

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

En Colombia el conflicto armado ha dejado al menos 8.391.662 víctimas de desplazamiento forzado interno registradas (RUV, 2022)¹. Esto equivale aproximadamente al 16% de la población colombiana actual. Son múltiples las razones por las que una víctima decide desplazarse de su territorio, probablemente la más evidente es la violencia que generan las disputas territoriales (Arjona, 2016; Ballvé, 2012; Czaika & Kis-Katos, 2009; Deacon et al., 2019; Kalyvas, 2006; Lozano-Gracia et al., 2010). Sin embargo, también existen eventos asociados a la guerra que van más allá de la violencia e inciden sobre el bienestar de las poblaciones obligándolas a movilizarse masivamente (Ibáñez & Vélez, 2008; Steele et al., 2007). Dentro de estos eventos, se ha estudiado poco la incidencia que la lucha contra las drogas, en el marco del Plan Colombia², puede tener sobre el desplazamiento forzado, en especial el Programa de Aspersiones Aéreas con Glifosato (PECIG).

En este contexto, el objetivo de este trabajo es determinar cuál fue la magnitud del efecto del PECIG sobre el desplazamiento forzado durante el Plan Colombia. Responder a esta pregunta implica una complejidad importante: Aunque el desplazamiento está ampliamente documentado en Colombia, no sucede lo mismo con sus motivos. La dificultad de identificar a cabalidad las causas del desplazamiento tiene que ver, entre otras cosas, con que para las víctimas el proceso de registro resulta más complicado cuando no está asociado a la violencia derivada del conflicto. En el caso del PECIG, el Registro Único de Víctimas (RUV) 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 razón directa considerada dentro del registro de las víctimas³. Esto quiere decir que la cifra mencionada es producto de un claro subregistro.

Esta investigación busca solucionar ese problema estableciendo la relación existente entre las aspersiones aéreas y los desplazamientos forzados registrados. No obstante, por el diseño del Plan Colombia, los municipios en los que se asperjó están asociados directamente con el conflicto armado, que a su vez se encuentran relacionados con el desplazamiento forzado. Esto implica que no se puede determinar un efecto causal de ambas variables dado que presentan problemas de endogeneidad. Para corregirlos, se utiliza el método de Variables Instrumentales (IV) que permite identificar el efecto causal de ambas variables través de un instrumento exógeno. En este documento se emplea como instrumento la fuerza de los vientos. Dentro de los líneamientos en el momento de fumigar, el viento era una variable decisión que afectaba directamente probabilidad y la intensidad de aspersión. Por lo tanto, este instrumento permite encontrar variación exógena, no en la aplicación del programa, sino en la intensidad de las aspersiones, lo cual permite exponer los resultados en términos de relaciones de cambio.

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

²El Plan Colombia fue 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.

³Decreto 2562 de 2001. Donde se establece una atención especial a las víctimas de desplazamiento forzado por violencia.

Los resultados de este trabajo estiman que por cada 10 hectáreas adicionales de coca asperjada existió un aumento del % de desplazamientos forzados en los municipios y meses donde se aplicó el programa. Además, la decisión de desplazarse no es inmediata en todos los casos: los resultados indican que también existe una relación entre las aspersiones y la migración forzada acumulada tres meses después de la aplicación del programa. En este caso, por cada 10 hectáreas asperjadas adicionales, los desplazamientos aumentaban en un %. Más aún, se encontró que existen efectos diferenciados de acuerdo a la intensidad de aspersión. Es decir, el efecto es mayor en los municipios donde se intensificó el PECIG. Esto ocurre especialmente en los municipios que se encuentran en el quintil de intensidad más alto.

Son cuatro los posibles canales directos por los cuales existe esta relación: las afectaciones en salud, los daños ambientales, la intensificación de la violencia y los efectos económicos adversos. Estos obedecen a consecuencias del conflicto armado que han sido ampliamente estudiadas pero pocos estudios las han relacionado con la política antidroga, además del conflicto armado. La mayoría de estudios se centran en la relación del narcotráfico como financiador y prolongador de diferentes conflictos armados en el mundo (Angrist & Kugler, 2008; Ballvé, 2012; Cornell, 2005; Gutiérrez & Thomson, 2020; Mercille, 2011; Monteleone, 2016), más que en la evaluación de los programas de política antidroga frente a las guerras civiles. Es decir, son menos los estudios que exponen estos programas como un agravante de la violencia en los territorios (Abadie et al., 2014; Reyes, 2014; Turkoglu, 2022; Zuleta & Ferro, 2017). En consecuencia, esta investigación contribuye a esa literatura cuantificando el efecto que tuvo el programa principal de política antidroga como un intensificador del conflicto armado y explicando los posibles canales por los que se da esta relación.

Paralelamente, esta investigación ofrece elementos de política pública en dos líneas: la política antidroga y los programas para mitigar el conflicto armado. Respecto a la primera, recientemente se ha debatido la posibilidad de legalizar las aspersiones aéreas y retomarlas como principal política para combatir el narcotráfico ⁴. Han sido múltiples los estudios que cuestionan su efectividad (Gaviria & Mejía, 2011; Mejía, 2016) y muestran sus consecuencias negativas sobre la población (Camacho & Mejía, 2014; Reyes, 2014; Rodríguez, 2020). Estos resultados contribuyen al debate de los costos y beneficios de este programa, en particular, aportan una nueva variable a tener en cuenta en la evaluación de las consecuencias no deseadas que las aspersiones con glifosato pueden generar sobre la población.

