

Carreteras y deforestación: ¿Las instituciones locales importan?

Francisco B. Galarza Joanna Kámiche Rosario Gómez

Departamento de Economía



26^a Convención Nacional del Café y del Cacao

Lima, 23 de mayo de 2024

Contenido

1 **Introducción**

2 Contexto

3 Metodología & datos

4 Resultados

5 Conclusión

Motivación

- Los bosques ocupan el 31 % de la superficie terrestre (FAO, 2015) y realizan una contribución vital a nuestro ecosistema:
 - ▶ Sumidero de carbón de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, que absorbe cada año 5 % de las emisiones totales de CO_2 .
 - ▶ Están entre los depósitos de biodiversidad más importantes del mundo (FAO, 2018).
 - ▶ Son fuente de materias primas, alimentos, medicinas y combustible para más de mil millones de personas (FAO, 2018).

Motivación

- Los bosques ocupan el 31 % de la superficie terrestre (FAO, 2015) y realizan una contribución vital a nuestro ecosistema:
 - ▶ Sumidero de carbón de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, que absorbe cada año 5 % de las emisiones totales de CO_2 .
 - ▶ Están entre los depósitos de biodiversidad más importantes del mundo (FAO, 2018).
 - ▶ Son fuente de materias primas, alimentos, medicinas y combustible para más de mil millones de personas (FAO, 2018).
- La deforestación es un problema global: representa el 18 % de las emisiones mundiales de GEI (FAO, 2018).

Motivación

- Los bosques ocupan el 31 % de la superficie terrestre (FAO, 2015) y realizan una contribución vital a nuestro ecosistema:
 - ▶ Sumidero de carbón de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, que absorbe cada año 5 % de las emisiones totales de CO_2 .
 - ▶ Están entre los depósitos de biodiversidad más importantes del mundo (FAO, 2018).
 - ▶ Son fuente de materias primas, alimentos, medicinas y combustible para más de mil millones de personas (FAO, 2018).
- La deforestación es un problema global: representa el 18% de las emisiones mundiales de GEI (FAO, 2018).
- En el caso del Perú, los bosques representan 57.3 % del territorio (INEI and SERFOR, 2021); el país perdió 2.77 millones de hectáreas de cobertura forestal entre 2001 hasta 2021 (MINAM, 2022), superficie ligeramente superior a la de Haití y equivalente a dos tercios de Suiza.

Motivación

- Los bosques ocupan el 31 % de la superficie terrestre (FAO, 2015) y realizan una contribución vital a nuestro ecosistema:
 - ▶ Sumidero de carbón de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, que absorbe cada año 5 % de las emisiones totales de CO₂.
 - ▶ Están entre los depósitos de biodiversidad más importantes del mundo (FAO, 2018).
 - ▶ Son fuente de materias primas, alimentos, medicinas y combustible para más de mil millones de personas (FAO, 2018).
- La deforestación es un problema global: representa el 18 % de las emisiones mundiales de GEI (FAO, 2018).
- En el caso del Perú, los bosques representan 57.3 % del territorio (INEI and SERFOR, 2021); el país perdió 2.77 millones de hectáreas de cobertura forestal entre 2001 hasta 2021 (MINAM, 2022), superficie ligeramente superior a la de Haití y equivalente a dos tercios de Suiza.
- La literatura ha estudiado el papel de distintos mecanismos institucionales (e.g., PSE, AP, derechos de propiedad) sobre la reducción de la deforestación, pero hay poca investigación sobre la conexión entre instituciones y conservación de bosques a nivel subnacional.

¿Qué es lo que hacemos?

- 1 Construimos un índice de instituciones, medido a nivel distrital, para examinar su relación con la reducción de la deforestación en el Perú.
 - ▶ Usamos un método de agregación lineal y el método de componentes principales.
- 2 Analizamos el efecto mitigador de las instituciones sobre la deforestación en un contexto en el que las áreas cercanas a las carreteras son más propensas a la deforestación.
 - ▶ Nuestras hipótesis son tres:
 - H_1 : Mayor acceso a carreteras está **positivamente** relacionado con deforestación (mejor acceso → **más deforestación: A**).
 - H_2 : Un contexto institucional más fuerte a nivel distrital (medido por nuestro índice), está **negativamente** correlacionado con deforestación (efecto de primer orden: mejores instituciones → **menor deforestación: B**).
 - H_3 : Un contexto institucional más fuerte **puede ayudar a mitigar** el efecto negativo que produce la cercanía a las carreteras sobre la deforestación (efecto de segundo orden–interaction: ¿ $A' >=< B'$?).
- 3 Utilizamos datos de 9 regiones (mayormente, bosque tropical), que representan el 93.4 % del área total deforestada en 2001-2017, que abarcan 610 distritos, con 32,685 observaciones (cuadrículas).

¿Qué encontramos?

- 1 Las áreas ubicadas cerca de carreteras están más deforestadas, lo que confirma la relación positiva entre acceso a carreteras y deforestación (resultado usual: H_1).

¿Qué encontramos?

- 1 Las áreas ubicadas cerca de carreteras están más deforestadas, lo que confirma la relación positiva entre acceso a carreteras y deforestación (resultado usual: H_1).
- 2 Un mayor valor de nuestro índice de instituciones locales está negativamente asociado con la deforestación (H_2)
 - ▶ Este resultado se mantiene cuando controlamos por un conjunto grande de variables relacionadas con la deforestación: altitud, temperatura, precipitaciones, densidad de población, otras distancias relevantes (a ríos navegables, centro de la ciudad), actividades agrícolas (superficie sembrada de cultivos seleccionados: cacao, café, coca, palma aceitera), áreas protegidas (a nivel nacional, regional y local) & desarrollo socioeconómico (desigualdad e IDH).

¿Qué encontramos?

- 1 Las áreas ubicadas cerca de carreteras están más deforestadas, lo que confirma la relación positiva entre acceso a carreteras y deforestación (resultado usual: H_1).
- 2 Un mayor valor de nuestro índice de instituciones locales está negativamente asociado con la deforestación (H_2)
 - ▶ Este resultado se mantiene cuando controlamos por un conjunto grande de variables relacionadas con la deforestación: altitud, temperatura, precipitaciones, densidad de población, otras distancias relevantes (a ríos navegables, centro de la ciudad), actividades agrícolas (superficie sembrada de cultivos seleccionados: cacao, café, coca, palma aceitera), áreas protegidas (a nivel nacional, regional y local) & desarrollo socioeconómico (desigualdad e IDH).
- 3 El efecto (**positivo**) de las instituciones locales **no** es lo suficientemente grande como para compensar el efecto (**negativo**) asociado con el acceso a carreteras (H_3).
 - ▶ La predominancia del efecto deforestador de las carreteras sobre el efecto protector (conservación) de las instituciones es explicado por lo que sucede en la vecindad de las carreteras (dentro de 60 km). No obstante, ambos efectos se cancelan para distancias más largas, pero las instituciones nunca dominan a la cercanía de las carreteras.

Contenido

1 Introducción

2 Contexto

3 Metodología & datos

4 Resultados

5 Conclusión

- Nos enfocamos en regiones con los niveles más altos de deforestación en los últimos 20 años: Amazonas, Loreto, Madre de Dios, San Martín, Ucayali, Cusco, Huánuco, Junín, & Puno (93.4 % del área deforestada en 2001-2017).
 - ▶ Las 155.914 hectáreas perdidas en 2017 representan $\sim 58\%$ del área de Lima.
 - ▶ Casi el 50 % de esa pérdida de bosque tuvo lugar en tres regiones: Ucayali, Madre de Dios and Huánuco
 - ▶ Los patrones de deforestación indican que ésta se realiza en áreas pequeñas, de menos de 5 ha. (Geobosques, 2024)
- Dado que las regiones objeto de estudio abarcan toda la sección peruana de la Amazonía, vastas áreas no están conectadas a carreteras.
- Utilizando *ArcGIS*, construimos cuadrículas de 5 x 5 km para medir la pérdida de cobertura forestal en el periodo 2001-2017.

