

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

Autora: Claudia Rodriguez

Fuente: *Journal on Education in Emergencies*, Vol. 6, Núm. 1 (octubre 2020), pp. 94-127

Publicado por: Red Interagencial para la Educación en Situaciones de Emergencia (INEE)

URL estable: <http://hdl.handle.net/2451/61969>

DOI: <https://doi.org/10.33682/yk7z-52cc>

REFERENCIAS:

Ésta es una publicación de acceso abierto. La distribución es gratuita. Todo el crédito debe otorgarse a los autores de la siguiente manera:

Rodriguez, Claudia. 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." *Journal on Education in Emergencies* 6 (1): 94-127. <https://doi.org/10.33682/yk7z-52cc>.

La *Journal on Education in Emergencies* (JEiE por su siglas en inglés, traducida como la *Revista sobre Educación en Situaciones de Emergencia*) publica el trabajo innovador y destacado de los profesionales de las escuelas con educación en situaciones de emergencia (EeE), ampliamente definido como oportunidades de un aprendizaje de calidad para todas las edades en situaciones de crisis, incluyendo el desarrollo de la primera infancia y la educación primaria, secundaria, no formal, técnica, vocacional, superior y adulta.

Copyright © 2020, Red Interagencial para la Educación en Situaciones de Emergencia (INEE).



La *Journal on Education in Emergencies*, publicada por la [Red Interagencial para la Educación en Situaciones de Emergencias \(INEE\)](#), está autorizada bajo una [Licencia Internacional Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0](#), excepto donde se indique lo contrario.

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

CLAUDIA RODRÍGUEZ

RESUMEN

Desde 1999, una de las principales estrategias que ha usado el gobierno de Colombia para mitigar la siembra de hoja de coca es la aspersión aérea. Este trabajo evalúa las consecuencias de dicha estrategia dentro del hogar campesino, específicamente el efecto que la aspersión aérea tiene sobre el trabajo infantil y la educación de los niños. Dado que las zonas donde se asperja son fundamentalmente diferentes a aquellas en donde no de manera sistemática, se usa un modelo de mínimos cuadrados en dos etapas instrumentando la erradicación aérea con el número de días en que fuertes vientos en la municipalidad dificultaban la aspersión. Esto corrige posibles fuentes de endogeneidad derivadas del sesgo de selección. Los resultados muestran que la aspersión aérea se relaciona con un aumento de un punto porcentual en la probabilidad de trabajar para niños entre 12 y 17 años. Además, la aspersión de cultivos está asociada con un aumento de 0.15 puntos porcentuales en la probabilidad de que los hermanos mayores estén rezagados y de 5 puntos porcentuales en la probabilidad de que los niños dejen de estudiar. Así, los hallazgos de esta investigación sugieren que la guerra contra las drogas, vía aspersión aérea, tiene el potencial para generar nuevas barreras de acceso a la educación.

Recibido el 20 de septiembre de 2018; revisado el 30 de abril de 2019; aceptado el 17 de mayo de 2019; publicado electrónicamente en octubre de 2020 (inglés) y abril de 2021 (español).

La versión en inglés de este número especial se publicó en octubre de 2020 y está disponible aquí.

Journal on Education in Emergencies, Vol. 6, Núm. 1

Copyright © 2020 por la Red Interagencial para la Educación en Situaciones de Emergencia (INEE).

ISSN 2518-6833

INTRODUCCIÓN

La presencia de cultivos ilícitos de hoja de coca representa un problema para Colombia, dado que la hoja es el insumo principal en la producción de cocaína, cuyo tráfico ilegal ha derivado en violencia y criminalidad (Angrist y Kugler 2008; Mejía y Restrepo 2013). Para combatir el narcotráfico, el gobierno colombiano ha adoptado políticas para disminuir la oferta de drogas, entre las cuales el control de los cultivos ilícitos es una prioridad. En las últimas dos décadas, el gobierno nacional ha estado luchando contra estos cultivos con el fin de detener la siembra de la hoja de coca. La principal estrategia de mitigación ha sido la erradicación forzosa. Así, este trabajo estudia las consecuencias de dicha estrategia sobre las decisiones de trabajo infantil y educación de los niños y las niñas.¹

Como su nombre lo indica, la erradicación forzosa es realizada por el Estado sin planeación y sin la participación de la población campesina. Existen dos modalidades de erradicación forzosa: aérea y manual. La primera modalidad, la erradicación aérea, consiste en la fumigación de los cultivos de coca usando un herbicida denominado glifosato, y se realiza con aviones que sobrevuelan el territorio. La segunda modalidad, la erradicación manual, es liderada por brigadas de las Fuerzas Armadas de Colombia, que entran al territorio y retiran manualmente las plantas de coca desde la raíz o fumigan manualmente. Este trabajo se centrará en la primera modalidad, ya que esta fue la más utilizada hasta el 2015.

La erradicación aérea se introdujo intensivamente en 1999 en el marco del Plan Colombia, un plan de ayudas monetarias y militares diseñadas conjuntamente por los gobiernos de Colombia y Estados Unidos para acabar con el narcotráfico (Camacho y Mejía 2017). Inserto en el discurso de la guerra en contra de las drogas, el Plan buscaba mitigar la siembra de la hoja de coca. Entre los años 2000 y 2015, el gobierno de los Estados Unidos invirtió alrededor de 9.6 billones de dólares en la ejecución del Plan Colombia (DNP 2015), evidenciando el carácter transnacional de esta política. La erradicación parecía ser eficiente en el corto plazo, ya que la planta en efecto muere cuando se fumiga. En consecuencia, la estrategia se utilizó exhaustivamente durante 16 años.

1 A lo largo del artículo se usará el plural “niños” para referirse a ambos géneros.

Estudiar el impacto de la política de erradicación en el hogar campesino es fundamental, pues la evidencia muestra que estos hogares perciben que sus rentas caen cuando hay aspersión; es decir, se da un choque de ingresos (Tobón y Restrepo 2011; Espinosa 2010). Trabajos cualitativos como el de Espinosa (2010, 42) describen la situación de las familias campesinas tras la intervención en la zona de La Macarena, una región a 300 kilómetros al sur de Bogotá que ha sido foco de intervención del Estado porque ahí se ha cultivado coca desde hace más de 30 años: “los aviones del Ejército fumigaron [los] cultivos y de paso el glifosato (...) se llevó por delante varias gallinas, enfermó varias vacas, contaminó el pozo de agua y echó a perder varias hectáreas de maíz”. Igualmente, en otras regiones del país hay evidencia de que en el largo plazo la erradicación conlleva a pérdidas de empleo y activos sin que esto se traduzca en la reducción de cultivos ilícitos, debido a que las condiciones del mercado incentivan la resiembra de la hoja de coca (Rivera 2005; Osorio 2003).

Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), el 10.2 por ciento de los niños entre 5 y 17 años trabajaba en Colombia en el 2012 (DANE 2017). El trabajo infantil es particularmente relevante en el contexto de los hogares cocaleros, ya que estos son cultivos intensivos en mano de obra y están compuestos por poblaciones con altos niveles de pobreza. Gran parte de la literatura asegura que la causa principal del trabajo infantil es la pobreza (Basu y Van 1998; Ray 2000; Edmonds y Pavnik 2005). Además, las regiones donde hay cultivos de coca tienen mayores índices de Necesidades Básicas insatisfechas² (NBI), menos acceso a bienes públicos como luz y carreteras, y en ellas la presencia del Estado es insuficiente (Zuleta 2017). Esto se vuelve más relevante en un contexto de violencia y guerra, pues los niños que trabajan en economías ilegales son más propensos a ganarse la vida fuera de los márgenes de la ley cuando son adultos (Siviatchi 2017). Por consiguiente, estudiar las consecuencias de la erradicación forzosa en las decisiones de trabajo y educación de los niños que viven en regiones cocaleras es crucial.

Por otra parte, el campo de educación en emergencias (EeE) se ha enfocado en estudiar las formas en las que las crisis causadas por conflictos armados o desastres naturales afectan el acceso a la educación. Asimismo, el campo de la EeE considera que las políticas antidroga enmarcadas en la guerra contra las drogas también pueden ser un estado de emergencia para la población afectada. Lewin (2009, 171) define el acceso a la educación como “entrada y progreso a una edad apropiada, asistencia regular, aprobación satisfactoria, oportunidades para estudiar más allá

² Índice que busca determinar si las necesidades de la población se encuentran cubiertas. Los hogares que no alcanzan un umbral mínimo son clasificados como pobres.

de la primaria y distribución de oportunidades más equitativa”. Aunque este artículo no pretende evaluar todos los componentes de esta definición, sí hace una aproximación a la asistencia y el progreso a una edad apropiada en relación con actividades laborales que puedan interferir con el estudio.

Para el análisis se usan datos de la Encuesta de Calidad de Vida (ECV) del DANE que abarca el periodo entre 2008 y 2012, que contiene información sobre trabajo infantil y educación de niños entre 12 y 17 años. Esta información se cruza con datos municipales de cultivos ilícitos y erradicación que se obtienen del Observatorio de Drogas de Colombia y del Centro Internacional de Estudios Estratégicos Contra el Narcotráfico de la Policía Antinarcóticos. La información utilizada tiene dos limitaciones importantes: primero, no es posible identificar en qué sector trabajan los niños; y segundo, no se puede saber con certeza si el hogar es efectivamente cultivador, solo se sabe que está en zonas rurales de municipios cocaleros. Por lo tanto, no es posible determinar si las labores de los niños incluyen actividades de corte ilícito o criminal.