La segunda línea está relacionada con los programas de seguridad. Las dinámicas del conflicto armado en los territorios son complejas y tienen múltiples elementos que considerar a la hora de formular políticas públicas. Varios estudios han demostrado que la prestación de bienes públicos y las políticas de seguridad en regiones con baja capacidad estatal y conflicto terminan convirtiéndose en incentivos perversos a favor del clientelismo armado y la violencia en contra de la población civil (Acemoglu et al., 2020; Ballentine & Nitzschke, 2003; Fergusson, 2017; Gutiérrez-Sanín & Wood, 2017). Este trabajo proporciona elementos que ponen en el centro

⁴Para 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>.

de la discusión las consecuencias negativas que estos programas antidrogas tuvieron en los territorios asperjados con glifosato que en la mayoría de casos eran desprotegidos. Frente a esto, han sido múltiples las quejas de campesinos que se vieron obligados a migrar por los efectos del uso del glifosato y no han 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 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)

El resto de este artículo se encuentra estructurado de la siguiente manera: en la sección dos se exponen cuáles son las causas del desplazamiento forzado desde lo que se ha trabajado en la literatura. La sección tres contiene un contexto del Plan Colombia, específicamente del Programa de Aspersiones Aéreas con Glifosato (PECIG). La sección cuatro presenta el marco conceptual de este trabajo. La sección cinco determina la estrategia empírica, los problemas de identificación y la construcción de la variable instrumental. La sección seis expone los datos y las estadísticas descriptivas que se tomaron como base en este trabajo. 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.

2. Causas del Desplazamiento Forzado Interno

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 enfocado los esfuerzos de política pública y los estudios sobre migración forzada a entender las causas que lo producen alrededor de los diferentes conflictos armados en el mundo (Arjona, 2016; Kalyvas, 2006; Steele, 2019; Turkoglu, 2022).

El canal más directo es la violencia, la cual usualmente no es aleatoria. En las guerras internas la población civil es un actor clave para la supervivencia de los grupos armados, por lo tanto, en los procesos de disputa por el control territorial surgen la mayoría de violaciones a derechos humanos que llevan a poblaciones a movilizarse masivamente (Arjona, 2016; Crisp, 2010; Ibáñez & Vélez, 2008; Kalyvas, 2006; Steele, 2019). Además, los procesos de recuperación de la presencia estatal en estas regiones, en muchas ocasiones, también viene acompañada de combates y enfrentamientos que deja a los civiles en el medio. Estas políticas de seguridad basadas en violencia en territorios con poca presencia estatal, genera efectos adversos sobre la población que usualmente termina en desplazamientos forzados (Acemoglu et al., 2020; Comisión de la Verdad, 2022; Fergusson, 2017; Moore & Shellman, 2006; Turkoglu, 2022).

Por otra parte, los conflictos armados internos obedecen a patrones que van más allá de la violencia. Estos pueden generar un sin número de razones por las cuales las personas deciden abandonar su hogar. Por ejemplo, el miedo que produce estar en medio de un territorio desprotegido estatalmente en medio de un conflicto es una causa para que las personas decidan movilizarse (Griffiths, 2020; Hammar, 2020). También, las redes de apoyo que pueda tener las comunidades en otros territorios, incluso conformada por otras personas que se desplazaron antes, aumenta la probabilidad de migrar para las personas que se encuentran en regiones vulnerables (Chávez-Plazas & Bohórquez-Bohórquez, 2011; Revkin, 2021; Wachter & Gulbas, 2018). En este sentido, estudiar las causas del desplazamiento forzado está precedido de entender las dinámicas del conflicto en cada país (Steele, 2019).

En Colombia las causas del desplazamiento forzado, además de la violencia directa, se han asociado principalmente a 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).

Las causas sanitarias se pueden dividir en dos: las afectaciones medioambientales y a la salud de los campesinos. En este sentido, estudios muestran que en Putumayo, las voladuras de oleoductos y las aspersiones aéreas producían daños ambientales y en salud que afectaban el bienestar de la población que los forzaba a irse de sus tierras (Comisión de la Verdad, 2022; Deacon et al., 2019). Además, varias investigaciones muestran que el conflicto armado ha intensificado las deforestaciones y la minería ilegal afectando directamente el medio ambiente y la biodiversidad de las regiones. (ICG, 2022; Mier, 2015; Rettberg et al., 2018).

En cuanto a los factores políticos que explican la migración forzada, un estudio sobre las elecciones en Urabá, muestra que en períodos electorales, la violencia aumenta y los actores armados expulsan en mayor medida a personas pertenecientes a movimientos sociales (Steele, 2011). 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, diferentes investigaciones han tratado múltiples causas que se relacionan con el desplazamiento forzado interno colombiano. Sin embargo, a nivel cuantitativo, existen pocos estudios que analicen los efectos no deseados de políticas de seguridad sobre el desplazamiento forzado. Por esta razón este trabajo aporta a la literatura estimando el efecto que tuvo la política antidroga con el Programa de Erradicación Aérea con Glifosato (PECIG) sobre el desplazamiento forzado desde el 2004 hasta el 2012.

3. Programa de Erradicación Aérea con Glifosato (PECIG)

Durante el año 1999 se firmó el Plan Colombia, 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 coca en el territorio colombiano. Bajo este contexto, a cargo de la Policía Nacional Antinarcóticos se crea el Programa de Erradicación Aérea con Glifosato (PECIG), un programa de aspersión aérea con glifosato de manera masiva que fue aplicado 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 llevaban. Estos fueron aplicados desde finales del 2003⁵, 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 aeronaves (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.

