Integrado de Información de la Protección Social- SISPRO, registrados con los códigos CIE-10 F313 a F341.
- h. Tasa de homicidios:** se obtuvo a partir de la información disponible en la dimensión “Convivencia y seguridad ciudadana” del Sistema de Estadísticas Territoriales “Terridata” del Departamento Nacional de Planeación. La tasa se expresa por 100000 habitantes.

### 3.3 Variables de estudio

Con las fuentes de información ya descritas se construyeron las variables utilizadas en los análisis, tal cual se explica a continuación:

#### 3.3.1 Variables dependientes

- a. Tasa de mortalidad por suicidio:** Número de defunciones por suicidio y lesiones autoinfligidas en personas mayores de 15 años por cada 100 000 habitantes en el periodo de un año.
- b. Tasa de incidencia de intento suicida:** Número de casos nuevos confirmados de intento suicida en personas mayores de 15 años por cada 100 000 habitantes en el periodo de un año.

#### 3.3.2 Variables independientes

- a. Área cultivada:** Superficie dedicada a cultivos (ilícitos y agrícolas) expresada en Hectáreas. En los departamentos se incluye información sobre superficie dedicada a Cultivos Ilícitos de

Coca, en los datos de municipios se incluye únicamente superficie dedicada a cultivos agrícolas.

**b. Consumo aparente de plaguicidas:** cantidad estimada de consumo de plaguicidas por año en cada uno de los departamentos y/o municipios. La información se obtiene a través de dos fuentes así:

- *Indicador sobre el uso de plaguicidas por superficie de cultivo:* Informa sobre el uso de plaguicidas por superficie de cultivo (que es la suma de las tierras de cultivo y de las tierras dedicadas a cultivos permanentes) a nivel nacional para el periodo; forma parte de los indicadores agroambientales sobre uso de plaguicidas y el monitoreo sobre este tema realizado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO [139].

El indicador “uso de plaguicidas por superficie de cultivo” es calculado así [137]:

$$U_{(C,Y)} = \frac{PT_{(C,Y)}}{\text{Área}_{(C,Y)}}$$

Donde:

$U_{(C,Y)}$  Uso de plaguicidas por superficie de cultivo en el país C y el año Y (en kg/ha).

$PT_{(C,Y)}$  Plaguicidas (total de ingredientes activos<sup>24</sup>) en el país C y el año Y (en toneladas)

$\text{Área}_{(C,Y)}$  Superficie de cultivo (correspondiente a la suma de las tierras arables y los cultivos permanentes) en el país C y el año Y (en 1000 Ha).

El consumo estimado de plaguicidas a nivel departamental y municipal para cada uno de los años se obtuvo multiplicando el indicador de uso de plaguicidas kg/ha cultivada reportado por la FAO por el número de hectáreas anualmente.

- *Relación entre el consumo aparente de plaguicidas y la superficie cultivada:* Este indicador corresponde a la relación entre el consumo aparente de plaguicidas y la superficie cultivada

---

<sup>24</sup> Indicador Plaguicidas (total) es la suma de los ingredientes activos de las siguientes categorías de plaguicidas: Fungicidas y bactericidas, Herbicidas, Insecticidas, Reguladores del crecimiento de las plantas, Fungicidas para el tratamiento de semillas, Insecticidas para el tratamiento de semillas, Aceites minerales, Rodenticidas e desinfectantes y Otros plaguicidas NES (*not elsewhere specified*).

(cultivos agrícolas e ilícitos), en la unidad espacial de referencia  $j$  (superficie total nacional), en el periodo de tiempo  $t$  (año).

Para el cálculo del indicador se toma como referencia el método propuesto por el Sistema de Información del Medio Ambiente - Dirección de Política Sectorial -Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [138]. No obstante, para los efectos del proyecto, a nivel departamental se incluye en el denominador la superficie bajo uso agrícola y la superficie con cultivos ilícitos (coca):

Donde:

$$CPSA_{jt} = \frac{CTP_{jt}}{SC_{jt}}$$

$CPSA_{jt}$  = Relación entre el consumo aparente de plaguicidas y la superficie cultivada, en la unidad espacial de referencia  $j$ , en el período de tiempo  $t$ .

$CTP_{jt}$  = Consumo aparente en masa y volumen de plaguicidas en la unidad espacial de referencia  $j$ , en el periodo de tiempo  $t$ .

$SC_{jt}$  = Superficie cultivada (cultivos agrícolas e ilícitos), en la unidad espacial de referencia  $j$ , en el período de tiempo  $t$ .

Donde a su vez:

$$CTP_{jt} = (PP_{jt} + IP_{jt}) - EP_{jt}$$

$PP_{jt}$  = Producción de plaguicidas, en masa (kilogramos) y volumen (litros), en una unidad espacial de referencia  $j$ , para el periodo de tiempo  $t$ .

$IP_{jt}$  = Importación de plaguicidas, en masa (kilogramos) y volumen (litros, en una unidad espacial de referencia  $j$ , para el periodo de tiempo  $t$ .

$EP_{jt}$  = Exportación de plaguicidas, en masa (kilogramos) y volumen (litros, en una unidad espacial de referencia  $j$ , para el periodo de tiempo  $t$ .

y:

$$SC_{jt} = SCA_{jt} + SCI_{jt}$$

$SCA_{jt}$  = Superficie de la tierra con cultivos agrícolas (hectáreas), en la unidad espacial de referencia  $j$ , en el período de tiempo  $t$ .

$SCI_{jt}$  = Superficie de la tierra con presencia de cultivos ilícitos (hectáreas), en la unidad espacial de referencia  $j$ , en el período de tiempo  $t$ .

Las fuentes de información para el cálculo del consumo aparente de plaguicidas son las estadísticas de producción, importación y exportación de plaguicidas reportadas por la Dirección Técnica de Inocuidad e Insumos Agrícolas del Instituto Colombiano Agropecuario – ICA y para el área cultivada son las Evaluaciones Agropecuarias Municipales del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Sistema Integrado de Monitoreo de Cultivos Ilícitos –SIMCI.

### 3.3.3 Otras variables descritas

- a. **Tasa de incidencia intoxicaciones agudas por plaguicidas:** Número de casos nuevos de intoxicaciones agudas por plaguicidas en personas mayores de 15 años por cada 100 000 habitantes en el periodo de un año.
- b. **Tasa de prevalencia de depresión y otros trastornos del humor:** Número de personas atendidas por depresión y otros trastornos del humor (códigos CIE-10 F313 a F341) en personas mayores de 15 años por cada 100 000 habitantes en el periodo de un año.
- c. **Hectáreas objeto de aspersiones aéreas con glifosato:** hectáreas objeto de aspersiones aéreas en el marco del Programa de Erradicación de Cultivos Ilícitos mediante la Aspersión Aérea con Glifosato (PECIG). Esta variable solo se encuentra disponible en el nivel departamental.
- d. **Tasa de homicidios:** Número de defunciones por homicidio por cada 100 000 habitantes en el periodo de un año. Esta variable se encuentra disponible en el nivel municipal y departamental.

## 3.4 Estrategias de análisis de datos

Para abordar los objetivos se calcularon y estandarizaron las tasas anuales de mortalidad e incidencia específicas por edad, sexo y territorio en cada uno de los eventos de interés; luego se realizó el

análisis de tendencia temporal utilizando un modelo de regresión segmentada y un análisis espaciotemporal para detectar conglomerados o clúster a través de la prueba de escaneo circular de Kulldorff. Posteriormente, se obtuvo la información sobre área destinada a cultivos agrícolas e ilícitos y se calcularon los indicadores de consumo aparente de plaguicidas (indicador sobre el uso de plaguicidas por superficie de cultivo y relación entre el consumo aparente de plaguicidas y la superficie cultivada) y obtuvieron covariables involucradas con la conducta suicida a nivel poblacional; esta información se obtuvo para el periodo y cada uno de los años y territorios (municipios, corregimientos departamentales y departamentos), después se aplicaron modelos de regresión con datos panel para identificar la asociación entre la exposición a plaguicidas con el intento suicida y suicidio en Colombia .

A continuación, se describen las estrategias utilizadas para el análisis de los datos:

**a. Cálculo y estandarización de tasas:**

Las tasas crudas y ajustadas de incidencia de intento suicida, mortalidad por suicidio e incidencia de intoxicación aguda por plaguicidas se calcularon por sexo y total de la población y se ajustaron por edad utilizando método directo. La utilización de tasas estandarizadas por la edad permite la comparación entre los diferentes territorios (departamentos y municipios) debido a que en la estandarización se consideran las diferencias en la estructura y distribución etaria de la población con lo cual se reduce la posibilidad de errores en la interpretación de resultados [140].

Para la estandarización de las tasas se utilizó la población estándar mundial propuesta por la OMS usando quinquenios como intervalos etarios [140], los intervalos de confianza se calcularon por el método de Fay mediante el módulo de ajuste de tasas por método directo del software Epidat® versión 4.2<sup>25</sup>. La representación gráfica de las tasas se realizó en R [141] empleando la librería “tmap” versión 3.3.3 [142].

**b. Modelo de regresión segmentada – Joinpoint**

Se realizó un análisis de tendencia temporal de las tasas de mortalidad por suicidio y las tasas de incidencia de intento de suicidio e intoxicación aguda por plaguicidas utilizando modelos de

---

<sup>25</sup> Epidat es un programa gratuito para análisis epidemiológico de datos desarrollado por la Consellería de Sanidade, Xunta de Galicia, España; la Organización Panamericana de la Salud (OPS-OMS) y la Universidad CES, Colombia.

regresión JoinPoint o modelos de regresión segmentada de Poisson, esta técnica estadística no lineal permite identificar y estimar los cambios estadísticamente significativos en la tendencia temporal de una variable; la magnitud de los cambios de tendencia es estimada por medio del porcentaje de cambio anual (PCA).

El análisis se realizó mediante el Software *JoinPoint Regression* versión 4.9.1.0<sup>26</sup>. utilizando un máximo de 2 puntos de unión con una significancia estadística de 0.05%. El software realiza un análisis de mínimos cuadrados ponderados para ajustar el modelo a las características de los datos y estima la significancia estadística mediante pruebas permutaciones de Montecarlo y correcciones de Bonferroni según la metodología propuesta por Kim et al.[143].

### c. Análisis espaciotemporal

Se realizó análisis espaciotemporal para detectar conglomerados o clúster, entendidos como un número mayor de casos en un grupo de personas dentro de un área geográfica y periodo de tiempo específico [144]. El análisis incluyó la prueba de escaneo circular de Kulldorff, en la cual durante el análisis espacio – tiempo se crean ventanas cilíndricas sucesivas; en donde el alto del cilindro corresponde al tiempo y la base del cilindro representa el espacio, el radio del cilindro se establece alrededor de los centroides de los territorios o regiones a analizar y puede ser preestablecido por el investigador. Para cada ventana cilíndrica se calcula la razón de probabilidad a partir del número de casos del evento esperados y observados, dentro y fuera del círculo [145].

La prueba de escaneo circular de Kulldorff se realizó mediante la utilización del software SaTScan versión 10.0.2. Este es un software gratuito que permite analizar datos espacio - temporales mediante un modelo de Poisson discreto, bajo la hipótesis de que el número esperado de casos en cada área (municipio) es proporcional al tamaño de su población. Por lo anterior, este modelo requiere del recuento de casos y de población para cada uno de los territorios estudiados [146]. La exploración espacial basada en modelos de Poisson es el enfoque de exploración espacial más utilizados en la identificación de conglomerados de suicidio según la literatura disponible [147].

Para los eventos de interés se este estudio se realizó un análisis espacio – tiempo retrospectivo, en el cual se identificaron conglomerados con altas tasas de incidencia mediante un modelo de Poisson discreto; con un nivel de significancia de 0.05 calculada mediante el método de Montecarlo.

La unidad espacial corresponde a los 1122 municipios (datos de localización geográfica - latitud y longitud) y la unidad temporal el año (2009-2018), para establecer los datos del tamaño de la

---

<sup>26</sup> Software estadístico gratuito desarrollado por el Instituto Nacional del Cáncer de los Estados Unidos (NCI por sus siglas en inglés), disponible en : <https://surveillance.cancer.gov/joinpoint/>

población se utilizan las proyecciones y retroproyecciones de población a nivel municipal del DANE y los casos corresponden al total de casos de los eventos analizados por cada municipio y año. El límite superior del radio de análisis fue el 10% de la población en riesgo.

#### d. Modelos de regresión con datos de panel

Los datos utilizados en el estudio corresponden a un panel balanceado en el cual se encuentran las dimensiones de espacio y tiempo, es decir, la información de las diferentes variables se encuentra disponibles para todas las entidades individuales ( $i$ = municipios o departamentos) en cada uno de los periodos de tiempo ( $t$ = año). Los modelos de regresión con datos panel son adecuados cuando se tienen datos para un número elevado de entidades individuales y un número reducido de periodos de tiempo ofreciendo flexibilidad para modelar las diferencias en el comportamiento en las entidades individuales [148].

Los modelos de regresión con datos de panel son una alternativa para mitigar el sesgo de la variable omitida, el cual aparece en el estimador de mínimos cuadrados ordinarios cuando la variable omitida está correlacionada con al menos uno de los regresores incluidos en la regresión y cuando la variable omitida es un factor determinante de la variable dependiente [149].

El análisis de datos de panel permite valorar la heterogeneidad de los efectos individuales específicos, que afectan de forma diferente a cada una de las entidades individuales y que son invariables en el tiempo y de los efectos temporales, que afectan de forma similar a las entidades individuales pero que no varían en el tiempo [150]. Asimismo, este análisis en comparación con las series de tiempo de observaciones de corte transversal proporciona más variabilidad y menos colinealidad entre las variables, mejora la eficiencia de los estimadores y permite estudiar las dinámicas de cambio en las variables estudiadas [151].

En los modelos de regresión con datos panel se encuentra el modelo de efectos fijos y el modelo de efectos aleatorios. En el modelo de efectos fijos, el término efectos fijos hace referencia a que el intercepto puede variar entre las entidades individuales; no obstante, es invariante en el tiempo. El modelo de efectos fijos permite tener en los datos de panel las variables omitidas que varían entre las distintas entidades individuales, pero no cambian en el tiempo (efectos fijos individuales) y las variables omitidas que varían en el tiempo, pero son constantes en las entidades individuales (efectos temporales) [151]

El modelo de regresión de efectos fijos presenta  $n$  interceptos diferentes, uno para cada entidad individual (municipios o departamentos). Estos interceptos se pueden representar mediante un conjunto de indicadores que absorben las influencias de todas las variables omitidas que difieren entre entidades individuales y en el tiempo. En contraste, el modelo de efectos aleatorios considera

que los efectos en las entidades individuales y el tiempo están distribuidos aleatoriamente y no son independientes entre sí [149]. En el modelo de efectos fijos la heterogeneidad no observada se incorpora en la ordenada al origen del modelo, en los efectos aleatorios se incorporan en el término de error [148].

Para la selección del modelo más conveniente se realizó la prueba de Hausman [152], este corresponde a un test chi cuadrado que permite determinar si las diferencias entre dos estimaciones son sistemáticas y significativas tomando como hipótesis nula que no existen diferencias significativas entre los coeficientes y los siguientes criterios de rechazo:

- Si la  $prob \chi^2 > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula y utiliza el estimador de efectos aleatorios.
- Si  $prob \chi^2 < 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula y se selecciona el estimador de efectos fijos.

A partir de la prueba de Hausman se identificó que el modelo de efectos fijos es el modelo más conveniente para el análisis de los datos del estudio. A continuación, se presenta la especificación de los modelos de regresión de efectos fijos [149]:

$$Y_{it} = \beta_1 X_{1,it} + \dots + \beta_k X_{k,it} + \alpha_i + u_{it}$$

Donde,

$i$  = entidad individual o territorio (departamento, municipio)

$t$  = tiempo (año)

$Y_{it}$  = valor de la variable  $Y$  para el territorio  $i$  en el momento  $t$

$X_{1,it}$  = valor de la variable  $X$  (primer regresor) para el territorio  $i$  en el momento  $t$ ,  $X_{2,it}$  corresponde al valor del segundo regreso y así sucesivamente.

$\alpha_i$  = interceptos específicos de cada entidad individual

$u_{it}$  = término de error

El modelo de regresión de efectos fijos puede expresarse en términos de un intercepto común, las  $X$ , y  $n - 1$  variables binarias que representan las entidades individuales excepto a una:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{1,it} + \dots + \beta_k x_{k,it} + \gamma_2 D2_i + \gamma_3 D3_i + \dots + \gamma_n Dn_i + u_{it}$$

Donde,

$D2_i = 1$  si  $i = 2$  y  $D2_i = 0$  en caso contrario, y así sucesivamente.

El modelo combinado de regresión de efectos fijos individuales y temporales es:

$$Y_{it} = \beta_1 X_{it} + \alpha_i + \lambda_t + u_{it}$$

Donde,

$\alpha_i$  = es el efecto fijo individual

$\lambda_t$  = es el efecto fijo temporal

Este modelo puede representarse de manera equivalente mediante  $n - 1$  indicadores binarios de la entidad individual y  $T - 1$  indicadores binarios temporales, junto con un intercepto:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{it} + \gamma_2 D2_i + \dots + \gamma_n Dn_i + \delta_2 B2_t + \dots + \delta_T BT_t + u_{it}$$

Donde,  $\beta_0, \beta_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n$  y  $\delta_2, \dots, \delta_T$  son coeficientes desconocidos.

Para la aplicación de los modelos de regresión con datos de panel se utilizó el paquete de Python “linearmodels” y los modelos específicos “panelOLS” para el modelo de regresión de efectos fijos y “RandomEffects” para el modelo de regresión de efectos aleatorios [153].

### 3.5 Consideraciones éticas

El tipo de estudio corresponde a una investigación sin riesgo de acuerdo con las categorías descritas en el artículo 11 de la Resolución 8430 del 1993<sup>27</sup>, ya que incluye el análisis retrospectivo de fuentes

---

<sup>27</sup> Ministerio de la Salud, Resolución 8430 del 1993 “Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud”.

---

secundarias de información; por lo tanto; no se modifican las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de individuos.

En el desarrollo de la investigación se respetaron los principios éticos de autonomía, justicia, beneficencia y no maleficencia. Se adoptaron las medidas necesarias para reducir los posibles sesgos metodológicos y de inferencia, garantizando la imparcialidad y veracidad en el análisis de las fuentes de información secundarias utilizadas. Asimismo, se siguieron las directrices de la Universidad Nacional de Colombia sobre derechos de autor y propiedad intelectual, las fuentes de información utilizadas fueron obtenidas mediante el Sistema Nacional de Bibliotecas SINAB, bases de datos académicas de acceso abierto y los portales oficiales del DANE, SISPRO, MADR y Dirección Nacional de Planeación, Asimismo, las fuentes consultadas fueron referenciadas. Las herramientas y software para el procesamiento de los datos utilizados son de acceso libre.

El proyecto de investigación fue evaluado y aprobado por el comité de ética de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia, según consta en el acta de evaluación número 0003-022 del 28 de febrero de 2020.



## 4. Capítulo: Resultados

Los resultados obtenidos se muestran de acuerdo con el siguiente orden: inicialmente se presenta el comportamiento epidemiológico y los patrones de distribución geográfica de los casos y tasas ajustadas de intento suicida y suicidio según departamentos y municipios. Asimismo, se presentan los resultados de los modelos de regresión segmentada – Joinpoint a partir de los cuales se observan los cambios de tendencias temporales en el periodo 2009-2018 y los resultados del análisis espaciotemporal a partir de la prueba de escaneo circular de Kulldorff realizado para detectar conglomerados o clúster.

En segundo lugar, se describen las variables utilizadas para aproximarse a la exposición poblacional a plaguicidas, inicialmente, el comportamiento epidemiológico y patrones de distribución geográfica de los casos y tasas ajustadas de la intoxicación aguda por plaguicidas manteniendo el mismo orden que en intento de suicidio y suicidio. Luego se examina el comportamiento de área dedicada a cultivos agrícolas e ilícitos y del consumo aparente de plaguicidas calculado por medio del indicador sobre el uso de plaguicidas por superficie de cultivo y la relación entre el consumo aparente de plaguicidas y la superficie cultivada.

Finalmente, se describe la relación entre la exposición a plaguicidas con el intento suicida y suicidio en Colombia durante el periodo 2009-2018 a partir de los resultados de los modelos de regresión con datos panel según departamentos y municipios.

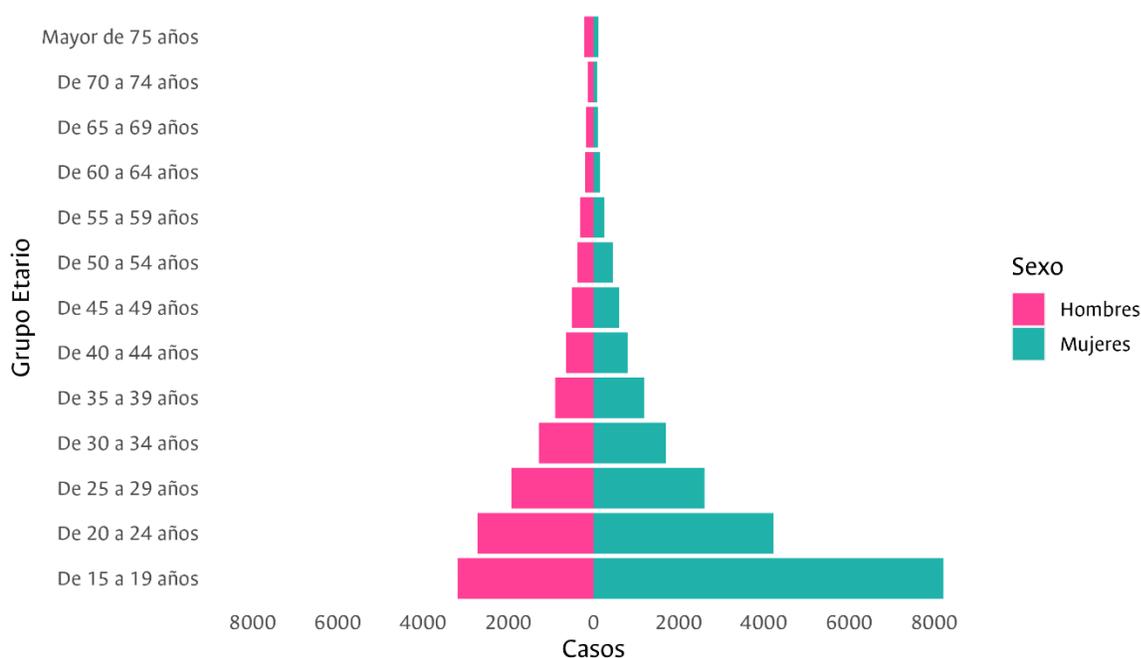
En coherencia con lo presentado en el apartado correspondiente a la metodología la descripción de los resultados se realizará teniendo en cuenta la organización política y administrativa de Colombia estructurada en 32 departamentos, 1102 municipio y 20 corregimientos departamentales. Además, para efectos de la descripción de los resultados se utilizará la agrupación por regiones naturales y culturales del país (Amazónica, Andina, Caribe, Insular, Orinoquía y Pacífico).

## 4.1 Comportamiento epidemiológico y patrones de distribución geográfica del intento suicida y suicidio

### 4.1.1 Intento suicida

Los casos de intento suicida observados en el periodo 2009 a 2018 a nivel nacional según los Registros Individuales de Prestación de Servicios de Salud (RIPS) muestran 33096 lesiones autoinfligidas intencionalmente (intento de suicidio) en personas mayores de 15 años, registrados con los códigos CIE-10 X60-X84.

Figura 4-1. Casos de intento suicida según sexo y grupo etario, Colombia, 2009-2018



Fuente: SISPRO (SGD), Registros Individuales de Prestación de Servicios de Salud - lesiones autoinfligidas intencionalmente (intentos de suicidio), códigos CIE-10 X60-X84.

La mayoría de los casos corresponden a mujeres (62.0% - 20509 casos) con una razón hombre:mujer <sup>28</sup> para todos los grupos etarios de 0.61. La razón hombre:mujer varía de acuerdo con el rango etario,

<sup>28</sup> La razón hombre:mujer se calculó siguiendo la metodología propuesta por la Organización Panamericana de la Salud [182] dividiendo el número de casos en los hombres mayores de 15 años por el número de casos en las mujeres mayores

es decir, toma valores menores a 1 entre los 15 y 54 años y valores mayores a 1 a partir de los 55 años; esto indica que el intento suicida es mayor en mujeres en población joven mientras que en población adulta mayor el intento suicida es más común en hombres, alcanzado una razón hombre:mujer máxima de 1.87 en el grupo de mayor a 75 años.

De otra parte, la mayoría de los casos de intento suicida se concentran en población entre los 15 y 29 años (69.1% - 22 879 del total de los casos). El número de casos de intento suicida disminuye a medida que aumenta la edad; aunque la disminución de los casos, en términos porcentuales, es mayor en las mujeres que en los hombres a partir de los 40 años.

Tabla 4-1. Tasas de incidencia de intento suicida por 100000 habitantes, en población mayor de 15 años, según sexo, Colombia, 2009-2018

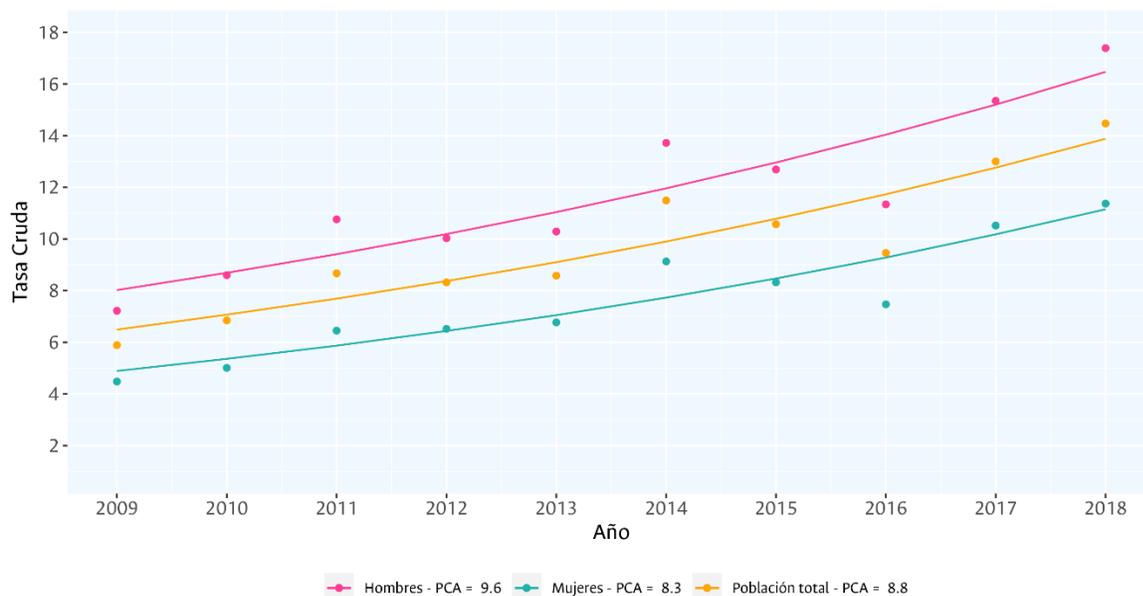
AÑO	MUJERES				HOMBRES				TOTAL			
	TASAS		IC (95%)		TASAS		IC (95%)		TASAS		IC (95%)	
	CRUDA	AJUSTADA	MIN	MAX	CRUDA	AJUSTADA	MIN	MAX	CRUDA	AJUSTADA	MIN	MAX
2009	7.22	6.88	6.48	7.30	4.48	4.26	3.91	4.59	5.89	5.57	5.29	5.85
2010	8.60	8.22	7.78	8.65	5.01	4.75	4.38	5.09	6.85	6.48	6.19	6.75
2011	10.76	10.35	9.86	10.85	6.45	6.16	5.80	6.57	8.67	8.24	7.91	8.57
2012	10.03	9.72	9.25	10.18	6.52	6.25	5.88	6.63	8.32	7.96	7.64	8.27
2013	10.29	10.06	9.56	10.54	6.77	6.54	6.15	6.96	8.58	8.26	7.93	8.57
2014	13.72	13.54	13.00	14.10	9.13	8.79	8.37	9.28	11.49	11.13	10.80	11.50
2015	12.69	12.64	12.14	13.20	8.32	8.01	7.58	8.43	10.57	10.30	9.94	10.62
2016	11.34	11.42	10.93	11.90	7.47	7.21	6.84	7.62	9.46	9.28	8.94	9.62
2017	15.35	15.65	15.05	16.23	10.52	10.25	9.77	10.73	13.00	12.89	12.51	13.25
2018	17.39	17.93	17.32	18.57	11.37	11.13	10.66	11.61	14.47	14.47	14.09	14.88
<b>Periodo</b>	<b>10.00</b>	<b>9.82</b>	<b>9.33</b>	<b>10.28</b>	<b>5.48</b>	<b>5.19</b>	<b>4.83</b>	<b>5.56</b>	<b>7.80</b>	<b>7.49</b>	<b>7.19</b>	<b>7.80</b>

Fuente: Sistema Integrado de Información de la Protección Social SISPRO (SGD), Registros Individuales de Prestación de Servicios de Salud - lesiones autoinfligidas intencionalmente (intentos de suicidio), códigos CIE-10 X60-X84.

Al examinar el comportamiento de las tasas de incidencia del intento suicida en cada uno de los años se identificó que se han presentado variaciones, evidenciando subperiodos de estabilización en los cuales las tasas presentan un comportamiento homogéneo (años 2011-2013) o subperiodos de ligera disminución (años 2014-2016). No obstante, las tasas de incidencia de intento suicida por sexo y para el total de la población se han incrementado 2.6 veces entre el primer y último año del periodo analizado (Tabla 4-1); al respecto los resultados del análisis de regresión JoinPoint muestran una tendencia sostenida de aumento y un porcentaje de cambio anual (PCA) del 8.8 (Tabla 4-2).

de 15 años. Para la interpretación de la razón hombre:mujer se asume que, si no existen diferencias entre sexos, la proporción sería a 1.0. Si la razón es mayor de 1.0, habrá más casos en los hombres, mientras que una razón menor de 1.0 indica un mayor número de casos en las mujeres.

Tabla 4-2. Resultados de análisis temporal de JoinPoint para tasas de incidencia de intento suicida en población mayor de 15 años según sexo, Colombia, 2009 -2018



COHORTE	SEGMENTO	PUNTO DE UNIÓN			INTERVALO DE CONFIANZA		TEST-T	PROB >  T
		INFERIOR	SUPERIOR	PCA <sup>1</sup>	INFERIOR	SUPERIOR		
Hombres	1	2009	2018	9.6*	6.4	12.8	7.2	< 0.001
Mujeres	1	2009	2018	8.3*	5.2	11.5	6.4	< 0.001
Población Total	1	2009	2018	8.8*	5.7	12.0	6.8	< 0.001

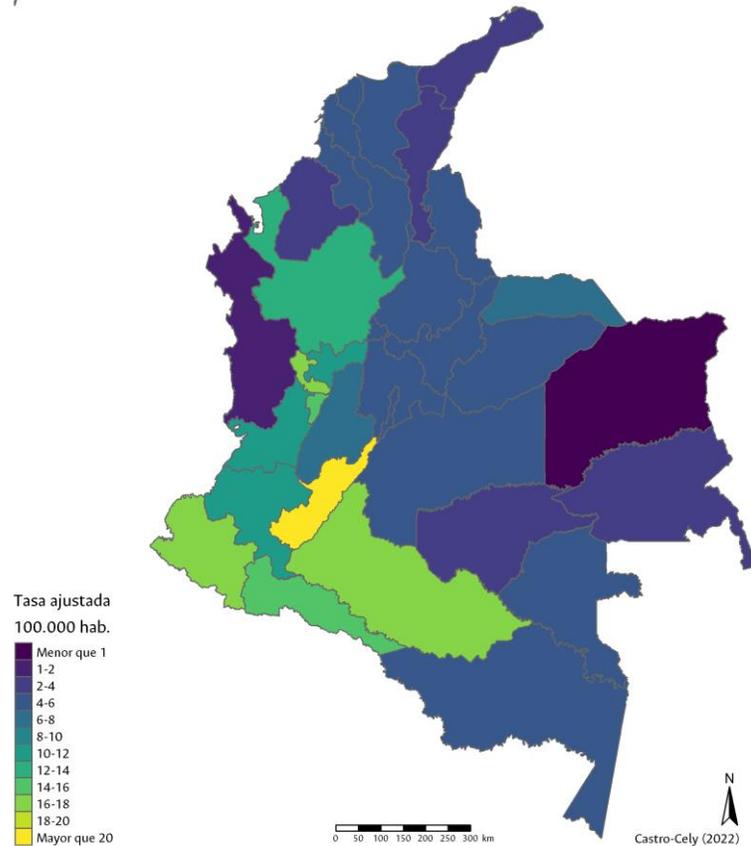
\* Estadísticamente significativo

<sup>1</sup> Porcentaje de cambio anual

Fuente: Joinpoint Regression Program, Version 4.9.1.0. April, 2022; Statistical Research and Applications Branch, National Cancer Institute.

En el periodo analizado el mayor número de casos se concentra en departamentos de Antioquia (6784 casos), seguido de Cundinamarca (4468 de los cuales 2948 – 65,9% corresponden a Bogotá), Valle del Cauca (3737 casos), Nariño (2361 casos), Cauca (1401 casos). En contraste, los departamentos que menos casos registraron fueron el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (11 casos) y en los departamentos ubicados en la región amazónica, a saber: Vichada (12 casos), Guainía (15 casos), Vaupés (17 casos), Amazonas (39 casos) y Guaviare (41 casos), estos son territorios caracterizados por amplias extensiones de zonas selváticas y bajas densidades poblacionales. El promedio de casos del periodo para cada uno de los territorios puede consultarse en el anexo B.