Pérdida de cubierta forestal: 2001, 2010, 2017

2001



2010



2017

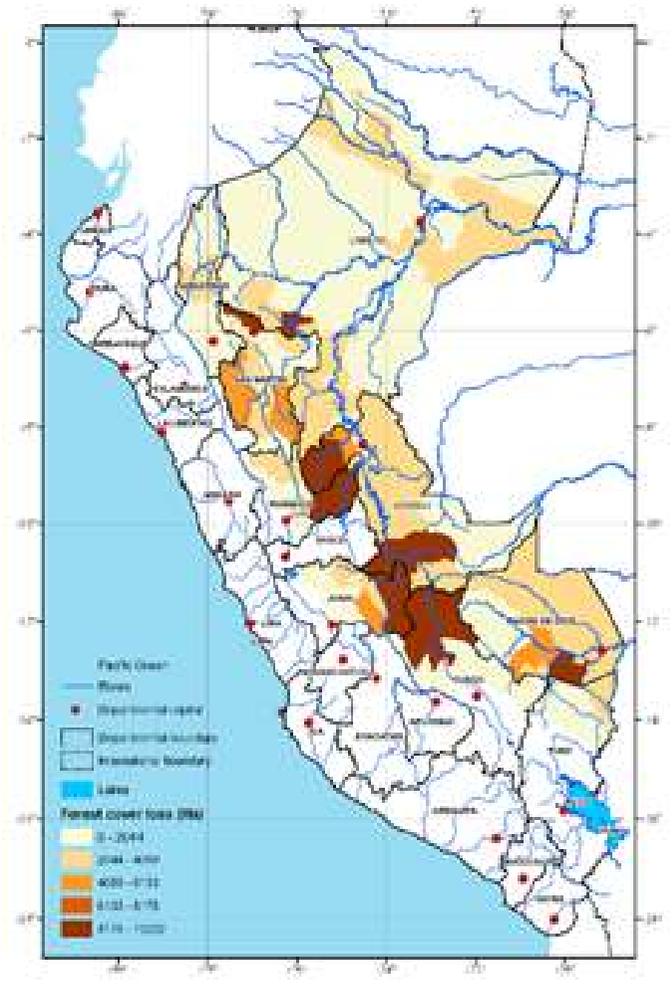
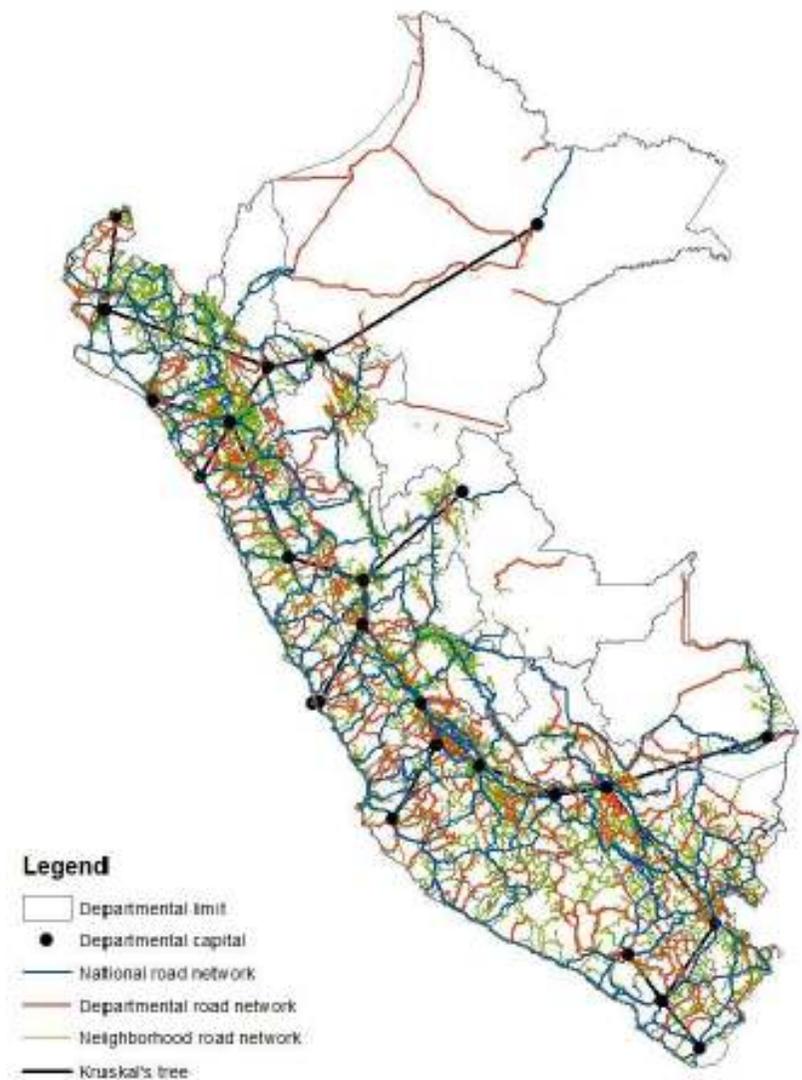


Figura 1: Pérdida de cubierta forestal, 2001-2017



Figura 2: Red de carreteras, 2016



Contenido

- 1 Introducción
- 2 Contexto
- 3 Metodología & datos**
- 4 Resultados
- 5 Conclusión

¿Cómo se mide “instituciones” a nivel subnacional en el Perú?

- En el Perú, el Instituto Peruano de Economía (IPE) construye el índice de competitividad regional (INCORE) (IPE, 2020):
- INCORE Tiene seis pilares: entorno económico, salud, insfraestructura, educación, laboral, **instituciones**.
 - ▶ El pilar de **instituciones** contiene información sobre:
 - ★ Seguridad,
 - ★ Conflictividad social,
 - ★ Ejecución de la inversión pública (niveles),
 - ★ Resolución de expedientes judiciales, y
 - ★ Recaudación municipal por habitante.
 - ▶ Cada pilar puede ser analizado por separado.

¿Cómo medimos nosotros “instituciones” a nivel subnacional?

- **Construimos** un indicador relacionado al nivel de vida y los servicios recibidos de los gobiernos municipales (adaptando variables que usa la literatura), considerando 3 pilares:

1 Condiciones sociales:

- ★ Educación,
- ★ Esperanza de vida,
- ★ Peso al nacer.

2 Creencias, valores y cultura

- ★ Voto,
- ★ Participación ciudadana,
- ★ Transparencia.

3 Desempeño institucional para los ciudadanos

- ★ Ejecución del presupuesto local
- ★ Presupuesto por resultados,
- ★ Infraestructura,
- ★ Proyectos sociales,
- ★ Instalaciones,
- ★ Recolección de residuos,
- ★ Equipamiento municipal,
- ★ Controles de seguridad policiales,
- ★ Estaciones policiales.

¿Qué captura nuestro índice de “instituciones” locales?

- Dadas sus tres dimensiones, nuestro indicador mide, a escala distrital, las condiciones de vida, el grado de participación ciudadana, y los servicios recibidos de los gobiernos municipales (y alguna dimensión de la eficacia del gasto municipal).
- Nuestra premisa es que, una vez que ciertos servicios están provistos a nivel de municipalidad, los incentivos a deforestar son menores.

Cuadro 1: Estadísticas descriptivas

Variable	Descripción	Fuente	Año	Obs.	Prom.	Desv.Est.	Min	Max
A nivel de grilla								
Deforestación	Área deforestada de la grilla (km ²), 2001-17	Geobosques-MINAM	2017	32,685	0.59	1.63	0.00	23.58
Distancia a carretera más cercana	Distancia desde el centro de la grilla a la carretera más cercana (km) ^{a/}		2016	32,685	47.04	53.01	0.00	358.13
A carretera nacional pavimentada	Distancia desde el centro de la grilla, km	Ministerio de Transportes & Comunicaciones	2016	32,685	107.08	87.84	0.00	465.37
A carretera nacional sin pavimentar	Distancia desde el centro de la grilla, km		2016	32,685	239.78	166.90	0.09	812.96
A carretera regional pavimentada	Distancia desde el centro de la grilla, km		2016	32,685	118.35	90.50	0.00	471.02
A carretera regional sin pavimentar	Distancia desde el centro de la grilla, km		2016	32,685	181.03	174.30	0.00	700.59
A carretera local pavimentada	Distancia desde el centro de la grilla, km		2016	32,685	108.24	71.95	0.15	456.37
A carretera local sin pavimentar	Distancia desde el centro de la grilla, km		2016	32,685	82.85	80.09	0.00	470.13
Distancia al río navegable más cercano	Distancia desde el centro de la grilla, km	Instituto Geográfico Nacional	2016	32,685	9.77	9.03	0.00	75.35
Distancia al centro del poblado	Distancia desde el centro de la grilla, km	Censo	2017	32,685	12.91	14.50	0.01	92.82
Área Natural Protegida (ANP)	La grilla está en un ANP (%)	SERNANP	2017	32,685	17.64	36.96	0.00	100.00
Área de Conservación Regional (ACR)	La grilla está en un ACR (%)	SERNANP	2017	32,685	3.53	17.50	0.00	100.00
Área de Conservación Privada (ACP)	La grilla está en un ACP (%)	SERNANP	2017	32,685	0.26	4.13	0.00	100.00
Área de Concesión Privada	La grilla está en un área de concesión privada (%) ^{b/}	SERFOR	2017	32,685	1.56	12.38	0.00	100.00
Comunidad indígena	La grilla está en un territorio ocupado por una comunidad indígena	Common Good Institute	2017	32,685	0.14	0.34	0.00	1.00
Temperatura	Promedio anual (°C)	SENAMHI	2017	32,685	24.55	8.67	0.00	38.16
Precipitación	Promedio anual (mm)	SENAMHI	2017	32,685	2,193.63	828.34	0.00	4,926.70
Altitud	Metros por encima del nivel del mar del centro de la grilla	Instituto Geofísico del Perú	2017	32,685	796.06	1224.86	70.00	4,524.00

Cuadro 2: Estadísticas descriptivas (cont.)