Por esta razón, esta investigación busca determinar si el programa tuvo relación con el desplazamiento forzado interno, que 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.

⁵Resolución 1054 del 30 de septiembre del 2003.

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, y enfrentarse a un nuevo contexto; o quedarse y afrontar las consecuencias de hacerlo, ambas opciones 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 da por medio de distintos canales. Primero, se ha demostrado que el glifosato en grandes cantidades concentradas genera problemas de salud como: enfermedades dermatológicas, abortos espontáneos, daños en la salud reproductiva e incluso aumenta la probabilidad de cáncer Linfoma Non-Hodgkins (Camacho & Mejía, 2014; Univalle, 2020; Zhang et al., 2019). Segundo, a nivel económico, además de destruir cultivos lícitos a su paso, 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, junto con 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 genera en las guerrillas la necesidad de ratificar su control territorial (Abadie et al., 2014; Reyes, 2014).

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:

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

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 estudia el efecto de aplicar o no el programa, sino la relación de cambio de aplicarlo con mayor intensidad. La siguiente sección expone la estrategia empírica para cuantificar este efecto. Esta explica la forma en la que esta investigación se aproxima a medir la intensidad de aspersión, y propone un modelo que relaciona la perdida de utilidad de las poblaciones a raíz del PECIG. Esto por medio del número de desplazamientos que sucedieron relacionados con las aspersiones aéreas con glifosato.

5. Estrategia Empírica

Para estimar el efecto entre el desplazamiento forzado interno y las aspersiones con glifosato es necesario medir la variación a nivel mensual y municipal. Primero, porque la aplicación del programa solo podía darse máximo tres meses en el año, por lo que para captar las diferencias del efecto de acuerdo a la intensidad es necesario desagregar la información a este nivel. Segundo, la decisión de aspersión estaba condicionada a lo que en el PECIG se llamaban núcleos. Estos eran puntos habilitados, en su mayoría aeropuertos, para preparar el herbicida y distribuirlo (anexo 4). Por lo tanto, el momento de aspersión se determinaba de acuerdo con la cercanía del municipio a cada núcleo. De este modo, la relación se encuentra modelada en la siguiente ecuación:

$$\log(y_{it+1}) = \alpha + \beta AG_{it} + \theta X_{it} + \delta_i + \delta_m + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

Donde $\log(y_{it})$ es el logaritmo de los desplazamientos mensuales en el municipio i en el mes $t + 1$ ⁶. Esto significa que, el modelo recoge la relación entre las aspersiones aéreas y los desplazamientos forzados en el mes siguiente. Esto por dos razones: primero, la decisión de movilizarse no se puede asumir como inmediata después de la aspersión, sino como una consecuencia en la afectación del bienestar por medio de los canales ya expuestos. Segundo, de esta forma se asegura que en los datos los desplazamientos que se están midiendo en la relación son todos antecedidos por la aplicación del programa. Además, AG_{it} son las hectáreas asperjadas en el municipio i en el mes t . Por lo tanto, β mide la magnitud del efecto entre las aspersiones con glifosato y el desplazamiento del mes siguiente.

Para controlar la variabilidad sistemática relacionada con factores no observados, se aplican efectos fijos por municipio, año y mes. Los efectos fijos por municipio (δ_i) controlan la heterogeneidad geográfica, como la estructura socioeconómica o características culturales. Los efectos fijos (δ_t) por año permiten controlar la posible tendencia temporal de la relación entre las variables, mientras que los mensuales (δ_m) controlan la posible estacionalidad en los

⁶Se 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>.

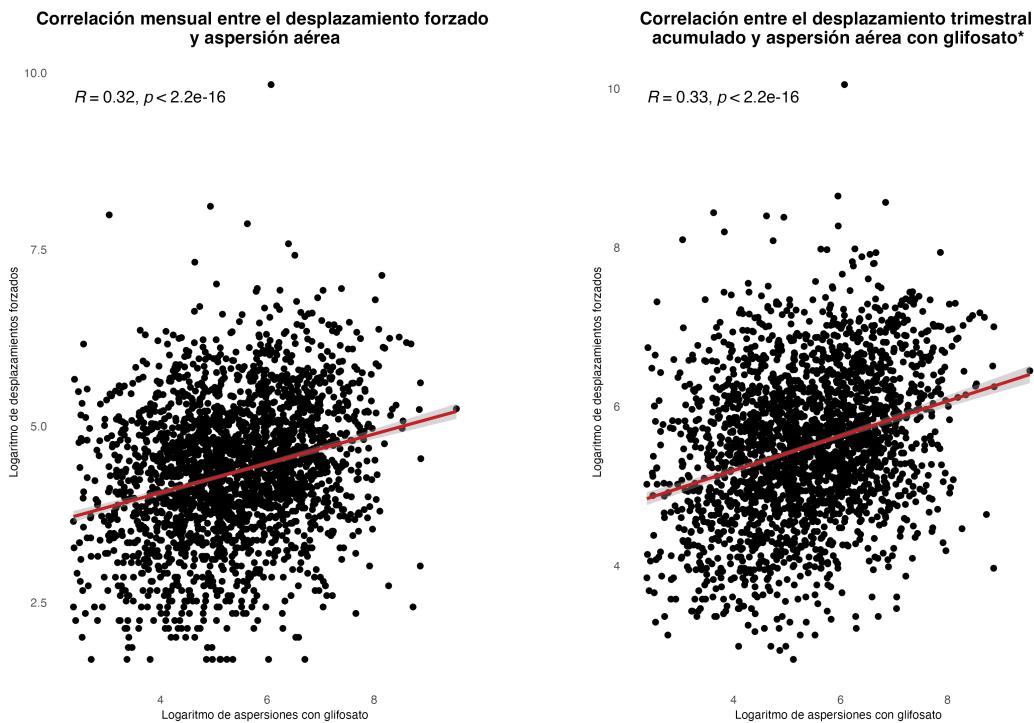
datos. Al incorporar estos efectos fijos, se diferencian los efectos de las variables explicativas y los factores específicos de cada unidad geográfica y temporal.

