

Trabajo final - Investigación

Econometría avanzada, 2025-1

Profesor: Manuel Fernández

Julian Felipe Herrera Xiques - 202120246

Introducción

La inclusión financiera es esencial para reducir la pobreza y fomentar el desarrollo económico. Aunque Colombia ha logrado avances significativos en este ámbito, con un 94.6 % de adultos accediendo a algún producto financiero en 2023, persisten desafíos en áreas rurales y entre poblaciones vulnerables. Este estudio analiza el efecto causal de la expansión de corresponsales bancarios en la inclusión financiera municipal, medida por el número de productos financieros por habitante. Se emplea un enfoque de diferencias en diferencias (DiD) dinámico, combinado con propensity score matching (PSM) para abordar problemas de comparabilidad y sesgo de selección.

Marco Teórico e Hipótesis

La teoría de los mercados eficientes (Fama, 1970) sostiene que toda información relevante se incorpora rápidamente en los precios y decisiones. Sin embargo, en contextos con restricciones de acceso, los canales físicos como los corresponsales bancarios pueden desempeñar un papel crucial. La literatura reciente destaca cómo la digitalización está transformando la infraestructura financiera, pero también reconoce que en zonas rurales, los canales tradicionales siguen siendo fundamentales. Se plantea la hipótesis de que la expansión de corresponsales tiene un efecto positivo sobre la inclusión financiera, aunque con posibles rendimientos decrecientes.

Descripción de los Datos

Para estimar el efecto dinámico de la apertura de corresponsales sobre la inclusión financiera a nivel municipal, se construyó una base de datos a partir de múltiples fuentes oficiales. La unidad de análisis es el municipio por semestre, y el periodo de observación abarca desde 2018 hasta 2023.

- **Internet Fijo y Conectividad:** Se usaron datos del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC), específicamente de la base “Internet Fijo Penetración Municipio”. Disponible en: [MinTIC, 2024](#).
- **Inclusión Financiera:** Se utilizaron dos fuentes de la Superintendencia Financiera de Colombia (SFC): la base de inclusión financiera 2017–2021 y la correspondiente a 2021–2024. Ambas están disponibles en [Datos Abiertos Colombia](#). Estas bases están fundamentadas en la Circular Externa 100 de 1995 (Circular Básica Contable y Financiera), la cual establece la clasificación oficial de pasivos y productos financieros de las entidades vigiladas, incluyendo captaciones del público. A partir de estas se construyó la variable dependiente principal: número de productos financieros por habitante.

La variable de tratamiento es *corresp_post*, que representa la interacción entre el número de corresponsales propios y una dummy para los semestres posteriores a 2021S2. Esta fecha se selecciona como punto de corte tras la pandemia, momento en el que se reactivó la expansión de infraestructura financiera.

Estadísticas Descriptivas

Se observan diferencias iniciales en niveles de inclusión financiera entre municipios tratados y no tratados [Anexo 4. Prueba de balance](#). Sin embargo, la evolución temporal muestra trayectorias paralelas antes del tratamiento, validando el supuesto fundamental del DID [Prueba de Tendencias Paralelas](#). Se presenta un gráfico de tendencia promedio por grupo, así como una tabla de medias y desviaciones estándar.

Metodología

Para identificar el efecto causal de la apertura de corresponsales sobre la inclusión financiera, se combinan tres elementos metodológicos: diferencias en diferencias dinámicas (event study), emparejamiento por puntuación de propensión (PSM) y efectos fijos por municipio.

Emparejamiento por Propensity Score

Se empleó un procedimiento de PSM para crear grupos comparables de municipios tratados y no tratados. El score se estimó mediante un modelo logit usando datos exclusivamente del periodo pretratamiento (hasta 2021S2), tomando una observación por municipio. Las variables utilizadas fueron el nivel inicial de inclusión financiera relativa y un índice de conectividad, *PCA_COBERTURA*, construido mediante análisis de componentes principales (PCA). Esta técnica permite reducir la dimensionalidad de múltiples variables altamente correlacionadas —como cobertura de Internet fijo, 3G, 4G y LTE— y mitigar la multicolinealidad, otorgando una representación más estable y consistente de la infraestructura digital municipal.