Figura 4-2. Tasas ajustadas de incidencia de intento suicida en población mayor de 15 años, según departamentos, Colombia, periodo 2009-2018



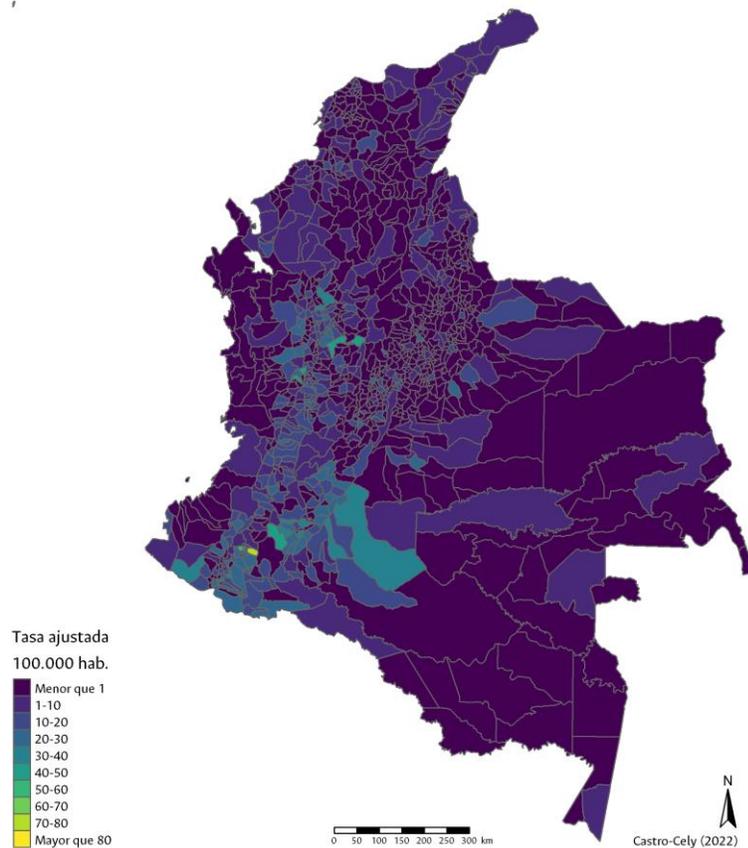
En relación con las tasas ajustadas de incidencia de intento suicida calculadas para el periodo y expresadas por 100 000 habitantes (Figura 4-2). Se destaca que los departamentos que presentan las tasas más altas, en su orden son: Huila (21.6); Risaralda (16.8); Nariño (16.3); Caquetá (16.1) y Quindío (15.0). De otra parte, los departamentos con las tasas de incidencia más bajas son el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Vichada, Chocó, Guaviare y Guainía.

Al analizar las tasas ajustadas de incidencia de intento suicida, ocurridas por año, durante el periodo objeto de estudio, se evidencian variaciones en casi todos los departamentos. Así, por ejemplo, el departamento de Putumayo presenta la mayor variación, pasando de 1.7 casos por 100 000 habitantes en el año 2009 a 24.8 casos por 100 000 habitantes en el año 2018, con una tasa máxima de 27.5 casos por 100 000 habitantes en 2016, es decir, la tasa de incidencia se incrementó 16 veces entre los años 2009 y 2016.

De igual manera, sobresalen algunos departamentos en los cuales se observan tendencias crecientes entre las tasas del primer y último año del periodo, entre ellos Córdoba (de 1.7 a 12.1 casos por cada

100 000 habitantes), Caldas (de 4.6 a 24.3 casos por cada 100 000 habitantes), Cauca (de 4.8 a 18.4 casos por cada 100 000 habitantes), Nariño (de 7.4 a 25.9 casos por cada 100 000 habitantes), Huila (de 13.8 a 36.6 casos por cada 100 000 habitantes), Caquetá (de 10.3 a 27.0 casos por cada 100 000 habitantes) y Risaralda (de 11.7 a 26.1 casos por cada 100 000 habitantes). El comportamiento en cada departamento por cada uno de los años y el total del periodo se puede consultar en el [recurso interactivo ISSAPP](#)).

Figura 4-3. Tasas ajustadas de incidencia de intento suicida en población mayor de 15 años, según municipios, Colombia, periodo 2009-2018.



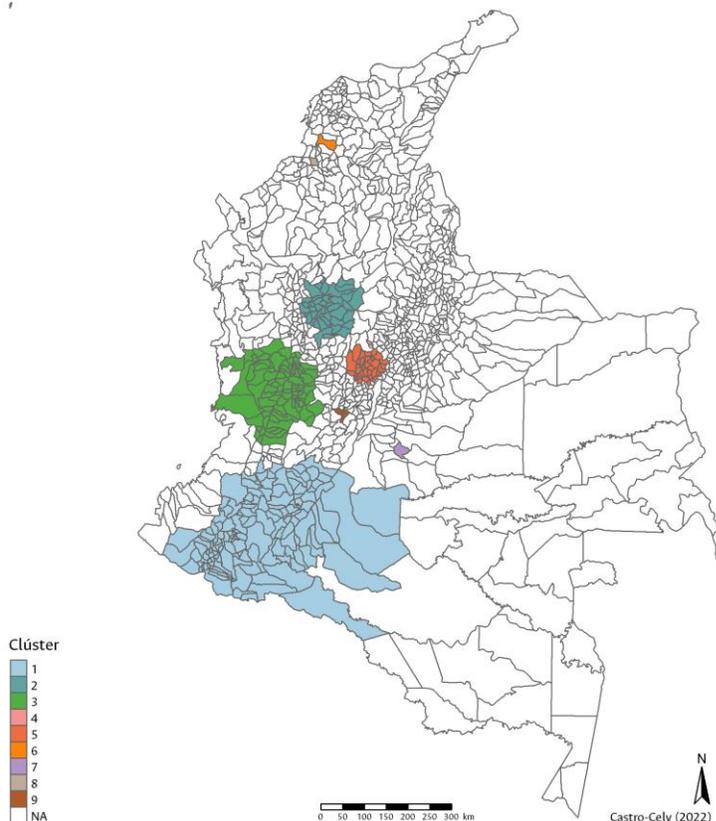
Al examinar el comportamiento según municipios<sup>29</sup>, en el periodo 2009-2018, el mayor número de casos de intento de suicidio se registra en las ciudades principales del país o capitales departamentales, a saber: Medellín (3306 casos), Bogotá D.C. (2948 casos), Cali (1699 casos), Pasto

<sup>29</sup> Para efectos de la presentación de los resultados la denominación “municipios” incluye a los 1102 municipios y 20 Corregimientos departamentales.

(781 casos) y Barranquilla (663 casos). Se identificaron 101 municipios (9.0%) que no registraron casos de intentos suicidas y 594 municipios (52.9%) con menos de 10 casos registrados para la totalidad del periodo analizado. El promedio de casos para cada uno de los municipios puede consultarse en el anexo B.

En contraste, los municipios con las mayores tasas de incidencia de intento suicida (casos por 100 000 habitantes) para la totalidad del periodo, en su orden son: La Cruz - Nariño (77.5), Sonsón-Antioquia (72.2), La Unión- Nariño (51.6), Colón - Nariño (46.6), Santuario - Risaralda (43.5), San Agustín - Huila (41.5) y Belén de Umbría - Risaralda (40,2) (Figura 4-3), es de anotar que estos municipios registran tasas de incidencia muy elevadas en comparación con el promedio nacional y departamental. Al analizar el comportamiento de las tasas de incidencia de intento suicida en cada uno de los años, estas no muestran una tendencia clara, debido a que es frecuente que en algunos años no se registren casos de intento suicida.

Tabla 4-3. Conglomerados de intento suicida en población mayor de 15 años, Colombia, periodo 2009-2018.



CLÚSTER	RADIO	MUNICIPIOS	PERIODO	POBLACIÓN	CASOS OBSERVADOS	CASOS ESPERADOS	TASA ANUAL <sup>1</sup>	RELACIÓN <sup>2</sup>	RIESGO RELATIVO	VALOR-P
1	260.96 km	146	2014 a 2018	2 931 641	4086	1495	26.9	2.73	2.98	< 0.001
2	67.86 km	44	2014 a 2018	3 115 058	3233	1606	19.8	2.01	2.12	< 0.001
3	109.30 km	88	2014 a 2018	2 903 891	2535	1458	17.1	1.74	1.80	< 0.001
4	0.00 km	1	2009 a 2011	3 684	26	1	245.0	24.90	24.91	< 0.001
5	41.41 km	36	2017 a 2018	513 359	221	119	18.3	1.86	1.86	< 0.001
6	0.00 km	1	2017 a 2018	48 047	37	10	37.4	3.80	3.80	< 0.001
7	0.00 km	1	2011 a 2013	7 789	16	2	71.8	7.29	7.30	< 0.001
8	0.00 km	1	2014 a 2015	188 410	79	37	20.7	2.11	2.11	0.001
9	15.50 km	3	2015 a 2018	63 790	59	26	22.6	2.29	2.30	0.006

<sup>1</sup> Tasa anual de casos por 100 000 habitantes

<sup>2</sup> Relación entre casos observados y esperados

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de software SaTScan versión 10.0.2.

En la prueba de exploración espaciotemporal se identificaron 9 conglomerados estadísticamente significativos. Estos varían en tamaño y periodo de presentación, se destacan tres conglomerados de gran tamaño registrados en el subperiodo 2014 a 2018, identificados con los números 1, 2 y 3 (Tabla 4-3). El primer clúster incluye municipios de los departamentos de Caquetá, Cauca, Huila, Nariño y Putumayo ubicados en la región suroccidental del país, el segundo localizado en el noreste

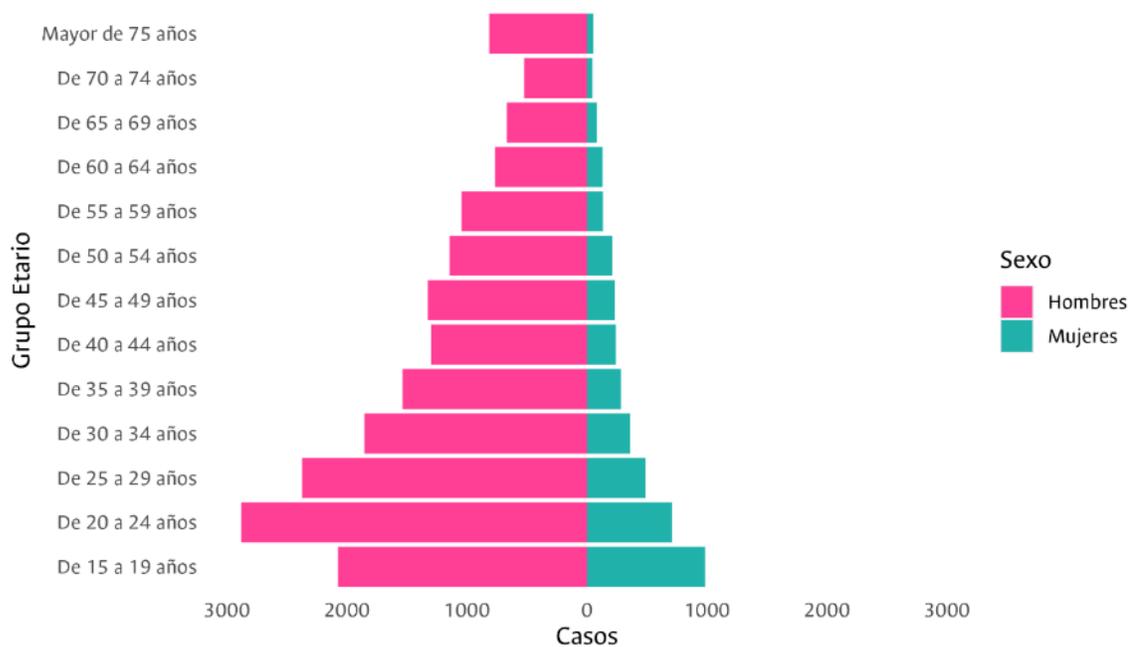
en el departamento de Antioquia y el tercero en los departamentos de Caldas, Chocó, Quindío, Risaralda, Tolima y Valle del Cauca localizados en la subregión geográfica y cultural denominada eje cafetero, en la región andina del país.

El clúster identificado con el número 5 corresponde a municipios ubicados en el departamento de Cundinamarca en la región andina y el número 9 a municipios en el departamento de Tolima. Los demás conglomerados se localizan en municipios en los cuales se registró un aumento considerable de casos en subperiodos cortos (uno o dos años consecutivos), estos son Quípama – Boyacá, El Carmen de Bolívar - Bolívar, Fuente de Oro - Meta y Sincelejo – Sucre, identificados con el número 4, 6, 7 y 8, respectivamente.

### 4.1.2 Suicidio

Los resultados muestran que durante el periodo 2009 a 2018 en Colombia ocurrieron 2 113 264 defunciones, de las cuales 23 182 corresponden a lesiones autoinfligidas o suicidios (1.09%). Del total de los casos de suicidios 22 245 (95.9%) se registraron en individuos mayores de 15 años.

Figura 4-4. Casos de suicidio según sexo y grupo etario, Colombia, 2009-2018



Fuente: SISPRO (SGD), RUAFAF-ND, Registros de estadísticas vitales, defunciones, causas agrupadas 511 - lesiones autoinfligidas intencionalmente (suicidios), códigos CIE-10 X60-X84.

Como se observa en la Figura 4-4, en el periodo objeto de investigación, la mayoría de los fallecidos por suicidio son hombres (83.3%), identificándose una razón hombre:mujer de 4.6 para todos los grupos etarios, es decir, por cada caso de suicidio registrado en mujeres, hay 4.6 hombres que fallecen por la misma causa. No obstante, llama la atención que la razón hombre:mujer se

incrementa notablemente en los rangos de 70 a 74 años y mayor de 75 años (11.9 y 15.1 respectivamente). También se identificó que la mayoría de los casos de suicidio se presentaron en población entre 15 y 39 años (60.8%), siendo el grupo de 15 a 19 años el más afectado en las mujeres y el grupo de 20 a 24 años en los hombres.

Tabla 4-4. Tasas de mortalidad por suicidio por 100 000 habitantes, en población mayor de 15 años, según sexo, Colombia, 2009-2018.

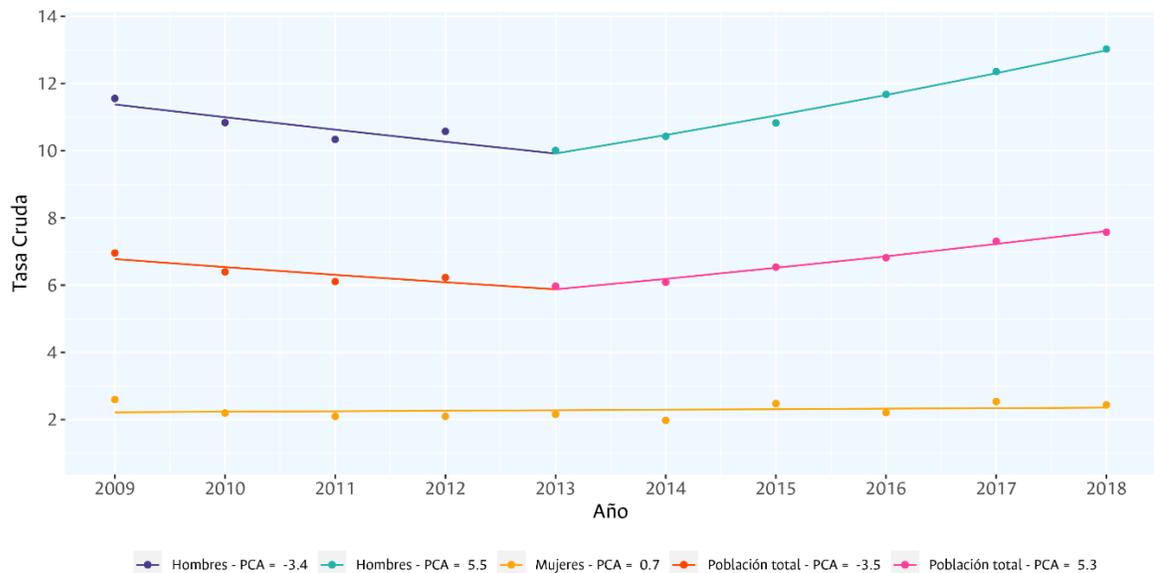
AÑO	MUJERES				HOMBRES				TOTAL			
	TASAS		IC (95%)		TASAS		IC (95%)		TASAS		IC (95%)	
	CRUDA	AJUSTADA	MIN	MAX	CRUDA	AJUSTADA	MIN	MAX	CRUDA	AJUSTADA	MIN	MAX
2009	2.60	2.54	2.28	2.78	11.56	11.53	10.99	12.09	6.96	6.89	6.58	7.21
2010	2.20	2.13	1.92	2.37	10.84	10.76	10.23	11.29	6.40	6.31	6.03	6.58
2011	2.10	2.06	1.86	2.29	10.34	10.29	9.78	10.82	6.11	6.04	5.79	6.31
2012	2.10	2.07	1.88	2.30	10.58	10.54	10.03	11.05	6.23	6.18	5.91	6.47
2013	2.16	2.13	1.93	2.37	10.01	9.97	9.48	10.51	5.97	5.94	5.69	6.20
2014	1.98	1.98	1.79	2.21	10.43	10.39	9.90	10.92	6.09	6.06	5.80	6.31
2015	2.48	2.48	2.23	2.78	10.83	10.82	10.31	11.34	6.54	6.52	6.23	6.77
2016	2.21	2.23	2.01	2.44	11.68	11.66	11.16	12.17	6.82	6.80	6.54	7.07
2017	2.54	2.58	2.32	2.83	12.36	12.31	11.81	12.87	7.31	7.29	7.01	7.56
2018	2.44	2.49	2.24	2.78	13.03	12.98	12.46	13.54	7.58	7.57	7.27	7.85
<b>Periodo</b>	<b>2.30</b>	<b>2.29</b>	<b>2.07</b>	<b>2.54</b>	<b>11.24</b>	<b>11.21</b>	<b>10.69</b>	<b>11.73</b>	<b>6.65</b>	<b>6.61</b>	<b>6.32</b>	<b>6.91</b>

Fuente: Sistema Integrado de Información de la Protección Social SISPRO (SGD), RUAF-ND, Registros de estadísticas vitales, defunciones, causas agrupadas 511 - lesiones autoinfligidas intencionalmente (suicidios), códigos CIE-10 X60-X84.

Las tasas de mortalidad por suicidio en población mayor de 15 años para los dos sexos y el total de la población se presentan en la Tabla 4-4. Se identificó que las tasas más bajas de mortalidad por suicidio se presentaron en el año 2013 en los hombres y el total de población y en el año 2014 en las mujeres. Al comparar el año inicial y final del periodo se encuentra que las tasas de mortalidad por suicidio en las mujeres muestran una ligera disminución mientras que las tasas de mortalidad en hombres y el total de la población se incrementaron.

Los resultados del análisis de regresión de JoinPoint muestran un punto de cambio de tendencia estadísticamente significativo en las tasas de mortalidad por suicidio en el año 2013 para el total de la población y en hombres, evidenciándose en ambos grupos una tendencia inicial de disminución en las tasas de mortalidad seguida por una tendencia de aumento en el segmento a partir a ese año. En contraste, en el comportamiento de las tasas de mortalidad por suicidio en mujeres no se detectaron puntos de cambio de tendencia estadísticamente significativos en el periodo analizado (Tabla 4-5).

Tabla 4-5. Resultados de análisis temporal de JoinPoint para tasas de mortalidad por suicidio en población mayor de 15 años según sexo, Colombia, 2009 -2018.



COHORTE	SEGMENTO	PUNTO DE UNIÓN		PCA <sup>†</sup>	INTERVALO DE CONFIANZA		TEST-T	PROB >  T
		INFERIOR	SUPERIOR		INFERIOR	SUPERIOR		
Hombres	1	2009	2013	-3.4*	-5.7	-0.9	-3.6	0.016
Hombres	2	2013	2018	5.5*	3.8	7.3	8.5	< 0.001
Mujeres	1	2009	2018	0.7	-1.7	3.1	0.7	0.532
Total	1	2009	2013	-3.5*	-6.2	-0.7	-3.2	0.023
Total	2	2013	2018	5.3*	3.3	7.3	7.1	0.001

\* Estadísticamente significativo  
<sup>†</sup> Porcentaje de cambio anual

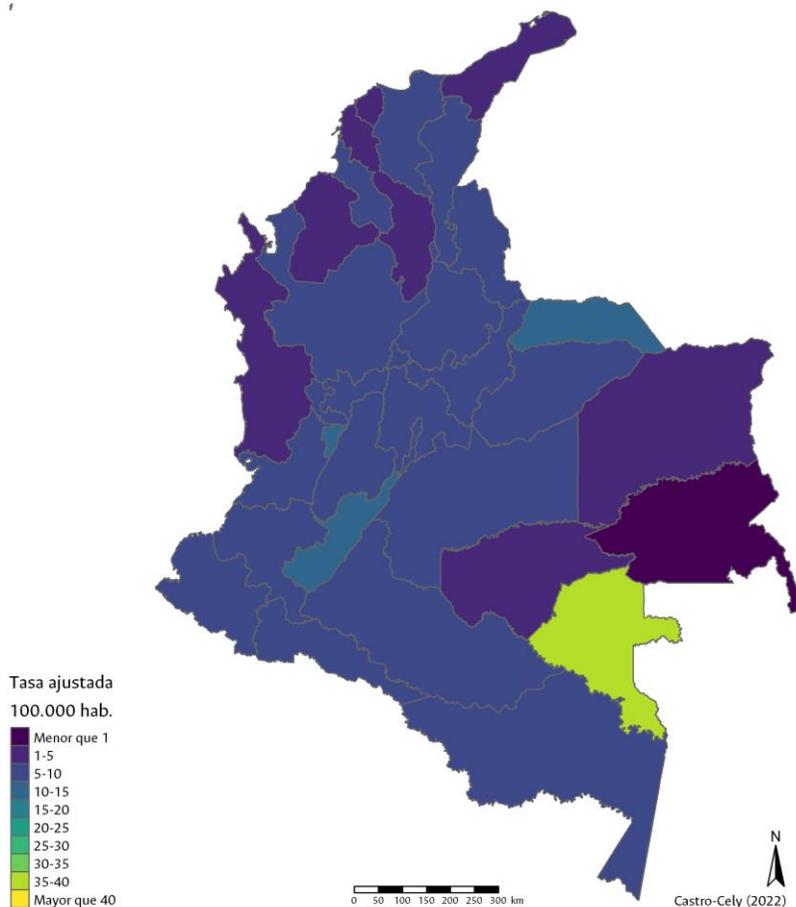
Fuente: Joinpoint Regression Program, Version 4.9.1.0. April, 2022; Statistical Research and Applications Branch, National Cancer Institute.

Para establecer el comportamiento del número de casos por departamento, se aprecia que el mayor número de casos se concentra en Cundinamarca (18.1%), en cual se localiza la capital del país, Bogotá, donde se reportaron 2893 casos en el periodo que corresponden al 13.0% de los casos a nivel nacional. Los demás municipios de este departamento reportan 1129 casos en el periodo. Le siguen en su orden el departamento de Antioquia (15.7%), el Valle del Cauca (9.3%), Nariño (4.9%), Santander (4.8%). Los departamentos con menor número de casos son el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (0.04%), Guainía (0.06%) y Vichada (0.11%), territorios caracterizados por el bajo número de habitantes.

Sin embargo, en las tasas ajustadas de mortalidad por suicidio para el periodo observado, los departamentos con las mayores tasas son Vaupés (38.3), Arauca (12.9), Quindío (11.4) y Huila (10.2); es de destacar que otros 14 departamentos presentaron tasas de mortalidad por suicidio superiores al promedio nacional estimado en 6.61 casos por cada 100 000 habitantes (ver anexo B). Llama la atención que el departamento de Vaupés presenta tasas de mortalidad para el total de la población 5,7 veces más altas que el promedio nacional y muy superiores en comparación con los demás departamentos, alcanzando tasas de mortalidad de 55.2 en hombres y 17.1 en mujeres. El

comportamiento de las tasas de mortalidad en Vaupés es similar al analizar cada uno de los años, aunque presenta variaciones llegando a su valor mínimo en 2016 (19.3) y el máximo en 2009 (65.0). En contraste, las menores tasas de mortalidad para el periodo se observan en los departamentos de Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (región insular) y Guainía, este último localizado en la región amazónica caracterizados por su baja densidad poblacional<sup>30</sup>.

Figura 4-5. Tasas ajustadas de mortalidad por suicidio por 100000 habitantes en población mayor de 15 años, según departamento, Colombia, periodo 2009-2018



Si se tiene en cuenta el comportamiento en municipios, en el periodo 2009-2018, el mayor número de casos se ubican en las ciudades principales del país o capitales departamentales, a saber: Bogotá

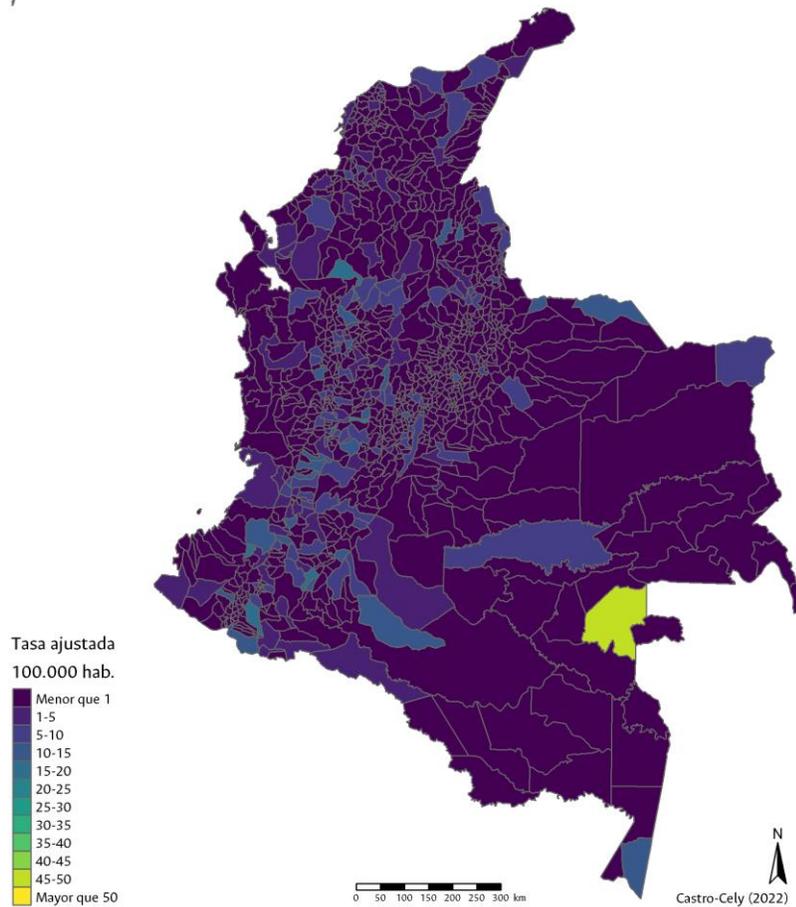
<sup>30</sup> Según los datos del Censo Nacional de Población y Vivienda del año 2018, los departamentos con la menos densidad poblacional son Guainía y Vaupés con 0.5 habitantes/Km<sup>2</sup>.

---

D.C. (2893 casos), Medellín (1673 casos), Cali (956 casos), Pasto (503 casos) y Barranquilla (434 casos). Adicionalmente, se identificaron 92 (8.1%) municipios que no reportaron muertes por suicidio en el periodo y 613 (54.6) municipio que notificaron entre 1 y 10 suicidios en el periodo de observación.

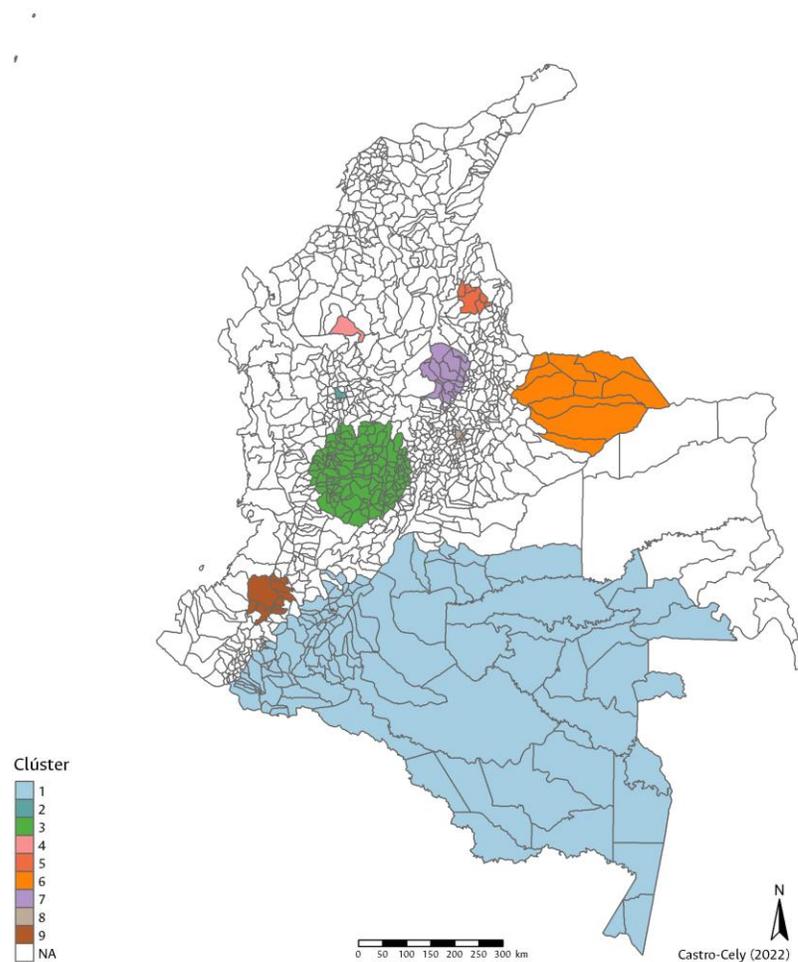
Al analizar en los municipios las tasas ajustadas de mortalidad por suicidio por cada 100 000 habitantes, en el periodo llaman la atención las tasas registradas en los municipios de Mitú - Vaupés (47.7), Santa Isabel – Tolima (21.0), Pitalito – Huila (17.4), Pasto – Nariño (16.9), Circasia – Quindío (16.1), Tarazá – Antioquia (15.3), Argelia - Cauca (15.0), Ocaña – Norte de Santander (14.7), Leticia – Amazonas (14.5), Garzón- Huila (14.3) y Arauca-Arauca (14.1), las cuales son muy superiores al promedio nacional estimado en 6.61 casos por cada 100 000 habitantes. Al examinar el comportamiento de las tasas de mortalidad por suicidio en los municipios por cada uno de los años se observan variaciones de aumento o disminución o la ausencia de casos en algunos años, este comportamiento es similar al referido en las tasas de incidencia de intento suicida.

Figura 4-6. Tasas ajustadas de mortalidad por suicidio por 100 000 habitantes en población mayor de 15 años, según municipios, Colombia, periodo 2009-2018.



En el análisis espaciotemporal se identificaron 9 conglomerados con variaciones en su tamaño y el periodo de presentación de estos; no obstante, destacan dos conglomerados de gran tamaño, el primero en el subperiodo 2009 a 2013 conformado por 106 municipios ubicados en la región amazónica al sur del país, en los departamentos de Caquetá, Cauca, Huila; Meta, Nariño, Putumayo, Amazonas, Guainía, Guaviare y Vaupés. El segundo conglomerado en el subperiodo 2015 a 2018 conformado por 138 municipios localizados en el eje cafetero – región andina en el centro del país en los departamentos de Antioquía, Caldas, Cundinamarca, Quindío, Risaralda, Tolima y Valle del Cauca.

Tabla 4-6. Conglomerados de suicidio en población mayor de 15 años, Colombia, periodo 2009-2018.



CLÚSTER	RADIO	MUNICIPIOS	PERIODO	POBLACIÓN	CASOS OBSERVADOS	CASOS ESPERADOS	TASA ANUAL <sup>1</sup>	RELACIÓN <sup>2</sup>	RIESGO RELATIVO	VALOR-P
1	618.88 km	106	2009 a 2013	1 598 977	930	507.94	12.1	1.83	1.87	< 0.001
2	0.00 km	1	2015 a 2018	1 799 306	832	501.57	11.0	1.66	1.68	< 0.001
3	102.14 km	138	2015 a 2018	3 344 756	1315	915.94	9.5	1.44	1.46	< 0.001
4	0.00 km	1	2013 a 2014	16 061	22	2.11	69.0	10.44	10.45	< 0.001
5	34.82 km	6	2011 a 2015	118 127	94	38.70	16.1	2.43	2.44	< 0.001
6	176.13 km	10	2015 a 2018	207 039	122	58.30	13.8	2.09	2.10	< 0.001
7	51.99 km	18	2015 a 2018	249 069	121	67.83	11.8	1.78	1.79	0.002
8	9.77 km	5	2016 a 2018	134 893	63	28.43	14.7	2.22	2.22	0.005
9	46.33 km	9	2015 a 2018	414 528	177	114.67	10.2	1.54	1.55	0.014

<sup>1</sup> Tasa anual de casos por 100 000 habitantes

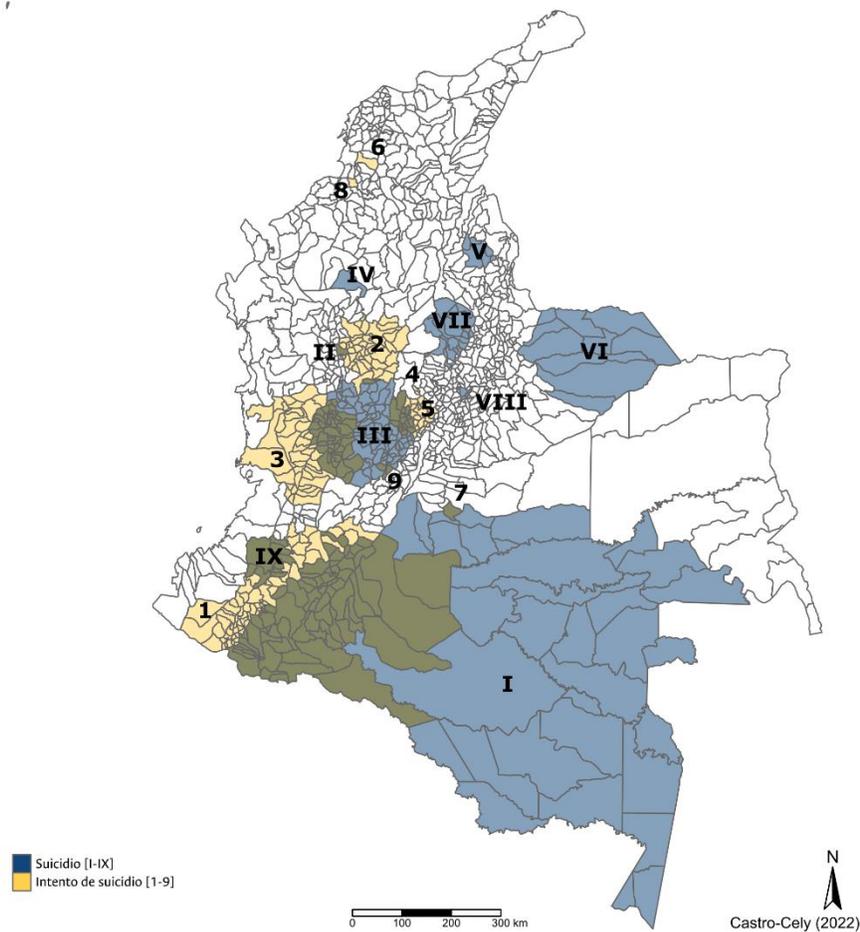
<sup>2</sup> Relación entre casos observados y esperados

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de software SaTScan versión 10.0.2.