De acuerdo con Angrist & Pischke (2009) los controles adecuados son variables que han sido fijadas en el momento en que se determinó el regresor de interés. Por lo tanto, la matriz de controles X_{it} contiene variables que influían en la asignación y la aplicación del programa. En cuanto a las variables que afectaban la asignación del programa, se incluyeron variables asociadas a la presencia de grupos armados, principalmente enfocadas en violencia contra la población civil y enfrentamientos contra el ejército. Además, se introdujo el uso del suelo como proxy de la presencia no violenta de los grupos armados, pues se ha demostrado que los lugares donde habitaban transforman las decisiones de uso de la tierra (Arias et al., 2012; Fajardo, 2004). Por último, dado que uno de los objetivos fijados del plan era promover el desarrollo económico en los municipios desprotegidos, se utilizó la variable de luminosidad municipal para aproximarse al desarrollo económico, o la falta de este, en cada región.

Por otro lado, existen variables que afectaban directamente la aplicación del programa determinadas por el PMA, por esto se añadió la intensidad de las lluvias como una variable que controla la probabilidad de aspersión. Además, se añadieron los choques de viento municipales, esto debido a que cuando estos eran mayores a 10km/h era prohibida la ejecución del programa. Finalmente, se añadieron los cultivos de coca que es la variable central para determinar el lugar y la intensidad de aspersión.

Además, ε_{it} es el error de regresión de cada municipio y cada mes. Dado que la aspersión solo se podía dar hasta tres veces al año, en el resto de meses no se aplicaba el programa. Esto significa que, en las observaciones hay grupos de observación que no varían a nivel municipal. De manera que los errores convencionales pueden subestimar la varianza de los coeficientes (Moulton, 1986), por lo tanto, los errores se clusterizaron a nivel municipal.

La figura 3, la posible relación entre el desplazamiento y las aspersiones. La línea roja es la medida de ajuste del modelo. Aquí se 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, los municipios en los que se aplicó el PECIG son sistemáticamente distintos a los que no. Lo anterior 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.



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

Figura 1: Correlación Desplazamiento y Aspersión Aérea con Glifosato

Para comprobar si existe una correlación espacial entre ambas variables, la figura 4 muestra la asociación espacial LISA entre las 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 correlación significativa entre ambas variables.

En este caso, se puede notar que en la mayoría de territorios la correlación se aglomera específicamente en los municipios del sur y nororiente del país, en cambio en el centro no existe tal relación. Por lo tanto, esta figura expone que los municipios donde se asperjó son sistemáticamente distintos a los que no, lo que implica que esta correlación no se puede asumir como una relación causal.

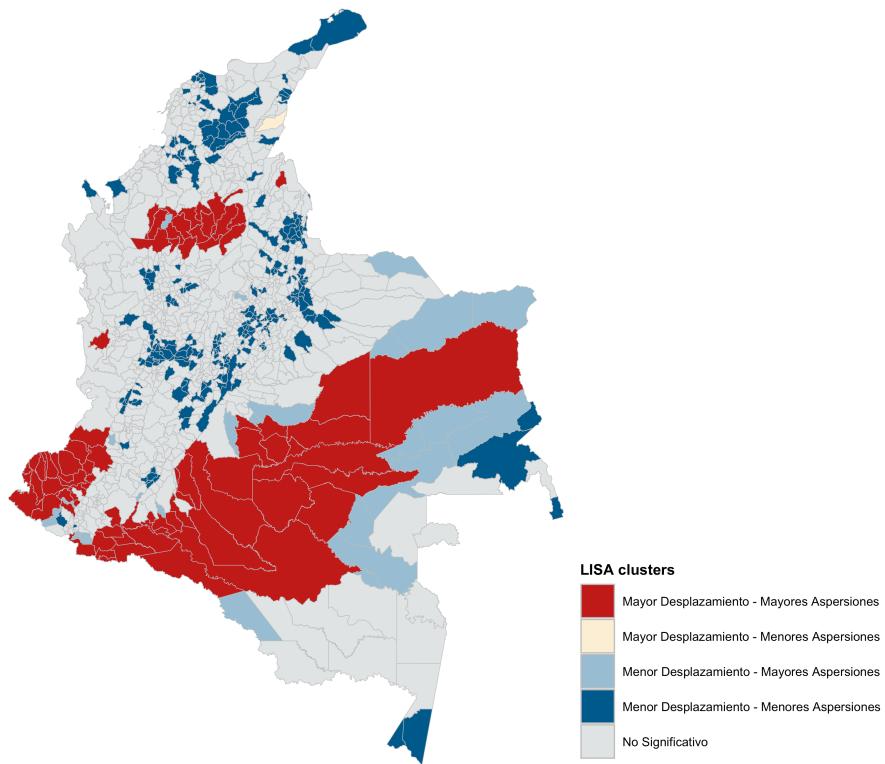


Figura 2: Correlación espacial entre desplazamiento y aspersiones (2004 - 2012)

Para corregir estos problemas de endogeneidad se utiliza un modelo de variables instrumentales que introdujera aleatoriedad sobre la probabilidad de aspersión. En este sentido, se utilizó el promedio mensual de la velocidad del viento en cada municipio debido a que esta era una variable central para determinar la intensidad de aspersión. Por lo tanto, el instrumento capta variación exógena en los cambios que existen entre el número de hectáreas de coca asperjadas en cada municipio.

