

# Cuando la Formalización no es suficiente:

Tierra, Coca e Infraestructura

María del Pilar López Uribe

Eduard Martínez-González

Juan Carlos Muñoz-Mora

Ana Pirela-Ríos

December 4, 2022

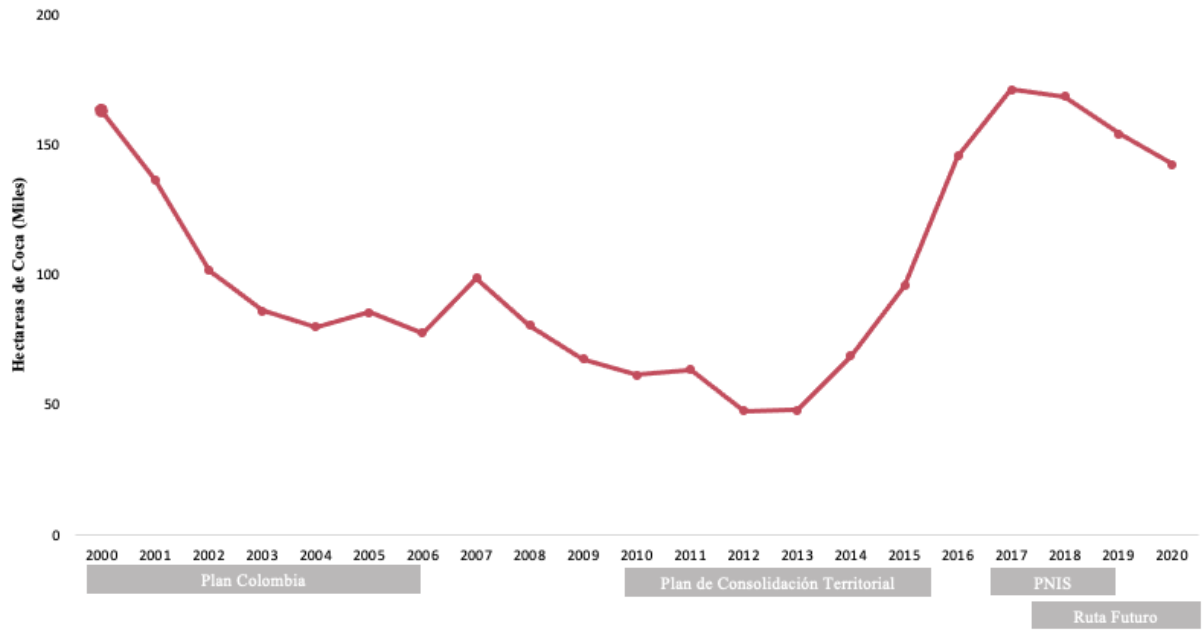


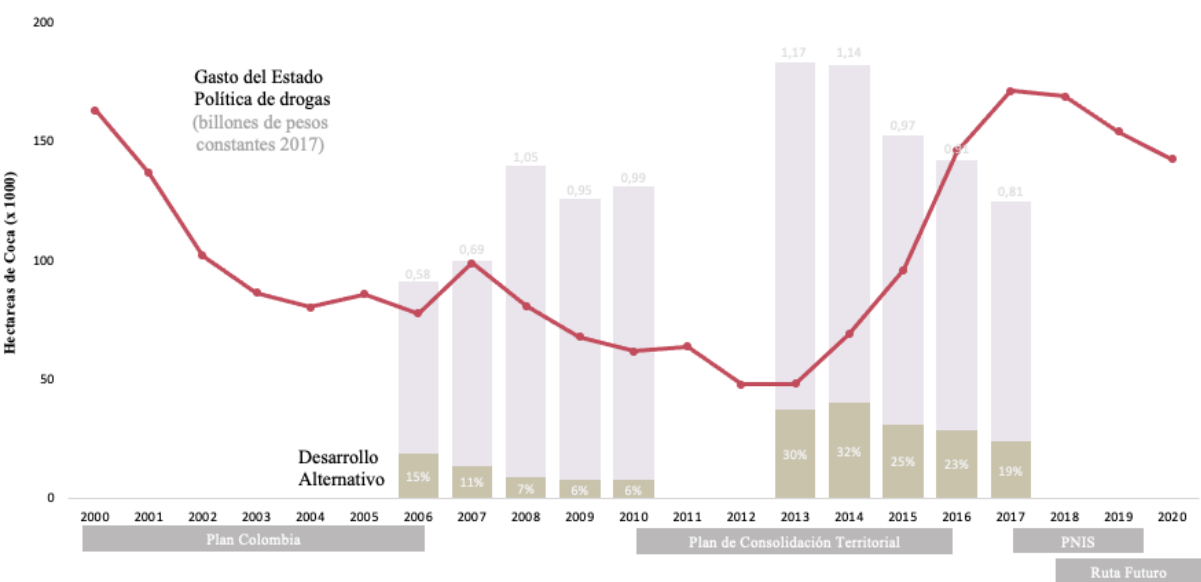
**UNODC**  
Oficina de las Naciones Unidas  
contra la Droga y el Delito



Universidad de  
**los Andes**  
Colombia

**UNIVERSIDAD**  
**EAFIT**





# Política de Drogas

**Garrote:** Regiones productoras altamente persistentes en la producción.

- ▶ Aspersión aérea: Costosa e ineficiente (Mejía & Restrepo, 2013).
- ▶ Más seguridad: Cultivos de coca inelásticos (Ibañez M. & Carlsson F., 2010).