Variable	Descripción	Fuente	Año	Obs.	Prom.	Desv.Est.	Min	Max
A nivel distrital								
Densidad poblacional	Total de habitantes por km ²	Censo	2017	32,685	9.77	76.72	0.11	10,526.26
Desigualdad	Coefficiente de Gini (consumo)	Censo	2007	32,685	0.29	0.03	0.20	0.43
Índice de Desarrollo Humano (IDH)	Índice de Desarrollo Humano de NN.UU.	PNUD	2017	32,685	0.35	0.10	0.15	0.72
Acceso del hogar al agua	Acceso a agua en el distrito (%)	Censo	2017	32,685	0.67	0.27	0.00	1.00
Distrito realiza actividad minera	Distrito tiene actividad minera	Ministerio de Energía y Minas	2017	32,685	0.05	0.21	0.00	1.00
Terreno agrícola	Total de hectáreas sembradas	Censo	2017	32,685	7,986.12	9,851.69	0.51	57,691.90
Coca	Total de hectáreas sembradas con coca	Censo	2012	32,685	161.39	515.98	0.00	6,564.00
Café	Total de hectáreas sembradas con café	Censo	2012	32,685	1,021.45	3,567.51	0.00	20,528.64
Cocoa	Total de hectáreas sembradas con cocoa	Censo	2012	32,685	519.28	1,376.14	0.00	6,637.80
Palma aceitera	Total de hectáreas sembradas con palma	Censo	2012	32,685	74.29	482.56	0.00	5,294.42
A nivel regional								
Amazonas	= 1, La grilla está en Amazonas		2017	32,685	0.05	0.21	0.00	1.00
Cusco	= 1, La grilla está en Cusco		2017	32,685	0.09	0.28	0.00	1.00
Huánuco	= 1, La grilla está en Huánuco		2017	32,685	0.04	0.21	0.00	1.00
Junín	= 1, La grilla está en Junín		2017	32,685	0.05	0.21	0.00	1.00
Loreto	= 1, La grilla está en Loreto		2017	32,685	0.40	0.49	0.00	1.00
Madre de Dios	= 1, La grilla está en Madre de Dios		2017	32,685	0.10	0.30	0.00	1.00
Puno	= 1, La grilla está en Puno		2017	32,685	0.07	0.26	0.00	1.00
San Martín	= 1, La grilla está en San Martín		2017	32,685	0.06	0.24	0.00	1.00
Ucayali	= 1, La grilla está en Ucayali		2017	32,685	0.13	0.34	0.00	1.00

Note: ^{a/} Considerando carreteras nacionales, regionales, y locales pavimentadas y sin pavimentar. ^{b/} Tipos de concesiones incluidas son aquellas para conservación, ecoturismo y forestación.

Cuadro 3: Estadísticas descriptivas del índice de instituciones

Dimensión	Variable	Definición	Prom.	Min	Max	D.Est.
I. Condiciones sociales						
Educación	1. Educación	Educación promedio (años)	6.3	1.8	13.8	2.07
	2. Esperanza vida	Esperanza de vida (años)	74.4	36.5	103.4	8.95
Salud	3. Peso	Pct. de niños con bajo peso al nacer	0.93	0.33	1.0	0.05
II. Creencias, valores y cultura						
Votación	4. Votantes	Pct. de participación en las elecciones municipales	0.84	0.0	1.0	0.05
Participación en la gestión local	5. Participación	Número de mecanismos para la participación ciudadana en la gestión local	4.23	0.0	10.0	2.25
	6. Canales	Número de canales de comunicación disponible para los ciudadanos	2.29	0.0	6.0	1.35
Comunicación y transparencia	7. Transparencia	Existencia de una página Web operativa del gobierno local (=1)	0.19	0.0	1.0	0.39
III. Desempeño institucional para los ciudadanos						
Gasto público	8. Presupuesto	Porcentaje del presupuesto local ejecutado en 2017	0.73	0.1	1.0	0.17
	9. PPR	No. de acciones del gobierno local inmersas en el PPR	4.59	0.0	14.0	3.72
	10. Infraestructura	Número de proyectos de infraestructura	1.65	0.0	13.0	1.62
Proyectos y Deporte	11. Proyectos sociales	Número de proyectos sociales	1.14	0.0	11.0	1.51
	12. Deporte	Número de establecimientos deportivos disponibles	0.36	0.0	19.5	1.17

Cuadro 4: Estadísticas descriptivas del índice de instituciones (cont.)

Dimensión	Variable	Definición	Prom.	Min	Max	D.Est.
Manejo de residuos	13. Residuos	Recolección de residuos (= 1)	0.40	0.0	1.0	0.49
	14. Residuos en la capital	% de manejo de residuos en la capital del distrito	0.75	0.0	0.9	0.20
	15. Residuos fuera de la capital	% de manejo de residuos fuera de la capital del distrito	0.40	0.0	0.9	0.32
Personal y equipo	16. Trabajadores	Número de trabajadores en el distrito	118.88	2.0	4,930.0	316.40
	17. Sistemas	Número de sistemas computarizados usados por la municipalidad	1.94	1.0	9.0	1.13
Seguridad	18. Acciones policiales	Número de intervenciones de la policía en el distrito	125.48	0.0	39,514.0	1,106.20
	19. Estaciones de policía	Número de estaciones de policía en el distrito	0.80	0.0	13.0	1.06
	20. Control policial	Realiza acciones policiales integradas (=1)	0.46	0.0	1.0	0.50
Planeamiento ambiental	21. Plan	Tiene plan ambiental (= 1)	0.61	0.0	1.0	0.49
	22. Plan de acción	Tiene plan de acción ambiental (= 1)	0.30	0.0	1.0	0.46
Ciudadanía	23. Ciudadanía	Número de recién nacidos con DNI a 30 días del nacimiento	173.05	0.0	10,351.0	519.69
Índice lineal I-17 (17 variables)			5.81	1	12	2.61
Índice lineal I-19 (19 variables)			6.68	1	14	2.84
Índice lineal I-20 (20 variables)			7.38	1	15	3.00
Índice lineal I-21 (21 variables)			7.53	1	15	2.94
Índice lineal I-22 (22 variables)			7.63	1	16	2.93
Índice lineal I-23 (23 variables)			7.73	1	17	2.89

Fuente: Elaboración propia basada en información de varias fuentes.

Explicando la deforestación: carreteras e instituciones

Queremos ver el rol de las instituciones locales, la distancia a las carreteras, y la interacción entre distancia e instituciones:

$$\text{Deforestación}_{i,d,r} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{Instituciones}_d + \alpha_2 \text{Distancia}_i + \alpha_3 \text{Interacción}_{i,d} + \psi_r + X' \delta + \varepsilon_{i,d,r}, \quad (1)$$

donde:

- Deforestación_i denota la pérdida de bosque en 2001-2017, en km^2 , registrada en la cuadrícula i .
- Instituciones_d es nuestro índice de instituciones, en el distrito d (lineal o índice de CP).
- Distancia_i denote la distancia euclidiana más corta a carretera (nacional, regional, local), pavimentada o no, desde el centroide de la cuadrícula i , en km .
- Interacción es la interacción entre *instituciones* y la dummy de distancia *estar dentro del primero cuartil de distancias a la carretera* (también consideramos umbrales alternativos).
- X es un vector de controles a nivel de grilla (altitud, clima, áreas protegidas), distrito (densidad poblacional, cultivos: coca, cacao, palma, café).
- ψ_r denota efectos fijos de región, para controlar por dinámicas regionales distintas.

Consideramos especificaciones alternativas en nuestro análisis.