5.1. Instrumento: Velocidad del Viento.

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). 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. Aún así, cuando el viento no alcanzaba su límite, la aplicación total del programa se encontraba condicionada por esta variable. Por lo tanto, este es un instrumento relevante en la decisión de la intensidad de la aspersión en cada municipio⁷ ⁸.

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.

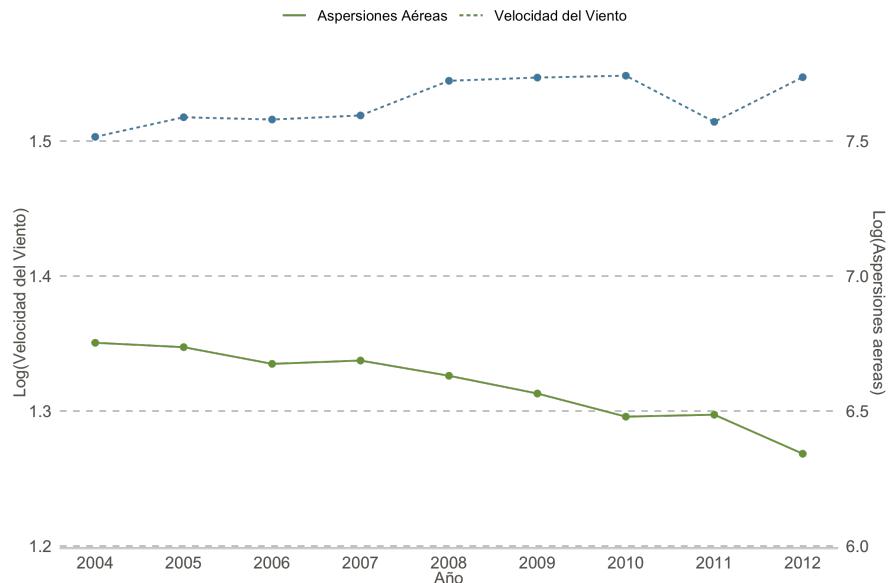


Figura 3: Velocidad del viento y Aspersiones Aéreas municipales en el tiempo

Para construir el instrumento, se utilizó la base de datos RMBOS⁹ 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 tarde¹⁰. Además, se encuentra dividida por pixeles de 0.25x0.25 grados. Esta información se agregó calculando la media mensual de

⁷Intensidad contado en términos de número de hectareas asperjadas por municipio.

⁸Además para pruebas de robustez se utilizaron las bases FLDAS 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.

⁹Además 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.

¹⁰Estas eran las horas a las que se permitía asperjar de acuerdo al Plan de Manejo Ambiental.

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.

5.2. Ecuaciones de Estimación

Para corregir el problema de endogeneidad a través de la variable instrumental ya mencionada, se utiliza un método de Mínimos 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 ϕ muestra el impacto que tiene el instrumento sobre la variable de interés. Los resultados de la primera etapa se muestran en la tabla 1.

La segunda etapa representada en la ecuación 6 expone la relación entre la variable dependiente y la variable instrumentada 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.

$$\log(\tilde{y}_{it+1}) = \tilde{\alpha} + \tilde{\beta} \widehat{AG}_{it} + \tilde{\theta} X_{it} + \delta_i + \delta_t + \tilde{\varepsilon}_{it} \quad (6)$$

Finalmente, la figura 5 muestra que el número de hectáreas asperjadas con glifosato era distinta entre regiones. Por lo tanto, pueden existir efectos heterogéneos en cuanto a la intensidad de la aplicación. La ecuación para estimar estos efectos diferenciados es:

$$\log(\tilde{y}_{it}) = \delta_d + \tilde{\beta} \widehat{AG}_{it} + \tilde{\beta} \widehat{AG}_{it} * Int_{jt} + \tilde{\theta} X_{it} + \delta_i + \delta_t + \delta_m + \delta_{int} + \tilde{\varepsilon}_{it} \quad (7)$$

Donde δ_{int} son los efectos fijos por quintiles de intensidad de aspersión y Int_{jt} es una variable binaria que toma valores de 1 por cada quintil. En este caso, el modelo toma como punto de comparación el primer quintil, debido a que así se pueden evaluar que tanto cambia el efecto acorde al aumento en el número de hectáreas asperjadas.

5.3. 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 con efectos fijos por municipio, mes y año con errores clusterizados. Allí se puede notar que la correlación entre la velocidad del viento y las aspersiones aéreas son estadísticamente significativas y con dirección negativa. Esto significa que, a mayor velocidad del viento, menores niveles de aspersión aérea, lo cual es consistente con las condiciones del PMA.