En la Tabla 4-6 se destaca la presencia de conglomerados en los municipios de Medellín y Tarazá en el departamento de Antioquia, identificados con los números 2 y 4 respectivamente, en los cuales se presentaron diferencias notables entre el número de casos esperados y los casos de suicidio reportados. Adicionalmente, se identificaron conglomerados en municipios de la región oriental del

país pertenecientes a los departamentos de Norte de Santander (número 5), Arauca y Casanare (número 6), Santander (número 7), Boyacá (número 8) y en la región suroccidental del país en el departamento del Cauca (número 9).

Figura 4-7. Ubicación de conglomerados de intento suicida y suicidio en población mayor de 15 años, Colombia, periodo 2009-2018.



Al analizar conjuntamente los conglomerados de intento suicida y suicidio se identificó la superposición de estos en 151 municipios, 83 localizados en la región central del país en los departamentos de Antioquia, Quindío, Risaralda, Caldas, Cundinamarca, Tolima y Valle del Cauca y 68 municipios en la región suroccidental del país en Caquetá, Meta, Cauca, Nariño y Huila (Figura 4-7).

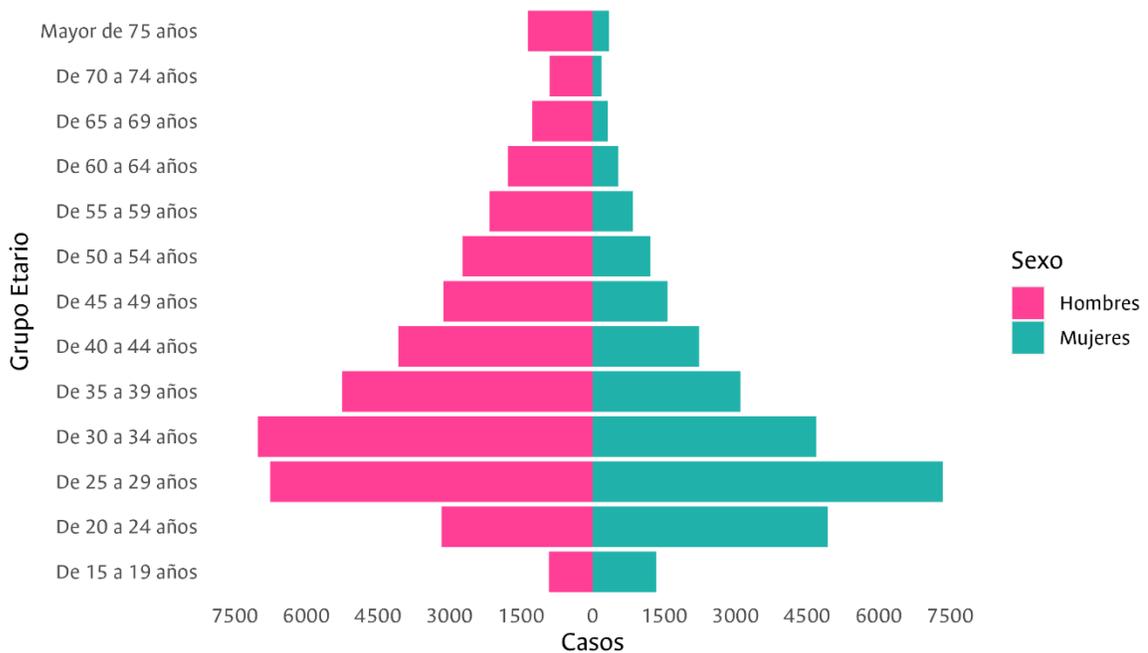
## 4.2 Exposición poblacional a plaguicidas

Para aproximarse a la exposición poblacional a plaguicidas se consideraron las intoxicaciones agudas por plaguicidas y el área cultivada en el país, incluyendo el área dedicada a cultivos agrícolas y cultivos ilícitos; y el consumo aparente de plaguicidas. Los principales hallazgos se describen a continuación:

### 4.2.1 Intoxicaciones agudas por plaguicidas

En el periodo 2009-2018 a nivel nacional se notificaron al SIVIGILA 69 143 casos de intoxicaciones agudas por plaguicidas en personas mayores de 15 años, de los cuales el 58.5% corresponden a hombres y el 41.4% a mujeres.

Figura 4-8. Casos de intoxicaciones agudas por plaguicidas según sexo y grupo etario, Colombia, 2009-2018



Según el rango etario, se evidencia que el mayor número de casos de intoxicaciones agudas por plaguicidas se reportan en personas entre los 20 y 39 años, siendo el rango entre los 25 a 29 años el que concentra mayor número de casos en las mujeres y de 30 a 34 años en los hombres. En ambos sexos se presenta la misma tendencia de disminución del número de casos a medida que aumenta la edad.

Tabla 4-7. Tasas de incidencia de intoxicación aguda por plaguicidas por 100 000 habitantes, en población mayor de 15 años, según sexo, Colombia, 2009-2018

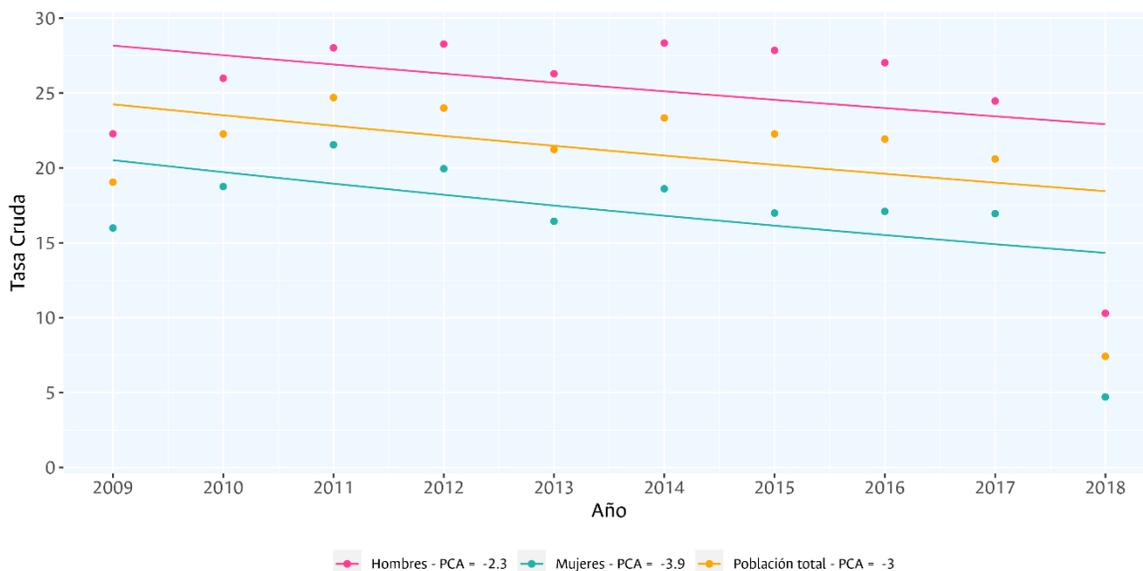
AÑO	MUJERES				HOMBRES				TOTAL			
	TASAS		IC (95%)		TASAS		IC (95%)		TASAS		IC (95%)	
	CRUDA	AJUSTADA	MIN	MAX	CRUDA	AJUSTADA	MIN	MAX	CRUDA	AJUSTADA	MIN	MAX
2009	15.99	15.91	15.29	16.53	22.28	23.19	22.42	23.99	19.05	19.33	18.86	19.85
2010	18.76	18.69	18.04	19.39	25.99	26.98	26.13	27.84	22.27	22.57	22.05	23.11
2011	21.55	21.53	20.84	22.26	28.02	28.90	28.04	29.76	24.70	24.94	24.94	25.50
2012	19.95	19.96	19.30	20.67	28.27	28.99	28.13	29.86	24.00	24.20	23.69	24.77
2013	16.44	16.45	15.82	17.08	26.29	26.80	26.00	27.64	21.23	21.36	20.83	21.88
2014	18.61	18.69	18.05	19.33	28.34	28.80	27.99	29.66	23.34	23.46	22.96	24.00
2015	16.99	17.11	16.52	17.76	27.85	28.11	27.33	28.95	22.27	22.34	21.82	22.83
2016	17.10	17.30	16.69	17.93	27.03	27.17	26.37	27.97	21.93	21.99	21.47	22.50
2017	16.95	17.23	16.62	17.87	24.47	24.48	23.76	25.26	20.60	20.65	20.17	21.12
2018	4.71	4.78	4.44	5.09	10.30	10.32	9.84	10.82	7.42	7.45	7.16	7.75
<b>Periodo</b>	<b>13.37</b>	<b>13.41</b>	<b>12.88</b>	<b>13.95</b>	<b>20.55</b>	<b>20.81</b>	<b>20.12</b>	<b>21.51</b>	<b>16.86</b>	<b>16.92</b>	<b>16.46</b>	<b>16.97</b>

Fuente: Sistema Integrado de Información de la Protección Social SISPRO (SGD), SIVIGILA Intoxicaciones Agudas por Plaguicidas código de evento: 360

Las tasas de incidencia de intoxicación aguda por plaguicidas en el periodo analizado (Tabla 4-7) han presentado variaciones de aumento y disminución, observándose las mayores tasas en el año 2011 y una tendencia al descenso de estas a partir del año 2014. Se destaca que en el año 2018 se registró el menor número de casos notificados, con una reducción del 63.2% del número de casos frente al año inmediatamente anterior, pasando de 7330 casos en 2017 a 2698 casos en el año 2018. En consecuencia, el año 2018 es el que presenta las tasas de incidencia más bajas.

En el análisis de regresión JoinPoint se identificó un único segmento con tendencia sostenida de disminución y un porcentaje de cambio anual de -3.0 para el total de la población, de igual manera una tendencia de disminución al analizar las tasas de incidencia por sexo.

Tabla 4-8 Resultados de análisis temporal de JoinPoint para tasas de incidencia de Intoxicación Aguda por Plaguicidas en población mayor de 15 años según sexo, Colombia, 2009 -2018.



COHORTE	SEGMENTO	PUNTO DE UNIÓN		PCA <sup>1</sup>	INTERVALO DE CONFIANZA		TEST-T	PROB >  T
		INFERIOR	SUPERIOR		INFERIOR	SUPERIOR		
Hombres	1	2009	2018	-2.3	-8.1	3.9	-0.9	0.414
Mujeres	1	2009	2018	-3.9	-10.4	3.1	-1.3	0.226
Población Total	1	2009	2018	-3.0	-9.0	3.5	-1.1	0.309

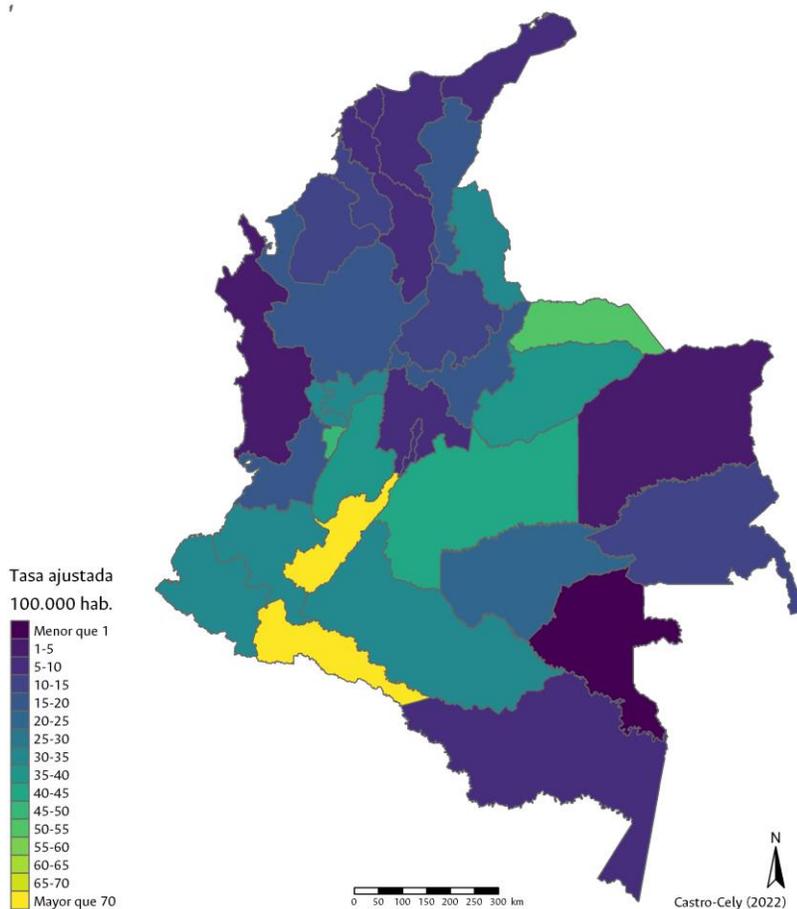
<sup>1</sup> Porcentaje de cambio anual

Fuente: Joinpoint Regression Program, Version 4.9.1.0. April, 2022; Statistical Research and Applications Branch, National Cancer Institute.

Los resultados muestran que el mayor número de casos de intoxicación aguda por plaguicidas se presentó en la región andina en los departamentos de Antioquia (8484 – 12.3%), seguido por Cundinamarca (7542 – 10.9%), Valle del Cauca (5825 – 8.4%) y Huila (5434 – 7.9%). De forma similar, el mayor número de casos se reportaron en las capitales de los departamentos mencionados, así: Bogotá (4571 casos), Medellín (2265 casos), Cali (1555 casos) y Neiva (964 casos).

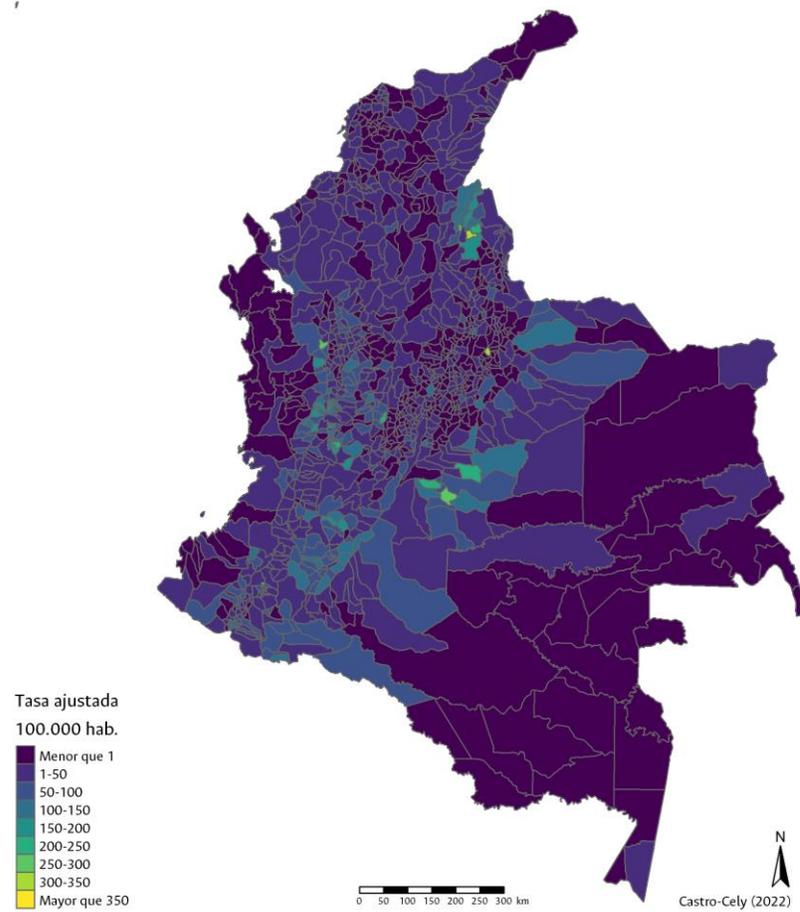
En contraste, los departamentos con el menor número de casos de intoxicaciones agudas son Vaupés (19 – 0.03%), Guainía (40 – 0.06%), Archipiélago de San Andrés y Providencia (40 – 0.06%), Amazonas (50 – 0.07%) y Vichada (58 – 0.08%).

Figura 4-9. Tasas ajustadas de incidencia de intoxicación aguda por plaguicidas en población mayor de 15 años, según departamento, Colombia, periodo 2009-2018



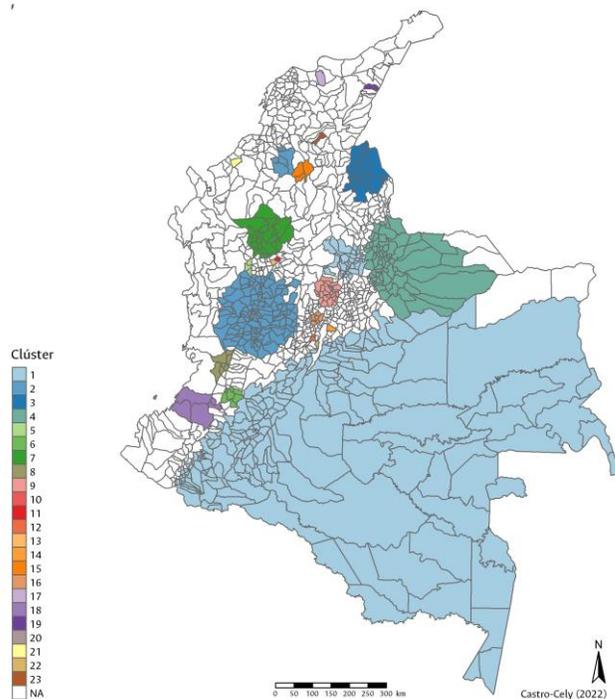
Al analizar el comportamiento de las tasas ajustadas de incidencia de intoxicaciones agudas por plaguicidas por 100 000 habitantes para el periodo 2009-2018, se identificaron tasas elevadas en los departamentos de Huila (72.1), Putumayo (70.4), Arauca (53.6), Quindío (47.5) y Meta (44.1). En contraste, los departamentos con menores tasas son Vaupés (0.0), Chocó (2.7) y Vichada (4.1), territorios en los cuales no es común el reporte de intoxicaciones agudas por plaguicidas, con un promedio anual inferior a 10 casos.

Figura 4-10. Tasas ajustadas de incidencia de intoxicación aguda por plaguicidas en población mayor de 15 años, según municipios, Colombia, periodo 2009-2018



Por su parte, los municipios con las mayores tasas de incidencia de intoxicaciones agudas por plaguicidas por 100 000 habitantes son: Florencia - Cauca (350.7), La playa – Norte de Santander (348.8), Tutazá – Boyacá (310.0), Fuente de Oro – Meta (289.3) y González - César (275.5).

Tabla 4-9. Conglomerados de intoxicaciones agudas por plaguicidas en población mayor de 15 años, Colombia, periodo 2009-2018



CLÚSTER	RADIO	MUNICIPIOS	PERIODO	POBLACIÓN	CASOS OBSERVADOS	CASOS ESPERADOS	TASA ANUAL <sup>1</sup>	RELACIÓN <sup>2</sup>	RIESGO RELATIVO	VALOR-P
1	981.17 km	191	2009 a 2013	3 053 302	8473	3002.05	58.0	2.82	3.08	< 0.001
2	108.92 km	126	2010 a 2014	3 181 374	7030	3230.70	44.7	2.18	2.31	< 0.001
3	50.94 km	14	2012 a 2016	228 415	1110	235.26	97.0	4.72	4.78	< 0.001
4	140.63 km	76	2012 a 2016	511 894	1208	527.55	47.1	2.29	2.31	< 0.001
5	15.68 km	3	2009 a 2013	31 066	248	31.04	164.3	7.99	8.01	< 0.001
6	22.45 km	8	2012 a 2016	182 200	561	189.78	60.8	2.96	2.97	< 0.001
7	61.46 km	26	2014 a 2017	249 248	551	211.77	53.5	2.60	2.61	< 0.001
8	36.56 km	7	2012 a 2016	102 599	307	106.04	59.5	2.90	2.90	< 0.001
9	37.72 km	25	2010 a 2014	159 094	331	159.37	42.7	2.08	2.08	< 0.001
10	52.90 km	36	2013 a 2017	201 644	346	210.95	33.7	1.64	1.64	< 0.001
11	0.00 km	1	2012 a 2016	3 743	30	3.82	161.4	7.85	7.85	< 0.001
12	10.61 km	2	2014 a 2017	18 391	59	16.13	75.2	3.66	3.66	< 0.001
13	0.00 km	1	2009 a 2012	16 166	51	12.91	81.2	3.95	3.95	< 0.001
14	0.00 km	1	2016 a 2016	19 427	29	4.40	135.4	6.59	6.59	< 0.001
15	27.32 km	3	2009 a 2013	49 350	108	48.16	46.1	2.24	2.24	< 0.001
16	16.11 km	7	2009 a 2012	137 262	179	98.16	37.5	1.82	1.83	< 0.001
17	0.00 km	1	2015 a 2017	38 415	71	25.91	56.3	2.74	2.74	< 0.001
18	57.78 km	5	2009 a 2011	110 984	129	65.11	40.7	1.98	1.98	< 0.001
19	9.94 km	2	2009 a 2013	21 942	57	21.31	55.0	2.67	2.68	< 0.001
20	32.41 km	5	2013 a 2016	80 671	125	67.41	38.1	1.85	1.86	< 0.001
21	0.00 km	1	2016 a 2017	10 128	22	4.34	104.2	5.07	5.07	< 0.001
22	0.00 km	1	2013 a 2017	6 193	27	6.56	84.6	4.12	4.12	< 0.001
23	0.00 km	1	2011 a 2011	11 872	15	2.31	133.5	6.49	6.49	0.007

<sup>1</sup> Tasa anual de casos por 100 000 habitantes

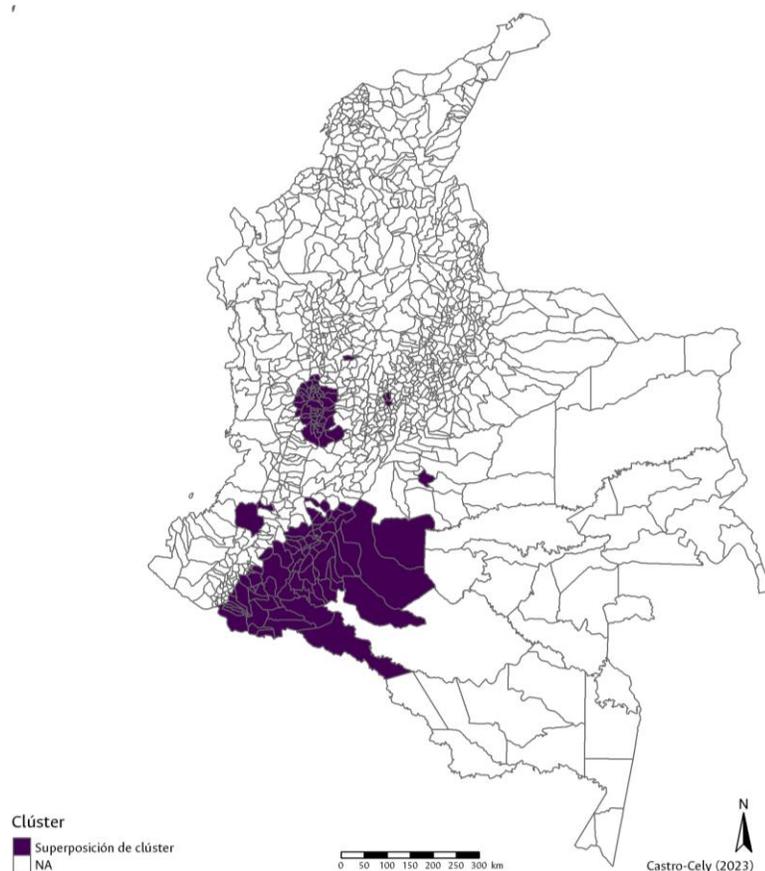
<sup>2</sup> Relación entre casos observados y esperados

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de software SaTScan versión 10.0.2.

El análisis espaciotemporal de las intoxicaciones agudas por plaguicidas permite identificar 23 conglomerados estadísticamente significativos. Los cuales tienen tamaños y periodos de presentación variados. En la Tabla 4-9 destacan tres conglomerados de gran tamaño y un periodo de presentación de 5 años cada uno, el primero de ellos localizado en el sur del país, incluyendo algunos departamentos de la región andina (Cundinamarca, Cauca, Huila, Nariño, Tolima), región de la Orinoquía (Casanare, Meta, y Vichada) y la región amazónica (Amazonas, Guainía, Guaviare, Caquetá, Putumayo y Vaupés) identificado con el número 1; seguido del conglomerado número 2, conformado por municipios de los departamentos de la región andina (Antioquia, Caldas, Cundinamarca, Chocó, Quindío, Risaralda, Tolima y Valle del Cauca ) y el conglomerado número 4 ubicado en la región oriental del país que involucra municipios de los departamentos de Boyacá, Norte de Santander, Santander, Arauca y Casanare.

Al analizar de forma conjunta los conglomerados de intento de suicidio (Tabla 4-3), suicidio (Tabla 4-6) e intoxicación aguda por plaguicidas (Tabla 4-9) se identificó la superposición o solapamiento en 125 municipios y 9 departamentos ubicados en tres regiones así: la región central del país: Antioquia (1), Cundinamarca (3) y Meta (2); el eje cafetero: Caldas (9), Quindío (12), Tolima (3) y Risaralda (12) y la región suroccidental: Huila (28), Caquetá (15), Putumayo (13), Cauca (5), Nariño (12) y Valle del Cauca (10), siendo este último grupo el que mayor número de municipios concentra (Figura 4-11).

Figura 4-11. Superposición de conglomerados de intento suicida, suicidio e intoxicación aguda por plaguicidas, Colombia, 2009-2018.



## 4.2.2 Área cultivada en Colombia

### Área destinada a cultivos de uso agrícola en Colombia

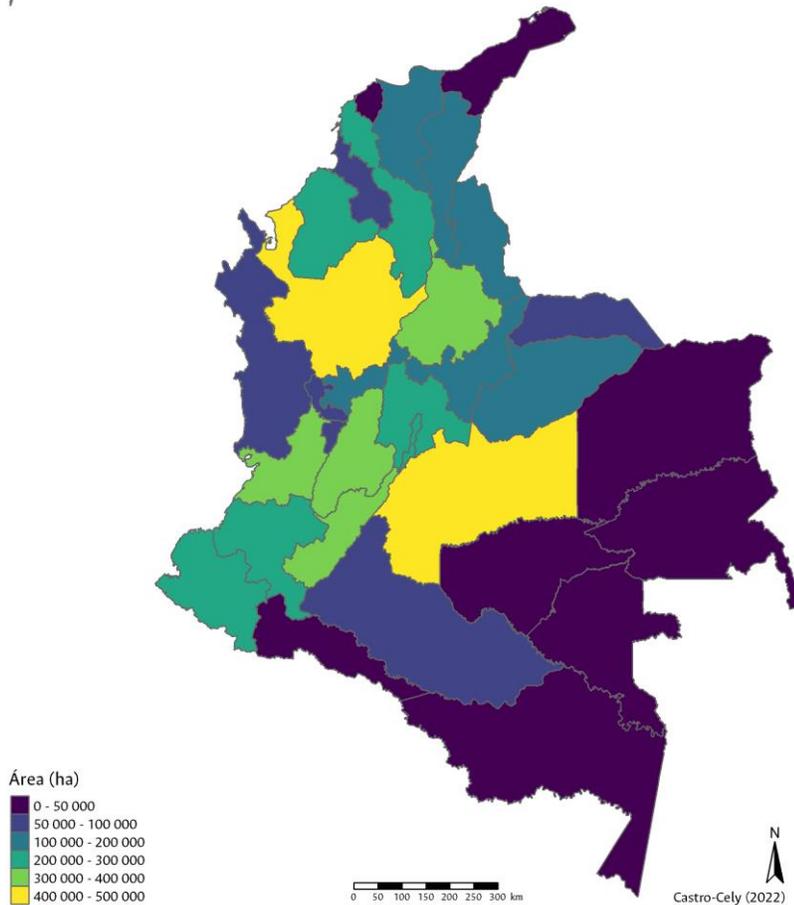
Según los datos de las Encuestas Nacionales Agropecuarias, el uso del suelo en Colombia corresponde a 50 097 143 hectáreas, en las cuales predomina la actividad pecuaria (78.2%) seguido de Bosques (10.3%), uso agrícola (8.9%) y otros usos (2.6%) [154]. En relación con el uso agrícola, el periodo 2009 - 2018 se observa un incremento 12.9% en el área destinada a cultivos agrícolas en los diferentes departamentos y el territorio nacional, equivalente a 598 525 hectáreas.

El área destinada a cultivos agrícolas contiene principalmente cultivos agroindustriales (café, palma de aceite, caña de azúcar, caña panelera, cacao, soya, algodón, entre otros), cereales (arroz, maíz), tubérculos y plátano, frutales y hortalizas, verduras y legumbres [154]. Los cultivos agroindustriales habitualmente son monocultivos que requiere la utilización de plaguicidas para maximizar los rendimientos o garantizar las cosechas, siendo común el uso de herbicidas, insecticidas y fungicidas [155].

En cuanto al uso del suelo, basado en el número de hectáreas cultivadas (Figura 4-12), las actividades agrícolas son predominantes en 22 departamentos (Antioquia, Quindío, Risaralda, Caldas, Tolima, Valle del Cauca, Huila, Cundinamarca, Santander, Bolívar, Sucre, Atlántico, Cesar, Norte de Santander, Córdoba, Nariño, Cauca, Boyacá, Magdalena, Meta, Casanare, Arauca); localizados en las regiones Andina, Orinoquía, Caribe y Pacífica en las cuales las condiciones topográficas, climáticas e hidrológicas son aptas para el desarrollo de actividades agrícolas [156].

Los departamentos restantes - La Guajira, Chocó, Putumayo, Caquetá, Guaviare, Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Vichada, Guainía, Vaupés y Amazonas - tienen características geográficas como la presencia de selvas, bosques o desiertos que ocupan parte de la extensión del territorio y hacen que predominen usos de suelo diferentes a la agricultura. No obstante, en algunos de estos departamentos hay presencia de cultivos ilícitos, particularmente, en aquellos ubicados en la región amazónica.

Figura 4-12. Área dedicada a cultivos agrícolas, Colombia, periodo 2009-2018



El comportamiento de área cultivada en cada territorio es heterogéneo (Tabla 4-10); no obstante, en los departamentos de Casanare y Meta, ubicados en la región de Orinoquía, se evidencia una tendencia marcada de incremento de hectáreas sembradas especialmente entre el periodo 2009-2017. Adicionalmente, sobresalen las tendencias observadas en la región amazónica en los departamentos de Vaupés en el cual el número de hectáreas cultivadas se incrementó 7 veces y Vichada donde el área cultivada se multiplicó por 5.8 al comparar el primer y último año del periodo objeto de investigación; de igual manera, el área cultivada en los demás departamentos de la Amazonia (Amazonas, Guainía y Guaviare) ha presentado incrementos importantes, lo cual sugiere procesos de deforestación para la implementación de cultivos y áreas de pastoreo de ganado.

