

Programas que afectan a la población desplazada: el caso de las aspersiones aéreas con glifosato y el desplazamiento forzado en Colombia

Santiago Pardo

Abstract

1. Introducción

El desplazamiento forzado interno es el hecho victimizante de mayor magnitud en las guerras civiles actuales. De acuerdo con el Centro Global de Monitoreo de Desplazamiento Interno - IDMC (2022), para finales del 2021 la cifra de personas forzadas a migrar al interior de sus países ascendía a 59 millones. Esto ha puesto en el centro de las políticas públicas la necesidad de prevenir los efectos de la guerra, promoviendo investigaciones dirigidas hacia la evaluación de los programas que buscan mitigar el conflicto armado. Paradójicamente, existen casos en los que estos terminan produciendo más de lo que quieren evitar.

En Colombia, para el año 2000 se implementó el Plan Colombia, un acuerdo de cooperación bilateral con Estados Unidos para luchar contra el narcotráfico y acabar con el conflicto armado colombiano, cuyo programa principal consistía en la erradicación aérea de cultivos de coca. No obstante, los resultados y efectos de este programa han sido controversiales y debatidos en la literatura. En este contexto, el objetivo de este trabajo es determinar el efecto del Programa de Aspersiones Aéreas con Glifosato (PECIG) sobre el desplazamiento forzado en el marco del Plan Colombia.

El conflicto armado colombiano ha dejado 8.391.662 víctimas de desplazamiento forzado interno registradas (RUV, 2022)¹. Si bien son múltiples las razones por las que una víctima decide desplazarse de su territorio, probablemente la causa más evidente es la violencia que generan las disputas territoriales de los actores armados, donde la incertidumbre y el miedo llevan a las familias a movilizarse masivamente (Arjona, 2016; Czaika & Kis-Katos, 2009; Deacon et al., 2019; Kalyvas, 2006; Lozano-Gracia et al., 2010). Sin embargo, se ha demostrado que los desplazamientos forzados también obedecen a patrones en los que el conflicto armado puede incidir sobre el bienestar de las poblaciones (Ibáñez & Vélez, 2008; Steele et al., 2007).

Frente a esto, en la literatura se ha cuantificado poco el efecto de los programas gubernamentales para combatir la migración forzada, principalmente, por la dificultad de identificar con precisión las causas de este hecho a la hora de registrarse. Para las víctimas el proceso de registro resulta más engorroso cuando no está asociado a la violencia en el marco del conflicto. En el caso del PECIG, el Registro Único de Víctimas asocia 9155 víctimas de conflicto armado con fumigaciones de cultivos como su causa (anexo 1). Sin embargo, desde la ley 387 de 1997, las aspersiones con glifosato dejaron de ser una causa directa dentro del registro de las víctimas. Por lo tanto, existe un claro subregistro en esta cifra.

En este sentido, han sido múltiples las quejas de la población campesina que se vio obligada a migrar por los efectos del uso del glifosato y no ha encontrado atención estatal, pues como lo afirma una lideresa social de Argelia, Cauca:

“El desplazamiento que se tuvo, que se vio en ese tiempo, fue bastante masivo. La gente salió y el territorio quedó prácticamente solo y la atención a las comunidades fue mínima por parte del

¹El Registro Único de Víctimas empezó su registro en 1985 y continua hasta la actualidad

gobierno. Como digo, no había un plan de contingencia para atender a las personas desplazadas por las fumigaciones; no lo hubo, ni lo hay” (Yonda, 2021)

Aunque, en el 2014, las fumigaciones masivas con glifosato fueron prohibidas en Colombia por los problemas de salud que le causaban a la población, en los últimos años ha resurgido el debate de la legalización de este mecanismo para combatir el narcotráfico². Ante esto, es importante tomar en cuenta el costo y beneficio que este programa puede tener sobre los territorios en donde se puede aplicar. Los resultados de esta investigación proporciona un elemento adicional a esa discusión, pues de acuerdo con las estimaciones, cada hectárea de coca adicional asperjada genera un aumento del % de desplazamientos. Por lo tanto, este trabajo agrega variables a tener en cuenta a la hora de formular políticas públicas para combatir el narcotráfico y el conflicto armado.

La cuantificación del desplazamiento forzado con las aspersiones aéreas presenta varios desafíos. Por el diseño del Plan Colombia, los municipios en los que se asperjó tienen una relación directa con el conflicto armado, por lo tanto, estos son sistemáticamente diferentes a los que no sufrieron ningún tipo de fumigación con glifosato. Esto implica que existen problemas de endogeneidad en la relación entre ambas variables. Para corregirlos, Diferentes estudios han utilizados modelos de variables instrumentales que introducen aleatoriedad por medio de variables que afecten la probabilidad de aspersión (Campos Contreras et al., 2020; Godoy et al., 2018; Reyes, 2014; Rodríguez, 2020). En este documento se aplica la misma metodología, utilizando como instrumento la fuerza de los vientos en los municipios en los que se asperjó entre 2004 y 2012. Esto permite encontrar variación exogena, no en la aplicación del programa, sino en la intensidad de las aspersiones, lo cual nos permite exponer los resultados en términos de relaciones de cambio.

PARRAFO DE RESULTADOS

PARRAFO DE MECANISMOS

El resto de este artículo se encuentra estructurado de la siguiente manera: en la sección dos se exponen cuales son las causas y consecuencias del desplazamiento forzado en Colombia desde lo que se ha trabajado en la literatura. La sección tres contiene un marco del Plan Colombia, específicamente del Programa de Aspersiones Aéreas con Glifosato (PECIG), para entender mejor el contexto de este trabajo. La sección cuatro presenta el marco conceptual de este trabajo. La sección cinco expone los datos y las estadísticas descriptivas que se tomaron como base para aplicar la estrategia empírica. La sección seis determina la estrategia empírica, los problemas de identificación y la construcción de la variable instrumental. La sección siete muestra los principales resultados. La sección ocho profundiza sobre los mecanismos que ayudan a entender mejor los resultados. Finalmente, la última sección cierra con las conclusiones de esta investigación.

²Para el 2022 se debatió en el congreso sobre la posibilidad de eliminar la prohibición de las aspersiones con glifosato en Colombia. Para más información ver: <https://www.portafolio.co/internacional/estados-unidos-estaria-de-acuerdo-con-posibles-fumigaciones-aereas-en-colombia-575312>.

2. Efectos y causas del desplazamiento forzado interno en Colombia

El desplazamiento forzado interno ha representado una crisis humanitaria en Colombia, no solo por su magnitud sino por las consecuencias de este hecho. Dentro de la literatura se ha encontrado que la migración forzada reduce el bienestar económico de las víctimas, tanto por el detrimento de su patrimonio como por la poca capacidad de reacción ante los choques futuros que trae abandonar su hogar (Ibañez et al., 2006). En otras palabras, la acumulación de nuevos bienes y otros activos después de un desplazamiento es un proceso que tarda mucho tiempo y no suele ser muy efectivo.

Las dificultades económicas del desplazamiento no solo afectan a los desplazados, sino a las finanzas de los municipios en lo que ocurrió el hecho y de los municipios receptores de población migrante. Por el lado de los municipios de origen, estos ven sus ingresos fiscales y su actividad económica afectados (CNMH, 2015). En el caso de los municipios de recepción, la dificultad de los desplazados de integrarse a su vida económica impacta la forma en la que estos crecen (Ibañez, 2008). Según la Comisión de la Verdad (2022), las ciudades fueron creciendo hacia las periferias como resultado de la llegada de desplazados. Ejemplo de este crecimiento son las localidades de Ciudad Bolívar, Suba y Bosa en Bogotá, así como la Comuna 13 en Medellín.

Más allá de lo económico, la población desplazada no solo tiene que afrontar el impacto de dejar su vida y su hogar atrás, también debe asimilar las dificultades que vienen con llegar a una ciudad nueva, muchas veces sin una red de apoyo. En el prólogo de San Carlos: memorias del éxodo en la guerra, Gonzalo Sánchez (2011) define bien lo que es la situación de una víctima de desplazamiento:

“El desplazado es un forastero que llega a una comunidad y a un entorno que no es el suyo, y a menudo durante una temporalidad indeterminada. Como es de suponer, la conciencia de esta circunstancia actúa de manera agobiante sobre su capacidad proyectiva. Pudiera decirse que la identidad social del desplazado en el nuevo escenario es construida a partir de la pérdida. Él es de alguna manera un actor desposeído de su historia y carece por lo tanto de un campo de orientación para su acción”

En cuanto a las causas del desplazamiento forzado, además de la violencia directa, la literatura ha abordado principalmente razones económicas, sanitarias y políticas (Bandiera, 2021; CNMH, 2015; Comisión de la Verdad, 2022; Deacon et al., 2019; Grajales, 2017; Ibañez, 2008; Steele et al., 2007). En primer lugar, la usurpación ilegal de la tierra tiene un componente de estrategia económica de guerra: al despoblar un territorio determinado, los grupos armados pueden explotar sus recursos naturales y el resto de sus activos (Grajales, 2017; Ibañez, 2008). Frente a esto, estudios como el de Bandiera (2021) han mostrado que ante un aumento en los precios de los stocks en territorios vulnerables, como el banano en Urabá, los desplazamientos forzados también se incrementan. En esa misma línea, los cultivos ilícitos y los territorios que pertenecen a corredores de comercio de droga, también motivan desplazamientos masivos para integrar la cadena de producción del narcotráfico (CNMH, 2015).