Por otro lado, en la tabla 1 se puede observar que el valor del F estadístico es mayor a 10, lo que sugiere que el instrumento utilizado es fuerte (Stock & Yogo, 2002). No obstante, es importante considerar que al tener en cuenta los problemas de heterocedasticidad y autocorrelación de los errores del modelo, el instrumento pierde relevancia, como se muestra en el F estadístico efectivo (Olea & Pflueger, 2013). Este último tiene un valor de 12.936 y, si bien supera el umbral establecido para la hipótesis nula de que el instrumento no contiene más del 20% del sesgo de los casos más críticos, no logra superar la prueba con un umbral del 10%. Esto sugiere que el instrumento puede contener un cierto grado de sesgo que afecta la precisión de la estimación.

Tabla 1: Resultados primera etapa

(a) Variable dependiente: *Desplazamiento forzado*

	(1)
Velocidad viento	-168,9*** (46,7)
N	10.180
R2	0,022
F estadístico	19,03
F estadístico efectivo	18,12
Controles	Sí
Efectos Fijos	Sí

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

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

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 una regresión entre el 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. Además, la tabla 2 confirma que la correlación de los vientos con el desplazamiento es negativa, lo cual es consistente con la correlación que tiene el viento con las aspersiones aéreas. Por lo tanto, desde los datos, existen indicios de que el instrumento sí cumple con la restricción de exclusión.

Tabla 2: Restricción de exclusión

(a) Variable dependiente: *Desplazamiento forzado*

	Municipios con Aspersión Aérea	Municipios sin Aspersión Aérea
Velocidad viento	-0,061* (0,0324)	-0,021 (0,0243)
N	10.180	18.657
R2	0,0432	0,0158
Controles	Sí	Sí
Efectos Fijos	Sí	Sí

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

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

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

6. Datos y Estadísticas Descriptivas

En esta sección se presentan los datos que se utilizaron para estimar los modelos presentados en la estrategia empírica.

6.1. 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 Colombia¹². 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 4 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).

De la misma manera, la figura 4 muestra que el rango del último quintil se encuentra entre 4.157 hasta 107.137 desplazamientos. Esto significa que existen municipios donde la magnitud de este hecho victimizante fue diferencialmente masiva respecto a todo el país. El municipio más afectado es Buenaventura; seguido de Tumaco con 87.943 desplazamientos registrados; Medellín con 74.098; Santa Marta con 43516; y Tame con 40312. Todos estos municipios, junto con los que estuvieron tres desviaciones estandar por encima del promedio, fueron tomados como outliers dentro del modelo¹³.

¹²En 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 cinco 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.

¹³Los outliers en el modelo fueron excluidos porque afectaban las estimaciones. En el apéndice 5, se muestra un análisis al respecto.

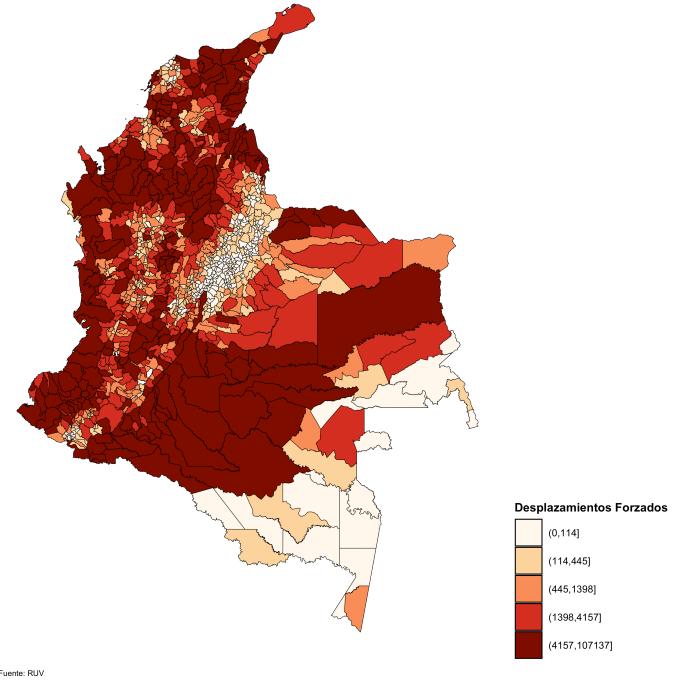


Figura 4: Hechos de desplazamiento forzado a nivel municipal en Colombia (2004 - 2012)

6.3. 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. 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 5, las zonas donde se concentró el programa fueron el sur del país, el Pacífico, Magdalena Medio y alrededor de la frontera con Venezuela. En este sentido, se puede notar que la distribución territorial de la aplicación del programa coincide con en su mayoría con los que sufrían mayor desplazamiento.

Al igual que con el desplazamiento, hubo municipios donde la aspersión fue desproporcionalmente mayor respecto al promedio de la aplicación del programa. La mayoría de estos municipios se encuentran entre Nariño y Guaviare. Por ejemplo, municipios como Tumaco se alcanzaron a asperjar hasta 100.182 entre 2004 y 2012; en Magüí 65.798; en San José del Guaviare 59.358; en Nariño 54.767; y el Charco 50.852. Esto es muestra que la aplicación del programa fue bastante heterogénea de acuerdo a cada región.

