UNDERGRADUATE ECONOMICS WORKING PAPERS

AÑO - 2025

UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO | Economía
Facultad de Economía y Finanzas

UGEWP · No. Serie 2025-7 · Octubre 2025

Infraestructura vial por carretera: ¿genera impacto en la producción agrícola del café entre los años 2016-2023?

Seminario de Investigación Económica II

SERIE · UNDERGRADUATE ECONOMICS WORKING PAPERS — UGEWP

PRESENTADO POR

Sánchez Saba, Nathaly Milagros

Zavalaga Asnaran, Ricardo Jesus

ASESOR

Stanislao Humberto Maldonado Zambrano

School of Economics and Finance · Universidad del Pacífico · Lima, Perú

Preliminary work by undergraduate students, circulated to encourage discussion and comment. Not peer reviewed; the views expressed are the authors' own. Deposited in the UP Institutional Repository.

RESUMEN

Este estudio evalúa el impacto de la infraestructura vial por carretera sobre la producción agrícola del café en el Perú entre los años 2016 y 2023. A pesar del reconocimiento del rol de la conectividad en el desarrollo rural, los estudios existentes han tratado la agricultura como un sector homogéneo, sin incorporar adecuadamente las particularidades territoriales ni la naturaleza escalonada de la expansión vial. Para superar estas limitaciones, esta investigación adopta un enfoque de Diferencias en Diferencias con tratamiento escalonado, adecuado para capturar los efectos dinámicos y acumulativos de una intervención que no ocurre simultáneamente en todas las provincias. La metodología emplea datos panel a nivel provincial, integrando información georreferenciada de la red vial del MTC con datos de producción cafetalera del MIDAGRI. Se espera que los resultados permitan comprender cómo las mejoras viales reducen los costos logísticos y amplían las oportunidades comerciales de los productores. Esta evidencia puede orientar decisiones de política pública, inversión en infraestructura y estrategias de desarrollo territorial.

Palabras clave: infraestructura vial, café, desarrollo agrícola, diferencias en diferencias, logística rural, Perú.

ABSTRACT

This study evaluates the impact of road infrastructure on coffee production in Peru between 2016 and 2023. Despite the recognition of connectivity's role in rural development, existing studies have treated agriculture as a homogeneous sector, failing to adequately incorporate territorial particularities and the staggered nature of road expansion. To overcome these limitations, this research adopts a Difference-in-Differences approach with staggered treatment, suitable for capturing the dynamic and cumulative effects of an intervention that does not occur simultaneously across all provinces. The methodology uses provincial-level panel data, integrating georeferenced information from the MTC road network with coffee production data from MIDAGRI. The expected results aim to understand how road improvements reduce logistical costs and expand commercial opportunities for producers. This evidence could inform public policy decisions, infrastructure investment, and territorial development strategies.

Keywords: Road infrastructure, coffee, agricultural development, difference-in-differences, rural logistics, Peru.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN **2**
CAPÍTULO I: REVISIÓN DE LA LITERATURA **3**
CAPÍTULO II: MARCO ANALÍTICO Y METODOLOGÍA **7**
1. MARCO ANALÍTICO 7
2. METODOLOGÍA 8
CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE RESULTADOS **9**
1. DATOS 9
2. MODELO DIFFERENCE-IN-DIFFERENCE ESCALONADO 11
3. ANÁLISIS DE RESULTADOS 13
3.1. Las carreteras como arterias de desarrollo agrario 13
3.2. Ampliar no siempre es suficiente: resultados del tratamiento de ampliación de vías de calidad 14
3.3. Reestructurar las redes viales: resultados del tratamiento de mejoramiento de vías de calidad 16
3.4. Análisis de los resultados significativos y mecanismos de adaptación territorial 19
3.5. Consideraciones finales 22
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES **24**
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS **26**
ANEXOS **29**

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Estimación ATT estático para el tratamiento de ampliación en todas las provincias del Perú 14
Tabla N° 2. Estimación ATT estático para el tratamiento de mejoramiento las provincias productoras de café 17
Tabla N° 3. Estimación ATT estático para el tratamiento de mejoramiento en provincias con rendimiento inicial alto..... 18
Tabla N° 4. Estimación ATT estático para el tratamiento de mejoramiento en provincias productoras de café e IDH menor al promedio 20
Tabla N° 5. Estimación ATT estático para el tratamiento de mejoramiento en provincias productoras de café y con población mayoritaria en hombres 21
Tabla N° 6. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de ampliación en todas las provincias del Perú..... 29
Tabla N° 7. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en las provincias productoras de café 29
Tabla N° 8. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en las provincias con rendimiento inicial alto..... 30
Tabla N° 9. Estimación ATT estático para el tratamiento de ampliación en provincias productoras de café 31
Tabla N° 10. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de ampliación en las provincias productoras de café 31
Tabla N° 11. Estimación ATT estático para el tratamiento de ampliación en provincias con rendimiento inicial alto..... 32
Tabla N° 12. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de ampliación en las provincias con rendimiento inicial alto..... 32
Tabla N° 13. Estimación ATT estático para el tratamiento de ampliación en provincias con rendimiento inicial bajo..... 33
Tabla N° 14. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de ampliación en las provincias con rendimiento inicial bajo..... 33
Tabla N° 15. Estimación ATT estático para el tratamiento de ampliación en provincias con tratamiento fuerte 34
Tabla N° 16. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de ampliación en las provincias con tratamiento fuerte 34
Tabla N° 17. Estimación ATT estático para el tratamiento de ampliación en provincias con tratamiento débil..... 35
Tabla N° 18. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de ampliación en las provincias con tratamiento débil..... 35

Tabla N° 19. Estimación ATT estático para el tratamiento de mejoramiento en todas las provincias del Perú..... 36
Tabla N° 20. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en todas las provincias del Perú..... 36
Tabla N° 21. Estimación ATT estático para el tratamiento de mejoramiento en provincias con rendimiento inicial bajo..... 37
Tabla N° 22. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en las provincias con rendimiento inicial bajo..... 37
Tabla N° 23. Estimación ATT estático para el tratamiento de mejoramiento en provincias con tratamiento fuerte..... 38
Tabla N° 24. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en las provincias con tratamiento fuerte..... 38
Tabla N° 25. Estimación ATT estático para el tratamiento de mejoramiento en provincias con tratamiento débil..... 39
Tabla N° 26. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de ampliación en las provincias con tratamiento débil..... 39
Tabla N° 27. Estimación ATT estático para el tratamiento de mejoramiento en provincias con rendimiento inicial alto e IDH mayor o igual al promedio nacional..... 40
Tabla N° 28. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en provincias con rendimiento inicial alto e IDH mayor o igual al promedio nacional..... 40
Tabla N° 29. Estimación ATT estático para el tratamiento de mejoramiento en provincias con rendimiento inicial alto e IDH menor al promedio nacional..... 41
Tabla N° 30. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en provincias con rendimiento inicial alto e IDH menor al promedio nacional..... 41
Tabla N° 31. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en provincias productoras de café e IDH menor al promedio..... 42
Tabla N° 32. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en provincias productoras de café y con población mayoritaria en hombres..... 42
Tabla N° 33. Estimación ATT estático para el tratamiento de mejoramiento en provincias productoras de café y con población mayoritaria en mujeres..... 43
Tabla N° 34. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en provincias productoras de café y con población mayoritaria en mujeres..... 43

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de ampliación en todas las provincias del Perú..... 15
Gráfico N° 2. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en las provincias productoras de café 17
Gráfico N° 3. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en provincias con rendimiento inicial alto..... 18
Gráfico N° 4. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en provincias productoras de café e IDH menor al promedio 20
Gráfico N° 5. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en provincias productoras de café y con población mayoritaria en hombres 21
Gráfico N° 6. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de ampliación en provincias productoras de café 31
Gráfico N° 7. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de ampliación en provincias con rendimiento inicial alto..... 32
Gráfico N° 8. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de ampliación en provincias con rendimiento inicial bajo..... 33
Gráfico N° 9. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de ampliación en provincias con tratamiento fuerte 34
Gráfico N° 10. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de ampliación en provincias con tratamiento débil..... 35
Gráfico N° 11. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en todas las provincias del Perú..... 36
Gráfico N° 12. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en provincias con rendimiento inicial bajo..... 37
Gráfico N° 13. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en provincias con tratamiento fuerte 38
Gráfico N° 14. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en provincias con tratamiento débil..... 39
Gráfico N° 15. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en provincias con rendimiento inicial alto e IDH mayor o igual al promedio nacional..... 40
Gráfico N° 16. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en provincias con rendimiento inicial alto e IDH menor al promedio nacional..... 41
Gráfico N° 17. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en provincias productoras de café y con población mayoritaria en mujeres 43

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de ampliación en todas las provincias del Perú..... 29
Anexo N° 2. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en las provincias productoras de café 29
Anexo N° 3. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en las provincias con rendimiento inicial alto..... 30
Anexo N° 4. Resultados con tratamiento de ampliación en provincias productoras de café 31
Anexo N° 5. Resultados con tratamiento de ampliación en provincias con rendimiento inicial alto 32
Anexo N° 6. Resultados con tratamiento de ampliación en provincias con rendimiento inicial bajo 33
Anexo N° 7. Resultados con tratamiento de ampliación en provincias con tratamiento fuerte .. 34
Anexo N° 8. Resultados con tratamiento de ampliación en provincias con tratamiento débil.... 35
Anexo N° 9. Resultados con tratamiento de mejoramiento en todas las provincias del Perú..... 36
Anexo N° 10. Resultados con tratamiento de mejoramiento en provincias con rendimiento inicial bajo..... 37
Anexo N° 11. Resultados con tratamiento de mejoramiento en provincias con tratamiento fuerte 38
Anexo N° 12. Resultados con tratamiento de mejoramiento en provincias con tratamiento débil 39
Anexo N° 13. Resultados con tratamiento de mejoramiento en provincias con rendimiento inicial alto e IDH mayor o igual al promedio nacional 40
Anexo N° 14. Resultados con tratamiento de mejoramiento en provincias con rendimiento inicial alto e IDH menor al promedio nacional 41
Anexo N° 15. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en provincias productoras de café e IDH menor al promedio 42
Anexo N° 16. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en provincias productoras de café y con población mayoritaria en hombres 42
Anexo N° 17. Resultados para el tratamiento de mejoramiento en provincias productoras de café y con población mayoritaria en mujeres..... 43

INTRODUCCIÓN

En Perú, la brecha entre el potencial del sector agrícola y las limitaciones de la infraestructura vial es notoria. Aunque la agricultura sigue siendo una fuente de empleo y una actividad económica fundamental, muchas zonas rurales enfrentan serias dificultades de acceso debido al estado de las vías de comunicación. Esta desconexión física puede limitar el desarrollo de mercados locales, restringir el acceso a insumos productivos y dificultar la comercialización eficiente de cultivos como el café, uno de los principales cultivos del país. Ante este contexto, este estudio se plantea una pregunta central: ¿La mejora o existencia de infraestructura vial tiene un impacto significativo en la producción agrícola de café en el Perú? Explorar esta relación permite entender mejor cómo las condiciones del entorno físico pueden facilitar, o frenar, el desarrollo agrícola en regiones rurales.

En el Perú, el sector agrícola desempeña un rol importante de desarrollo y crecimiento potencial a pesar de su participación relativamente pequeña en la economía. Entre los años 2000 y 2023, el sector agrícola aportó entre 5.18% y 6.97% al PBI nacional según el INEI. No obstante, este sector tiene una importante significancia social debido a que, en el mismo periodo, el empleo en el sector agricultura representó en promedio el 30.02% del empleo total en el Perú. (Banco Mundial, 2025). Con respecto a su evolución, el sector ha mostrado un fuerte dinamismo donde en el periodo desde el año 2000 hasta el año 2023, el crecimiento promedio anual es de 2.81%. Además, la FAO (2024) evidencia que, desde el año 2000 hasta el año 2023, Perú se ubica como el tercer productor de café y cuarto país con mayor rendimiento en café a nivel de Sudamérica. Específicamente, en el año 2023, el café se ubica en el puesto dieciséis de 99 como el cultivo primario con mayor producción.

En el sector transporte, apenas el 19 % de la red vial existente en el Perú se encuentra pavimentada hasta el año 2023. El 81 % corresponde a vías no pavimentadas, muchas de ellas en condiciones precarias (MTC, 2023, p. 35). Según, el caso práctico presentado en el Plan Nacional de Servicios e Infraestructura Logística de Transporte al año 2032, el 26.4% de los costos logísticos se compone por transporte. Además, en el caso específico de Perú, se resalta la relevancia del Programa de Caminos Rurales (PCR) y el Programa Provías Descentralizado, implementado desde el año 2001 con el apoyo del Banco Mundial y el BID. Esta iniciativa no solo buscó mejorar el acceso a caminos rurales, sino también asegurar su mantenimiento a través de la creación de microempresas de mantenimiento vial rutinario (MEMV), contratadas por los gobiernos locales. Evaluaciones realizadas por Escobal, Inurritegui y Benavides (2005), Remy (2008) y Valdivia (2009) coinciden en resaltar la importancia de este modelo para garantizar la sostenibilidad de la infraestructura vial rural, consolidando su impacto en el desarrollo económico local.

Finalmente, se delimita el análisis del impacto de la infraestructura vial por carretera sobre la producción agrícola de café en el Perú entre los años 2016 a 2023. El análisis se realizará a nivel provincial, controlando aquellas unidades territoriales donde la producción cafetera sea mayor o escaza. Los resultados del presente estudio buscan ser de utilidad para diversos actores del sector público y privado, en particular el MIDAGRI, el MTC, los gobiernos regionales y locales de las principales zonas productoras de café, así como para las organizaciones de productores cafetaleros, quienes podrán emplear la evidencia generada para orientar políticas públicas, decisiones de inversión y estrategias de fortalecimiento de la cadena productiva del café.

La estructura del presente documento se organiza en cuatro capítulos principales, seguidos de las conclusiones, las referencias bibliográficas y los anexos. El Capítulo I desarrolla la Revisión de la Literatura, abordando el tratamiento teórico y empírico de la relación entre infraestructura vial y productividad agrícola, y concluyendo con un balance que identifica los vacíos en la literatura y la justificación del estudio. El Capítulo II presenta el Marco Analítico y la Metodología, donde se construye el modelo conceptual que articula las variables de interés y se justifica la estrategia empírica adoptada. Se describen las fuentes de información, el proceso de depuración y la construcción de las variables. El Capítulo III expone el Análisis de Resultados, presentando los efectos promedio y dinámicos estimados, su interpretación económica y las principales pruebas de robustez. Finalmente, las Conclusiones y Recomendaciones sintetizan los hallazgos más relevantes, discuten su aporte al conocimiento y plantean posibles líneas de investigación futura. El documento se completa con las Referencias Bibliográficas y los Anexos, que incluyen información y resultados complementarios.

CAPÍTULO I: REVISIÓN DE LA LITERATURA

En esta sección se desarrolla la revisión teórica y empírica que analiza la relación entre infraestructura vial y producción agrícola, con un enfoque particular en el cultivo de café en el Perú. De esta manera, se explica la evolución de la inversión en las redes viales por carretera y sus efectos en las zonas rurales, entre las cuales se destaca la agricultura.

A partir del inicio del PCR en el año 1995, el Perú consolidó una política pública orientada a mejorar la conectividad de las zonas rurales, en respuesta a los desafíos impuestos por su compleja geografía, la limitada inversión histórica en infraestructura vial y el incremento de la desigualdad en zonas rurales. Esta iniciativa, que ha transitado por distintas fases y denominaciones incluyendo el PCR (1995–2006), el Programa de Transporte Rural Descentralizado (PTRD, 2007–2013), el Programa de Caminos Departamentales (PCD, 2007–2014) y el Programa de Apoyo al Transporte Subnacional (PATS, 2016–2021) ha sido objeto de múltiples estudios e informes que analizan sus impactos.