Entre 2008 y 2012 el cultivo de la hoja de coca ya era parte de una economía arraigada en las regiones, lo que permite analizar la intersección entre educación, trabajo infantil y aspersión. Por otra parte, este lapso de tiempo facilita entender las dinámicas de la economía cocalera antes de los cambios ocasionados por el inicio del proceso de paz entre el gobierno de Colombia con la guerrilla de las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia en el año 2012. Este hecho, particularmente las expectativas de recibir beneficios de los Acuerdos de paz, cambió los incentivos de los campesinos en las zonas cocaleras y posiblemente generó el aumento de los cultivos en el país (UNODC 2017; Zuleta 2017; Garzón y Llorente 2018). De igual manera, es probable que el inicio del proceso de paz influyera en la estrategia del Gobierno, teniendo en cuenta que la aspersión disminuyó drásticamente entre 2012 y 2013, y se mantuvo en niveles bajos hasta 2015. Por lo tanto, este trabajo se limita a estudiar las relaciones entre aspersión, trabajo infantil y educación antes de estos cambios.

Con estos datos, en primer lugar, se corre un modelo de efectos fijos municipales y de año para analizar la relación de la erradicación sobre la decisión de los hogares de trabajo, estudio, trabajo y estudio en simultáneo, y rezago escolar. En segundo lugar, para corregir que la decisión de la aspersión es endógena y que los municipios donde se erradica son sistemáticamente diferentes a donde no, se instrumenta la erradicación aérea con el viento en el municipio para estimar un modelo de mínimos cuadrados en dos etapas. Los vuelos de aspersión debían realizarse bajo condiciones favorables de vuelo, por lo que si había fuertes vientos

no se podía asperjar. La base de datos de vientos se construyó a partir de imágenes satelitales diarias de la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA por sus siglas en inglés).

Los resultados muestran que la aspersión aérea se asocia con un aumento en la probabilidad de que los niños trabajen, pero no se encuentran efectos sobre la probabilidad de estudiar, de estar rezagado, o de hacer labores en el hogar. Adicionalmente, hay evidencia de que la aspersión aumenta la probabilidad de que los hermanos o hermanas mayores estén rezagados, y disminuye la probabilidad de que los hermanos o hermanas menores estén estudiando.

Esta investigación contribuye a las discusiones sobre la guerra en contra de las drogas en diferentes formas. La primera de ellas es que aporta a la evaluación minuciosa de una política que afecta directamente a los cultivadores de coca, en especial a los niños de esos hogares. En segundo lugar, en el estudio se construyó una nueva base de datos de vientos a nivel municipal con información de la NASA para usarla como instrumento de la aspersión aérea, siendo esta la primera vez que se utiliza la literatura. Adicionalmente, este trabajo contribuye a la discusión sobre choques, trabajo infantil, y educación, pues hay trabajos que encuentran que ante una calamidad económica el trabajo infantil aumenta mientras que otros estudios llegan a la conclusión de que disminuye. Por último, esta investigación aporta al campo de EeE en la medida en que proporciona evidencia sobre las barreras a la educación en medio de la guerra contra las drogas.

El artículo se divide en siete secciones: la primera provee una contextualización de la aspersión aérea en Colombia y de la economía cocalera. La segunda realiza una revisión de la literatura acerca de la política de erradicación y de las consecuencias de calamidades económicas sobre trabajo infantil y educación. La tercera sección describe los datos de la ECV para Colombia. La cuarta especifica la metodología empírica. La quinta sección explica los resultados. La sexta muestra algunos ejercicios adicionales. Finalmente, la última sección presenta las conclusiones de este estudio.

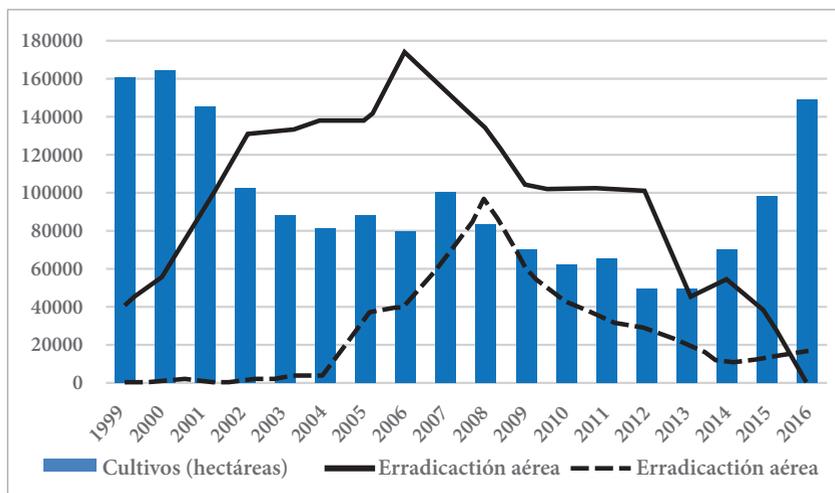
ASPERSIÓN AÉREA DE CULTIVOS ILÍCITOS EN COLOMBIA Y LA ECONOMÍA COCALERA

Como se mencionó anteriormente, el gobierno de Bill Clinton en los Estados Unidos y el gobierno de Colombia, bajo la administración de Andrés Pastrana, firmaron el Plan Colombia en 1999, con el fin de trabajar conjuntamente en la disminución de la oferta de drogas (Camacho y Mejía, 2017); a través de este acuerdo

se invirtieron alrededor de 9.6 billones de dólares en erradicación aérea. Desde entonces, esta ha sido la principal estrategia para atacar los cultivos ilícitos. En 2015, mediante la Resolución 0006, el Consejo Nacional de Estupefacientes prohibió la fumigación aérea con glifosato debido a las consecuencias negativas para la salud de la población. Desde la implementación del programa hasta el decreto del Consejo Nacional de Estupefacientes se asperjaron más de 1 700 000 de hectáreas de coca.³

La Figura 1 muestra el comportamiento de los cultivos ilícitos y la aspersión. Se observa la intensidad en la ejecución de esta política, principalmente en la primera década del 2000, cuando alcanzó su pico en el 2006 durante la administración de Álvaro Uribe. También se ve que antes de 2015 la erradicación vía aspersión aérea fue más utilizada que la erradicación manual.

Figura 1. Cultivos y erradicación, 1999-2016

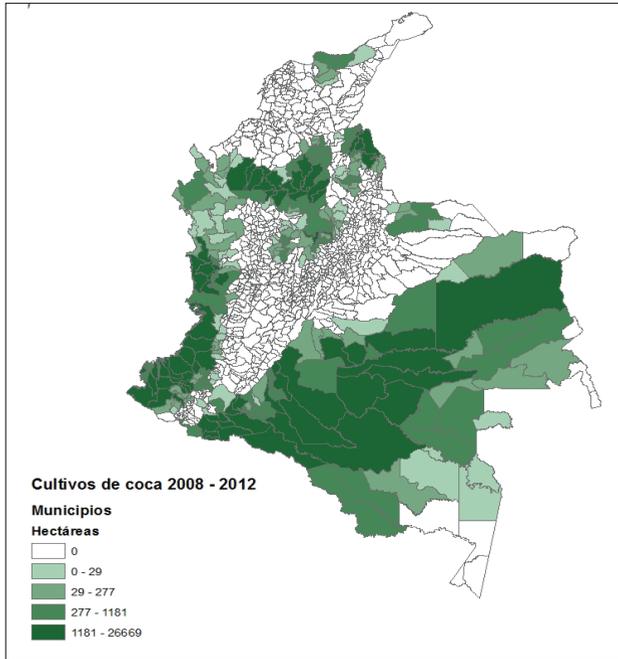


Fuente: Elaboración propia con datos del Observatorio de Drogas

En la Mapa 1 se ve la distribución de los cultivos de coca en Colombia. Entre 2008 y 2012, los cultivos se localizaron en el oriente del país, la costa pacífica, el Catatumbo y el occidente antioqueño. En la Mapa 2 se muestra que la aspersión aérea también estuvo localizada en esas zonas. Entonces, se evidencia que donde hay más coca hay más erradicación aérea y que las zonas donde se asperjaba tenían condiciones sociales distintas a aquellas en donde no.

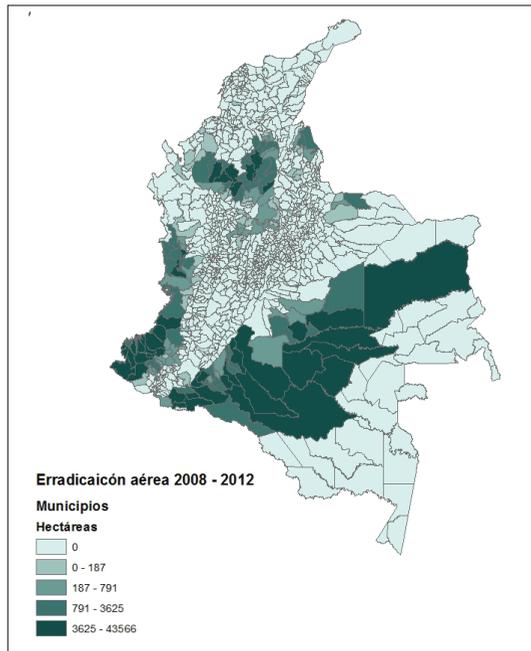
³ Una hectárea tiene aproximadamente la misma área que dos canchas de fútbol americano. Es decir, el Gobierno de Colombia asperjó el equivalente a 3 400 000 canchas de fútbol americano durante la implementación de la política.