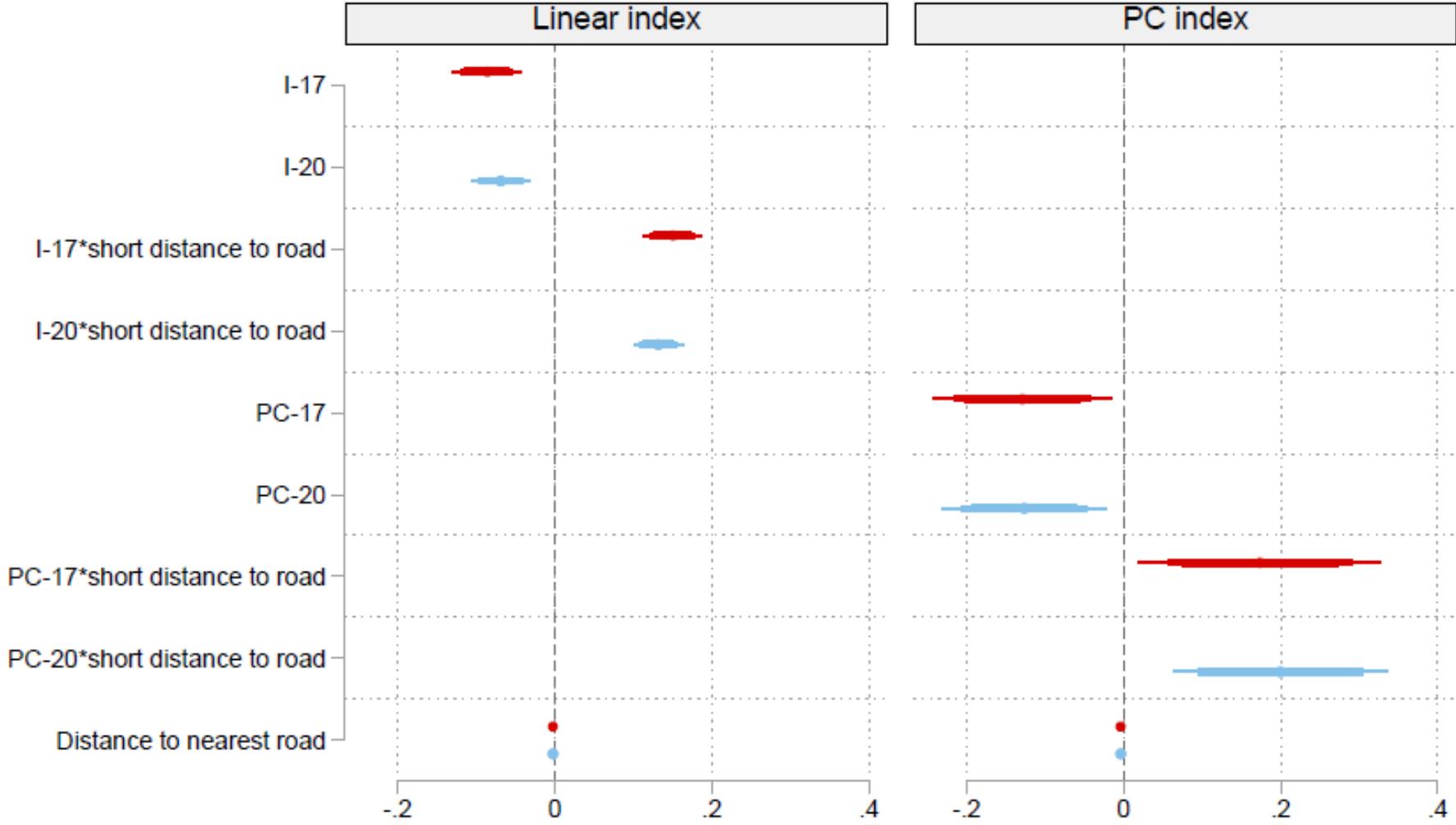
Contenido

- 1 Introducción
- 2 Contexto
- 3 Metodología & datos
- 4 Resultados**
- 5 Conclusión

Cuadro 5: Explicando la deforestación

Variables	(1)	(2)	(3)	(4)
	Índice lineal		Índice de CP	
	I-17	I-20	PC-17	PC-20
Instituciones locales	-0.0859 ^{***} (0.0169)	-0.0686 ^{***} (0.0147)	-0.1290 ^{***} (0.0438)	-0.1264 ^{***} (0.0403)
Distancia a carretera más cercana ^{a/}	-0.0024 ^{**} (0.0011)	-0.0021 [*] (0.0011)	-0.0038 ^{***} (0.0012)	-0.0036 ^{***} (0.0012)
Instituciones locales*Distancia corta ^{b/}	0.1506 ^{***} (0.0144)	0.1319 ^{***} (0.0122)	0.1736 ^{***} (0.0597)	0.1997 ^{***} (0.0529)
Área natural protegida (ANP) ^{c/}	-0.0046 ^{***} (0.0009)	-0.0043 ^{***} (0.0009)	-0.0058 ^{***} (0.0011)	-0.0058 ^{***} (0.0011)
Área de conservación regional (ACR) ^{c/}	-0.0045 ^{***} (0.0012)	-0.0044 ^{***} (0.0011)	-0.0053 ^{***} (0.0014)	-0.0052 ^{***} (0.0014)
Área de conservación privada (ACP) ^{c/}	0.0010 (0.0023)	0.0015 (0.0024)	-0.0020 (0.0026)	-0.0017 (0.0027)
Hectáreas con café	-0.0001 ^{***} (0.0000)	-0.0001 ^{***} (0.0000)	-0.0001 ^{**} (0.0000)	-0.0001 ^{***} (0.0000)
Hectáreas con cacao	-0.0002 ^{***} (0.0001)	-0.0002 ^{***} (0.0001)	-0.0003 ^{***} (0.0001)	-0.0003 ^{***} (0.0001)
Hectáreas con palma aceitera	0.0003 ^{**} (0.0001)	0.0003 [*] (0.0001)	0.0004 ^{***} (0.0002)	0.0004 ^{**} (0.0002)
Controles ^{d/}	Sí	Sí	Sí	Sí
Observaciones	32685	32685	32685	32685
R ² ajustado	0.339	0.342	0.292	0.295

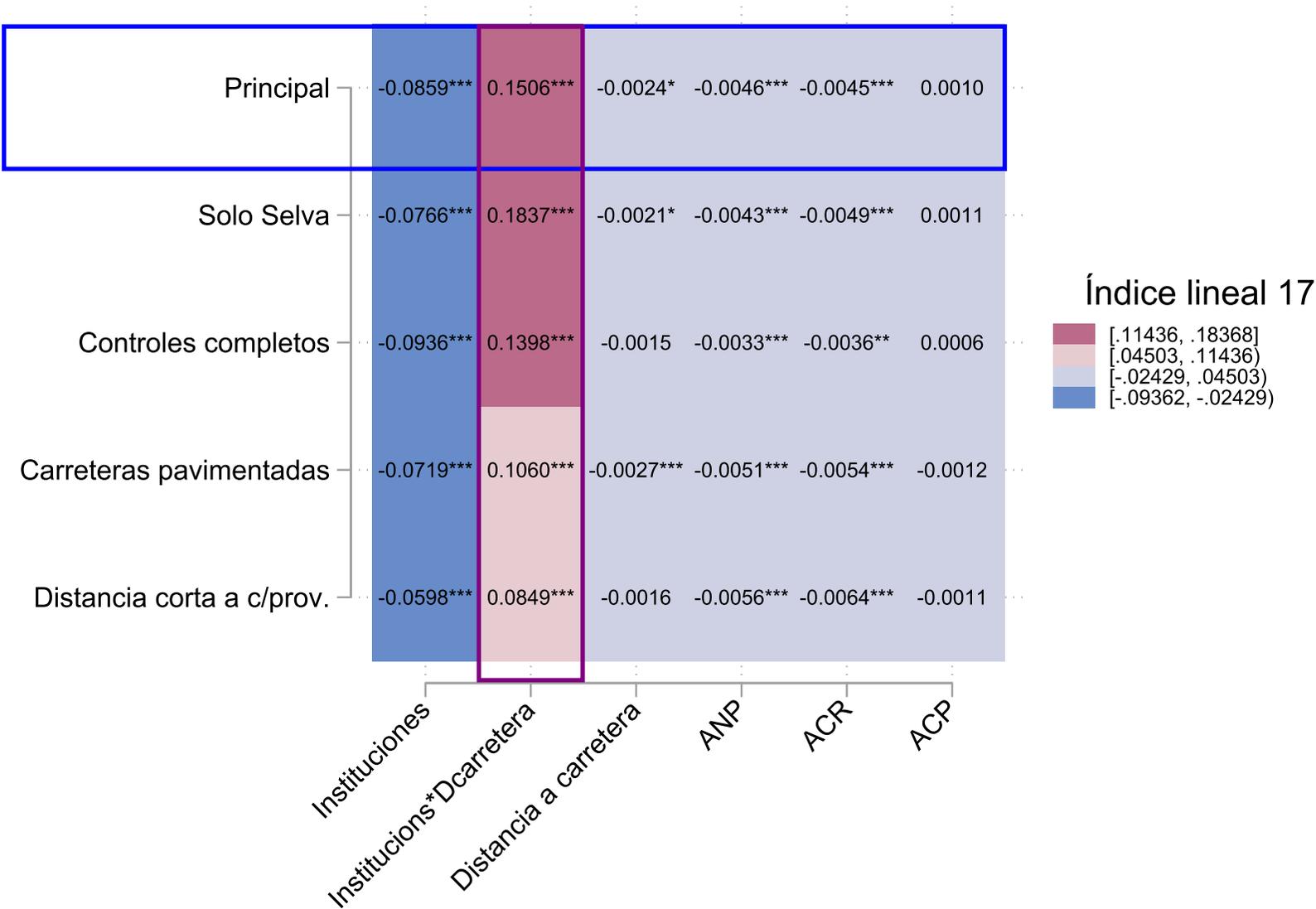
Principales resultados: Deforestación



Resumen de los principales resultados

- Encontramos la relación negativa habitual entre la (menor) distancia a la carretera y la (mayor) deforestación (H_1),
- Encontramos una relación negativa entre el menor valor de nuestro índice de instituciones locales y la (mayor) deforestación (H_2),
- En este contexto, en promedio, el *rol protector* de las instituciones no es suficiente como para compensar el rol negativo que tiene el mejor acceso a carreteras sobre la deforestación (H_3),
 - ▶ Este resultado se explica por lo que sucede en la “vecindad” de las carreteras, donde es más probable que ocurra la deforestación (hasta ~ 60 km de las carreteras).
 - ▶ Esto significa que la interacción entre las instituciones y el acceso a las carreteras, tal como las medimos, puede desempeñar un papel crucial en las zonas más alejadas (> 60 km), donde la presencia del Estado es más débil.