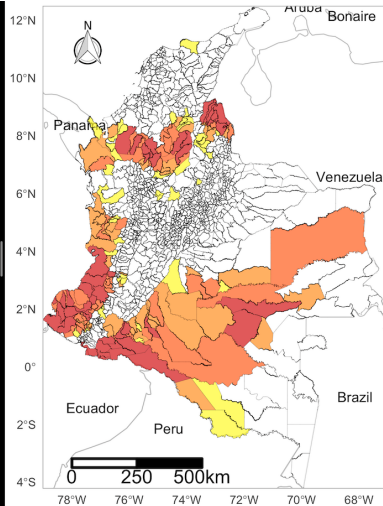
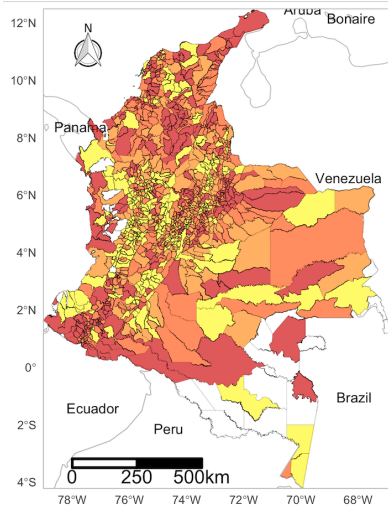
**Zanahoria:**

- ▶ *Políticas de Desarrollo Alternativo: Familias Guardabosques, PNIS.*
- ▶ Sustitución de cultivos es más eficiente que erradicación (Moreno et al, 2003).
- ▶ Sustitución de cultivos es más costo-eficiente que aspersión (Saavedra et al, 2021).
- ▶ Títulos de propiedad sobre la tierra (Muñoz, Tobón & Danju, 2018).

# Derechos de Propiedad sobre la Tierra y Cultivos Ilícitos

- ▶ Por qué es importante?
  - ▶ 53% de informalidad (UPRA, 2020).
  - ▶ 65% en zonas de alta presencia de coca (Norte de Santander, Nariño, Putumayo).
- ▶ Correlación negativa entre formalización de la tierra y presencia de cultivos de coca (Muñoz, Tobón & Danju, 2018).
- ▶ Mecanismos:
  - ▶ Reducción en riesgos de expropiación → incentiva inversión en cultivos legales y una mayor productividad.
  - ▶ Uso de colateral aumenta acceso a crédito → mayor inversión e ingresos.

# Informalidad de la Tierra y Cultivos Ilícitos (2019)



# Títulos de Propiedad sobre la Tierra y Cultivos Ilícitos

- ▶ ¿Cuál es el efecto de la titulación de tierra sobre los cultivos de coca?
  - ▶ ¿Cuáles son los mecanismos que explican este efecto?
  - ▶ ¿Cuál es el rol de la inversión pública en infraestructura en la persistencia de este efecto?
- ▶ *Formalizar para sustituir (2016-2020)*
- ▶ Micro-datos: Datos georeferenciados a nivel predio y Encuestas a hogares expuestos al programa.

# Resultados Preliminares

- ▶ **Resultado 1:** Los derechos de propiedad tienen un impacto negativo sobre los cultivos de coca.



# Resultados Preliminares

- ▶ **Resultado 1:** Los derechos de propiedad tienen un impacto negativo sobre los cultivos de coca.
- ▶ **Resultado 2:** Mecanismo es la materialización del acceso a inversiones de largo plazo (↑ ingresos e inversión en infraestructura del hogar).

# Resultados Preliminares

- ▶ **Resultado 1:** Los derechos de propiedad tienen un impacto negativo sobre los cultivos de coca.
- ▶ **Resultado 2:** Mecanismo es la materialización del acceso a inversiones de largo plazo (↑ ingresos e inversión en infraestructura del hogar).
- ▶ **Resultado 3:** La magnitud de este efecto (1) es mayor inmediatamente después de la titulación.