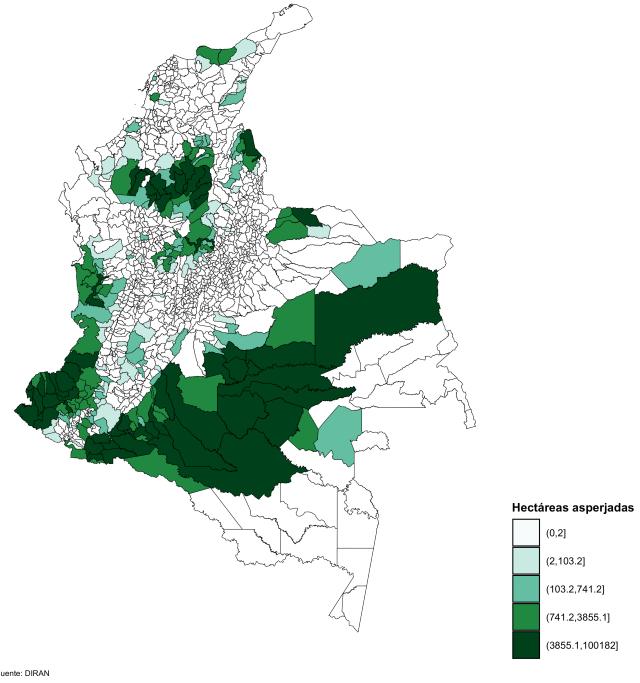


Figura 5: Aspersiones Aéreas municipales en Colombia (2004 - 2012)

6.3. Controles

Para incluir los controles basados en 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 los ataques a la población. 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. Por otro lado, para incluir los usos del suelo se utilizaron los datos DISC de la NASA (Huete et al., 2002), los cuales miden la variación en el uso del suelo de acuerdo a imágenes que día a día proporcionan tamaño y las características de la vegetación.

En el caso de variables asociadas al programa, se tomaron las precipitaciones de cada territorio tomando como variable la frecuencia de las lluvias de los datos DISC de la NASA. Además, se ha demostrado que la luminosidad de los municipios es una buena variable proxy de desarrollo económico y desprotección estatal (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. Estas 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.

7. Resultados

Tabla 3: Relación entre aspersiones aéreas y desplazamientos forzados

(a) Variable dependiente: *Desplazamiento forzado*

	(MCO)	(IV)	(IV)
Aspersiones Aéreas			
con Glifosato	0,0065*** (0,000024)	0,004 (0,000237)	0,0359* (0,000191)
N	10.180	10.180	10.180
Controles	Sí	No	Sí
Efectos Fijos	Sí	Sí	Sí

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

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

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.
- Acemoglu, D., Fergusson, L., Robinson, J., Romero, D., & Vargas, J. F. (2020). The Perils of High-Powered Incentives: Evidence from Colombia's False Positives. *American Economic Journal: Economic Policy*, 12(3), 1-43. <https://doi.org/10.1257/pol.20180168>
- Angrist, J. D., & Kugler, A. D. (2008). Rural Windfall or a New Resource Curse? Coca, Income, and Civil Conflict in Colombia. *The Review of Economics and Statistics*, 90(2), 191-215. <https://doi.org/10.1162/rest.90.2.191>
- Angrist, J. D., & Pischke, J.-S. (2009). *Mostly harmless econometrics: An empiricist's companion*. Princeton university press.
- Arias, M. A., Ibáñez Londono, A. M., et al. (2012). *Conflict armado en Colombia y producción agrícola: ¿aprenden los pequeños productores a vivir en medio del conflicto?*
- Arjona, A. (2016). *Rebelocracy*. Cambridge University Press.
- Ballentine, K., & Nitzschke, H. (2003). Beyond greed and grievance: Policy lessons from studies in the political economy of armed conflict. *Security and Development: Investing in Peace and Prosperity*, 164.
- Ballvé, T. (2012). Everyday state formation: territory, decentralization, and the narco landgrab in Colombia. *Environment and Planning D: Society and Space*, 30(4), 603-622.
- 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.
- 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.

- Chávez-Plazas, Y. A., & Bohórquez-Bohórquez, M. C. (2011). Desplazamiento forzado y reconfiguraciones familiares: una mirada a la situación de madres solteras adolescentes en Soacha. *PROSPECTIVA. Revista de Trabajo Social e Intervención Social*, 289-304.
- CNMH. (2015). *Una Nación Desplazada: Informe Nacional del Desplazamiento forzado en Colombia*. Centro Nacional de Memoria Histórica.
- 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-lmites>
- Cornell, S. E. (2005). Narcotics, radicalism, and armed conflict in Central Asia: the Islamic movement of Uzbekistan. *Terrorism and Political Violence*, 17(4), 619-639.
- 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)*.
- Crisp, J. (2010). Forced displacement in Africa: Dimensions, difficulties, and policy directions. *Refugee Survey Quarterly*, 29(3), 1-27.
- 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 Aerea. 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.
- Fajardo, D. (2004). El conflicto armado y su proyección en el campo. *Guerra, sociedad y medio ambiente*, 67-105.
- Fergusson, L. (2017). *Who wants violence? The political economy of conflict and state building in Colombia* (Documentos CEDE N.º 015890). Universidad de los Andes â€“ Facultad de Economía â€“ CEDE. <https://ideas.repec.org/p/col/000089/015890.html>
- Gaviria, A., & Mejia, D. (2011). *Políticas antidroga en Colombia: éxitos, fracasos y extravíos*. Universidad de los Andes.
- Grajales, J. (2017). *Land grabbing, legal contention and institutional change in Colombia*. 75-94.
- Griffiths, M. (2020). Affect and Displacement. En P. Adey, J. C. Bowstead, K. Brickell, V. Desai, M. Dolton, A. Pinkerton, & A. Siddiqi (Eds.), *The Handbook of Displacement* (pp. 99-107). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-47178-1_7
- Gutiérrez, J. A., & Thomson, F. (2020). Rebels-turned-narcos? The FARC-EP's political