Mapa 1. Cultivos de coca, 2008–2012



Fuente: Elaboración propia con datos del Observatorio de Drogas de Colombia

Mapa 2. Erradicación aérea, 2008–2012



Fuente: Elaboración propia con datos del Observatorio de Drogas de Colombia

Para estudiar el trabajo infantil en las zonas cocaleras, es importante entender cómo funciona la economía alrededor de la coca. Los cultivos de coca son intensivos en trabajo (Riley 1993; Morales 1986), pues este se necesita para arar la tierra, plantar, fumigar y recoger la hoja. El paso de la producción que más demanda trabajo es el momento de recoger o “raspar” la hoja, es decir, esta economía demanda trabajo no calificado (Riley 1993). En Colombia hay evidencia etnográfica de trabajo infantil en las veredas donde se cultiva coca, por ejemplo Espinosa (2010, 39) encuentra que, aunque los padres no cultiven, “los hijos sí han trabajado con coca cumpliendo contratos: la raspan, la pican, hacen las veces de químicos en los laboratorios artesanales y la transportan a sitios donde la guerrilla la compra”.

En regiones cultivadoras de coca los niños son más propensos a educarse menos porque son regiones con presencia limitada del Estado y con presencia de grupos armados. Las zonas cocaleras son regiones poco conectadas, alejadas y con altos índices de pobreza, esto implica que la cobertura educativa es menor y la calidad educativa es más baja (Zuleta 2017; Espinosa 2010). Por ejemplo, en una encuesta realizada a 6350 familias cocaleras en 2018, se encontró que la tasa de analfabetismo es de 36 por ciento, mientras el promedio nacional es de 5 por ciento (Garzón y Gélvez 2018). La decisión de ir al colegio se complejiza cuando entra en juego la presencia de grupos armados y unirse a ellos se considera una alternativa al estudio (Sviatschi 2019).

REVISIÓN DE LITERATURA SOBRE ASPERSIÓN AÉREA Y LAS CONSECUENCIAS DE CHOQUES ECONÓMICOS SOBRE TRABAJO INFANTIL Y EDUCACIÓN

La erradicación forzosa y sobre todo la aspersión aérea han sido estudiadas en términos de qué tan efectivas son para reducir el área cultivada con hoja de coca en el país. Gran parte de la literatura económica muestra que la aspersión aérea no reduce el número de hectáreas cultivadas en el país (Moreno-Sánchez *et al.* 2003; Reyes 2014). Sin embargo, Mejía, Restrepo y Rozo (2015) muestran que, en el mejor de los casos, la aspersión aérea sí ayuda a disminuir el número de hectáreas cultivadas con hoja de coca, pero no es costo-efectiva. También se han encontrado efectos colaterales del glifosato en los suelos, las frutas y la biodiversidad (Cox 1995; Relyea 2006). Por último, existe evidencia que la aspersión aérea afecta negativamente la confianza de las comunidades cocaleras en el Estado (Rivera 2005; García 2014), desplaza a los campesinos (Espinosa 2010), tiene efectos negativos en la salud (Camacho y Mejía, 2017), la pobreza, y la mortalidad infantil (Rozo, 2014). Este estudio explora cómo se contrarresta

esta calamidad económica dentro del hogar y las consecuencias para los niños campesinos en términos de acceso a educación y trabajo.

El trabajo infantil responde a incentivos y oportunidades (Basu y Tzannatos, 2003); sin embargo, la literatura económica diverge sobre qué sucede cuando existe una calamidad económica, pues hay dos efectos que actúan simultáneamente: el efecto ingreso y el efecto sustitución. Estos dos efectos pueden explicarse a través del siguiente ejemplo: un hogar que vive en una zona cocalera debe decidir entre que su hijo trabaje y reciba un salario hoy, o enviarlo al colegio para educarse y recibir un mayor salario en un futuro. Sin que el hogar pueda preverlo, el gobierno asperja los cultivos, lo que afecta negativamente la economía de la región. Este choque implica menores salarios derivados de las actividades productivas.

En esta medida, el efecto ingreso se refiere a que, a causa de este choque a la economía, los ingresos del hogar disminuyen, de modo que este debe aumentar las horas que trabaja el niño y redistribuir el tiempo dedicado al estudio para mantener los niveles de consumo. Por otro lado, el efecto sustitución se da cuando los salarios caen después de la aspersión y el costo de oportunidad de no estudiar se incrementa. Es decir, el salario de hoy es relativamente menor al que podría ganar el niño en un futuro accediendo a educación. Esto hace que disminuya el trabajo infantil y aumente el acceso a la educación. El resultado final dependerá de qué efecto sea más fuerte.

Existe evidencia empírica que apoya la dominancia de ambos efectos y este trabajo busca aportar a esta discusión. Una gran parte de la literatura muestra que, en los hogares más pobres, un choque negativo a los ingresos conlleva un aumento en el trabajo infantil, acompañado de una disminución en asistencia escolar (Beegle *et al.* 2005; Thomas *et al.* 2004; Guarcello *et al.* 2003; Cogneau y Jedwab 2012). Igualmente, se ha encontrado que mejoras en las condiciones socioeconómicas reducen las horas trabajadas por los niños e incrementa la asistencia al colegio (Edmonds 2005; Beegle *et al.* 2006). Esta evidencia, recolectada en Vietnam, Indonesia, Costa de Marfil y Brasil, da argumentos para pensar que el efecto que domina en esta problemática es el efecto ingreso.

Por otra parte, existen casos donde el efecto dominante es el contrario, es decir, el efecto sustitución. Por ejemplo, después del 2002, cuando aumentaron significativamente los precios del oro y por ende la posibilidad de rentas derivadas del negocio, las regiones mineras de Colombia presentaron más trabajo infantil que aquellas que no extraían oro, tuvieron menor asistencia escolar, y menos años escolares obtenidos (Santos 2014). Del mismo modo, en Brasil el trabajo infantil

aumentó durante la bonanza en las zonas cafeteras, lo que sugiere que el efecto sustitución también domina en este escenario (Krugler 2007). El presente trabajo aporta a esta discusión para determinar si la aspersión genera (o no) patrones de exclusión al acceso a la educación, o si por el contrario contribuye a garantizar el derecho a la educación.

Estudios anteriores han analizado el efecto de otras políticas de drogas sobre trabajo infantil y en educación. Dammert (2008), y Angrist y Krugler (2008) aprovechan un cambio de política en Perú, que buscaba atacar el tráfico de hoja de coca entre este país y Colombia, para estimar efectos en la oferta de trabajo de niños y adolescentes. Por un lado, Dammert (2008) encuentra que la reducción de oferta de hoja de coca en Perú, como consecuencia de la política antidroga, aumenta las horas de trabajo infantil en las zonas rurales de este país, pero no halló efectos de dicha reducción sobre la educación. Por el contrario, Angrist y Krugler (2008) muestran que, tras la implementación de la política de disminución de la oferta de drogas, los cultivos hoja de coca en Colombia aumentan, y esto genera un incremento en el trabajo adolescente en Colombia. También hay evidencia de que la aspersión de cultivos reduce la asistencia escolar en secundaria a nivel municipal en Colombia (Rozo 2014). Los resultados de estos estudios son opuestos como consecuencia de la presencia del efecto ingreso y el efecto sustitución discutidos anteriormente.

De esta forma, esta investigación contribuye a la evaluación de la erradicación forzosa en Colombia, a estudiar las consecuencias de la aspersión con glifosato, y al debate en la literatura sobre el efecto ingreso y el efecto sustitución en el trabajo infantil ante choques a los hogares. Además, también aporta al campo de EeE al evaluar la relación entre las políticas antidrogas y el derecho a la educación analizando particularmente la asistencia escolar, el progreso a una edad apropiada, y el trabajo infantil.

ENCUESTA DE CALIDAD DE VIDA PARA COLOMBIA

Los datos utilizados corresponden a la ECV de Colombia entre 2008 y 2012. Esta encuesta es realizada por el DANE bajo los estándares de la encuesta “Estudio de medida de los estándares de vida” (*Living Standards Measurement Study*) del Banco Mundial. Se usan datos desde 2008 hasta 2012, excluyendo el 2009 debido a que en este año no se realizó la ECV. De esta forma, se cuenta con cuatro cortes transversales agrupados que son representativos a nivel nacional para cinco regiones en las zonas urbanas, rurales y rurales dispersas.

El estudio trabaja con datos de 60 municipios cocaleros de Colombia. Así mismo, como el fenómeno de los cultivos de coca se presenta en zonas rurales, solo se usa información correspondiente a la ruralidad en municipios con al menos una hectárea de coca cultivada entre 2007 y 2012. Los datos de cultivos se obtienen del Observatorio de Drogas de Colombia. Adicionalmente, para todos los años existe información laboral de niños a partir de los 12 años. Por lo tanto, se obtiene una muestra de 2859 niños entre los 12 y los 17 años en zonas rurales y zonas rurales dispersas en municipios con presencia de cultivos de coca.