# Resultados Preliminares

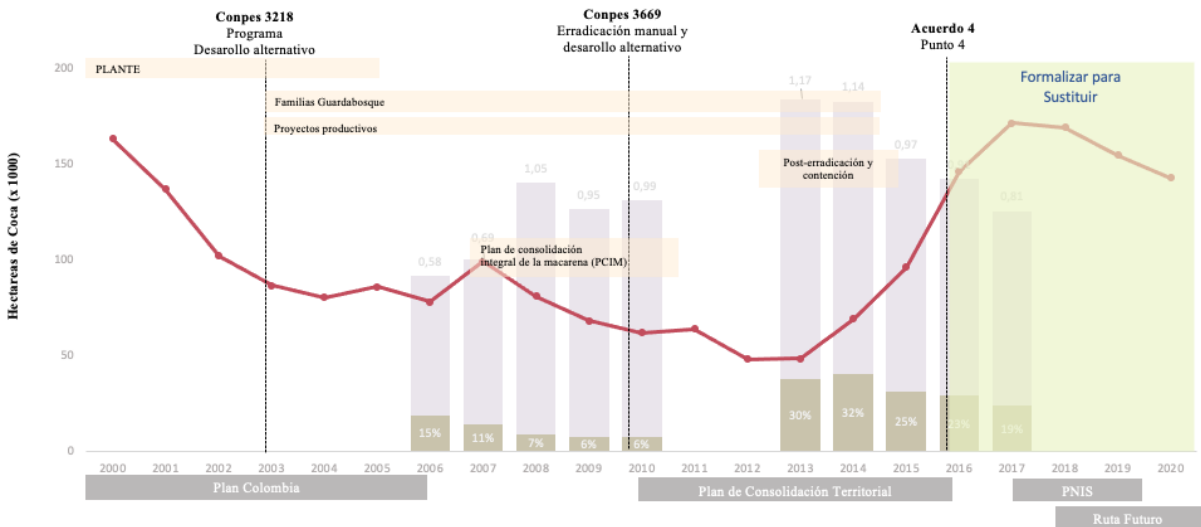
- ▶ **Resultado 1:** Los derechos de propiedad tienen un impacto negativo sobre los cultivos de coca.
  - ▶ **Resultado 2:** Mecanismo es la materialización del acceso a inversiones de largo plazo (↑ ingresos e inversión en infraestructura del hogar).
- ▶ **Resultado 3:** La magnitud de este efecto (1) es mayor inmediatamente después de la titulación.
- ▶ **Resultado 4:** La intensidad del efecto (1) es mediada por la llegada de nuevas inversiones públicas del estado que generan acceso a mercado (vías).

# Formalizar para Sustituir (FxS)

- ▶ Se crea en 2016 en convenio ANT y UNODC.
- ▶ Inscrito en el Plan Nacional de Desarrollo dentro del componente "Transformación del campo".
- ▶ Buscaba beneficiar al menos 7.300 familias campesinas en 32 municipios con alta presencia de cultivos de coca.

# Formalizar para Sustituir (FxS)

- ▶ Etapas:
  - ▶ Focalización de los terrenos, cruce de mapas, y caracterización de familias.
  - ▶ Inscripción de sujetos de ordenamiento (FISO), levantamiento topográfico y análisis jurídico-catastral.
  - ▶ Estudio de la Ruta Jurídica, radicación de expedientes, registro en oficina de registro e instrumentos públicos (ORIP).
  - ▶ Entrega del título.



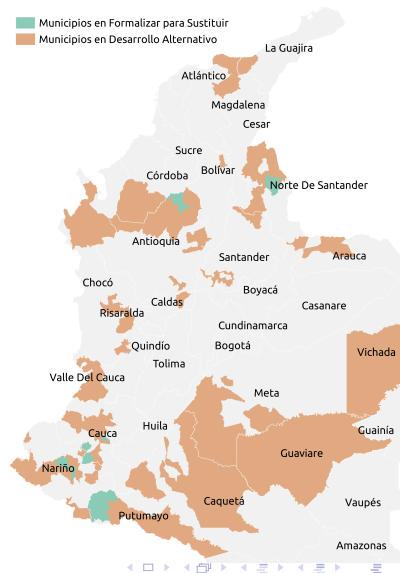
# Formalizar para Sustituir (Acuerdo 112)

## Objetivo

→ [...] *reducir la vulnerabilidad territorial y evitar la proliferación de cultivos de uso ilícito, a través de la formalización de propiedades rurales*

## Criterios de Selección

- ▶ Ser mayor de edad.
- ▶ Municipios priorizados por la ANT.
- ▶ No estar declarado ocupante indebido de baldíos de la nación.
- ▶ Sin procesos judiciales.
- ▶ Demostrar la relación con el predio postulado para la formalización.
- ▶ Haber estado en algún programa de Desarrollo Alternativo.



