

# Cuando OXXO llega a la cuadra: El efecto de OXXO en XXXXX (ni idea por ahora)

Sophia Aristizábal Flórez

22 de septiembre de 2025

## 1. Introduction

Desde su llegada en 2009, OXXO se ha consolidado como una de las principales cadenas de conveniencia en Colombia (M, 2025). Su modelo basado en la accesibilidad de productos básicos plantea la incógnita de si estas tiendas desencadenan la desaparición de minoristas informales.

En dicho contexto, esta investigación buscará responder si la presencia de OXXO causa una disminución en la actividad informal en su entorno cercano en Bogotá. La respuesta a esta pregunta ayuda a comprender posibles cambios en las dinámicas económicas locales: ¿estamos frente a un fenómeno de desplazamiento de formas tradicionales de autoempleo o a un proceso de formalización y competencia renovada en contextos urbanos en desarrollo?

Algunos estudios sugieren que los minoristas informales no desaparecen sino que se adaptan y compiten (Marcos, 2022). Otros, por otro lado, no encuentran efectos significativos sobre el empleo informal a nivel municipal (Delgado et al., 2024). **HIPÓTESIS**

La investigación usará datos de las secretarías de planeación y de movilidad de Bogotá y dividirá la ciudad en Zonas de Análisis de Transporte (ZAT). Utilizando el método de two-way fixed effects (TWFE), se evaluará la llegada escalonada de los OXXO en las zonas y su efecto en la proporción de trabajadores independientes que llegan a trabajar a dicho ZAT, utilizada como proxy indirecto de la actividad económica informal local.

## 2. Revisión de literatura

La expansión de grandes cadenas minoristas ha suscitado de forma recurrente la pregunta sobre sus efectos en el mercado laboral. Algunos estudios, por ejemplo, han examinado cómo las grandes tiendas de descuento inciden en las dinámicas laborales locales de economías desarrolladas.

Una de estas investigaciones explora cómo la entrada de Walmart en nuevos condados de Estados Unidos reduce, a mediano y largo plazo, el empleo y las ganancias de tiendas minoristas medianas y pequeñas (Basker, 2005). En contraste, Cho et al. (2015) encuentran para Corea que la llegada de estas grandes cadenas impulsa el empleo minorista local. Estas marcadas diferencias sugieren que el efecto depende del nivel de desarrollo y madurez del sector minorista en cada economía.

Por tanto, el debate ha cobrado relevancia en economías en desarrollo, donde predominan la informalidad, los negocios informales minoristas (como las tiendas de barrio) y la coexistencia con supermercados tradicionales.

Marcos (2022) exploró directamente cómo las cadenas de conveniencia (como OXXO) afectaban a las tiendas de barrio en México. Su estudio plantea que estas cadenas actúan como sustitutos de los pequeños negocios, al presentar una traslape significativo en sus ofertas de productos. Para abordar la no aleatoriedad en la entrada temporal y espacial de estas cadenas, empleó una variable instrumental y encontró que su llegada reducía en un 15 % el número de tiendas de barrio en la zona. Este efecto se explica principalmente por la menor creación de nuevos establecimientos, más que por el cierre masivo de los ya existentes.

En Colombia, la literatura se ha concentrado en el efecto de tiendas de descuento duro (D1, ARA y Justo y Bueno) a nivel municipal sobre diferentes indicadores del mercado laboral. Delgado et al. (2024) muestran que su llegada aumenta el empleo formal en 1.7 pp. Y aunque estas también reducen los ingresos de los minoristas informales, no encontraron efectos significativos sobre el empleo informal. Sin embargo, este análisis excluyó tanto a las cadenas de conveniencia (incluyendo OXXO) como a las ciudades capitales, al presumir que en ellas el impacto de las tiendas de descuento duro en el mercado laboral sería marginal.