Resultados con distintas especificaciones



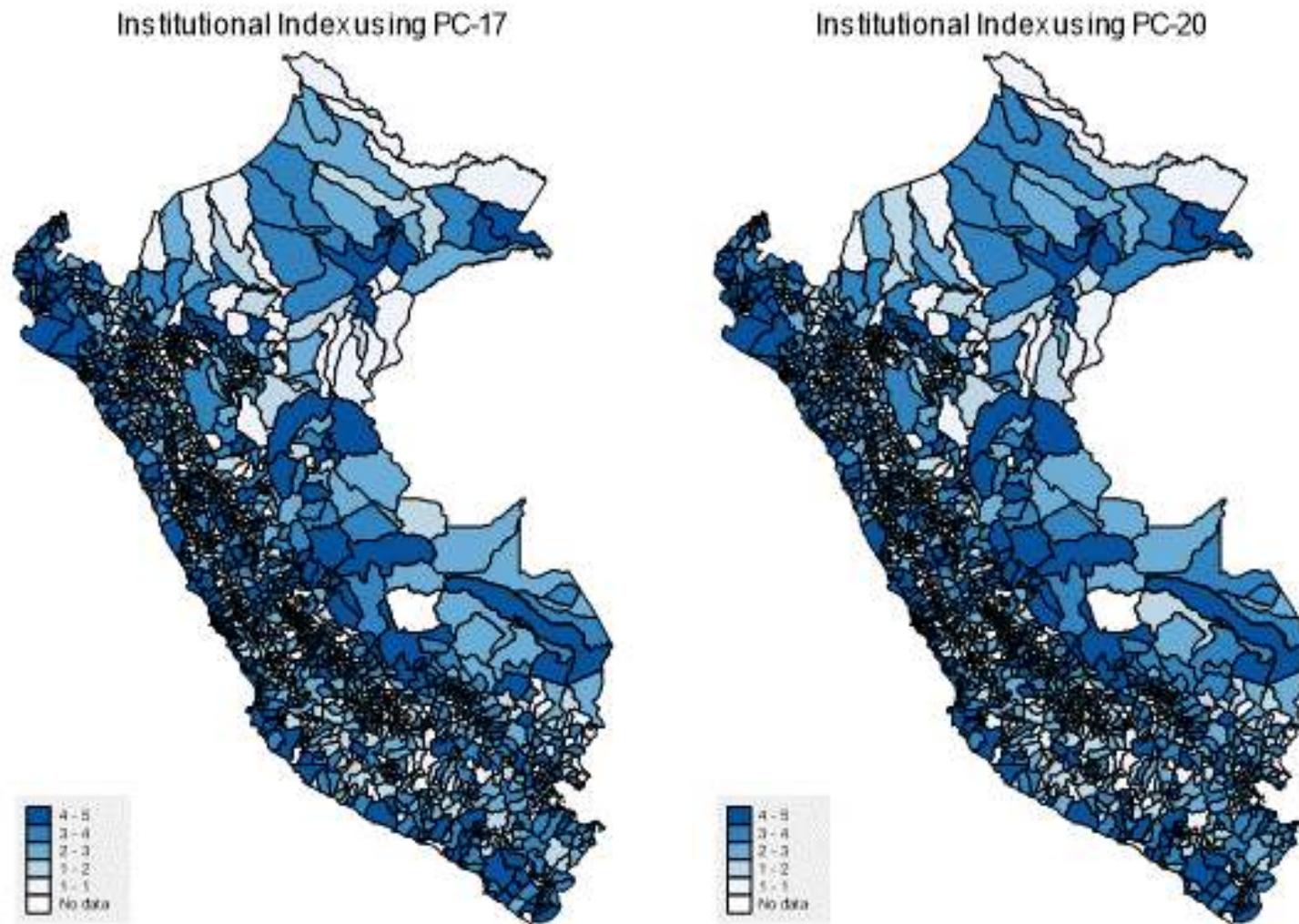
Contenido

- 1 Introducción
- 2 Contexto
- 3 Metodología & datos
- 4 Resultados
- 5 **Conclusión**

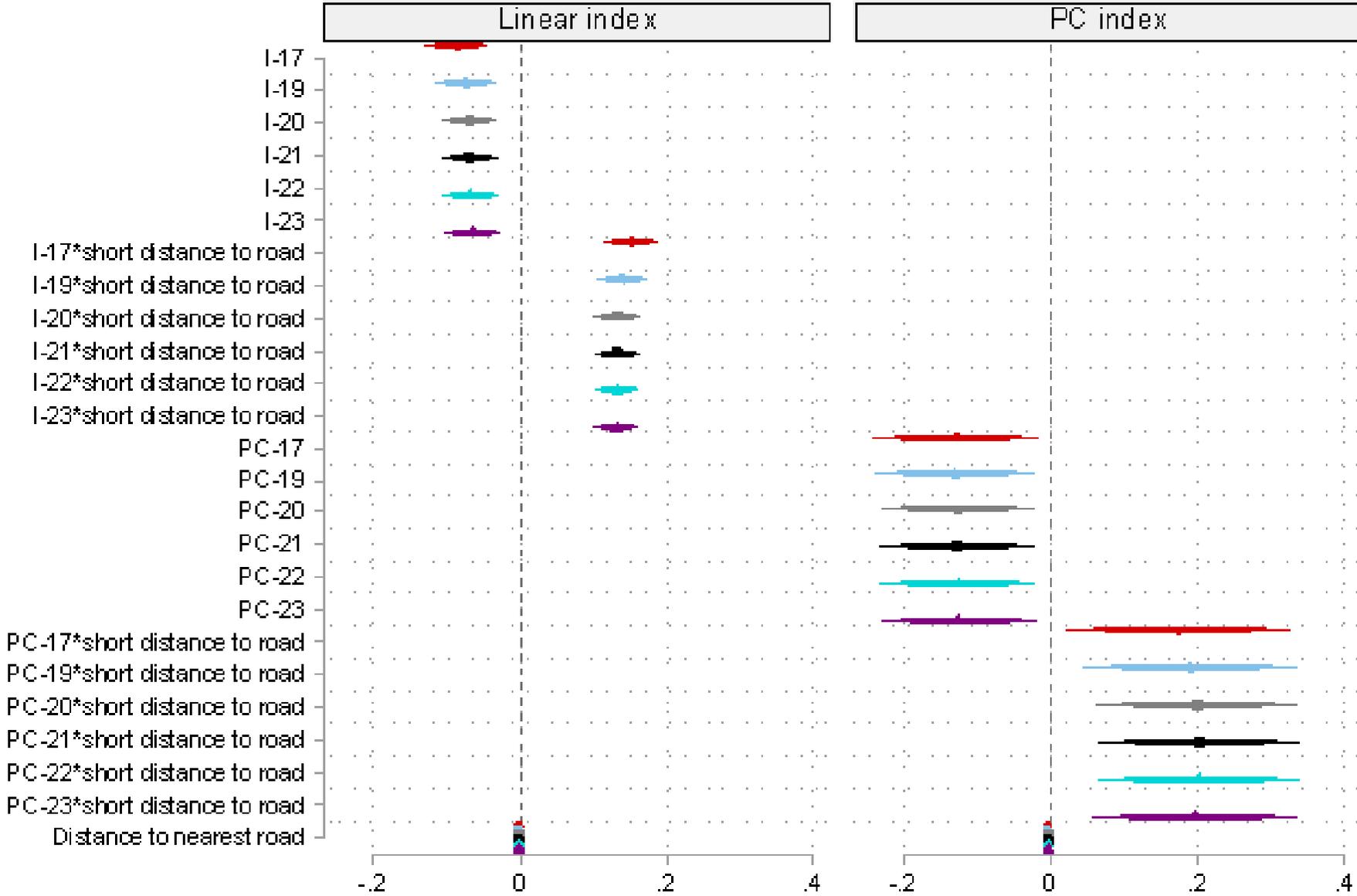
Reflexiones finales

- 1 Construímos un índice de instituciones compuesto por 3 pilares: condiciones sociales, participación ciudadana, y desempeño del gobierno local (gestión del gasto local y seguridad).
 - ▶ Un mejor entorno institucional reduce los incentivos a la deforestación.
- 2 ¿En qué medida un mejor contexto institucional puede ayudar a reducir la deforestación, sabiendo que la cercanía a carreteras aumenta la propensión a deforestar?
 - ▶ En 2018, el MINAM tenía 4 ejes para combatir la deforestación, que comprendían acciones conjuntas con MIDAGRI y MEM (institucionalidad y gobernanza; gestión territorial, producción sostenible y lucha contra actividades ilegales).
- 3 ¿Qué hacer respecto a la construcción de carreteras?, ¿Cómo hacer para que esa mayor conexión que permiten las carreteras no se traduzca también en una mayor deforestación?
 - ▶ Este es un tema abierto, que requiere coordinación entre distintas entidades del gobierno...