Tabla 4-10. Área cultivada de productos agrícolas en hectáreas por departamento, Colombia 2009-2018

DEPARTAMENTO	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	PROMEDIO
Antioquia	429 449	434 214	421 062	434 287	435 115	427 491	434 016	438 500	435 180	424 895	<b>431 421</b>
Meta	319 929	339 193	377 668	361 151	384 119	385 373	438 583	523 522	600 816	542 586	<b>427 294</b>
Tolima	382 264	376 396	388 268	386 548	399 551	391 163	394 200	409 017	381 633	371 249	<b>388 029</b>
Valle del Cauca	348 258	353 508	362 033	368 868	350 110	353 910	355 571	358 622	358 261	352 786	<b>356 193</b>
Santander	282 824	284 405	310 197	304 858	306 698	318 719	346 771	358 259	347 074	329 992	<b>318 980</b>
Huila	266 305	279 629	295 288	309 554	315 370	323 112	317 211	326 383	312 796	317 082	<b>306 273</b>
Cundinamarca	280 550	298 670	284 070	273 388	266 039	262 242	259 615	275 025	278 516	274 210	<b>275 233</b>
Bolívar	212 974	230 453	224 972	256 807	265 715	252 933	244 144	269 174	249 602	240 156	<b>244 693</b>
Nariño	221 991	232 444	243 468	249 954	256 063	234 739	253 524	249 396	252 538	251 393	<b>244 551</b>
Cauca	188 003	189 044	194 762	212 341	224 585	210 436	216 147	241 538	243 985	233 320	<b>215 416</b>
Córdoba	181 890	193 224	195 617	200 597	225 697	223 859	198 580	199 286	197 114	194 619	<b>201 048</b>
Casanare	132 128	138 779	175 415	185 266	194 702	187 857	224 316	256 130	259 414	236 466	<b>199 047</b>
Cesar	162 716	166 216	186 025	198 291	205 581	201 181	195 437	215 012	219 358	212 157	<b>196 198</b>
Norte de Santander	160 869	162 188	164 822	159 795	171 550	161 484	166 870	167 946	171 672	169 112	<b>165 631</b>
Boyacá	168 056	167 035	164 074	149 298	160 698	155 062	148 790	159 130	152 799	155 993	<b>158 094</b>
Magdalena	130 062	150 752	144 585	167 772	171 498	158 907	142 942	156 271	162 969	158 413	<b>154 417</b>
Caldas	144 666	140 286	138 149	140 364	150 972	148 322	144 079	138 283	139 786	134 721	<b>141 963</b>
Sucre	112 783	95 506	110 814	97 990	103 244	82 656	84 528	110 220	101 940	74 982	<b>97 466</b>
Risaralda	93 829	92 752	92 196	90 778	89 860	87 357	86 296	86 644	85 144	82 757	<b>88 761</b>
Arauca	75 767	80 036	86 998	85 641	89 130	84 982	89 260	95 314	90 168	82 930	<b>86 022</b>
Chocó	65 282	62 598	69 758	84 985	93 915	81 437	90 051	94 110	90 690	87 152	<b>81 998</b>
Quindío	68 630	67 780	73 466	67 893	67 985	67 266	69 139	70 183	67 946	66 769	<b>68 706</b>
Caquetá	49 194	53 978	52 739	52 514	56 847	54 081	56 597	64 959	59 930	59 726	<b>56 057</b>
La Guajira	39 806	40 484	42 781	43 863	44 428	38 748	32 921	44 882	44 510	41 142	<b>41 357</b>
Atlántico	35 326	34 507	28 806	29 293	34 501	27 150	24 663	27 065	27 343	26 210	<b>29 486</b>
Putumayo	33 776	30 702	32 714	25 814	20 895	22 466	23 558	29 898	31 106	33 230	<b>28 416</b>
Guaviare	17 392	15 994	12 775	18 715	21 214	23 114	26 168	29 061	24 596	23 530	<b>21 256</b>
Vichada	3 633	4 609	8 209	13 934	22 836	15 724	47 100	48 805	24 763	21 347	<b>21 096</b>
Guainía	2 744	2 972	1 649	1 980	2 706	2 438	2 012	3 150	4 346	4 313	<b>2 831</b>
Amazonas	2 186	2 273	2 183	1 073	1 006	1 119	1 416	2 888	3 442	3 453	<b>2 104</b>
Vaupés	845	382	518	975	1 352	1 384	1 609	2 500	2 332	5 940	<b>1 784</b>
Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	NA	NA	NA	16	30	31	38	18	19	20	<b>24</b>
<b>Total Nacional</b>	<b>4 614 126</b>	<b>4 721 009</b>	<b>4 886 081</b>	<b>4 974 605</b>	<b>5 134 012</b>	<b>4 986 739</b>	<b>5 116 152</b>	<b>5 451 187</b>	<b>5 421 788</b>	<b>5 212 651</b>	<b>5 051 842</b>

Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Evaluaciones Agropecuarias Municipales

Los departamentos con mayor área cultivada son Antioquia, Meta y Tolima. En Antioquia predominan los cultivos de café, plátano, caña, banano y cacao; en Meta imperan los cultivos de palma de aceite, plátano, caucho, caña y cacao; y en Tolima sobresalen los cultivos de café, plátano, caña, cacao y aguacate.

El área cultivada referida a nivel departamental y municipal corresponde a los cultivos permanentes (de larga duración) y transitorios, estos últimos entendidos como cultivos cuyo ciclo vegetativo o de crecimiento es menor a seis meses. Por lo anterior, la superficie de área cultivada reportada por la Evaluaciones Agropecuarias Municipales incluye la sumatoria de área cultivada en los diferentes ciclos de cultivo para cada uno de los años analizados.

La información sobre área destinada a cultivos agrícolas en cada uno de los municipios se encuentra disponible en el Anexo B.

### Área destinada a cultivos ilícitos en Colombia

Se consideró necesario incluir en el análisis la información sobre área destinada a los cultivos ilícitos en tanto que Colombia es uno de los principales productores a nivel mundial de hoja de coca, pasta básica de cocaína y clorhidrato de cocaína; así mismo, el país contribuye significativamente a la producción mundial de amapola y marihuana. Se estima que los ingresos derivados de los cultivos ilícitos corresponden al 0.4% del Producto Interno Bruto - PIB nacional y al 3% del PIB del sector agrícola. A nivel social, el ciclo de cultivo, el procesamiento, el transporte y la comercialización de productos derivados de los cultivos ilícitos vincula a un número importante de personas, se estima que anualmente solamente en el cultivo de coca se involucran en alrededor de 100 000 hogares a nivel nacional [135], muchos de ellos en condiciones de vulnerabilidad.

La información obtenida para aproximarse al comportamiento del área destinada a cultivos ilícitos proviene del Sistema Integrado de Monitoreo de Cultivos Ilícitos –SIMCI administrado por la Oficina de las Naciones Unidas contra la droga y el delito – UNODC en colaboración con el Gobierno de Colombia. El SIMCI realiza desde el año 2001 un monitoreo de cultivos ilícitos en la totalidad del territorio Nacional [157].

A continuación, se describe el comportamiento del área destinada de los cultivos ilícitos comunes en el país:

- **Coca**

Según la serie histórica de cultivos de coca en el periodo 2009 a 2018 se cultivaron anualmente un promedio de 94 656 hectáreas [136]. Los resultados del monitoreo de cultivos ilícitos evidencian que a partir del año 2009 se produjo una concentración de los cultivos en la región pacífico (Nariño, Cauca, Valle del Cauca y Chocó) donde se encuentran alrededor de un tercio de todos los cultivos de coca en el país [157]. En términos generales, a nivel nacional, se identifica una tendencia de reducción de área cultivada (periodo 2009 a 2013) y un cambio hacia el incremento en la siembra de cultivos de coca a partir del año 2014; sin embargo, los departamentos ubicados en regiones fronterizas como Norte de Santander (frontera con Venezuela) y Putumayo (frontera con Ecuador y Perú) evidencian un incremento sostenido en el área cultivada en la totalidad del periodo. En 2015 se estimó que los cultivos de coca ocuparon el 0.1% del total de la tierra cultivable en Colombia, con afectación en al menos 21 departamentos (Tabla 4-11).

Tabla 4-11. Serie histórica de cultivos de coca (hectáreas), Colombia 2009 – 2018.

DEPARTAMENTO	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	TOTAL
Amazonas	312	338	122	98	110	173	111	167	166	122	1 719
Antioquia	5 096	5 350	3 104	2 725	991	2 293	2 402	8 855	13 681	13 403	57 900
Arauca	430	247	132	82	69	25	17	9	121	7	1 139
Bolívar	5 346	3 324	2 207	1 968	925	1 565	1 044	4 094	6 179	8 614	35 266
Boyacá	204	105	93	10	17	14	8	15	22	16	504
Caldas	186	46	46	16	8	0	0	0	0	0	302
Caquetá	3 985	2 578	3 327	3 694	4 322	6 542	7 712	9 343	11 793	11 762	65 058
Cauca	6 597	5 908	6 066	4 327	3 326	6 389	8 660	12 595	15 960	17 117	86 945
César	-	-	-	12	13	10	32	26	24	31	148
Chocó	1 789	3 158	2 511	3 429	1 661	1 741	1 489	1 803	2 611	2 155	22 347
Córdoba	3 113	3 889	1 088	1 046	439	560	1 363	2 668	4 780	4 636	23 582
Cundinamarca	-	32	18	-	-	0	0	0	0	0	50
Guainía	606	446	318	301	81	66	37	22	31	41	1 949
Guaviare	8 660	5 701	6 839	3 851	4 725	5 658	5 423	6 838	4 923	4 340	56 958
La Guajira	182	134	16	10	6	0	0	0	2	2	352
Magdalena	169	121	46	37	37	9	7	35	8	12	481
Meta	4 469	3 008	3 040	2 699	2 898	5 042	5 002	5 464	5 577	2 945	40 144
Nariño	17 639	15 951	17 231	10 733	13 177	17 285	29 755	42 627	45 735	41 903	252 036
Norte de Santander	3 037	1 889	3 490	4 516	6 345	6 944	11 527	24 831	28 244	33 598	124 421
Putumayo	5 633	4 785	9 951	6 148	7 667	13 609	20 068	25 162	29 589	26 408	149 020
Santander	1 066	673	595	110	77	26	21	37	30	21	2 656
Valle del Cauca	997	665	981	482	398	561	690	752	1 261	1 271	8 058
Vaupés	395	721	277	254	184	109	33	97	105	65	2 240
Vichada	3 228	2 743	2 264	1 242	713	511	683	699	653	550	13 286
<b>Total</b>	<b>73 139</b>	<b>61 812</b>	<b>63 762</b>	<b>47 790</b>	<b>48 189</b>	<b>69 132</b>	<b>96 084</b>	<b>146 139</b>	<b>171 495</b>	<b>169 019</b>	<b>946 561</b>

Fuente: Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC), Informe de Monitoreo de territorios afectados por cultivos ilícitos, años 2016 y 2019

- **Amapola**

Los cultivos de amapola en Colombia se realizan en minifundios (parcelas pequeñas), generalmente en zonas montañosas ubicadas entre los 1700 y 3000 msnm [157], por lo cual, la afectación en el territorio nacional es muy inferior a la observada en los cultivos de coca.

Tabla 4-12. Serie histórica de cultivos de amapola (hectáreas), Colombia 2009 – 2016.

DEPARTAMENTO	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	TOTAL
Cauca	100	92	102	102	220	208	256	162	1 242
Cesar	3	0	0	0	0	5	5	0	13
Huila	11	12	5	4	4	10	10	0	56
Nariño	238	234	229	205	73	159	316	300	1 754
Tolima	3	3	2	2	2	5	5	0	22
<b>Total</b>	<b>355</b>	<b>341</b>	<b>338</b>	<b>313</b>	<b>298</b>	<b>387</b>	<b>592</b>	<b>462</b>	<b>3 086</b>

Fuente: Ministerio de Justicia y del Derecho, Observatorio de Drogas de Colombia, cultivos ilícitos, Amapola, 2022.

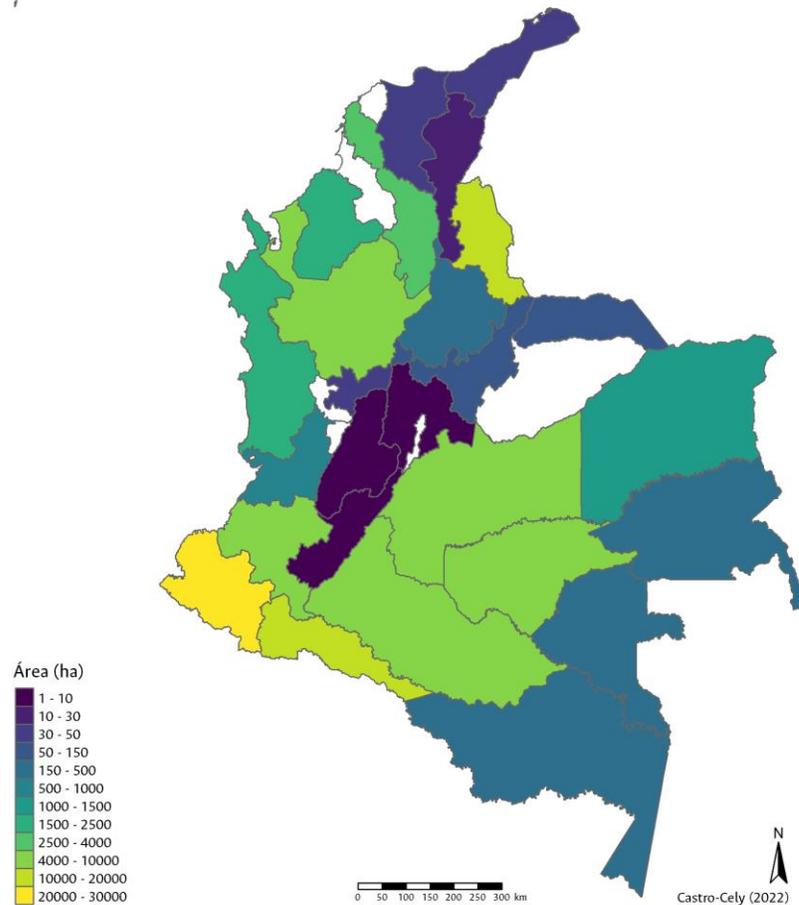
Según los datos del Observatorio de Drogas de Colombia disponibles para el periodo 2009 - 2016, el área de cultivo de amapola presentó una tendencia de disminución desde el año 2009 a 2013,

posteriormente, se presentó un incremento en la extensión cultivada. Los departamentos afectados, en mayor medida, por este tipo de cultivos ilícitos son Cauca y Nariño.

Es de anotar que no es posible obtener información oficial sobre área cultivada de marihuana, debido a que no se realiza monitoreo sistemático de este cultivos, los valores estimados provienen de acciones de reconocimiento aéreo, los reportes de erradicación manual realizados por la Policía Nacional y las incautaciones de marihuana prensada realizadas por la Policía Nacional o las fuerzas militares [157]; no obstante, la información no es completa ni suficiente, por consiguiente no es posible determinar la extensión de los cultivos.

Al analizar conjuntamente la presencia de cultivos ilícitos (coca y amapola) en el periodo objeto de investigación se identificó la afectación de 26 departamentos (Figura 4-13). Llama la atención que la mayor área destinada a cultivos ilícitos se concentra en los departamentos de Nariño, Putumayo y Norte de Santander ubicados en zonas fronterizas con Ecuador, Perú y Venezuela, respectivamente.

Figura 4-13. Área destinada a cultivos ilícitos (coca y amapola), Colombia, 2009-2018



### 4.2.3 Consumo aparente de plaguicidas

Las estadísticas de comercialización de plaguicidas químicos de uso agrícola reportadas por el Instituto Colombiano Agropecuario – ICA, para el periodo 2009 – 2018, señalan que anualmente se produjeron 125 052 316 kg, importaron 67 408 816 kg y se exportaron 46 004 743 kg de plaguicidas químicos de uso agrícola, con lo cual se estima un consumo aparente de plaguicidas anual de 146 456 389 kg para la totalidad del territorio nacional, calculado al sumar la producción e importación y al resultado de esta operación, luego restarle la exportación (ver Tabla 4-13).

Tabla 4-13. Producción, comercialización y consumo aparente de plaguicidas (kg), Colombia, 2009 -2018

AÑO	EXPORTACIÓN	IMPORTACIÓN	PRODUCCIÓN	CONSUMO APARENTE
2009	51 626 453	59 515 918	112 997 661	120 887 126
2010	49 556 578	69 777 165	94 284 252	114 504 839
2011	51 626 453	59 515 919	85 403 771	93 293 237
2012	20 626 536	61 658 347	86 694 300	127 726 111
2013	23 367 375	64 383 478	134 313 348	175 329 451
2014	42 575 958	61 785 781	138 027 900	157 237 723
2015	48 823 504	78 077 740	137 672 606	166 926 842
2016	43 722 769	63 811 511	104 572 220	124 660 962
2017	79 258 464	80 698 875	186 758 908	188 199 319
2018	48 863 338	74 863 428	169 798 193	195 798 283
<b>Promedio</b>	<b>46 004 743</b>	<b>67 408 816</b>	<b>125 052 316</b>	<b>146 456 389</b>

Fuente: Instituto Colombiano Agropecuario, Estadísticas de comercialización de plaguicidas químicos de uso agrícola años 2009 a 2018.

Los valores de producción, importación y exportación de plaguicidas varían en el periodo; de igual manera, los valores de la relación de consumo aparente con la superficie cultivada varían anualmente (Tabla 4-14), con un valor promedio en el periodo de 28.49 kg por hectárea, las variaciones de esta relación reflejan a su vez los cambios observados en las cifras de comercialización de plaguicidas químicos y de los cultivos agrícolas e ilícitos en el país .

Por otra parte, el indicador de uso de plaguicidas por área de cultivo, reportado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO indica una tendencia inicial de incremento en el uso de plaguicidas en el país hasta el año 2014 y un descenso notable en el uso posterior a ese año; aunque el indicador de la FAO es el estimativo de consumo aparente de plaguicidas utilizado a nivel internacional, este no concuerda con el incremento sostenido de las hectáreas cultivadas en el país, así mismo, este organismo refiere que la disminución en el uso responde en mayor medida a un cambio en la metodología de recolección y procesamiento de la información que a la disminución real en el uso de plaguicidas [158].

Tabla 4-14. Relación entre el consumo aparente de plaguicidas y la superficie cultivada (kg/ha), Colombia, 2009-2018

AÑO	CONSUMO APARENTE	SUPERFICIE CULTIVADA	RELACIÓN <sup>1</sup>
2009	120 887 126 kg	4 687 265 ha	25.79
2010	114 504 839 kg	4 782 821 ha	23.94
2011	93 293 237 kg	4 949 843 ha	18.85
2012	127 726 111 kg	5 022 383 ha	25.43
2013	175 329 451 kg	5 182 188 ha	33.83
2014	157 237 723 kg	5 055 861 ha	31.10
2015	166 926 842 kg	5 212 204 ha	32.03
2016	124 660 962 kg	5 597 300 ha	22.27
2017	188 199 319 kg	5 593 259 ha	33.65
2018	195 798 283 kg	5 146 476 ha	38.05
<b>Promedio</b>	<b>146 456 389 kg</b>	<b>5 122 960 ha</b>	<b>28.49</b>

<sup>1</sup> Relación entre el consumo aparente de plaguicidas y la superficie cultivada kg/ha

Fuente: Instituto Colombiano Agropecuario, Estadísticas de comercialización de plaguicidas químicos de uso agrícola. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Evaluaciones Agropecuarias Municipales. Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC), Informe de Monitoreo de territorios afectados por cultivos ilícitos

En la Figura 4-14 se observa el comportamiento de los indicadores de uso de plaguicidas por área cultivada en kg/ha calculados por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural para el territorio nacional y el periodo de estudio. El comportamiento del consumo aparente de plaguicidas por departamentos y municipios para el periodo se encuentra detallado en el anexo B.

Figura 4-14. Indicadores de uso de plaguicidas por área cultivada (kg/ha), Colombia, 2009-2018



Fuente: 1. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, indicador de uso de plaguicidas kg/ha cultivada

### 4.3 Asociación entre la exposición a plaguicidas con el intento suicida y suicidio.

En este apartado se presentan los resultados del análisis estadístico realizado para establecer la asociación entre las variables de exposición a plaguicidas y las variables de incidencia de intento suicida y de mortalidad por suicidio. El análisis se efectuó por departamentos y municipios de acuerdo con la organización político-administrativa del país.

Inicialmente, se realizaron análisis preliminares de correlación bivariada y un procedimiento de regresión múltiple de mejores subconjuntos a partir del cual se seleccionaron las combinaciones de variables incluidas en el modelo final. En el análisis se exploró y controlaron variables que se consideraron relevantes, estas variables son reportadas en la literatura en tanto que pueden correlacionarse con la incidencia de intento de suicidio y mortalidad por suicidio, por cual se incluyó información sobre: tasas de homicidios y tasas de incidencia de depresión y otros trastornos del humor.

La inclusión de la tasa de prevalencia de depresión y otros trastornos del humor como variable en los modelos de regresión con datos panel responde a que el suicidio está comúnmente asociado a los trastornos mentales, especialmente con trastornos depresivos y otros trastornos del humor [159]. Mientras que la inclusión de la tasa de homicidio se justifica en el amplio reconocimiento de la exposición a nivel comunitario a contextos de violencia como un factor de riesgo para la conducta suicida [71,108]. Al respecto, es necesario señalar que la exploración de las variables tasa de prevalencia de depresión y otros trastornos del humor y tasa de homicidio no siguió por ello ningún modelo explicativo de potencial causalidad.

Adicionalmente, para evitar la multicolinealidad entre los indicadores de consumo aparente de plaguicidas y el área cultivada en hectáreas en el modelo final se incluyó la variable área cultivada en hectáreas, esta variable contiene en los departamentos el área destinada a cultivos agrícolas e ilícitos, mientras que en los municipios corresponde al área dedicada a cultivos agrícolas, lo anterior dadas las dificultades para obtener información sobre cultivos ilícitos en el ámbito municipal. La inclusión de la variable área cultivada en el modelo final se realizó teniendo en cuenta que existe una correlación positiva fuerte entre variables tal como se muestra en las Figura 4-15 y Figura 4-16; es decir, a mayor área cultivada, mayor es el consumo aparente de plaguicidas calculado con los dos indicadores (Indicador sobre el uso de plaguicidas por superficie de cultivo – FAO e Indicador de relación entre el consumo aparente de plaguicidas y la superficie cultivada - MADR).

Es de anotar que en los análisis por departamentos y municipios se incluyen los resultados de los modelos de efectos fijos y aleatorios; sin embargo, la descripción de los hallazgos se centra en el

modelo de efectos fijos debido a que los resultados de la prueba de especificación de Hausman indica que el modelo de efectos fijos es el más conveniente para el análisis de los datos del estudio.

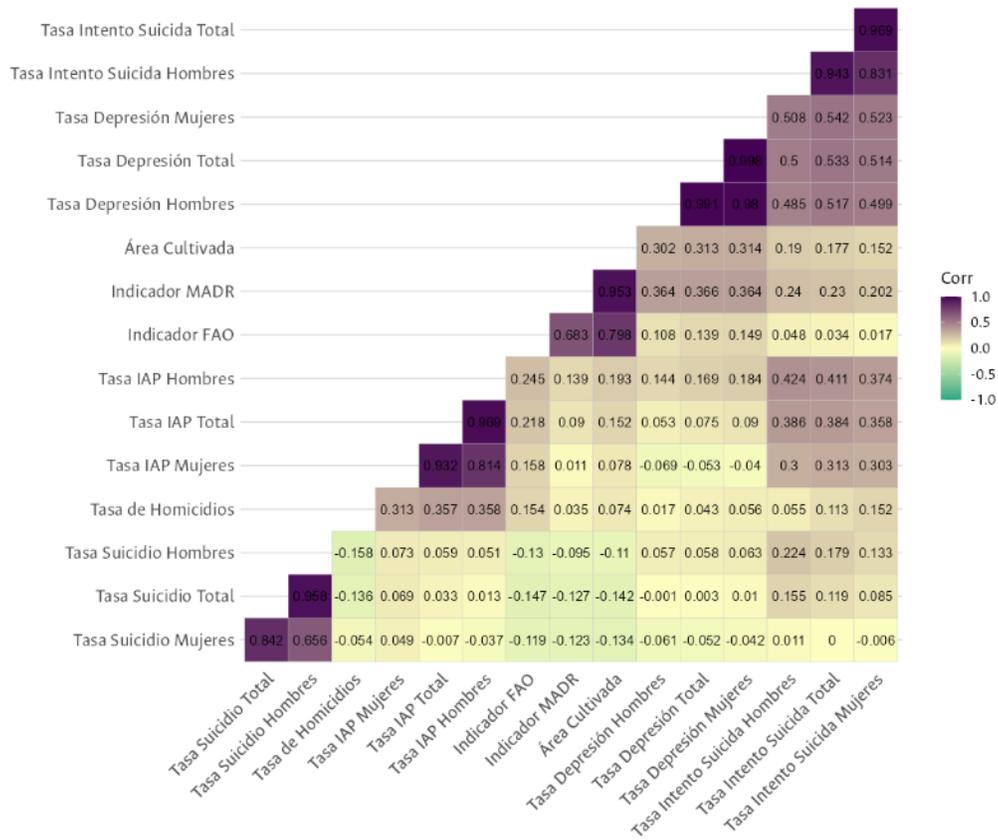
### 4.3.1 Asociación entre la exposición a plaguicidas con el intento suicida y suicidio en los departamentos

En la Figura 4-15 se observan los coeficientes de correlación de Pearson entre las variables de interés, en los coeficientes se evidencia una correlación lineal y positiva en la mayoría de las variables (valores entre 0 y 1); lo que indica que los valores de las variables aumentan simultáneamente. No obstante, también se observa una correlación negativa (valores entre 0 y -1) entre las tasas ajustadas de mortalidad por suicidio y los indicadores de área cultivada y consumo aparente de plaguicidas (FAO y MADR) y entre las tasas ajustadas de mortalidad por suicidio y tasas de homicidios. La correlación negativa indica que los valores de una variable incrementan mientras que los valores de la otra variable descienden. Adicionalmente, los coeficientes negativos observados pueden interpretarse como correlaciones débiles según los parámetros de Cohen<sup>31</sup> [160].

---

<sup>31</sup> La interpretación de los coeficientes de correlación teniendo en cuenta los parámetros de Cohen [160] indican la existencia de correlación débil cuando los valores oscilan entre 0.10 y 0.30; correlación moderada entre 0.30 y 0.50 y correlación fuerte entre 0.50 y 1.

Figura 4-15. Matriz de correlación de variables según departamentos, Colombia 2009-2018.



Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos tipo panel

Llaman la atención las correlaciones positivas fuertes presentes entre las tasas ajustadas de incidencia de intento de suicidio con las tasas ajustadas de incidencia de depresión y otros trastornos del humor, las cuales indican que las dos variables tienden a incrementar a la par. De igual manera, se identificaron correlaciones positivas moderadas entre las tasas ajustadas de intento de suicidio e intoxicación aguda por plaguicidas. Adicionalmente, destacan la ausencia de correlación entre la tasa ajustada de mortalidad por suicidio en mujeres y la tasa de incidencia de intento suicida para el total de la población.

Los modelos de regresión con datos panel por departamentos se aplicaron en un panel balanceado conformado por 32 entidades individuales (departamentos) y un periodo de tiempo de 10 años, es decir, un total de 320 observaciones

Tabla 4-15. Resultados modelos de regresión con datos panel, intento suicida, según departamentos, Colombia 2009-2018.

VARIABLE INDEPENDIENTE	MODELO DE EFECTOS ALEATORIOS			MODELO DE EFECTOS FIJOS		
	ESTIMADOR	SE	IC	ESTIMADOR	SE	IC
<b>POBLACIÓN TOTAL → [TEST DE HAUSMAN (VALOR - P) = 0.00057]</b>						
Constante	0.0000	0.0955	-0.1879–0.1879	0.0000	0.0290	-0.0571–0.0571
Área cultivada en Ha	0.0140	0.0895	-0.1622–0.1902	-0.0601	0.2118	-0.4770–0.3569
Tasa de suicidio población	0.0379	0.0622	-0.0845–0.1602	-0.0124	0.0727	-0.1555–0.1307
Tasa de intoxicación aguda por plaguicidas	0.1295 <sup>1</sup>	0.0567	0.0180–0.2410	0.0573	0.0754	-0.0911–0.2057
Tasa de depresión y otros trastornos del humor	0.7184 <sup>2</sup>	0.0580	0.6042–0.8326	0.5148 <sup>2</sup>	0.0839	0.3497–0.6800
Tasa de homicidios	-0.1138 <sup>1</sup>	0.0555	-0.2229–-0.0047	-0.0695	0.0668	-0.2009–0.0620
R <sup>2</sup> →		0.3700			0.1352	
<b>HOMBRES → [TEST DE HAUSMAN (VALOR - P) = 0.00001]</b>						
Constante	0.0000	0.0965	-0.1900–0.1900	0.0000	0.0304	-0.0599–0.0599
Área cultivada en Ha	0.0594	0.0911	-0.1200–0.2387	-0.1141	0.2208	-0.5488–0.3206
Tasa de suicidio Hombres	0.1341 <sup>1</sup>	0.0668	0.0026–0.2655	0.0541	0.0808	-0.1051–0.2132
Tasa de intoxicación aguda por plaguicidas	0.2271 <sup>2</sup>	0.0608	0.1075–0.3466	0.1340	0.0807	-0.0249–0.2929
Tasa de depresión y otros trastornos del humor	0.5664 <sup>2</sup>	0.0563	0.4555–0.6772	0.3113 <sup>2</sup>	0.0787	0.1563–0.4663
Tasa de homicidios	-0.1415 <sup>1</sup>	0.0580	-0.2556–-0.0275	-0.0921	0.0704	-0.2306–0.0464
R <sup>2</sup> →		0.3170			0.0786	
<b>MUJERES → [TEST DE HAUSMAN (VALOR - P) = 0.04434]</b>						
Constante	0.0000	0.0882	-0.1735–0.1735	0.0000	0.0320	-0.0630–0.0630
Área cultivada en Ha	-0.0351	0.0852	-0.2026–0.1324	0.0292	0.2313	-0.4261–0.4845
Tasa de suicidio Mujeres	-0.0546	0.0448	-0.1427–0.0335	-0.0654	0.0459	-0.1559–0.0250
Tasa de intoxicación aguda por plaguicidas	0.0953	0.0529	-0.0088–0.1993	0.0310	0.0656	-0.0982–0.1602
Tasa de depresión y otros trastornos del humor	0.7318 <sup>2</sup>	0.0613	0.6112–0.8524	0.6383 <sup>2</sup>	0.0959	0.4495–0.8270
Tasa de homicidios	-0.0576	0.0578	-0.1713–0.0562	-0.0243	0.0732	-0.1685–0.1199
R <sup>2</sup> →		0.3344			0.1481	

<sup>1</sup> Valor-p < 0.05

<sup>2</sup> Valor-p < 0.01

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de modelos de regresión con datos panel

Nota 1: Tasas ajustadas expresadas por cada 100 000 habitantes. SE: Error estándar. IC: Intervalo de confianza

Nota 2: Los valores resaltados indican las variables estadísticamente significativas

En el análisis de regresión con datos panel de las tasas de incidencia del intento suicida (variable dependiente) no muestra relación estadísticamente significativa con la variable área cultivada (Tabla 4-15). No obstante, se observa significancia estadística con la tasa ajustada de incidencia de depresión y otros trastornos del humor para cada sexo y la población total (valor p < 0.01). Por su parte, los coeficientes de correlación R<sup>2</sup> pueden interpretarse como la existencia de un tamaño de efecto mínimo según los criterios de Ferguson [161].

Tabla 4-16. Resultados modelos de regresión con datos panel, suicidio, según departamentos, Colombia 2009-2018.

VARIABLE INDEPENDIENTE	MODELO DE EFECTOS ALEATORIOS			MODELO DE EFECTOS FIJOS		
	ESTIMADOR	SE	IC	ESTIMADOR	SE	IC
<b>POBLACIÓN TOTAL → [TEST DE HAUSMAN (VALOR - P) = 0.6512]</b>						
Constante	0.0000	0.1660	-0.3265–0.3265	0.0000	0.0241	-0.0474–0.0474
Área cultivada en Ha	-0.0735	0.1162	-0.3020–0.1551	0.0145	0.1757	-0.3313–0.3604
Tasa de intoxicación aguda por plaguicidas	-0.0813	0.0497	-0.1790–0.0164	-0.0317	0.0625	-0.1548–0.0913
Tasa de depresión y otros trastornos del humor	0.0663	0.0512	-0.0344–0.1671	0.0299	0.0696	-0.1070–0.1669
Tasa de homicidios	0.0220	0.0486	-0.0737–0.1176	0.0626	0.0553	-0.0462–0.1713
R <sup>2</sup> →		0.0179			0.0065	
<b>HOMBRES → [TEST DE HAUSMAN (VALOR - P) = 0.0513]</b>						
Constante	0.0000	0.1672	-0.3290–0.3290	0.0000	0.0227	-0.0446–0.0446
Área cultivada en Ha	-0.0394	0.1130	-0.2617–0.1829	-0.0750	0.1647	-0.3991–0.2492
Tasa de intoxicación aguda por plaguicidas	-0.0549	0.0497	-0.1527–0.0430	0.0107	0.0602	-0.1078–0.1292
Tasa de depresión y otros trastornos del humor	0.0787	0.0443	-0.0085–0.1658	-0.0348	0.0587	-0.1504–0.0807
Tasa de homicidios	-0.0430	0.0465	-0.1344–0.0484	0.0083	0.0525	-0.0950–0.1116
R <sup>2</sup> →		0.0250			0.0023	
<b>MUJERES → [TEST DE HAUSMAN (VALOR - P) = 0.3977]</b>						
Constante	0.0000	0.1261	-0.2482–0.2482	0.0000	0.0420	-0.0827–0.0827
Área cultivada en Ha	-0.1238	0.1183	-0.3564–0.1089	0.2967	0.3031	-0.2999–0.8933
Tasa de intoxicación aguda por plaguicidas	-0.0042	0.0674	-0.1368–0.1283	0.0116	0.0862	-0.1580–0.1812
Tasa de depresión y otros trastornos del humor	0.0258	0.0796	-0.1308–0.1824	0.1914	0.1253	-0.0553–0.4382
Tasa de homicidios	0.0729	0.0746	-0.0738–0.2195	0.1435	0.0958	-0.0450–0.3320
R <sup>2</sup> →		0.0065			0.0167	

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de modelos de regresión con datos panel

Nota: Tasas ajustadas expresadas por cada 100 000 habitantes. SE: Error estándar. IC: Intervalo de confianza

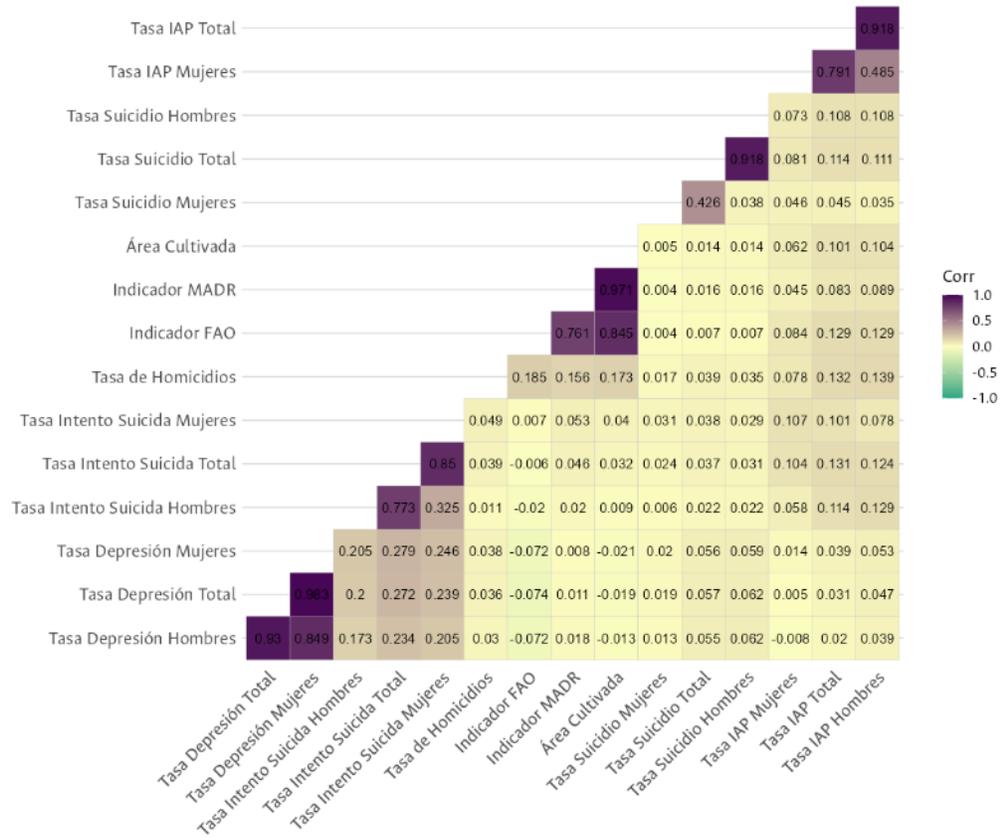
El análisis de regresión con datos panel de las tasas de mortalidad por suicidio no se identificaron asociaciones estadísticamente significativas con las demás variables incluidas en el modelo (Tabla 4-16). De igual manera, los coeficientes de correlación R<sup>2</sup> indican la ausencia de efecto entre las variables consideradas en el modelo.