En segundo lugar, las causas sanitarias se pueden dividir en dos: las afectaciones medioambientales que afectan el bienestar de la población; y las afectaciones a la seguridad alimentaria de los campesinos. En este sentido, la Comisión de la Verdad (2022) muestra que las voladuras de oleoductos producían daños ambientales a la población que los forzaba a irse de sus tierras. Además, Deacon et al. (2019) expone un estudio donde la combinación del extractivismo y las aspersiones con glifosato en territorios altamente vulnerables intensificaron el desplazamiento forzado masivo en la región de Putumayo.

Finalmente, también se encuentran factores políticos que explican el desplazamiento masivo. Un estudio sobre las elecciones en Urabá, en especial en Apartadó, Steele (2011) muestra que, en períodos electorales, la violencia aumenta y los actores armados expulsan en mayor medida a personas pertenecientes a movimientos sociales. Por otro lado, las relaciones entre actores armados y políticos locales, produjeron dinámicas de poder social y político, donde el desplazamiento más que una consecuencia, era un mecanismo de control e intimidación (CNMH, 2015; Comisión de la Verdad, 2022).

De acuerdo a lo anterior, desde la literatura se han tratado múltiples causas y canales que se relacionan con el desplazamiento forzado interno. Sin embargo, a nivel cuantitativo, no hay análisis de los efectos no deseados que puede tener un programa para combatir grupos armados sobre el desplazamiento forzado. Esto es especialmente relevante en los países con conflicto armado interno, en los que son múltiples las políticas que se desarrollan alrededor de la guerra. Por esta razón este trabajo cuantifica el efecto que tuvo el Programa de Erradicación Aérea con Glifosato (PECIG) sobre el desplazamiento forzado desde el 2004, año donde se reglamentaron los parámetros de aspersión, hasta el 2012 el año en el que empezó a disminuir su aplicación previo a su prohibición.

3. Programa de Erradicación Aérea con Glifosato (PECIG)

Durante el año 1999 se firmó un acuerdo bilateral entre Colombia y Estados Unidos para combatir el narcotráfico y el crimen organizado y así contribuir a la consecución de la paz y el desarrollo económico en Colombia (DNP, 2005). Para esto, se dividió el plan en cuatro etapas (anexo 2). La base de la primera era reducir en 50% los cultivos de narcóticos en el territorio colombiano. Bajo este contexto, a cargo de la Policía Nacional se crea el Programa de Erradicación Aérea con Glifosato (PECIG), un programa de aspersión aérea con glifosato de manera masiva en los municipios donde más se registraban cultivos de coca y presencia de actores al margen de la ley (DNP, 2005).

Si bien las aspersiones aéreas con glifosato ya eran una herramienta desde la década de los 70s, con el Plan Colombia estas adquirieron un carácter masivo. Como consecuencia, se requirió un Plan de Manejo Ambiental (PMA) que regulara las actividades del PECIG. Allí se establecían los lineamientos para aplicar el programa de manera que se minimizaran los efectos ambientales

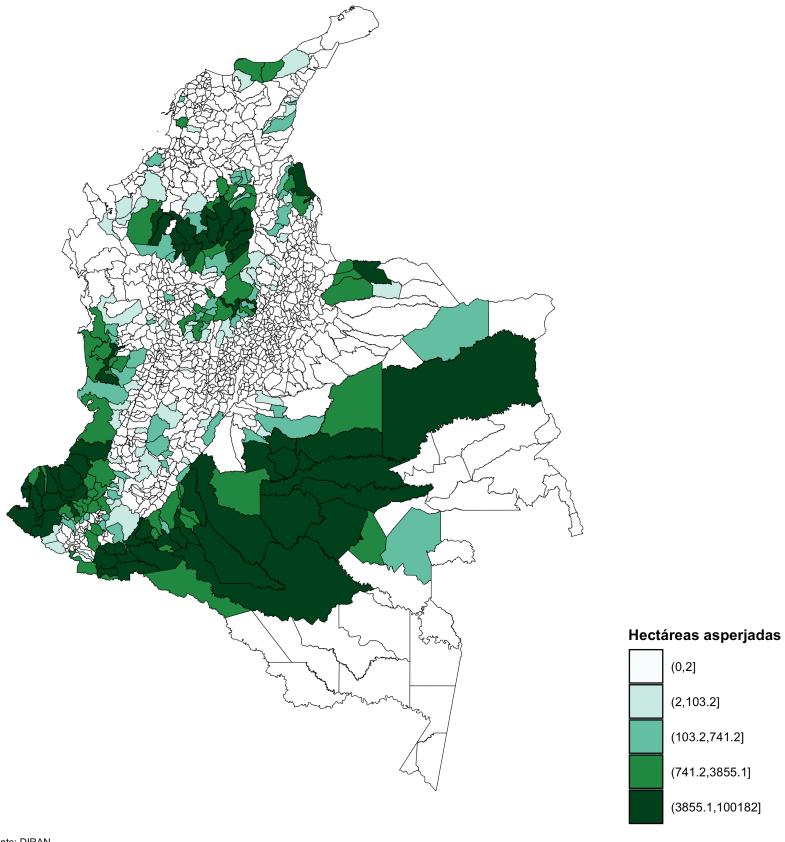
que las aspersiones conllevaban. Estos fueron aplicados desde finales del 2003³, año en el que se definieron unos parámetros fijos que determinaban la cantidad de glifosato que se podía utilizar y el momento para aplicarlo de acuerdo a las condiciones ambientales (anexo 3). Dentro de estos se destacan la velocidad del viento, la inminencia de lluvias, la humedad del terreno, la temperatura y la altura de no más de 30 metros de las avionetas y los helicópteros (DIRAN, 2020).

A pesar de la existencia del Plan de Manejo Ambiental, con la aplicación del PECIG empezaron a surgir demandas nacionales e internacionales en contra del Estado colombiano por los efectos que el glifosato tenía sobre la población. Para 2005, el colectivo de abogados José Alvear Restrepo presentó una demanda colectiva de más de 1.400 personas afectadas por el herbicida en 58 veredas de Putumayo (CAJAR, 2005). Además, para 2008, Ecuador presentó una demanda internacional ante la Haya por afectaciones a la población en la frontera, demanda que Colombia perdió en 2013 (Cardenas, 2020). Esto generó que para ese mismo año se abriera el debate sobre el uso de este herbicida de forma masiva, produciendo una disminución de su aplicación a menos de la mitad. En 2014, este debate fue estudiado por la Corte Constitucional, que prohibió su uso a partir del año 2015 por los efectos en salud que sufría la población.

Desde los años 2004 hasta el 2012, el período de interés donde se intensificó el PECIG, se asperjaron cada año un poco más de 120.000 hectáreas. Como lo muestra la figura 1, las zonas donde se concentró el programa fueron el sur del país, el Pacífico, Magdalena Medio y alrededor de la frontera con Venezuela. Gracias a esto, en los balances del Plan Colombia, se determinó que los cultivos de coca habían sido reducidos significativamente. Sin embargo, los resultados de la lucha contra el narcotráfico y el efecto positivo sobre el desarrollo económico en las regiones sigue siendo cuestionado (Comisión de la Verdad, 2020; Gaviria & Mejía, 2011; Mejía, 2016).

Por esta razón, esta investigación busca determinar si el programa tuvo relación con el desplazamiento forzado interno, el cual se propagó durante los comienzos de la década. Bajo este contexto, los años de estudio de este trabajo empiezan desde el 2004 -año en el que se aplicaron los lineamientos y parámetros claros de aspersión que más adelante se utilizarán para construir el instrumento- hasta 2012, que fue el año previo a la disminución radical del programa por las denuncias de la población y sus efectos negativos.

³Resolución 1054 del 30 de septiembre del 2003.



Fuente: DIRAN

Figura 1: Aspersiones Aéreas municipales en Colombia (2004 - 2012)

4. Marco Conceptual

La decisión detrás de un desplazamiento forzado no se debe a una sola razón, sino a la suma de eventos que pueden ocurrir en un territorio que sufre la guerra. Las víctimas tienen que ponderar la disyuntiva entre irse, dejar de lado su vida y enfrentarse a un nuevo contexto; o quedarse y afrontar las consecuencias de hacerlo. Ambos bajo situaciones de plena incertidumbre. En este sentido, Ibañez (2008) modela esta decisión como la situación en la que la utilidad esperada del desplazamiento (u^D) es mayor que la utilidad esperada de permanecer en el sitio de origen (u^P).

$$u^D > u^P \quad (1)$$

Este trabajo busca entender si las aspersiones con glifosato son una variable que afecta la

utilidad de permanecer en el sitio de origen. Es decir, se centra en estimar la derivada parcial de las aspersiones (g) respecto a la utilidad de quedarse en su hogar.

$$\frac{\partial u^P}{\partial g} \quad (2)$$

No obstante, la forma en la que las aspersiones aéreas pueden afectar esta utilidad no es directa, sino que se puede dar por medio de distintos canales. Primero, se ha demostrado que el glifosato en grandes cantidades concentradas generar problemas de salud como: enfermedades dermatogoloficas, abortos, daños en la salud reproductiva e incluso aumenta la probabilidad de cancer cancer Linfoma Non-Hodgkins (Camacho & Mejía, 2014; Univalle, 2020; Zhang et al., 2019). Segundo, a nivel económico, a pesar de destruir otros cultivos, produce daños en la fertilidad del suelo y dificulta la germinación de semillas (Bromilow et al., 1996; de et al., 2003; Ruiz-Toledo & Sánchez-Guillén, 2014). Tercero, a nivel ambiental el herbicida tiene efectos de largo plazo en la contaminación de ríos y lagunas; además de daños a la biodiversidad (Brauman et al., 2011; Cox, 1995; Lajmanovich et al., 2015; Relyea, 2005). Por último, tiene efectos sobre la violencia en los territorios, dado que generaba, en las guerrillas, además, socava la confianza y la incertidumbre en las instituciones locales del Estado (Abadie et al., 2014; Reyes, 2014; Zuleta & Ferro, 2017).