La literatura sostiene que la mejora de la infraestructura vial impulsa la integración económica de territorios previamente aislados al reducir fricciones de acceso a mercados, insumos productivos y servicios. Los enfoques empíricos identificados en la literatura se centran en tres dimensiones: la demanda y las ventas agropecuarias, eficiencia técnica, y, finalmente, el volumen de producción.

En el marco del PCR, por ejemplo, se documenta que muchas comunidades experimentaron un aumento en la venta de bienes agrícolas y artesanales, a partir de significativas mejoras en la conectividad. Las estimaciones disponibles sugieren reducciones de entre 30% y 60% en los tiempos de viaje (León, 2013).

Entre las primeras estimaciones cuantitativas que buscan la causalidad entre la inversión en infraestructura vial y el crecimiento agrícola en el Perú, se estima que un aumento acumulado del 10 % en dicha inversión genera un incremento en la demanda agrícola de 0.46 puntos porcentuales en Lima, 0.31 en las regiones del interior y 0.43 a nivel nacional. Además, se realizan Simulaciones de escenarios con intervenciones focalizadas fuera de Lima proyectan un crecimiento de 0.30 puntos en la demanda agrícola regional y nacional, mientras que intervenciones mixtas (regiones y ejes de conexión con Lima) elevan este efecto a 0.31 puntos. (Vásquez y Bendezú, 2008)

Si bien el estudio resalta el rol dinamizador de la infraestructura vial, presenta limitaciones: trata el sector agrícola como un bloque homogéneo, omite desagregaciones territoriales o por cultivo, y no incorpora indicadores de calidad vial ni variables institucionales. Aun así, constituye un aporte pionero al evaluar empíricamente los efectos económicos de la inversión vial y sirve como punto de partida para estudios más desagregados y con mayor sofisticación metodológica.

Con el avance de la georreferenciación y métodos econométricos más robustos, estudios recientes han estimado impactos más desagregados. Aguirre, Campana y Guerrero (2017), utilizando datos del Censo Agropecuario y un modelo con variables instrumentales, muestran que la mejora de la conectividad vial reduce los tiempos de traslado a mercados (hasta en 3.1 horas a nivel nacional y 2.5 horas en la sierra) y aumenta significativamente la proporción de producción vendida: hasta 36 puntos porcentuales a nivel nacional y 40 puntos porcentuales en la sierra. Asimismo, encuentran efectos positivos sobre la adopción tecnológica (uso de fertilizantes y tractores), especialmente en unidades agrícolas de mayor tamaño. De la misma manera, los autores simulan que cerrar brechas de infraestructura vial podría elevar las ventas agrícolas hasta en un 8 %, con efectos más marcados en distritos extensos del sur andino, donde los costos de transporte limitan la competitividad.

En la segunda dimensión se reconoce que la infraestructura vial contribuye a mejorar la eficiencia técnica del sector agrícola, aunque sus efectos dependen de los supuestos metodológicos y de las condiciones territoriales. Adamopoulos (2020), a partir de un modelo de equilibrio general ue simula el acceso a mercados y su modificación en los recursos agrícolas, muestra que mejoras en el transporte generan incrementos en rendimientos, especialización y uso de fertilizantes. Específicamente, en el acceso al mercado resulta en un incremento de 0.10% en los rendimientos promedio de granos, 0.16% en el uso de fertilizantes y 0.15% en la especialización en granos. Sin embargo, su análisis parte de la hipótesis de productividad constante entre distritos, dejando de lado diferencias tecnológicas de largo plazo.

Otros estudios, con un enfoque comparativo regional, han estimado que una mayor densidad vial reduce la ineficiencia técnica en países andinos, situando a la productividad como un canal clave del impacto de la infraestructura. Neves et al. (2021) y Castilleja et al. (2023) calculan que un incremento de 1 km por km² en densidad de carreteras reduce la ineficiencia técnica agrícola en 0.018 unidades (Ag TFP). No obstante, sus resultados descansan en supuestos restrictivos de homogeneidad productiva y omiten impactos indirectos, lo que limita la aplicabilidad para políticas diferenciadas por cultivo o región.

En contraste, en el volumen de producción se encuentra un efecto no significativo a nivel agregado. Ramos (2024), al analizar la relación entre infraestructura vial y el valor bruto de la producción (VBP) en diez departamentos del Perú, encuentra resultados heterogéneos. En algunos casos, el crecimiento del VBP no se corresponde con la expansión de la red vial. Por ejemplo, La Libertad registró un aumento notable del VBP sin liderar en inversión vial, mientras que Lima amplió su red en 58 % entre 2010 y 2022, pero solo logró un incremento del 8 % en su VBP. Estas divergencias sugieren que otros factores (como la calidad de las vías, los precios de insumos, el capital humano o el contexto político) podrían estar incidiendo simultáneamente en los resultados, lo cual limita la capacidad explicativa del modelo utilizado. Estas divergencias sugieren que otros factores (como la calidad de las vías, los precios de insumos, el capital humano o el contexto político) podrían estar incidiendo simultáneamente en los resultados, lo cual limita la capacidad explicativa del modelo utilizado. De manera complementaria, otros trabajos abordaron esta relación desde una perspectiva más agregada. Se encontró una alta correlación entre el crecimiento del asfaltado de la Red Vial Nacional y el desempeño del PBI agropecuario. Aunque el estudio confirmaba la existencia de una asociación significativa, no ofrecía elementos para establecer una relación causal y omitía dimensiones fundamentales como el tipo de cultivo o las particularidades territoriales. (Paredes, 2019)

El rol de la infraestructura se hace más evidente en el ámbito logístico. Algo similar documenta Lara (2021) para el café en Chanchamayo, donde hasta el 88.68 % del costo total por kilo corresponde a procesos logísticos de traslado y acopio. Sin embargo, estos estudios confirman un efecto sobre los costos y la competitividad, no sobre el volumen producido, y además enfrentan limitaciones metodológicas o de cobertura territorial. Un aporte relevante proviene de Bonifaz (2023), quien estima que un incremento en la densidad de carreteras en 10% reduce la ineficiencia técnica agrícola en 0.6 %. No obstante, advierte que los impactos de la infraestructura son acotados y que otras inversiones, como las destinadas al riego, podrían tener efectos directos más significativos sobre el volumen de producción.

Un análisis del BID (2023) sobre inversión pública agropecuaria en la región andina encontró que en Perú la rentabilidad de invertir en carreteras es negativa, ya que el valor de la productividad agrícola generado no compensa el costo de la obra. Esto indica que más carreteras no se traducen automáticamente en mayor producción agrícola, respaldando la idea de que la relación no es sistemática a nivel agregado. Además, coincide en resaltar los efectos positivos de la conectividad, particularmente en la reducción de costos de transporte, la ampliación de mercados y el incremento de exportaciones. En el Perú, por ejemplo, se estima que la construcción de más de 5.000 kilómetros de nuevas vías entre los años 2003 y 2010 estuvo asociada a un aumento de 6,4% en las exportaciones (CAF, 2021).

Sin embargo, la CAF advierte que estos beneficios son heterogéneos y dependen de factores estructurales: la disponibilidad de servicios logísticos, tierra y capital, así como las condiciones iniciales de productividad. Además, la evidencia muestra que las mejoras viales pueden beneficiar más a ciertos territorios en detrimento de otros, en la medida en que una mayor competencia redistribuye de forma desigual las oportunidades económicas. Desde un enfoque microeconómico, Zhangallimbay y Ordóñez (2022) analizan el caso de Ecuador y encuentran que la construcción de carreteras en provincias agrícolas reduce la ineficiencia técnica y, en algunos casos, eleva la producción. No obstante, el impacto positivo se concentra en zonas con mayor integración a los mercados y con acceso a servicios complementarios como crédito y asistencia técnica. En territorios más rezagados, las mejoras viales no necesariamente se traducen en un aumento significativo de productividad.

En síntesis, la literatura revisada confirma la relevancia de la infraestructura vial como catalizador de la integración económica y del desempeño agrícola, aunque sus efectos sobre la producción se muestran heterogéneos y, en muchos casos, no significativos a nivel agregado. No obstante, persisten vacíos sustantivos que justifican el presente estudio.

En primer lugar, la mayoría de los trabajos aborda el sector agrícola como un bloque homogéneo, sin examinar cultivos estratégicos como el café, pese a su importancia económica y social para el Perú. En segundo lugar, los enfoques previos han privilegiado análisis agregados, sin descomponer las particularidades territoriales que condicionan la efectividad de la infraestructura, como la altitud, la productividad inicial o las restricciones logísticas propias de cada provincia. Finalmente, los estudios disponibles han tratado la expansión vial como un fenómeno estático, sin considerar la naturaleza escalonada de las intervenciones y la necesidad de estimar efectos dinámicos y acumulativos en el tiempo.

Al no incorporar estas dimensiones, la literatura existente ofrece un panorama incompleto sobre la relación entre infraestructura vial y producción agrícola. Este trabajo busca precisamente cubrir dichos vacíos, aportando evidencia empírica focalizada en el café, con un nivel de desagregación provincial y utilizando una metodología de diferencias en diferencias escalonada que permite capturar la secuencialidad y heterogeneidad de los impactos viales en el periodo 2016–2023. Asimismo, enfoca el tratamiento de manera más precisa, donde se selecciona las rutas georreferenciadas que conectan las zonas agrícolas con los centros de acopio.

CAPÍTULO II: MARCO ANALÍTICO Y METODOLOGÍA

1. Marco analítico

El punto de partida de esta investigación es una pregunta central en economía del desarrollo: ¿Cuál es el impacto de la infraestructura vial sobre la producción cafetalera a nivel provincial en el Perú? La hipótesis que guía este estudio sostiene que la mejora de la red vial vecinal reduce los costos de transporte y, en consecuencia, incrementa la eficiencia técnica y la capacidad productiva de los agricultores, generando un impacto positivo sobre la producción de café a nivel provincial.

Este impacto se concibe como el resultado de un mecanismo económico en el que la reducción de los costos de transporte no solo facilita el acceso a mercados, sino que mejora su eficiencia técnica y puede tener un efecto directo en la frontera de producción de los agricultores. Autores como Adamopoulos (2020), Neves et al. (2021) y Castilleja et al. (2023) han evidenciado la veracidad del incremento en la eficiencia técnica. Mientras que, autores como Vásquez y Bendezú (2008), y Aguirre, Campana y Guerrero (2017) evidencian el incremento en la demanda y ventas del sector agrícola.

Desde la teoría económica, la infraestructura vial puede entenderse como un componente del capital público que incide en la productividad total de los factores (Aschauer, 1989). Su efecto inmediato se da en la demanda: mercados más integrados reducen márgenes de intermediación, mejoran los precios recibidos por el productor y expanden el acceso del consumidor final al producto (Adamopoulos, 2020; Neves et al., 2021). No obstante, limitar la explicación a esta dimensión sería incompleto. La lógica económica indica que cuando los costos unitarios de transporte caen de manera persistente, los agricultores responden también por el lado de la oferta, ajustando sus decisiones productivas: adoptan tecnología, expanden cultivos y reasignan recursos hacia actividades más rentables (Foster & Rosenzweig, 2010).

La infraestructura vial modifica simultáneamente las condiciones de la demanda y de la oferta agrícola. Finalmente, se debe tener en cuenta que los agricultores pueden modificar sus decisiones de cultivo en función de las nuevas oportunidades generadas por la mejora de la infraestructura vial (Escobal & Ponce, 2002). En este punto resulta indispensable abrir la reflexión sobre el origen del impacto observado. ¿El incremento en las ventas responde principalmente a que los mercados están mejor conectados y el consumidor accede con mayor facilidad al producto? ¿O existe también un efecto por el lado de la oferta, donde la reducción de costos logísticos y la mejora en la conectividad permiten al agricultor producir más y con mayor eficiencia? Esta distinción es crucial, pues mientras la primera interpretación subraya el rol de la infraestructura como facilitadora del comercio, y la segunda la sitúa como motor de transformación productiva.

Precisamente, esta investigación busca aportar evidencia para esclarecer esta pregunta central en el caso del café en el Perú y comprender las heterogeneidades territoriales. Con este propósito, se implementó la siguiente metodología.

2. Metodología

El problema de investigación enfrenta una dificultad recurrente en economía aplicada: la intervención sobre carreteras no ocurre de manera aleatoria, sino que responden a decisiones de política pública, planificación territorial y condiciones económicas preexistentes. Además, estas intervenciones se dan de manera periódica en varios años. En ese sentido, métodos convencionales de regresión simple resultarían insuficientes, pues estarían expuestos a sesgos de selección y a problemas de endogeneidad.

Para superar estas limitaciones, se adopta la metodología de Difference-in-Differences (DiD) escalonado, desarrollada por Callaway y Sant'Anna (2021), la cual extiende el marco tradicional de diferencias en diferencias a contextos con múltiples periodos y tratamientos en distintos momentos. Esta herramienta resulta particularmente adecuada dado que las provincias peruanas no recibieron mejoras viales de forma simultánea, sino de manera progresiva a lo largo del periodo 2016–2023. Así, el modelo permite comparar provincias tratadas con aquellas que aún no han sido tratadas o nunca lo serán, generando contrafactuales más creíbles.

El valor agregado de este enfoque radica en su capacidad para estimar efectos promedio dinámicos y heterogéneos. En primer lugar, el modelo permite identificar si los impactos de la infraestructura vial son inmediatos o se acumulan a lo largo del tiempo, respondiendo a la lógica económica de que la reducción de costos logísticos puede inducir cambios graduales en las decisiones de producción y en la adopción tecnológica. En segundo lugar, posibilita analizar diferencias entre territorios, como la altitud o el nivel inicial de productividad, lo cual resulta clave para comprender si la infraestructura genera impactos uniformes o si su efecto depende de las condiciones diferenciadas. En síntesis, la elección de un enfoque DiD escalonado no solo responde a la necesidad de contar con estimaciones consistentes, sino también a capturar la complejidad de intervención en distintos periodos. De esta forma, la metodología se alinea con el marco analítico planteado, permitiendo poner a prueba la hipótesis de que la ampliación de la red vial vecinal que conecta las zonas agrícolas con los centros de acopio incide en el volumen de producción cafetalera por el lado de la oferta (transformación productiva).

CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE RESULTADOS

En esta sección se analizarán los datos utilizados en el periodo delimitado, se propondrá un modelo econométrico y su análisis en cada una de sus tres etapas: i) identificación, ii) agregación y iii) estimación e inferencia.

1. Datos

Se emplea información oficial proveniente de fuentes gubernamentales, seleccionadas por su continuidad anual y relevancia para el estudio de la relación entre infraestructura vial y producción agrícola en el Perú.
Estas fuentes permiten construir una base de datos en panel a nivel provincial para el periodo 2016–2023, lo que garantiza la comparabilidad intertemporal y la representatividad territorial del análisis. A continuación, se describen estas fuentes.

La primera fuente corresponde al Inventario Vial Georreferenciado del MTC, que recopila y actualiza de manera sistemática la red vial nacional, departamental y vecinal. Esta fuente ofrece datos desagregados a nivel provincial y por código de ruta. A partir de esta información se identificaron y estandarizaron las categorías de superficie vial (trocha, afirmada, asfaltada y pavimentada), consolidándose los kilómetros de cada tipo de vía por provincia y año. Este inventario se enmarca en el Sistema Nacional de Carreteras (SINAC) y cuenta con respaldo normativo en el Decreto Supremo N.° 011-2016-MTC, que aprueba la actualización del Clasificador de Rutas y dispone la obligatoriedad de mantener un sistema georreferenciado para la gestión y planificación vial en todo el territorio nacional. La segunda fuente corresponde al Perfil Productivo Regional del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI), que reporta la producción agrícola de café en toneladas métricas a nivel provincial. Esta fuente fue elegida por su carácter oficial y continuidad en la caracterización de la competitividad agraria. En particular, el Sistema Integrado de Estadística Agraria (SIEA) fue creado mediante el Decreto Legislativo N.° 1082, con su reglamento aprobado por el Decreto Supremo N.° 021-2009-AG, dentro de la cual se encuentran herramientas como el Perfil Productivo Regional.