Modelo de eventos con DID y efectos fijos

Posteriormente, se estimó un modelo de eventos sobre la muestra emparejada:

$$Y_{it} = \alpha + \sum_{s \neq s^*} \delta_s \cdot \text{time}_s + \sum_{s \neq s^*} \beta_s (\text{time}_s \times \text{corresp}_{it}) + \theta \cdot \text{corresp.post}_{it} + \gamma X_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it}$$

Donde Y_{it} es la inclusión financiera relativa, corresp_{it} el número de corresponsales, μ_i efectos fijos por municipio, y X_{it} controles como *PCA_COBERTURA* y tendencias municipales específicas. Los parámetros β_s capturan el efecto diferencial del tratamiento en cada semestre. La variable dependiente Y_{it} , que representa la inclusión financiera en el municipio i en el semestre t , es una variable construida a partir de registros administrativos. Se define como el número total de productos financieros —incluyendo cuentas de ahorro, créditos de consumo, créditos de vivienda y otros productos (base de datos de la SFC - Inclusión financiera)— dividido por la población del municipio. Esta medida per cápita permite capturar el nivel de acceso financiero relativo y es consistente con la metodología reportada en el *Reporte de Inclusión Financiera 2023* de la Banca de las Oportunidades (2025).

Fecha de tratamiento: Se define 2021S2 como el momento de tratamiento. Esta elección se basa en el contexto de reactivación económica tras la pandemia, donde bancos e instituciones reanudaron activamente la estrategia de expansión de corresponsales, especialmente en zonas con baja penetración digital (Banca de las Oportunidades, 2021; Asobancaria, 2021).

Resultados

Figura 1 TWFE dinámico sobre el efecto de las corresponsales físicas sobre la inclusión financiera

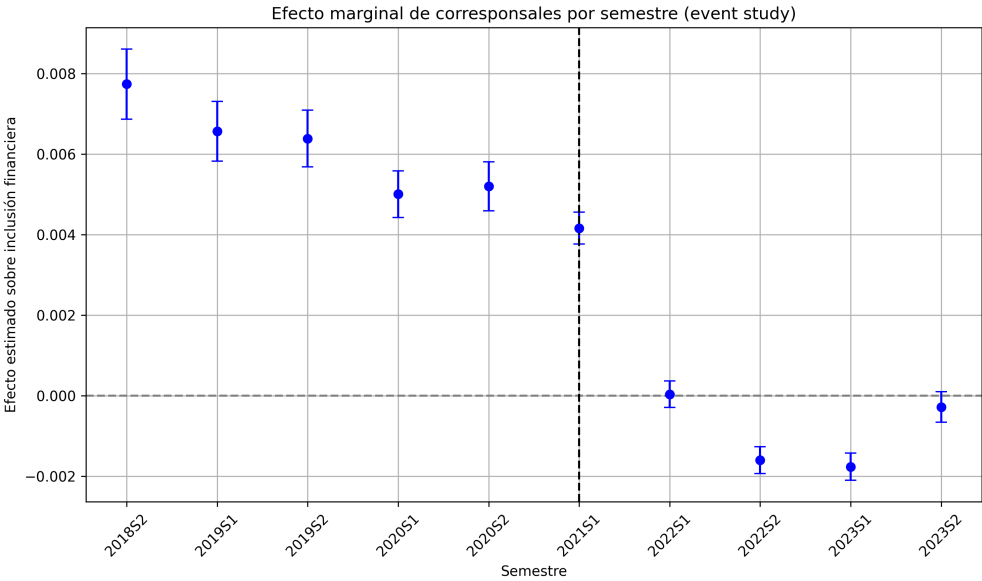


Tabla 1 Resultados principales del modelo de efectos dinámicos con Matching

Variable	Coef.	Error Std.	p-valor	Significativo
corresp_time_2018S2	0.0077	0.0004	0.000	Sí
corresp_time_2019S1	0.0066	0.0004	0.000	Sí
corresp_time_2021S1	0.0042	0.0002	0.000	Sí
corresp_time_2022S2	-0.0016	0.0002	0.000	Sí
corresp_time_2023S1	-0.0018	0.0002	0.000	Sí
corresp_time_2023S2	-0.0003	0.0002	0.145	No
corresp_post	0.0050	0.0003	0.000	Sí
PCA_COBERTURA	0.0433	0.017	0.010	Sí
trend_municipio	0.000006	0.00001	0.628	No

Interpretación del modelo de diferencias en diferencias con matching y controles. El modelo estima el efecto dinámico del número de corresponsales financieros sobre la inclusión financiera relativa. En términos generales, se observa una relación positiva entre la cantidad de oficinas y la inclusión financiera en los semestres anteriores al tratamiento, seguida de una reversión en los últimos periodos.