# Rutas de Formalización



**Informalidad**

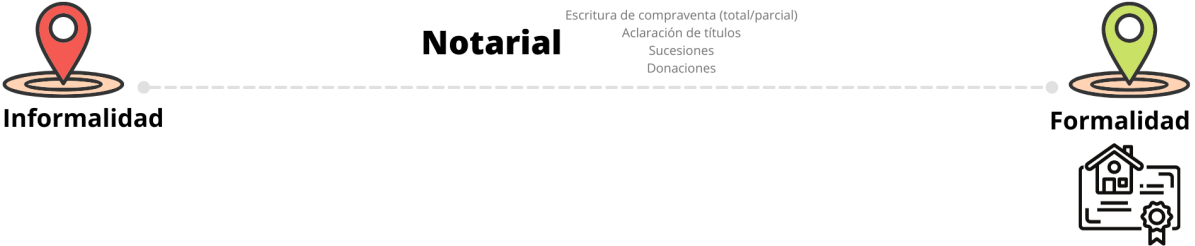


**Formalidad**

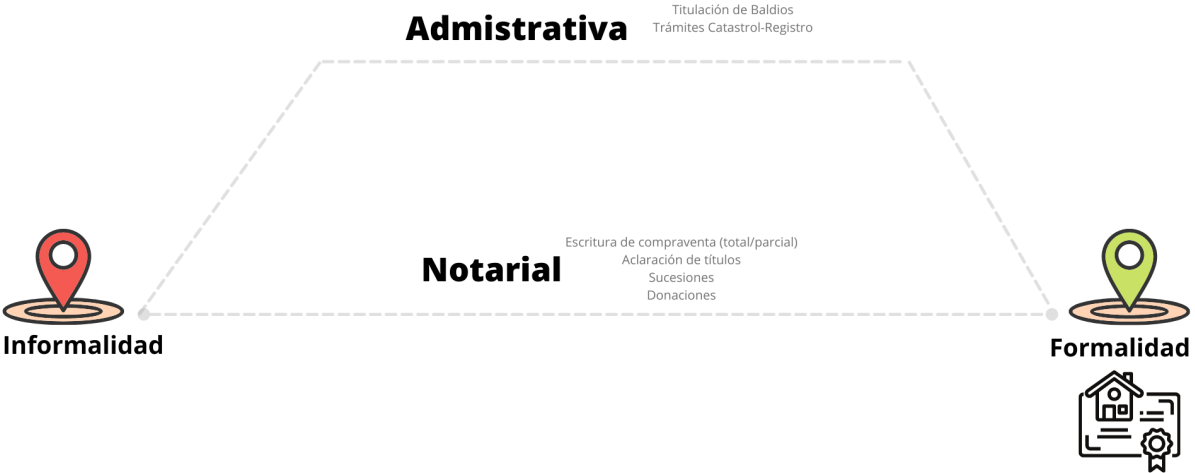




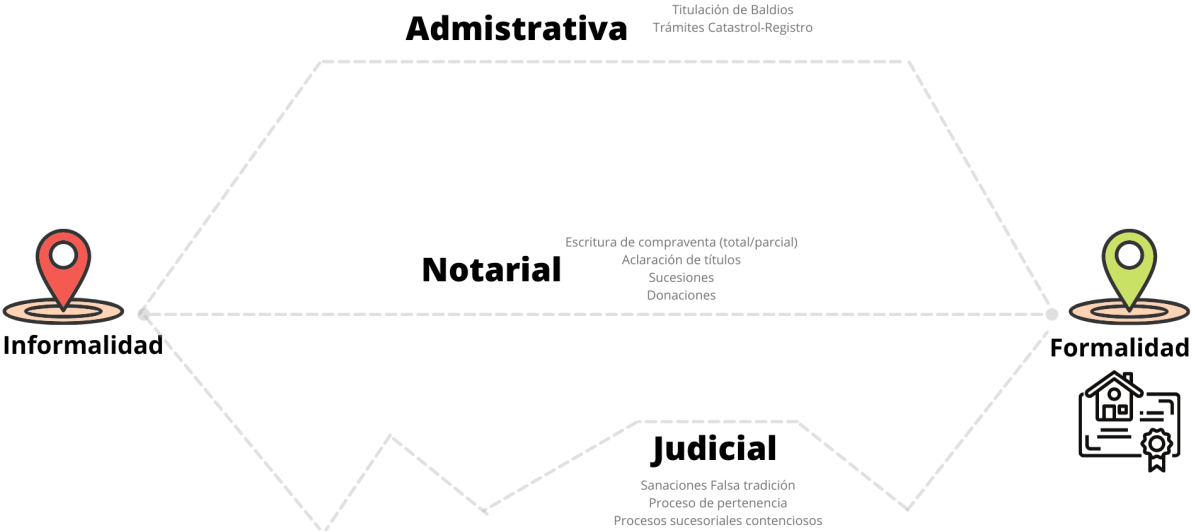
# Rutas de Formalización



# Rutas de Formalización



# Rutas de Formalización



## **Predios formalizados por FxS: UNODC<sup>1</sup>**

- ▶ Información geo-referenciada de los predios (polígonos) formalizados por FxS, su tamaño, ruta, fecha de radicación y fecha de formalización.
- ▶ Lista de veredas que participaron en el programas FxS entre 2016–2020.

## **Cultivos ilícitos: SIMCI<sup>2</sup>**

- ▶ Imágenes satelitales de cultivos de coca en Colombia para el periodo 2002–2021 a una resolución de  $1km*1km$ .
- ▶ Cada grilla contiene el número de hectáreas sembradas en cultivos de coca por año.
- ▶ Se identifican grillas en áreas de manejo especial (Parques naturales y Ley Segunda de 1959)

---

<sup>1</sup>UNODC: Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito

<sup>2</sup>SIMCI: Sistema Integrado de Monitoreo de Cultivos Ilícitos

- ▶ **Inversión en construcción- Infraestructura (píxeles con cemento)**
  - ▶ Imágenes satelitales de alta resolución (10 metros x 10 metros) del proyecto Sentinel-II para el periodo 2015-2021.
  - ▶ Índice de vegetación (NDVI).
  - ▶ Algoritmo (Li, Liwei, et al., 2021).
  - ▶ Shapefile de vías del Marco Geoestadístico Nacional del DANE (2015).

# Datos II

Figure 1: Predicciones de píxeles con cemento



## Bienes y Servicios Públicos

- ▶ Obras PDET
  - ▶ Recolectamos de la Agencia de Renovación de Territorio los datos geolocalizados de 1.514 obras PDET (construcción de vías) entregadas entre 2017 y 2022.
- ▶ Sistema Electrónico para la Contratación Pública - SECOP
  - ▶ En esta plataforma las Entidades Estatales deben publicar los Documentos del Proceso, desde la planeación del contrato hasta su liquidación.
  - ▶ Usamos técnicas de web-scraping para recolectar información de 65.325 contratos de infraestructura publicados, asignados y/o liquidados entre 2009 y 2021.
  - ▶ Usamos minería de texto para extraer el nombre de las veredas: desde la descripción de la convocatoria o desde el documento del contrato asignado.