Como se evidencia en la literatura, pocos estudios analizan los efectos de grandes cadenas minoristas a nivel intraurbano, diferenciando entre barrios o zonas. **Esta investigación busca llenar ese vacío al examinar el impacto de OXXO sobre la actividad económica informal en Bogotá.** Esta ciudad concentra cerca del 40–50 % de sus sucursales (Godoy, 2025), lo que la convierte en un escenario privilegiado para observar sus efectos en la dinámica laboral y comercial local. Dicho enfoque permite explorar la heterogeneidad espacial del fenómeno (según zonas y características socioeconómicas) y abrir un nuevo debate sobre la relación entre cadenas modernas, tiendas tradicionales e informalidad laboral, en un contexto donde la formalización del empleo es una prioridad.

## 3. Estadísticas Descriptivas

### 3.1. Descripción de los datos

Los resultados de esta investigación emplean cinco fuentes de datos. A partir del RUES <sup>1</sup> y de GoogleMaps API se identificaron el año de apertura, cierre y localización de cada sucursal de OXXO, D1, Justo&Bueno y ARA, estas últimas incluidas por su posible influencia en la localización de los

---

<sup>1</sup><https://www.rues.org.co>

OXXO. Con la Encuesta de Calidad de Vida de Bogotá 2007 <sup>2</sup> se construyeron los controles de línea base, mientras que con Mapas-Bogotá se obtuvo los controles fijos <sup>3</sup>. Finalmente, las Encuestas de Movilidad (2011, 2015, 2019 y 2023) <sup>4</sup> permitieron construir la variable dependiente. Esta mide por año la proporción de trabajadores independientes que se movilizan a trabajar al ZAT i sobre el total de los trabajadores que se movilizan a dicho ZAT:

$$proporcion\_independientes_{i,t} = \frac{trabajadores\_independientes_{i,t}}{total\_trabajadores_{i,t}}; \quad \forall i,t \quad (1)$$

A continuación, se describe las variables utilizadas:

Tabla 1: Descripción de variables y fuentes de datos

Variable	Descripción	Fuente de los datos
<b>Variable dependiente</b>		
proporción independientes	Proporción de independientes en el ZAT ese año	Encuestas de movilidad (2011, 2015, 2019, 2023)
<b>Variable de tratamiento escalonado</b>		
Tiene OXXO (= 1)	Si el ZAT tiene OXXO(s) ese año	RUES y Google Maps API
<b>Controles de línea base</b>		
Densidad urbana por upz 2009	Densidad urbana (can hab/ha) por UPZ en el 2009	Secretaría Distrital de Planeación de Bogotá
Área urbana por upz 2009	Área en hectáreas de la UPZ clasificada como suelo urbano en el 2009	Secretaría Distrital de Planeación de Bogotá
Poblacion urbana por upz 2009	Cantidad de habitantes que viven en suelo urbano por UPZ en el 2009	Secretaría Distrital de Planeación de Bogotá
Habitantes por localidad en 2007	Número de habitantes por localidad en el 2007	Encuesta de Calidad de Vida de Bogotá 2007
Cantidad de personas por hogar 2007	Número promedio de personas en el hogar por localidad en el 2007	Encuesta de Calidad de Vida de Bogotá 2007
Indice de condiciones de vida 2007	Indice de condiciones de vida promedio por localidad en el 2007	Encuesta de Calidad de Vida de Bogotá 2007
Gasto promedio mensual 2007	Gasto promedio mensual en el hogar por localidad en el 2007	Encuesta de Calidad de Vida de Bogotá 2007
<b>Controles fijos en el tiempo</b>		
Estrato promedio del ZAT	Estrato promedio del ZAT, que oscila de 1 a 6	Mapas Bogotá - Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá (IDEC)

<sup>2</sup><https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/salud/calidad-de-vida-ecv/encuesta-nacional-de-calidad-de-vida-2007-bogota>

<sup>3</sup><https://mapas.bogota.gov.co>

<sup>4</sup><https://www.simur.gov.co/encuestas-de-movilidad>

Tabla 1: Descripción de variables y fuentes de datos

Variable	Descripción	Fuente de los datos
Estaciones de transmilenio cercanas	Cantidad de estaciones de transmilenio dentro o cercanos al ZAT	Mapas Bogotá - Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá (IDEC-A)
Cantidad acceso a vías arteriales	Cantidad de vías arteriales dentro o cercanos al ZAT	Mapas Bogotá - Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá (IDEC-A)
<b>Controles resagados de tiendas de cadena</b>		
Tiene D1s (=1)	El ZAT tiene D1s el periodo anterior al año analizado	RUES y Google Maps API
Tiene ARAs (=1)	El ZAT tiene ARAs el periodo anterior al año analizado	RUES y Google Maps API
<b>Control spillover</b>		
Cantidad de Oxxos cercanos fuera del ZAT	Cantidad de OXXOs fuera del ZAT, que se encuentran cerca de este.	RUES y Google Maps API