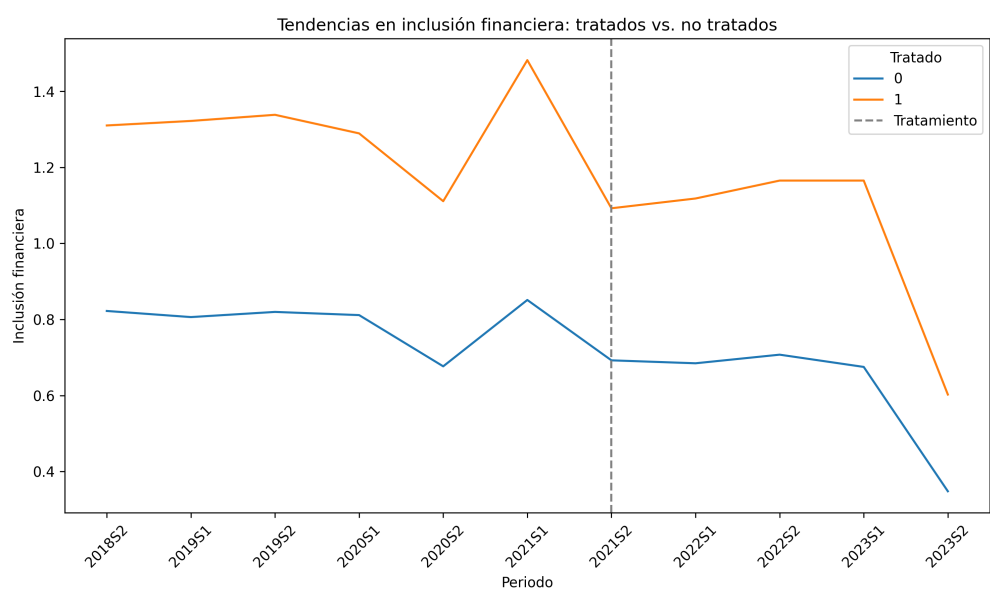
- **Dirección del efecto:** Los coeficientes de las interacciones `corresp_time_` para los semestres entre 2018S2 y 2021S1 son positivos y estadísticamente significativos ($p < 0.01$), indicando que una mayor presencia de corresponsales financieros se asocia con mayor inclusión financiera en esos periodos.
- **Magnitud y significancia:** Por ejemplo, en 2018S2, un aumento de una unidad en corresponsales está asociado con un incremento de 0.0077 puntos en inclusión financiera. Dado que la desviación estándar promedio de la variable dependiente es aproximadamente 0.3 (según versiones anteriores del modelo), este efecto representa alrededor del 2.6 % de una desviación estándar, lo cual tiene relevancia económica.
- **Efectos negativos posteriores:** A partir de 2022S2, los coeficientes se vuelven negativos (e.g., -0.0016 en 2022S2 y -0.0018 en 2023S1, ambos significativos con $p < 0.01$), lo que sugiere que el impacto positivo de las oficinas financieras no solo se atenúa, sino que eventualmente se revierte. Esto podría reflejar saturación del efecto, cambios estructurales o limitaciones en el alcance marginal de nuevas oficinas.

- **PCA_COBERTURA:** El índice sintético de cobertura digital muestra un efecto positivo y significativo ($\beta = 0.0433$, $p = 0.010$), lo que indica que mejores condiciones tecnológicas están asociadas con mayor inclusión.
- **Tendencia específica:** La variable `trend_municipio` no es significativa, lo que sugiere que no hay una tendencia temporal específica fuerte por municipio residual tras el emparejamiento y controles.
- **corresp_time_2023S2:** El coeficiente estimado para `corresp_time_2023S2` es -0.0003 , con un error estándar de 0.0002 , y un valor- p de 0.145 , lo cual indica que no es estadísticamente significativo al 5%. El signo negativo sugiere que, en el segundo semestre de 2023, un mayor número de corresponsales financieros podría estar asociado con una leve reducción en la inclusión financiera, aunque esto no es concluyente.