El periodo de análisis considerado abarca los años 2016 a 2023. Este intervalo fue elegido tanto por la disponibilidad completa y homogénea de información vial y productiva, como por la necesidad de captar el efecto de la ampliación de una red vial vecinal con mayor calidad en zonas cafetaleras. En particular, el Plan Nacional de Infraestructura 2016-2025 incluyó explícitamente un ‘gran plan para pavimentar caminos rurales’, lo que revela una oportunidad de evaluación. Al incorporar este periodo donde se realizarían dichas intervenciones, se garantiza que los resultados muestres el nivel de avance e impacto que han tenido el incremento de la calidad de vías específicamente en el sector cafetero.

Asimismo, se incorporaron variables de control provenientes del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), la dirección Nacional de Seguimiento y Evaluación del Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (CEPLAN) y Agricultura Familiar del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI). Los datos utilizados fueron la población provincial, superficie; así también como variables socioeconómicas: número de agricultores sin nivel educativo y el total de agricultores por provincia.

En esta plataforma se integraron las tres fuentes de información previamente descritas y, mediante el uso de las herramientas Buffer y Selección por localización, se delimitó el ámbito de conexión. El radio de influencia de una red vial vecinal utilizado asciende a 2 km; es decir, todas las rutas de la red vial vecinal que en 2km de radio intercepten, toquen, incluyan o crucen tanto el centro de acopio como la zona agrícola fueron seleccionadas. Este enfoque se sustenta en estándares internacionales. De acuerdo con el Banco Mundial, en el marco de la construcción del Rural Access Index (RAI), un camino se considera accesible para la población rural si se encuentra a una distancia de hasta 2 km, lo que equivale aproximadamente a 20–25 minutos de caminata en condiciones promedio (World Bank, 2016). Esta métrica es empleada como indicador oficial para el seguimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente en lo relativo a infraestructura resiliente y acceso equitativo a mercados. Su utilización en el presente estudio permite garantizar la comparabilidad de resultados con la literatura internacional y ofrece un criterio objetivo para definir la infraestructura vial relevante para la cadena cafetalera.

El procedimiento permitió construir una base de datos con los kilómetros de rutas que efectivamente cumplen la función de conectar los centros de acopio con las zonas agrícolas en cada provincia. Esta información fue procesada y depurada mediante Python, lo que facilitó la consolidación de indicadores anuales de kilómetros pavimentados, asfaltados o afirmados de las vías estratégicas. Dichos indicadores constituyen la variable clave para definir el tratamiento en la estrategia econométrica.

Para uniformizar el panel, se integraron dos bases del Perfil Productivo del MINAGRI (2016–2020 y 2021–2025) mediante append, estandarizando nombres y llaves (UBIGEO provincial) y restringiendo el horizonte de análisis al periodo 2016–2023. Dado que las fuentes estaban desagregadas por cultivo, se tomó como referencia el café para construir la variable de producción. Se preservó el universo provincial manteniendo los UBIGEO de cultivos distintos y asignándoles producción nula, para luego agregar la producción de café a nivel provincia dentro de cada departamento y año, obteniendo una serie homogénea.

Como parte del proceso de construcción y depuración de la base de datos, todas las variables empleadas en el análisis fueron trabajadas en forma de ratios, dividiendo sus valores entre la superficie total de la provincia (expresada en km²). Esta transformación respondió a la necesidad de controlar las diferencias de escala territorial entre provincias y garantizar la comparabilidad espacial de los indicadores. En un país con contrastes geográficos tan marcados como el Perú, donde la extensión provincial varía significativamente entre regiones andinas, amazónicas y costeras, utilizar valores absolutos podría generar sesgos al sobrevalorar el efecto de las provincias de mayor tamaño o subestimar el de las más pequeñas.

Expresar las variables en términos relativos (por ejemplo, kilómetros de vías de calidad por km² o producción cafetalera por km²) permitió capturar de manera más precisa la intensidad territorial de la infraestructura y de la actividad productiva. Este enfoque metodológico refuerza la interpretación económica del estudio, al centrarse no en la magnitud total de los recursos o de la producción, sino en su densidad y aprovechamiento por unidad de superficie, lo que refleja de forma más fiel el grado de articulación territorial y la eficiencia del uso del espacio en cada provincia.

2. Modelo Difference-in-Difference Escalonado

La estrategia econométrica se basa en un modelo de Difference-in-Differences (DiD) con múltiples periodos y cohortes de tratamiento, siguiendo la propuesta metodológica de Callaway y Sant'Anna (2021).

En este enfoque, las provincias se clasifican de acuerdo con el año en que alcanzan una ampliación de la calidad de sus vías de conexión, lo que determina el momento de inicio del "tratamiento". La identificación descansa en dos supuestos fundamentales: i) el de no anticipación, que asume que la producción cafetalera no reacciona antes de la mejora vial, y ii) el de tendencias paralelas condicionales, según el cual, en ausencia de tratamiento, las trayectorias de producción de las provincias tratadas habrían seguido una dinámica similar a las de las provincias no tratadas, una vez controladas las covariables pertinentes.

El estimador aplicado corresponde a los efectos promedio por grupo y tiempo (ATT(g,t)), que mide el impacto del tratamiento sobre las provincias tratadas en un periodo específico con la siguiente forma

$$\mathbf{ATT(g,t)=E[Yt(1)-Yt(0)|G=g]}$$

donde G es el año de primer tratamiento de la provincia (y G=0 si nunca es tratada), t es el año calendario, Yt(1) es la producción de café si la provincia ya recibió la intervención vial en t, y Yt(0) es el contrafactual sin intervención.

La identificación ATT(g,t) usa, en cada año t, como grupo de comparación a las provincias "not-yet-treated" (las que aún no han sido tratadas), explotando el despliegue escalonado de la pavimentación.

Por consiguiente, Callaway y Sant'Anna (2021) distinguen tres procedimientos de estimación en la metodología Difference-in-Differences escalonado. En primer lugar, los modelos de regresión (Outcome Regression, OR) consisten en estimar la evolución contrafactual de los resultados a partir de la especificación de una función condicional de expectativas, lo que requiere supuestos sobre la forma funcional. En segundo lugar, la ponderación por probabilidad inversa (Inverse Probability Weighting, IPW) utiliza la estimación de las probabilidades de recibir tratamiento en distintos periodos para reponderar las observaciones y recrear un grupo de comparación balanceado en covariables, reduciendo la dependencia en supuestos funcionales. Finalmente, el enfoque de doble robustez (Doubly Robust, DR) combina ambos métodos, de modo que basta con que uno de los dos modelos, la regresión de resultados o la estimación de las probabilidades de tratamiento, esté correctamente especificado para obtener estimadores insesgados y consistentes, lo que les otorga mayor solidez frente a problemas de mala especificación.

Para la inferencia estadística se empleó un procedimiento de bootstrap con múltiples iteraciones, lo que permitió construir intervalos de confianza simultáneos y realizar inferencias consistentes sobre trayectorias completas de efectos en el tiempo. Es relevante mencionar que los efectos se presentan mediante dos resúmenes complementarios: (i) el promedio estático (ATT overall), que sintetiza el efecto medio del tratamiento promediando todas las cohortes y años post-tratamiento; y (ii) el event study (estimadores dinámicos por tiempo relativo $e=t-g$), que traza la evolución del impacto antes y después de la intervención. Los leads ($e<0$) permiten evaluar el supuesto de no anticipación, mientras que los lags ($e\geq 0$) muestran la trayectoria y persistencia del efecto en el tiempo.

Además, se realizó un análisis por subgrupos con el objetivo de explorar posibles heterogeneidades en los efectos. Para ello, se diferenciaron provincias de alta y baja altitud, así como de alta y baja productividad inicial. Este ejercicio permitió contrastar si la localización geográfica y las condiciones productivas de base influyen en la magnitud y dirección de los impactos estimados. Desde la perspectiva económica, este tipo de desagregación añade relevancia a los resultados, pues reconoce que la infraestructura vial no opera igual en todas las provincias, sino en territorios con estructuras agrarias y restricciones logísticas distintas. Al mostrar cómo los efectos varían según el entorno agroecológico y el nivel inicial de productividad, se fortalece la validez del análisis y se aportan elementos clave para diseñar políticas públicas más focalizadas y eficientes.

3. Análisis de Resultados

A continuación, se presentan los principales resultados de la investigación, organizados en torno a la estimación de los efectos de la infraestructura vial sobre la producción de café en las provincias del Perú entre los años 2016 y 2023.

3.1. Las carreteras como arterias de desarrollo agrario

El análisis empírico que se presenta a continuación parte de una premisa sencilla pero estructural: las vías vecinales son el sistema circulatorio de la economía rural. Estas constituyen la red principal que conecta y da acceso a los pequeños productores agrícolas con los centros de acopio, generando en ellos oportunidades de desarrollo. La hipótesis que guía este estudio es que la mejora en la calidad y extensión de estas vías puede incidir positivamente sobre la producción cafetalera provincial, al reducir costos logísticos, aumentar la accesibilidad y mejorar la articulación territorial.

Para este propósito, se definió como carreteras o vías de calidad a los tramos cuya superficie corresponde a alguna de las tres mejores categorías técnicas del sistema vial: pavimentado, asfaltado o afirmado. Estas tipologías garantizan la transitabilidad permanente y el acceso efectivo entre las zonas agrícolas y los centros de acopio. Previamente, se realizó el análisis georreferenciado que selecciona únicamente aquellas rutas de la red vial vecinal que cumplen esa función y las superficies (calidades) de interés. Asimismo, se establecieron dos tipos de tratamiento diferenciados:

- Ampliación de vías de calidad: definido como el incremento en la extensión total (kilómetros) de carreteras pavimentadas, asfaltadas o afirmadas que conectan las zonas agrícolas con los centros de acopio.
- Mejoramiento de vías de calidad: definido como el proceso de reestructuración de las rutas mediante el cual los kilómetros de las tres mejores calidades aumentan a costa de una reducción de las calidades inferiores, es decir, un tránsito desde las calidades inferiores hacia las tres mejores. De la misma manera que el caso anterior, se consideran solo las rutas que conectan las zonas agrícolas con los centros de acopio.

Se utilizaron estimadores de doble robustez, con el fin de controlar la heterogeneidad temporal y provincial, garantizando la validez de los supuestos de identificación. El análisis se organizó de manera progresiva, partiendo de un enfoque nacional hacia subgrupos específicos, en un recorrido que fue afinando la mirada hasta llegar a los territorios donde la producción cafetalera constituye el eje de la economía local.

3.2. Ampliar no siempre es suficiente: resultados del tratamiento de ampliación de vías de calidad

El punto de partida del análisis consistió en evaluar el impacto de la ampliar la densidad de vías de calidad sobre la densidad de producción cafetalera en todas las provincias del Perú. Los resultados obtenidos a partir del estimador de doble robustez mostraron una relación promedio positiva, aunque no estadísticamente significativo, lo cual sugiere una relación favorable pero incierta. En otras palabras, las provincias que ampliaron su la densidad de infraestructura vial de calidad no mostraron un cambio significativo en la producción cafetera, aunque el signo del coeficiente anticipa una relación positiva.

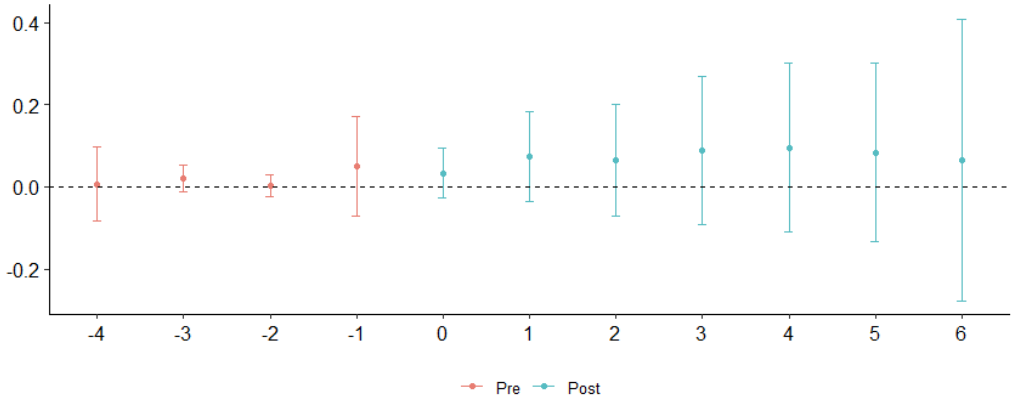
Tabla N° 1. Estimación ATT estático para el tratamiento de ampliación en todas las provincias del Perú

	Estimación	Error estándar	IC 95 %	
			Límite inf.	Límite sup.
ATT	0.0691	0.0717	-0.0714	0.2097

Notas: Estimación Callaway & Sant'Anna (2021) con estimador doblemente robusto (DR). Errores estándar agrupados por provincia. El intervalo de confianza al 95 % incluye el cero, por lo que el efecto no es estadísticamente significativo al 5 %.

El análisis dinámico refuerza esta lectura, los coeficientes previos al tratamiento se mantuvieron cercanos a cero, lo que confirma la validez del supuesto de tendencias paralelas, mientras que, después de la ampliación, las estimaciones adoptaron valores positivos, pero con intervalos de confianza amplios. Este patrón sugiere que los beneficios derivados de las nuevas carreteras no se manifiestan de manera inmediata, sino que requieren tiempo para consolidarse en el tejido productivo. Las carreteras reducen costos logísticos y amplían la accesibilidad, pero el aprovechamiento de esas ventajas depende de otros mecanismos de adaptación. Entre ellos se puede estudiar en próximas estimaciones los nuevos montos de inversión, movimiento laboral, nuevas tecnologías, entre otros. La tabla correspondiente a la estimación del ATT dinámico utilizada para elaborar el gráfico que se presenta a continuación se incluye en el Anexo N° 1.

Gráfico N° 1. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de ampliación en todas las provincias del Perú



Cuando el análisis se restringió a las provincias productoras de café, la tendencia se mantuvo. Aunque la evidencia no alcanzó significancia estadística, el signo positivo de los coeficientes reflejó una trayectoria consistente. En estas provincias, donde el café es un cultivo central, ampliar las vías de calidad tiende a acompañar el crecimiento productivo, pero sin generar saltos abruptos. Este comportamiento confirma que la infraestructura es una condición necesaria pero no suficiente; para traducirse en impacto económico, debe coexistir con otros factores adicionales que en conjunta puedan mover la aguja de producción. Entre estos se puede estudiar la institucionalidad, programas de riego, cadenas de valor activas, entre otros. Las estimaciones no significativas correspondientes a este caso se encuentran en el Anexo N° 4 para fines de referencia.

Frente a ello, se decidió evaluar cómo impacta la ampliación de la densidad de carreteras de calidad cuando ya existe un rendimiento inicial fuerte en las provincias. En estos subgrupos, los resultados diferenciaron dos realidades. En las provincias de rendimiento bajo, el análisis promedio arrojó un coeficiente positivo, aunque muy reducido y no significativo, lo que indica que la ampliación vial constituye un punto de partida más que un motor de cambio inmediato. Por el contrario, en las provincias de rendimiento alto, el coeficiente del análisis promedio fue negativo, aunque igualmente no significativo. Este signo inverso puede interpretarse como un indicador de saturación: en territorios donde la productividad ya es elevada, nuevas ampliaciones no necesariamente generan incrementos adicionales, sino que redistribuyen los flujos comerciales o reacomodan la localización de la producción dentro del mismo sistema provincial. Las estimaciones no significativas correspondientes a este caso se encuentran en el Anexo N° 5 y Anexo N° 6 para fines de referencia.