*Nota:* No existe controles de línea base por ZAT, por lo que solo se pudo obtener índices previos al 2011 por upz (del 2009) y por localidad (ECDV 2007). El control "spillover" tiene en cuenta que hay ZATs que no tienen OXXOs, pero presentan OXXOs cercanos que pueden afectar la dinámica económica y laboral de la zona analizada. Finalmente, cuando se habla de OXXOs, vías arteriales y estaciones de transmilenio cercanos, significa que se encuentran a menos de 800m del ZAT.

### 3.2. Análisis inicial

La tabla Tabla 2 muestra la media de la proporción de independientes por año y estado de tratamiento y la Tabla 3 es una diferencia de medias de dichos resultados.

Tabla 2: Proporción de Independientes y ZATs a lo largo del tiempo

	Tratados				Aún sin tratar			
	2011	2015	2019	2023	2011	2015	2019	2023
proporción independientes	0.335 (0.042)	0.284 (0.017)	0.199 (0.014)	0.302 (0.011)	0.277 (0.009)	0.260 (0.008)	0.207 (0.008)	0.301 (0.009)
ZATs	16	36	61	171	880	860	835	725

*Nota:* El valor entre paréntesis indica la desviación estándar. Esta tabla muestra la proporción de individuos independientes y el número total de ZATs (zonas de asentamiento temporal) para las zonas tratadas y no tratadas a lo largo de los años.

Tabla 3: Proporción de Independientes a lo largo del tiempo

	<b>2011</b>	<b>2015</b>	<b>2019</b>	<b>2023</b>
<b>proporción independientes</b>	0.058	0.024	-0.008	0.001

*Nota:* Esta tabla muestra la proporción de individuos independientes.<sup>a</sup> lo largo de los años.

Se puede observar que en promedio los ZATs tratados presentan una proporción de independientes más alta, aunque con una diferencia mínima. Esto se refuerza al notar que para ningún año la diferencia de medias es significativa. En consecuencia, los resultados preliminares sugieren que la instalación de un OXXO en un ZAT no se asocia con un incremento estadísticamente significativo en la proporción de trabajadores independientes.

Adicionalmente, existe una dinámica similar entre los grupos. La proporción baja de 2011 a 2019 y luego sube en 2023. Esta tendencia sugiere que hay factores que afectan ambos grupos. Por ejemplo, después de pandemia se ha señalado que la tasa de ocupación aumentó y una fracción importante de esa recuperación se dio a través de trabajadores por cuenta propia (Álvarez et al., s.f.; Concejo de Bogotá, D.C., 2022; DANE, 2025; Naranjo, 2025).