Posible explicación: la falta de efecto puede deberse a saturación del canal (efecto marginal decreciente), rezago temporal en el impacto, o condiciones macroeconómicas que contrarrestaron el beneficio de nuevos corresponsales.

En conjunto, el modelo respalda que el efecto de la expansión de corresponsales fue inicialmente positivo, pero su efecto decrece y eventualmente se vuelve negativo. Este resultado resalta la importancia de considerar dinámicas temporales y efectos no lineales en la expansión de infraestructura financiera.

Figura 2 Tendencias paralelas entre el grupo de control y tratamiento



Prueba de Tendencias Paralelas

Tabla 2 Validación de tendencias paralelas (pre-tratamiento)

Variable	Coef.	Std. Err.	t	p-valor	[0.025, 0.975]
Intercept	1.1744	0.083	14.191	0.000	[1.012, 1.337]
trend_time	-0.0399	0.019	-2.116	0.034	[-0.077, -0.003]
PCA_COBERTURA	0.2410	0.042	5.758	0.000	[0.159, 0.323]
tratado	0.4699	0.069	6.768	0.000	[0.334, 0.606]
tratado_trend	0.0103	0.023	0.450	0.653	[-0.035, 0.055]

La interacción `tratado_trend` evalúa si los municipios tratados y no tratados tienen trayectorias de tendencia diferentes antes del tratamiento. El coeficiente estimado es 0.0103 y no es estadísticamente significativo ($p = 0,653$). Esto sugiere que se cumple el supuesto de **tendencias paralelas**, lo cual respalda la validez del enfoque de diferencias en diferencias dinámico usado en el análisis.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

1. **Efecto positivo de los corresponsales bancarios:** El análisis econométrico revela que la expansión de corresponsales bancarios tiene un efecto positivo y significativo en la inclusión financiera municipal. Este hallazgo es consistente con la hipótesis planteada y respalda la efectividad de los corresponsales como canal de acceso financiero en áreas con infraestructura limitada.
2. **Validez del diseño metodológico:** La prueba de placebo, que simula la implementación del tratamiento en un periodo anterior, no muestra efectos significativos, lo que refuerza la validez del diseño de diferencias en diferencias utilizado en el estudio.
3. **Cumplimiento del supuesto de tendencias paralelas:** La interacción entre la variable de tratamiento y la tendencia temporal no es estadísticamente significativa, lo que sugiere que se cumple el supuesto de tendencias paralelas, esencial para la validez del enfoque DiD.

Recomendaciones

1. **Focalización en zonas rurales y municipios apartados:** Dado que las brechas de inclusión financiera persisten en áreas rurales y municipios de difícil acceso, se recomienda focalizar las estrategias de expansión de corresponsales bancarios en estas zonas. Esto podría incluir incentivos para la apertura de corresponsales en municipios con baja densidad financiera.
2. **Integración de canales digitales y físicos:** Aunque los canales digitales han ganado terreno, los corresponsales bancarios siguen siendo esenciales en áreas con limitada conectividad. Se recomienda una estrategia híbrida que combine la expansión de corresponsales con el fortalecimiento de canales digitales, adaptada a las características de cada región.
3. **Investigación adicional en poblaciones específicas:** Se sugiere realizar estudios adicionales que analicen el impacto de los corresponsales bancarios en poblaciones específicas, como mujeres, jóvenes y adultos mayores, para diseñar políticas más inclusivas y efectivas.
4. **Evaluación de la sostenibilidad y eficiencia de los corresponsales:** Es importante evaluar la sostenibilidad financiera y operativa de los corresponsales bancarios, así como su eficiencia en la prestación de servicios, para garantizar su viabilidad a largo plazo.
5. **Monitoreo y evaluación continua:** Se recomienda establecer mecanismos de monitoreo y evaluación continua de las estrategias de inclusión financiera, para ajustar las políticas en función de los resultados obtenidos y las necesidades cambiantes de la población.