### 4.3.2 Asociación entre la exposición a plaguicidas con el intento suicida y suicidio en los municipios

Los coeficientes de correlación de Pearson de las variables en los municipios se presentan en la Figura 4-16, estos indican la existencia de una correlación lineal positiva en la mayoría de las variables a excepción de la correlaciones entre: a) el indicador sobre el uso de plaguicidas por superficie de cultivo (FAO) y las tasas ajustadas de depresión y otros trastornos del humor, b) entre el indicador sobre el uso de plaguicidas por superficie de cultivo (FAO) y las tasas ajustadas de intento suicida en la población total y hombres y c) el área cultivada y las tasas ajustadas de depresión y

otros trastornos del humor, las cuales pueden interpretarse como correlaciones negativas débiles (valores entre 0.0 y -0.10).

Figura 4-16. Matriz de correlación de variables según municipio, Colombia 2009-2018.



Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos tipo panel

Los modelos de regresión con datos panel en el ámbito municipal tienen un total de 11220 observaciones de un panel balanceado conformado por 1122 entidades individuales (1102 municipios y 20 corregimientos departamentales) y un periodo de tiempo de 10 años.

Tabla 4-17. Resultados modelos de regresión con datos panel, intento suicida, según municipios, Colombia 2009-2018.

VARIABLE INDEPENDIENTE	MODELO DE EFECTOS ALEATORIOS			MODELO DE EFECTOS FIJOS		
	ESTIMADOR	SE	IC	ESTIMADOR	SE	IC
<b>POBLACIÓN TOTAL → [TEST DE HAUSMAN (VALOR - P) = 0]</b>						
Constante	0.0000	0.0135	-0.0265–0.0265	0.0000	0.0082	-0.0162–0.0162
Área cultivada en Ha	0.0008	0.0090	-0.0168–0.0184	-0.0078	0.0093	-0.0260–0.0104
Tasa de suicidio población	0.0852 <sup>1</sup>	0.0098	0.0659–0.1044	0.0598 <sup>1</sup>	0.0111	0.0380–0.0816
Tasa de intoxicación aguda por plaguicidas	0.2852 <sup>1</sup>	0.0107	0.2642–0.3062	0.1992 <sup>1</sup>	0.0161	0.1676–0.2307
Tasa de depresión y otros trastornos del humor	0.0268 <sup>2</sup>	0.0125	0.0023–0.0514	-0.0199	0.0249	-0.0687–0.0289
Tasa de homicidios	-0.0065	0.0104	-0.0268–0.0139	-0.0193	0.0125	-0.0438–0.0052
R <sup>2</sup> →		0.0654			0.0181	
<b>HOMBRES → [TEST DE HAUSMAN (VALOR - P) = 0]</b>						
Constante	0.0000	0.0124	-0.0242–0.0242	0.0000	0.0087	-0.0171–0.0171
Área cultivada en Ha	-0.0059	0.0092	-0.0241–0.0122	-0.0139	0.0096	-0.0328–0.0050
Tasa de suicidio Hombres	0.1119 <sup>1</sup>	0.0103	0.0917–0.1320	0.0952 <sup>1</sup>	0.0126	0.0705–0.1199
Tasa de intoxicación aguda por plaguicidas	0.1748 <sup>1</sup>	0.0105	0.1543–0.1954	0.1039 <sup>1</sup>	0.0159	0.0728–0.1350
Tasa de depresión y otros trastornos del humor	0.0037	0.0119	-0.0196–0.0269	-0.0086	0.0264	-0.0603–0.0432
Tasa de homicidios	-0.0154	0.0105	-0.0360–0.0051	-0.0140	0.0133	-0.0400–0.0120
R <sup>2</sup> →		0.0345			0.0100	
<b>MUJERES → [TEST DE HAUSMAN (VALOR - P) = 0]</b>						
Constante	0.0000	0.0124	-0.0244–0.0244	0.0000	0.0085	-0.0167–0.0167
Área cultivada en Ha	0.0169	0.0089	-0.0006–0.0344	0.0120	0.0091	-0.0059–0.0300
Tasa de suicidio Mujeres	0.0792 <sup>1</sup>	0.0092	0.0611–0.0972	0.0631 <sup>1</sup>	0.0098	0.0439–0.0823
Tasa de intoxicación aguda por plaguicidas	0.2517 <sup>1</sup>	0.0105	0.2312–0.2723	0.1731 <sup>1</sup>	0.0159	0.1419–0.2044
Tasa de depresión y otros trastornos del humor	0.0350 <sup>1</sup>	0.0119	0.0118–0.0582	-0.0261	0.0258	-0.0766–0.0244
Tasa de homicidios	0.0083	0.0103	-0.0119–0.0286	-0.0175	0.0129	-0.0429–0.0079
R <sup>2</sup> →		0.0561			0.0163	

<sup>1</sup> Valor-p < 0.01<sup>2</sup> Valor-p < 0.05

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de modelos de regresión con datos panel

Nota 1: Tasas ajustadas expresadas por cada 100 000 habitantes. SE: Error estándar. IC: Intervalo de confianza

Nota 2: Los valores resaltados indican las variables estadísticamente significativas

La Tabla 4-17 muestra los resultados de las regresión de efectos fijos en el ámbito municipal para las tasas de incidencia de intento de suicidio, estos resultados son consistentes con los resultados observados en los departamentos, en tanto que indican que no existe asociación estadísticamente significativa entre el área cultivada y las tasas ajustadas de incidencia de intento de suicidio. No obstante, se observa asociación con significancia estadística (valor  $p < 0.01$ ) de las tasas ajustadas de incidencia de intento de suicidio con dos variables: las tasas ajustadas de intoxicación aguda por plaguicidas y las tasas ajustadas de mortalidad por suicidio en la población y por cada uno de los sexos. Los coeficientes de correlación  $R^2$  sugieren la existencia de un tamaño de efecto mínimo según los criterios de Ferguson [161].

Tabla 4-18. Resultados modelos de regresión con datos panel, suicidio, según municipios, Colombia 2009-2018

VARIABLE INDEPENDIENTE	MODELO DE EFECTOS ALEATORIOS			MODELO DE EFECTOS FIJOS		
	ESTIMADOR	SE	IC	ESTIMADOR	SE	IC
<b>POBLACIÓN TOTAL</b> → [TEST DE HAUSMAN (VALOR - P) = 0.0223]						
Constante	0.0000	0.0131	-0.0257–0.0257	0.0000	0.0088	-0.0173–0.0173
Área cultivada en Ha	0.0004	0.0124	-0.0239–0.0248	-0.0082	0.0267	-0.0604–0.0441
Tasa de intoxicación aguda por plaguicidas	0.0972 <sup>1</sup>	0.0102	0.0772–0.1171	0.0852 <sup>1</sup>	0.0119	0.0619–0.1085
Tasa de depresión y otros trastornos del humor	0.0442 <sup>1</sup>	0.0110	0.0228–0.0657	0.0035	0.0173	-0.0303–0.0373
Tasa de homicidios	0.0211 <sup>2</sup>	0.0107	0.0001–0.0421	0.0154	0.0134	-0.0108–0.0417
R <sup>2</sup> →		0.0102			0.0052	
<b>HOMBRES</b> → [TEST DE HAUSMAN (VALOR - P) = 0.0634]						
Constante	0.0000	0.0119	-0.0233–0.0233	0.0000	0.0090	-0.0177–0.0177
Área cultivada en Ha	0.1004 <sup>1</sup>	0.0103	0.0803–0.1205	0.0999 <sup>1</sup>	0.0130	0.0744–0.1253
Tasa de intoxicación aguda por plaguicidas	0.0507 <sup>1</sup>	0.0105	0.0302–0.0712	0.0101	0.0164	-0.0220–0.0422
Tasa de depresión y otros trastornos del humor	0.0011	0.0116	-0.0216–0.0237	0.0057	0.0273	-0.0478–0.0592
Tasa de homicidios	0.0201	0.0105	-0.0005–0.0406	0.0206	0.0137	-0.0063–0.0475
R <sup>2</sup> →		0.0115			0.0061	
<b>MUJERES</b> → [TEST DE HAUSMAN (VALOR - P) = 0.0147]						
Constante	0.0000	0.0105	-0.0206–0.0206	0.0000	0.0093	-0.0182–0.0182
Área cultivada en Ha	-0.0002	0.0105	-0.0207–0.0204	-0.0301	0.0280	-0.0851–0.0248
Tasa de intoxicación aguda por plaguicidas	0.0415 <sup>1</sup>	0.0096	0.0227–0.0602	0.0285 <sup>1</sup>	0.0107	0.0076–0.0494
Tasa de depresión y otros trastornos del humor	0.0172	0.0100	-0.0024–0.0368	-0.0070	0.0174	-0.0411–0.0270
Tasa de homicidios	0.0107	0.0101	-0.0090–0.0304	-0.0105	0.0141	-0.0381–0.0172
R <sup>2</sup> →		0.0021			0.0009	

<sup>1</sup> Valor-p < 0.01

<sup>2</sup> Valor-p < 0.05

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de modelos de regresión con datos panel

Nota 1: Tasas ajustadas expresadas por cada 100 000 habitantes. SE: Error estándar. IC: Intervalo de confianza

Nota 2: Los valores resaltados indican las variables estadísticamente significativas

En la Tabla 4-18 se presentan los resultados de análisis de regresión con datos panel de las tasas ajustadas de mortalidad por suicidio en el nivel municipal, estos indican la existencia de asociaciones estadísticamente significativas con la variable tasa de intoxicación aguda por plaguicidas en el total de la población y las mujeres. Mientras que en los hombres se observa significación estadística con la variable área cultivada, siendo en todos los casos el valor p < 0.01.



## 5. Capítulo: Discusión

El objetivo de este estudio fue estimar la asociación entre la exposición a plaguicidas con el intento suicida y suicidio en Colombia durante el periodo 2009-2018 en el nivel poblacional, para lo cual se seleccionó como diseño metodológico la realización de un estudio ecológico analítico de diseño mixto. Este diseño se considera apropiado para este propósito teniendo en cuenta que permite la aproximación a fenómenos a nivel poblacional y la exploración de los determinantes sociales y ambientales con un enfoque que reconoce diferentes niveles de agrupación y la existencia de factores contextuales que afectan la salud de los individuos y las poblaciones[162,163].

Con estas consideraciones, el diseño metodológico seleccionado permitió la exploración y descripción de las tendencias temporales y patrones de distribución espacial de las tasas de mortalidad por suicidio y las tasas de incidencia de intento suicida; así mismo, permitió la aproximación a la exposición poblacional a plaguicidas mediante la descripción del comportamiento epidemiológico de las intoxicaciones agudas por plaguicidas; la estimación del área destinada a cultivos agrícolas e ilícitos y el consumo aparente de plaguicidas. De igual manera a partir de este diseño metodológico fue posible establecer asociación de las variables intento suicida y suicidio con la exposición de plaguicidas a nivel poblacional e en los municipios y departamentos del país.

Los estudios ecológicos son ampliamente utilizados en la salud pública y epidemiología para estimar los efectos a nivel poblacional de diferentes variables de interés y como una estrategia para superar las limitaciones prácticas para el desarrollo de estudios a nivel individual tales como costos, tamaño de la población o área o dificultades para la evaluación de la exposición en los individuos, entre otros [162]. Los estudios poblacionales son un abordaje común en el suicidio y la conducta suicida dado que las observaciones a nivel individual en estos fenómenos, con frecuencia, no están disponibles o su obtención no es factible. Los estudios ecológicos en conducta suicida habitualmente utilizan fuentes de información secundarias como registros clínicos o estadísticas vitales para explorar o analizar la presencia y comportamiento temporal del suicidio en diferentes grupos poblacionales o áreas geográficas.

Son destacados referentes históricos los estudios ecológicos desarrollados por Émile Durkheim en los cuales se enfatiza en la relevancia de factores de riesgo distales del suicidio; como los factores socioeconómicos y culturales [103]. En la actualidad, a partir de los resultado de los hallazgos de los

estudios ecológicos es posible identificar las variaciones regionales de tasas de mortalidad por suicidio en diferentes países [164–169]. Asimismo, permite realizar comparaciones entre países de las tasas de mortalidad por este evento [170,171], establecer los métodos comunes para cometer suicidio [172,173], evaluar el impacto de las medidas adoptadas como estrategia de prevención [174] y analizar la asociación del suicidio con factores socioeconómicos [175–177] y factores ambientales como la contaminación del aire [178,179] o la exposición a plaguicidas [66,67].

En Colombia, con los hallazgos de diferentes estudios ecológicos ha sido posible comparar las tasas de suicidio entre regiones y departamentos [80,180], describir tendencias de mortalidad según el sexo, la zona de residencia (urbana o rural), el grupo de edad, el mecanismo de lesión y calcular los años de vida potencial perdidos (AVPP) [77], caracterizar el comportamiento del intento de suicidio en adolescentes [181], analizar el riesgo de muerte por suicidio [74], estimar la correlación entre aspectos sociales como la desigualdad (tomando como referencia el coeficiente de Gini) y las tasas de suicidio de la población colombiana [76]; también explorar la relación entre la incidencia de suicidios en Bogotá, Medellín, Cali y Bucaramanga y la contaminación del aire por dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), ozono (O<sub>3</sub>) y material particulado (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>) [179].

A continuación, se discuten los principales hallazgos del análisis realizado para lo cual se utilizará la evidencia disponible provenientes de estudios ecológicos o con enfoque poblacional, para facilitar el análisis se conservará una estructura similar a la utilizada para la presentación de los resultados, inicialmente se discutirá el comportamiento epidemiológico y los patrones de distribución geográfica del intento suicida y suicidio, en segundo lugar, la aproximación a la exposición poblacional a plaguicidas, en tercer lugar, los resultados sobre la asociación entre la exposición a plaguicidas con el intento suicida y suicidio; posteriormente, se presentaran las consideraciones finales del estudio, incluyendo las limitaciones del mismo.

### **Comportamiento epidemiológico y patrones de distribución geográfica del intento suicida y suicidio**

Se identificaron mayores tasas de incidencia de intento de suicidio en mujeres y mayores tasas mortalidad por suicidio en hombres; este comportamiento por sexo es similar al referido por la OPS/OMS en el contexto mundial y en la región de América del Sur en donde se estima una razón hombre:mujer de suicidio ajustada por la edad en 2.3 [1] y 3.9 [182], respectivamente. La razón hombre:mujer de suicidio calculada por grupos etarios en este estudio es superior a la registrada en la región de América del Sur siendo considerablemente más alta en población mayor de 70 años (13.7) al compararse con la cifras reportadas por la OPS para este grupo etario: 7.9 para el periodo 2005-2009 y 7.3 para el 2010-2014.

Los resultados para ambos sexos indican que el mayor número de intentos suicidas y suicidios ocurrieron en población menor a 30 años. Estos hallazgos son concordantes con el comportamiento a documentado por la OMS /OPS que calculan que a nivel mundial el 38.7% de los suicidios corresponden a menores de 30 años y refieren que es común encontrar al suicidio dentro de las cinco principales causas de mortalidad en población entre los 10 y 24 años [183]. El impacto de este fenómeno en población joven tienen efectos a nivel social y efectos económicos a gran escala; en lo social se estima que por cada suicidio se ven afectadas al menos seis personas del entorno cercano del fallecido, con efectos a largo plazo que pueden requerir atención en los servicios de salud [184]. Diferentes estudios han estimado el costo económico del suicidio desde una perspectiva del capital humano considerando las ganancias futuras potenciales del fallecido utilizando como indicadores los años de vida potencialmente perdidos, los años de vida productiva perdidos y las pérdidas en productividad económica [185,186]. Estas estimaciones visibilizan la necesidad de implementación de medidas preventivas y documentan la costo-efectividad de dichas medidas.

Este estudio identificó la concentración de los casos de intento de suicidio y suicidio en mujeres en menores de 35 años y en hombres a partir de los 55 años. Los resultados obtenidos son similares con reportes internacionales que señalan que, en la mayoría de los países, el riesgo de suicidio es más alto en los hombres mayores mientras que el riesgo de intento de suicidio es más alto en las mujeres jóvenes [71,183]. Adicionalmente, este comportamiento es coherente con los hallazgos de Alotthman & Fogarty [187] y Kiely et al. [188] quienes refieren que las tasas de intento de suicidio en mujeres se concentran en la población joven, alcanzando su punto máximo a mediados de la adolescencia y luego manteniéndose relativamente estables con el aumento de la edad.

En contraposición, las tasas de suicidio en hombres aumentan gradualmente hasta la edad adulta temprana, tienden a estabilizarse en la mediana edad y presentan un incremento posterior alcanzando el punto más alto en la vejez [187,188]. Las elevadas tasas de mortalidad en hombres mayores se han relacionado, en el nivel poblacional, con resultados negativos en el índice de vulnerabilidad social y la accesibilidad a servicios sociales y recreativos [189], con la afectación del capital social comunitario [190] y el índice de desarrollo humano [191], aunque los resultados no son concluyentes y difieren teniendo en cuenta el contexto socioeconómico y cultural.

En este estudio, la carga total de morbilidad y mortalidad combinada de intento suicida y suicidio es mayor en los hombres que en las mujeres. La evidencia a nivel poblacional a este respecto sugiere que las diferencias de mortalidad por suicidio y la incidencia de intento suicida responden a la denominada brecha de género o “paradoja de género” [192]; con este enfoque la mayor mortalidad de los hombres ha sido explicada con la existencia de condiciones socioeconómicas adversas, la exposición comunitaria a violencia, la facilidad en el acceso a métodos letales como armas de fuego o productos químicos de elevada toxicidad y normas culturales relacionadas con los rasgos masculinos tradicionales o estereotipados, socialmente aprendidos, que impiden la expresión de emociones y la búsqueda de ayuda al considerarse señales de debilidad [193,194]. Por su parte, la mayor probabilidad de desarrollar conductas suicidas o intentos de suicidio en las mujeres son

asociadas en el nivel poblacional con desventajas socioeconómicas, contextos de violencia y normas religiosas y culturales [195].

Las diferencias observadas por sexo hacen evidente la necesidad de la inclusión de la perspectiva de género en las acciones de prevención de la conducta suicida y justifica la realización de investigaciones para comprender mejor la brecha entre hombres y mujeres en la conducta suicida. Los estudios sobre suicidio que incorporan la perspectiva de género reconocen que las mayores tasas de suicidio en hombres no solo resultan de la elección de métodos más letales y que hay que considerar otros factores como los estereotipos de género, normas culturales, estrategias de afrontamiento o externalización y roles asignados, incluyendo aspectos de exposición diferencial en contexto laborales, entre otros [194].

Por otra parte, mediante los resultados de las regresiones segmentadas – JoinPoint se identificó un incremento substancial en el número de casos registrados de intento de suicidio en el periodo analizado, al respecto el INS sugiere que este aumento puede estar influenciado por el fortalecimiento de la vigilancia epidemiológica del intento suicida en el marco del Sistema de Vigilancia en Salud Pública - SIVIGILA como resultado de la entrada en vigor de la Ley 1616 de 2013. Lo anterior dado que antes de 2016 en el país había subregistro de los intentos de suicidio, el cual se ha ido corrigiendo gradualmente con la acciones de vigilancia epidemiológica del evento, la sensibilización de las comunidades para el reporte de los casos y un mayor entrenamiento del talento humano en salud que reduce la clasificación errónea de los intentos de suicidio [94].

Si bien es cierto que la sensibilidad de los sistemas de vigilancia epidemiológica contribuye a un mayor reporte en el número de casos, también llama la atención que en el periodo observado se han adoptado medidas a nivel mundial, regional y nacional para reducir la tasas de suicidio y prevención de la conducta suicida<sup>32</sup> que deberían evidenciar impactos en la reducción del número de casos; aunque son bien conocidas las limitaciones para la implementación efectiva de las políticas públicas en salud en el nivel municipal, especialmente en aquellos con baja presencia institucional, dificultades de acceso, entre otros factores.

Los sistemas de información pueden seguir presentando un enorme subregistro debido a que con frecuencia los intentos de suicidio con lesiones leves pueden no requerir atención en instituciones de salud y por lo tanto no son captadas por los registros individuales de prestación de servicios de salud o los sistemas de vigilancia epidemiológica, aspecto que no solo dificulta la estimación de la prevalencia del evento sino también la prevención de la recurrencia del intento de suicidio. Un estudio realizado en Francia señala que las tasas de prevalencia de intentos de suicidio informados

---

<sup>32</sup> Como se enunció en años recientes se han implementado acciones consideradas en la Agenda 2030; el plan Decenal de Salud Pública 2012 - 2021, la Política Nacional de Salud Mental, el Plan de Acción sobre Salud Mental para el quinquenio 2013- 2020 y Plan Nacional de Prevención y Atención a la Conducta Suicida 2017-2021.

en la comunidad fueron 4,6 veces más altas que las reportadas por los sistemas de información de las instituciones de salud [196].

Se infiere que el incremento de las tasas de intento de suicidio puede estar relacionado con el aumento del número de muertes por esta causa, teniendo en cuenta que el intento de suicidio es el principal factor de riesgo para el suicidio. Lamentablemente, por la naturaleza de los datos no es posible identificar si los casos de suicidio presentaron intentos de suicidio previos; sin embargo, de acuerdo con las cifras de la OPS, en la región de las Américas entre el 2 y el 5% de los casos de suicidio estuvieron precedidos por un intento de suicidio [182].

En relación con el comportamiento de los casos de suicidio, en el total de la población se observó una tendencia inicial de disminución de tasas de mortalidad por esta causa hasta el 2013 y un incremento posterior a partir del año 2014. Este hallazgo es consistente con el aumento progresivo de las tasas de mortalidad observadas en la región de las Américas; aunque es necesario señalar que las tendencias nacionales y regionales son contrarias a las referidas a nivel mundial en las hay una disminución de la incidencia probablemente asociada a la implementación de medidas preventivas en los diferentes países y regiones [1].

El cambio de tendencia a partir del año 2014 ha sido documentado en el país por el Observatorio Nacional de Salud del INS [197] quienes señalan que la tendencia de mortalidad por suicidio tenía una disminución desde 1999 a 2013 debido a las mejoras en algunos indicadores socioeconómicos del país, entre ellos: desempleo, inflación, pobreza multidimensional; asimismo, refieren que el desempleo, las crisis económicas, la violencia y la presencia de trastornos mentales pueden ser factores asociados con el cambio de tendencia hacia el incremento.

Las tendencias seculares del suicidio han sido identificadas y estudiadas a nivel mundial, existe consenso en que estas reflejan factores socioeconómicos y de otra índole comunes en los territorios; de ahí que los períodos de recesión y depresión económica sean asociados con el incremento en los casos; mientras que los períodos de guerra y los cambios legislativos que limitan el acceso a métodos de suicidio de alta letalidad tales como las armas de fuego y los productos químicos de elevada toxicidad, incluyendo los plaguicidas, se asocian habitualmente con la reducción en el número de casos de suicidio [93]. De modo similar, a nivel mundial se han documentado diferencias geográficas en la incidencia del intento suicida y de mortalidad por suicidio, posiblemente explicadas por las variaciones en la precisión de las estadísticas vitales, la aceptabilidad cultural o religiosa de la conducta suicida que puede afectar la notificación de los casos y la disponibilidad y preferencias culturales por métodos de alta letalidad puede influir en estas diferencias [93,198].

Acorde con lo anterior, la distribución diferencial y la concentración de un mayor número de casos en las grandes ciudades o las capitales departamentales mencionada en los resultados refleja los patrones de poblamiento del país y las variaciones en densidad poblacional de los municipios y departamentos de las diferentes regiones. De acuerdo con el Censo Nacional de Población y Vivienda [199], en Colombia la mayor densidad poblacional se encuentra en las regiones Andina y Caribe, mientras que la Orinoquía y Amazonía son las regiones con menor densidad poblacional, dada su

extensión territorial y las características geográficas en las que predominan grandes sabanas (llanos orientales) y áreas selváticas. En consecuencia, la comparación entre las tasas ajustadas de incidencia y mortalidad permiten una mejor aproximación al comportamiento epidemiológico en los territorios.

Al respecto, en este estudio se identificaron diferencias geográficas de las tasas de incidencia de suicidio y suicidio entre departamentos; en las cuales sobresalen las tasas elevadas de incidencia de intento suicida en la región suroccidental del país (Huila, Nariño y Caquetá). Las razones por las cuales estos departamentos presentan una elevada incidencia de intento suicida no están claras y son escasos los estudios disponibles que aborden la temática. Es de interés particular el comportamiento observado en el departamento del Huila donde se registraron las mayores tasas de incidencia de intento suicida e intoxicaciones agudas por plaguicidas a nivel nacional y tasas elevadas de mortalidad por suicidio (cuarto lugar); por lo cual se considera necesaria la realización de estudios adicionales que exploren los factores contribuyentes o eventos desencadenantes individuales, sociales y de otra índole presentes en el territorio.

También se identificaron tasas elevadas de mortalidad por suicidio en el departamento de Vaupés, localizado en la región amazónica al suroriente de Colombia, este departamento es el segundo menos poblado del país y es habitado principalmente por población indígena (81.7%). Este comportamiento ha sido informado en estudios previos que sugieren que en las comunidades indígenas hay convergencia de diferentes factores de riesgo para el suicidio como barreras de acceso a servicios de salud, consumo de alcohol, conflictos, discriminación y estrés generado por aculturación [200]. Asimismo, un estudio realizado por Martínez et al. [201] propuso un modelo explicativo de la conducta suicida en el departamento de Vaupés que incluye procesos de aculturación/desculturación de la población indígena, violencia estructural, desempleo y desigualdades sociales.

Por medio del análisis espaciotemporal se identificaron conglomerados para intento de suicidio y suicidio, en su mayoría partir del año 2014, lo cual concuerda con el incremento de casos documentado posterior a ese año [77,202]. Además, se identificó la presencia y superposición de conglomerados en el eje cafetero (Quindío, Risaralda); esta región ubicada en el centro del país comparte características culturales y económicas vinculadas al cultivo del café. Los conglomerados de mayor tamaño se ubican en la regiones suroccidental del país y amazónica, lo cual puede estar correlacionado con las elevadas tasas de incidencia de intento suicida y de mortalidad por suicidio observadas. El comportamiento de morbilidad y la superposición de los conglomerados en estas regiones sugieren que los territorios comparten determinantes socioeconómicos y ambientales comunes para la conducta suicida.

Por otra parte, un aporte relevante de este estudio es la identificación de los conglomerados, estos indican la coexistencia de determinantes sociales y ambientales o eventos precipitantes y pueden sugerir la presencia de conductas de imitación, principalmente en población adolescente y joven,

debido al contacto directo o indirecto con información sobre las circunstancias y medios para cometer suicidio a través de personas conocidas o medios de comunicación [203]. La identificación de conglomerados es clave para la implementación de medidas de prevención del suicidio y de intervenciones después de un intento suicida o suicidio. Así mismo, la existencia de un número elevado de casos de suicidio o de intento suicida en un territorio, pueden contribuir indirectamente a la aceptabilidad cultural del suicidio o normalización de la conducta suicida, en otras palabras, la población puede habituarse y considerar a la conducta suicida un problema común y una alternativa viable ante situaciones desfavorables.

Los resultados de este estudio muestran diferencias entre los patrones de distribución geográfica de la incidencia del intento suicida y la mortalidad por suicidio y entre los conglomerados de los dos eventos. Esto llama la atención en tanto que se esperaría que los territorios con tasas elevadas de intento suicida también presenten tasas elevadas de suicidio; sin embargo, son pocos los municipios que evidencian la superposición de los conglomerados. Se infiere que este comportamiento puede estar relacionado con la selección de métodos para cometer suicidio y factores culturales; no obstante, los eventos desencadenantes y los factores predisponentes, precipitantes y de desarrollo asociados al suicidio y el intento suicida en las regiones en las que se evidencian conglomerados debe ser estudiados en el futuro, para lo cual puede ser útil una aproximación multinivel.

### **Exposición poblacional a plaguicidas**

En la aproximación de la exposición poblacional a plaguicidas se analizó el comportamiento de la incidencia de intoxicaciones agudas por plaguicidas y se identificó que el mayor número de casos se concentra en población en edad de trabajar afectando mayoritariamente a los hombres. El mayor número de casos en hombres puede derivarse de la exposición ocupacional en las labores agrícolas o ganaderas y de la división sexual del trabajo en estas actividades, teniendo en cuenta que en Colombia los hombres son con frecuencia los encargados de la preparación y aplicación de los plaguicidas [204]. De igual forma, las labores agrícolas y domésticas (ej. lavado de ropa) realizadas por las mujeres pueden favorecer el contacto directo e indirecto con estas sustancias y en consecuencia la intoxicación.

La tendencia de reducción en el número de casos y las tasas de incidencia de la intoxicación aguda por plaguicidas en Colombia es un aspecto positivo, aunque sigue siendo elevado el número de casos reportados cada año. La persistencia de las intoxicaciones accidentales de origen ocupacional indica que las acciones de salud y seguridad en el trabajo son insuficientes y que los individuos, principalmente trabajadores agrícolas, que manipulan plaguicidas no cuentan con protección suficiente que limite la exposición o reduzca la probabilidad de que ocurra la intoxicación.

Al respecto es importante tener presente que el sector agropecuario registra un uso elevado de plaguicidas y que en Colombia este sector tiene una informalidad laboral superior al 80% [205], esto puede ser determinante en la gestión del riesgo, la adquisición de los elementos de protección personal y en el acceso de los trabajadores a la capacitación sobre prácticas de uso seguro de plaguicidas, con la consecuente permanencia de conductas peligrosas relacionadas con la utilización de plaguicidas y la disposición de residuos que pueden contribuir a la intoxicación accidental con estas sustancias [20,27,28]. Adicionalmente, la baja tecnificación de los cultivos y las dificultades para acceder a asistencia técnica agropecuaria en algunos territorios pueden inducir a prácticas inadecuadas de uso de plaguicidas en los cultivos tales como la sobredosisificación o aplicación excesiva.

Por otra parte, se registró una marcada disminución en el número de casos y las tasas de incidencia de la intoxicación aguda por plaguicidas en el año 2018, este comportamiento refleja el cambio en la notificación del evento en el SIVIGILA, debido a que a partir de ese año las intoxicaciones agudas con plaguicidas con fines suicidas se reportan únicamente como intento de suicidio (código de evento 360) para evitar la duplicación de casos [206]. Esto hace suponer que en los años anteriores una porción importante de los casos corresponde a intoxicaciones intencionales con fines suicidas; no obstante, es necesario recordar que en todo el periodo las tasas de incidencia del intento suicida tienen una tendencia al incremento mientras que las tasas de incidencia de la intoxicación aguda por plaguicidas muestran una tendencia de disminución.

La intoxicación aguda por plaguicidas está estrechamente relacionada con la conducta suicida, se estima que en la América del sur, durante el quinquenio 2010-2014 alrededor del 6.5% de las muertes por suicidio son el resultado del envenenamiento con plaguicidas o productos químicos [182]; en Colombia según los datos del SIVIGILA y el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses la intoxicación por plaguicidas es uno de los métodos más comunes para cometer suicidio [14,207–209]. Esto puede estar influenciado por la facilidad para acceder a estos productos, debido a la masiva comercialización y el poco control ejercido en los territorios para la venta y manejo de estas sustancias. La utilización de plaguicidas con intencionalidad suicida puede explicar en parte la existencia de conglomerados en la región amazónica y suroccidental del país y la presencia en estas zonas de tasas elevadas de incidencia de intento suicida y mortalidad por suicidio; las características geográficas de estas regiones y la extensión de zonas selváticas no permiten el desarrollo de actividades agrícolas a gran escala que puedan favorecer la exposición ocupacional a plaguicidas; sin embargo, es necesario considerar también la existencia de cultivos ilícitos en estos territorios.

Este es el caso del departamento de Putumayo, el cual presenta una baja proporción de área dedicada a cultivos agrícolas pero elevada presencia de cultivos ilícitos que pueden favorecer la comercialización y uso de plaguicidas, incluyendo productos altamente tóxicos y prohibidos [210]. Los reportes del monitoreo de UNODC han documentado que en este departamento es común el uso de plaguicidas (fungicidas y herbicidas) en la fase agrícola de los cultivos ilícitos como una alternativa para controlar insectos defoliadores y hongos y para contrarrestar la competencia de los

cultivos ilícitos con las arvenses<sup>33</sup> que son habituales en la región debido a sus condiciones agroecológicas [211].