Priorizar este grupo etario es importante porque es el que hace la transición de primaria a básica secundaria, y también al considerar que la cobertura educativa en primaria es más alta que la de secundaria en Colombia.⁴ En 2013, mientras la educación primaria tuvo una cobertura en zonas rurales de 87.34 por ciento, la básica secundaria alcanzó un 57.45 por ciento, y la educación media apenas un 26 por ciento (DNP 2015). Consecuentemente, los costos asociados a estudiar para niños en este rango de edad son más altos que para niños menores, y el efecto de un choque a los ingresos del hogar puede afectar en mayor medida las decisiones de educación a partir de los 12 años.

En la muestra, 1226 niños están en zonas donde no hubo aspersión, mientras que 1633 están en municipios donde sí la hubo. La Tabla 1 presenta características del niño y del hogar junto con las características socioeconómicas del municipio. Se ve que no hay diferencias significativas entre grupos en variables individuales como edad, género, tamaño del hogar, o estrato socioeconómico, que es una medida con la que se calcula el costo de los servicios públicos en Colombia. Los estratos más bajos están subsidiados y los más altos incurren en mayores costos. En promedio, los jefes de hogar en las zonas en donde hay erradicación han alcanzado un nivel educativo menor al de los jefes de hogar en donde no hay erradicación. También existen diferencias en las variables municipales entre los dos grupos. Por ejemplo, los municipios en donde hay erradicación se reciben menos ingresos tributarios, existe una mayor tasa de homicidios, hay más área cultivada con coca, y ocurren más acciones violentas por parte de los grupos armados. No hay diferencias significativas en los resultados de las pruebas de Estado para el último año escolar (Saber 11), aunque en los municipios donde hay erradicación tienen más establecimientos educativos por cada 1000 habitantes. Estas diferencias de medias corroboran que las zonas donde hay y no hay aspersión son sistemáticamente distintas.

⁴ Aunque la edad teórica para hacer este paso es de 10 a 11 años según el Ministerio de Educación Nacional, en Colombia se observa que los estudiantes, en promedio, lo hacen entre los 11 y los 12 años (Ministerio de Educación Nacional 2008).

Tabla 1. Características de la muestra

	No erradicación aérea (=0)	Erradicación aérea (=1)	Diferencia de medias
	(1)	(2)	(3)
A. Características del niño			
Porcentaje de mujeres	0.46	0.47	-0.02
Edad	14.42	14.39	0.02
Estrato	1.28	1.88	-0.60
B. Características del hogar			
Nivel educativo del jefe de hogar	3.03	2.86	0.17***
Tamaño del hogar	5.69	5.56	0.13
Hogares en la vivienda	1.03	1.02	0.01**
C. Características socioeconómicas del municipio			
Ingresos tributarios (miles de millones de pesos)	78,382	55,436	22,946**
Cultivos de coca (ha)	74.65	980.12	-905.5***
Tasa de homicidios por cada 100 000 habitantes	40.84	66.69	-25.86***
Número de acciones subversivas	0.07	0.77	-0.69***
Puntaje Saber 11	45.30	45.18	0.13
Establecimientos educativos por cada 1000 habitantes	2.38	2.79	-0.41***
Observaciones	1,226	1,633	2,859

Fuente: ECV (2008-2012), Observatorio de Drogas de Colombia, Panel Municipal del Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico (CEDE). Niños entre los 12 y los 17 años en zonas rurales y rurales dispersas en municipios cultivadores de coca. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.

Para el análisis de trabajo infantil se escogieron variables en línea con la definición de trabajo infantil de la Organización Internacional del Trabajo, que trata a un niño como económicamente activo si trabajó una hora o más en la última semana e incluye labores en el hogar (Edmonds y Pavcnik 2005). Se usan las siguientes variables: si el niño realiza principalmente labores en el hogar, si trabaja o no, si

estudia o no, y si hace las dos en simultáneo.⁵ Si bien es posible identificar si el niño está trabajando o no, no lo es verificar el sector en el que lo hace. Además, se construyó una variable dicótoma que toma el valor de 1 si el niño no ha aprobado los años normativos estipulados para su edad por el Ministerio de Educación y 0 de lo contrario. Las edades se ven en el Anexo 1.

La Tabla 2 muestra las diferencias de municipios con y sin erradicación aérea respecto a las variables de trabajo y educación. Se ve que no hay diferencias significativas en las variables de trabajo entre los dos grupos. Gran parte de los niños de los municipios cocaleros están rezagados, pero los municipios donde hay aspersión aérea reportan más rezago. Para esta medición de rezago escolar se pierden alrededor de 1700 observaciones, pues muchos individuos no reportan el grado en el que están matriculados ni el último grado aprobado.

Tabla 2. Variables de trabajo y educación para niños entre 12 y 17 años

	No erradicación aérea (=0)	Erradicación aérea (=1)	Diferencia de medias
	(1)	(2)	(3)
Labores del hogar	0.12	0.12	-0.001
Trabaja	0.07	0.08	-0.01
Estudia	0.76	0.75	0.01
Trabaja y estudia	0.05	0.06	-0.004
Porcentaje de niños rezagados	0.92	0.95	-0.03
Observaciones	1,226	1,633	2,859

Fuente: ECV (2008-2012). Niños zonas rurales y rurales dispersas en municipios cultivadores de coca. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.

METODOLOGÍA

Como ya se ha mencionado anteriormente, las zonas donde se asperjaba son sistemáticamente diferentes a aquellas en donde no. Esto puede causar problemas de endogeneidad, porque si las zonas en donde hay erradicación son más pobres o están más afectadas, los efectos sobre el trabajo infantil pueden estar dados por las condiciones socioeconómicas, pero no por la aspersión. Por esto, la metodología utilizada busca eliminar este problema de endogeneidad. Entonces,

⁵ La ECV cuenta con una pregunta sobre horas trabajadas. Sin embargo, esta no se usa como variable de resultado, ya que cuenta con un alto subreporte que impide que se hagan las estimaciones.

para la estimación de los efectos de la erradicación forzosa sobre trabajo infantil y educación se plantea el siguiente modelo:

$$Y_{ijt} = \beta_0 + \beta_1 E_{jt} + X_i \beta + X_j \alpha + \delta_j + \delta_t + \varepsilon_{ijt} ,$$

Donde Y_{ijt} son las variables dependientes para el niño i , en el municipio j , en el año t : si el niño estudia o no, si trabaja o no, si hace las dos actividades simultáneamente, si su actividad principal es dedicarse a oficios del hogar, o si el niño está rezagado o no. E_{jt} es la variable independiente de interés y corresponde al número de kilómetros cuadrados erradicados de forma aérea en un municipio j en el año t . La matriz X_i contiene variables del niño como edad, género, tamaño del hogar, hogares en la vivienda, estrato, y educación del jefe de hogar. La edad se incluye ya que la deserción aumenta a medida que los niños son mayores. Las variables de tamaño del hogar, hogares en la vivienda, estrato, y educación del jefe del hogar se incluyen como una aproximación a las condiciones socioeconómicas del niño.

La matriz X_j contiene los controles municipales: hectáreas cultivadas con coca, ingresos tributarios, tasa de homicidios, acciones subversivas, los resultados de la prueba Saber 11, y número de establecimientos educativos. Las hectáreas cultivadas con coca se incluyen ya que, a mayor área sembrada, aumenta la cantidad de aspersión. La tasa de homicidios y acciones subversivas se incluyen para capturar la violencia y la presencia de grupos armados en el municipio; los ingresos tributarios son un proxy de la capacidad estatal y el número de establecimientos educativos; y los resultados de la prueba Saber 11 indican la oferta educativa y calidad de la educación en el municipio. El coeficiente δ_j corresponde a efectos fijos de municipio para controlar por variables que no cambian en el tiempo, como lo son el tamaño del municipio o su altitud, y δ_t a efectos fijos de año que controlan por choques que afectan a todos los municipios por igual. Los errores estándar se corrigen por clústeres de hogar.

Esta metodología controla por variables no observables que son constantes en el tiempo en cada uno de los municipios y por choques anuales que afectan a todos los municipios por igual. Por lo tanto, la amenaza a la estrategia de identificación son variables no observables que cambian en el tiempo derivadas de las diferencias sistemáticas entre los dos grupos. Para resolver este problema, se adopta una estrategia de variable instrumental que se explica en la siguiente sección.

**ESTRATEGIA DE IDENTIFICACIÓN POR
MEDIO DE VARIABLES INSTRUMENTALES**

Para resolver los problemas de endogeneidad se usan los choques de vientos fuertes en el municipio como variable instrumental, ya que este factor se tenía en cuenta a la hora de asperjar. En efecto, al hacerlo la Policía contaba con un sistema de información que reportaba variables climáticas, de cultivos, y de conflicto para todo el territorio nacional. El mismo día de la aspersión se decidía dónde se erradicaba teniendo en cuenta variables como: vientos, temperatura, relieve del terreno, y presencia de grupos armados. Los vuelos de aspersión debían realizarse bajo condiciones favorables, pues los pilotos tenían que descender rápidamente a pocos metros del suelo, asperjar, y volver a su altura inicial a altas velocidades. Si el sistema de información reportaba vientos fuertes, no se asperjaba.