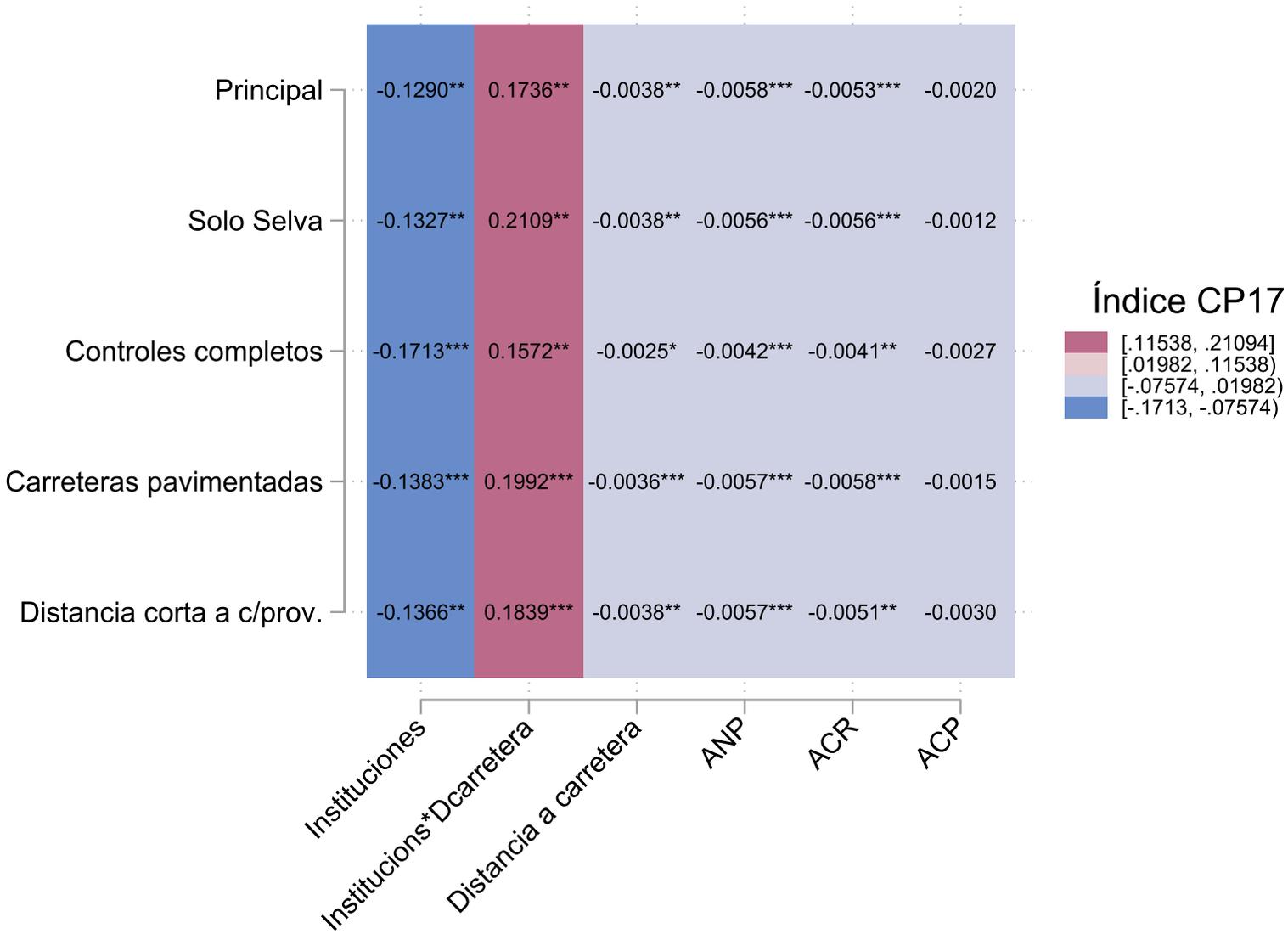
Figura 3: Distribución del índice de instituciones locales



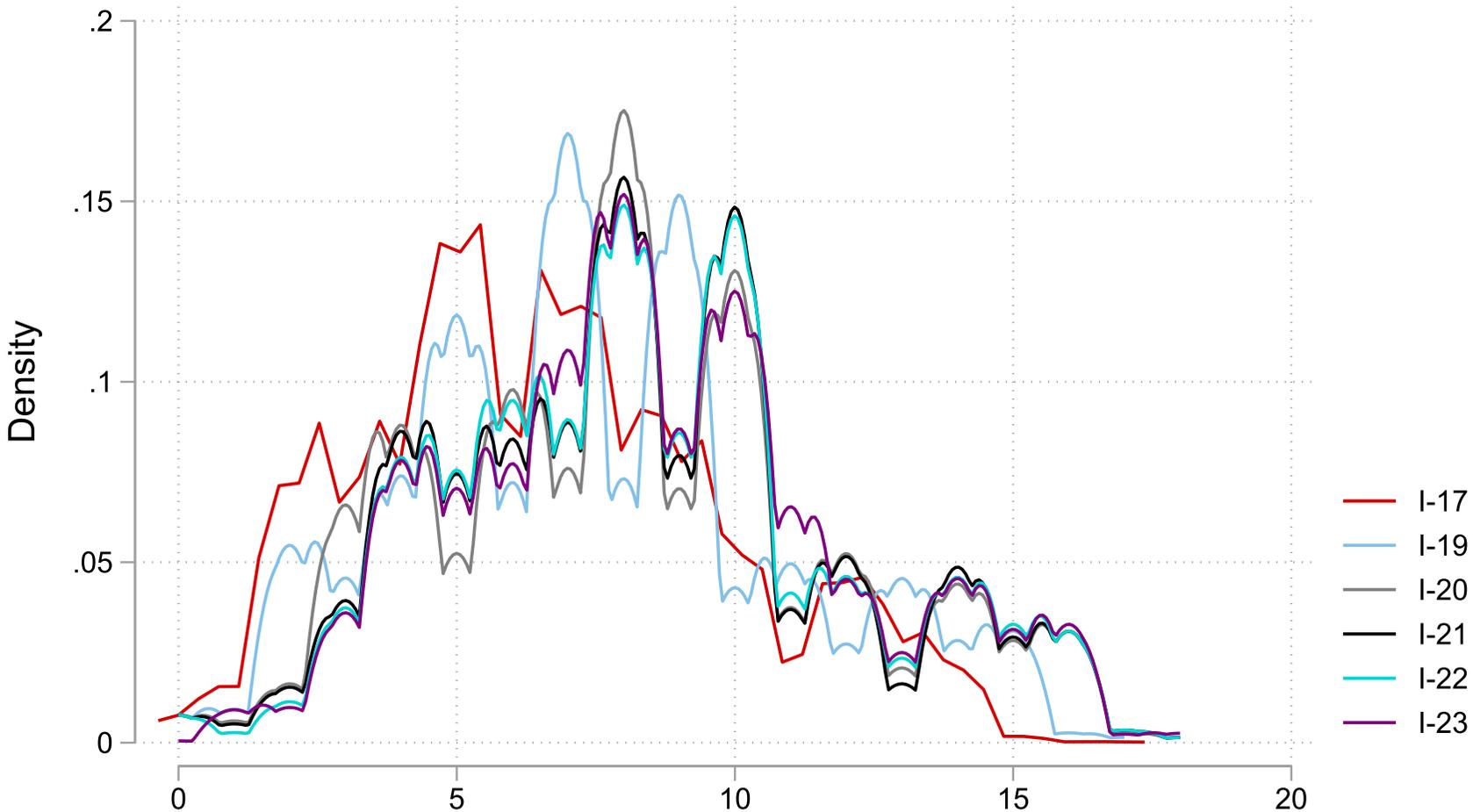
Regresión MCO sobre Deforestación: Todos los índices