#### 4. Variables de control

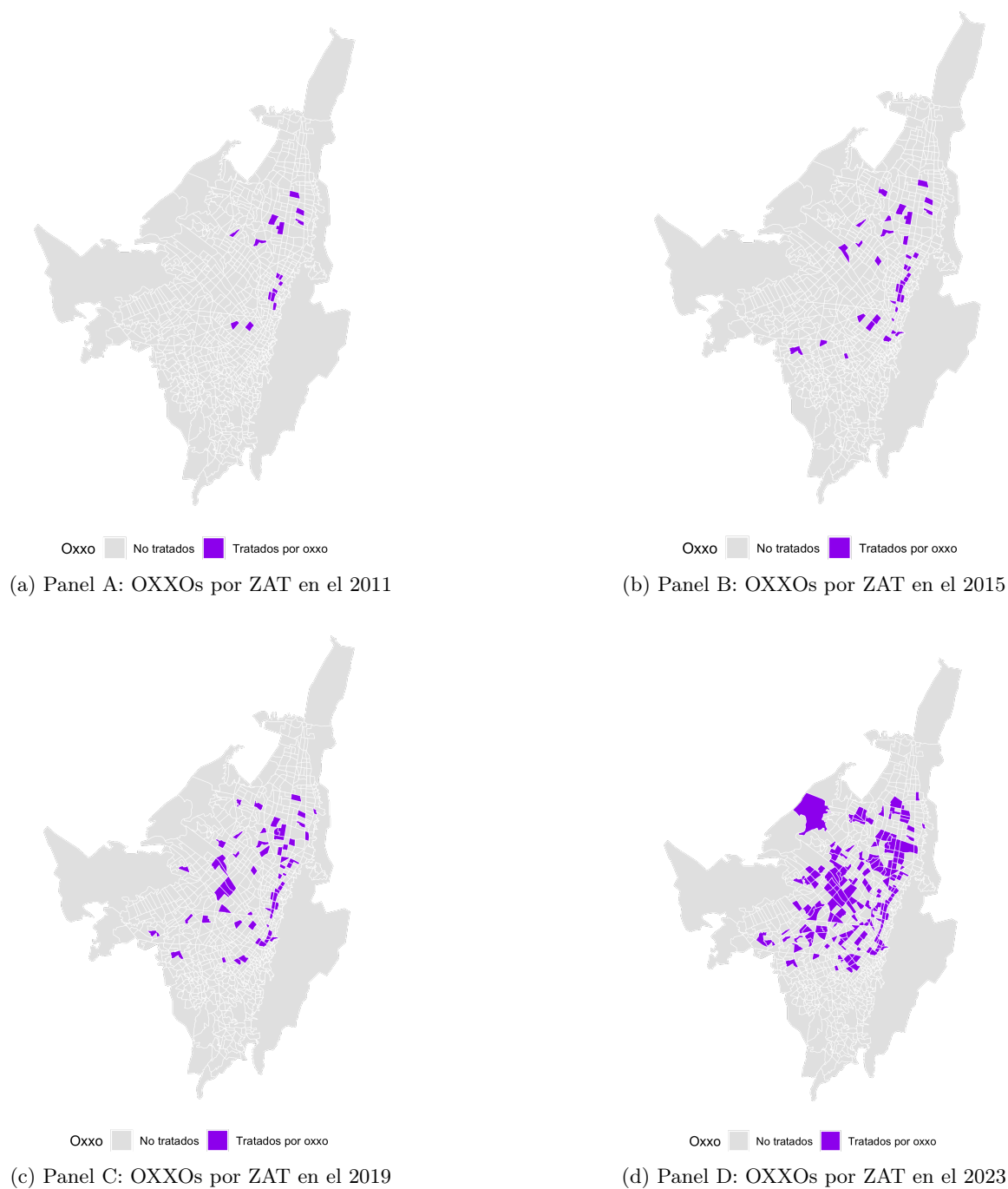


Figura 1: Evolución de la presencia de OXXOs por ZAT

Tabla 4: Diferencias de medias entre tratados y nunca tratados

	Nunca tratados	Tratados	diferencia de medias
<b>Línea base</b>			
densidad urbana por upz 2009	$2,81e + 11$ ( $8,16e + 09$ )	$2,85e + 11$ ( $1,91e + 10$ )	$3,94e + 09$
área urbana por upz 2009	$3,90e + 11$ ( $7,62e + 09$ )	$3,62e + 11$ ( $1,37e + 10$ )	$-2,79e + 10$
poblacion urbana por upz 2009	78937.337 (2177,024)	68880.655 (4302,714)	$-1,01e + 04^{**}$
Habitantes por localidad en 2007	481.997 (11.180)	473.073 (26.920)	-8.924
cantidad de personas por hogar 2007	3.522 (0.015)	3.298 (0.030)	$-0,225^{***}$
Indice de condiciones de vida 2007	89.121 (0.151)	91.724 (0.216)	$2,603^{***}$
gasto promedio mensual 2007	$1,02e + 06$ (22613,352)	$1,28e + 06$ (50141,458)	$2,54e + 05^{***}$
<b>Controles fijos</b>			
estrato promedio	2.722 (0.047)	3.483 (0.073)	$0,761^{***}$
Estaciones de transmilenio cercanas	1.746 (0.088)	3.433 (0.221)	$1,687^{***}$
tiene acceso al transmilenio	0.491 (0.019)	0.795 (0.031)	$0,304^{***}$
Cantidad acceso a vías arteriales	3.830 (0.103)	6.234 (0.292)	$2,404^{***}$
Tiene acceso a vías arteriales	0.913 (0.010)	1.000 (0.000)	$0,087^{***}$
ZATs	725	171	896