Entre más viento hubiera era más difícil erradicar, de ahí que el instrumento cumpla la condición de relevancia. Adicionalmente, esta estrategia de identificación supone que no hay relación entre vientos, y el trabajo infantil o la educación. Este es un supuesto prudente, pues es difícil pensar que los hogares tienen en cuenta los vientos a la hora de tomar decisiones de trabajo y educación, o que el viento afecte directamente estas decisiones; por lo tanto se cumple la restricción de exclusión. Los datos de vientos se obtuvieron de la NASA, específicamente de la base GES DISC, que contiene información satelital de los vientos a una resolución de 1 grado o en pixeles de alrededor de 60km². Esta información se agregó a nivel municipal para poder cruzarla con los datos de aspersión. El instrumento se calcula de la siguiente forma:

$$V_{jt} = \sum_{d=1}^{365} 1 \{v(d) > v_m' + \sigma_m\} ;$$

Es decir, el número de días en el que los vientos tuvieron una desviación estándar mensual (σ_m) por encima de la media mensual (v_m') en el municipio j en el año t . De esta forma, se capturan los días en los que hubo choques anormales de vientos en el municipio. Además, el indicador se calcula de forma mensual para tener en cuenta la estacionalidad de los vientos. El Anexo 2 muestra algunas estadísticas descriptivas de esta variable. Bajo esta especificación se ve que, en promedio, los municipios tuvieron choques de vientos una quinta parte del año y que estos choques varían entre municipios, pues el valor mínimo es de 0 y el máximo de 311.

De esta forma, la primera etapa de la estimación es:

$$E_{jt} = \beta_0 + \beta_1 V_{jt} + X_i \beta + X_j \alpha + \delta_j + \delta_t + \varepsilon_{ijt} ,$$

donde E_{jt} es el número de kilómetros cuadrados asperjados en el municipio j en el año t , V_{jt} es el indicador calculado, X_i es la matriz de controles municipales, X_j es la matriz de controles individuales, δ_j son efectos fijos de municipio, y δ_t efectos fijos de tiempo.

De esta regresión se recupera un estimado de la erradicación a (E_{jt}^{\wedge}) , y se calcula la segunda etapa:

$$Y_{ijt} = \beta_0 + \beta_1 E_{jt}^{\wedge} + X_i \beta + X_j \alpha + \delta_j + \delta_t + \varepsilon_{ijt},$$

donde Y_{ijt} son las variables de trabajo infantil y educación, que se regresan contra el estimado de erradicación, los controles individuales, municipales, y efectos fijos de tiempo y año.

EFFECTOS HETEROGÉNEOS

Adicionalmente, se corren estimaciones para verificar si existen efectos diferenciados de la erradicación forzosa en trabajo infantil y educación. Se exploran diferencias por género, dadas las condiciones de trabajo en las zonas cocaleras descritas en la sección 1 o por motivos culturales. Además, se verifican efectos diferenciados por orden de nacimiento. Este ejercicio se hace con el fin de evaluar si lo que puede estar influenciando la decisión de los hogares es si el hijo es el mayor o el menor. La ecuación para estimar estos efectos heterogéneos es:

$$Y_{ijt} = \beta_0 + \beta_1 E_{jt}^{\wedge} + \beta_2 D_i + \beta_3 D_i * E_{jt}^{\wedge} + X_i \beta + X_j \alpha + \delta_j + \delta_t + \varepsilon_{ijt},$$

donde D_i es una dummy que varía dependiendo del efecto que se está explorando. Las variables endógenas E_{jt} y $D_i * E_{jt}$ se instrumentan con el indicador y con la interacción entre el indicador y la dummy ($V_{jt} * D_i$). La variable dicotoma para género es igual a 1 si es mujer y a 0 si es hombre. Además, se corren dos regresiones para orden de nacimiento en las que D_i es igual a 1 si el niño es el menor de la familia y 0 de lo contrario; y otra en la que D_i es 1 cuando el niño es el mayor de familia y 0 de lo contrario.

RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados de dos modelos: el que solo incluye efectos fijos de municipio y año, y el que hace la estimación por medio de mínimos cuadrados en dos etapas. Las estadísticas descriptivas demuestran que no hay diferencias significativas en las variables de trabajo, y dada la presencia del efecto

ingreso y el efecto sustitución, no es claro cuál puede ser el sesgo esperado de las regresiones que no corrigen por completo el sesgo de selección.

La Tabla 3 resume los resultados del modelo con efectos fijos de municipio y de año. En este caso, un kilómetro cuadrado adicional asperjado se relaciona con un aumento en la probabilidad de trabajar de 0.026 puntos porcentuales, y de 0.024 puntos porcentuales en la de trabajar y estudiar simultáneamente. Esto muestra que, para este caso en particular, domina el efecto ingreso en las decisiones de trabajo y educación ante el choque de aspersión. No se encuentran resultados estadísticamente significativos sobre la probabilidad de hacer labores en el hogar, de estudiar, o de estar rezagado.

Tabla 3. Efecto de la erradicación aérea sobre variables de interés incluyendo efectos fijos de municipio y año

VARIABLES	Labores hogar	Trabaja	Estudia	Trabaja y estudia	Rezago
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Erradicación aérea (km ²)	0.00180	0.00266*	-0.00173	0.00246*	0.00236
	(0.00144)	(0.00138)	(0.00215)	(0.00131)	(0.00189)
Efectos fijos municipio	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Efectos fijos año	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Variable instrumental	No	No	No	No	No
Observaciones	2,251	2,251	2,251	2,251	521
R-cuadrado	0.145	0.108	0.184	0.102	0.222

Fuente: ECV (2008-2012), Observatorio de Drogas de Colombia y Panel Municipal del CEDE. Errores estándar en paréntesis. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Todas las regresiones se controlan por edad, tamaño del hogar, hogares en la vivienda, estrato, educación del jefe de hogar, género, hectáreas cultivadas con coca, ingresos tributarios, tasa de homicidios, acciones subversivas, establecimientos educativos, y los resultados de la prueba Saber 11. Los errores estándar son robustos y están corregidos por clústeres de hogar.

A continuación, se presentan los resultados usando la variable instrumental. La Tabla 4 muestra el coeficiente de la primera etapa de la regresión. Se ve que, como es de esperarse, la relación entre choques de vientos y erradicación aérea es negativa: entre más días de vientos fuertes, menos erradicación aérea en el municipio en el año. El coeficiente es significativo al 1 por ciento y el estadístico F es igual a 17.72, por lo que se cumple la condición de relevancia.

Tabla 4. Primera etapa. Efecto de choques de vientos sobre erradicación aérea

Variables	Erradicación aérea
	(1)
Vientos	-0.143***
	(0.0409)
Efectos fijos municipio	Sí
Efectos fijos año	Sí
Observaciones	2,251
R-cuadrado	0.945
F estadístico	17.22

Fuente: ECV (2008-2012), Observatorio de Drogas de Colombia, Panel Municipal del CEDE, y NASA. Errores estándar en paréntesis. *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$. Se controlan edad, tamaño del hogar, hogares en la vivienda, estrato, educación del jefe de hogar, género, hectáreas cultivadas con coca, ingresos tributarios, tasa de homicidios, acciones subversivas, establecimientos educativos, y los resultados de la prueba Saber 11. Los errores estándar son robustos y están corregidos por clústeres de hogar.

La segunda etapa se resume en la Tabla 5. El resultado de erradicación aérea sobre trabajo se mantiene, pues un kilómetro cuadrado adicional asperjado se asocia con un aumento en la probabilidad de trabajar en un punto porcentual. Es importante anotar que durante el período de estudio se asperjaron, en promedio, 530 kilómetros cuadrados al año. El coeficiente de la estimación de efectos fijos está sesgado hacia abajo si se compara con este resultado. Esto se debe a que el modelo en dos etapas controla por variables no observables que hacen que en estas zonas se trabaje menos, como por ejemplo condiciones de seguridad, salud, dinamismo económico, entre otras. No se encuentran efectos significativos sobre las labores del hogar, trabajar y estudiar simultáneamente, o rezago escolar.

Tabla 5. Efecto de la erradicación aérea sobre variables de interés usando MC2E

Variables	Labores hogar	Trabaja	Estudia	Trabaja y estudia	Rezago
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Erradicación aérea (km ²)	0.00998	0.0100*	-0.00879	0.00560	0.00349
	(0.00690)	(0.00584)	(0.00949)	(0.00531)	(0.0102)
Efectos fijos municipio	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Efectos fijos año	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Variable instrumental	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Observaciones	2,251	2,251	2,251	2,251	521
R-cuadrado	0.131	0.091	0.178	0.098	0.214

Fuente: ECV (2008-2012), Observatorio de Drogas de Colombia, Panel Municipal del CEDE, y NASA. Errores estándar en paréntesis. *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$. Se controlan edad, tamaño del hogar, hogares en la vivienda, estrato, educación del jefe de hogar, género, hectáreas cultivadas con coca, ingresos tributarios, tasa de homicidios, acciones subversivas, establecimientos educativos, y los resultados de la prueba Saber 11. Los errores estándar son robustos y están corregidos por clústeres de hogar.

EFFECTOS HETEROGÉNEOS

En esta sección se revisan los efectos heterogéneos: género y orden de nacimiento.

EFFECTOS HETEROGÉNEOS POR GÉNERO

En la Tabla 6 se ve que, en promedio, las niñas realizan labores del hogar en una mayor proporción que los niños, trabajan menos, trabajan y estudian simultáneamente menos, y estudian más. Sin embargo, no se encuentran efectos diferenciados por género. Esto se debe a que los datos no identifican en qué están trabajando los niños. Si bien es cierto que los hombres trabajan más en los cultivos, las mujeres pueden estar desempeñándose en otros sectores.