De acuerdo con lo anterior, la manera en la que el glifosato afecta la utilidad de permanecer en los territorios se puede describir del siguiente modo:

$$\frac{\partial u^P(h(g), e(g), a(g), s(g))}{\partial g} = \frac{\partial u^P}{\partial h(g)} \frac{\partial h(g)}{\partial g} + \frac{\partial u^P}{\partial e(g)} \frac{\partial e(g)}{\partial g} + \frac{\partial u^P}{\partial a(g)} \frac{\partial a(g)}{\partial g} + \frac{\partial u^P}{\partial s(g)} \frac{\partial s(g)}{\partial g} \quad (3)$$

Donde $h(g)$ son las condiciones en salud, $e(g)$ las económicas, $a(g)$ las ambientales y $s(g)$ las asociadas a seguridad, todo esto bajo un contexto de exposición a las aspersiones aéreas con glifosato. La aproximación a entender mejor estos canales se presenta en la sección 9.

En resumen, la investigación se centra en medir la magnitud y la dirección de $\frac{\partial u^P}{\partial g}$. Esto significa que la unidad de análisis de este trabajo son únicamente los municipios donde se aplicó el programa. Por lo tanto, este trabajo no se centra en el efecto de aplicar o no el programa, sino en entender la relación de cambio de aplicarlo con mayor intensidad.

5. Datos y estadísticas descriptivas

La decisión del momento de aspersión no era municipal únicamente, sino que se encontraba condicionada a lo que en el PECIG llamaban núcleos. Estos eran puntos habilitados, en su mayoría aeropuertos, para preparar el herbicida y distribuirlo (anexo 4). Para cuantificar la relación entre desplazamiento y aspersión aérea es necesario medir la variación a nivel mensual,

debido a que el programa estaba diseñado para aplicarse en diferentes meses del año de manera predeterminada. A continuación se presenta una breve descripción de los datos y sus respectivas fuentes utilizadas para esta investigación.

5.1. Desplazamiento forzado interno.

Para medir el desplazamiento forzado interno se utilizó como fuente el Registro Único de Víctimas (RUV), ya que es la base de datos que mejor documenta el desplazamiento en Colombia⁴. La Unidad de Víctimas, institución responsable del RUV, se creó con la ley 1448 del 2011 con el fin de brindar medidas de atención, asistencia y reparación a las víctimas del conflicto armado. Dicha ley acoge a las personas que hayan sufrido de algún hecho victimizante desde 1985 hasta la actualidad, entre ellas el desplazamiento forzado. Para ser acogidas, las víctimas deben brindar un testimonio detallado de los hechos. Por esta razón, en la base de datos la información puede encontrarse a nivel diario, mensual y anual.

La figura 2 ilustra el desplazamiento forzado a nivel municipal en todo el país durante los años de este estudio. De los 1122 municipios de Colombia 1116 registraron al menos un desplazamiento. Sin embargo, como se puede notar, las intensidades han sido distintas y las mayores magnitudes se concentran regionalmente. Los territorios más afectados se identifican en la franja del sur del país (Nariño, Guaviare, Putumayo, Caquetá, Meta); la región del litoral pacífico (Cauca, Valle del Cauca, Chocó); el magdalena medio (Santander, Antioquía, Cesar) y la frontera con Venezuela (La Guajira, Norte de Santander y Vichada).

⁴En los datos sobre violaciones a derechos humanos son notorios los problemas de subregistro, debido a que existen múltiples causas por las que una víctima no se documenta, desde razones de seguridad hasta dificultades burocráticas. Para mitigar eso, la Comisión de la Verdad (2022) recogió más de 112 bases de datos, y publicó estimaciones estadísticas del rango en el que puede encontrarse el número real de víctimas para 5 violaciones a derechos humanos, incluyendo desplazamiento. Como resultado, se estableció que el Registro Único de Víctimas es la única base representativa de datos sobre desplazamiento forzado en Colombia. Por lo tanto, esta es la mejor fuente disponible para medir el número de hechos ocurridos.

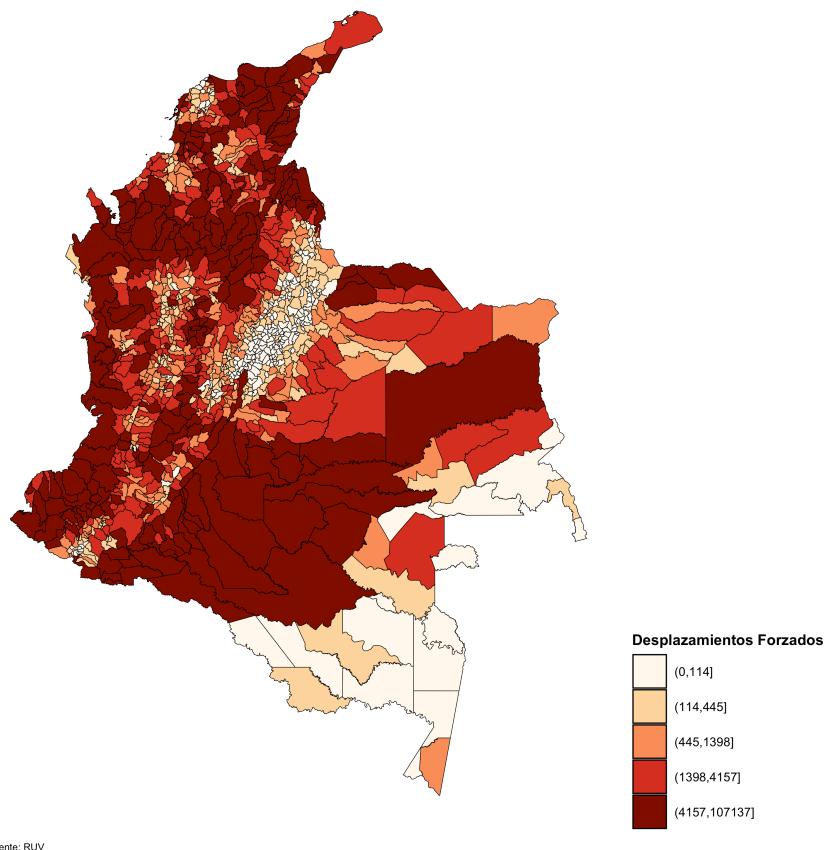


Figura 2: Hechos de desplazamiento forzado a nivel municipal en Colombia (2004 - 2012)

5.2. Causas del desplazamiento forzado interno

El marco conceptual describió los componentes asociados al desplazamiento para efectos de este trabajo. Para incluirlos, se recurrió a diferentes fuentes que se aproximan a cada una de las categorías. Para el caso del contexto de violencia, se utilizaron otras violaciones a derechos humanos dentro del Registro Único de Víctimas. Además, se complementó con información del Centro Nacional de Memoria Histórica, que documenta de manera más amplia otros hechos como las masacres y la violencia sexual (anexo 5). Es importante resaltar que estas variables presentan problemas de subregistro, por lo que no es correcto asumir que representan completamente la violencia de cada municipio.

En el caso de las condiciones económicas, no existe información oficial para medir la actividad económica mensual de cada municipio en Colombia. Sin embargo, se ha demostrado que la luminosidad de los municipios es una buena variable proxy de desarrollo económico (Baugh et al., 2010; Elvidge et al., 1997). Por ende, se tomaron los datos del Earth Observation

Group del Instituto de Política Pública de Payne que proporcionan esta información satelital diariamente. Para complementar este componente, se tuvo en cuenta el uso del suelo y las precipitaciones de cada territorio, tomando como variable la frecuencia de las lluvias y la magnitud de vegetación en cada municipio desarrollado por el portal de datos GES DISC de la NASA (Huete et al., 2002). Todas las variables mencionadas se encuentran a nivel píxel, para estas, se promediaron los pixeles que moldeaban cada municipio y luego se calculó la media mensual para cada uno.

En cuanto a las variables políticas, múltiples estudios han demostrado que en Colombia la violencia aumenta durante las elecciones regionales (Alonso, 1997; Comisión de la Verdad, 2022; Steele, 2011). Esto se debe a que, en los municipios más vulnerables, los grupos armados buscan debilitar movimientos sociales para controlar a la población. También, en varios casos se ha demostrado alianzas entre élites políticas regionales y grupos armados para controlar las elecciones. Por esta razón, se incluyó una variable binaria que refleja los meses de los períodos electorales regionales en cada uno de los municipios.