# Datos IV

## Encuestas a hogares (equipo de monitoreo de UNODC)

- ▶ Las encuestas se dividen en **8** capítulos y tienen información de:
  - ▶ Características de la familia.
  - ▶ Información del predio.
  - ▶ Actividades productivas y cultivos ilícitos.
  - ▶ Infraestructura veredal, servicios y calidad de vivienda.
  - ▶ Economía familiar.
  - ▶ Buen gobierno y capital social.
- ▶ Línea base: 2016
  - ▶ **6.932** encuestas en **12** departamentos, **30** municipios y **227** veredas
  - ▶ **Metodología:** Barrido de hogares en zonas de potenciales beneficiarios para el programa.
  - ▶ **Objetivo:** Hacer diagnóstico socio-económico de los hogares.
- ▶ Línea final: 2018
  - ▶ **511** encuestas en **8** departamentos, **20** municipios y **60** veredas.
  - ▶ **Metodología:** Muestreo estratificado
  - ▶ **Objetivo:** Obtener información primaria para verificar la presencia o ausencia de cultivos ilícitos en los predios formalizados por el programa



# Especificación del modelo

## Unidad de Análisis

- ▶ Grilla (1 km x 1 km) (g) o Predio (p).

## Variable Dependiente

- ▶  $coca_{g,t}$  = Número de hectáreas en grilla  $g$  en el año  $t$

$$infra_{p,t} = \begin{cases} 1 & \text{Predio } p \text{ con infraestructura en el año } t \\ 0 & \text{Otro caso} \end{cases}$$

## Período de análisis (2010-2020)

- ▶ Diferencias en Diferencias:
  - ▶ Pre-tratamiento: 2010–2015
  - ▶ Tratamiento: 2016–2020
- ▶ Diferencias en Diferencias Escalonado:
  - ▶ Pre-tratamiento: Años antes de recibir el título.
  - ▶ Tratamiento: Años después de recibir el título.

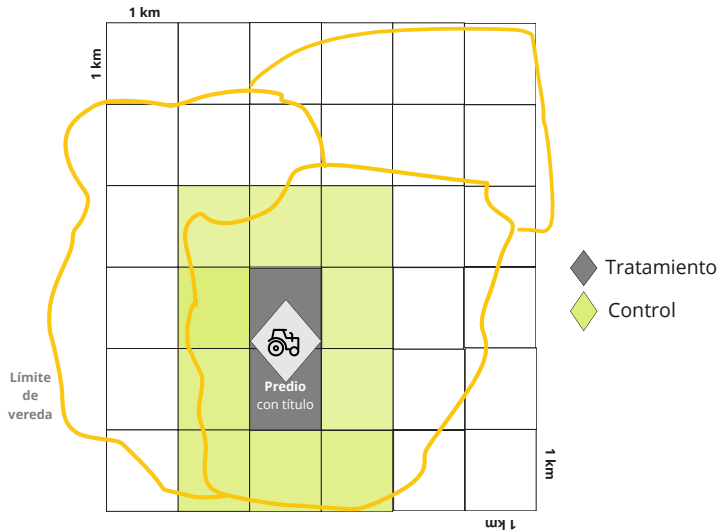
# Especificación del modelo

## Variables de Tratamiento

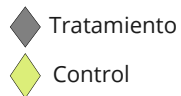
$$Trat1_{g(p),t} = \begin{cases} 1 & g(p) \text{ con predios con radicación de expedientes y/o título FxS, } t = 2016 \\ 0 & g(p) \text{ vecinas a las de tratamiento} \end{cases}$$

$$Trat2_{g(p),t} = \begin{cases} 1 & g(p) \text{ con predios con radicación de expedientes y título FxS, } t \in \{2016 - 2020\} \\ 0 & g(p) \text{ con predios con radicación de expedientes pero sin título FxS} \end{cases}$$

## Tratamiento 1 - Nivel Grilla



## Tratamiento 2 - Nivel Predio - Polígono



# Estrategia Empírica

Table 1: Observaciones a Nivel Grilla (1 km x 1 km)

Grupo	Tratamientos	Controles
Tratamiento 1	254	459
Tratamiento 2	166	88

# Estrategia Empírica

Table 2: Observaciones a Nivel Predio (Polígono)

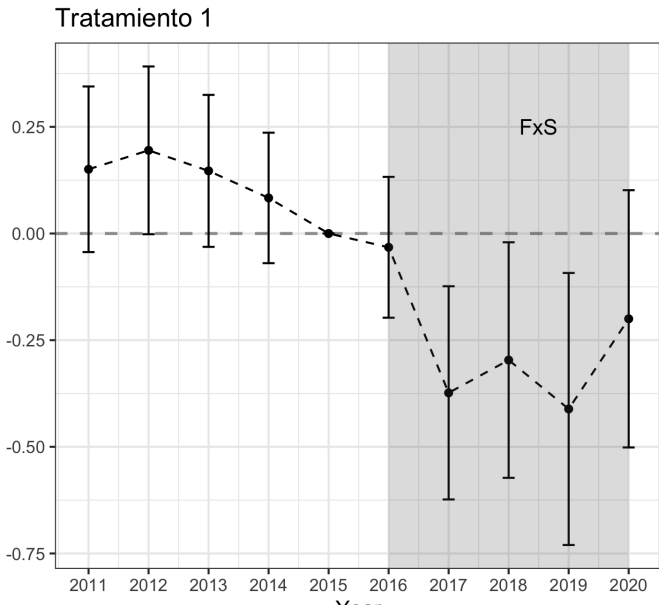
Grupo	Tratamientos	Controles
Tratamiento 1	833	267
Tratamiento 2	397	436