En relación con el comportamiento de área cultivada es preocupante el incremento registrado en los departamentos de la región amazónica, teniendo en cuenta la importancia ecológica de la Amazonia y su trascendencia para mitigar la crisis climática global. Estos incrementos indican procesos de deforestación del Amazonas que permiten la implementación de áreas de ganadería extensiva, la colonización y ampliación de la frontera agrícola, la explotación maderera o la minería ilegal, entre otros usos [212]. La deforestación se suma a los conflictos socioambientales presentes en la Amazonia colombiana y puede tener efectos devastadores en la estabilidad ecológica de ese ecosistema ocasionando la pérdida de biodiversidad, degradación del suelo, contaminación del agua; igualmente, pone en riesgo la subsistencia de las comunidades indígenas que viven en la región [213,214].

Al analizar el comportamiento del área cultivada, se identificaron tendencias de aumento en la superficie destinada a cultivos agrícolas, las cuales reflejan los esfuerzos nacionales para mejorar la productividad agropecuaria y el desarrollo rural<sup>34</sup>; mediante la asistencia técnica agropecuaria y los incentivos a los productores [215]. El área cultivada y el tipo de cultivos muestran la gran diversidad de productos agrícolas y forestales que se producen en el país dadas sus condiciones topográficas y climáticas. Así mismo esta diversidad puede influir en la demanda de insumos agropecuarios, incluyendo los plaguicidas.

Al respecto, las tendencias de comercialización de plaguicidas en el periodo presentan variaciones coherentes con el comportamiento nacional, regional y mundial de la oferta y la demanda de sustancias y productos químicos y de la producción agropecuaria [155]. Como se mencionó, hay diferencias en el comportamiento de los indicadores utilizados para estimar el consumo aparente de plaguicidas – Indicador sobre el uso de plaguicidas por superficie de cultivo (FAO) y la relación entre el consumo aparente de plaguicidas y la superficie cultivada (MADR) – las cuales se derivan de los cambios de metodología de cálculo del indicador sobre el uso de plaguicidas por superficie de cultivo [158].

A pesar de estas variaciones, en todo el periodo estudiado, Colombia tiene un consumo elevado de plaguicidas en comparación con consumo promedio del mundo (2.65 kg/ha) y América del Sur (5.48 kg/ha)[216], aspecto que es relevante no solo por la intoxicación aguda por plaguicidas, también se debe tener en cuenta que hay evidencia que asocia la exposición ocupacional o ambiental a

---

<sup>33</sup> Plantas presentes en los cultivos que compiten por los nutrientes y agua, habitualmente se refieren a estas plantas como maleza.

<sup>34</sup> En el periodo de interés de este estudio, el Gobierno de Colombia ha implementado acciones para incrementar la productividad agropecuaria del país entre las cuales se destacan: el CONPES 3527 de 2008 - Política Nacional de Competitividad y Productividad, CONPES 3678 de 2010 – Política de Transformación productiva: Un modelo de desarrollo sectorial para Colombia y el Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano (2017-2027), entre otros.

plaguicidas con graves efectos en la salud humana, como trastornos endocrinos, cutáneos, cáncer, entre otros [42–49]; por lo cual, se deben instaurar estrategias que permitan evaluar y analizar a profundidad las características de la exposición para garantizar la protección de la salud de los individuos y comunidades expuestas.

La inclusión de información sobre superficie dedicada a cultivos ilícitos se considera una fortaleza de este estudio, teniendo en cuenta la afectación a nivel territorial y la participación de Colombia en el mercado de estupefacientes a nivel mundial. Los cultivos ilícitos como cualquier otro cultivo requieren la utilización de plaguicidas como parte de las tareas de mantenimiento en la fase agrícola, de hecho, el uso de agroquímicos en cultivos ilícitos es mayor al utilizado en otros cultivos [135], debido a que el uso de estas sustancias determina la productividad y rentabilidad del cultivo [217,218]. Adicionalmente, la ilegalidad de estos cultivos puede ocasionar que los plaguicidas sean con frecuencia suministrados por los narcotraficantes quienes ofrecen la entrega de agroquímicos obtenidos clandestinamente como parte de pago [219]; aspecto que contribuye al uso de productos de alta toxicidad o plaguicidas peligrosos prohibidos en el país e incrementa los efectos negativos en la salud y el ambiente.

La cantidad de plaguicidas utilizados en los cultivos ilícitos no se puede calcular con precisión; aunque los estudios de productividad (2005-2015) y de estructura económica de las unidades productoras agropecuarias en zonas de influencia de cultivos de coca, realizados por el Sistema Integrado de Monitoreo contra Cultivos Ilícitos, indican que en el país hay una reducción en el uso de fertilizantes y plaguicidas. Esta disminución es resultado de la siembra de variedades vegetales con mayor productividad y resistencia a plagas [218], la modificación de las prácticas agropecuarias y el aumento progresivo de los precios de los agroquímicos en el país [157].

Al analizar la serie histórica de cultivos ilícitos se identificó una ampliación en el área cultivada con coca a partir de 2014, las autoridades nacionales refieren que este aumento puede estar influenciado con la prohibición de aspersión aérea con glifosato y la suspensión del PECIG en parques nacionales en 2014 y en totalidad del territorio en 2015, en tanto que algunas comunidades y territorios percibieron un menor riesgo de las actividades ilícitas [135]. De igual manera, pueden tener influencia las negociaciones y firma del acuerdo de paz entre el Gobierno Nacional y la guerrilla de las FARC, debido a que este grupo armado financiaba parte de sus actividades a través del narcotráfico [220].

Las tendencias observadas en las áreas destinadas a cultivos ilícitos sugieren la consolidación de enclaves productivos y una concentración de los cultivos en zonas de frontera, por considerarse estratégicas para el tráfico de estupefacientes hacia el exterior del país. La UNODC [135,219] calcula que alrededor del 50% de los cultivos se agrupan en áreas de manejo especial, tales como resguardos indígenas, comunidades con minorías étnicas o reservas forestales; este es el caso de los departamentos de Nariño y Putumayo, localizados en la frontera con Ecuador, los dos territorios adicionalmente comparten condiciones como el difícil acceso, la falta de infraestructura y la limitada

presencia del estado, provocando en algunas comunidades la dependencia económica de los cultivos ilícitos y las actividades conexas para garantizar la satisfacción de sus necesidades básicas.

La presencia extendida de cultivos ilícitos es también un criterio diferenciador de Colombia frente a los países en los que se ha estudiado la posible asociación en exposición a plaguicidas y la conducta suicida, debido a que las dinámicas sociales y económicas alrededor de los cultivos ilícitos van más allá de la existencia de los cultivos, también afectan áreas de diversidad biológica, contaminan el ambiente, impactan la vida social de las comunidades, permea la política, promueve la financiación y posicionamiento de grupos armados ilegales y facilitan el consumo de sustancias psicoactivas, elementos que tienen efectos profundos en la vida y bienestar de las comunidades [211].

### **Asociación entre la exposición a plaguicidas con el intento suicida y suicidio.**

Como se mencionó, la conducta suicida y el suicidio son problemas relevantes en salud pública que han sido estudiados a diferentes niveles y con enfoques metodológicos variados con el fin de establecer los factores de riesgo y determinantes involucrados; como parte de los factores estudiados se encuentran las exposiciones ambientales potencialmente modificables que pueden tener afectar el riesgo de desarrollar conducta suicida, entre ellos se encuentra la exposición a plaguicidas. No obstante, a pesar de los esfuerzos aún hay una comprensión limitada del fenómeno, debido a las dificultades para desarrollar estudios longitudinales sobre la conducta suicida que evidencien las transiciones en la conducta suicida y permitan establecer con certeza mecanismos causales [221]

Este estudio identificó una asociación estadísticamente significativa entre las tasas de mortalidad por suicidio en hombres con el área cultivada al analizar los datos por municipio. Este hallazgo permite comprobar parcialmente la hipótesis inicial dado que se esperaba identificar dicha asociación entre los dos eventos de interés (intento suicida y suicidio) y los indicadores de consumo aparente de plaguicidas y área cultivada en el nivel municipal y departamental en el total de la población y por sexo.

La asociación entre las tasas de mortalidad por suicidio y los indicadores de consumo aparente de plaguicidas había sido reportado por otros estudios ecológicos: Parrón et al. [222] quienes identificaron un mayor riesgo de suicidio en zonas con actividad agrícola intensiva y elevada exposición a plaguicidas en España; por otra parte, Pires et al. [223] que documentaron un incremento de la prevalencia de intentos suicidas y suicidio en microrregiones del estado de Rio Grande do Sul en Brasil con elevado uso de insecticidas al ser comparadas con áreas de menor uso de estas sustancias

En contraste, el estudio de Faria et al. [175] no identificó asociaciones entre el aumento de las tasas de suicidio y ninguna de las variables agrícolas, incluyendo área cultivada. La asociación entre tasas

de mortalidad por suicidio en hombres con el área cultivada referida en los municipios identificada en este estudio debe ser analizada en investigaciones posteriores para establecer los factores que determinan esta asociación y explorar el comportamiento en el nivel individual.

Los resultados de los modelos de datos panel en los departamentos, muestran la asociación entre las tasas de incidencia de intento suicida para el total de la población y por sexo con la tasa de prevalencia de depresión y otros trastornos del humor. La evidencia disponible sobre esta asociación en el nivel poblacional es limitada; sin embargo, existe consenso en que la depresión es un predictor en el desarrollo de la ideación suicida y el intento suicida [86] y que la falta de atención especializada en salud mental puede favorecer la progresión de la conducta suicida o la reincidencia del intento suicida [71,82].

Al respecto, en Colombia, alrededor del 40% de los casos de suicidio reportados al SIVIGILA en los años 2017 y 2018 tenían diagnósticos previos de trastornos psiquiátricos, incluyendo depresión [207,208]. Mientras que, a nivel mundial, se estima que el 90% de los intentos de suicidio se presentan en individuos con antecedentes de trastornos psiquiátricos, siendo los trastornos depresivos los de mayor prevalencia [71]. En este sentido, las acciones preventivas del intento suicida deben considerar la identificación y tratamiento oportuno de trastornos depresivos para evitar la progresión de la conducta suicida, esto debido a que algunas intervenciones basadas en comunidad para la detección y tratamiento de la depresión han demostrado ser efectivas para la prevención de la conducta suicida [224].

Al analizar datos de los municipios se identificó la asociación entre las tasas de incidencia de intento suicida y la tasas de mortalidad por suicidio, esta asociación puede explicarse en el nivel poblacional con factores como la existencia de conductas de imitación o comportamientos socialmente aprendidos por el contacto directo o indirecto con información sobre las circunstancias y medios para cometer suicidio [203]; de igual manera, al hecho de que el intento suicida y el suicidio comparten determinantes sociales y ambientales que de no ser intervenidos favorecen la instauración y normalización de la conducta suicida en los territorios. En este sentido, la persistencia en un territorio de condiciones y factores predisponentes de la conducta suicida como la vulnerabilidad socioeconómica y la violencia se reflejarán en el comportamiento de los casos y tasas de intento suicida y suicidio.

Los resultados de los modelos de regresión con datos panel en los municipios reportan la asociación de las tasas de intoxicación aguda por plaguicidas con las tasas de incidencia de intento suicida para toda la población y por sexos, mientras que la asociación con las tasas de mortalidad por suicidio, solo se registra para toda la población y en mujeres. Estos resultados concuerdan con el estudio ecológico realizados en Brasil por Faria et al. [67] quien identificó que las microrregiones con una alta proporción de intoxicaciones por plaguicidas presentaron las mayores tasas de suicidio para los tres grupos analizados: total población, hombres y mujeres (valor  $p$  0.01 y  $< 0.001$ ).

Se infiere que esta asociación puede estar relacionada con el uso habitual de los plaguicidas para cometer suicidio y la facilidad relativa para acceder a estos productos, debido a la masiva comercialización y el poco control ejercido por las autoridades gubernamentales en los territorios para la venta y uso de estas sustancias; no obstante, dada la limitada información proveniente de estudios ecológicos sobre este asunto y las limitaciones del diseño metodológico utilizado en este estudio, no es posible determinar los mecanismos causales involucrados en dicha asociación. En consecuencia, es necesaria la realización de estudios adicionales que exploren la plausibilidad biológica de esta asociación en el nivel individual y amplíen la evidencia que sugiere que los efectos de neurotoxicidad posteriores a eventos de intoxicación con algunos plaguicidas pueden desencadenar episodios de depresión o impulsividad y favorecen el desarrollo de la conducta suicida [62,69].

A partir de la información y evidencia disponible, se cree que este es el primer estudio en Colombia que aborda la relación entre exposición a plaguicidas y el intento suicida y suicidio; así las cosas, los resultados presentan una primera aproximación al fenómeno siendo coherentes con estudios previos que informaban que la exposición a plaguicidas incrementa el riesgo de suicidio. Los tamaños de los efectos observados en los modelos de efectos fijos son reducidos; no obstante, los resultados reportan asociaciones con significancia estadística; por lo anterior, para un mejor análisis de los tamaños de los efectos deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones: la primera, que las tasas ajustadas utilizadas en el modelo se expresan por cada 100 000 habitantes y que estas son bajas; la segunda, la conducta suicida es un fenómeno social en el que intervienen múltiples factores de riesgo que pueden estar interconectados, que pueden confundirse o interactuar entre sí en diferentes circunstancias [110].

### Consideraciones finales

Este estudio examinó y describió los patrones de distribución geográfica del intento suicida, suicidio e intoxicación aguda por plaguicidas a través de la identificación de conglomerados que proveen información sobre el comportamiento epidemiológico de estos eventos en los municipios y pueden ser un insumo para la definición de programas de prevención en los territorios afectados; ya que como se mencionó, habitualmente el suicidio está precedido por lesiones autoinfligidas (de hecho, el factor de riesgo más importante de suicidio lo constituyen los intentos de suicidio previos) y es común el uso de plaguicidas como medio para cometer suicidio [182,207,208].

Diversos estudios informan que el intento suicida y suicidio presentan incrementos de casos cercanos en el tiempo o en zonas geográficas [203] por la existencia de “suicidios por imitación” resultado de comportamientos socialmente aprendidos por parte de individuos cercanos al fallecido o por la difusión de información por medios masivos [225–227]; de igual manera, la agrupación de casos también indicaría la presencia de factores contextuales o condiciones como la utilización de

métodos comunes para cometer suicidio [228], las disparidades raciales [229], la ocupación [230] y condiciones socioeconómicas [231–234]. Lo anterior, en coherencia con el reconocimiento de la conducta suicida como un fenómeno multidimensional que involucra aspectos del contexto ambiental y sociocultural.

La superposición de los conglomerados en algunos territorios y los resultados de los modelos de regresión con datos panel que indican la simultaneidad de tasas elevadas de intento suicida y de suicidio y la concurrencia de tasas elevadas de incidencia de intoxicaciones agudas por plaguicidas con tasas elevadas de incidencia de intento suicida y de mortalidad por suicidio, sugieren la existencia de contextos favorecedores de la conducta suicida, es decir, de circunstancias y condiciones comunes en los territorios, grupos sociodemográficos o poblaciones que pueden ser factores contribuyentes o eventos desencadenantes para el desarrollo de conducta suicida.

La propuesta de los contextos favorecedores reconoce la importancia del contexto sociocultural y la evidencia sobre una amplia variación en el comportamiento epidemiológico del intento suicida y suicidio en diferentes grupos poblacionales y comunidades. Kirmayer [235] sostiene que los factores estructurales que aumentan el riesgo de desarrollar conducta suicida son creados socialmente, están respaldados por valores, instituciones y prácticas culturales e interactúan de formas complejas y variables que dependen de la identidad, dinámica cognitiva, emocional y la historia de los individuos pero a la vez reflejan el contexto social, el significado cultural y las consecuencias sociales en el círculo inmediato o el nicho social de la persona y en sistemas más amplios. En esta línea, los contextos sociales y políticos pueden limitar la expresión de los propios sentimientos, fomentar la experiencia de desesperanza e impotencia a nivel individual y bloquear la búsqueda de soluciones a los problemas individuales y colectivos.

Adicionalmente, los contextos favorecedores de suicidio reconocen los procesos de configuración de los territorios con dimensiones sociales, ambientales, organizativas y económicas, no limitados a la dimensión geográfica o espacial [236]. Con esta concepción del territorio, se entiende que las relaciones de vecindad y de conexión entre municipios y departamentos no siempre siguen los límites de la división política y administrativa del país, aspecto que será utilidad para la investigación de las dinámicas y factores que configuran los conglomerados identificados.

En coherencia con esta propuesta, se plantea la existencia de contextos favorecedores de la conducta suicida en los siguientes departamentos y regiones: Vaupés, Antioquia, eje cafetero (Caldas, Quindío, Tolima y Risaralda), región suroccidental (Huila, Caquetá, Putumayo, Cauca y Nariño). Estos contextos involucran además de la superposición de conglomerados; la presencia de condiciones socioeconómicas y culturales comunes como vulnerabilidad socioeconómica, violencia, cultivos ilícitos, presencia de comunidades indígenas o minorías étnicas, entre otras.

Al respecto, en la región del eje cafetero se ha documentado condiciones socioeconómicas comunes relacionadas con el cultivo del café, asimismo, en los departamentos de esta región están presentes

componentes de construcción sociohistórica del territorio<sup>35</sup> y la identidad colectiva con una fuerte influencia de la cultura antioqueña [237]. Se infiere que los contextos favorecedores de la conducta suicida en el eje cafetero y Antioquia pueden estar relacionados con aspectos culturales, dinámicas sociales y factores económicos vinculados a las crisis del café<sup>36</sup>; lo anterior, teniendo en cuenta que las condiciones socioeconómicas de los territorios han sido ampliamente documentadas como factores contribuyentes o eventos desencadenantes de la conducta suicida [71] y que a nivel poblacional existe evidencia que vincula las recesiones económicas con un incremento en el número de casos de intento de suicidio y suicidio [238,239].

Por su parte, en el suroccidente colombiano concurren condiciones de vulnerabilidad socioeconómica y violencia que han sido extensamente documentadas, destacando la presencia estable de grupos armados ilegales, desplazamiento forzado, cultivos ilícitos, contrabando, vulnerabilidad socioeconómica y el abandono estatal, entre muchos otros. Particularmente, los departamentos de Huila, Putumayo, Caquetá, Cauca y Nariño, por su ubicación geográfica, constituyen corredores estratégicos entre la Amazonia, el océano pacífico y Ecuador por lo cual han sido escenario de disputas por el control territorial entre grupos insurgentes [240,241]. Sumado a lo anterior, la presencia de cultivos ilícitos es un factor de riesgo para la seguridad de las comunidades, en tanto que predisponen condiciones de desplazamiento forzado, la ocurrencia de actos terroristas, el asesinato de líderes sociales y los homicidios en el marco del conflicto armado [136], esto es relevante teniendo en cuenta que la exposición a la violencia es ampliamente reconocida como factor de riesgo para la conducta suicida [202,242].

Entre los factores de vulnerabilidad a considerar en territorios dispersos o áreas de difícil acceso como los ubicados en la región Amazónica y la Orinoquía, se encuentran las barreras en la atención en salud, especialmente en salud mental, que son la materialización de las inequidades en salud y que además dificultan la atención oportuna de los pacientes con síntomas depresivos o con ideación suicida o la atención posterior a un intento de suicida para evitar la reincidencia.

Con relación a lo anterior, diversas fuentes reportan que en Colombia hay escasez de profesionales especializados en salud mental (principalmente psiquiatras) y la concentración de estos profesionales en las ciudades principales [243], lo cual afecta el acceso y la oportunidad de citas ocasionando un subdiagnóstico de trastornos psiquiátricos en el país y la conglomeración de casos de los trastornos depresivos y otros trastornos del humor en las ciudades capitales o grandes centros poblado en los cuales hay mayor posibilidad para acceder a servicios especializados en salud mental.

---

<sup>35</sup> Los departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda conformaron el departamento Gran Caldas hasta 1966, posteriormente la región se fragmentó dando lugar a la actual división política y administrativa [258].

<sup>36</sup> EL sector caficultor en Colombia ha experimentado periodos de bonanza y recesión en el mercado del café, las crisis del café están caracterizadas por la pérdida de la rentabilidad cafetera, desempleo y el deterioro de las condiciones de vida de los caficultores [259]. Por otra parte, la pérdida de rentabilidad del cultivo de café generó el tránsito de algunos productores a actividades agrícolas ilegales (ej. Cultivo de coca) y la consolidación de grupos armados al margen de la ley en estos territorios [260].

La Encuesta Nacional de Salud Mental calculó que el promedio de tiempo de desplazamiento para acceder a los servicios de salud mental a nivel nacional oscila entre las 9.6 y 32.3 horas [244]; mientras que el Observatorio Nacional de Salud Mental reporta que en el periodo 2009-2018 solo el 24.4% de las personas que requerían servicios en salud mental fueron atendidas al menos una vez [245].

Por otra parte, en el suroccidente del país y el departamento de Vaupés habitan el 32.4% de la población indígena del país<sup>37</sup> [246]; este aspecto es relevante dado que en Colombia se han identificado como factores favorecedores de la conducta suicida en población indígena al desplazamiento forzado, la violencia económica y de otra índole, la falta de educación con pertinencia étnica, el desempleo y las escasas oportunidades laborales, la desterritorialización, la discriminación, el adoctrinamiento religioso, entre otros [247,248]; que pueden evidenciar efectos duraderos de la colonización, el racismo y la marginación social de la que históricamente son víctimas las comunidades indígenas. Adicionalmente, algunos estudios han reportado que los factores de riesgo de la conducta suicida tienen un efecto acumulativo que aumenta la vulnerabilidad individual y pueden contribuir a las denominadas “muertes por desesperación”, este tipo de muertes han sido registradas en comunidades e individuos en condiciones de vulnerabilidad social y económica puede desencadenar situaciones de desesperanza y precipitar la conducta suicida [249,250].

La presencia de los contextos favorecedores de suicidio exige la modificación de los enfoques tradicionales de prevención de la conducta suicida; la incorporación de consideraciones específicas de la población o el contexto, con un enfoque étnico y territorial; y la adopción de intervenciones social y culturalmente informadas que reconozcan que las dinámicas sociales muchas veces no se corresponden con la división política y administrativa del país. Las intervenciones de prevención de la conducta suicida en los territorios que evidencian contextos favorecedores deberán atacar las causas subyacentes de la incidencia, es decir, identificar e intervenir las condiciones sociales, económicas, culturales y ambientales que generan la vulnerabilidad socioeconómica, que desencadenan la aparición de los síntomas depresivos, que auspician los cultivos ilícitos y la violencia, que favorecen la intoxicación aguda por plaguicidas o normalizan la conducta suicida en los territorios.

Adicionalmente, es ineludible el desarrollo de acciones poblacionales e individuales que permitan la atención oportuna de los síntomas depresivos antes del desarrollo de la conducta suicida e inmediatamente después de un intento suicida, de tal manera, que el individuo afectado reciba el tratamiento y acompañamiento necesario; asimismo, se debe garantizar la atención por salud

---

<sup>37</sup> De acuerdo con el Censo Nacional de Población y Vivienda de 2018, en los departamentos de Huila, Caquetá, Vaupés, Putumayo, Cauca y Nariño habitan 617 407 personas que se reconocen como indígenas pertenecientes los pueblos Guambiano, Paéz-Nasa, Yanaconas, Coreguaje, Pijao, Huitoto, Nukak Maku, Sicuani, Awa, Embera Katio, Inga, Kamentsá, Kichwa, Kofan, Siona, Coconuco, Eperara Siapidara, Totoró, entre otros [246].

mental de las personas allegadas y miembros de la comunidad luego de la ocurrencia de un suicidio, en tanto que estas acciones pueden contribuir a la identificación de factores de riesgo, evitar la normalización del suicidio o las conductas de imitación.

También se requieren acciones preventivas intersectoriales enfocadas en el control del acceso a los plaguicidas, la prevención de la intoxicación por plaguicidas (aguda y crónica a bajas dosis) derivada de la exposición ocupacional y la atención oportuna de los efectos neurotóxicos posterior a una intoxicación aguda por estas sustancias, atendiendo los resultados de este estudio y la evidencia ya referenciada que vincula a la exposición de plaguicidas con el desarrollo de la conducta suicida. En este sentido, es imperativa la implementación de estrategias de salud y seguridad en el trabajo orientadas a la gestión del riesgo, el control de la exposición y la adopción de sistemas de vigilancia epidemiológica ocupacional, que permitan la protección de la salud de los trabajadores y las comunidades expuestas.

Finalmente, la investigación de la relación entre exposición a plaguicidas y el intento suicida y suicidio debería analizar los territorios que presentan contextos favorecedores de la conducta suicida, explorando como los determinantes sociales y ambientales están mediados o moderados por las dinámicas territoriales, para lo cual es de utilidad en primer lugar, un abordaje multinivel para el reconocimiento de las condiciones individuales y procesos sociales estructurales; en segundo lugar, en reconocimiento a las diferentes aproximaciones epistemológicas al análisis del continuo salud-enfermedad se considera conveniente la implementación de un enfoque histórico – crítico propio de la salud colectiva o un enfoque investigativo mixto con la aplicación de técnicas de investigación cualitativa que permitan la comprensión del suicidio como una expresión de una situación social compartida.

### **Limitaciones**

Este estudio tiene limitaciones relacionadas con la naturaleza y fuentes de información. Los datos sobre mortalidad por suicidio y población fueron obtenidos de fuentes oficiales; no obstante, pueden verse afectados por subregistro, el cual fue estimado en 21.9% entre los años 2007 y 2009 [180]. Según el DANE en el periodo 2015 a 2019 la completitud promedio de las defunciones registradas es del 84.0% estimado para el país y 10.6% de omisión en el reporte de certificación de las defunciones declaradas por los hogares a nivel nacional. Los niveles de completitud y subregistro varían en las entidades territoriales [251].

Para el análisis se decidió omitir la información sobre los casos en niños menores de 15 años, en primer lugar, la decisión obedece a que la conducta suicida en niños es menos frecuente que en población mayor a esa edad, según las cifras del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses en el año 2018 las tasas de mortalidad por suicidio por cada 100 000 habitantes fue 0.05

en niños de 5 a 9 años y 2.63 en el grupo de edad de 10 a 14 años [209]. En segundo lugar, la exclusión de menores de 15 años responde a la posibilidad de encontrar registros con clasificación errónea de muertes o lesiones accidentales sin intencionalidad suicida, de hecho, en las bases de datos de intento suicida se identificaron casos de ahogamiento y sumersión referidos en población menor de 5 años que sugieren la clasificación errónea, en tanto que este tipo los ahogamientos forman parte de los accidentes comunes en niños de este grupo etario [252]. La clasificación errónea puede derivarse por la falta de conocimiento entre el talento humano en salud especialmente en aquellas situaciones que pueden conducir a la muerte accidental (ahogamiento y sumersión, caídas, envenenamiento accidental, exposición al humo o fuego y agresión) o a la falta de información sobre las circunstancias en las que ocurrieron los hechos [107,182].

Por otra parte, los indicadores utilizados para estimar el consumo de plaguicidas son aproximaciones al consumo real, debido a las dificultades prácticas para la evaluación de la exposición directa e indirecta a estas sustancias, considerando la gran diversidad de plaguicidas existente (composición química, clasificación toxicológica, vida media), la variedad de cultivos y usos en la agricultura, la multiplicidad de prácticas de aplicación utilizadas por los agricultores, incluyendo la mezcla de sustancias, que dificultan la determinación de la relación dosis – respuesta en tanto que se desconoce la composición exacta de la mezcla; o las diversas características geográficas y meteorológicas de las zonas agrícolas donde se aplican plaguicidas que dificultan la diferenciación de la exposición ocupacional y la ambiental [20,83].

Hubiera sido deseable la incorporación de variables sobre los diferentes determinantes sociales o ambientales relacionados con la conducta suicida a nivel poblacional; sin embargo, la información no se encontraba disponible para el periodo temporal o para todos los municipios, por esta razón se optó por la utilización de regresiones con efectos fijos mixtos que permiten la estimación de variables no observadas en las entidades individuales y el tiempo.

Por otra parte, una de las limitaciones comúnmente asociadas a los estudios ecológicos es la posibilidad de incurrir en la denominada “falacia ecológica” [253], la cual constituye un error de inferencia en el que el investigador asume equivocadamente que la correlación estadística entre dos variables observada en el nivel poblacional es igual en el nivel individual [254]; sin embargo, de acuerdo con la propuesta de Idrovo [255] para corroborar la presencia de la falacia ecológica deben estar presentes tres criterios, así a) los resultados deben obtenerse con datos ecológicos (de población); b) los datos deben inferirse a individuos y c) los resultados obtenidos con datos individuales son contradictorios. En este estudio solamente se cumple el primer criterio, en tanto que todas las variables consideradas son ecológicas. Respecto al segundo criterio, las inferencias realizadas a partir de los resultados no involucran individuos y la comparación de los hallazgos se realiza con estudios poblacionales, en consecuencia, no se incurre en la falacia ecológica.

También es importante recalcar que los estudios ecológicos no demuestran efectos a nivel individual ni permiten la realización de inferencias causales. Por lo tanto, las posibles interacciones entre las

características individuales y las características agregadas que pueden sugerir los resultados de esta investigación merecen diseños de estudio específicos y justifican la realización de investigaciones posteriores.



## 6. Conclusiones y recomendaciones

### 6.1 Conclusiones

Las tasas de incidencia del intento suicida y tasas de mortalidad por suicidio presentan tendencias de incremento para todo el periodo y a partir del 2014, respectivamente. La carga total de morbilidad y mortalidad combinada de intento suicida y suicidio es mayor en los hombres que en las mujeres; asimismo, se identificó la concentración de los casos de intento suicida y suicidio en mujeres en menores de 35 años y en hombres a partir de los 55 años y una afectación importante de territorios ubicados en la región sur occidental y eje cafetero en los que se presentan elevadas tasas de incidencia de intento suicida y tasas mortalidad por suicidio, en comparación con los promedios nacionales y regionales; además destaca el comportamiento de la mortalidad por suicidio en el departamento de Vaupés (5,7 veces más altas con el promedio nacional).

En la aproximación a la exposición poblacional a plaguicidas se identificaron territorios con elevadas tasas de incidencia de intoxicaciones agudas por plaguicidas en áreas donde no se realizan actividades agrícolas a gran escala, aspecto que llama la atención teniendo en cuenta que la agricultura es el sector económico con mayor consumo aparente de plaguicidas. Asimismo, se identificó el incremento notable de área cultivada en el país, destinada a cultivos agrícolas y cultivos ilícitos, con el consecuente incremento del consumo aparente de plaguicidas.

Se registró la superposición o solapamiento de los conglomerados de intento de suicidio, suicidio e intoxicación aguda por plaguicidas en 125 municipios y 9 departamentos ubicados en tres regiones así: la región central del país: Antioquia, Cundinamarca y Meta; el eje cafetero (Caldas, Quindío, Tolima y Risaralda) y la región suroccidental (Huila, Caquetá, Putumayo, Cauca, Nariño y Valle del Cauca). La existencia de conglomerados indica la concurrencia de determinantes sociales y ambientales en los territorios.

Este estudio estimó la asociación estadísticamente significativa entre las tasas de intento de suicidio con las tasas de incidencia de intoxicaciones agudas por plaguicidas y con las tasas de mortalidad por suicidio en el análisis por municipio para el total de la población y por sexo, mientras que en los departamentos se identificó la asociación del intento suicida con las tasas de prevalencia de depresión y otros trastornos del humor. En el análisis de las tasas de mortalidad por suicidio reporta

la asociación en el nivel municipal con la incidencia de intoxicaciones agudas por plaguicidas en mujeres y el total de la población, solamente se identificó asociación estadísticamente significativa entre las tasas de mortalidad por suicidio en hombres y el área cultivada. Estos hallazgos proveen nueva evidencia sobre la posible relación entre la exposición a plaguicidas y la conducta suicida.

Los resultados del análisis espaciotemporal y de los modelos de regresión con datos panel sugieren la existencia de contextos favorecedores del desarrollo de la conducta suicida en territorios al suroccidente del país y en el eje cafetero; en los cuales convergen diversos determinantes sociales y ambientales, que ameritan ser analizados en futuros estudios y la incorporación de medidas preventivas de la conducta suicida con un enfoque étnico y territorial que reconozca que las dinámicas sociales y las condiciones sociales, económicas, culturales y ambientales presentes en estos territorios.

## 6.2 Recomendaciones

La evidencia científica sobre la relación entre la exposición a plaguicidas y el intento suicida continua siendo escasa y no concluyente, por esta razón es necesario el desarrollo de nuevos estudios que complementen la información a nivel poblacional y provean de nueva evidencia en el nivel individual, para este propósito es conveniente un abordaje multinivel para la identificación de las condiciones individuales y los procesos sociales estructurales; igualmente, la incorporación de diseños metodológicos mixtos que aprovechen las potencialidades de las técnicas de investigación cualitativa para la comprensión los determinantes sociales y ambientales involucrados en la conducta suicida.

Los resultados de este estudio, en especial los hallazgos del análisis espaciotemporal facilitan la priorización y selección de territorios en los cuales se desarrollarán investigaciones o se implementarán acciones preventivas, en tanto que los conglomerados o la superposición de conglomerados son un indicador de la existencia de tasas elevadas de incidencia de intento suicida e intoxicaciones agudas por plaguicidas y tasas elevadas de mortalidad por suicidio en los territorios y la concurrencia de determinantes sociales y ambientales. De igual manera, la identificación de conglomerados puede ser una herramienta que permite una mejor planificación de las estrategias de prevención o intervención y un criterio para la asignación de los recursos de estas.

Por otra parte, el comportamiento observado por sexo y grupo etario en el intento suicida y el suicidio, puede ser un insumo para el diseño de programas o intervenciones indicadas en población menor de 35 años y mayor de 55 años, principalmente en hombres, facilitando así la identificación oportuna de la conducta suicida y la incorporación de la perspectiva de género para el abordaje e investigación de factores de riesgo como los estereotipos de género, normas culturales, estrategias

de afrontamiento o externalización, roles asignados y exposición diferencial en contexto laborales, entre otros.