- involvement in Colombia's cocaine economy. *Studies in Conflict & Terrorism*, 44(1), 26-51.
- Gutiérrez-Sanín, F., & Wood, E. J. (2017). What Should We Mean by «Pattern of Political Violence»? Repertoire, Targeting, Frequency, and Technique. *Perspectives on Politics*, 15(1), 20-41. <https://doi.org/10.1017/S1537592716004114>
- Hammar, A. (2020). Displacement Economies: A Relational Approach to Displacement. En P. Adey, J. C. Bowstead, K. Brickell, V. Desai, M. Dolton, A. Pinkerton, & A. Siddiqi (Eds.), *The Handbook of Displacement* (pp. 67-77). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-47178-1_4
- 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., & 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.
- ICG. (2022). Bosques Caídos: Deforestación y conflicto en Colombia. En *Crisis Group*. <https://www.crisisgroup.org/es/latin-america-caribbean/andes/colombia/091-broken-canopy-deforestation-and-conflict-colombia>
- IDMC. (2022). En IDMC. <https://www.internal-displacement.org/>
- Kalyvas, S. N. (2006). *The logic of violence in civil war*. 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.
- Mercille, J. (2011). Violent narco-cartels or US hegemony? The political economy of the «war on drugs» in Mexico. *Third World Quarterly*, 32(9), 1637-1653.
- Mier, R. E. L. (2015). Degradación medioambiental como consecuencia del conflicto armado en Colombia. *Legem*, 3(1), 59-70.
- Monteleone, C. (2016). Do terrorism, organized crime (drug production), and state weakness affect contemporary armed conflicts? An empirical analysis. *Global Change, Peace & Security*, 28(1), 35-53.
- Moore, W. H., & Shellman, S. M. (2006). Refugee or internally displaced person? To where should one flee? *Comparative Political Studies*, 39(5), 599-622.
- Moulton, B. R. (1986). Random group effects and the precision of regression estimates. *Journal of econometrics*, 32(3), 385-397.
- Olea, J. L. M., & Pflueger, C. (2013). A robust test for weak instruments. *Journal of Business*

- & Economic Statistics, 31(3), 358-369.
- Relyea, R. A. (2005). The impact of insecticides and herbicides on the biodiversity and productivity of aquatic communities. *Ecological applications*, 15(2), 618-627.
- Rettberg, A., Nasi, C., Leiteritz, R. J., & Prieto, J. D. (2018). ?'Diferentes recursos, conflictos distintos?: La economía política regional del conflicto y la criminalidad en Colombia. Ediciones Uniandes-Universidad de los Andes.
- Revkin, M. R. (2021). Competitive Governance and Displacement Decisions Under Rebel Rule: Evidence from the Islamic State in Iraq. *Journal of Conflict Resolution*, 65(1), 46-80. <https://doi.org/10.1177/0022002720951864>
- 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.
- Steele, A. (2019). Civilian resettlement patterns in civil war. *Journal of peace research*, 56(1), 28-41.
- Stock, J. H., & Yogo, M. (2002). *Testing for weak instruments in linear IV regression*. National Bureau of Economic Research Cambridge, Mass., USA.
- Turkoglu, O. (2022). Look who perpetrates violence and where: Explaining variation in forced migration. *Political Geography*, 94, 102558.
- 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/>
- Wachter, K., & Gulbas, L. E. (2018). Social support under siege: An analysis of forced migration among women from the Democratic Republic of Congo. *Social Science & Medicine*, 208, 107-116. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2018.04.056>
- 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.

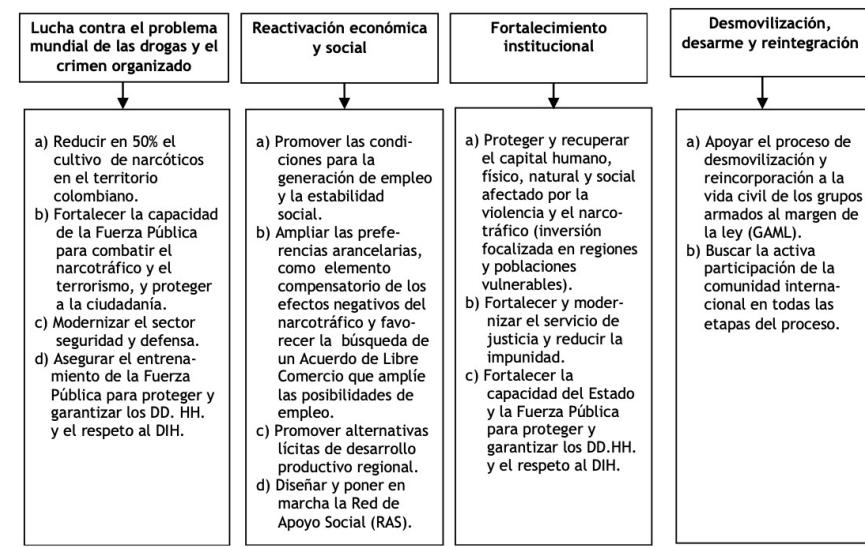
Tabla 1 Víctimas de desplazamiento forzado ocasionado por fumigaciones de cultivos ilícitos incluidas en el Registro Único de Víctimas (RUVC)

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