# Estrategia Empírica

$$y_{g,m,t} = \alpha_g + \beta_1 \text{FxS}_{g,m,t} + \sum_{t=1}^T \gamma_t^m + \lambda_t + \epsilon_{v,m,t} \quad (1)$$

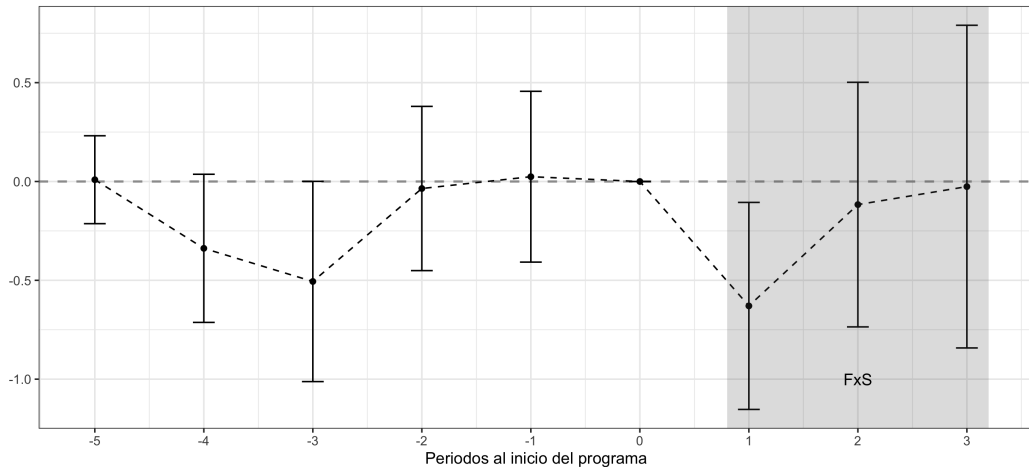
- ▶  $y_{g(p),m,t}$ :
  - ▶ Número de hectáreas de coca la grilla  $g$  en el municipio  $m$  en el año  $t$
  - ▶ Dummy de infraestructura en el predio  $p$  en el municipio  $m$  en el año  $t$
- ▶  $\gamma_t^m$  Efectos fijos interacción municipio-año
- ▶  $\text{FxS}_{g,m,t}$  (Variable dummy):
  - ▶ Tratamiento 1: Valor 1 en grillas  $g$  con predios con radicación de expedientes y/o títulos de propiedad de FxS, 0 en grillas  $g$  en la misma vereda sin radicación de expedientes o títulos de propiedad.
  - ▶ Tratamiento 2: Valor 1 en grillas  $g$  con predios con radicación de expedientes y títulos FxS, 0 en grillas  $g$  con predios con radicación de expedientes sin títulos FxS.

# Estudio de Eventos: Tratamiento 1





## Estudio de Eventos: Tratamiento 2



Notas – Los errores estándar son robustos a la heterocedasticidad. Fuente datos: UNODC (2011-2021).

## Resultado 1: Efecto de Titulación sobre Cultivos Ilícitos

		<i>Dependent variable:</i>			
		Cultivos ilícitos (hectáreas)			
		Tratamiento 1		Tratamiento 2	
		(1)	(2)	(3)	(4)
$FxS$		-0.606*** (0.148)	-0.378*** (0.117)	-0.540*** (0.183)	0.013 (0.285)
[H]	Promedio Dep. Var.	0.5281	0.5281	0.6064	0.6064
	Tratados	254	254	166	166
	Controles	459	459	88	88
	Periodo	2011-2020	2011-2020	2011-2020	2011-2020
	T.E.T. (Mpio-Año)	No	Sí	No	Sí
	E.F. Grilla	Sí	Sí	Sí	Sí
	E.F. Año	Sí	Sí	Sí	Sí
	Observations	7,130	7,130	2,540	2,540

Note:

## Resultado 2: Mecanismos - Ingresos, Gastos e Inversiones

447 hogares: encuestas de 2016 (línea base) y encuestas de 2018 a los que se les formalizaron los predios (línea final)

- ▶ Ingresos y gastos
  - ▶ Aumento de ingresos promedios del hogar en más de un 50%
    - ▶ Ingresos por arriendos aumentaron **9** veces
    - ▶ ↑ **15%** en los ingresos por actividades comerciales
  - ▶ Gastos promedios presentan un aumento superior al 50%
    - ▶ ↑ Las inversiones en tierra, vivienda y actividades productivas aumentaron más de 10 veces
- ▶ Autoconsumo:
  - ▶ Especies menores: ↑ **8,6 p.p.**
  - ▶ Ganado vacuno: ↑ **4,3 p.p.**
- ▶ Crédito
  - ▶ Las solicitudes de crédito pasaron del **15%** al **22,8%**.
  - ▶ **90%** fueron aprobados.
- ▶ ↑ **7p.p.** en energía eléctrica y ↑ **9p.p.** en acceso a internet.
- ▶ Efecto diferenciales en mujeres y hombres jefes de hogar (ingresos, gastos, pobreza).