Tabla 6. Efectos heterogéneos de la erradicación aérea por género

Variables	Labores hogar	Trabaja	Estudia	Trabaja y estudia	Rezago
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Erradicación aérea (km ²)	0.00138	0.00232	-0.000669	0.00193	0.00198
	(0.00141)	(0.00131)	(0.00212)	(0.00122)	(0.00185)
Mujer	0.145***	-0.0532***	0.0630***	-0.0448***	0.0287
	(0.0146)	(0.0111)	(0.0179)	(0.00976)	(0.0259)
Erradicación aérea*Mujer	3.41e-07	6.86e-06	-1.12e-05	8.95e-06	1.79e-07
	(5.66e-06)	(7.74e-06)	(8.50e-06)	(7.39e-06)	(5.51e-06)
Efectos fijos municipio	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Efectos fijos año	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Variable instrumental	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Observaciones	2,251	2,251	2,251	2,2 51	521
R-cuadrado	0.143	0.109	1.183	0.103	0.221

Fuente: ECV (2008-2012), Observatorio de Drogas de Colombia, Panel Municipal del CEDE, y NASA. Errores estándar en paréntesis. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Se controlan edad, tamaño del hogar, hogares en la vivienda, estrato, educación del jefe de hogar, género, hectáreas cultivadas con coca, ingresos tributarios, tasa de homicidios, acciones subversivas, establecimientos educativos, y los resultados de la prueba Saber 11. Los errores estándar son robustos y están corregidos por clústeres de hogar.

EFECTOS HETEROGÉNEOS POR ORDEN DE NACIMIENTO

La Tabla 8 presenta los resultados de los efectos heterogéneos sobre los hermanos⁶ mayores. En este caso, se encuentra que los hermanos mayores tienen una mayor probabilidad de trabajar y estudiar simultáneamente, y menor probabilidad de estar rezagados. Un kilómetro cuadrado adicional asperjado está relacionado con un aumento en la probabilidad de que el hermano mayor esté rezagado: 0.15 puntos porcentuales más que para el resto de los hijos. No se encuentran efectos sobre las demás variables. Esto lleva a pensar que los hijos mayores no dejan de estudiar, pero pueden estar disminuyendo su rendimiento académico.

6 Se usa el plural “hermanos” para referirse a ambos géneros.

Tabla 8. Efectos heterogéneos de la erradicación aérea por orden de nacimiento

Variables	Labores hogar	Trabaja	Estudia	Trabaja y estudia	Rezago
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Erradicación aérea (km ²)	0.000422	0.00432***	0.000549	0.00411**	0.00405**
	(0.00146)	(0.00177)	(0.00218)	(0.00172)	(0.00199)
Mayor	0.0130	0.0203	-0.0191	0.0217*	-0.0537*
	(0.0147)	(0.0135)	(0.0196)	(0.0114)	(0.0290)
Erradicación aérea*Mayor	0.000731	0.000435	2.35e-05	0.000925	0.00150**
	(0.000526)	(0.000820)	(0.000885)	(0.000787)	(0.000644)
Efectos fijos municipio	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Efectos fijos año	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Variable instrumental	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Observaciones	1,819	1,819	1,819	1,819	362
R-cuadrado	0.117	0.136	0.192	0.126	0.308

Fuente: ECV (2008-2012), Observatorio de Drogas de Colombia, Panel Municipal del CEDE, y NASA. Errores estándar en paréntesis. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Se controlan edad, tamaño del hogar, hogares en la vivienda, estrato, educación del jefe de hogar, género, hectáreas cultivadas con coca, ingresos tributarios, tasa de homicidios, acciones subversivas, establecimientos educativos, y los resultados de la prueba Saber 11. Los errores estándar son robustos y están corregidos por clústeres de hogar.

Por otra parte, la Tabla 9 muestra que los hermanos menores tienen una menor probabilidad de estar estudiando y que un kilómetro cuadrado adicional erradicado se asocia con una menor probabilidad de que hijo el menor estudie, en concreto, 5.03 puntos porcentuales menos. No se encuentran efectos heterogéneos para el resto de las variables analizadas.

Tabla 9. Efectos heterogéneos de la erradicación aérea por orden de nacimiento

Variables	Labores hogar	Trabaja	Estudia	Trabaja y estudia	Rezago
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Erradicación aérea (km ²)	0.000646 (0.00150)	0.00458*** (0.00168)	0.000904 (0.00216)	0.00388** (0.00162)	0.00458** (0.00213)
Menor	0.000507 (0.000567)	-0.000638 (0.000900)	-0.00186* (0.00102)	-0.000810 (0.00799)	0.000668 (0.000822)
Erradicación aérea*Menor	0.00619 (0.0167)	0.00619 (0.0167)	-0.0503** (0.0236)	-0.00342 (0.0134)	0.0426 (0.0323)
Efectos fijos municipio	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Efectos fijos año	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Variable instrumental	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Observaciones	1,819	1,819	1,819	1,819	362
R-cuadrado	0.117	0.136	0.192	0.126	0.308

Fuente: ECV (2008-2012), Observatorio de Drogas de Colombia, Panel Municipal del CEDE, y NASA. Errores estándar en paréntesis. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Se controlan edad, tamaño del hogar, hogares en la vivienda, estrato, educación del jefe de hogar, género, hectáreas cultivadas con coca, ingresos tributarios, tasa de homicidios, acciones subversivas, establecimientos educativos y los resultados de la prueba Saber 11. Los errores estándar son robustos y están corregidos por clústeres de hogar.

RESUMEN DE RESULTADOS PRINCIPALES

En las secciones anteriores se demuestra que un kilómetro cuadrado adicional asperjado se asocia con un aumento en la probabilidad de trabajar para niños entre los 12 y los 17 años en un punto porcentual, pero no hay evidencia estadística sobre efectos en la probabilidad de estudiar. Por otra parte, la aspersión se relaciona con un aumento de 0.15 puntos porcentuales en la probabilidad de estar rezagado para los hijos mayores. Esto sugiere que esta política puede estar afectando su rendimiento académico. Por último, la erradicación aérea se relaciona negativamente con la probabilidad de que los hijos menores estudien.

Los resultados muestran que el efecto ingreso domina para este caso de decisiones de educación y trabajo ante un choque de erradicación aérea. Por lo tanto, estos resultados sugieren que la política de aspersión puede estar creando barreras para acceder a educación y para tener una asistencia regular a la escuela.

EJERCICIOS ADICIONALES

RESTRICCIÓN DE LA MUESTRA

Siguiendo lo propuesto por Imbens (2015), los valores extremos se eliminan de muestra. Para hacerlo, se construye un *Propensity Score* para la probabilidad de estar en un municipio con aspersión aérea, y se recorta la muestra a aquellas observaciones que están entre 0.1 y 0.9⁷ y que están dentro del soporte común. De esta forma, los resultados se cumplen para una proporción comparable de la muestra. La Tabla 10 muestra la composición de la nueva muestra. Es evidente que, aunque existen diferencias significativas, sobre todo en las variables municipales, se eliminaron aquellas observaciones en zonas con una gran cantidad de cultivos de coca y en donde es más intenso el conflicto armado.

⁷ Para construir el *Propensity Score* se utilizan las variables que determinan pueden determinar la aspersión: hectáreas cultivadas, acciones subversivas, tasa de homicidio, e ingresos tributarios.

EFFECTO DE LA ASPERSIÓN AÉREA DE CULTIVOS DE HOJA DE COCA

Tabla 10. Comparación entre la muestra completa y muestra restringida al soporte común y eliminando colas

	Muestra completa			Muestra restringida		
	No erradicación aérea (=0)	Erradicación aérea (=1)	Diferencia de medias	No erradicación aérea (=0)	Erradicación aérea (=1)	Diferencia de medias
A. Características del niño						
Porcentaje de mujeres	0.46	0.47	-0.02	0.46	0.46	0.00
Edad	14.42	14.39	0.02	14.42	14.39	0.03
Estrato	1.28	1.88	-0.60	1.28	1.22	0.06
B. Características del hogar						
Nivel educativo del jefe de hogar	3.03	2.86	0.171***	3.04	2.90	0.14**
Tamaño del hogar	5.69	5.56	0.13	5.67	5.41	0.26*
Hogares en la vivienda	1.03	1.02	0.013**	1.04	1.03	0.01
C. Características socioeconómicas del municipio						
Ingresos tributarios (miles de millones de pesos)	78,381	55,435	22,946**	45,202	37,917	7,285***
Cultivos de coca (ha)	74.65	980.12	-905.47***	73.65	227.95	-154.3***
Tasa de homicidios por cada 100.000 habitantes	40.84	66.69	-25.857***	39.11	60.7	-21.59***
Número de acciones subversivas	0.07	0.77	-0.697***	0.076	0.39	-0.314***
Puntaje Saber 11	45.30	45.18	0.127	45.3	45.91	-0.61
Establecimientos educativos por cada 1.000 habitantes	2.38	2.79	-0.411***	2.330	2.840	-0.51***
Observaciones	1,226	1,633	2,859			2,390

Fuente: ECV (2008-2012), Observatorio de Drogas de Colombia y Panel Municipal del CEDE. Niños entre los 12 y los 17 años en zonas rurales y zonas rurales dispersas en municipios cultivadores de coca. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabla 11. Efecto de la erradicación aérea sobre variables de interés con muestra restringida al soporte común y eliminando colas

Variables	Labores hogar	Trabaja	Estudia	Trabaja y estudia	Rezago
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Erradicación aérea (km ²)	0.00775	0.00840*	-0.00720	0.00494	-0.00233
	(0.00493)	(0.00419)	(0.0712)	(0.00388)	(0.00808)
Efectos fijos municipio	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Efectos fijos año	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Variable instrumental	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Observaciones	2,084	2,084	2,084	2,084	475

Fuente: ECV (2008-2012), Observatorio de Drogas de Colombia, Panel Municipal del CEDE, y NASA. Errores estándar en paréntesis. *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$. Se controlan edad, tamaño del hogar, hogares en la vivienda, estrato, educación del jefe de hogar, género, hectáreas cultivadas con coca, ingresos tributarios, tasa de homicidios, acciones subversivas, establecimientos educativos, y los resultados de la prueba Saber 11. Los errores estándar son robustos y están corregidos por clústeres de hogar.