Finalmente, no se incluyeron variables asociadas a las condiciones de salud, ni a la presencia de grupos armados. En cuanto a la primera categoría, no fue posible el acceso a datos de citas por medio de EPS de cada municipio a nivel mensual. Por otro lado, en cuanto a la presencia de grupos armados, aún no existe un consenso en la literatura sobre cómo medirlo, debido a que se ha demostrado que la violencia representa mejor las disputas territoriales, más no el pleno control de un grupo armado en un municipio (Arjona & Otálora, 2011; Kalyvas et al., 2008).

5.3. Aspersiones Aéreas con Glifosato

Los datos del PECIG, a nivel mensual, fueron proporcionados por la Dirección de Antinarcóticos de la Policía (DIRAN). La medición de las aspersiones aéreas con glifosato se hacía por hectáreas a nivel municipal cada mes. La distribución territorial de la aplicación del programa se puede ver en el figura 1. Frente a esto, los territorios donde se concentraban las aspersiones aéreas coinciden parcialmente con los que sufrían mayor desplazamiento.

Para comprobar si existe una correlación espacial entre ambos, el figura 3 muestra la asociación espacial LISA entre ambas variables. El color rojo representa los puntos en los que se aglomeró esta correlación de manera fuerte, es decir donde el desplazamiento fue alto y las aspersiones también. El color azul muestra los puntos donde ambas variables tuvieron un bajo comportamiento. El color azul claro refleja las regiones donde hubo altos niveles de desplazamiento y baja intensidad de aspersión; y el color amarillo claro representa el caso contrario. Además, los municipios grises son aquellos donde no hubo relación entre ambas variables.

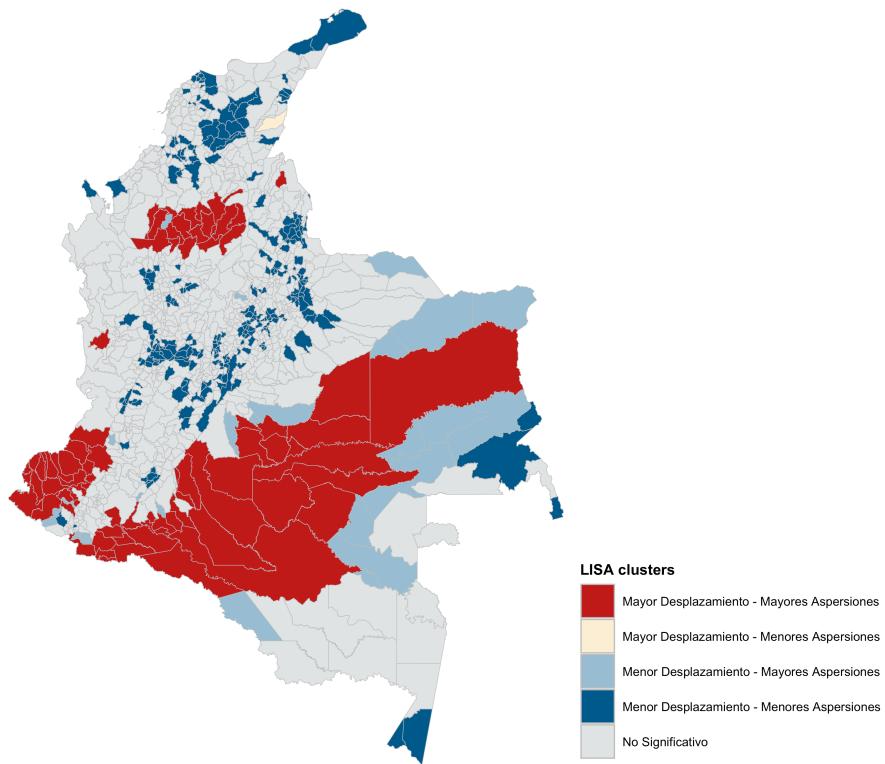
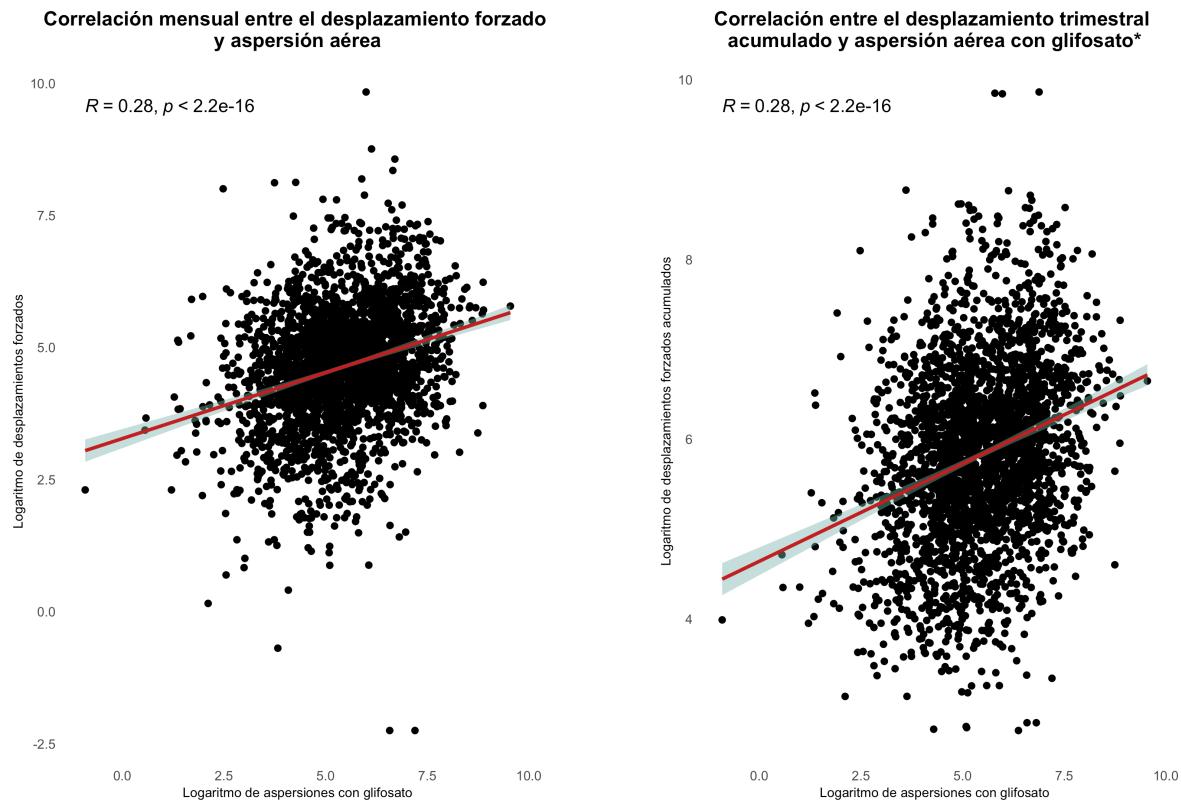


Figura 3: Correlación espacial entre desplazamiento y aspersiones (2004 - 2012)

En este caso, se puede notar que en la mayoría de territorios las variables de desplazamiento y aspersión tienen una correlación estadísticamente significativa. Además, la figura 4, muestra que esta correlación es positiva tanto para el desplazamiento en ese mismo mes como para el acumulado en los tres meses siguientes. Sin embargo, por diseño del PECIG los municipios en los que se asperjó tienen una relación directa con el conflicto armado, y por lo tanto, con el desplazamiento forzado. Esto quiere decir que los municipios donde se asperjó son sistemáticamente distintos a los que no, lo que implica que esta corelación no se puede asumir como una relación causal.



*El primer mes de desplazamiento forzado acumulado se cuenta a partir del mes en el que asperjó

Figura 4: Correlación Desplazamiento y Aspersión Aérea con Glifosato

6. Estrategia Empírica

Para entender la intuición detrás de la estrategia empírica es importante retomar dos puntos ya mencionados: los problemas de endogeneidad y el marco teórico.

Respecto al primero, los municipios en los que se aplicó el PECIG son sistemáticamente distintos a los que no. Esto debido a que el programa fue parte de un acuerdo con Estados Unidos para combatir la guerra interna colombiana. Al ser el desplazamiento forzado la violación de derechos humanos a la que más recurren los actores armados en Colombia, existe un sesgo de selección que puede subestimar la relación existente entre ambas variables. En relación al segundo punto, el marco teórico estableció que el estimador de interés está asociado a la magnitud del cambio del desplazamiento municipal ante aumentos en las hectáreas

asperjadas. Es decir, es una medida de relación de cambio ante la intensidad del programa, no de la aplicación.

De este modo, en esta investigación se utilizó el método de variables instrumentales, que permite implementar un instrumento que corrija los problemas de endogeneidad y encuentre variación aleatoria respecto a la intensidad de aplicación del programa para que fuera coherente con el marco teórico.

6.1. Instrumento: velocidad del viento.

Con el fin de encontrar un instrumento que fuera consistente con los dos puntos anteriores, se utilizó el promedio mensual de la velocidad del viento en cada municipio. Para cumplir con el Plan de Manejo Ambiental (PMA), la policía antinarcóticos contaba con un sistema que proporcionaba información en tiempo real de las condiciones climáticas y la densidad de cultivos de coca en una grilla de 10 km (Rodríguez, 2020). El día y la intensidad de las aspersiones se encontraban condicionados a estas variables contextuales que garantizaran el cumplimiento de los parámetros establecidos en el PMA (anexo 3). De esta manera, la velocidad del viento no podía ser mayor a 10km/h debido a que para asperjar las aeronaves tenían que volar a una altura máxima de 30m. Por lo tanto, este es un instrumento relevante en la decisión de la intensidad ⁵ y del momento de asperjar ⁶.