## Resultado 2: Mecanismos - Pobreza (Incidencia, Intensidad)

	(1) Línea base	(2) Línea final	(3) Diferencia	(4) Nacional 2016	(5) Rural 2016	(6) Nacional 2018	(7) Rural 2018
H (%)	8.95 (0.29)	5.15 (0.22)	-3.80** (0.02)	17.80	37.60	19.60	39.90
A (%)	40.25 (0.07)	36.38 (0.03)	-3.87** (0.02)	41.50	42.20	41.90	42.70
IPM	0.04 (0.12)	0.02 (0.08)	-0.02** (0.01)	0.07	0.159	0.08	0.171

*Nota:* En paréntesis las desviaciones estándar. \* $p < 0.1$ ; \*\* $p < 0.05$ ; \*\*\* $p < 0.01$ . Cálculo propio de la UNODC. La columna (1) es la estimación del promedio de los hogares de la línea base. La columna (2) es la estimación del promedio de los hogares de la línea final. La columna (3) es la diferencia de medias de los hogares de la línea base y final. Las columnas (4) y (5) son los valores de la pobreza multidimensional a nivel nacional y zonas rurales de Colombia (ECV - DANE) para el año 2016. Las columnas (6) y (7) son los valores de la pobreza multidimensional a nivel nacional y zonas rurales de Colombia (ECV - DANE) para el año 2018. La línea base se realizó en el año 2016 y la final en el año 2018. H se hace referencia a la incidencia de la pobreza, A es la intensidad de la pobreza y MPI es el índice de la pobreza multidimensional.

## Resultado 2: Mecanismos - Servicios Públicos

- ▶ Efecto de una mayor provisión de bienes públicos (vías y servicios) sobre los ingresos de los hogares beneficiados por FxS.
- ▶ Se compara el cambio en los ingresos de los hogares beneficiados por FxS entre 2016 y 2018 con el acceso a servicios públicos:

$$\ln(\text{ing\_hogar})_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 \text{serv\_publicos}_{i,t} + \beta_2 \text{tiene\_subsidio}_{i,t} + \alpha_i + \lambda_t + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

- ▶  $\ln(\text{ing\_hogar})_{i,t}$ : logaritmo del ingreso del hogar  $i$  en el año  $t$
- ▶  $\text{serv\_publicos}_{i,t}$ : valor 1 si hogar  $i$  tiene acceso a servicios públicos en 2018 y 0 de lo contrario.
- ▶  $\text{tiene\_subsidio}_{i,t}$ : valor 1 si hogar  $i$  tiene ingresos por subsidios en año  $t$  y 0 de lo contrario.

## Resultado 2: Mecanismos - Servicios Públicos

7

	<i>Variable dependiente:</i>			
	Logaritmo del ingreso del hogar (sin subsidios)			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Acceso a energía	0.103 (0.201)			
Acceso a alcantarillado		0.606** (0.280)		
Acceso a acueducto (para consumo)			0.802*** (0.231)	
Acceso a acueducto (para act. productivas)				-0.121 (0.227)
Media de la variable dependiente (log)	1.067	1.067	1.067	1.067
E.F. de hogar	Sí	Sí	Sí	Sí
E.F. de año	Sí	Sí	Sí	Sí
Observaciones	582	582	582	582

## Resultado 2: Mecanismos - Inversiones en construcciones en predios

		<i>Dependent variable:</i>			
		Inversión en infraestructura (probabilidad)			
		Tratamiento 1		Tratamiento 2	
		(1)	(2)	(3)	(4)
<i>FxS</i>		0.077*** (0.020)	0.053*** (0.018)	0.073*** (0.013)	0.021 (0.019)
[H]	Promedio V.D.	0.1939	0.1939	0.3546	0.3546
	Tratados	833	833	0.3546	0.3546
	Controles	267	267	436	436
	Periodo	2015-2020	2015-2020	2015-2020	2015-2020
	T.E.T. (Mpio-Año)	No	Sí	No	Sí
	E.F. Predio	Sí	Sí	Sí	Sí
	E.F. Año	Sí	Sí	Sí	Sí
	Observations	6,600	6,600	4,998	4,998