INCLUIR PRECIPITACIONES COMO CONTROL

Una amenaza al instrumento es la relación entre los vientos y las lluvias. Si esta relación es positiva y fuerte, los resultados encontrados se pueden dar porque, al igual que los vientos, las lluvias imposibilitan la aspersion aérea. Además, las lluvias fuertes también son consideradas como un choque a la productividad agrícola. Asimismo, las lluvias pueden relacionarse con asistencia escolar, pues estas dificultan el transporte de los estudiantes y maestros hacia las escuelas, e incluso pueden afectar las instalaciones. Por lo tanto, los resultados podrían estar sesgados por los choques de lluvia. Las Tablas 12 y 13 muestran que, por un lado, la primera etapa se mantiene cuando se controla por choques de precipitaciones en el municipio (calculados de forma similar a la de los vientos). Por otro lado, los resultados de la segunda etapa siguen siendo similares a los encontrados en la Sección 6 cuando se incluye este control. Por consiguiente, se concluye que las lluvias no afectan el instrumento y la estrategia de identificación es válida.

Tabla 12. Primera etapa. Efecto de choques de vientos sobre erradicación aérea incluyendo precipitaciones como control

Variables	Erradicación aérea
	(1)
Vientos	-0.189***
	(0.0467)
Efectos fijos municipio	Sí
Efectos fijos año	Sí
Observaciones	1,998
R-cuadrado	0.945

Fuente: ECV (2008-2012), Observatorio de Drogas de Colombia, Panel Municipal de CEDE, NASA, e IDEAM. Errores estándar en paréntesis. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Se controlan edad, tamaño del hogar, hogares en la vivienda, estrato, educación del jefe de hogar, género, hectáreas cultivadas con coca, ingresos tributarios, tasa de homicidios, acciones subversivas, establecimientos educativos, y los resultados de la prueba Saber 11. Los errores estándar son robustos y están corregidos por clústeres de hogar.

Tabla 13. Efecto de la erradicación aérea sobre variables de interés controlando por precipitaciones

Variables	Labores hogar	Trabaja	Estudia	Trabaja y estudia	Rezago
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Erradicación aérea (km ²)	0.00857	0.00960*	-0.00858	0.00477	-0.00370
	(0.00656)	(0.00544)	(0.00821)	(0.00498)	(0.0117)
Efectos fijos municipio	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Efectos fijos año	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Variable instrumental	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Observaciones	1,819	1,819	1,819	1,819	362
R-cuadrado	0.117	0.136	0.192	0.126	0.308

Fuente: ECV (2008-2012), Observatorio de Drogas de Colombia, Panel Municipal del CEDE, NASA, e IDEAM. Errores estándar en paréntesis. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Se controlan edad, tamaño del hogar, hogares en la vivienda, estrato, educación del jefe de hogar, género, hectáreas cultivadas con coca, ingresos tributarios, tasa de homicidios, acciones subversivas, establecimientos educativos, y los resultados de la prueba Saber 11. Los errores estándar son robustos y están corregidos por clústeres de hogar.

PRUEBA PLACEBO

El análisis realizado en la Sección seis limita la muestra a las zonas rurales y rurales dispersas de los municipios cocaleros, pues la erradicación aérea no ocurre en zonas urbanas. Por eso, si se estima el impacto de la aspersión sobre trabajo infantil en zonas urbanas, no debería haber ningún efecto. La Tabla 14 muestra el resultado de este ejercicio: se toman solo los niños que viven en zonas urbanas en los mismos municipios de la muestra original, y no existe ninguna relación entre aspersión de cultivos y las variables de trabajo y educación. Además, aunque los coeficientes no son significativos, los signos son los opuestos a los encontrados anteriormente.

Tabla 14. Prueba placebo en zonas urbanas

Variables	Labores hogar	Trabaja	Estudia	Trabaja y estudia	Rezago
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Erradicación aérea (km ²)	-0.000393	-0.00181	0.00217	1.79e-05	-0.0176
	(0.00583)	(0.00371)	(0.00504)	(0.00340)	(0.0191)
Efectos fijos municipio	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Efectos fijos año	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Variable instrumental	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Observaciones	3,505	3,505	3,505	3,505	486
R-cuadrado	0.099	0.059	0.128	0.062	0.234

Fuente: ECV (2008-2012), Observatorio de Drogas de Colombia, Panel Municipal del CEDE, y NASA. Errores estándar en paréntesis. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Se controlan edad, tamaño del hogar, hogares en la vivienda, estrato, educación del jefe de hogar, género, hectáreas cultivadas con coca, ingresos tributarios, tasa de homicidios, acciones subversivas, establecimientos educativos, y los resultados de la prueba Saber 11. Los errores estándar son robustos y están corregidos por clústeres de hogar.

CONCLUSIÓN

Este trabajo es un aporte a la evaluación empírica de las consecuencias de la estrategia de aspersión aérea para los hogares campesinos en Colombia. La erradicación forzosa ha sido el principal programa de lucha contra los cultivos de coca en el país; sin embargo, poco se sabía sobre los efectos de esta política en los hogares, cómo se contrarresta la pérdida de la cosecha y cómo la aspersión afecta a los niños campesinos.

Este trabajo utilizó una metodología de estimación por mínimos cuadrados en dos etapas usando datos satelitales de vientos de la NASA como variable instrumental. Se encontró que un kilómetro cuadrado adicional asperjado está relacionado con un aumento de un punto porcentual en la probabilidad de trabajar para niños entre los 12 y los 17 años. Es importante señalar que, entre el 2008 y el 2012, se asperjaron en promedio 530 kilómetros cuadrados al año. Adicionalmente, no se encuentran efectos sobre la probabilidad de estudiar. Los resultados muestran que para el caso de la erradicación aérea domina el efecto ingreso, ya que, ante un choque negativo para el hogar, aumenta la oferta de trabajo de los niños.

Por otra parte, se evidencian efectos heterogéneos de la política de aspersión sobre el rezago escolar. Por un lado, la aspersión está asociada a un aumento en la probabilidad de estar rezagado de 0.15 puntos porcentuales más para los hijos mayores que para el resto de los niños sin que haya efectos sobre las demás variables. Esto sugiere que, aunque los hijos mayores no dejen de estudiar, pueden estar disminuyendo su rendimiento académico. Por otro lado, hay una relación negativa entre la probabilidad de que los hijos menores estudien y la política de aspersión, en particular, los hijos menores tienen 5 puntos porcentuales menos de probabilidad de estudiar que el resto de los niños. Así, este trabajo muestra que la aspersión aérea, una política enmarcada en la lógica de la guerra contra las drogas, puede estar creando barreras de acceso a la educación. En particular, el progreso a una edad apropiada y la aprobación satisfactoria se ven afectados si hay actividades laborales que los niños deban cumplir además de sus obligaciones escolares y momentos de ocio.

A la luz de estos resultados es posible argumentar que las estrategias de erradicación forzosa de cultivos ilícitos pueden estar generando efectos no esperados en las zonas cocaleras, como por ejemplo un aumento en trabajo infantil, que se traduce en menos tiempo invertido en educación o recreación.

Futuros trabajos deberían explorar cómo se da el aumento de oferta laboral de los niños, ya que esta investigación no permite identificar en qué están trabajando. Esto es importante, pues en las zonas cocaleras muchos jóvenes entran a trabajar en economías ilegales (Sviatschi 2019; Espinosa 2010), lo que podría tener consecuencias negativas en su futuro. Además, también se deberían estudiar las horas dedicadas al trabajo, dado que el costo de oportunidad de trabajar pueden ser el ocio, la recreación y el descanso, que son clave para el desarrollo de los niños. Igualmente, futuras investigaciones deberían explorar con más detalle los canales por los que se dan los resultados, sobre todo los efectos heterogéneos según el orden de nacimiento.