Referencias

- Banca de las Oportunidades (2021). Impulsan corresponsales bancarios móviles y digitales. Disponible en: <https://www.portafolio.co/economia/impulsan-corresponsales-bancarios-moviles-y-digitales-551090>
- Asobancaria (2021). Penetración de corresponsales bancarios aumentó en 40 % en zonas rurales. Disponible en: <https://www.larepublica.co/finanzas/penetracion-de-corresponsales-bancarios-aumento-en-40-c>
- CGAP (2021). Financial Inclusion and COVID-19: An Overview. <https://www.cgap.org/research/publication/financial-inclusion-and-covid-19-overview>
- Fama, E. F. (1970). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *Journal of Finance*, 25(2), 383–417. <https://doi.org/10.2307/2325486>

Anexo

Anexo 1. Código del experimento

Haciendo click aquí puede ver [el código en github](#) del anexo para replicación del ejercicio 2 práctico.

Anexo 2. Verificación del placebo (2020S2)

Tabla 3 Prueba de placebo (tratamiento ficticio en 2020S1)

Variable	Coef.	Std. Err.	t	p-value
Intercept	0.2050	0.169	1.216	0.224
corresp_post_placebo	-0.0183	0.014	-1.272	0.204
PCA_COBERTURA	0.0571	0.017	3.292	0.001
trend_municipio	1.18e-05	1.31e-05	0.899	0.369

En la prueba de placebo se simula que el tratamiento ocurrió en el semestre **2020S1**, antes del tratamiento real (**2021S2**). El coeficiente estimado de la variable `corresp_post_placebo` es **-0.0183**, y no es estadísticamente significativo ($p = 0.204$). Esto refuerza la validez del diseño *Difference-in-Differences* (DiD), ya que no se observan efectos espurios previos al tratamiento verdadero.

Anexo 4. Prueba de balance

Tabla 4 Prueba de balance entre municipios tratados y control (periodo pretratamiento)

Variable	Media Tratado	Media Control	Std Tratado	Std Control	p-value
INDICE_INTERNET_FIJO	7.612	4.356	7.328	5.523	0.000
COBERTURA_3G	51.114	50.702	23.050	24.111	0.598
COBERTURA_2G	57.254	54.467	20.385	21.859	0.000
COBERTURA_HSPA_PLUS	38.685	38.883	22.416	22.941	0.792
COBERTURA_LTE	25.011	23.028	21.416	19.857	0.003
COBERTURA_4G	11.457	10.975	22.649	21.482	0.505
PCA_COBERTURA	-0.696	-0.769	1.100	1.067	0.041

Tabla 5 Cargas factoriales del índice PCA_COBERTURA

Variable	Carga (PCA1)
INDICE_INTERNET_FIJO	0.199
COBERTURA_3G	0.573
COBERTURA_4G	0.662
COBERTURA_LTE	-0.441

Discusión sobre el uso de PCA como control en un DiD dinámico

La Tabla 1 **anexo** presenta la prueba de balance para las variables de cobertura digital y acceso a internet, comparando los municipios tratados y no tratados antes del tratamiento. Mientras variables como `COBERTURA_3G` y `COBERTURA_4G` no presentan diferencias estadísticamente significativas entre grupos, otras como `INDICE_INTERNET_FIJO`, `COBERTURA_2G` y `COBERTURA_LTE` sí lo hacen. Para abordar la posible colinealidad entre estas variables y reducir la dimensionalidad, se aplicó un Análisis de Componentes Principales (PCA). El primer componente (`PCA_COBERTURA`), mostrado en la Tabla 2, resume la varianza común de las variables de cobertura. Este índice fue utilizado como covariable de control en el modelo DiD dinámico.

Ventajas del uso de PCA como control

- Reduce la dimensionalidad y multicolinealidad del modelo.
- Captura la varianza compartida entre múltiples indicadores de cobertura.
- Permite resumir información compleja en una sola variable sintética.

Limitaciones

- El índice PCA es menos interpretable que las variables originales.
- Puede ocultar relaciones específicas entre covariables individuales y el resultado.
- No captura relaciones no lineales o interacciones si existen.