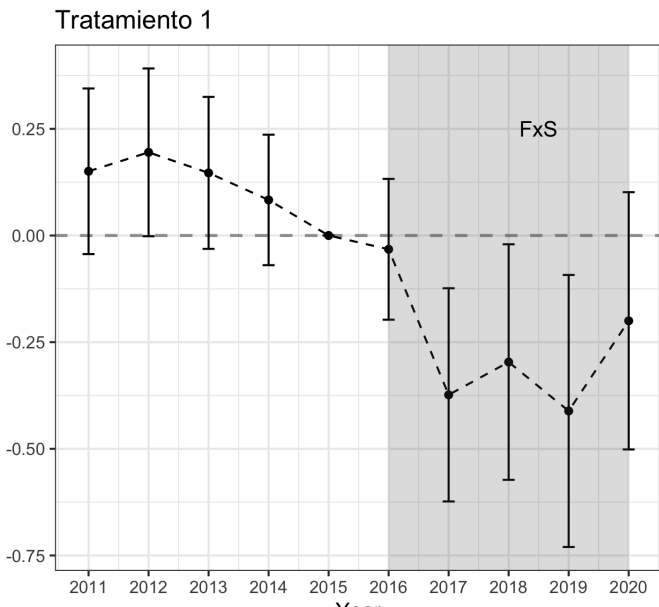
*Note:*

## Resultado 3: Efectos en el tiempo

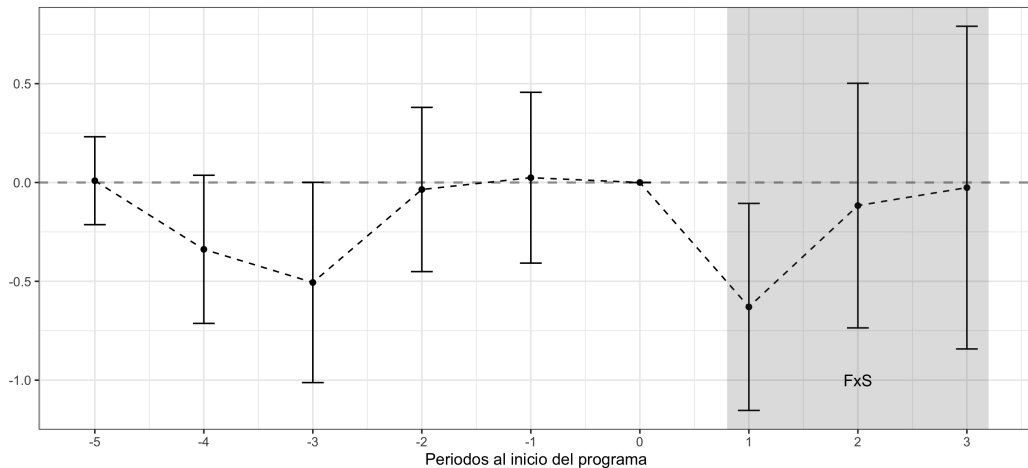
Variable dependiente: Cultivos Ilícitos (has)		
	(1)	(2)
	Tratamiento 1	Tratamiento 2
T-5		0,009 (0,1134)
T-4	0,1506 (0,099)	-0,3381* (0,1912)
T-3	0,1949 (0,1003)	-0,5058* (0,2584)
T-2	0,1468 (0,0909)	-0,0355 (0,2119)
T-1	0,0834 (0,078)	0,0242 (0,2204)
T+1	-0,0323 (0,0842)	-0,6295** (0,2672)
T+2	-0,3735*** (0,1275)	-0,1169 (0,3157)
T+3	-0,2966** (0,1408)	-0,0259 (0,4164)
T+4	-0,4113** (0,1627)	
T+5	-0,19998 (0,1538)	
Observaciones	6417	2286
Tratados	254	166
Controles	459	88
E.F. Año	Sí	Sí
E.F. Grilla	Sí	Sí
Preiodo	2011-2020	2011-2020



## Resultado 3: Tratamiento 1



## Resultado 3: Tratamiento 2



Notas – Los errores estándar son robustos a la heterocedasticidad. Fuente datos: UNODC (2011-2021).

## Resultado 4: Mediador del Acceso a Mercados

		<i>Dependent variable:</i>			
		Cultivos ilícitos (hectáreas)			
		Tratamiento 1		Tratamiento 2	
		(1)	(2)	(3)	(4)
	$FxS$	-0.527*** (0.149)	-0.184 (0.118)	-0.231 (0.189)	0.644 (0.436)
	Vias-PDET	0.560*** (0.184)	-0.346 (0.380)	0.348* (0.184)	0.210 (0.329)
[H]	$FxS * Vias-PDET$	-0.179 (0.159)	-0.452** (0.211)	-0.594*** (0.209)	-1.096*** (0.410)
Promedio V.D.		0.5642	0.5642	0.6472	0.6472
Tratados		254	254	0.6472	0.6472
Controles		459	459	88	88
Periodo		2012-2020	2012-2020	2012-2020	2012-2020

## Resultado 4: Mediador del Acceso a Mercados (encuesta de hogares)

	<i>Variable dependiente:</i>
	Logaritmo del ingreso del hogar (sin subsidios) (1)
Acceso a vías	0.688** (0.293)
Tiene ingresos por subsidios	-0.669** (0.275)
Media de la variable dependiente (log)	1.067
E.F. de hogar	Sí
E.F. de año	Sí
Observaciones	582

## Otros resultados - Robustez

- ▶ Resultados son consistente a diferentes tamaños de *buffer* tanto en grilla como predios.
- ▶ El resultado mediador de las vías fue verificado con una prueba *placebo* con educación. (datos de SECOP) **no efecto**.

## Conclusiones - Mensaje principal

- ▶ Hay un efecto negativo de recibir un título de propiedad sobre la tierra en el número de hectáreas de cultivos de coca.
- ▶ La titulación de tierras estimula la posibilidad de aumentar el acceso de los hogares a mejor infraestructura y servicios públicos.
- ▶ El efecto inmediato de titulación sobre cultivos de coca es mayor.
- ▶ Este efecto es menor en aquellos lugares donde el Estado no garantiza acceso a mercados (vías).

# Próximos pasos

- ▶ Realizar experimentos usando la información de predios con la información catastral a nivel de polígono
- ▶ Pruebas de robustez sobre la definición de vecino (buffer más de 300 mts)
- ▶ Verificar con información de registro la información de entrega de título (para verificar controles).
- ▶ Pruebas de diferentes especificación de diferencias y diferencias.