Finalmente, se interpretó que la falta de significancia puede deberse a que la definición del tratamiento no diferencia la intensidad de este.

Es decir, si una provincia aumenta la densidad vial de carreteras de calidad en 1 km por km^2 de superficie de la provincia y otra aumenta en 20 km por km^2 ambas son consideradas tratadas igualmente. Frente a ello, se evalúa una diferenciación por dosis del tratamiento. Se consideró la media de todas las ampliaciones de las rutas en el periodo de estudio como corte para evaluar las provincias con tratamiento fuerte y débil.

No obstante, los resultados por intensidad de tratamiento tampoco mostraron resultados significativos. Este hallazgo sugiere que solo ampliar físicamente la red vial de calidad no garantiza mejoras proporcionales en la producción. Las estimaciones no significativas correspondientes a este caso se encuentran en el Anexo N° 7 y Anexo N° 8 para fines de referencia.

En conjunto, la evidencia de este bloque conduce a una conclusión clara: ampliar la red vial de calidad es un paso con una relación positiva con la producción cafetera, pero insuficiente. Las cifras, aunque no significativas, muestran una historia de adaptación lenta, donde la relación positiva requieren maduración, complementariedad y continuidad.

3.3. Reestructurar las redes viales: resultados del tratamiento de mejoramiento de vías de calidad

El segundo enfoque del análisis abordó los efectos del mejoramiento de las vías de calidad, entendido como el proceso mediante el cual las provincias no solo amplían su red, sino que transforman su composición estructural: los tramos de baja calidad disminuyen mientras aumentan los de pavimento, asfaltado o afirmado. Este cambio cualitativo representa un salto en términos de accesibilidad real y funcionalidad logística.

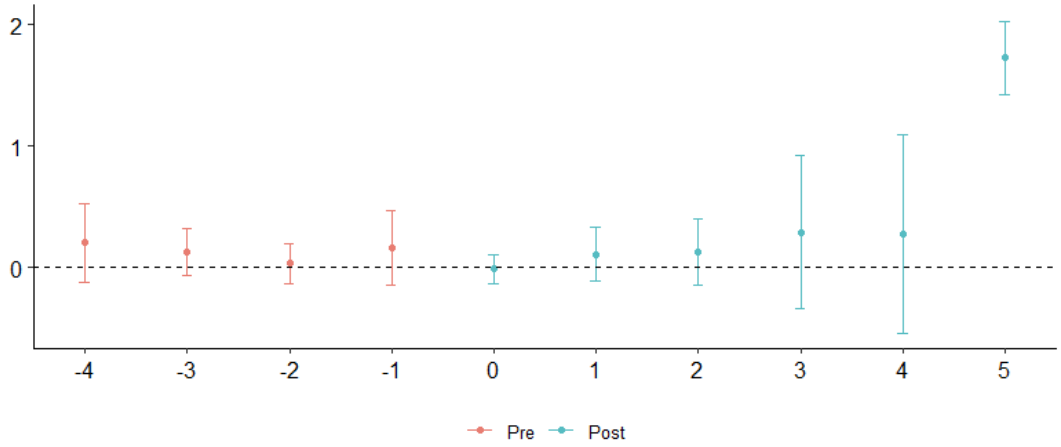
Al evaluar todas las provincias del Perú, los resultados mostraron nuevamente una relación promedio positivo, pero no significativo, coherente con la idea de que el mejoramiento vial es un proceso gradual. Las estimaciones no significativas correspondientes a este caso se encuentran en el Anexo N° 9 para fines de referencia. Sin embargo, al restringir la muestra a las provincias productoras de café, emergieron señales claras de impacto. El análisis dinámico evidenció que, en los primeros años posteriores al tratamiento, los efectos permanecieron sin significancia, pero hacia el quinto periodo se observó un aumento estadísticamente significativo de 1.73 toneladas de café por kilómetro cuadrado. Este resultado confirma que los beneficios del mejoramiento vial maduran con el tiempo, una vez que los productores ajustan su escala, mejoran su logística y aprovechan la reducción sostenida de los costos de transporte. La tabla correspondiente a la estimación del ATT dinámico utilizada para elaborar el gráfico que se presenta a continuación se incluye en el Anexo N° 2 .

Tabla N° 2. Estimación ATT estático para el tratamiento de mejoramiento las provincias productoras de café

	Estimación	Error estándar	IC 95 %	
			Límite inf.	Límite sup.
ATT	0.1461	0.1714	-0.1899	0.4820

Notas: Estimación Callaway & Sant'Anna (2021) con estimador doblemente robusto (DR). Errores estándar agrupados por provincia. El intervalo de confianza al 95 % incluye el cero, por lo que el efecto no es estadísticamente significativo al 5 %.

Gráfico N° 2. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en las provincias productoras de café



La lectura económica de este hallazgo expresa que mejorar la calidad de la carretera tiene un impacto real cuando existe una base productiva capaz de responder a los nuevos incentivos. Las provincias cafetaleras consolidadas cuentan con redes de productores, organizaciones intermedias y cadenas de comercialización activas, que permiten traducir la infraestructura en productividad. Las carreteras de calidad reducen la fricción territorial y permiten que el trabajo y la cosecha se transformen más fácilmente en crecimiento económico.

Con respecto al análisis por rendimiento inicial, se puede profundizar a mayor detalle esta interpretación. En las provincias con rendimiento alto, se identificaron efectos dinámicos positivos y estadísticamente significativos en tres periodos consecutivos posteriores al tratamiento. En el tercer periodo, mejorar la densidad de vías de calidad aumentó la producción cafetera en 1.64 toneladas por km²; en el cuarto periodo, el incremento fue de 2.09 toneladas por km²; y en el quinto periodo, de 1.89 toneladas por km². Esta secuencia revela un patrón de maduración: los efectos se fortalecen, alcanzan un máximo y luego se estabilizan, lo que sugiere un proceso de ajuste productivo coherente con la dinámica agrícola del café.

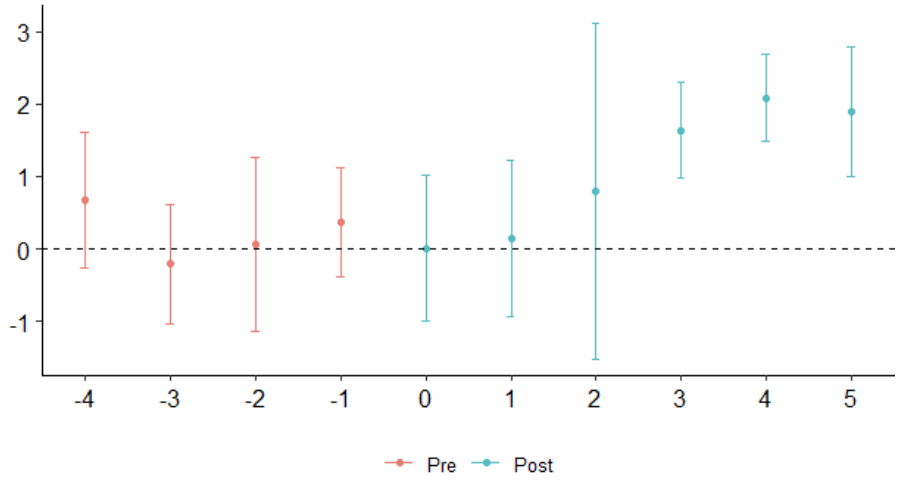
La tabla correspondiente a la estimación del ATT dinámico utilizada para elaborar el gráfico que se presenta a continuación se incluye en el Anexo N° 3.

Tabla N° 3. Estimación ATT estático para el tratamiento de mejoramiento en provincias con rendimiento inicial alto

	Estimación	Error estándar	IC 95 %	
			Límite inf.	Límite sup.
ATT	0.4529	0.4639	-0.4564	1.3622

Notas: Estimación Callaway & Sant'Anna (2021) con estimador doblemente robusto (DR). Errores estándar agrupados por provincia. El intervalo de confianza al 95 % incluye el cero, por lo que el efecto no es estadísticamente significativo al 5 %.

Gráfico N° 3. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en provincias con rendimiento inicial alto



En contraste, las provincias con rendimiento inicial bajo no mostraron resultados significativos, aunque el signo positivo se mantuvo. Este comportamiento evidencia que el mejoramiento vial, por sí solo, no genera transformación inmediata en territorios con baja productividad. La infraestructura crea condiciones habilitantes, pero sin mecanismos complementarios que capturen este efecto el impacto permanece latente. Las estimaciones no significativas correspondientes a este caso se encuentran en el Anexo N° 10 para fines de referencia.

Finalmente, se desarrollaron los subgrupos de tratamiento fuerte y débil. A pesar de que, no evidenciaron diferencias significativas. Se sugiere que la magnitud de la intervención no es el único determinante del impacto, sino su alineación con las condiciones socioeconómicas del territorio. En síntesis, los resultados del bloque de mejoramiento revelan que la calidad vial importa tanto como la cantidad: mientras la ampliación construye acceso, el mejoramiento consolida productividad. Las estimaciones no significativas correspondientes a este caso se encuentran en el Anexo N° 11 y Anexo N° 12 para fines de referencia.

3.4.Análisis de los resultados significativos y mecanismos de adaptación territorial

Tras identificar efectos significativos en el mejoramiento de las vías de calidad, el análisis avanzó hacia una etapa de comprensión más profunda. Entender qué hay detrás de esos resultados y por qué algunos territorios logran aprovechar mejor las carreteras que otros. Para ello, se introdujeron dos dimensiones adicionales: i) el índice de desarrollo humano (IDH) y ii) la composición demográfica por género. Esta exploración complementaria no buscó simplemente confirmar la existencia del impacto, sino desentrañar los mecanismos que explican su intensidad y dirección, revelando cómo las condiciones socioeconómicas y demográficas influyen en la capacidad de los territorios para transformar la infraestructura vial en producción agrícola.

Para asegurar la objetividad del análisis, los umbrales de IDH y proporción de mujeres se establecieron tomando como referencia el año 2015, previo al inicio del periodo de tratamiento. De este modo, se evita que los valores del IDH o de la estructura poblacional estén influenciados por los posibles efectos del mejoramiento vial, garantizando que las comparaciones reflejen condiciones estructurales previas y no resultados inducidos por la intervención.

En primer lugar, el análisis que combina rendimiento inicial alto con el nivel de desarrollo humano no reveló resultados estadísticamente significativos, lo que confirma lo mencionado anteriormente: el impacto del mejoramiento vial depende no solo de la infraestructura sino también del entorno y medidas complementarias. Las provincias con IDH mayor o igual al promedio nacional no mostraron resultados significativos, posiblemente porque en estos espacios el sistema productivo ya ha alcanzado cierto grado de eficiencia y diversificación o porque no es el mecanismo adecuado para adaptar con mayor intensidad la intervención. Con respecto a las provincias con IDH menor al promedio y que tienen un rendimiento inicial alto, no se alcanzó a cumplir el supuesto de tendencias paralelas y significancia por lo que se restringe su análisis en este caso particular. Las estimaciones no significativas correspondientes a este caso se encuentran en el Anexo N° 13 y Anexo N° 14 para fines de referencia.

No obstante, se reconoce que, las provincias con menor bienestar concentran buena parte de la fuerza laboral agrícola del país, que constituye el capital humano más expuesto a los efectos de la infraestructura rural. De acuerdo con información del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2023), más del 80 % de la población ocupada en zonas rurales se dedica a la agricultura, y la mayoría pertenece a quintiles de ingreso e IDH inferiores al promedio nacional. Ello implica que las provincias con menor bienestar relativo tienden a transformar con mayor intensidad las mejoras viales en productividad, porque su estructura económica depende directamente de la agricultura y del acceso físico a los centros de acopio (INEI, 2023; CEPAL,

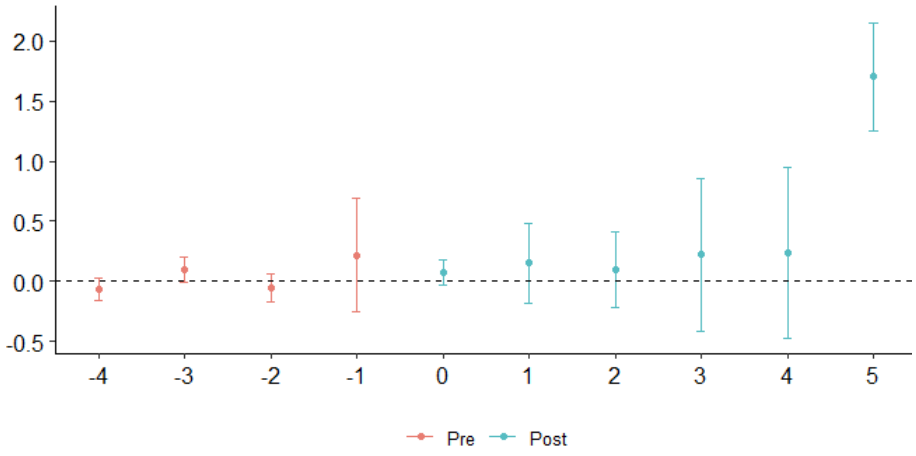
2022). Esta interpretación se refuerza en el caso de las provincias productoras de café, donde el mejoramiento vial muestra efectos dinámicos estadísticamente significativos en el quinto periodo posterior al tratamiento, con un incremento promedio de 1.71 toneladas de café por kilómetro cuadrado en las provincias con IDH menor al promedio. Este resultado sugiere que las mejoras en la calidad vial benefician especialmente a las zonas de menor desarrollo relativo, no por un efecto compensatorio del atraso, sino por la mayor dependencia al capital humano de la agricultura. La tabla correspondiente a la estimación del ATT dinámico utilizada para elaborar el gráfico que se presenta a continuación se incluye en el Anexo N° 15 .

Tabla N° 4. Estimación ATT estático para el tratamiento de mejoramiento en provincias productoras de café e IDH menor al promedio

	Estimación	Error estándar	IC 95 %	
			Límite inf.	Límite sup.
ATT	0.1851	0.2151	-0.2365	0.6068

Notas: Estimación Callaway & Sant'Anna (2021) bajo esquema estático (*overall/simple*) con método de doble robustez (DR). Errores estándar agrupados por provincia. El intervalo de confianza al 95 % incluye el cero, por lo que el efecto no es estadísticamente significativo al 5 %.

Gráfico N° 4. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en provincias productoras de café e IDH menor al promedio



Por otro lado, el análisis basado en la composición demográfica por género arroja matices adicionales. En las provincias productoras de café con población mayoritaria masculina, se encontró un efecto dinámico significativo en el quinto periodo posterior al tratamiento, con un aumento estimado de 1.70 toneladas de café por kilómetro cuadrado. Este resultado puede interpretarse en función de la estructura del empleo agrícola en el Perú, donde la participación masculina sigue siendo predominante en las labores de campo, transporte y mantenimiento de cultivos.