Identifiquen e incluyan variables de control pertinentes que puedan afectar la variable dependiente de su estudio. Para cada variable de control: Justificación: Proporcionen un argumento sólido respaldado por la literatura existente o datos empíricos que justifique su inclusión. Análisis Descriptivo: Analicen el impacto de estas variables con estadísticas descriptivas para los dos grupos de análisis.

Análisis del Impacto de las Variables de Control Analicen cómo estas variables de control afectan sus resultados. Discutan si actúan efectivamente como buenos controles en su modelo de investigación. Mencionen brevemente cualquier problema que se presente, como posibles sesgos o limitaciones en los datos. (Máximo 200 palabras)

## Referencias

- Álvarez, A., Zambrano, A., & Zuleta, H. (s.f.). *Informalidad laboral y Covid-19: vulnerabilidad o flexibilidad* (inf. téc.) (n.d.). Banco de la República. <https://repositorio.banrep.gov.co/server/api/core/bitstreams/23e2c186-01c4-43e9-955c-a5c2c0531de0/content>
- Basker, E. (2005). Job creation or Destruction? Labor market effects of Wal-Mart expansion. *The Review of Economics and Statistics*, 87(1), 174-183. <https://doi.org/10.1162/0034653053327568>

- Cho, J., Chun, H., & Lee, Y. (2015). How does the entry of large discount stores increase retail employment? Evidence from Korea. *Journal of Comparative Economics*, 43(3), 559-574. <https://doi.org/10.1016/j.jce.2015.04.004>
- Concejo de Bogotá, D.C. (2022). Proyecto de Acuerdo 106 de 2022 [Consultado el 21 de septiembre de 2025].
- DANE. (2025). *Encuesta de Micronegocios (EMICRON) 2024* (inf. téc.) (Consultado el 21 de septiembre de 2025). DANE. <https://www.dane.gov.co/files/operaciones/EMICRON/bol-EMICRON-2024.pdf>
- Delgado, L., Otero, A., & Calderón, A. (2024). *The impact of hard discount stores on local labor markets: evidence from Colombia* (inf. téc. N.º 326). Centro De Estudios Económicos Regionales - Cartagena. <https://www.banrep.gov.co/en/documentos-trabajo-sobre-economia-regional-urbana-impact-hard-discount-stores-local-labor-markets>
- Godoy, M. C. P. (2025, 17 de marzo). *Tiendas Oxxo abre su local número 600 en Colombia*. <https://www.valoraanalitik.com/tiendas-oxxo-abre-su-local-numero-600-en-colombia/>
- M, J. R. (2025). Oxxo llegó a su apertura 600 en Colombia: ¿cuántas tiendas abre en el año? *Portafolio.co*. <https://www.portafolio.co/negocios/empresas/oxxo-llega-a-las-600-tiendas-en-colombia-626124>
- Marcos, M. Á. (2022). Preliminary Evidence of Surviving Competition: Neighborhood Shops vs. Convenience Chains. *Cuadernos de Economía*. <https://doi.org/10.18235/0004453>
- Naranjo, D. H. (2025, julio). *Más ocupación, menos protección, la paradoja del trabajo por cuenta propia*. <https://www.portafolio.co/economia/empleo/trabajo-por-cuenta-propia-crece-en-colombia-pero-informalidad-y-falta-de-aportes-preocupan-634514>