Colombia presenta un consumo aparente de plaguicidas muy superior al registrado a nivel regional y mundial, este aspecto es relevante teniendo en cuenta que los plaguicidas no solo están relacionados con la conducta suicida, también lo están con una gran variedad de problemas de salud importantes. En consecuencia, es necesario desarrollar investigaciones que permitan valorar las características de la exposición a estas sustancias y los posibles efectos en la salud y el ambiente.

Finalmente, los resultados de este estudio pueden ser un insumo para el diseño de políticas públicas y acciones intersectoriales que permitan: en primer lugar, el control del acceso a plaguicidas de elevada toxicidad y reducir la utilización de plaguicidas en el país. En segundo lugar, promover prácticas seguras de uso de los plaguicidas contribuyendo a la generación de un ambiente sano y un entorno laboral seguro; y, en tercer lugar, fortalecer los sistemas de vigilancia epidemiológica de los efectos en la salud – agudos y crónicos a bajas dosis- en trabajadores ocupacionalmente expuestos y la atención oportuna de los efectos neurotóxicos posterior a una intoxicación aguda. Políticas públicas y acciones intersectoriales que con seguridad repercutirán de forma positiva en el estado de salud de las comunidades y el goce efectivo del derecho a la salud.

## Anexos

Anexo A. Estudios que abordan la asociación entre exposición ocupacional y ambiental a plaguicidas y la morbilidad-mortalidad por suicidio.

## Anexo B. Datos departamentales y municipales periodo 2009-2018

## Bibliografía

1. World Health Organization. Suicide worldwide in 2019: global health estimates [Internet]. Ginebra; 2021. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240026643>
2. Freire C, Koifman S. Pesticides, depression and suicide: A systematic review of the epidemiological evidence. *Int J Hyg Environ Health* [Internet]. 2013;216(4):445-60. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijheh.2012.12.003>
3. Arab A, Mostafalou S. Neurotoxicity of pesticides in the context of CNS chronic diseases. *Int J Environ Health Res* [Internet]. 19 de octubre de 2021;1-38. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09603123.2021.1987396>
4. Beard JD, Umbach DM, Hoppin JA, Richards M, Alavanja MCR, Blair A, et al. Pesticide exposure and depression among male private pesticide applicators in the agricultural health study. *Environ Health Perspect*. 2014;122(9):984-91.
5. Koh SB, Kim TH, Min S, Lee K, Kang DR, Choi JR. Exposure to pesticide as a risk factor for depression: A population-based longitudinal study in Korea. *Neurotoxicology*. septiembre de 2017;62:181-5.
6. Lima Conti C, Miranda Barbosa W, Pavesi Simão JB, Madeira Álvares-da-Silva A. Pesticide exposure, tobacco use, poor self-perceived health and presence of chronic disease are determinants of depressive symptoms among coffee growers from Southeast Brazil. *Psychiatry Res* [Internet]. 2018;260(November 2017):187-92. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2017.11.063>
7. Harrison V, Mackenzie Ross S. Anxiety and depression following cumulative low-level exposure to organophosphate pesticides. *Environ Res* [Internet]. 2016;151:528-36. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2016.08.020>
8. Chen WQ, Yuan L, Xue R, Li YF, Su R Bin, Zhang YZ, et al. Repeated exposure to chlorpyrifos alters the performance of adolescent male rats in animal models of depression and anxiety. *Neurotoxicology* [Internet]. 2011;32(4):355-61. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuro.2011.03.008>
9. Gubert P, Ávila DS, Bridi JC, Saurin S, Lugokenski TH, Villarinho JG, et al. Low concentrations of methamidophos do not alter AChE activity but modulate neurotransmitters uptake in hippocampus and striatum in vitro. *Life Sci* [Internet]. 2011;88(1-2):89-95. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.lfs.2010.10.031>

10. Jung M, Chang SJ, Kim CB, Min S, Lee K, Koh SB, et al. Association Between Chronic Exposure to Pesticide and Suicide. *J Occup Environ Med.* 2019;61(4):314-7.
11. Lyu CP, Pei JR, Beseler LC, Li YL, Li JH, Ren M, et al. Case Control Study of Impulsivity, Aggression, Pesticide Exposure and Suicide Attempts Using Pesticides among Farmers. *Biomed Environ Sci.* 2018;31(3):242-6.
12. Stanley B, Michel CA, Galfalvy HC, Keilp JG, Rizk MM, Richardson-Vejlgaard R, et al. Suicidal subtypes, stress responsivity and impulsive aggression. *Psychiatry Res [Internet].* octubre de 2019;280:112486. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0165178118313295>
13. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Pesticides use, pesticides trade and pesticides indicators 1990–2019 [Internet]. Roma; 2021. Disponible en: <https://www.fao.org/3/cb6034en/cb6034en.pdf>
14. Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Comportamiento del suicidio, Colombia 2017. *Forensis, Datos para la vida [Internet].* 2018;19(1):349-86. Disponible en: <http://www.medicinalegal.gov.co/documents/20143/262076/Forensis+2017+Interactivo.pdf/0a09fedb-f5e8-11f8-71ed-2d3b475e9b82>
15. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Organización Mundial de Salud. Código internacional de conducta para la gestión de plaguicidas [Internet]. Cuarta. Roma: FAO - OMS; 2015. 56 p. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3604s.pdf>
16. Organización Mundial de Salud. Pesticides and their application for the control of vectors and pest of public health importance. Sexta ed. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2006. 125 p.
17. Concardo Aguilar G, Cervantes Morant R. Manual de diagnóstico tratamiento y prevención de intoxicaciones agudas por plaguicidas [Internet]. Segunda ed. La Paz: Fundación PLAGBOL; 2008. 189 p. Disponible en: <http://plagbol.org.bo/>
18. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Guía para la gestión ambiental responsable de los plaguicidas químicos de uso agrícola en Colombia. Bogotá D.C; 2011. 225 p.
19. Organización Mundial de Salud. The WHO recommended classification of pesticides by Hazard and guidelines to classification [Internet]. Inter-organization Programme for the sound Management of Chemicals - IOMC, editor. Ginebra: International Programme on Chemical Safety - IPCS; 2010. 81 p. Disponible en: [https://www.who.int/ipcs/publications/pesticides\\_hazard\\_2009.pdf](https://www.who.int/ipcs/publications/pesticides_hazard_2009.pdf)
20. Damalas CA, Eleftherohorinos IG. Pesticide exposure, safety issues, and risk assessment indicators. *Int J Environ Res Public Health.* 2011;8(5):1402-19.
21. Tago D, Andersson H, Treich N. Pesticides and health: A review of evidence on health effects, valuation of risks, and benefit-cost analysis. *Adv Health Econ Health Serv Res.* 2014;24:203-95.

22. Instituto Nacional de Salud. Protocolo de vigilancia y control de intoxicaciones por plaguicidas. Bogotá D.C.: Instituto Nacional de Salud - Dirección de Vigilancia y Análisis de; 2010. p. 46.
23. Pesticides Action Network Asia Pacific. Communities in Peril: Global report on health impacts of pesticide use in agriculture [Internet]. Manila: Pesticides Action Network - PAN; 2010. 200 p. Disponible en: [http://www.pan-germany.org/download/PAN-I\\_CBIM-Global-Report\\_1006-final.pdf](http://www.pan-germany.org/download/PAN-I_CBIM-Global-Report_1006-final.pdf)
24. Asamblea General de la Organización de Naciones Unidas. Report of the Special Rapporteur on the right to food [Internet]. 2017. Disponible en: <http://www.pan-uk.org/site/wp-content/uploads/United-Nations-Report-of-the-Special-Rapporteur-on-the-right-to-food.pdf>
25. Alavanja MCR, Bonner MR. Occupational Pesticide Exposures and Cancer Risk: A Review. J Toxicol Environ Heal Part B [Internet]. mayo de 2012;15(4):238-63. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10937404.2012.632358>
26. Instituto Nacional de Salud. Manual de referencia para la vigilancia de las intoxicaciones por sustancias Químicas [Internet]. Bogotá D.C.: Instituto Nacional de Salud Pública; 2018. p. 1-53. Disponible en: [http://idsn.gov.co/site/web2/images/documentos/epidemiologia/aplicativo/Manual\\_VSP\\_Intoxicaciones\\_por\\_Sustancias\\_Quimicas\\_2018.pdf](http://idsn.gov.co/site/web2/images/documentos/epidemiologia/aplicativo/Manual_VSP_Intoxicaciones_por_Sustancias_Quimicas_2018.pdf)
27. Libra M, Polito I, Briguglio G, Gangemi S, Miozzi E, Teodoro M, et al. Occupational exposure to pesticides as a possible risk factor for the development of chronic diseases in humans. Mol Med Rep. 2016;14(5):4475-88.
28. Hashemi SM, Hosseini SM, Hashemi MK. Farmers' perceptions of safe use of pesticides: determinants and training needs. Int Arch Occup Environ Health. enero de 2012;85(1):57-66.
29. Junguito R, Perfetti JJ, Becerra A. Cuadernos de fedesarrollo: Desarrollo de la Agricultura Colombiana [Internet]. Primera ed. Bogotá D.C.: Fedesarrollo; 2014. 1-82 p. Disponible en: [https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/151/CDF\\_No\\_48\\_Marzo\\_2014.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/151/CDF_No_48_Marzo_2014.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
30. Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. Censo Nacional de población y vivienda 2018 - Colombia, Resultados preliminares [Internet]. Distribución de la población por clase. 2018 [citado 15 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://sitios.dane.gov.co/cnpv-presentacion/src/#donde00>
31. Banco Mundial. Empleos en agricultura: Colombia [Internet]. Empleos en agricultura (% del total de empleos). 2018 [citado 15 de mayo de 2019]. Disponible en: [https://datos.bancomundial.org/indicador/SL.AGR.EMPL.ZS?locations=CO&name\\_desc=falso](https://datos.bancomundial.org/indicador/SL.AGR.EMPL.ZS?locations=CO&name_desc=falso)
32. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Plaguicidas [Internet]. FAOSTAT. 2019 [citado 15 de abril de 2019]. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/EP/metadata>

33. Instituto Nacional de Salud. Informe del evento intoxicaciones por sustancias Químicas, hasta el periodo epidemiológico Colombia, 2016. Bogotá D.C; 2016.
34. Instituto Nacional de Salud. Informe del evento intoxicaciones por sustancias químicas Colombia 2017 [Internet]. Bogotá D.C.; 2018. Disponible en: [https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/INTOXICACIONES 2017.pdf](https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/INTOXICACIONES%202017.pdf)
35. Instituto Nacional de Salud. Boletín epidemiológico semanal - Semana epidemiológica 52 [Internet]. Bogotá D.C.; 2018. Disponible en: [https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/BoletinEpidemiologico/2018 Boletín epidemiológico semana 52.pdf](https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/BoletinEpidemiologico/2018%20Bolet%C3%ADn%20epidemiol%C3%B3gico%20semana%2052.pdf)
36. Instituto Nacional de Salud. Perfil epidemiológico de las intoxicaciones por sustancias químicas en Colombia, 2008 - 2015 [Internet]. Bogotá D.C; 2017. Disponible en: [https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/IQEN/IQEN vol 22 2017 num 2.pdf](https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/IQEN/IQEN%20vol%2022%202017%20num%202.pdf)
37. Instituto Nacional de Salud. Boletín Epidemiológico Semanal, semana epidemiológica 52 [Internet]. Bogotá D.C.: Sistema de Vigilancia en Salud Pública - SIVIGILA; 2019. p. 22. Disponible en: [https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/BoletinEpidemiologico/2019\\_Boletin\\_epidemiologico\\_semana\\_52.pdf](https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/BoletinEpidemiologico/2019_Boletin_epidemiologico_semana_52.pdf)
38. Instituto Nacional de Salud. Boletín Epidemiológico Semanal, semana epidemiológica 53 [Internet]. Bogotá D.C.: Sistema de Vigilancia en Salud Pública - SIVIGILA; 2020. p. 24. Disponible en: [https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/BoletinEpidemiologico/2020\\_Boletin\\_epidemiologico\\_semana\\_53.pdf](https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/BoletinEpidemiologico/2020_Boletin_epidemiologico_semana_53.pdf)
39. Delgado-Rodríguez M, Jiménez-Moleón JJ, Ofir Guiron T, Bueno-Cavanillas A, Lewis-Mikhael AM, Olmedo-Requena R. Occupational exposure to pesticides and prostate cancer: a systematic review and meta-analysis. *Occup Environ Med*. 2015;73(2):134-44.
40. Weichenthal S, Moase C, Chan P. A Review of Pesticide Exposure and Cancer Incidence in the Agricultural Health Study Cohort Revisão sobre a exposição aos pesticidas e a incidência de câncer em estudo de coorte da saúde dos agricultores. *Cienc Saude Colect*. 2012;17(1):255-70.
41. Van Maele-Fabry G, Lantin AC, Hoet P, Lison D. Childhood leukaemia and parental occupational exposure to pesticides: a systematic review and meta-analysis. *Cancer Causes Control*. junio de 2010;21(6):787-809.
42. VoPham T, Bertrand KA, Hart JE, Laden F, Brooks MM, Yuan JM, et al. Pesticide exposure and liver cancer: a review. *Cancer Causes Control*. 2017;28(3):177-90.
43. Li Y, Zhang C, Yin Y, Cui F, Cai J, Chen Z, et al. Neurological effects of pesticide use among farmers in China. *Int J Environ Res Public Health*. abril de 2014;11(4):3995-4006.
44. Takahashi N, Hashizume M. A systematic review of the influence of occupational organophosphate pesticides exposure on neurological impairment. *BMJ Open*. 2014;4(6):1-9.
45. Quandt SA, Walker FO, Talton JW, Chen H, Arcury TA. Olfactory Function in Latino

- Farmworkers Over 2 Years: Longitudinal Exploration of Subclinical Neurological Effects of Pesticide Exposure. *J Occup Environ Med.* diciembre de 2017;59(12):1148-52.
46. Bayrami M, Hashemi T, Malekirad AA, Ashayeri H, Faraji F, Abdollahi M. Electroencephalogram, cognitive state, psychological disorders, clinical symptom, and oxidative stress in horticulture farmers exposed to organophosphate pesticides. *Toxicol Ind Health.* febrero de 2012;28(1):90-6.
  47. Corral SA, de Angel V, Salas N, Zuniga-Venegas L, Gaspar PA, Pancetti F. Cognitive impairment in agricultural workers and nearby residents exposed to pesticides in the Coquimbo Region of Chile. *Neurotoxicol Teratol.* julio de 2017;62:13-9.
  48. Rathish D, Senavirathna I, Jayasumana C, Agampodi S, Siribaddana S. A low GLP-1 response among patients treated for acute organophosphate and carbamate poisoning: a comparative cross-sectional study from an agrarian region of Sri Lanka. *Environ Sci Pollut Res Int.* enero de 2019;26(3):2864-72.
  49. Park S, Kim SK, Kim JY, Lee K, Choi JR, Chang SJ, et al. Exposure to pesticides and the prevalence of diabetes in a rural population in Korea. *Neurotoxicology.* enero de 2019;70:12-8.
  50. Evangelou E, Ntritsos G, Chondrogiorgi M, Kavvoura FK, Hernández AF, Ntzani EE, et al. Exposure to pesticides and diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Environ Int* [Internet]. 2016;91:60-8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2016.02.013>
  51. Miranda-Contreras L, Gomez-Perez R, Rojas G, Cruz I, Berrueta L, Salmen S, et al. Occupational exposure to organophosphate and carbamate pesticides affects sperm chromatin integrity and reproductive hormone levels among Venezuelan farm workers. *J Occup Health.* 2013;55(3):195-203.
  52. Ulbrich B. Reproductive toxicity risk assessment for pesticides. *Methods Mol Biol.* 2013;947:545-74.
  53. Hyseni S. Understanding the Impacts of Pesticides on Children : A discussion paper. 2018.
  54. Ye M, Beach J, Martin JW, Senthilselvan A. Occupational pesticide exposures and respiratory health. *Int J Environ Res Public Health.* 2013;10(12):6442-71.
  55. Kim KH, Kabir E, Jahan SA. Exposure to pesticides and the associated human health effects. *Sci Total Environ* [Internet]. 1 de enero de 2017;575:525-35. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.009>
  56. Faria NMX, Fassa AG, Meucci RD, Fiori NS, Miranda VI. Occupational exposure to pesticides, nicotine and minor psychiatric disorders among tobacco farmers in southern Brazil. *Neurotoxicology.* diciembre de 2014;45:347-54.
  57. Freire C, Koifman S. Pesticides, depression and suicide: A systematic review of the epidemiological evidence. *Int J Hyg Environ Health* [Internet]. 2013;216(4):445-60. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijheh.2012.12.003>

58. Beseler C, Stallones L, Hoppin JA, Alavanja MCR, Blair A, Keefe T, et al. Depression and Pesticide Exposures in Female Spouses of Licensed Pesticide Applicators in the Agricultural Health Study Cohort. *J Occup Environ Med* [Internet]. octubre de 2006;48(10):1005-13. Disponible en: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00043764-200610000-00009>
59. Beseler C, Stallones L. A Cohort Study of Pesticide Poisoning and Depression in Colorado Farm Residents. *Ann Epidemiol* [Internet]. octubre de 2008;18(10):768-74. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1047279708001154>
60. Beseler C, Stallones L, Hoppin JA, Alavanja MCR, Blair A, Keefe T, et al. Depression and Pesticide Exposures among Private Pesticide Applicators Enrolled in the Agricultural Health Study. *Environ Health Perspect* [Internet]. diciembre de 2008;116(12):1713-9. Disponible en: <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/10.1289/ehp.11091>
61. Zhang J, Stewart R, Phillips M, Shi Q, Prince M. Pesticide exposure and suicidal ideation in rural communities in Zhejiang province, China. *Bull World Health Organ*. 2009;87(10):746-53.
62. London L, Flisher AJ, Wesseling C, Mergler D, Kromhout H. Suicide and exposure to organophosphate insecticides: cause or effect? *Am J Ind Med* [Internet]. 2005;47(4):308-21. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15776467>
63. Lee WJ, Alavanja MCR, Hoppin JA, Rusiecki JA, Kamel F, Blair A, et al. Mortality among pesticide applicators exposed to chlorpyrifos in the agricultural health study. *Environ Health Perspect*. 2007;115(4):528-34.
64. Parrón T, Requena M, Hernández AF, Alarcón R. Association between environmental exposure to pesticides and neurodegenerative diseases. *Toxicol Appl Pharmacol* [Internet]. 2011;256(3):379-85. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.taap.2011.05.006>
65. Meyer A, Koifman S, Koifman RJ, Moreira JC, De Rezende Chrisman J, Abreu-Villaça Y. Mood disorders hospitalizations, suicide attempts, and suicide mortality among agricultural workers and residents in an area with intensive use of pesticides in Brazil. *J Toxicol Environ Health*. 2010;73(13-14):866-77.
66. Krawczyk N, Meyer A, Fonseca M, Lima J. Suicide mortality among agricultural workers in a region with intensive tobacco farming and use of pesticides in Brazil. *J Occup Environ Med*. 2014;56(9):993-1000.
67. Xavier Faria NM, Gastal Fassa A claudia, Dalke Meucci R. Association between pesticide exposure and suicide rates in Brazil. *Neurotoxicology* [Internet]. 2014;45:355-62. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuro.2014.05.003>
68. Kim J, Shin DH, Lee WJ. Suicidal ideation and occupational pesticide exposure among male farmers. *Environ Res* [Internet]. 2014;128:52-6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2013.10.007>
69. Wesseling C, Van Wendel De Joode B, Keifer M, London L, Mergler D, Stallones L. Symptoms

- of psychological distress and suicidal ideation among banana workers with a history of poisoning by organophosphate or n-methyl carbamate pesticides. *Occup Environ Med.* 2010;67(11):778-84.
70. Joo Y, Roh S. Risk factors associated with depression and suicidal ideation in a rural population. *Environ Health Toxicol.* 2016;31:e2016018.
71. Organización Panamericana de la Salud. Prevención del suicidio: un imperativo global [Internet]. Washington: Organización Mundial de la Salud; 2014. 1-90 p. Disponible en: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/136083/9789275318508\\_spa.pdf;jsessionid=756CE5C974376A617B34129937D7B6DC?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/136083/9789275318508_spa.pdf;jsessionid=756CE5C974376A617B34129937D7B6DC?sequence=1)
72. Ministerio de salud y Protección Social. Documento borrador del plan para la prevención y atención de la conducta suicida 2018 - 2021 [Internet]. Bogotá D.C.; 2018. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ET/concertacion-intersectorial-plan-conducta-suicida-2017-2021.pdf>
73. Así vamos en salud. Tasa de Suicidio-Georeferenciado [Internet]. Indicadores salud mental. 2017 [citado 25 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://www.asivamosensalud.org/indicadores/salud-mental/tasa-de-suicidio-georeferenciado>
74. Rodríguez-Hernández JM, Rocha-Buelvas A, Mendieta-Izquierdo G, Hidalgo-Troya A. Riesgo de muerte por suicidio en población Colombiana 2000-2013. *Cien Saude Colet* [Internet]. noviembre de 2018;23(11):3989-96. Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-81232018001103989&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232018001103989&lng=es&tlng=es)
75. Arenas A, Gómez-Restrepo C, Rondón M. Factores asociados a la conducta suicida en Colombia. Resultados de la Encuesta Nacional de Salud Mental 2015. *Rev Colomb Psiquiatr* [Internet]. diciembre de 2016;45:68-75. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0034745016300063>
76. Campo-Arias A, Herazo E. Asociación entre desigualdad y tasa de suicidio en Colombia (1994-2013). *Rev Colomb Psiquiatr* [Internet]. enero de 2015;44(1):28-32. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0034745014001036>
77. Chaparro-Narváez P, Díaz-Jiménez D, Castañeda-Orjuela C. Tendencia de la mortalidad por suicidio en las áreas urbanas y rurales de Colombia , 1979-2014. 2019;(1):339-53.
78. Chaparro-Narváez P, Castañeda-Orjuela C. Mortalidad debida a intoxicación por plaguicidas en Colombia entre 1998 y 2011. *Biomédica* [Internet]. agosto de 2015;35 Spec:90-102. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26535745>
79. Medina M, Velásquez AV, Ribero OJ, Trujillo N. Costos médicos directos por intento de suicidio en pacientes del hospital mental de Antioquia, Colombia. *Rev Panam Salud Pública* [Internet]. 2018;42. Disponible en: <http://iris.paho.org/xmlui/handle/123456789/49516>
80. Cendales R, Vanegas C, Fierro M, Córdoba R, Olarte A. Tendencias del suicidio en Colombia,

- 1985-2002. *Rev Panam Salud Pública* [Internet]. octubre de 2007;22(4):231-8. Disponible en: [http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1020-49892007000900002&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1020-49892007000900002&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
81. Nock MK. *The Oxford Handbook of Suicide and Self-Injury*. Nock MK, editor. New York: Oxford University Press; 2014. 545 p.
82. Ministerio de Salud y Protección Social. *Estrategia nacional para la prevención de la conducta suicida en Colombia* [Internet]. Bogotá D.C.; 2021. p. 57. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ENT/estrategia-nacional-conducta-suicida-2021.pdf>
83. Cervantes M. R, Henao L. GL, Morales Z. L, Varona U. M, Concardo A. G, Huici R. O. Fortalecimiento de la vigilancia en salud pública de los plaguicidas entre Colombia y Bolivia: Informe Final [Internet]. La Paz; 2006. Disponible en: [https://www.biblioteca.upal.edu.bo/cgi-bin/wxis.exe/htdocs/iah3/scripts/?IsisScript=citar.xis&base=LILACS&mfn=2605&lang=es&format=CITE.PFT&KeepThis=true&TB\\_iframe=true&height=auto&width=750%22](https://www.biblioteca.upal.edu.bo/cgi-bin/wxis.exe/htdocs/iah3/scripts/?IsisScript=citar.xis&base=LILACS&mfn=2605&lang=es&format=CITE.PFT&KeepThis=true&TB_iframe=true&height=auto&width=750%22)
84. Castro-Cely Y, Orjuela-Ramírez ME. Estudios ecológicos: herramienta clave para la salud pública. *Rev Salud Pública* [Internet]. 2021;23(6):1-6. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/revsaludpublica/article/view/94546>
85. Gvion Y, Apter A. Suicide and suicidal behavior. *Public Health Rev*. 2012;34(2):1-20.
86. Klonsky ED, May AM, Saffer BY. Suicide, Suicide Attempts, and Suicidal Ideation. *Annu Rev Clin Psychol*. 2016;12(December):307-30.
87. DeBastiani S, De Santis JP. Suicide Lethality: A Concept Analysis. *Issues Ment Health Nurs* [Internet]. 24 de febrero de 2018;39(2):117-25. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/01612840.2017.1364812>
88. Nock MK, Borges G, Bromet EJ, Alonso J, Angermeyer M, Beautrais A, et al. Cross-national prevalence and risk factors for suicidal ideation, plans and attempts. *Br J Psychiatry* [Internet]. 2 de febrero de 2008;192(2):98-105. Disponible en: <https://doi.org/10.1192/bjp.bp.107.040113>
89. Svetcic J, Leo D De. The hypothesis of a continuum in suicidality: a discussion on its validity and practical implications. *Ment Illn* [Internet]. 26 de julio de 2012;4(2):73-8. Disponible en: <https://doi.org/10.4081/mi.2012.e15>
90. Bertolote JM, Fleischmann A, De Leo D, Bolhari J, Botega N, De Silva D, et al. Suicide attempts, plans, and ideation in culturally diverse sites: the WHO SUPRE-MISS community survey. *Psychol Med* [Internet]. 22 de octubre de 2005;35(10):1457-65. Disponible en: <https://doi.org/10.1017/S0033291705005404>
91. Lennon JC. Etiopathogenesis of Suicide: A Conceptual Analysis of Risk and Prevention Within a Comprehensive, Deterministic Model. *Front Psychol* [Internet]. 12 de septiembre de

- 2019;10. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02087>
92. Turecki G, Brent DA. Suicide and suicidal behaviour. *Lancet* (London, England) [Internet]. 19 de marzo de 2016;387(10024):1227-39. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26385066>
93. Turecki G, Brent DA, Gunnell D, O'Connor RC, Oquendo MA, Pirkis J, et al. Suicide and suicide risk. *Nat Rev Dis Prim* [Internet]. 2019;5(1):74. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41572-019-0121-0>
94. Instituto Nacional de Salud. Protocolo de Vigilancia de Intento de Suicidio Código 356 [Internet]. Bogotá D.C.: Grupo de Vigilancia y Control de Enfermedades No Transmisibles; 2022. p. 1-17. Disponible en: [https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Lineamientos/Pro\\_Intento de suicidio.pdf](https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Lineamientos/Pro_Intento%20de%20suicidio.pdf)
95. Ospina Gutiérrez ML, Ulloa Rodríguez MF, Ruiz Moreno LM. Autolesiones no suicidas en adolescentes: prevención y detección en la atención primaria. *Med Fam Semer* [Internet]. noviembre de 2019;45(8):546-51. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1138359319300784>
96. Carpiniello B, Pinna F. The Reciprocal Relationship between Suicidality and Stigma. *Front psychiatry* [Internet]. 2017;8:35. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28337154>
97. Azcárate-Jiménez L, López-Goñi JJ, Goñi-Sarriés A, Montes-Reula L, Portilla-Fernández A, Elorza-Pardo R. Repeated suicide attempts: a follow-up study. *Actas Esp Psiquiatr* [Internet]. 2019;47(4):127-36. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31461152>
98. Carroll R, Metcalfe C, Gunnell D. Hospital presenting self-harm and risk of fatal and non-fatal repetition: Systematic review and meta-analysis. *PLoS One* [Internet]. 2014;9(2). Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0089944>
99. Bostwick JM, Pabbati C, Geske JR, McKean AJ. Suicide Attempt as a Risk Factor for Completed Suicide: Even More Lethal Than We Knew. *Am J Psychiatry* [Internet]. noviembre de 2016;173(11):1094-100. Disponible en: <http://ajp.psychiatryonline.org/doi/10.1176/appi.ajp.2016.15070854>
100. Prabhakar D, Peterson EL, Hu Y, Chawa S, Rossom RC, Lynch FL, et al. Serious Suicide Attempts and Risk of Suicide Death. *Crisis* [Internet]. septiembre de 2021;42(5):343-50. Disponible en: <https://doi.org/10.1027/0227-5910/a000729>
101. Kumar U. Handbook of Suicidal Behaviour [Internet]. Primera ed. Kumar U, editor. Singapore: Springer Singapore; 2017. 1-572 p. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/978-981-10-4816-6>
102. Minois G. History of suicide: Voluntary death in Western Culture. Baltimore: Johns Hopkins University Press; 1999. 400 p.
103. Durkheim É. El suicidio. Segunda ed. Ediciones Akal S.A.; 2012. 1-352 p.

104. Wasserman D. The suicidal process. En: National Centre for Suicide Research and Prevention of Mental Ill-Health (NASP), editor. *Suicide: An unnecessary death*. First. Oxford: Oxford University press; 2016. p. 27-38.
105. Soper CA. The Evolution of Suicide [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2018. 297 p. (Evolutionary Psychology). Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-77300-1>
106. Organización Panamericana de la Salud. Informe mundial sobre violencia y salud [Internet]. Vol. 1, Publicación científica y Técnica No. 588. Washington D.C.: Organización Mundial de la Salud; 2003. 381 p. Disponible en: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/725/9275315884.pdf>
107. Bachmann S. Epidemiology of suicide and the psychiatric perspective. *Int J Environ Res Public Health*. 2018;15(7):1-23.
108. Ajdacic-Gross V, Hepp U, Seifritz E, Bopp M. Rethinking suicides as mental accidents: Towards a new paradigm. *J Affect Disord* [Internet]. 2019;252(April):141-51. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jad.2019.04.022>
109. Cramer RJ, Kapusta ND. A Social-Ecological Framework of Theory, Assessment, and Prevention of Suicide. *Front Psychol* [Internet]. 9 de octubre de 2017;8:1-10. Disponible en: <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2017.01756/full>
110. Cornelius SL, Berry T, Goodrich AJ, Shiner B, Riblet NB. The Effect of Meteorological, Pollution, and Geographic Exposures on Death by Suicide: A Scoping Review. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 23 de julio de 2021;18(15). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8345465/>
111. Liu Q, Wang W, Gu X, Deng F, Wang X, Lin H, et al. Association between particulate matter air pollution and risk of depression and suicide: a systematic review and meta-analysis. *Environ Sci Pollut Res* [Internet]. 22 de febrero de 2021;28(8):9029-49. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/s11356-021-12357-3>
112. Zalsman G, Hawton K, Wasserman D, van Heeringen K, Arensman E, Sarchiapone M, et al. Suicide prevention strategies revisited: 10-year systematic review. *The Lancet Psychiatry* [Internet]. julio de 2016;3(7):646-59. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S221503661630030X>
113. Sharma A, Shukla A, Attri K, Kumar M, Kumar P, Suttee A, et al. Global trends in pesticides: A looming threat and viable alternatives. *Ecotoxicol Environ Saf* [Internet]. septiembre de 2020;201:110812. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0147651320306515>
114. Ramírez JA, Lacasaña M. Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. *Arch Prev Riesgos Labo*. 2001;4(2):67-75.
115. Vera-Herrera L, Sadutto D, Picó Y. Non-Occupational Exposure to Pesticides: Experimental

- Approaches and Analytical Techniques (from 2019). *Molecules* [Internet]. 16 de junio de 2021;26(12):3688. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1420-3049/26/12/3688>
116. Teyssere R, Manangama G, Baldi I, Carles C, Brochard P, Bedos C, et al. Determinants of non-dietary exposure to agricultural pesticides in populations living close to fields: A systematic review. *Sci Total Environ* [Internet]. marzo de 2021;761:143294. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S004896972036825X>
117. Abreu PHB de, Alonzo HGA. Trabalho rural e riscos à saúde: uma revisão sobre o «uso seguro» de agrotóxicos no Brasil. *Cien Saude Colet*. 2014;19(10):4197-208.
118. Arango-Marín M. Influencia del discurso del desarrollo y las misiones estadounidenses en la formación agronómica, análisis de las condiciones históricas para la primacía del discurso desarrollista. [Internet]. Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín; 2005. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/57936/1/8287006.2005.pdf>
119. Toro G. Hambre, Hambre y Contaminación del aire. *Rev la Fac Med*. 1993;41(1):28-45.
120. Herrera Rojas G, Polanco Rodríguez H. Los plaguicidas utilizados en los últimos cuarenta y cinco años en Colombia. *Agron Colomb* [Internet]. 1995;12(1):102-13. Disponible en: <http://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/28041>
121. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Lineamientos estratégicos de política pública: agricultura campesina, familiar y comunitaria ACFC [Internet]. 2018. p. 1-64. Disponible en: <https://www.minagricultura.gov.co/Documents/lineamientos-acfc.pdf>
122. Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios ambientales. Impacto de los plaguicidas en Colombia. En: Reporte de avance del estudio nacional del agua 2018. Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; 2018. p. 34.
123. Defensoría del Pueblo. La ejecución de la estrategia de erradicación aérea de los cultivos ilícitos, con químicos, desde una perspectiva constitucional [Internet]. Bogotá D.C.; 2002. p. 1-62. Disponible en: <http://www.defensoria.gov.co/es/public/Informesdefensoriales/866/La-estrategia-de-erradicación-aérea-de-los-cultivos-ilícitos---Amicus-curiae-Informes-defensoriales---Medio-Ambiente.htm>
124. Vargas R. The Anti-Drug Policy, Aerial Spraying of Illicit Crops and Their Social, Environmental and Political Impacts in Colombia. *J Drug Issues* [Internet]. 3 de enero de 2002;32(1):11-60. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/002204260203200102>
125. Vargas Chaves IG. El problema de la aplicación tardía del principio de precaución en las aspersiones aéreas con glifosato contra cultivos de uso ilícito en Colombia: lecciones tardías de alertas tempranas [Internet]. Università Degli Studi Di Palermo; 2018. Disponible en: [https://iris.unipa.it/retrieve/handle/10447/265425/510809/IVAN\\_VARGAS\\_Tesi\\_di\\_dottorato.pdf](https://iris.unipa.it/retrieve/handle/10447/265425/510809/IVAN_VARGAS_Tesi_di_dottorato.pdf)
126. Corte Constitucional de la República de Colombia. Sentencia T-236/17 [Internet]. Colombia; 2017. Disponible en: <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2017/T-236->

- 17.htm#:~:text=T-236-17 Corte Constitucional de Colombia&text=La Corte Constitucional ha determinado,sus identidades como grupo étnico.
127. Idrovo AJ, Rodríguez-Villamizar LA. Moving back in policy banning glyphosate use in Colombia. *Lancet* [Internet]. octubre de 2018;392:1194. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S014067361831883X>
  128. Ministerio de la Protección Social, Instituto Nacional de Salud, Organización Panamericana de la Salud. Gestión para la vigilancia entomológica y control de la transmisión de Malaria [Internet]. Ministerio de la Protección Social; p. 1-131. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/gestion-vigilancia-entomologica-malaria.pdf>
  129. Ministerio de la Protección Social, Instituto Nacional de Salud, Organización Panamericana de la Salud. Gestión para la vigilancia entomológica y control de la transmisión del Dengue [Internet]. Ministerio de la Protección Social; p. 1-126. Disponible en: [https://www.paho.org/col/dmdocuments/Entomologia\\_DENGUE.pdf](https://www.paho.org/col/dmdocuments/Entomologia_DENGUE.pdf)
  130. Morgenstern H. Ecologic Studies in Epidemiology: Concepts, Principles, and Methods. *Annu Rev Public Health* [Internet]. 1995;16(1):61-81. Disponible en: <https://doi.org/10.1146/annurev.pu.16.050195.000425>
  131. Organización Panamericana de la Salud. Lineamientos básicos para el análisis de mortalidad [Internet]. Washington. Organización Panamericana de la Salud - OPS, editor. 2017. 1-45 p. Disponible en: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/34492/9789275319819-spa.pdf?sequence=7>
  132. Ministerio de Salud. Resolución número 3374 de 2000 Por la cual se reglamentan los datos básicos que deben reportar los prestadores de servicios de salud y las entidades administradoras de planes de beneficios sobre los servicios de salud prestados [Internet]. Colombia; 2000 p. 1-43. Disponible en: [https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Resolución\\_3374\\_de\\_2000.pdf](https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Resolución_3374_de_2000.pdf)
  133. Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario de Colombia Agronet - Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Base agrícola 2007-2018, Evaluaciones agropecuarias Municipales [Internet]. Reporte: Evaluaciones Agropecuarias - EVA y Anuario Estadístico del Sector Agropecuario. 2022. Disponible en: <https://www.agronet.gov.co/estadistica/paginas/home.aspx?cod=59>
  134. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Diseño metodológico Evaluaciones Agropecuarias Municipales - EVA [Internet]. Bogotá D.C.; 2014. p. 36. Disponible en: [http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11438/7825/1/OA-EVA-DSO-01\\_Diseño Metodologico\\_EVA\\_2014\\_Ajustes\\_obsMADR\\_v2Jul17.pdf](http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11438/7825/1/OA-EVA-DSO-01_Diseño Metodologico_EVA_2014_Ajustes_obsMADR_v2Jul17.pdf)
  135. Oficina de las Naciones Unidas contra la droga y el Delito. Colombia: Monitoreo de territorios afectados por cultivos ilícitos 2016. Bogotá: UNODC - Gobierno de Colombia; 2016. 1-217 p.