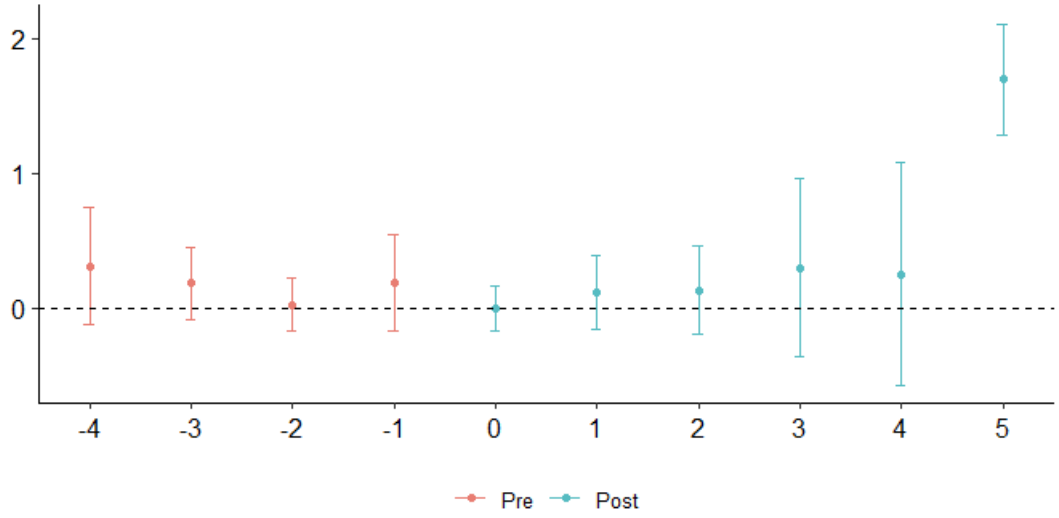
Según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2020), las mujeres representan aproximadamente el 27 % del empleo formal agrícola, frente a más del 70 % ocupado por hombres, lo que evidencia una brecha estructural de género en la fuerza laboral rural. En consecuencia, las provincias con una composición demográfica más orientada al trabajo masculino tienden a adaptarse más rápidamente a los cambios en infraestructura, ya que su población participa de manera más directa en las actividades productivas que dependen del acceso vial (BID, 2020; OIT, 2021). La tabla correspondiente a la estimación del ATT dinámico utilizada para elaborar el gráfico que se presenta a continuación se incluye en el Anexo N° 16.

Tabla N° 5. Estimación ATT estático para el tratamiento de mejoramiento en provincias productoras de café y con población mayoritaria en hombres

	Estimación	Error estándar	IC 95 %	
			Límite inf.	Límite sup.
ATT	0.163	0.1903	-0.210	0.5359

Notas: Estimación Callaway & Sant'Anna (2021) bajo esquema estático (*overall/simple*) con método de doble robustez (DR). Errores estándar agrupados por provincia. El intervalo de confianza al 95 % incluye el cero, por lo que el efecto no es estadísticamente significativo al 5 %.

Gráfico N° 5. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en provincias productoras de café y con población mayoritaria en hombres



En contraste, los resultados no significativos observados en las provincias con mayoría femenina no deben interpretarse como falta de capacidad o participación, sino como reflejo de una división territorial del trabajo agrícola, donde las mujeres tienen una menor participación en la agricultura en relación con los hombres. Las estimaciones no significativas correspondientes a este caso se encuentran en el Anexo N° 17 para fines de referencia.

En suma, estos resultados permiten concluir que los mecanismos de aprovechamiento de las vías de calidad no son homogéneos. Las carreteras de calidad generan retornos más altos en provincias donde la actividad agrícola constituye la base económica, donde el desarrollo humano aún es incipiente pero el capital laboral agrícola es abundante, y donde la composición de género refleja una mayor participación masculina en tareas productivas físicamente vinculadas a la red vial. Lejos de sugerir desigualdad como destino, estos hallazgos muestran diferentes caminos de adaptación: mientras en unas provincias la infraestructura fortalece circuitos existentes, en otras actúa como catalizador de nuevas oportunidades. Lo relevante no solo es cuántos kilómetros de carretera se mejoran, sino quiénes y cómo logran aprovecharlos.

3.5. Consideraciones finales

El recorrido empírico realizado ofrece una historia de aprendizaje y descubrimiento. Se inició con una mirada amplia, observando todas las provincias del país, y se fue estrechando hacia los territorios donde el café es identificado como base económica. Los primeros resultados, centrados en la ampliación vial, mostraron la lentitud con que los efectos estructurales se materializan. Sin embargo, al pasar al mejoramiento, la evidencia tuvo mayor claridad.

La interpretación general es coherente con la teoría y con la realidad rural peruana: los impactos de la infraestructura no son automáticos ni homogéneos.

La carretera no produce café; permite que el café se produzca mejor. La inversión pública en conectividad es un catalizador del desarrollo que necesita de mecanismos que faciliten la adaptabilidad territorial de esta dotación vial. Particularmente, en este análisis, estos mecanismos destacan el nivel de desarrollo humano y la estructura demográfica, que determinan la capacidad de los territorios para transformar la infraestructura en productividad.

El análisis complementario reveló que las provincias productoras de café con menor IDH fueron las que más se beneficiaron del mejoramiento vial, con incrementos estadísticamente significativos en la producción. Este resultado no refleja una simple compensación del rezago, sino la fuerza de una economía local donde la agricultura es la principal fuente de empleo e ingreso. Asimismo, las provincias con mayor proporción de población masculina mostraron una mejor adaptación al tratamiento, lo cual guarda coherencia con la estructura del empleo agrícola en el Perú, donde la participación masculina sigue siendo predominante en las labores de campo y mantenimiento de cultivos. En ambos casos, los resultados confirman que la infraestructura no actúa en el vacío: su efectividad depende del capital humano disponible y de las condiciones sociales que sostienen la producción.

Adicionalmente, la ausencia de significancia estadística en varios de los modelos estimados no debe interpretarse como una falta de relación entre la infraestructura vial y la producción cafetalera, sino como evidencia de la complejidad estructural del proceso de transmisión del impacto.

Existen razones sustantivas, tanto económicas como metodológicas, que explican la atenuación de los efectos observados. En primer lugar, la producción cafetalera en el Perú presenta una elevada volatilidad interanual, asociada a choques externos climáticos, de precios internacionales o de plagas que afectan simultáneamente a las provincias tratadas y no tratadas. Esta variabilidad introduce "ruido" en la estimación, reduciendo la capacidad del modelo para aislar impactos netos de la infraestructura. En segundo lugar, aunque el panel provincial incorpora la totalidad del territorio nacional, la heterogeneidad entre provincias es considerable. Muchas de ellas reciben intervenciones viales, pero no son zonas productoras de café, lo que diluye los efectos promedio y genera una mezcla de dinámicas que responden a lógicas productivas distintas.

En tercer lugar, la definición operativa del tratamiento, basada en los kilómetros pavimentados, asfaltados o afirmados de conexión agrícola, captura la dimensión física de la conectividad, pero no refleja los componentes cualitativos como mantenimiento, transitabilidad estacional o articulación con vías de mayor jerarquía que determinan la efectividad real del acceso. Finalmente, es importante mencionar que los periodos donde ocurre el tratamiento en su mayoría se concentran en los últimos periodos, lo cual genera variabilidad en los intrvalos de confianza.

Desde el punto de vista econométrico, estos factores contribuyen a ampliar los intervalos de confianza y a disminuir la potencia estadística del estimador. Sin embargo, lejos de deslegitimar los resultados, esta situación fortalece la lectura interpretativa del estudio, al mostrar que los impactos de la infraestructura vial sobre la producción agrícola son procesos graduales, heterogéneos y dependientes del contexto local.

En conclusión, las carreteras de calidad son más que un indicador de obra ejecutada; son arterias del crecimiento económico que requieren ser acompañadas mecanismos que permitan aprovechar esta dotación Solo cuando la infraestructura conversa con las capacidades del territorio, los beneficios de la inversión pública se transforman en bienestar tangible.

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La presente investigación evaluó el impacto de la infraestructura vial vecinal de calidad (entendida como los tramos pavimentados, asfaltados o afirmados) que conectan las zonas agrícolas con los centros de acopio sobre la producción cafetalera provincial en el Perú durante el periodo 2016-2023. Para ello, se aplicó la metodología de diferencias en diferencias escalonadas propuesta por Callaway y Sant'Anna (2021). El estudio se concentró en un cultivo estratégico para la economía rural (café) y adoptó un nivel de análisis desagregado, con el objetivo de estimar efectos diferenciados que complementen la evidencia existente sobre la relación entre infraestructura vial y productividad agrícola.

Sin embargo, al analizar los procesos de mejoramiento de las vías de calidad, los resultados adquieren mayor profundidad. Se identificaron efectos significativos y sostenidos en las provincias con rendimiento inicial alto y en las provincias productoras de café, donde el mejoramiento de la red se traduce, en los años posteriores al tratamiento, en incrementos de productividad que alcanzan hasta 2.09 toneladas por kilómetro cuadrado. Estos resultados revelan que la calidad vial, más que la cantidad en rutas ya establecidas es la dimensión crítica que permite aprovechar plenamente el potencial productivo existente.

Asimismo, los análisis complementarios en provincias productoras de café por nivel de desarrollo humano (IDH) y composición demográfica mostraron evidencia relevante. Las provincias de menor IDH y aquellas con mayoría de población masculina presentan mejores mecanismos de adaptación al mejoramiento vial. Esto a través de incrementos de 1.71 y 1.70 toneladas por km², respectivamente. Estos patrones reflejan que las provincias con menor bienestar y con mayor participación masculina en la fuerza laboral agrícola, que representan la base más activa del trabajo rural peruano (INEI, 2023; OIT, 2021; BID, 2020), poseen una mayor capacidad de respuesta al cambio en la infraestructura, al depender directamente de la conectividad física para sostener sus economías locales.

Desde el punto de vista académico, esta investigación aporta en tres dimensiones centrales. Primero, aplica una metodología moderna y robusta, capaz de capturar la naturaleza temporal y heterogénea de los tratamientos viales. Segundo, profundiza la evidencia empírica provincial en torno a un cultivo clave, demostrando que la relación entre infraestructura y producción depende de las condiciones iniciales del territorio. Y tercero, redefine el espacio analítico al concentrarse en el primer eslabón de la cadena logística, el tramo que conecta las zonas agrícolas con los centros de acopio.

En términos de política pública, los resultados invitan a repensar el enfoque sectorial de la inversión en transporte rural. No basta con ampliar kilómetros: es necesario mejorar la calidad y asegurar la continuidad operativa de la red, articulando la infraestructura vial con políticas complementarias. Las provincias productoras de café con menor IDH y base agrícola consolidada deben ser prioridad, pues en ellas la mejora vial se traduce en efectos significativos. De igual forma, incorporar un enfoque territorial y de género en la planificación de la infraestructura puede mejorar la eficacia de las inversiones, alineando los proyectos viales con las capacidades productivas reales de la población.

Finalmente, este trabajo abre una agenda de investigación futura orientada a ampliar la escala analítica más allá del tramo agrícola-acopio y otros cultivos estratégicos del Perú. Explorar la ruta logística completa del café desde la producción hasta los centros de acopio, hubs comerciales y puertos de exportación. Esto permitiría evaluar los efectos acumulativos de la conectividad sobre la competitividad agrícola nacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adamopoulos, T. (2020). Spatial integration and agricultural productivity: Quantifying the impact of new roads. Working Paper.
- Aguirre, Campana, & Guerrero. (2017). Conectividad para el desarrollo agrícola: Una mirada de largo plazo.
- Aschauer, D. A. (1989). Is public expenditure productive? Journal of Monetary Economics, 23(2), 177–200.
- Baker, A., Callaway, B., Cunningham, S., Goodman-Bacon, A., & Sant'Anna, P. H. (2025). Difference-in-Differences Designs: A Practitioner's Guide.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2023). Estimación de los costos y beneficios de las prioridades de inversión identificadas en el sector agropecuario en países de la Región Andina (Nota técnica del BID N.° 2747).
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2020). Effective land ownership, female empowerment and food security: Evidence from Peru. Washington D.C.: BID.
- Banco Mundial. (2025). Empleo en la agricultura (% del empleo total) – Perú.
- Bonifaz, J. L. (2023). Estimación de los costos y beneficios de las prioridades de inversión identificadas en el sector agropecuario en países de la región andina. Nota Técnica. Banco Interamericano de Desarrollo.
- CAF – Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe. (2021a). Carreteras hacia el desarrollo. CAF.
- CAF – Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe. (2021b). Impacto de la inversión en infraestructura vial en América Latina. CAF.
- Callaway, B., & Sant'Anna, P. H. (2021). Difference-in-differences with multiple time periods. Journal of Econometrics, 225(2), 200–230.
- Castilleja Vargas, L., Gutiérrez Juárez, P., Laura, L. F., & Serrudo, L. F. (2023). Apostar por la agricultura para lograr una diversificación productiva.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2022). Panorama Social de América Latina 2022. Santiago de Chile
- Escobal, J., & Ponce, C. (2002). The Benefits of Rural Roads. Enhancing Income Opportunities for the Rural Poor (Documento de Trabajo No. 40). Lima: GRADE.
- Escobal, J., Inurritegui, M., & Benavides, J. (2005). Lecciones aprendidas en PROVIAS Rural (Perú) y pautas para diseñar operaciones de infraestructura rural (Serie de informes técnicos del Departamento de Desarrollo Sostenible; IFM-140). Banco Interamericano de Desarrollo.

- Escuela de Gestión Pública de la Universidad del Pacífico & Centro para la Competitividad y el Desarrollo. (2015). Un plan para salir de la pobreza: Plan Nacional de Infraestructura 2016–2025. Asociación para el Fomento de la Infraestructura Nacional (AFIN).
- FAO. (2024). FAOSTAT: Cultivos y productos de ganadería. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL
- Foster, A. D., & Rosenzweig, M. R. (2010). Microeconomics of technology adoption. Annual Review of Economics, 2, 395–424.
- Garg, T., Jagnani, M., & Pullabhotla, H. K. (2022). Structural transformation and environmental externalities. arXiv preprint arXiv:2212.02664.
- Guasch, J. L., Diaz, L., Rozenberg, J., & Bozanigo, L. (2019). Análisis Integral de la Logística en el Perú: 5 Cadenas de Exportación – Lineamientos Estratégicos.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2025). Producto Bruto Interno según Actividad Económica (Nivel 9), 1950–2023.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2023). Perú: empleo y condiciones de vida en el área rural 2022.
- Lara, D. I. (2021). Análisis de los Costos Logísticos de la Cadena de Valor del Café en Chanchamayo. Lima, Perú.
- León, J. (2013). Addressing transitory and chronic poverty: Social policies in Peru 1990–2010. En P. Townsend (Ed.), Social protection, growth and employment: Evidence from India, Kenya, Peru and South Africa (pp. 99–122). United Nations Research Institute for Social Development (UNRISD).
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2023). Anuario estadístico 2023. Oficina General de Planeamiento y Presupuesto – Oficina de Estadística.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2024). Programa de Apoyo al Transporte Subnacional – PATS. Gob.pe.
- Neves, M. C., de Figueiredo Silva, F., & Freitas, C. O. (2021). Agricultural total factor productivity and road infrastructure in South American countries.
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2021). El trabajo decente en la agricultura peruana: desafíos y oportunidades.
- Paredes Flores, M. L. (2019). Impacto de la infraestructura de transporte terrestre de carreteras en el desarrollo del sector agropecuario del Perú 2008–2015.
- Ramos Rodríguez, D. A. (2022). Relación de la infraestructura vial con el nivel de producción agrícola en el Perú durante el periodo 2010–2022.
- Remy, M. I. (2008). Conexión y despegue rural. Instituto del Perú.
- Rincón-Avellaneda, M. P. (2016). Conflictos territoriales y proyectos de infraestructura vial. Bitácora Urbano Territorial, 26(2), 71–78.

- Valdivia, N. (2009). Infraestructura rural mínima para prosperar. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).
- Vásquez, A., & Bendezú, L. (2008). Ensayos sobre el rol de la infraestructura vial en el crecimiento económico del Perú. Consorcio de Investigación Económica y Social (CIES).
- Zhangallimbay, D., & Ordóñez, M. (2022). Eficiencia en la producción agrícola: Un análisis del efecto de la construcción de carreteras en zonas productivas del Ecuador. Cuestiones Económicas, 32(1), 60–77.