## 5. Apéndice

### A. Controles línea base por cohortes

Tabla A.1: 2011 - entre tratados y nunca tratados

	Aún sin tratar	Tratados	diferencia de medias
<b>Línea base</b>			
poblacion urbana por upz 2009	77473.727 (1971.452)	51955.062 (9851.411)	$-2,55e + 04^*$
densidad urbana por upz 2009	$2,82e + 11$ ( $7,58e + 09$ )	$2,98e + 11$ ( $6,79e + 10$ )	$1,60e + 10$
área urbana por upz 2009	$3,85e + 11$ ( $6,76e + 09$ )	$3,69e + 11$ ( $5,57e + 10$ )	$-1,63e + 10$
Habitantes por localidad en 2007	481.890 (10.465)	392.478 (87.608)	-89.413
cantidad de personas por hogar 2007	3.489 (0.014)	2.971 (0.116)	$-0,518^{***}$
Indice de condiciones de vida 2007	89.539 (0.134)	93.955 (0.640)	$4,416^{***}$
gasto promedio mensual 2007	$1,06e + 06$ (20917.105)	$1,79e + 06$ (1.21e+05)	$7,35e + 05^{***}$
<b>Controles fijos</b>			
estrato promedio	2.864 (0.042)	3.801 (0.193)	$0,937^{***}$
Estaciones de transmilenio cercanas	2.039 (0.087)	3.688 (0.454)	$1,649^{**}$
tiene acceso al transmilenio	0.543 (0.017)	0.875 (0.085)	$0,332^{**}$
Cantidad acceso a vías arteriales	4.223 (0.103)	7.938 (0.292)	$3,715^{***}$
Tiene acceso a vías arteriales	0.928 (0.009)	1.000 (0.000)	0.072
<b>ZATs</b>	880	16	896

Tabla A.2: 2015 - entre tratados y nunca tratados

	Aún sin tratar	Tratados	diferencia de medias
<b>Línea base</b>			
poblacion urbana por upz 2009	77975.227	54151.833	$-2,38e + 04^{**}$
densidad urbana por upz 2009	$2,81e + 11$ ( $7,63e + 09$ )	$3,10e + 11$ ( $4,47e + 10$ )	$2,96e + 10$
área urbana por upz 2009	$3,86e + 11$ ( $6,83e + 09$ ) (1997.734)	$3,58e + 11$ ( $3,53e + 10$ ) (7560.578)	$-2,82e + 10$
Habitantes por localidad en 2007	484.916 (10.529)	369.880 (58.628)	-115.035**
cantidad de personas por hogar 2007	3.497 (0.014)	3.075 (0.079)	$-0,422^{***}$
Indice de condiciones de vida 2007	89.501 (0.136)	92.409 (0.591)	$2,908^{***}$
gasto promedio mensual 2007	$1,06e + 06$ (21062.412)	$1,47e + 06$ (1.15e+05)	$4,15e + 05^{***}$
<b>Controles fijos</b>			
estrato promedio	2.842 (0.042)	3.735 (0.161)	$0,893^{***}$
Estaciones de transmilenio cercanas	1.984 (0.087)	4.083 (0.422)	$2,100^{**}$
tiene acceso al transmilenio	0.535 (0.017)	0.889 (0.053)	$0,354^{**}$
Cantidad acceso a vías arteriales	4.176 (0.103)	7.000 (0.715)	$2,824^{***}$
Tiene acceso a vías arteriales	0.927 (0.009)	1.000 (0.000)	$0,073^*$
<b>ZATs</b>	860	36	896

Tabla A.3: 2019 - entre tratados y nunca tratados

	Aún sin tratar	Tratados	diferencia de medias
<b>Línea base</b>			
poblacion urbana por upz 2009	78594.207	55442.590	$-2,32e + 04^{**}$
densidad urbana por upz 2009	$2,79e + 11$ ( $7,70e + 09$ )	$3,17e + 11$ ( $3,37e + 10$ )	$3,79e + 10$
área urbana por upz 2009	$3,88e + 11$ ( $6,94e + 09$ ) (2015.555)	$3,43e + 11$ ( $2,54e + 10$ ) (7020.198)	$-4,48e + 10$
Habitantes por localidad en 2007	485.354 (10.662)	411.027 (44.380)	$-74.327^*$
cantidad de personas por hogar 2007	3.503 (0.014)	3.153 (0.059)	$-0,350^{***}$
Indice de condiciones de vida 2007	89.440 (0.138)	92.409 (0.424)	$2,615^{***}$
gasto promedio mensual 2007	$1,05e + 06$ (21241.687)	$1,41e + 06$ (88739.694)	$3,60e + 05^{***}$
<b>Controles fijos</b>			
estrato promedio	2.818 (0.043)	3.671 (0.141)	$0,853^{***}$
Estaciones de transmilenio cercanas	1.941 (0.087)	3.803 (0.352)	$1,862^{**}$
tiene acceso al transmilenio	0.528 (0.017)	0.836 (0.048)	$0,308^{***}$
Cantidad acceso a vías arteriales	4.111 (0.102)	6.721 (0.550)	$2,610^{***}$
Tiene acceso a vías arteriales	0.925 (0.009)	1.000 (0.000)	$0,075^{**}$
<b>ZATs</b>	896	61	896