Resultados con distintas especificaciones

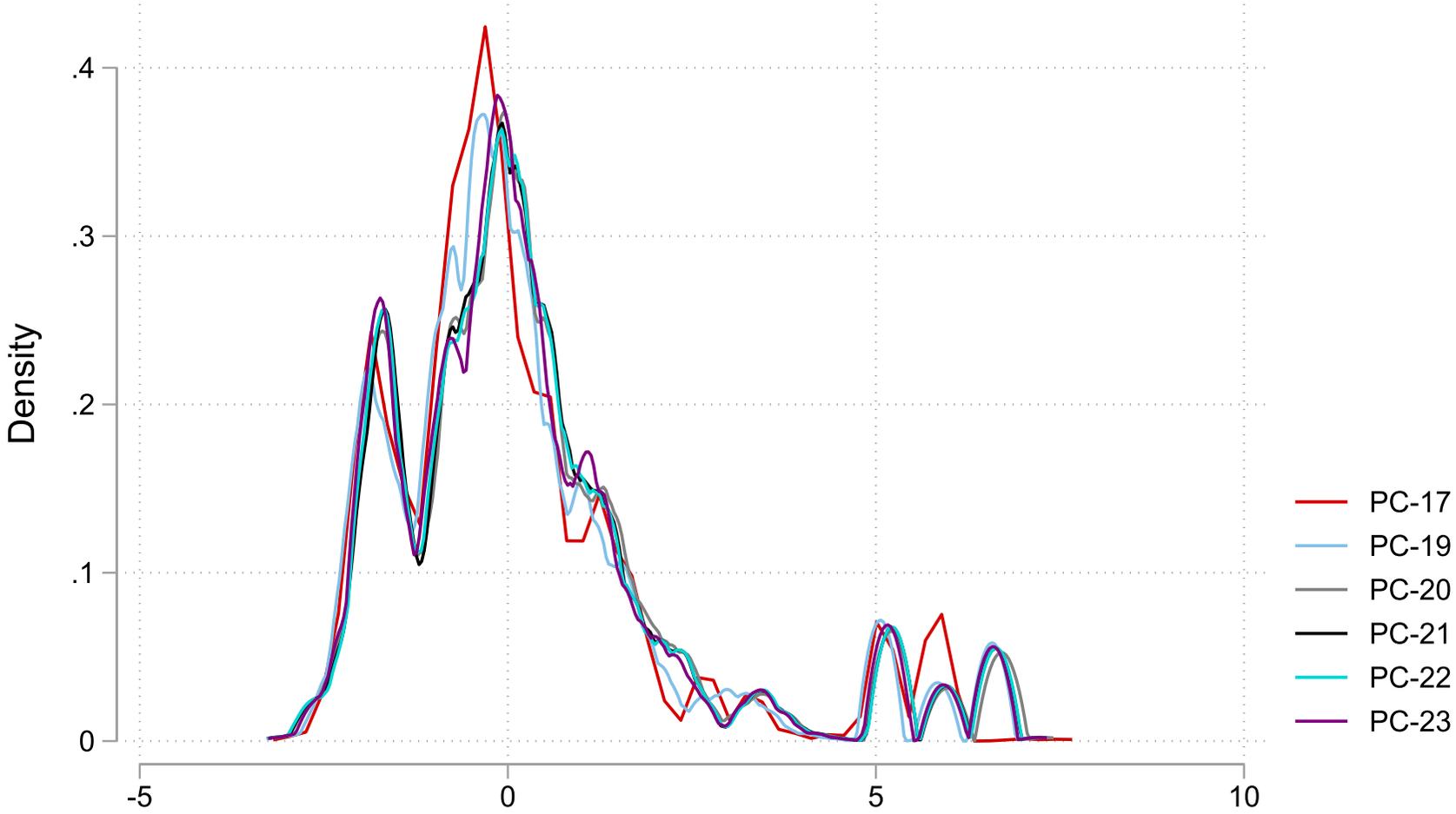


Densidades: índices lineales



kernel = epanechnikov, bandwidth = 0.3641

Densidades: índices de componentes principales



kernel = epanechnikov, bandwidth = 0.1380

Estudios previos

- 1 Examinan el rol de la infraestructura en la deforestación
 - ▶ Más deforestación en lugares cercanos a carreteras y ríos (Barbier et al. 2014).
 - ▶ Conflicto entre progreso económico y destrucción ecológica (Damania et al. 2018).
- 2 Estudian el efecto del diseño institucional sobre la deforestación
 - ▶ Establecimiento de las áreas protegidas (de uso estricto o mixto) y los programas de pagos por servicios ecosistémicos (PSE)
 - ★ Efecto de las AP y PSE sobre la deforestación (Barbier et al. 2014, Pfaff et al. 2015, Miranda et al. 2016, Sims & Alix-García 2017, Aguirre et al. 2021)
 - ★ [Efecto de las AP y PSE sobre la deforestación en contextos institucionales débiles, para Colombia \(Bonilla-Mejía Higuera-Mendieta 2019\)](#)
 - ▶ Derechos de propiedad (por ejemplo, concesiones forestales)
- 3 Analizan el rol de las instituciones sobre la protección de bosques
 - ▶ Factores institucionales, medidos a escala macro–corrupción, derechos de propiedad estabilidad política–y uso de la tierra, 1961-1994 (Barbier 2001).
 - ▶ Instituciones políticas, en el nivel macro en 66 countries, y deforestación, 1972-1991 (Bhattarai & Hammig 2001).
 - ▶ [La importancia de la gobernanza a nivel local \(p.ej., fondo ambiental, si la alcalde es mujer, empresas agrícolas\) en la conservación de los bosques a nivel municipal en Brasil \(Benzeev et al. 2022\).](#)

Estudios previos para el Perú

- Encuentran un efecto positivo de las áreas de conservación y las áreas protegidas (AP) en la deforestación (Miranda et al. 2016).
- Encuentran un papel protector de las AP, en presencia de infraestructura de carreteras (Aguirre et al. 2021).
- Varios estudios de caso examinan las AP (e.g., Tambopata: Orihuela & Mendieta, 2021).
- Hasta donde sabemos, **ningún estudio examina la conexión entre las instituciones y la conservación de los bosques.**
 - ▶ Esta limitación se aplica a toda la literatura, no solo a Perú.
- **Nuestra contribución consiste en examinar el rol de las instituciones locales (a nivel distrital) en la conservación de los bosques, cuando también tenemos en cuenta la infraestructura vial (y controlamos por las variables típicamente correlacionadas con deforestación).**

Metodología: Nuestro índice de instituciones locales

Utilizamos el siguiente enfoque:

- 1 Una combinación lineal de variables/indicadores seleccionados con la misma ponderación.
 - ▶ Construimos variables dummy que son iguales a 1 cuando la medida cae dentro del cuartil superior/inferior de la distribución de la variable.
 - ▶ Utilizamos de 17 (etiquetadas como I-17) a 23 (I-23) variables en nuestro análisis.
- 2 Análisis de componentes principales (ACP).
 - ▶ Técnica utilizada para reducir la dimensión de un gran conjunto de variables, minimizando la pérdida de información. (Jolliffe & Cadima, 2016).
 - 1 Encuentra los valores propios de la matriz de covarianza del conjunto de datos, que son la varianza de los componentes principales-PC; estos PC son combinaciones lineales de las variables originales. El primer componente tiene la mayor varianza posible. importancia de cada componente se refleja en la proporción de la varianza total explicada por el componente.
 - 2 En nuestro análisis, utilizamos el primer componente.
 - ▶ Para cada índice lineal (por ejemplo, I-17), encontramos su análogo CP (por ejemplo, PC-17).

Análisis de robustez: Resumen

1 Utilizando diferentes definiciones (arbitrarias) de “short distance”:

- i En el primer decil de distancias (1.06 km)
- ii 10 km
- iii 20 km
- iv la mediana de las distancias (29 km)
- v 50 km (~ distancia promedio)
- vi el cuartil superior de distancias (79 km)

- ▶ El papel de las instituciones es más importante cuando las distancias a la carretera están entre 5 km y 50 km. Curiosamente, cuando observamos el índice de componentes principales, para todas las definiciones de “short distance”, el coeficiente de las instituciones es siempre significativo. Esto podría indicar que la agregación de datos mediante esta técnica es más robusta que cuando utilizamos un método lineal.

2 Añadiendo un gran número de controles:

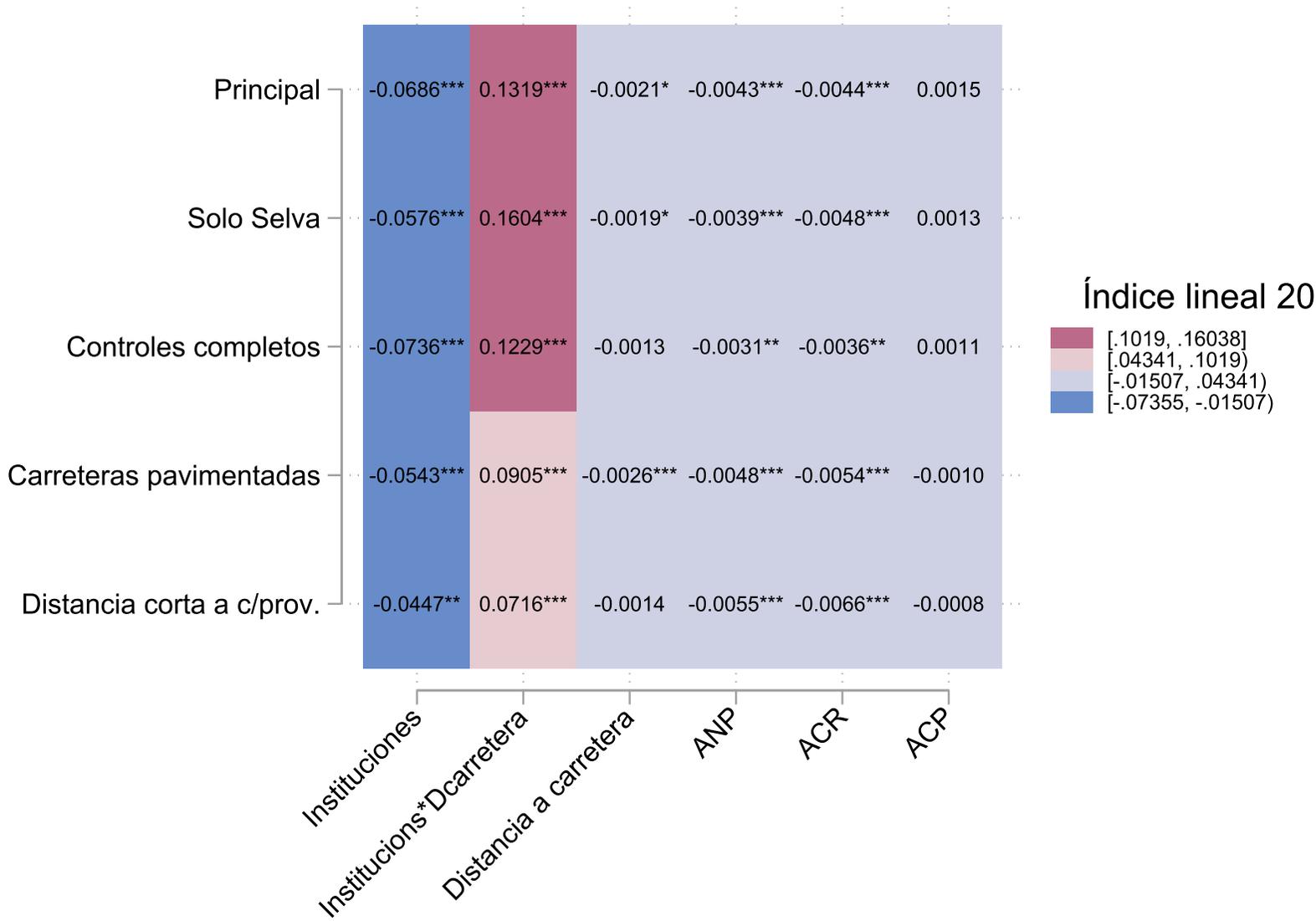
- i Measuring remoteness of the grill and further connection to markets: distance to the nearest river and distance to downtown;
- ii Presence of activities or settlers that may affect deforestation: whether the grill is located in a settlement occupied by a native community, in a forest concession, or whether the district registers mining activity;
- iii Medir el desarrollo socioeconómico del distrito: el IDH & el acceso de los hogares al agua.