ANEXOS

Anexo N° 1. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de ampliación en todas las provincias del Perú

Tabla N° 6. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de ampliación en todas las provincias del Perú

	Estimación	Error estándar	IC 95 %
ATT global	0.0724	0.0822	[-0.0887, 0.2336]

Efectos dinámicos:

Tiempo relativo	Estimación	Error estándar	IC 95 % simultáneo
-4	0.0073	0.0419	[-0.0831, 0.0977]
-3	0.0206	0.0148	[-0.0113, 0.0524]
-2	0.0024	0.0126	[-0.0248, 0.0297]
-1	0.0507	0.0563	[-0.0707, 0.1721]
0	0.0339	0.0283	[-0.0271, 0.0949]
1	0.0747	0.0507	[-0.0346, 0.1840]
2	0.0650	0.0626	[-0.0699, 0.2000]
3	0.0899	0.0835	[-0.0902, 0.2700]
4	0.0935	0.0949	[-0.1095, 0.3002]
5	0.0830	0.1008	[-0.1343, 0.3004]
6	0.0652	0.1587	[-0.2772, 0.4076]

Notas: Estimaciones obtenidas mediante Callaway & Sant'Anna (2021) bajo esquema *event-study* con agregación dinámica. Los intervalos de confianza son simultáneos al 95 %. El símbolo "*" indica que la banda de confianza no cubre el valor cero.

Anexo N° 2. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en las provincias productoras de café

Tabla N° 7. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en las provincias productoras de café

	Estimación	Error estándar	IC 95 %
ATT global*	0.4184	0.1529	[0.1186, 0.7181]*

Efectos dinámicos:

Tiempo relativo	Estimación	Error estándar	IC 95 % simultáneo
-4	0.2033	0.1477	[-0.1210, 0.5276]
-3	0.1279	0.0875	[-0.0642, 0.3199]
-2	0.0315	0.0735	[-0.1299, 0.1930]
-1	0.1638	0.1392	[-0.1418, 0.4695]
0	-0.0131	0.0547	[-0.1331, 0.1070]
1	0.1085	0.1028	[-0.1171, 0.3342]
2	0.1277	0.1235	[-0.1435, 0.3989]
3	0.2888	0.2864	[-0.3401, 0.9176]
4	0.2732	0.3732	[-0.5462, 1.0926]
5	**1.7250***	0.1380	[1.4220, 2.0279]*

Notas: Estimaciones obtenidas mediante Callaway & Sant'Anna (2021) bajo esquema *event-study* con agregación dinámica. Los asteriscos (*) indican significancia estadística al 5 % (la banda de confianza no cubre el valor cero).

Anexo N° 3. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en las provincias con rendimiento inicial alto

Tabla N° 8. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en las provincias con rendimiento inicial alto

	Estimación	Error estándar	IC 95 %
ATT global*	1.0941	0.304	[0.4983, 1.6899]*

Efectos dinámicos:

Tiempo relativo	Estimación	Error estándar	IC 95 % simultáneo
-4	0.6707	0.4166	[-0.2643, 1.6057]
-3	-0.2123	0.3679	[-1.0380, 0.6134]
-2	0.0616	0.5383	[-1.1465, 1.2697]
-1	0.3644	0.3369	[-0.3916, 1.1204]
0	0.0058	0.4475	[-0.9985, 1.0101]
1	0.1454	0.4836	[-0.9398, 1.2306]
2	0.7956	1.0350	[-1.5271, 3.1184]
3	1.6381	0.2983	[0.9688, 2.3074]*
4	2.0865	0.2669	[1.4875, 2.6856]*
5	1.8932	0.3959	[1.0046, 2.7817]*

Notas: Estimaciones obtenidas mediante Callaway & Sant'Anna (2021) bajo esquema *event-study* con agregación dinámica. Los asteriscos (*) indican significancia estadística al 5 % (la banda de confianza no cubre el valor cero).

Anexo N° 4. Resultados con tratamiento de ampliación en provincias productoras de café

Tabla N° 9. Estimación ATT estático para el tratamiento de ampliación en provincias productoras de café

	Estimación	Error estándar	IC 95 %	
			Límite inf.	Límite sup.
ATT	0.1715	0.1718	-0.1651	0.5082

Notas: Estimación Callaway & Sant'Anna (2021) con estimador doblemente robusto (DR). Errores estándar agrupados por provincia. El intervalo de confianza al 95 % incluye el cero, por lo que el efecto no es estadísticamente significativo al 5 %.

Gráfico N° 6. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de ampliación en provincias productoras de café

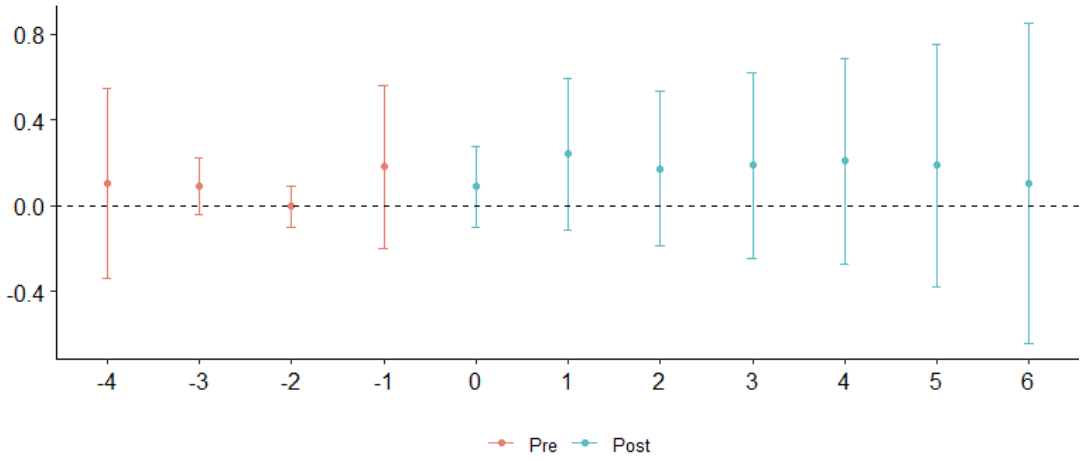


Tabla N° 10. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de ampliación en las provincias productoras de café

	Estimación	Error estándar	IC 95 %
ATT global	0.1699	0.1953	[-0.2128, 0.5526]

Efectos dinámicos:

Tiempo relativo	Estimación	Error estándar	IC 95 % simultáneo
-4	0.1041	0.1997	[-0.3418, 0.5501]
-3	0.0916	0.0591	[-0.0404, 0.2237]
-2	-0.0040	0.0423	[-0.0986, 0.0905]
-1	-0.1827	0.1705	[-0.1979, 0.5632]
0	0.0888	0.0841	[-0.0989, 0.2765]
1	0.2405	0.1593	[-0.1152, 0.5962]
2	0.1728	0.1611	[-0.1868, 0.5323]
3	0.1879	0.1945	[-0.2463, 0.6222]
4	0.2076	0.2144	[-0.2711, 0.6863]
5	0.1877	0.2543	[-0.3801, 0.7554]
6	0.1042	0.3357	[-0.6452, 0.8537]

Notas: Estimaciones obtenidas mediante Callaway & Sant'Anna (2021) bajo esquema *event-study* con agregación dinámica. Ninguna estimación es estadísticamente significativa al 5 %.

Anexo N° 5. Resultados con tratamiento de ampliación en provincias con rendimiento inicial alto

Tabla N° 11. Estimación ATT estático para el tratamiento de ampliación en provincias con rendimiento inicial alto

	Estimación	Error estándar	IC 95 %	
			Límite inf.	Límite sup.
ATT	-0.0454	0.4933	-1.0121	0.9214

Notas: Estimación Callaway & Sant'Anna (2021) con estimador doblemente robusto (DR). Errores estándar agrupados por provincia. El intervalo de confianza al 95 % incluye el cero, por lo que el efecto no es estadísticamente significativo al 5 %.

Gráfico N° 7. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de ampliación en provincias con rendimiento inicial alto

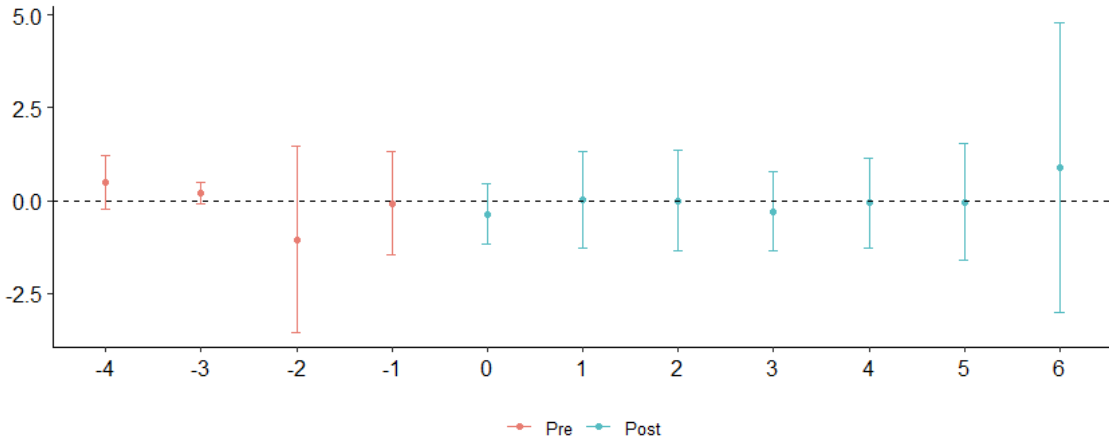


Tabla N° 12. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de ampliación en las provincias con rendimiento inicial alto

	Estimación	Error estándar	IC 95 %
ATT global	0.0188	0.4785	[-0.919, 0.9565]

Efectos dinámicos:

Tiempo relativo	Estimación	Error estándar	IC 95 % simultáneo
-4	0.4816	0.3115	[-0.2500, 1.2132]
-3	0.1982	0.1160	[-0.0743, 0.4707]
-2	-1.0516	1.0650	[-3.5529, 1.4496]
-1	-0.0818	0.5920	[-1.4722, 1.3085]
0	-0.3739	0.3464	[-1.1875, 0.4397]
1	0.0221	0.5549	[-1.2810, 1.3252]
2	-0.0038	0.5759	[-1.3563, 1.3487]
3	-0.2890	0.4586	[-1.3660, 0.7880]
4	0.0627	0.5149	[-1.2720, 1.1466]
5	-0.0389	0.6741	[-1.6219, 1.5442]
6	0.8775	1.6641	[-3.0309, 4.7858]

Notas: Estimaciones obtenidas mediante Callaway & Sant'Anna (2021) bajo esquema *event-study* con agregación dinámica. Los intervalos de confianza son simultáneos al 95 %. El símbolo "*" indica que la banda de confianza no cubre el valor cero.

Anexo N° 6. Resultados con tratamiento de ampliación en provincias con rendimiento inicial bajo

Tabla N° 13. Estimación ATT estático para el tratamiento de ampliación en provincias con rendimiento inicial bajo

	Estimación	Error estándar	IC 95 %	
			Límite inf.	Límite sup.
ATT	0.0841	0.0944	-0.1009	0.2692

Notas: Estimación Callaway & Sant'Anna (2021) con estimador doblemente robusto (DR). Errores estándar agrupados por provincia. El intervalo de confianza al 95 % incluye el cero, por lo que el efecto no es estadísticamente significativo al 5 %.

Gráfico N° 8. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de ampliación en provincias con rendimiento inicial bajo

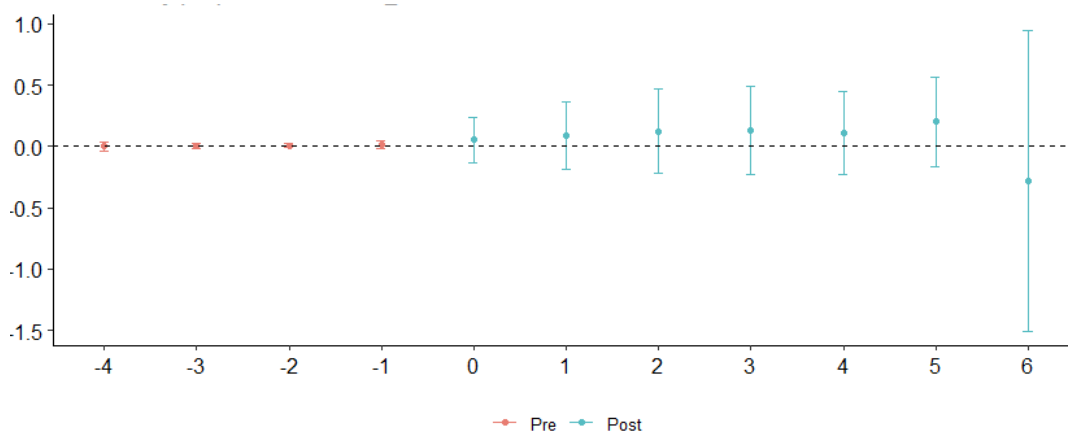


Tabla N° 14. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de ampliación en las provincias con rendimiento inicial bajo

	Estimación	Error estándar	IC 95 %
ATT global	0.0609	0.0483	[-0.0338, 0.1555]

Efectos dinámicos:

Tiempo relativo	Estimación	Error estándar	IC 95 % simultáneo
-4	0.0022	0.0165	[-0.0343, 0.0388]
-3	-0.0013	0.0092	[-0.0217, 0.0191]
-2	0.0084	0.0094	[-0.0125, 0.0293]
-1	0.0120	0.0151	[-0.0214, 0.0454]
0	0.0516	0.0851	[-0.1370, 0.2402]
1	0.0887	0.1260	[-0.1907, 0.3682]
2	0.1245	0.1540	[-0.2170, 0.4661]
3	0.1333	0.1626	[-0.2273, 0.4939]
4	0.1080	0.1528	[-0.2309, 0.4469]
5	0.2016	0.1647	[-0.1636, 0.5667]
6	-0.2818	0.5530	[-1.5079, 0.9444]

Notas: Estimaciones obtenidas mediante Callaway & Sant'Anna (2021) bajo esquema *event-study* con agregación dinámica. Los intervalos de confianza son simultáneos al 95 %. El símbolo "*" indica que la banda de confianza no cubre el valor cero.

Anexo N° 7. Resultados con tratamiento de ampliación en provincias con tratamiento fuerte

Tabla N° 15. Estimación ATT estático para el tratamiento de ampliación en provincias con tratamiento fuerte

	Estimación	Error estándar	IC 95 %	
			Límite inf.	Límite sup.
ATT	-0.0012	0.0338	-0.0674	0.0650

Notas: Estimación Callaway & Sant'Anna (2021) con estimador doblemente robusto (DR). Errores estándar agrupados por provincia. El intervalo de confianza al 95 % incluye el cero, por lo que el efecto no es estadísticamente significativo al 5 %.