Tabla A.4: 2023 - entre tratados y nunca tratados

	Aún sin tratar	Tratados	diferencia de medias
<b>Línea base</b>			
poblacion urbana por upz 2009	78937.337	68880.655	$-1,01e + 04^{**}$
densidad urbana por upz 2009	$2,81e + 11$ ( $8,16e + 09$ )	$2,85e + 11$ ( $1,91e + 10$ )	$3,94e + 09$
área urbana por upz 2009	$3,90e + 11$ ( $7,62e + 09$ ) (2177.024)	$3,62e + 11$ ( $1,37e + 10$ ) (4302.714)	$-2,79e + 10$
Habitantes por localidad en 2007	481.997 (11.180)	473.073 (26.920)	-8.924
cantidad de personas por hogar 2007	3.522 (0.015)	3.298 (0.030)	$-0,225^{***}$
Indice de condiciones de vida 2007	89.121 (0.151)	91.724 (0.216)	$2,603^{***}$
gasto promedio mensual 2007	$1,02e + 06$ (22613.352)	$1,28e + 06$ (50141.458)	$2,54e + 05^{***}$
<b>Controles fijos</b>			
estrato promedio	2.722 (0.047)	3.483 (0.073)	$0,761^{***}$
Estaciones de transmilenio cercanas	1.746 (0.088)	3.433 (0.221)	$1,687^{***}$
tiene acceso al transmilenio	0.491 (0.019)	0.795 (0.031)	$0,304^{***}$
Cantidad acceso a vías arteriales	3.830 (0.103)	6.234 (0.292)	$2,404^{***}$
Tiene acceso a vías arteriales	0.913 (0.010)	1.000 (0.000)	$0,087^{***}$
<b>ZATs</b>	725	171	896

## B. Controles rezagados de cadenas de descuento

Tabla B.1: Tabla de Resultados 2015

	Aún sin tratar	Tratados	diferencia de medias
Tiene D1	0.050 (0.007)	0.222 (0.070)	$0,172^{***}$
Cantidad de D1s	0.062 (0.010)	0.278 (0.094)	$0,216^{***}$
ZATs	860	36	896

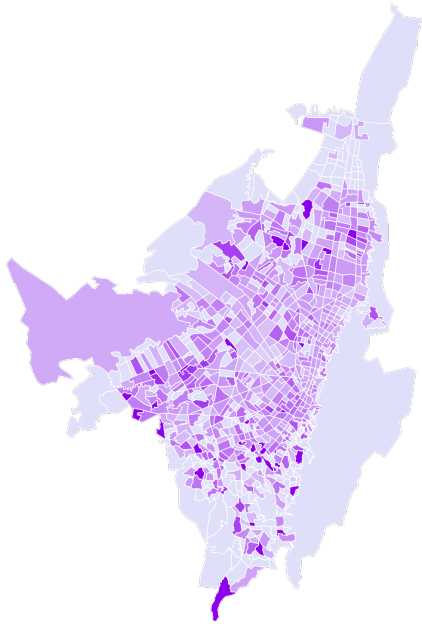
Tabla B.2: Tabla de Resultados 2019

	<b>Aún sin tratar</b>	<b>Tratados</b>	<b>diferencia de medias</b>
Tiene J&B	0.083 (0.010)	0.098 (0.038)	0.016
Tiene D1	0.170 (0.013)	0.410 (0.063)	0,240***
Tiene ARA	0.081 (0.009)	0.148 (0.046)	0,066*
Cantidad de J&B	0.168 (0.033)	0.230 (0.120)	0.062
Cantidad de D1s	0.229 (0.022)	0.557 (0.098)	0,329***
Cantidad de ARAs	0.103 (0.013)	0.197 (0.069)	0,094*
ZATs	835	61	896