- 
136. Oficina de las Naciones Unidas contra la droga y el Delito. Colombia: monitoreo de territorios afectados por cultivos ilícitos 2019. Bogotá: UNODC - Gobierno de Colombia; 2020. 1-182 p.
  137. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Dataset Information: Pesticide Use per area of cropland [Internet]. Agri-environmental indicators - Pesticides. 2020 [citado 2 de febrero de 2022]. p. 1-3. Disponible en: [https://fenixservices.fao.org/faostat/static/documents/EP/EP\\_e.pdf](https://fenixservices.fao.org/faostat/static/documents/EP/EP_e.pdf)
  138. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Ficha técnica Sistema de Información del Medio Ambiente: indicador Relación entre el consumo aparente de plaguicidas y la superficie bajo uso agrícola (Uso de plaguicidas agrícolas) [Internet]. 2015. p. 4. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/Sima/125-Uso-de-plaguicidas/Uso-de-plaguicidas.pdf>
  139. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Pesticides indicators [Internet]. FAOSTAT. 2022 [citado 2 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/EP>
  140. Ahmad OB, Boschi-Pinto C, Lopez AD, Murray C, Lozano R, Inoue M. Age standardization of rates: a new WHO standard. GPE Discuss Pap Ser [Internet]. 2001;(31):1-14. Disponible en: <http://www.who.int/healthinfo/paper31.pdf>
  141. R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing [Internet]. Vienna, Austria; 2021. Disponible en: <https://www.r-project.org/>
  142. Tennekes M. tmap : Thematic Maps in R. J Stat Softw [Internet]. 2018;84(6). Disponible en: <http://www.jstatsoft.org/v84/i06/>
  143. Kim H, Fay M, Feuer E, Midthune D. Permutation test for JoinPoint Regression with applications to Cancer rates. Stat Med. 2000;19:335-51.
  144. Valbuena-García AM, Rodríguez-Villamizar LA. Análisis espacial en epidemiología: revisión de métodos. Rev la Univ Ind Santander Salud [Internet]. 2018;50:358-65. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-08072018000400358&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-08072018000400358&nrm=iso)
  145. Kulldorff M. A spatial scan statistic. Commun Stat - Theory Methods [Internet]. 1997;26(6):1481-96. Disponible en: <https://www.satscan.org/papers/k-cstm1997.pdf>
  146. Kulldorff M. SaTScan User Guide for version 10.1 [Internet]. 2022. 1-135 p. Disponible en: [https://www.satscan.org/cgi-bin/satscan/register.pl/SaTScan\\_Users\\_Guide.pdf?todo=process\\_userguide\\_download](https://www.satscan.org/cgi-bin/satscan/register.pl/SaTScan_Users_Guide.pdf?todo=process_userguide_download)
  147. Benson R, Rigby J, Brunsdon C, Cully G, Too LS, Arensman E. Quantitative Methods to Detect Suicide and Self-Harm Clusters: A Systematic Review. Int J Environ Res Public Health [Internet]. 27 de abril de 2022;19(9). Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/35564710>
  148. Greene WH. Models for Panel Data. En: Econometric analysis. Fifth. New Jersey: Pearson Education; 2003. p. 283-338.



- 1992;1(3):98-101. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1111/1467-8721.ep10768783>
161. Ferguson CJ. An effect size primer: A Guide for Clinicians and Researchers. *Prof Psychol Res Pract*. 2009;40(5):532-8.
162. Morgenstern H. Ecologic Studies. En: Rothman KJ, Greenland S, editores. *Modern epidemiology*. Third. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2008. p. 511-31.
163. Diez Roux A V. Ecological variables, ecological studies, and multilevel studies in public health research. En: Detels R, Gulliford M, Abdool Karim Q, Chuan Tan C, editores. *Oxford Textbook of Global Public Health*. Sixth ed. Oxford University press; 2015. p. 411-29.
164. Rodrigues CD, de Souza DS, Rodrigues HM, Konstantyner TCRO. Trends in suicide rates in Brazil from 1997 to 2015. *Rev Bras Psiquiatr [Internet]*. 2019;41(5):380-8. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30785540>
165. Knipe DW, Padmanathan P, Muthuwatta L, Metcalfe C, Gunnell D. Regional variation in suicide rates in Sri Lanka between 1955 and 2011: a spatial and temporal analysis. *BMC Public Health*. 2017;17(1):1-14.
166. Choi M, Lee YH. Regional Variation of Suicide Mortality in South Korea. *Int J Environ Res Public Health [Internet]*. 2020;17(15). Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32731583>
167. Jiang H, Niu L, Hahne J, Hu M, Fang J, Shen M, et al. Changing of suicide rates in China, 2002-2015. *J Affect Disord [Internet]*. 2018;240:165-70. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30071420>
168. Brazinova A, Moravansky N, Gulis G, Skodacek I. Suicide rate trends in the Slovak Republic in 1993-2015. *Int J Soc Psychiatry [Internet]*. marzo de 2017;63(2):161-8. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28114844>
169. Miron O, Yu KH, Wilf-Miron R, Kohane IS. Suicide Rates Among Adolescents and Young Adults in the United States, 2000-2017. *JAMA [Internet]*. 2019;321(23):2362-4. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31211337>
170. Khazaei S, Armanmehr V, Nematollahi S, Rezaeian S, Khazaei S. Suicide rate in relation to the Human Development Index and other health related factors: A global ecological study from 91 countries. *J Epidemiol Glob Health [Internet]*. 2017;7(2):131-4. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jegh.2016.12.002>
171. Bremberg SG. Suicide rates in European OECD nations converged during the period 1990-2010. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol [Internet]*. 2017;52(5):559-62. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28260127>
172. Dhungel B, Sugai MK, Gilmour S. Trends in Suicide Mortality by Method from 1979 to 2016 in Japan. *Int J Environ Res Public Health [Internet]*. 2019;16(10). Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31117173>

173. Lin JJ, Lu TH. Association between the accessibility to lethal methods and method-specific suicide rates: An ecological study in Taiwan. *J Clin Psychiatry* [Internet]. julio de 2006;67(7):1074-9. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16889450>
174. Knipe DW, Chang S, Sen, Dawson A, Eddleston M, Konradsen F, Metcalfe C, et al. Suicide prevention through means restriction: Impact of the 2008-2011 pesticide restrictions on suicide in Sri Lanka. *PLoS One*. 2017;12(3):1-12.
175. Xavier Faria NM, Gomes Victora C, Meneghel SN, Alves de Carvalho L, Werner Falk J. Suicide rates in the State of Rio Grande do Sul, Brazil: association with socioeconomic, cultural, and agricultural factors. *Cad Saude Publica*. 2006;22(12):2611-21.
176. Arya V, Page A, River J, Armstrong G, Mayer P. Trends and socio-economic determinants of suicide in India: 2001-2013. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol* [Internet]. 2018;53(3):269-78. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29209745>
177. Huikari S, Miettunen J, Korhonen M. Economic crises and suicides between 1970 and 2011: time trend study in 21 developed countries. *J Epidemiol Community Health* [Internet]. 2019;73(4):311-6. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30692149>
178. Astudillo-García CI, Rodríguez-Villamizar LA, Cortez-Lugo M, Cruz-De la Cruz JC, Fernández-Niño JA. Air Pollution and Suicide in Mexico City: A Time Series Analysis, 2000-2016. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2019;16(16). Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31426599>
179. Fernández-Niño JA, Astudillo-García CI, Rodríguez-Villamizar LA, Florez-Garcia VA. Association between air pollution and suicide: a time series analysis in four Colombian cities. *Environ Health* [Internet]. 2018;17(1):47. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29751838>
180. Cardona Arango D, Medina-Pérez ÓA, Cardona Duque DV. Caracterización del suicidio en Colombia, 2000-2010. *Rev Colomb Psiquiatr* [Internet]. julio de 2016;45(3):170-7. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcp/v45n3/v45n3a05.pdf>
181. Murillo Gutiérrez LC, Quemba Mesa MP, Vargas Rodríguez LY, Flórez Escobar IC, Contreras Briceño JI. Comportamiento epidemiológico del intento suicida en adolescentes colombianos años 2016-2019: Un estudio ecológico. *Rev Lat Am Enfermagem* [Internet]. 2022;30(spe). Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-11692022000200220&tlng=es](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-11692022000200220&tlng=es)
182. Organización Panamericana de la Salud. Mortalidad por suicidio en la Región de las Américas. Informe regional 2010-2014 [Internet]. Washington D.C.: Organización Mundial de la Salud; 2021. 80 p. Disponible en: [https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/53628/9789275323304\\_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/53628/9789275323304_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
183. Naghavi M. Global, regional, and national burden of suicide mortality 1990 to 2016: systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *BMJ* [Internet]. 6 de febrero

- de 2019;194. Disponible en: <https://www.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bmj.l94>
184. Comans T, Visser V, Scuffham P. Cost Effectiveness of a Community-Based Crisis Intervention Program for People Bereaved by Suicide. *Crisis* [Internet]. 1 de noviembre de 2013;34(6):390-7. Disponible en: <https://econtent.hogrefe.com/doi/10.1027/0227-5910/a000210>
185. Doran CM, Kinchin I. Economic and epidemiological impact of youth suicide in countries with the highest human development index. Brenner MH, editor. *PLoS One* [Internet]. 19 de mayo de 2020;15(5):e0232940. Disponible en: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0232940>
186. Kinchin I, Doran C. The Cost of Youth Suicide in Australia. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 4 de abril de 2018;15(4):672. Disponible en: <http://www.mdpi.com/1660-4601/15/4/672>
187. Alothman D, Fogarty A. Global differences in geography, religion and other societal factors are associated with sex differences in mortality from suicide: An ecological study of 182 countries. *J Affect Disord* [Internet]. enero de 2020;260:67-72. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0165032719314387>
188. Kiely KM, Brady B, Byles J. Gender, mental health and ageing. *Maturitas* [Internet]. noviembre de 2019;129:76-84. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378512219306711>
189. Guo Y, Chau PPH, Chang Q, Woo J, Wong M, Yip PSF. The geography of suicide in older adults in Hong Kong: An ecological study. *Int J Geriatr Psychiatry* [Internet]. 12 de enero de 2020;35(1):99-112. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/gps.5225>
190. Nakamura T, Tsuji T, Nagamine Y, Ide K, Jeong S, Miyaguni Y, et al. Suicide Rates, Social Capital, and Depressive Symptoms among Older Adults in Japan: An Ecological Study. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 6 de diciembre de 2019;16(24). Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31817590>
191. Cabello-Rangel H, Márquez-Caraveo ME, Díaz-Castro L. Suicide Rate, Depression and the Human Development Index: An Ecological Study From Mexico. *Front Public Heal* [Internet]. 17 de noviembre de 2020;8. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpubh.2020.561966/full>
192. Canetto SS, Sakinofsky I. The Gender Paradox in Suicide. *Suicide Life-Threatening Behav* [Internet]. 30 de marzo de 1998;28(1):1-23. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1943-278X.1998.tb00622.x>
193. Seidler ZE, Dawes AJ, Rice SM, Oliffe JL, Dhillon HM. The role of masculinity in men's help-seeking for depression: A systematic review. *Clin Psychol Rev* [Internet]. noviembre de 2016;49:106-18. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0272735816300046>
194. Cibis A, Mergl R, Bramesfeld A, Althaus D, Niklewski G, Schmidtke A, et al. Preference of lethal methods is not the only cause for higher suicide rates in males. *J Affect Disord* [Internet]. 2012;136(1):9-16. Disponible en:

- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165032711005179>
195. Vijayakumar L. Suicide in women. *Indian J Psychiatry* [Internet]. julio de 2015;57(Suppl 2):S233-8. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26330640>
  196. Jollant F, Hawton K, Vaiva G, Chan-Chee C, du Roscoat E, Leon C. Non-presentation at hospital following a suicide attempt: a national survey. *Psychol Med* [Internet]. 3 de marzo de 2022;52(4):707-14. Disponible en: [https://www.cambridge.org/core/product/identifiier/S0033291720002305/type/journal\\_article](https://www.cambridge.org/core/product/identifiier/S0033291720002305/type/journal_article)
  197. Chaparro-Nárvaez P, Acosta-Gómez JC, Díaz-Jímenez D, Maldonado-Maldonado L, Castañeda-Orjuela C. Policy brief: El suicidio en Colombia: del descenso permanente al aumentos preocupante desde 2014 [Internet]. Bogotá D.C.: Observatorio Nacional de Salud - Instituto Nacional de Salud; 2019. p. 23. Disponible en: <https://www.ins.gov.co/Noticias/Paginas/Policy-Brief-de-suicidio.aspx>
  198. Fazel S, Runeson B. Suicide. Ropper AH, editor. *N Engl J Med* [Internet]. 16 de enero de 2020;382(3):266-74. Disponible en: <http://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMra1902944>
  199. Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. Índice de densidad de población [Internet]. Geovisor Censo Nacional de Población y Vivienda 2018. 2023. Disponible en: <https://geoportal.dane.gov.co/geovisores/sociedad/cnpv-2018/?lt=4.456007353293281&lg=-73.2781601239999&z=6>
  200. Organización Panamericana de la Salud. Experiencias de las Comunidades Indígenas sobre el Bienestar y la Prevención del Suicidio [Internet]. Montreal: Organización Mundial de la Salud; 2017. p. 1-20. Disponible en: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/34579/OPSNMH17037-spa.pdf>
  201. Martínez Silva PA, Dallos Arenales MI, Prada AM, Rodríguez Van der Hammen MC, Mendoza Galvis N. Un modelo explicativo de la conducta suicida de los pueblos indígenas del departamento del Vaupés, Colombia. *Rev Colomb Psiquiatr* [Internet]. julio de 2020;49(3):170-7. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0034745018300908>
  202. Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. Informes de estadística sociodemográfica aplicada [Internet]. Bogotá D.C.; 2021. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/informes-estadisticas-sociodemograficas/2021-08-18-Characterizacion-territorial-sociodemografica-homicidios-suicidios-en-Colombia.pdf>
  203. Haw C, Hawton K, Niedzwiedz C, Platt S. Suicide clusters: A review of risk factors and mechanisms. *Suicide Life-Threatening Behav* [Internet]. 2013;43(1):97-108. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1943-278X.2012.00130.x>
  204. Amador C, Luna Rondón JM, Puello Alcocer EC. Prácticas empleadas por fumigadores de plaguicidas del medio y bajo Sinú departamento de Córdoba. *Temas Agrar*. 2017;22(1):29-

- 40.
205. Ministerio del Trabajo. Indicadores básicos - Fuerza de trabajo [Internet]. Fuente de información laboral de Colombia - Filco. 2023. Disponible en: <https://filco.mintrabajo.gov.co/reporteador-de-cifras-laborales/>
206. Instituto Nacional de Salud. Protocolo de Vigilancia de Intoxicaciones Agudas por Sustancias Químicas Código 365 [Internet]. Bogotá D.C.; 2023. p. 1-36. Disponible en: [https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Lineamientos/Pro\\_Intoxicaciones.pdf](https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Lineamientos/Pro_Intoxicaciones.pdf)
207. Instituto Nacional de Salud. Informe del evento intento de suicidio - Colombia 2018 [Internet]. Bogotá D.C.: Dirección de Vigilancia y Análisis del Riesgo en Salud Pública; 2018. Disponible en: [https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/INTENTO\\_DE\\_SUICIDIO\\_2018.pdf](https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/INTENTO_DE_SUICIDIO_2018.pdf)
208. Instituto Nacional de Salud. Informe del evento intento de suicidio Colombia 2017 [Internet]. Bogotá D.C.: Dirección de Vigilancia y Análisis del Riesgo en Salud Pública - Instituto Nacional de Salud; 2018. p. 1-12. Disponible en: [https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/INTENTO\\_DE\\_SUICIDIO\\_2017.pdf](https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/INTENTO_DE_SUICIDIO_2017.pdf)
209. Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Comportamiento del suicidio. Colombia, año 2018. En: Forensis 2018 Datos para la vida [Internet]. Bogotá D.C.: Grupo Centro de Referencia Nacional sobre Violencia; 2019. p. 267-94. Disponible en: <https://www.medicinalegal.gov.co/documents/20143/386932/Forensis+2018.pdf/be4816a4-3da3-1ff0-2779-e7b5e3962d60>
210. Varona-Urbe M, Díaz Criollo SM, Lancheros-Bernal AR, Murcia-Orjuela AM, Henao-Londoño GL, Idrovo AJ. Organochlorine pesticide exposure among agricultural workers in Colombian regions with illegal crops: an exploration in a hidden and dangerous world. *Int J Env Heal Res* [Internet]. 2010;20(6):407-14. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/09603123.2010.491855>
211. Oficina de las Naciones Unidas contra la droga y el Delito. Colombia: monitoreo de territorios afectados por cultivos ilícitos 2020. Bogotá D.C.: UNODC - Gobierno de Colombia; 2021. 1-162 p.
212. Olaya C, Daza Niño N, Annear Camero C. ¿Carne deforestadora? cuellos de botella en el control de las cadenas de suministro de carne bovina en Colombia. Primera ed. Bogotá D.C.: Editorial Dejusticia; 2022. 64 p.
213. Zárate Botía CG. Estado, conflictos ambientales y violencia en la frontera Amazónica de Brasil, Colombia y Perú. *Rev Paz y Conflictos* [Internet]. 2017;10(1):113-36. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6103273>
214. Comisión Económica para América Latina y el Caribe -CEPAL, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Gordon and Betty Moore Foundation. Amazonía posible y sostenible [Internet]. CEPAL; 2013. p. 20. Disponible en: [https://www.cepal.org/sites/default/files/news/files/folleto\\_amazonia\\_posible\\_y\\_sostenible.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/news/files/folleto_amazonia_posible_y_sostenible.pdf)

215. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos - OCDE. Revisión de la OCDE de las políticas agrícolas: Colombia 2015. Evaluación y recomendaciones de política [Internet]. OCDE; 2015. p. 27. Disponible en: [https://www.minagricultura.gov.co/Reportes/OECD\\_Review\\_Agriculture\\_Colombia\\_2015\\_Spanish\\_Summary.pdf](https://www.minagricultura.gov.co/Reportes/OECD_Review_Agriculture_Colombia_2015_Spanish_Summary.pdf)
216. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Pesticides use, pesticides trade and pesticides indicators Global, regional and country trends, 1990–2020 [Internet]. 2022. p. 1-13. Disponible en: <https://www.fao.org/3/cc0918en/cc0918en.pdf>
217. Oficina de las Naciones Unidas contra la droga y el Delito, Agencia Presidencial para la Acción Social y Cooperación Internacional (Acción Social). Estructura Económica de las Unidades Productoras Agropecuarias en zonas de influencia de cultivos de coca [Internet]. Bogotá: UNODC - Gobierno de Colombia; 2008. 1-109 p. Disponible en: <http://www.odc.gov.co/Portals/1/publicaciones/pdf/oferta/estudios/OF04012008-estructura-economica-cultivos-coca,-region-sur-bolivar-nororiental-.pdf>
218. Oficina de las Naciones Unidas contra la droga y el Delito, Agencia Presidencial para la Acción Social y Cooperación Internacional (Acción Social). Estructura Económica de las Unidades Productoras Agropecuarias en zonas de influencia de cultivos de coca [Internet]. UNODC - Gobierno de Colombia; 2011. 1-106 p. Disponible en: <http://www.odc.gov.co/Portals/1/publicaciones/pdf/oferta/estudios/OF5032010-estructura-economica-productoras-agropecuarias-cultivos-coca.pdf>
219. Oficina de las Naciones Unidas contra la droga y el Delito. Colombia: monitoreo de territorios afectados por cultivos ilícitos 2018 [Internet]. Bogotá: UNODC - Gobierno de Colombia; 2019. 1-120 p. Disponible en: [https://www.unodc.org/documents/colombia/2019/Agosto/Informe\\_de\\_Monitoreo\\_de\\_Territorios\\_Afectados\\_por\\_Cultivos\\_Illicitos\\_en\\_Colombia\\_2018\\_.pdf](https://www.unodc.org/documents/colombia/2019/Agosto/Informe_de_Monitoreo_de_Territorios_Afectados_por_Cultivos_Illicitos_en_Colombia_2018_.pdf)
220. Montenegro S, Llano J, Ibáñez D. El PIB de la Cocaína 2005-2018: Una Estimación empírica. Centro de Estudios sobre Seguridad y Drogas - CESED, editor. Bogotá: Facultad de Economía - Universidad de los Andes; 2019. 1-49 p.
221. Franklin JC, Ribeiro JD, Fox KR, Bentley KH, Kleiman EM, Huang X, et al. Risk factors for suicidal thoughts and behaviors: A meta-analysis of 50 years of research. *Psychol Bull.* 2017;143(2):187-232.
222. Parrón T, Hernández AF, Villanueva E. Increased risk of suicide with exposure to pesticides in an intensive agricultural area. A 12-year retrospective study. *Forensic Sci Int.* 1996;79(1):53-63.
223. Pires DX, Celina M, Recena P. Uso de agrotóxicos e suicídios no Estado do Mato Grosso do Sul , Brasil Pesticide use and suicide in the State of Mato Grosso do Sul , Brazil. *Cad Saúde Pública.* 2005;21(2):598-605.
224. Oyama H, Sakashita T, Ono Y, Goto M, Fujita M, Koida J. Effect of Community-based Intervention Using Depression Screening on Elderly Suicide Risk: A Meta-analysis of the

- Evidence from Japan. *Community Ment Health J* [Internet]. 25 de octubre de 2008;44(5):311-20. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/s10597-008-9132-0>
225. Larkin G, Beautrais AL. Geospatial mapping of suicide clusters [Internet]. Te Pou o Te Whakaaro Nui, editor. National Centre of Mental Health Research, Information and Workforce Development; 2012. 101 p. Disponible en: <https://d2ew8vb2gktr0m.cloudfront.net/files/resources/geospatial-mapping-of-suicide-clusters.pdf>
226. Jones P, Gunnell D, Platt S, Scourfield J, Lloyd K, Huxley P, et al. Identifying Probable Suicide Clusters in Wales Using National Mortality Data. *PLoS One* [Internet]. 2013;8(8). Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0071713>
227. Mesoudi A. The cultural dynamics of copycat suicide. *PLoS One* [Internet]. 2009;4(9). Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0007252>
228. Ngamini Ngui A, Apparicio P, Moltchanova E, Vasiliadis HM. Spatial analysis of suicide mortality in Québec: Spatial clustering and area factor correlates. *Psychiatry Res* [Internet]. 2014;220(1-2):20-30. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.psychres.2014.07.033>
229. Platt JM, Pamplin JR, Gimbrone C, Rutherford C, Kandula S, Olfson M, et al. Racial Disparities in Spatial and Temporal Youth Suicide Clusters. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry* [Internet]. 2022;61(9):1131-1140.e5. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2021.12.012>
230. Too LS, Spittal MJ. Suicide Clusters Among Top 10 High-Risk Occupations. *J Nerv Ment Dis* [Internet]. diciembre de 2020;208(12):942-6. Disponible en: <https://journals.lww.com/10.1097/NMD.0000000000001234>
231. Exeter DJ, Boyle PJ. Does young adult suicide cluster geographically in Scotland? *J Epidemiol Community Health* [Internet]. 2007;61(8):731-6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1136/jech.2006.052365>
232. Kassem AM, Carter KK, Johnson CJ, Hahn CG. Spatial clustering of suicide and associated community characteristics, Idaho, 2010-2014. *Prev Chronic Dis* [Internet]. 2019;16(3):1-11. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5888/pcd16.180429>
233. Yamaoka K, Suzuki M, Inoue M, Ishikawa H, Tango T. Spatial clustering of suicide mortality and associated community characteristics in Kanagawa prefecture, Japan, 2011-2017. *BMC Psychiatry* [Internet]. 2020;20(1):1-15. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12888-020-2479-7>
234. Bando DH, Brunoni AR, Benseñor IM, Lotufo PA. Suicide rates and income in São Paulo and Brazil: A temporal and spatial epidemiologic analysis from 1996 to 2008. *BMC Psychiatry* [Internet]. 2012;12. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/1471-244X-12-127>
235. Kirmayer LJ. Suicide in cultural context: An ecosocial approach. *Transcult Psychiatry* [Internet]. 18 de febrero de 2022;59(1):3-12. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/13634615221076424>
236. Valle LM. Apuntes para pensar el territorio desde una dimensión social. *Ciências Sociais*

- Unisinos [Internet]. 24 de mayo de 2012;48(1). Disponible en: [http://revistas.unisinos.br/index.php/ciencias\\_sociais/article/view/csu.2012.48.1.02](http://revistas.unisinos.br/index.php/ciencias_sociais/article/view/csu.2012.48.1.02)
237. Gaviria Ríos MA. Territorialidades en la ciudad-región Eje Cafetero, Colombia. Territorios [Internet]. 3 de febrero de 2020;(42):1. Disponible en: <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/territorios/article/view/7012>
238. Oyesanya M, Lopez-Morinigo J, Dutta R. Systematic review of suicide in economic recession. World J Psychiatry [Internet]. 2015;5(2):243. Disponible en: <http://www.wjgnet.com/2220-3206/full/v5/i2/243.htm>
239. Rachiotis G, Stuckler D, McKee M, Hadjichristodoulou C. What has happened to suicides during the Greek economic crisis? Findings from an ecological study of suicides and their determinants (2003-2012). BMJ Open [Internet]. 25 de marzo de 2015;5(3):e007295-e007295. Disponible en: <https://bmjopen.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bmjopen-2014-007295>
240. Echandía Castilla C. La guerra por el control estratégico en el suroccidente colombiano. Rev Soc y Econ [Internet]. 2004;7:65-89. Disponible en: [https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/xmlui/bitstream/handle/10893/555/Guerra\\_por\\_el\\_Control.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/xmlui/bitstream/handle/10893/555/Guerra_por_el_Control.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
241. Instituto de estudios para el desarrollo y la paz. Informe de derechos humanos: Audiencia Pública del Suroccidente colombiano: Por la defensa del Territorio, la Vida, la Dignidad y la Paz. [Internet]. Popayán: INDEPAZ; 2018. p. 1-35. Disponible en: <https://www.indepaz.org.co/wp-content/uploads/2019/08/Informe-Regional-Suroccidente-Audiencia-V-Final.pdf>
242. Organización Panamericana de la Salud. Prevención de la conducta suicida [Internet]. Washington D.C.: Organización Mundial de la Salud; 2016. 98 p. Disponible en: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/31167/9789275319192-spa.pdf>
243. Monroy-Sánchez DC. Naturaleza del acceso a los servicios de salud mental de la población adulta víctima del conflicto armado en Colombia. Rev Salud Bosque [Internet]. 22 de julio de 2020;10(1). Disponible en: <https://revistasaludbosque.unbosque.edu.co/article/view/3053>
244. Ministerio de Salud y Protección Social. Encuesta Nacional de Salud Mental 2015 Tomo I [Internet]. Bogotá D.C.: Ministerio de Salud y Protección Social; 2015. 1-348 p. Disponible en: [https://www.minjusticia.gov.co/programas-co/ODC/Publicaciones/Publicaciones/CO031102015-salud\\_mental\\_tomol.pdf](https://www.minjusticia.gov.co/programas-co/ODC/Publicaciones/Publicaciones/CO031102015-salud_mental_tomol.pdf)
245. Ministerio de Salud y Protección Social. Observatorio Nacional de Salud Mental [Internet]. Tasa de intento de suicidio. 2022. Disponible en: <http://rssvr2.sispro.gov.co/ObsSaludMental/>
246. Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. Censo Nacional de población y vivienda 2018 - Colombia: población indígena de Colombia [Internet]. Bogotá D.C.; 2019. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y>

poblacion/grupos-eticos/informacion-tecnica

247. Instituto Nacional de Salud. Boletín de salud mental - Conducta suicida [Internet]. Bogotá D.C.: Subdirección de Enfermedades no Transmisibles - Instituto Nacional de Salud; 2018. p. 1-25. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ENT/boletin-conducta-suicida.pdf>
248. Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Boletín epidemiológico: Suicidio de indígenas en Colombia. 2010 - 2014 [Internet]. Bogotá D.C.: Grupo Centro de Referencia Nacional sobre Violencia GCRNV; 2014. p. 1-23. Disponible en: <https://www.medicinalegal.gov.co/documents/20143/57952/Suicidio+de+Indígenas+en+colombia.+2010-2014.pdf>
249. Case A, Deaton A. Mortality and morbidity in the 21st century. Brookings Pap Econ Act [Internet]. 2017;2017:397-476. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29033460>
250. Augarde E, Gunnell D, Mars B, Hickman M. An ecological study of temporal trends in «deaths of despair» in England and Wales. Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol [Internet]. junio de 2022;57(6):1135-44. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/35247059>
251. Álvarez VV, Guavita Cuta L, Ayala DA, Torres AL, Hurtado K, Gordillo N. Exceso de mortalidad en Colombia 2020 Informe 2 [Internet]. Ministerio de Salud y Protección Social. Dirección de Epidemiología y Demografía, editor. Bogotá; 2020. 1-15 p. Disponible en: <https://crvsgateway.info/file/17070/65>
252. Ministerio de Salud y Protección Social. Indicadores básicos de salud 2021 - Situación de Salud de Colombia [Internet]. Bogotá D.C.: Dirección de Epidemiología y Demografía Grupo de Gestión del Conocimiento y Fuentes de Información; 2021. p. 1-95. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/GCFI/indicadores-basicos-salud-2021.pdf>
253. Robinson WS. Ecological Correlations and the Behavior of Individuals. Am Sociol Rev [Internet]. junio de 1950;15(3):351. Disponible en: <https://doi.org/10.2307/2087176>
254. Lokar K, Zagar T. Estimation of the Ecological Fallacy in the Geographical Analysis of the Association of Socio-Economic Deprivation and Cancer Incidence. Int J Environ Res Public Health [Internet]. 2019;16:1-18. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijerph16030296>
255. Idrovo AJ. Three Criteria for Ecological Fallacy. Environ Health Perspect [Internet]. agosto de 2011;119(8):900-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1289/ehp.1103768>
256. Organización Mundial de Salud. Nota descriptiva: Depresión [Internet]. Recursos sobre la depresión. 2018. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/depression>
257. Ministerio de Salud y Protección Social. Guía de práctica clínica Detección temprana y diagnóstico del episodio. 2013.

- 
258. Banco de la República de Colombia. Motivos de la separación Manizales, Pereira y Armenia: cruce de caminos [Internet]. Eje cafetero caminos que formaron una región. 2023. Disponible en: <https://www.banrepcultural.org/narrativas-digitales/eje-cafetero-caminos-que-forjaron-una-region/el-desensamble-de-la-mariposa/motivos-separacion>
  259. Pérez Toro JA. Economía cafetera y desarrollo económico en Colombia. Primera ed. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano; 2013. 592 p.
  260. Acero C. Crisis cafetera, conflicto armado y cultivos ilícitos en el oriente caldense: el caso de Samaná. *Rev Antropol y Sociol Virajes* [Internet]. 22 de abril de 2016;18(1):47-85. Disponible en: <https://revistasojs.ucaldas.edu.co/index.php/virajes/article/view/3552>