REFERENCIAS

- Angrist, Joshua D., y Adriana Kugler. 2008. "Rural Windfall or a New Resource Curse? Coca, Income, and Civil Conflict in Colombia". *The Review of Economics and Statistics* 90:191-215.
- Angrist, Joshua D., and Jörn-Steffen Pischke. 2009. *Mostly Harmless Econometrics: An Empiricist's Companion*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Angulo Salazar, Roberto Carlos, Yadira Díaz Cuervo, y Renata Pardo Pinzón. 2011. Índice de Pobreza Multidimensional para Colombia (IPM-Colombia) 1997-2010. *Archivos De Economía - Departamento Nacional De Planeación*. Acceso el 10 de octubre 2017 <https://colaboracion.dnp.gov.co/cdt/estudios%20economicos/382.pdf>
- Basu, Kaushik, y Zafiris Tzannatos. 2003. "The global child labor problem: what do we know and what can we do?" *World Bank Economic Review* 17:147-73.
- Basu, Kaushik, y Pham Hoang Van. 1998. "The economics of child labor". *American Economic Review* 88:412-27.
- Beegle, Kathleen, Rajeev Dehejia, y Roberta Gatti. 2006. "Why should we care about child labor?". *Journal of Human Resources* 44:871-89.
- Beegle, Kathleen, Rajeev Dehejia, y Roberta Gatti. 2005. "Child labor and agricultural shocks". *Journal of Development Economics* 81:80-96.
- Camacho, Adriana, y Daniel Mejia. 2017. "The Health Consequences of Aerial Spraying of Illicit Crops: The Case of Colombia". *Journal of Health Economics* 54:147-60.
- Cogneau, Denis, y Rémi Jedwab. 2012. "Commodity price shocks and child outcomes: The 1990 Cocoa Crisis in Cote d'Ivoire". *Economic Development and Cultural Change* 60:507-34.
- Consejo Nacional de Estupefacientes. 2015. *Resolución 0006. Por la cual se ordena la suspensión del uso del herbicida glifosato en las operaciones de erradicación de cultivos ilícitos mediante aspersión aérea*. Acceso el 30 de marzo 2018. [http://www.suin-juriscal.gov.co/clp/contenidos.dll/Resolucion/30031849?fn=document-frame.htm\\$fn=templates\\$3.0](http://www.suin-juriscal.gov.co/clp/contenidos.dll/Resolucion/30031849?fn=document-frame.htm$fn=templates$3.0).

- Cox, Caroline. 1995. "Glyphosate, Part 2: Human Exposure and Ecological Effects". *Journal of Pesticide Reform* 15:14-20. Acceso el 10 de octubre 2017. http://www.sequoiaforestkeeper.org/exhibit_b_glyphosate_ecological_effects_2.pdf
- DANE. 2017. *Boletín técnico, Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH) - Trabajo infantil*. Acceso el 20 de abril 2018. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ech/jobinfantil/bol_trab_inf_2017.pdf
- Dammert, Ana C. 2008. "Child labor and schooling response to changes in coca production in rural Peru". *Journal of Development Economics* 86:164-80.
- DNP. 2016. *Plan Colombia: Balance de los 15 años (Rep.)*. Bogotá: DNP https://sinergia.dnp.gov.co/Documentos%20de%20Interes/PLAN_COLOMBIA_Boletin_180216.pdf
- Edmonds, Eric V. 2005. "Does child labor decline with improvements in economic status?" *Journal of Human Resources* 40:77-89.
- Edmonds, Eric V., y Nina Pavcnik. 2005. "Child labor in the global economy". *Journal of Economic Perspectives* 18:199-220.
- Espinosa, Nicolás. 2010. *Política de vida y muerte: etnografía de la violencia diaria en la Sierra de la Macarena*. Instituto de Estudios Regionales: Universidad de Antioquia. Acceso el 10 de octubre de 2017. https://www.researchgate.net/publication/237040235_Etnografia_de_la_violencia_en_la_vida_diaria_Aspectos_metodologicos_de_un_estudio_de_caso_Informe_de_investigacion
- García Sánchez, Miguel. 2014. "Cultivos ilícitos y confianza institucional en Colombia". *Política y Gobierno* 11:95-126.
- Garzón Vergara, Juan Carlos, y Juan David Gélvez. 2018. "¿Quiénes son las familias que viven en zonas con cultivos de coca?" *Fundación Ideas para la Paz*. Acceso el 15 de abril de 2019. <http://www.ideaspaz.org/publications/posts/1690>

- Garzón Vergara, Juan Carlos, y María Victoria Llorente. 2018. “¿Por qué siguen aumentando los cultivos de coca en Colombia? Desafíos para el próximo Gobierno”. *Fundación Ideas para la Paz*. Acceso el 15 de abril de 2019. <http://cdn.ideaspaz.org/media/website/document/5b33d29448b3b.pdf>
- Guarcello, Lorenzo, Fabrizia Mealli, y Furio Camillo Rosati. 2003. “Household vulnerability and child labor: the effect of shocks, credit rationing and insurance”. *Journal of Population Economics* 23:169-98.
- Imbens, Guido W. 2015. “Matching Methods in Practice: Three Examples”. *Journal of Human Resources* 50:373-419.
- Kruger, Diana. 2007. Coffee production effects on child labor and schooling in rural Brazil. *Journal of Development Economics*, 82(2), 448-463. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2006.04.003>
- Lewin, Keith M. 2009. Access to education in sub-Saharan Africa: patterns, problems and possibilities. *Comparative Education* 45:151-174.
- Mejía, Daniel, y Pascual Restrepo. 2013. “Bushes and Bullets: Illegal Cocaine Markets and Violence in Colombia”. *Documentos CEDE* 011934. Universidad de los Andes – CEDE.
- Mejía, Daniel, Pascual Restrepo, y Sandra V. Roza. 2015. “On the Effects of Enforcement on Illegal Markets: Evidence from a Quasi-experiment in Colombia”. *Policy Research Working Papers*. Acceso el 17 de mayo 2018. https://www.researchgate.net/publication/283724330_On_the_Effects_of_Enforcement_on_Illegal_Markets_Evidence_from_a_Quasi-experiment_in_Colombia
- Morales, Edmundo. 1986. Coca and Cocaine Economy and Social Change in the Andes of Peru. *Economic Development and Cultural Change* 35:143-61.
- Moreno-Sanchez, Rocio, David S. Kraybill, y Stanley R. Thompson. 2003. An Econometric Analysis of Coca Eradication Policy in Colombia. *World Development* 31:375-83.
- Osorio, Ana Rocío. 2003. “Aproximaciones a los efectos ambientales, sociales y económicos de la erradicación aérea en Colombia”. *Agroalimentaria* 17:61-72.

- Ray, Ranjan. 2000. "Child labor, child schooling, and their interaction with adult labor: Empirical evidence for Peru and Pakistan". *The World Bank Economic Review* 14:347-67.
- Relyea, Rick A. 2006. "The Impact of Insecticides And Herbicides On The Biodiversity And Productivity Of Aquatic Communities: Response". *Ecological Applications* 16:2027-32.
- Reyes, Luis Carlos. 2014. Estimating the Causal Effect of Forced Eradication on Coca Cultivation in Colombian Municipalities. *World Development* 61:70-84.
- Riley, K. Jack. 1993. *Snow Job? The Efficacy of Source Country Cocaine Policies*. Santa Monica, CA: RAND Corporation. Acceso el 17 mayo 2018 https://www.rand.org/pubs/pubs_dissertations/RGSD102.html.
- Rivera, Guillermo. 2005. *Cultivos de coca, conflicto y deslegitimación del Estado en el Putumayo*. Bogotá, Colombia: Universidad Externado de Colombia.
- Rozo, Sandra V. 2014. "The Unintended Consequences of Anti-Drug Programs in Producing Countries". *SSRN Electronic Journal*. Acceso el 17 octubre 2017. http://www.sandravrozo.com/uploads/2/9/3/0/29306259/spraying_rozo_mar_2016.pdf
- Santos, Rafael. 2014. "Not all that glitters is gold: Gold boom, child labor and schooling in Colombia". *Documento CEDE* No. 2014-31. Acceso el 13 septiembre 2017. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2489203>
- Sviatschi, Maria Micaela. 2019. "Making a Narco: Childhood Exposure to Illegal Labor Markets and Criminal Life Paths". *Job Market Paper* 1-77. <https://www.micaelasviatschi.com/wp-content/uploads/2016/05/jmpMMSviatschi.pdf>.
- Thomas, Duncan, Kathleen Beegle, Elizabeth Frankenberg, Bondan Sikoki, John Strauss, y Graciela Teruel. 2004. "Education in a crisis". *Journal of Development Economics* 74:53-85. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2003.12.004>.
- Tobón, Gabriel John, y Gloria Inés Restrepo. 2011. "Erradicación de cultivos ilícitos y desplazamiento forzado en el parque natural Sierra de la Macarena". *Cuadernos de Desarrollo Rural* 63:31. Acceso el 15 septiembre 2017. <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/desarrolloRural/article/view/1185>.

UNODC. 2017. *Colombia. Monitoreo de territorios afectados por cultivos ilícitos 2017*. Acceso el junio 2017. https://www.unodc.org/documents/crop-monitoring/Colombia/Colombia_Monitoreo_territorios_afectados_cultivos_ilicitos_2017_Resumen.pdf

Zuleta, Hernando. (2017). “Coca, cocaína y narcotráfico”. *Documento CEDE 42*. Acceso el 30 de noviembre 2017 https://economia.uniandes.edu.co/components/com_booklibrary/ebooks/dcede2017-42.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Número de años educativos aprobados normativos según la edad

Edad	Número de años normativos aprobados
7	1
8	2
9	3
10	4
11	5
12	6
13	7
14	8
15	9
16	10
17	11

Fuente: Angulo *et al.* (2011)

Anexo 2. Estadísticas descriptivas de los choques de vientos

	Choques de vientos
Media	77.61
Desviación Estándar	97.29
Máximo	311
Mínimo	0
Observaciones	2859

Fuente: Construcción propia a partir de la base GES DISC de la NASA