Aunque el índice PCA_COBERTURA mostró un valor marginalmente significativo en el test de balance ($p = 0.041$), el uso del matching por score permitió mejorar la comparabilidad de los grupos antes del tratamiento, lo cual fortalece la validez del supuesto de tendencias paralelas necesario en los modelos DiD.

Anexo 4. Evolución de los corresponsales bancarios propios en Colombia

Figura 3 TWFE dinámico con adopción escalonada para estimar el efecto de la ocurrencia de un incendio forestal sobre la concentración de partículas inhalables finas con diámetro de 2,5 micrómetros o menos

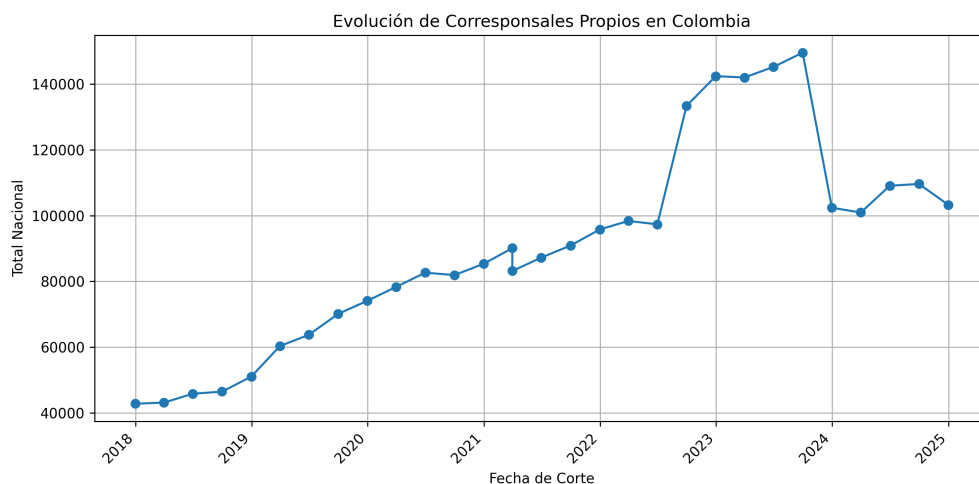
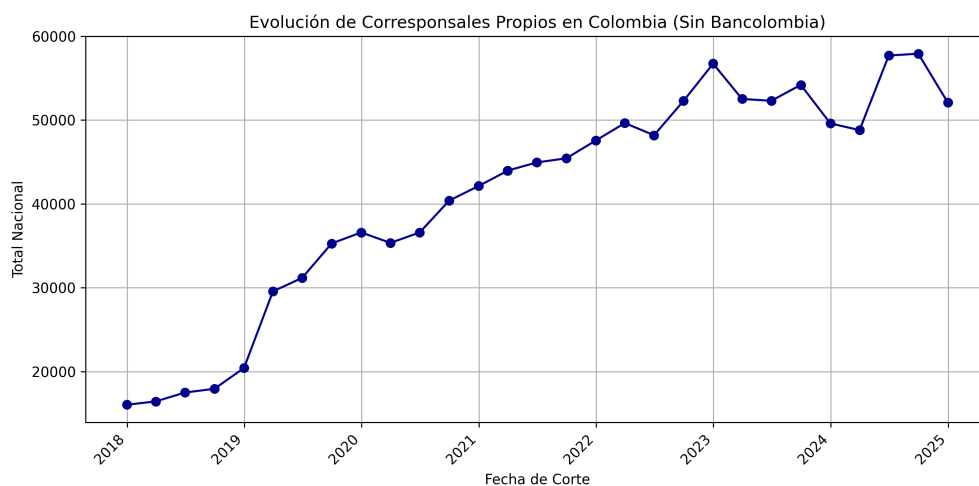


Figura 4 TWFE dinámico con adopción escalonada para estimar el efecto de la ocurrencia de un incendio forestal sobre la concentración de partículas inhalables finas con diámetro de 2,5 micrómetros o menos



Anexo 5. Efecto de los corresponsales bancarios propios sobre la inclusión financiera en Colombia

Figura 5 TWFE dinámico con adopción escalonada para estimar el efecto de la ocurrencia de un incendio forestal sobre la concentración de partículas inhalables finas con diámetro de 2,5 micrómetros o menos