La figura 5, muestra los promedios anuales del número de hectáreas asperjadas con glifosato y velocidad del viento de cada mes a nivel municipal, en esta se puede ver que existe una relación negativa entre ambas variables. Entre más velocidad del viento hubiese menores era el número de hectáreas asperjadas en cada territorio. En este sentido, el instrumento captura la variación aleatoria del cambio en la intensidad de aspersión en cada municipio.

⁵Intensidad contado en términos de número de hectareas asperjadas por municipio.

⁶Además para pruebas de robustez se utilizaron las bases RMBOS y MERRA2 del mismo portal que estiman la velocidad del tiempo por medio de otros modelos. La base FLDAS fue utilizada porque es la que contiene información con menor número de grados, es decir es más detallada a nivel de grilla.

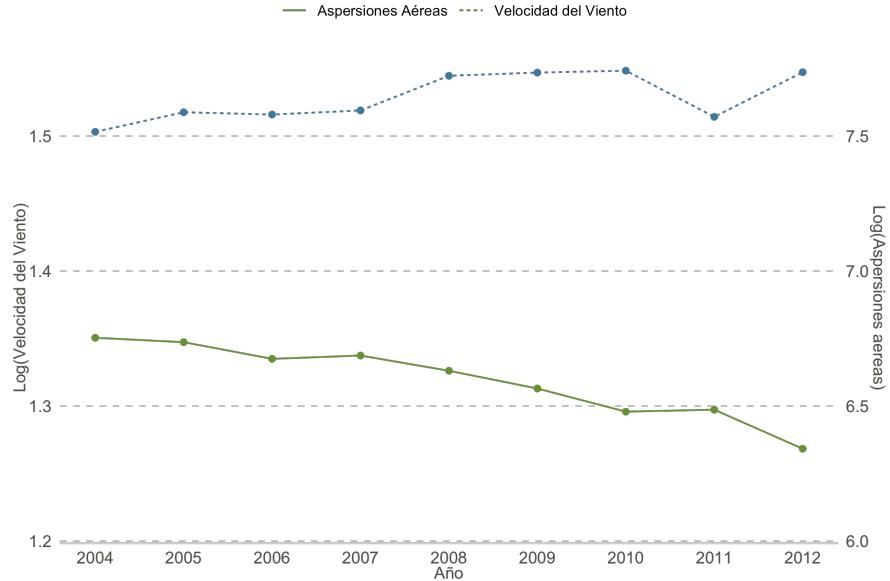


Figura 5: Velocidad del viento y Aspersiones Aéreas municipales en el tiempo

Para construir el instrumento, se utilizó la base de datos FLDAS⁷ del portal de datos GES DISC de la NASA. La base cuenta con la información mensual del promedio de velocidad del viento diaria entre las 8 de la mañana y las 5 de la tarde⁸. Además, se encuentra dividida por pixeles de 0.1x0.1 grados. Esta información se agregó calculando la media mensual de la velocidad del viento de cada municipio (V_{it}). La ecuación de la variable instrumental (V_{it}) se muestra a continuación:

$$V_{it} = \frac{\sum_{j=1}^n WS_{ij}}{n} \quad (3)$$

Donde WS_{ij} es la velocidad del viento diaria de cada municipio i y n los números de día de cada mes.

6.2. Ecuaciones de estimación

Para encontrar la relación entre el desplazamiento forzado y las aspersiones aéreas con glifosato, se toma en cuenta el siguiente marco empírico:

⁷Además para pruebas de robustez se utilizaron las bases RMBOS y MERRA2 del mismo portal que estiman la velocidad del tiempo por medio de otros modelos. La base FLDAS fue utilizada porque es la que contiene información con menor número de grados, es decir es más detallada a nivel de grilla.

⁸Estas eran las horas a las que se permitía asperjar de acuerdo al Plan de Manejo Ambiental.

$$\bar{y_{it}} = \alpha + \beta AG_{it} + \theta X_{it} + \delta_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

La ecuación 4 corresponde a un modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) con efectos fijos por año y municipio, donde $\bar{y_{it}}$ es el logaritmo de los desplazamientos mensuales en el municipio i en el año t ⁹; β es el estimador que mide la magnitud de la relación entre las aspersiones con glifosato y desplazamiento; AG_{it} son las hectáreas asperjadas en el municipio i en el mes t ; los efectos fijos por municipio y año se ven representados en δ_i y δ_t . Además, ε_{it} es el error estándar de cada municipio y cada mes. Estos se clusterizaron a nivel municipal, pues la aspersión solo podía ocurrir hasta tres veces en el año, lo que significa que las observaciones a este nivel no son independientes.

Finalmente, X_{it} representa el vector de controles que contiene las variables expuestas en la sección 5.2. Esta matriz puede presentar un problema de sobre-control en la medida que existen multiples variables relacionadas con la violencia que pueden estar correlacionadas entre si. Por lo tanto, se aplicó un modelo de clasificación Lasso que selecciona los controles que más aportaran variación al modelo y corrige los posibles problemas de multicolinealidad¹⁰. El anexo 5, muestra la lista de variables seleccionadas.

Para corregir el problema de endogeneidad a traves de la variable instrumental ya mencionada, se utiliza un modelo de Minimos Cuadrados en Dos Etapas (2SLS). La primera etapa representa la relación entre las aspersiones aéreas con glifosato y la velocidad del viento junto con las demás variables del modelo. Su forma reducida se puede entender del siguiente modo:

$$AG_{it} = \gamma + \phi V_{it} + \omega X_{it} + \delta_i + \delta_t + \epsilon_{it} \quad (5)$$

Donde V_{it} es la velocidad del viento en el municipio i en el mes t . Además phi muestra el impacto que tiene el instrumento sobre la variable de interés. El resultado de la primera etapa se muestra en la subsección 6.3.

La segunda etapa representada en la ecuación 6 expone la relación entre la variable dependiente y la variable instrumenda estimada (\widehat{AG}_{it}) en la primera etapa. Esto quiere decir que el nuevo estimador $\tilde{\beta}$ presenta relación del desplazamiento forzado con las aspersiones aéreas con glifosato corregidas por la variación aleatoria que le impone la velocidad del viento.

$$\bar{y_{it}} = \tilde{\alpha} + \tilde{\beta} \widehat{AG}_{it} + \tilde{\theta} X_{it} + \delta_i + \delta_t + \tilde{\varepsilon}_{it} \quad (6)$$

⁹Se aplicó el método de cuartiles (Stahel, 2013) al logaritmo de los desplazamientos para corregir los casos en donde estos tomen valores iguales a cero. En este link, se encuentra una explicación más detallada: <https://aosmith.rbind.io/2018/09/19/the-log-0-problem/#thinking-about-0-values>.

¹⁰El modelo primero se aplicó por las categorias que se exponen en la sección 5.2. Después, se tomaron todas las variables resultantes y se volvió a correr el modelo para corroborar que no hubiese un sobre-control entre cada grupo.

Finalmente, en la figura 1 se mostró que la intensidad de las aspersiones aéreas con glifosato era distinta entre regiones. Por lo tanto, pueden existir efectos heterogéneos por departamento. La ecuación para estimar estos efectos diferenciados es:

$$\bar{y}_{it} = \delta_d + \tilde{\beta} \widehat{AG}_{it} + \tilde{\beta} \widehat{AG}_{it} * D_{jt} + \tilde{\theta} X_{it} + \delta_i + \delta_t + \tilde{\varepsilon}_{it} \quad (7)$$

Donde δ_d son los efectos fijos de cada departamento y D_{jt} es una variable binaria que toma valores de 1 por cada departamento. En este caso, el modelo toma como punto de comparación Antioquia, debido a que históricamente este ha sido el departamento más afectado por el conflicto armado.

6.3. Supuestos de identificación y verificación de validez.

Para corroborar que el instrumento puede ser utilizado dentro del modelo es necesario que se cumplan dos supuestos: la relevancia del instrumento y la restricción de exclusión.

Primero, la relevancia del instrumento significa que la variable de interés, en este caso las aspersiones aéreas con glifosato, debe estar fuertemente correlacionada con el instrumento, la velocidad del viento. En la subsección anterior ya se mostró la importancia de las condiciones climáticas favorables para determinar el número de hectáreas asperjadas por municipio.

La tabla 1, muestra el resultado de la primera etapa de la regresión. Es decir, un modelo MCO con efectos fijos por municipio y año con errores clusterizados. Allí se puede notar que la correlación entre la velocidad del viento y las aspersiones aéreas siempre son estadísticamente significativas.

Tabla 1: Resultados primera etapa

(a) Variable dependiente: *Aspersiones aéreas*

	(1)	(2)	(3)
Velocidad viento	39.1* (20.4)	38.1** (18.7)	-47.2** (21.5)
N	11554	11554	11554
R2	0.01	0.04	0.15
Controles	No	Sí	Sí
Efectos Fijos	No	No	Sí

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.

Los errores estándar son robustos y están corregidos por clusters a nivel municipal.