- ▶ Las estimaciones puntuales de las instituciones locales y su significancia estadística aumentan en valor absoluto, lo cual va de la mano con una reducción en la magnitud del término de interacción: el papel de las instituciones ahora se estima con mayor precisión e implica un efecto más fuerte en la mitigación del efecto deforestador de la cercanía a las carreteras que en nuestra especificación base.

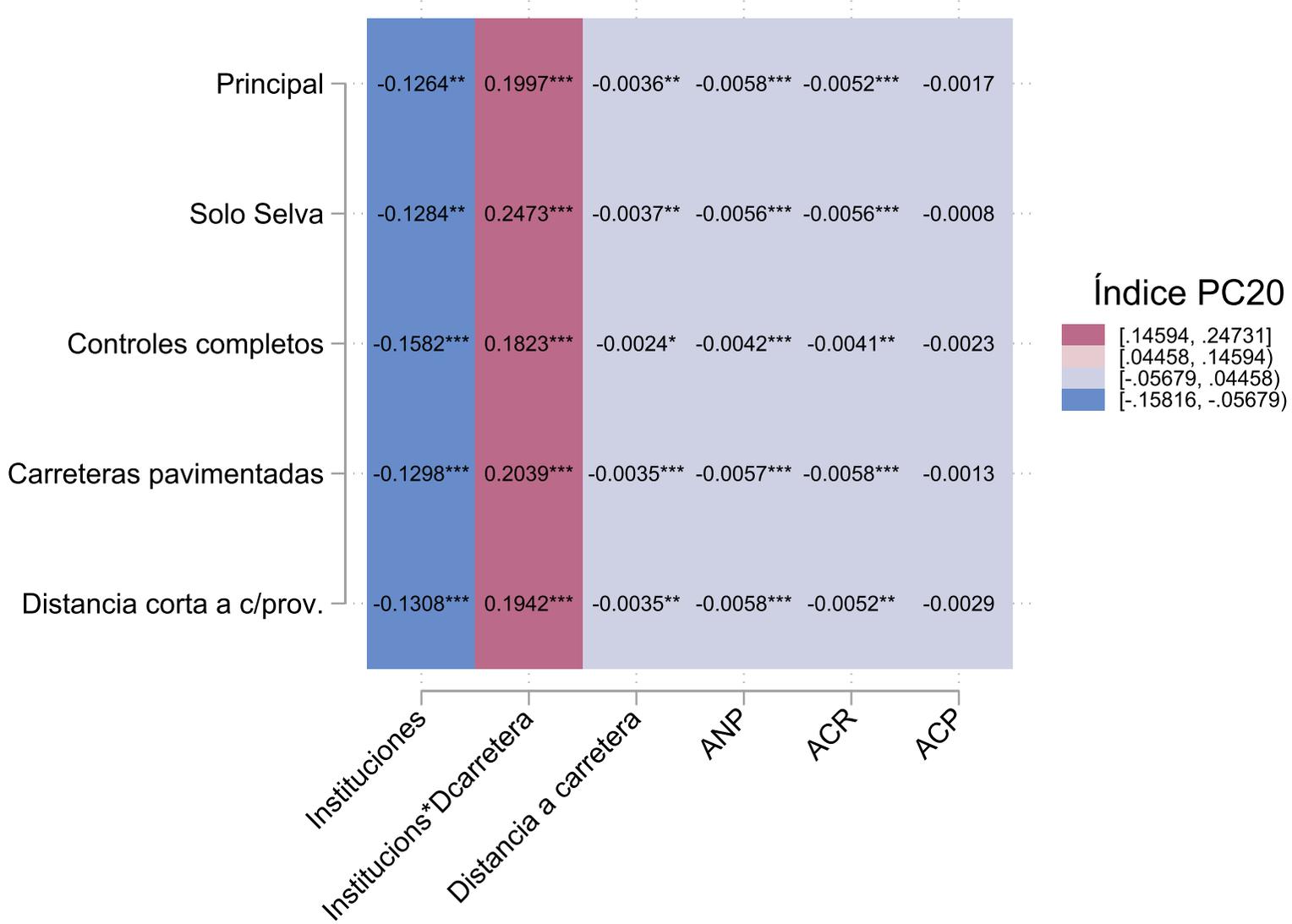
Análisis de robustez (cont.)

- 3 Utilizando sólo carreteras asfaltadas (nacionales, regionales y locales): mejor conexión.
 - ▶ Los coeficientes de las instituciones y el término de interacción continúan siendo altamente significativos (al 99 %) para ambos tipos de índices institucionales. Además, el coeficiente negativo de la distancia a la carretera ahora es significativo al 99 % en todas las especificaciones, un resultado que refleja la importancia de la infraestructura vial (pavimentada frente sin pavimentar) en el aumento de la deforestación.
- 4 Considerando las distancias dentro de una provincia en nuestros cálculos, para tener en cuenta los diferentes tamaños de las provincias.
 - ▶ Los coeficientes de las instituciones y el término de interacción entre las instituciones y la distancia permanecen altamente significativos en todas las especificaciones. En cuanto al coeficiente de distancia a la carretera, aunque sigue siendo negativo, pierde significancia cuando consideramos el índice lineal de instituciones, pero no cuando utilizamos el índice de componentes principales. Nuevamente, este resultado puede reflejar que este último índice capta mejor la conexión entre las instituciones, la distancia y la deforestación.

Resultados con distintas especificaciones Lin20



Resultados con distintas especificaciones PC20



Cuadro 6: Resultados sobre deforestación con interacciones con cuartiles de distancia

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Índice lineal		Índice de CP	
	I-17	I-20	PC-17	PC-20
Instituciones locales	-0.0682*** (0.0217)	-0.0558*** (0.0204)	-0.1466*** (0.0367)	-0.1342*** (0.0328)
Instituciones locales*Distancia (cuartil 1) ^{a/}	0.0843*** (0.0312)	0.0799*** (0.0280)	0.1756*** (0.0485)	0.1633*** (0.0435)
Instituciones locales*Distancia (cuartil 2) ^{a/}	0.0426 (0.0272)	0.0387 (0.0248)	0.0668 (0.0490)	0.0548 (0.0463)
Instituciones locales*Distancia (cuartil 3) ^{a/}	0.0318 (0.0226)	0.0251 (0.0202)	0.0384 (0.0371)	0.0279 (0.0348)
Instituciones locales*Distancia (cuartil 4) ^{a/}	0.0023 (0.0166)	0.0015 (0.0149)	-0.0016 (0.0218)	-0.0061 (0.0212)
Distancia a carretera más cercana, cuartil 1 ^{a/}	0.3396 (0.2193)	0.2497 (0.2317)	0.8712*** (0.0995)	0.8445*** (0.0995)
Distancia a carretera más cercana, cuartil 2 ^{a/}	0.2084 (0.1820)	0.1858 (0.1963)	0.4803*** (0.0880)	0.4740*** (0.0874)
Distancia a carretera más cercana, cuartil 3 ^{a/}	0.0681 (0.1484)	0.0832 (0.1572)	0.2692*** (0.0752)	0.2676*** (0.0747)
Distancia a carretera más cercana, cuartil 4 ^{a/}	0.0591 (0.1034)	0.0701 (0.1099)	0.0710 (0.0518)	0.0754 (0.0513)
Área natural protegida (ANP) ^{b/}	-0.0054*** (0.0009)	-0.0053*** (0.0009)	-0.0051*** (0.0009)	-0.0052*** (0.0009)
Área de conservación regional (ACR) ^{b/}	-0.0071*** (0.0015)	-0.0072*** (0.0015)	-0.0068*** (0.0015)	-0.0068*** (0.0015)
Área de conservación privada (ACP) ^{b/}	0.0002 (0.0030)	0.0005 (0.0030)	0.0001 (0.0029)	0.0001 (0.0029)
Controles ^{c/}	Si	Si	Si	Si
Observaciones	32685	32685	32685	32685
R ² ajustado	0.315	0.314	0.320	0.320

Nota: Todas las especificaciones incluyen efectos fijos de región y una constante. ^{a/} Cuantiles de distancia calculados considerando todas las distancias a carreteras nacional, regional y local, pavimentada y sin pavimentar para cada provincia; el cuartil omitido (cuartil 5) denota la distancia más larga. Las distancias promedio son: 15.6 Km (para el cuartil 1), 32.3 Km (cuartil 2), 47.5 Km (cuartil 3), 64.0 Km (cuartil 4), y 81.8 Km (cuartil 5). ^{b/} Porcentaje de las grillas ubicadas en la respectiva área (protegida o de conservación). ^{c/} Controles incluyen altitud, precipitación, temperatura, densidad poblacional, desigualdad y variables agrícolas (área total, y aquella dedicada al cultivo de café, cacao, coca, y palma). Errores estándar robustos (en paréntesis) ajustados por conglomerados a nivel de distrito. *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.