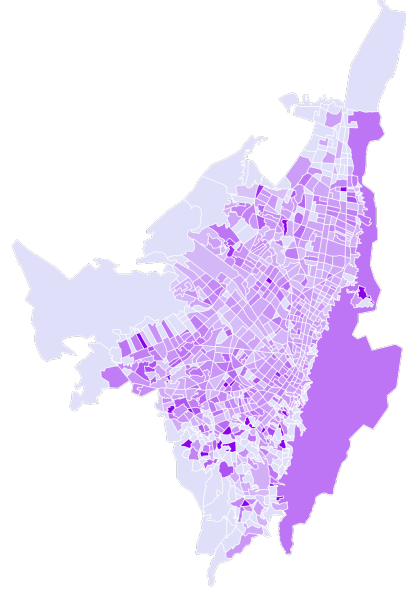
Tabla B.3: 2023 - entre tratados y nunca tratados

	<b>Aún sin tratar</b>	<b>Tratados</b>	<b>diferencia de medias</b>
Tiene D1	0.214 (0.015)	0.456 (0.038)	0,242***
Tiene ARA	0.109 (0.012)	0.246 (0.033)	0,137***
Cantidad de D1s	0.288 (0.025)	0.865 (0.118)	0,577***
Cantidad de ARAs	0.143 (0.017)	0.357 (0.056)	0,213***
ZATs	725	171	896

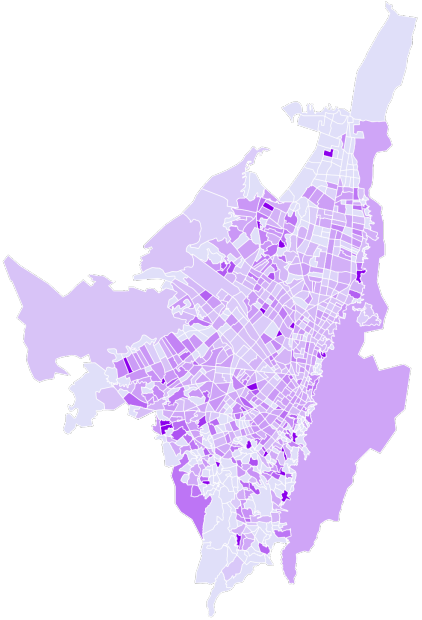
## C. Controles por diferencias entre cortes transversales



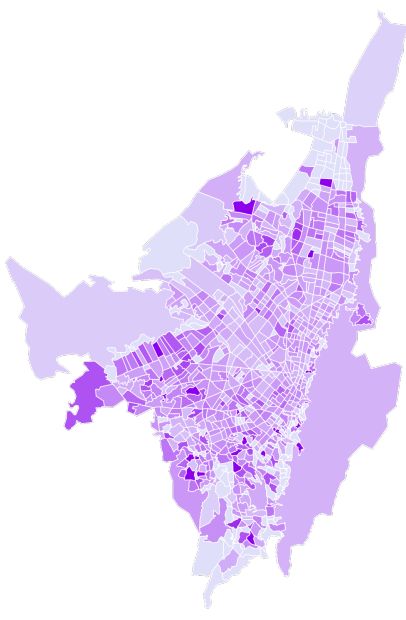
(a) Panel A: Two-EV Mixture Fit



(b) Panel B: Two-Normal Mixture Fit



(c) Panel C: Three-EV Mixture Fit



(d) Panel D: Three-Normal Mixture Fit



**Figura C.1: EM Algorithm Mixture Fits Under Varying Distributional Assumptions.** Four-panel figure comparing estimated mixture distributions obtained using the EM algorithm under different modeling assumptions. Each panel corresponds to one of the four cases: two or three components, with either Normal or Extreme Value (EV) distributions. In each panel, the fitted mixture is overlaid on the empirical distribution of the data from `Q4_data.csv`.