Gráfico N° 9. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de ampliación en provincias con tratamiento fuerte

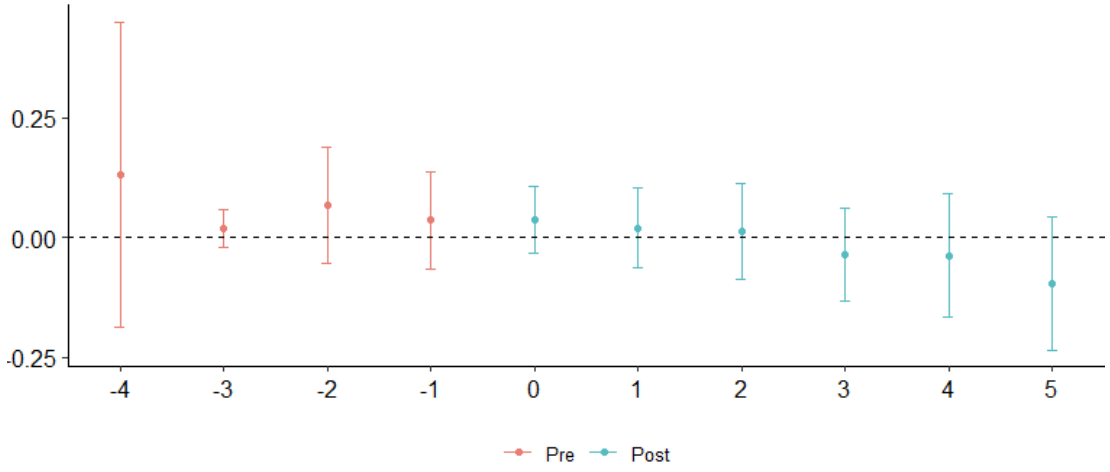


Tabla N° 16. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de ampliación en las provincias con tratamiento fuerte

	Estimación	Error estándar	IC 95 %
ATT global	-0.0164	0.0372	[-0.0892, 0.0565]

Efectos dinámicos:

Tiempo relativo	Estimación	Error estándar	IC 95 % simultáneo
-4	0.1313	0.1565	[-0.1879, 0.4506]
-3	-0.0189	0.0192	[-0.0204, 0.0582]
-2	0.0668	0.0594	[-0.0543, 0.1879]
-1	0.0365	0.0503	[-0.0660, 0.1391]
0	0.0371	0.0341	[-0.0326, 0.1067]
1	0.0206	0.0410	[-0.0630, 0.1042]
2	0.0130	0.0487	[-0.0864, 0.1123]
3	-0.0355	0.0476	[-0.1326, 0.0616]
4	-0.0374	0.0632	[-0.1664, 0.0916]
5	-0.0959	0.0684	[-0.2354, 0.0436]

Notas: Estimaciones obtenidas mediante Callaway & Sant'Anna (2021) bajo esquema *event-study* con agregación dinámica. Ninguno de los efectos dinámicos es estadísticamente significativo al 5 %.
Grupo de control: *Not Yet Treated*. Períodos de anticipación: 0. Método de estimación: Doble robustez.

Anexo N° 8. Resultados con tratamiento de ampliación en provincias con tratamiento débil

Tabla N° 17. Estimación ATT estático para el tratamiento de ampliación en provincias con tratamiento débil

	Estimación	Error estándar	IC 95 %	
			Límite inf.	Límite sup.
ATT	0.0411	0.0502	-0.0572	0.1395

Notas: Estimación Callaway & Sant'Anna (2021) con estimador doblemente robusto (DR). Errores estándar agrupados por provincia. El intervalo de confianza al 95 % incluye el cero, por lo que el efecto no es estadísticamente significativo al 5 %.

Gráfico N° 10. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de ampliación en provincias con tratamiento débil

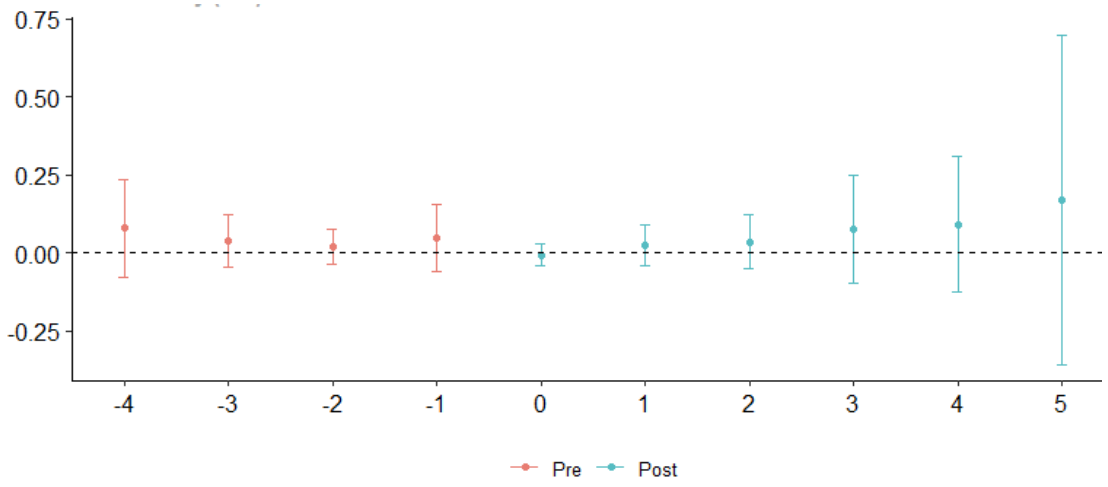


Tabla N° 18. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de ampliación en las provincias con tratamiento débil

	Estimación	Error estándar	IC 95 %
ATT global	0.0653	0.0764	[-0.0844, 0.2150]

Efectos dinámicos:

Tiempo relativo	Estimación	Error estándar	IC 95 % simultáneo
-4	0.0797	0.0715	[-0.0763, 0.2358]
-3	0.0387	0.0393	[-0.0471, 0.1245]
-2	0.0192	0.0261	[-0.0378, 0.0763]
-1	0.0475	0.0485	[-0.0584, 0.1534]
0	-0.0068	0.0160	[-0.0416, 0.0280]
1	0.0183	0.0269	[-0.0397, 0.0910]
2	0.0359	0.0400	[-0.0515, 0.1232]
3	0.0474	0.0795	[-0.1089, 0.2038]
4	0.0907	0.0997	[-0.1268, 0.3081]
5	0.1699	0.2424	[-0.3589, 0.6987]

Notas: Estimaciones obtenidas mediante Callaway & Sant'Anna (2021) bajo esquema *event-study* con agregación dinámica. Ninguna estimación es estadísticamente significativa al 5 %.

Anexo N° 9. Resultados con tratamiento de mejoramiento en todas las provincias del Perú

Tabla N° 19. Estimación ATT estático para el tratamiento de mejoramiento en todas las provincias del Perú

	Estimación	Error estándar	IC 95 %	
			Límite inf.	Límite sup.
ATT	0.0575	0.0721	-0.0839	0.1989

Notas: Estimación Callaway & Sant'Anna (2021) con estimador doblemente robusto (DR). Errores estándar agrupados por provincia. El intervalo de confianza al 95 % incluye el cero, por lo que el efecto no es estadísticamente significativo al 5 %.

Gráfico N° 11. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en todas las provincias del Perú

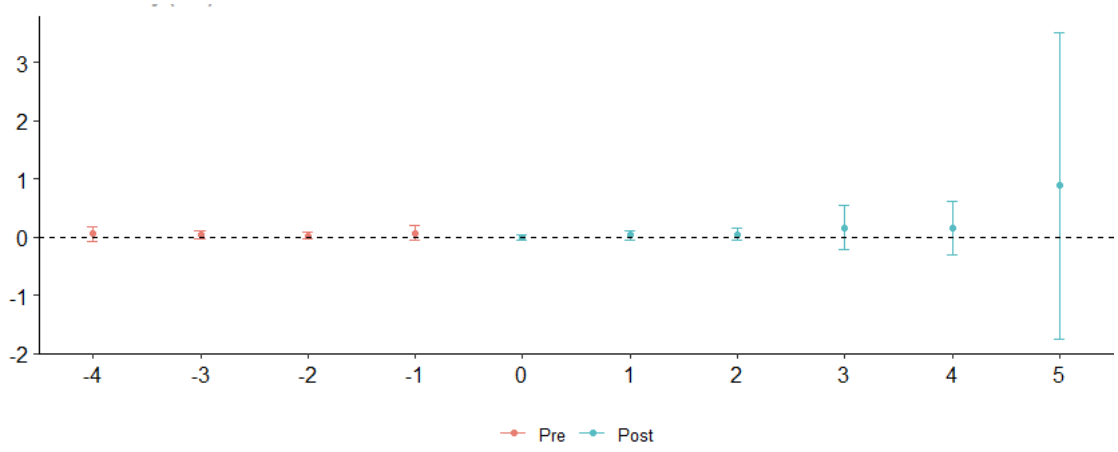


Tabla N° 20. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en todas las provincias del Perú

	Estimación	Error estándar	IC 95 %
ATT global	0.2123	0.1883	[-0.1568, 0.5813]

Efectos dinámicos:

Tiempo relativo	Estimación	Error estándar	IC 95 % simultáneo
-4	0.0553	0.0570	[-0.0677, 0.1783]
-3	0.0400	0.0346	[-0.0346, 0.1146]
-2	0.0189	0.0276	[-0.0407, 0.0786]
-1	0.0654	0.0588	[-0.0615, 0.1924]
0	-0.0030	0.0198	[-0.0456, 0.0397]
1	0.0324	0.0371	[-0.0478, 0.1126]
2	0.0429	0.0461	[-0.0567, 0.1425]
3	0.1574	0.1772	[-0.2253, 0.5400]
4	0.1641	0.2131	[-0.2961, 0.6243]
5	0.8798	1.2205	[-1.7557, 3.5153]

Notas: Estimaciones obtenidas mediante Callaway & Sant'Anna (2021) bajo esquema *event-study* con agregación dinámica. Los intervalos de confianza son simultáneos al 95 %. El símbolo "*" indica que la banda de confianza no cubre el valor cero.

Anexo N° 10. Resultados con tratamiento de mejoramiento en provincias con rendimiento inicial bajo

Tabla N° 21. Estimación ATT estático para el tratamiento de mejoramiento en provincias con rendimiento inicial bajo

	Estimación	Error estándar	IC 95 %	
			Límite inf.	Límite sup.
ATT	-0.0689	0.0933	-0.2517	0.1139

Notas: Estimación Callaway & Sant'Anna (2021) con estimador doblemente robusto (DR). Errores estándar agrupados por provincia. El intervalo de confianza al 95 % incluye el cero, por lo que el efecto no es estadísticamente significativo al 5 %.

Gráfico N° 12. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en provincias con rendimiento inicial bajo

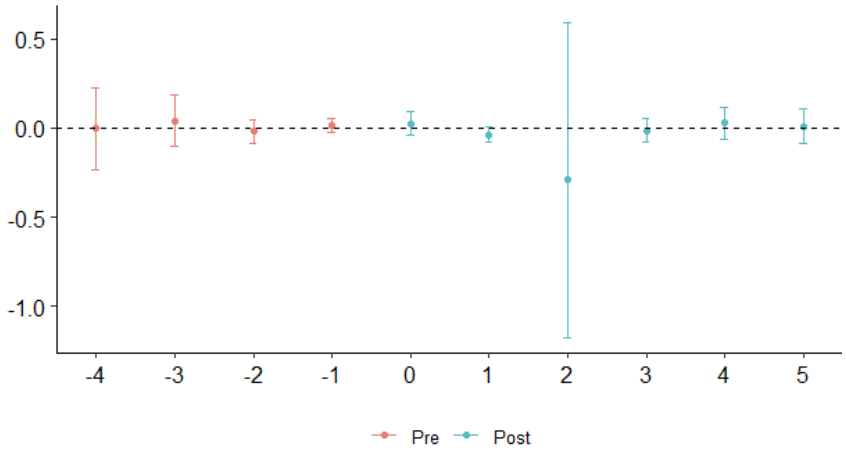


Tabla N° 22. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en las provincias con rendimiento inicial bajo

	Estimación	Error estándar	IC 95 %
ATT global	-0.0462	0.0613	[-0.1664, 0.0740]

Efectos dinámicos:

Tiempo relativo	Estimación	Error estándar	IC 95 % simultáneo
-4	-0.0010	0.1102	[-0.2315, 0.2295]
-3	0.0423	0.0681	[-0.1002, 0.1848]
-2	-0.0189	0.0310	[-0.0837, 0.0460]
-1	0.0124	0.0188	[-0.0268, 0.0517]
0	0.0257	0.0322	[-0.0416, 0.0930]
1	-0.0357	0.0201	[-0.0777, 0.0062]
2	-0.2919	0.4233	[-1.1776, 0.5938]
3	-0.0120	0.0322	[-0.0794, 0.0554]
4	0.0278	0.0419	[-0.0599, 0.1155]
5	0.0086	0.0465	[-0.0888, 0.1060]

Notas: Estimaciones obtenidas mediante Callaway & Sant'Anna (2021) bajo esquema *event-study* con agregación dinámica. Los intervalos de confianza son simultáneos al 95 %. El símbolo "*" indica que la banda de confianza no cubre el valor cero.

Anexo N° 11. Resultados con tratamiento de mejoramiento en provincias con tratamiento fuerte

Tabla N° 23. Estimación ATT estático para el tratamiento de mejoramiento en provincias con tratamiento fuerte

	Estimación	Error estándar	IC 95 %	
			Límite inf.	Límite sup.
ATT	0.0384	0.0610	-0.0811	0.1579

Notas: Estimación Callaway & Sant'Anna (2021) con estimador doblemente robusto (DR). Errores estándar agrupados por provincia. El intervalo de confianza al 95 % incluye el cero, por lo que el efecto no es estadísticamente significativo al 5 %.

Gráfico N° 13. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en provincias con tratamiento fuerte

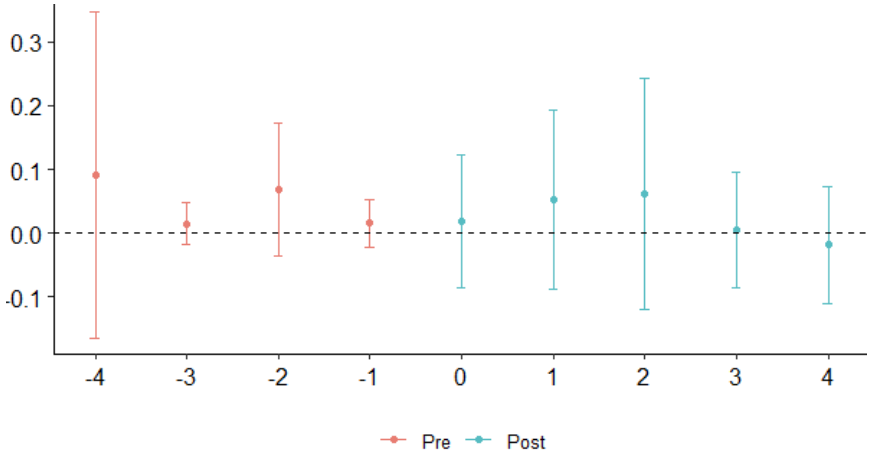


Tabla N° 24. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en las provincias con tratamiento fuerte

	Estimación	Error estándar	IC 95 %
ATT global	0.0238	0.0421	[-0.0587, 0.1063]

Efectos dinámicos:

Tiempo relativo	Estimación	Error estándar	IC 95 % simultáneo
-4	0.0913	0.1206	[-0.1650, 0.3477]
-3	0.0151	0.0158	[-0.0184, 0.0487]
-2	0.0691	0.0492	[-0.0355, 0.1738]
-1	0.0162	0.0175	[-0.0210, 0.0533]
0	0.0188	0.0486	[-0.0846, 0.1221]
1	0.0523	0.0661	[-0.0882, 0.1927]
2	0.0611	0.0853	[-0.1202, 0.2425]
3	0.0049	0.0425	[-0.0855, 0.0952]
4	-0.0181	0.0432	[-0.1099, 0.0737]

Notas: Estimaciones obtenidas mediante Callaway & Sant'Anna (2021) bajo esquema *event-study* con agregación dinámica. Ninguna de las estimaciones resulta estadísticamente significativa al 5 %.

Anexo N° 12. Resultados con tratamiento de mejoramiento en provincias con tratamiento débil

Tabla N° 25. Estimación ATT estático para el tratamiento de mejoramiento en provincias con tratamiento débil

	Estimación	Error estándar	IC 95 %	
			Límite inf.	Límite sup.
ATT	0.0661	0.0872	-0.1048	0.2371

Notas: Estimación Callaway & Sant'Anna (2021) con estimador doblemente robusto (DR). Errores estándar agrupados por provincia. El intervalo de confianza al 95 % incluye el cero, por lo que el efecto no es estadísticamente significativo al 5 %.