Los resultados (1) y (2) de la tabla 1 también muestran una dirección positiva, debido a que en los meses donde se aplicó el programa tienen mayores promedios de viento, y también tienen mayores niveles de desplazamiento (anexo 6). Sin embargo, al aplicar los efectos fijos por año y municipio (3), se están teniendo en cuenta las características propias de cada uno invariables en tiempo y espacio, por lo tanto se corrige la dirección de la correlación hacia una negativa. Esto es consistente con las condiciones que se establecían en el PMA para poder asperjar, donde a mayor cantidad de velocidad del viento promedio, menores eran las hectáreas asperjadas. Por lo tanto, el instrumento es relevante frente a las aspersiones con glifosato.

En segundo lugar, la restricción de exclusión implica que el instrumento no puede estar relacionado con las características no incluidas en el modelo que afecten el desplazamiento. Es decir, la variable instrumental no se puede correlacionar con el término error. Implicitamente, esto también deriva en que el único canal por el que el la velocidad del viento afecta al desplazamiento forzado es por medio de las aspersiones aéreas. Este supuesto se puede enunciar formalmente del siguiente modo:

$$E[V_{it} \times \tilde{\varepsilon}_{it} | X_{it}] = 0 \quad (8)$$

A pesar de que este supuesto no puede ser testeado directamente, resulta intuitivo que el único canal por medio del cual el viento afecte el desplazamiento forzado sea la aspersión aérea. Cuando el desplazamiento es forzado, es por un motivo propio del conflicto armado, por lo tanto, la velocidad del viento no podría ser una razón valida para registrarse como víctima.

Para corroborar lo anterior, la tabla 2 muestra los resultados de un modelo de MCO entre desplazamiento forzado y velocidad del viento en los municipios en los que se aplicó el programa y los que no ¹¹. Si bien estos resultados no determinan una relación causal entre ambas variables, sí determinan que para los municipios donde se asperjó la correlación con la velocidad del viento es estadísticamente significativa, mientras que en los que no se asperjó, no es concluyente. Por lo tanto, desde los datos, existen indicios de que el instrumento sí cumple con la restricción de exclusión.

¹¹El modelo se calculó con la misma matriz de controles aplicadas en ambas etapas de los Minimos Cuadrados en Dos Etapas (2SLS) de la sección anterior.

Tabla 2: Restricción de exclusión

	Municipios con Aspersión Aérea	Municipios sin Aspersión Aérea
Velocidad viento	0.040*** (0.014)	0.007 (0.008)
N	11554	65962
R2	0.73	0.58
Controles	Sí	Sí
Efectos Fijos	Sí	Sí

: Variable dependiente: *Desplazamiento forzado*

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.

Los errores estándar son robustos y están corregidos por clusters a nivel municipal.

7. Resultados

Relación entre desplazamiento forzado y aspersiones aéreas

	(MCO (MCO))	(MCO controles)	(Efectos fijos)	(IV)
**Aspersiones Aéreas				
con Glifosato**	0.00041*** (0.00007)	0.00015** (0.00006)	0.00003 (0.00003)	0.00249*** (0.00045)
N	11554	11554	11554	11554
R2	0.02	0.35	0.73	-0.52
Controles	No	Sí	Sí	Sí
Efectos Fijos	No	No	Sí	Sí

Note: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Los errores estándar son robustos y están corregidos por clusters de hogar.

7.1. Efectos heterogéneos

(OPCIÓN 1)

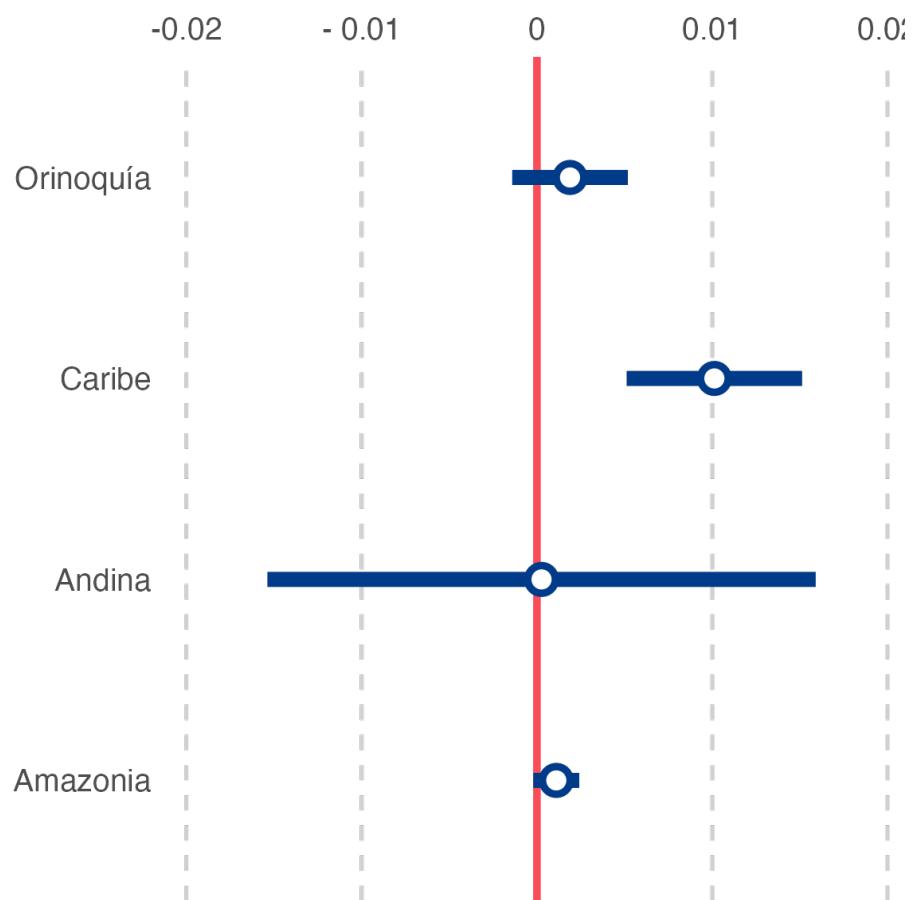


Figura 6: Efectos heterogéneos respecto a la región pacífico

(OPCIÓN 2)

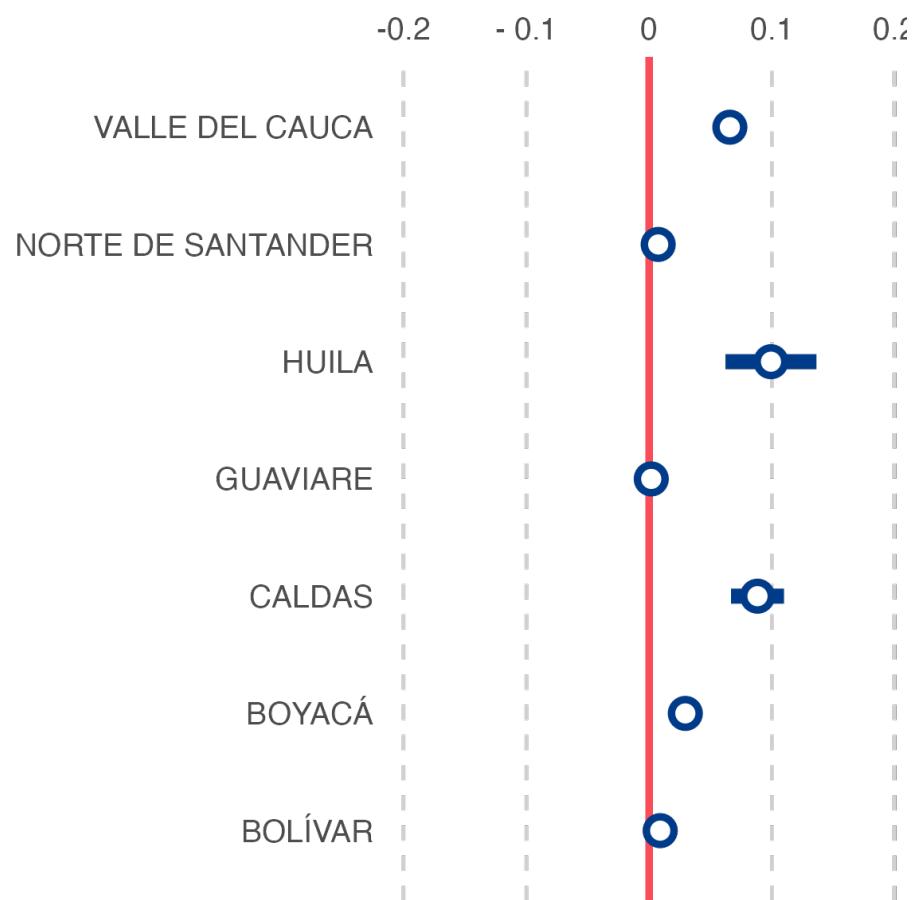


Figura 7: Efectos heterogéneos respecto al departamento de Antioquia

Referencias

- Abadie, A., Acevedo, M. C., Kugler, M., & Vargas, J. (2014). *Inside the war on drugs: Effectiveness and unintended consequences of*. Cambridge, MA: Harvard University. Unpublished Manuscript.
- Alonso, M. A. (1997). *Elecciones, territorios y conflictos*.
- Arjona, A. (2016). *Rebelocracy*. Cambridge University Press.
- Arjona, A., & Otálora, L. (2011). *Presencia vs. violencia: problemas de medición de la presencia de actores armados en Colombia*.
- Bandiera, A. (2021). Deliberate displacement during conflict: Evidence from Colombia. *World Development*, 146, 105547.
- Baugh, K., Elvidge, C. D., Ghosh, T., & Ziskin, D. (2010). Development of a 2009 stable lights product using DMSP-OLS data. *Proceedings of the Asia-Pacific Advanced Network*, 30(0), 114.
- Brauman, K., Flörke, M., Mueller, N., & Foley, J. (2011). Widespread Occurrence of Glyphosate and its Degradation Product (AMPA) in US Soils, Surface Water, Groundwater, and Precipitation, 2001-2009. *AGU Fall Meeting Abstracts*, 2011, H44A-08.
- Bromilow, R. H., Evans, A. A., Nicholls, P. H., Todd, A. D., & Briggs, G. G. (1996). The effect on soil fertility of repeated applications of pesticides over 20 years. *Pesticide Science*, 48(1), 63-72.
- CAJAR. (2005). Impacto de las fumigaciones Aereas Con Glifosato en el Putumayo. En CAJAR. <https://www.colectivodeabogados.org/impacto-de-las-fumigaciones-aereas-con-glifosato-en-el-putumayo/>
- Camacho, A., & Mejía, D. (2014). Consecuencias de la aspersión aérea en la salud: evidencia desde el caso colombiano. *Costos Económicos y Sociales del Conflicto en Colombia: ?‘ Cómo construir un posconflicto sostenible*, 117-138.
- Campos Contreras, J. F. et al. (2020). *Efectos de las aspersiones aéreas con glifosato sobre los rendimientos agrícolas*.
- Cardenas, F. (2020). Caso Ecuador C. Colombia: Aspersiones de Glifosato en la Frontera: Derecho Internacional Ambiental, Lucha contra el Terrorismo y Negociación. *Casos de América Latina ante la Corte Internacional de Justicia. Fronteras, conflictos armados, derechos humanos y medio ambiente*. Manuel Becerra Ed. Instituto de Investigaciones Jurídicas, UNAM.
- CNMH. (2015). *Una Nación Desplazada: Informe Nacional del Desplazamiento forzado en Colombia*. Centro Nacional de Memoria Histórica.
- Comisión de la Verdad, I. F. (2020). No matarás. En *Informe Final - Comisión de la Verdad*. <https://www.comisiondelaverdad.co/no-mataras>
- Comisión de la Verdad, I. F. (2022). Hasta la guerra tiene límites. En *Informe Final - Comisión de la Verdad*. <https://www.comisiondelaverdad.co/hasta-la-guerra-tiene-limites>
- Cox, C. (1995). Glyphosate. 2. Human exposure and ecological effects. *Journal of pesticide reform: a publication of the Northwest Coalition for Alternatives to Pesticides (USA)*.
- Czaika, M., & Kis-Katos, K. (2009). Civil conflict and displacement: Village-level determinants

- of forced migration in Aceh. *Journal of peace research*, 46(3), 399-418.
- de, M., Peres, T. B., Andrea, Luchini, L. C., Bazarin, S., Papini, S., Matallo, M. B., & Savoy, V. L. T. (2003). Influence of repeated applications of glyphosate on its persistence and soil bioactivity. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38, 1329-1335.
- Deacon, H., Görgens, M., et al. (2019). *Forced to leave: Determinants of slow-onset displacement in Colombia*. JSTOR.
- DIRAN. (2020). Modificación del Plan de Manejo Ambiental para el Programa de Erradicación de Cultivos Ilícitos mediante Aspersión Aérea. En *DIRAN*. <https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/2020-05/267042020%20Capitulo%202%20-%202.3%20Plan%20de%20Manejo%20Amb%20iental%20General.pdf>
- DNP. (2005). *Balance Plan Colombia 1999 – 2005*. https://colaboracion.dnp.gov.co/cdt/justicia%20seguridad%20y%20gobierno/bal_plan_col_espanol_final.pdf
- Elvidge, C. D., Baugh, K. E., Kihn, E. A., Kroehl, H. W., & Davis, E. R. (1997). Mapping city lights with nighttime data from the DMSP Operational Linescan System. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 63(6), 727-734.
- Gaviria, A., & Mejía, D. (2011). *Políticas antidroga en Colombia: éxitos, fracasos y extravíos*. Universidad de los Andes.
- Godoy, J. F. et al. (2018). *Violencia en la producción de cocaína: laboratorios y grupos armados*.
- Grajales, J. (2017). *Land grabbing, legal contention and institutional change in Colombia*. 75-94.
- Huete, D., K, M., T, R., E.P, G., & X, F. (2002). *Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices*. 83, 195-213. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(02\)00096-2](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(02)00096-2)
- Ibañez, A. (2008). *El Desplazamiento Forzoso en colombia: Un camino sin retorno hacia la pobreza*. Universidad de los Andes, Colombia.
- Ibáñez, A. M., Moya, A., et al. (2006). *Cómo el desplazamiento forzado deteriora el bienestar de los hogares desplazados?: análisis y determinantes del bienestar en los municipios de recepción*. CEDE.
- Ibáñez, A. M., & Vélez, C. E. (2008). Civil conflict and forced migration: The micro determinants and welfare losses of displacement in Colombia. *World Development*, 36(4), 659-676.
- IDMC. (2022). En *IDMC*. <https://www.internal-displacement.org/>
- Kalyvas, S. N. (2006). *The logic of violence in civil war*. Cambridge University Press.
- Kalyvas, S. N., Shapiro, I., & Masoud, T. E. (2008). *Order, conflict, and violence*. Cambridge University Press.
- Lajmanovich, R. C., Attademo, A. M., Simoniello, M. F., Poletta, G. L., Junges, C. M., Peltzer, P. M., Grenón, P., & Cabagna-Zenklusen, M. C. (2015). Harmful effects of the dermal intake of commercial formulations containing chlorpyrifos, 2, 4-D, and glyphosate on the common toad *Rhinella arenarum* (Anura: Bufonidae). *Water, Air, & Soil Pollution*, 226, 1-12.
- Lozano-Gracia, N., Piras, G., Ibáñez, A. M., & Hewings, G. J. (2010). The journey to safety: conflict-driven migration flows in Colombia. *International Regional Science Review*, 33(2), 157-180.

- Mejía, D. (2016). Plan Colombia: an analysis of effectiveness and costs. *Foreign Policy at Brookings*, 17.
- Relyea, R. A. (2005). The impact of insecticides and herbicides on the biodiversity and productivity of aquatic communities. *Ecological applications*, 15(2), 618-627.
- Reyes, L. C. (2014). Estimating the causal effect of forced eradication on coca cultivation in Colombian municipalities. *World Development*, 61, 70-84.
- Rodríguez, C. (2020). *Efecto de la aspersión aérea de cultivos de hoja de coca en el trabajo infantil, la asistencia a la escuela y el rezago escolar en Colombia, 2008-2012*.
- Ruiz-Toledo, J., & Sánchez-Guillén, D. (2014). Efecto de la concentración de glifosato presente en cuerpos de agua cercanos a campos de soya transgénica sobre la abeja Apis mellifera y la abeja sin aguijón Tetragonisca angustula. *Acta zoológica mexicana*, 30(2), 408-413.
- RUV. (2022). En *Unidad para las Víctimas*. <https://www.unidadvictimas.gov.co/es/registro-unico-de-victimas-ruv/37394>
- Stahel, W. (2013). *Statistische Datenanalyse: Eine Einführung für Naturwissenschaftler*. Springer-Verlag.
- Steele, A. et al. (2007). *Massive civilian displacement in civil war: assessing variation in Colombia*. Households in Conflict Network.
- Steele, A. (2011). Electing displacement: political cleansing in Apartadó, Colombia. *Journal of Conflict Resolution*, 55(3), 423-445.
- Univalle, A. de N. (2020). Efectos Negativos del Glifosato en la salud reproductiva - universidad del valle / cali, Colombia. En *Universidad del Valle*. Universidad del Valle / Cali, Colombia. <https://www.univalle.edu.co/lo-que-pasa-en-la-u/efectos-negativos-del-glifosato-en-la-salud-reproductiva/>
- Yonda, L. (2021). Aspersiones Aéreas: Poco Efectivas y Nocivas para el campesinado. En *Colombia Informa*. <https://www.colombiainforma.info/aspersiones-aereas-poco-efectivas-y-nocivas-para-el-campesinado/>
- Zhang, L., Rana, I., Shaffer, R. M., Taioli, E., & Sheppard, L. (2019). Exposure to glyphosate-based herbicides and risk for non-Hodgkin lymphoma: a meta-analysis and supporting evidence. *Mutation Research/Reviews in Mutation Research*, 781, 186-206.
- Zuleta, H., & Ferro, T. M. (2017). *Coca, cocaína y narcotráfico*. Universidad de los Andes.

Anexos

Anexo 1: Derecho de petición para establecer el número de desplazados registrados con fumigación aérea con glifosato como causa.

F-OAP-018-CAR

Al contestar por favor cite estos datos:
Radicado No.: 201410019513301
Fecha: 11/18/2014 2:11:52 PM

VALORACIÓN DEL HECHO DE DESPLAZAMIENTO FORZADO CON OCASIÓN A LA FUMIGACIÓN DE CULTIVOS ILICITOS

La Unidad para la Atención y Reparación Integral a las Víctimas en cumplimiento de lo establecido en el artículo 258 de la Ley 5 de 1992 y por virtud de la proposición No. 42 de 2014, en la cual se cuestiona acerca del número de "victimas del desplazamiento se deben a la fumigación de cultivos ilícitos" cuantificadas por "departamentos y municipios" informa lo siguiente de manera clara, precisa y concisa.