Gráfico N° 14. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en provincias con tratamiento débil

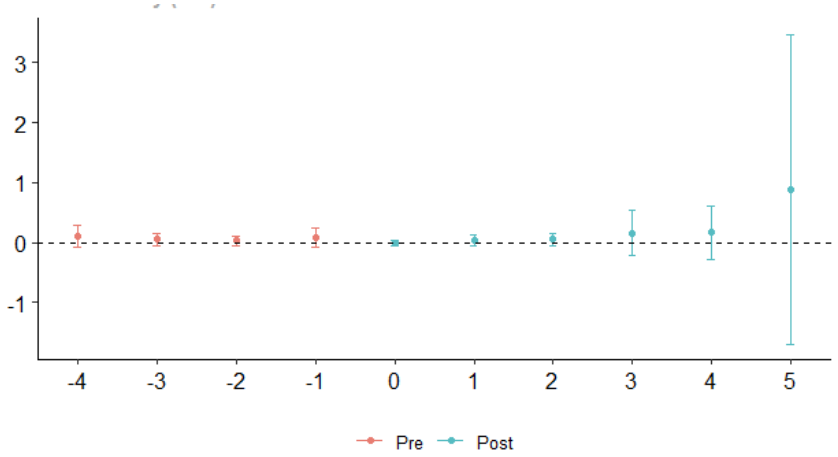


Tabla N° 26. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de ampliación en las provincias con tratamiento débil

	Estimación	Error estándar	IC 95 %
ATT global	0.2137	0.1904	[-0.1594, 0.5868]

Efectos dinámicos:

Tiempo relativo	Estimación	Error estándar	IC 95 % simultáneo
-4	0.0981	0.0845	[-0.0800, 0.2763]
-3	0.0544	0.0500	[-0.0509, 0.1596]
-2	0.0292	0.0358	[-0.0462, 0.1046]
-1	0.0837	0.0749	[-0.0740, 0.2415]
0	-0.0131	0.0223	[-0.0601, 0.0339]
1	0.0376	0.0453	[-0.0578, 0.1329]
2	0.0520	0.0501	[-0.0536, 0.1575]
3	0.1573	0.1776	[-0.2169, 0.5314]
4	0.1658	0.2129	[-0.2829, 0.6144]
5	0.8826	1.2283	[-1.7060, 3.4713]

Notas: Estimaciones obtenidas mediante Callaway & Sant'Anna (2021) bajo esquema *event-study* con agregación dinámica. Ninguno de los efectos dinámicos es estadísticamente significativo al 5 %.

Anexo N° 13. Resultados con tratamiento de mejoramiento en provincias con rendimiento inicial alto e IDH mayor o igual al promedio nacional

Tabla N° 27. Estimación ATT estático para el tratamiento de mejoramiento en provincias con rendimiento inicial alto e IDH mayor o igual al promedio nacional

	Estimación	Error estándar	IC 95 %	
			Límite inf.	Límite sup.
ATT	0.6188	0.4592	-0.2813	1.5188

Notas: Estimación Callaway & Sant'Anna (2021) bajo esquema estático (*overall/simple*) con método de doble robustez (DR). Errores estándar agrupados por provincia. El intervalo de confianza al 95 % incluye el cero, por lo que el efecto no es estadísticamente significativo al 5 %.

Gráfico N° 15. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en provincias con rendimiento inicial alto e IDH mayor o igual al promedio nacional

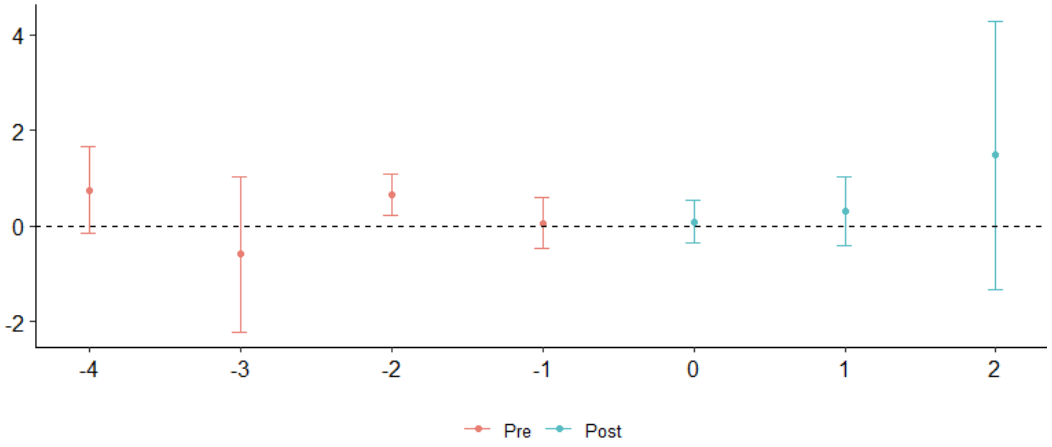


Tabla N° 28. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en provincias con rendimiento inicial alto e IDH mayor o igual al promedio nacional

	Estimación	Error estándar	IC 95 %
ATT global	0.6188	0.4536	[-0.2702, 1.5077]

Efectos dinámicos:

Tiempo relativo	Estimación	Error estándar	IC 95 % simultáneo	
			Límite inf.	Límite sup.
-4	0.7477	0.4239	-0.1667	1.6621
-3	-0.6000	0.7568	-2.2326	1.0327
-2	-0.6442	1.1984	0.2162	1.0723*
-1	0.0527	0.2507	-0.4881	0.5935
0	0.0840	0.2034	-0.3549	0.5229
1	0.2995	0.3337	-0.4205	1.0195
2	1.4728	1.3018	-1.3355	4.2812

Notas: Estimaciones obtenidas mediante Callaway & Sant'Anna (2021) bajo esquema *event-study* con agregación dinámica. Solo el efecto en el periodo $t = -2$ presenta evidencia débil de significancia al 5 % (intervalo no cubre cero).
Grupo de control: *Not Yet Treated*. Períodos de anticipación: 0. Método de estimación: Doble robustez (DR).

Anexo N° 14. Resultados con tratamiento de mejoramiento en provincias con rendimiento inicial alto e IDH menor al promedio nacional

Tabla N° 29. Estimación ATT estático para el tratamiento de mejoramiento en provincias con rendimiento inicial alto e IDH menor al promedio nacional

	Estimación	Error estándar	IC 95 %	
			Límite inf.	Límite sup.
ATT	0.8267	0.4702	-0.0949	1.7483

Notas: Estimación Callaway & Sant'Anna (2021) bajo esquema estático (*overall/simple*) con método de doble robustez (DR). Errores estándar agrupados por provincia. El intervalo de confianza al 95 % incluye el cero, por lo que el efecto no es estadísticamente significativo al 5 %.

Gráfico N° 16. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en provincias con rendimiento inicial alto e IDH menor al promedio nacional

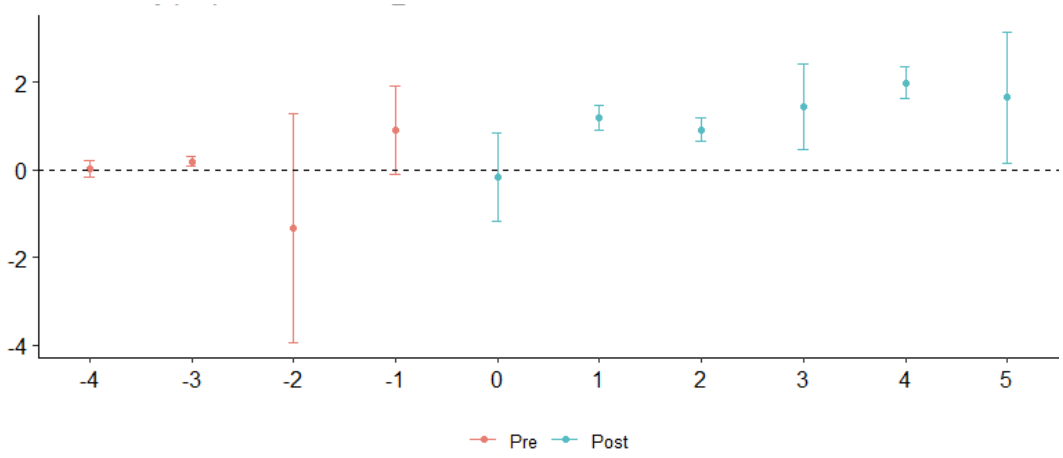


Tabla N° 30. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en provincias con rendimiento inicial alto e IDH menor al promedio nacional

	Estimación	Error estándar	IC 95 %
ATT global	1.1606	0.2575	[0.6558, 1.6653]*

Efectos dinámicos:

Tiempo relativo	Estimación	Error estándar	IC 95 % simultáneo	
			Límite inf.	Límite sup.
-4	0.0305	0.0800	-0.1516	0.2125
-3	0.1904	0.0501	0.0763	0.3046*
-2	-1.3278	1.1490	-3.9442	1.2886
-1	0.9019	0.4362	-0.0914	1.8952
0	-0.1748	0.4391	-1.1747	0.8252
1	1.1874	0.1225	0.9083	1.4664*
2	0.9104	0.1141	0.6505	1.1703*
3	1.4220	0.4278	0.4478	2.3961*
4	1.9750	0.1599	1.6109	2.3391*
5	1.6434	0.6584	0.1442	3.1426*

Notas: Estimaciones obtenidas mediante Callaway & Sant'Anna (2021) bajo esquema *event-study* con agregación dinámica. Los efectos marcados con * son estadísticamente significativos al 5 % (sus intervalos de confianza no incluyen el cero).
Grupo de control: *Not Yet Treated*. Períodos de anticipación: 0. Método de estimación: Doble robustez (DR).

Anexo N° 15. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en provincias productoras de café e IDH menor al promedio

Tabla N° 31. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en provincias productoras de café e IDH menor al promedio

	Estimación	Error estándar	IC 95 %
ATT global	0.4133	0.1575	[0.1046, 0.7219]*

Efectos dinámicos:

Tiempo relativo	Estimación	Error estándar	IC 95 % simultáneo	
			Límite inf.	Límite sup.
-4	-0.0668	0.0450	-0.1625	0.0290
-3	0.0938	0.0490	-0.0105	0.1982
-2	-0.0542	0.0567	-0.1748	0.0664
-1	0.2172	0.2233	-0.2581	0.6925
0	0.0718	0.0498	-0.0343	0.1779
1	0.1507	0.1572	-0.1839	0.4852
2	0.0949	0.1480	-0.2201	0.4099
3	0.2211	0.2977	-0.4125	0.8547
4	0.2360	0.3356	-0.4783	0.9503
5	1.7052	0.2107	1.2568	2.1536*

Notas: Estimaciones obtenidas mediante Callaway & Sant'Anna (2021) bajo esquema *event-study* con agregación dinámica. Los efectos marcados con * son estadísticamente significativos al 5 %, ya que los intervalos de confianza no incluyen el cero.
Grupo de control: *Not Yet Treated*. Períodos de anticipación: 0. Método de estimación: Doble robustez (DR).

Anexo N° 16. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en provincias productoras de café y con población mayoritaria en hombres

Tabla N° 32. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en provincias productoras de café y con población mayoritaria en hombres

	Estimación	Error estándar	IC 95 %
ATT global	0.4178	0.1792	[0.0665, 0.7690]*

Efectos dinámicos:

Tiempo relativo	Estimación	Error estándar	IC 95 % simultáneo	
			Límite inf.	Límite sup.
-4	0.3124	0.1953	-0.1230	0.7478
-3	0.1850	0.1200	-0.0825	0.4525
-2	0.0265	0.0889	-0.1717	0.2247
-1	-0.1920	0.1614	-0.1678	0.5518
0	-0.0030	0.0739	-0.1677	0.1618
1	0.1192	0.1227	-0.1543	0.3927
2	0.1359	0.1461	-0.1898	0.4617
3	0.2992	0.2955	-0.3596	0.9581
4	0.5253	0.3718	-0.5735	1.0842
5	1.6998	0.1840	1.2896	2.1100*

Notas: Estimaciones obtenidas mediante Callaway & Sant'Anna (2021) bajo esquema *event-study* con agregación dinámica. Los efectos marcados con * son estadísticamente significativos al 5 %, ya que los intervalos de confianza no incluyen el cero.
Grupo de control: *Not Yet Treated*. Períodos de anticipación: 0. Método de estimación: Doble robustez (DR).

Anexo N° 17. Resultados para el tratamiento de mejoramiento en provincias productoras de café y con población mayoritaria en mujeres

Tabla N° 33. Estimación ATT estático para el tratamiento de mejoramiento en provincias productoras de café y con población mayoritaria en mujeres

	Estimación	Error estándar	IC 95 %	
			Límite inf.	Límite sup.
ATT	0.0000	0.0220	-0.0431	0.0432

Notas: Estimación Callaway & Sant'Anna (2021) bajo esquema estático (*overall/simple*) con método de doble robustez (DR). Errores estándar agrupados por provincia. El intervalo de confianza al 95 % incluye el cero, por lo que el efecto no es estadísticamente significativo al 5 %.

Gráfico N° 17. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en provincias productoras de café y con población mayoritaria en mujeres

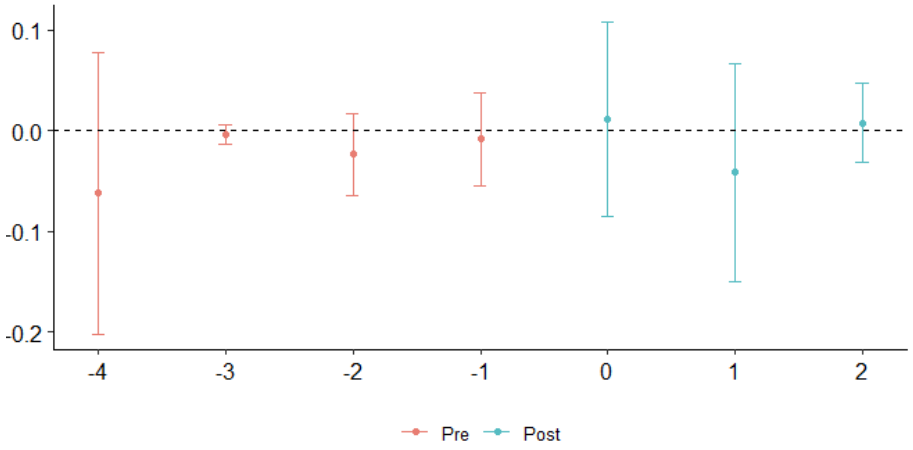


Tabla N° 34. Estimación ATT dinámico para el tratamiento de mejoramiento en provincias productoras de café y con población mayoritaria en mujeres

	Estimación	Error estándar	IC 95 %
ATT global	-0.0076	0.0086	[-0.0245, 0.0094]

Efectos dinámicos:

Tiempo relativo	Estimación	Error estándar	IC 95 % simultáneo	
			Límite inf.	Límite sup.
-4	-0.0624	0.0716	-0.2029	0.0781
-3	-0.0036	0.0049	-0.0132	0.0059
-2	-0.0238	0.0205	-0.0641	0.0164
-1	-0.0085	0.0235	-0.0546	0.0375
0	0.0115	0.0493	-0.0854	0.1083
1	-0.0415	0.0552	-0.1499	0.0668
2	0.0073	0.0201	-0.0320	0.0467

Notas: Estimaciones obtenidas mediante Callaway & Sant'Anna (2021) bajo esquema *event-study* con agregación dinámica. Ninguno de los efectos dinámicos es estadísticamente significativo al 5 %, ya que los intervalos de confianza incluyen el cero.
Grupo de control: *Not Yet Treated*. Períodos de anticipación: 0. Método de estimación: Doble robustez (DR).