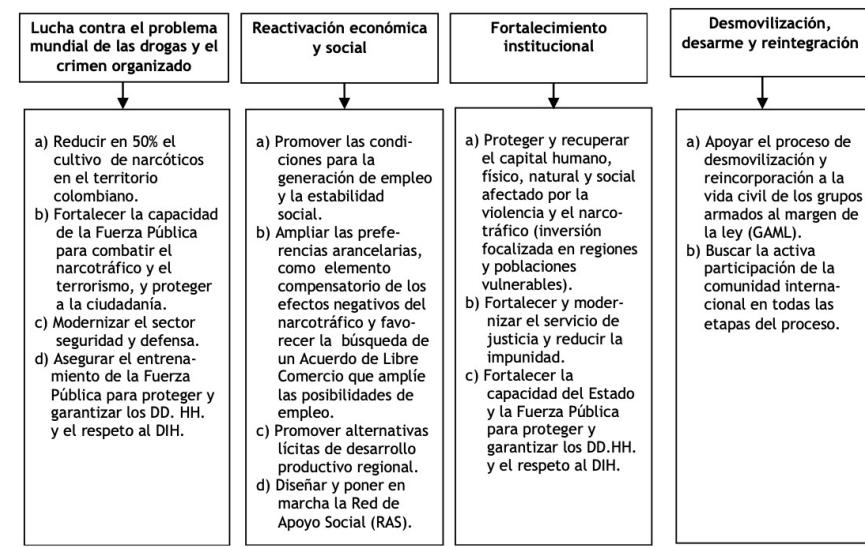
Tabla 1 Víctimas de desplazamiento forzado ocasionado por fumigaciones de cultivos ilícitos incluidas en el Registro Único de Víctimas (RUVC)

Tipo de desplazamiento	Incluido
Individual	551
Masivo	8.604
Total general	9.155

Fuente: Construcción Propia, información proceso de Registro

Unidad para la Atención y Reparación Integral a las Víctimas - www.unidadavictimas.gov.co
Línea gratuita nacional: 018000 91 11 19 - Bogotá: 426 1111
PBX: (571) 796 5150 - Oficina principal: Calle 16 No. 6 - 66 Piso 19 - Bogotá - Colombia
Recepción de correspondencia: Carrera 100 No. 24D - 55

Anexo 2: Componentes del Plan Colombia.



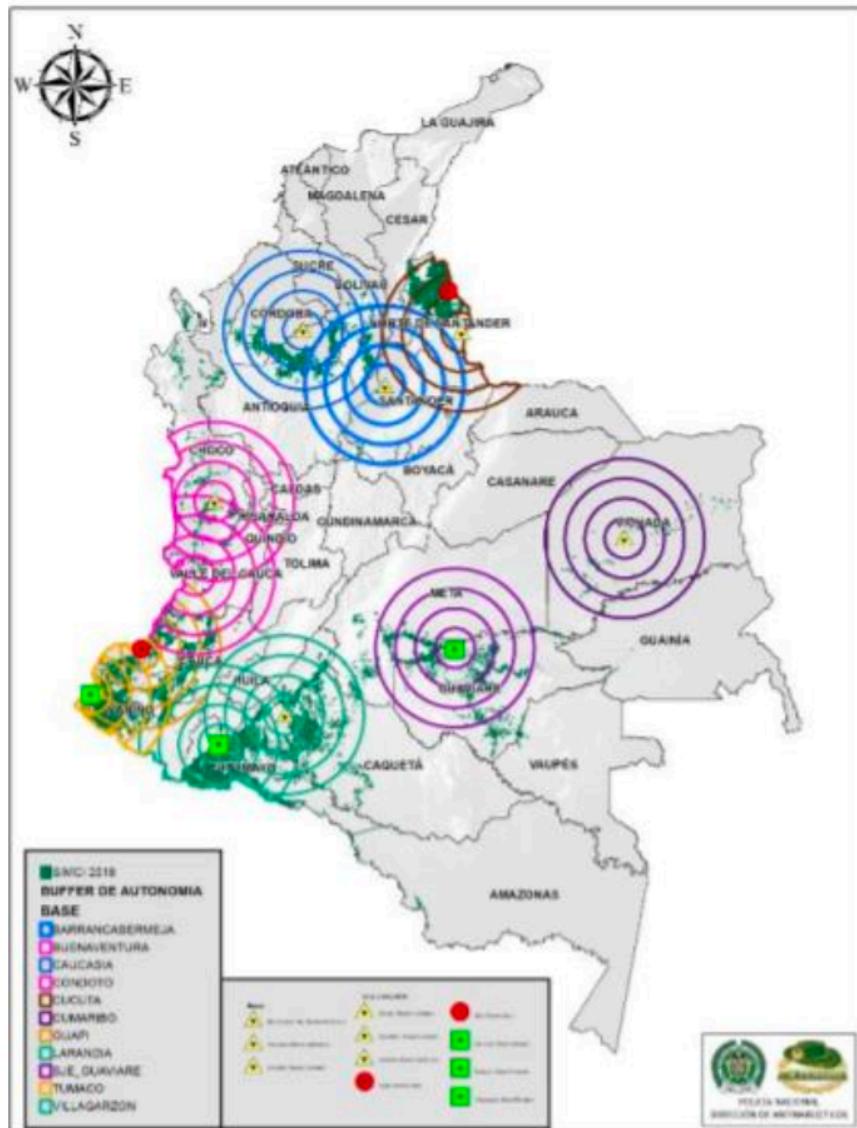
Fuente: DNP - DJS

Anexo 3: Condiciones para aplicar el PECIG

Parámetros técnicos de aspersión aérea con avión		Parámetros técnicos de aspersión aérea con helicóptero	
Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Altura de aplicación máxima permitida	Máximo de 30 m	Altura de aplicación máxima permitida	Hasta 30 m
Descarga máxima de glifosato	10 l/ha	Descarga máxima de glifosato	10 l/ha
Descarga máxima de mezcla	30 l/ha	Descarga máxima de mezcla	30 l/ha
Coadyuvante (aceite mineral)	1% del volumen total de la mezcla	Deriva Permisible	< 10 m
Agua	19,7 l/ha. – 65,7% de la mezcla	Temperatura Máxima	35° C
Tamaño de gota	120 - 330 micras	Velocidad Máxima del Viento	4 - 10 nudos – (7,4 -18,5 km/h)
Deriva permisible (metros)	Hasta 10 m	Capacidad mezcla (mínima)	175 gal / 662,4 L
Temperatura máxima	35° C	Velocidad (VNE) – Velocidad Nunca Exceder - Booms instalados	130 nudos (241 km/h) por el fabricante
Humedad relativa (porcentaje)	60 a 90%	Estimado ancho de faja	Dentro del disco del rotor principal
Velocidad del viento en la aplicación (Km por h)	Hasta 10 Km/h	Puertos para boquillas	68 – 92 de ¼ diámetro de boquilla
Presión de la bomba (PSI)	50 PSI (± 10)	Velocidad del helicóptero	40 - 60 nudos (74,1 – 111,1 km/h)
Tipo de boquilla	CP11 TT 0015	Tipo de boquilla	Accu-Flo 0,063-16
Velocidad de aplicación del avión -millas- (kilómetros por hora)	Hasta 150 millas (242 km/h)	Tamaño de Gota promedio	Mayores 330 micras
Ancho de faja (metros)	32 metros		

Fuente: DIRAN, 2020

Anexo 4: Núcleos de aplicación del PECIG



Anexo 5: Fuentes y variables de control asociadas con violaciones a derechos humanos

Variable	Fuente	Incorporación en el modelo
Amenaza	Registro Único de Víctimas	Sí
Desaparición forzada	Registro Único de Víctimas	
Combates	Registro Único de Víctimas	Sí
Secuestro	Registro Único de Víctimas	No
Perdida de bienes	Registro Único de Víctimas	No
Minas antipersonas	Registro Único de Víctimas	No
Tortura	Registro Único de Víctimas	No
Homicidio	Registro Único de Víctimas	Sí
Reclutamiento de menores	Registro Único de Víctimas	No
Violencia sexual	Registro Único de Víctimas	Sí
Abandono y despojo	Registro Único de Víctimas	Sí
Masacres	Centro Nacional de Memoria Histórica	No
Violencia sexual	Centro Nacional de Memoria Histórica	No
Atentado	Centro Nacional de Memoria Histórica	Sí
Daño a bienes	Centro Nacional de Memoria Histórica	Sí
Desaparición forzada	Centro Nacional de Memoria Histórica	Sí
Enfrentamientos	Centro Nacional de Memoria Histórica	No
Minas antipersonal	Centro Nacional de Memoria Histórica	Sí
Secuestro	Centro Nacional de Memoria Histórica	No
Reclutamiento de menores	Centro Nacional de Memoria Histórica	Sí
Ataque a población	Centro Nacional de Memoria Histórica	Sí
Asesinatos selectivos	Centro Nacional de Memoria Histórica	No
Luminosidad	Earth Observation Group	Sí
Rainfall	Nasa	Sí
Vegetation	Nasa	Sí
Elecciones	Consejo Nacional Electoral	Sí

Anexo 6: Comparación vientos y desplazamientos meses en los que se asperjó con respecto a los que no.